



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



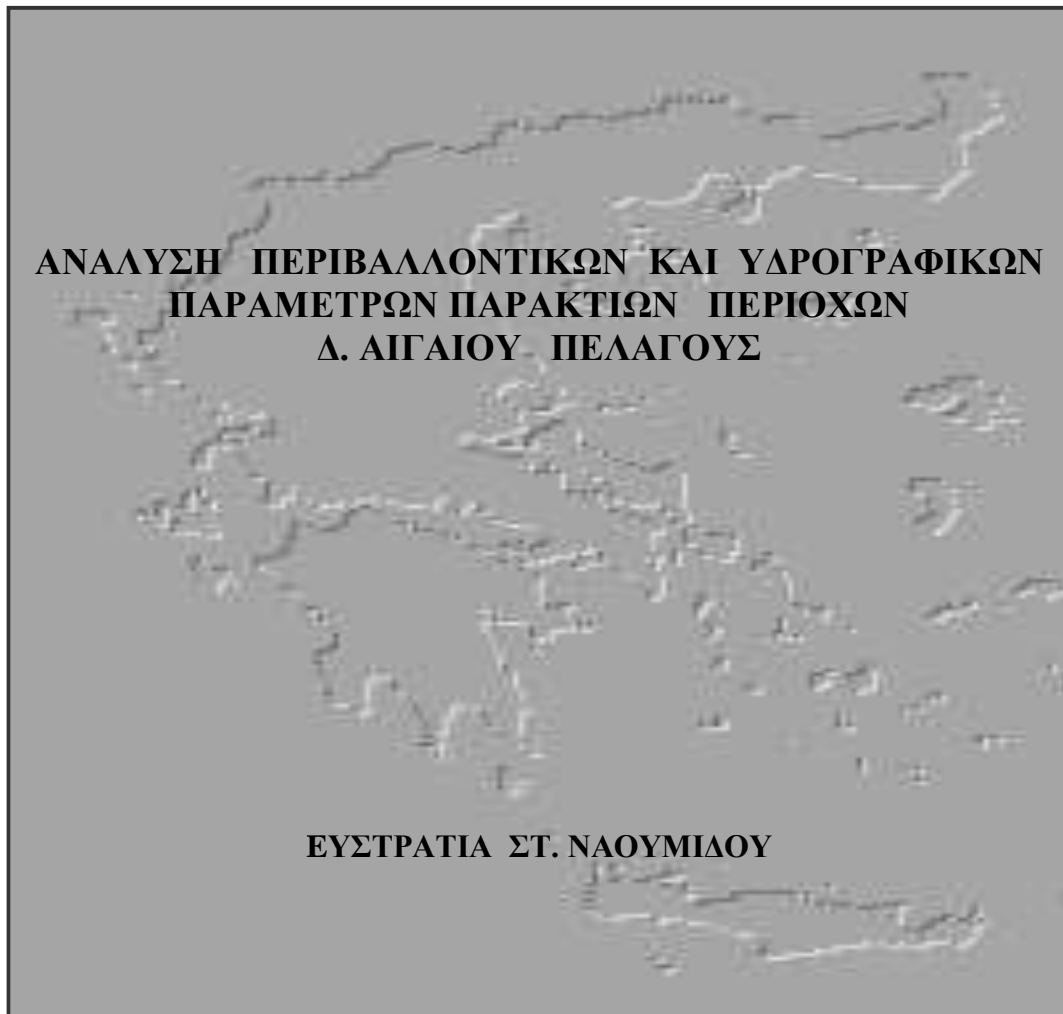
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ



**ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ
Δ. ΑΙΓΑΙΟΥ - ΠΕΛΑΓΟΥΣ**

ΕΥΣΤΡΑΤΙΑ ΣΤ. ΝΑΟΥΜΙΔΟΥ

ΒΟΛΟΣ 2008

**Ανάλυση περιβαλλοντικών και υδρογραφικών παραμέτρων
παρακτίων περιοχών Δ. Αιγαίου πελάγους**

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

1. Αθανάσιος Θεοδώρου, (M.Sc., Ph.D.)

Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών.

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος

Ωκεανογραφία. Σχέσεις φυτών και ζώων θαλασσών ωκεανών, φυσικές διεργασίες ανταλλαγή ενέργειας και κυκλοφορία στο θαλάσσιο περιβάλλον, παλίρροια, κυματισμός και γεωμαγνητικά φαινόμενα ωκεανών. **Επιβλέπων.**

2. Γεώργιος Δήμος, (Δρ.)

Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών.

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος

Τοπολογία στη Διαφορική και Αλγεβρική Γεωμετρία, Ολική Ανάλυση και Εφαρμογές Διαφορικών Εξισώσεων και Γραμμικής Άλγεβρας στον Προγραμματισμό, Υπολογιστές και Υπολογιστικές Μέθοδοι. **Μέλος,**

3. Άρης Ψιλοβίκος, (M.A.E., Δρ. Μηχ.)

Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών.

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος

Διαχείριση Ποιότητας Υδάτων με Χρήση Προσομοίωσης. **Μέλος,**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου διατριβής που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος», θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αθ. Θεοδώρου για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ κοντά του, όπως και για τις πολύτιμες συμβουλές, τις υποδείξεις του και την ηθική και επιστημονική υποστήριξη που μου έδειξε σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής κ.κ. Γ. Δήμο και Α. Ψιλοβίκο για τη γενικότερη συμβολή τους στην ολοκλήρωσή της.

Τις ευχαριστίες μου επίσης θα ήθελα να εκφράσω προς το προσωπικό του Εργαστηρίου Ωκεανογραφίας του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος και ιδιαίτερα προς την ευγενική φυσιογνομία της κας Μπ. Θεοδώρου.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω το φίλο και συνεργάτη κ. Χρ. Ρούμπο (Δρα Μεταλλειολόγο Μηχανικό) για την προσφορά του και πάνω απ'όλα οφείλω να αναφέρω την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια που δέχτηκα από τα μέλη της οικογένειάς μου, σ'όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, για την οποία και τους ευχαριστώ ειλικρινά.

Έφη Ναουμίδου- Θεοφανίδη

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Η διατριβή πραγματεύεται καταγραφή και ανάλυση περιβαλλοντικών και υδρογραφικών παραμέτρων που καθορίζουν κλειστές θαλάσσιες περιοχές στις ακτές του Δυτικού Αιγαίου πελάγους.

Επιχειρείται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση του θέματος από την άποψη της υποβάθμισης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, για ένα σύνολο κόλπων του ευρύτερου οικοσυστήματος του Δυτικού Αιγαίου πελάγους, κυρίως λόγω εμπλουτισμού τους με θρεπτικά συστατικά. Το συγκεκριμένο πρόβλημα αποκτά μεγάλο ενδιαφέρον λόγω των ολοένα αυξανόμενων ανθρώπινων πιέσεων που οδηγούν συχνά τα οικοσυστήματα σε μη αναστρέψιμες μεταβολές.

Στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνονται, οι κόλποι Σαρωνικός και Ελευσίνας και Θερμαϊκός, Παγασητικός, Βόρειος και Νότιος Ευβοϊκός.

Επιλέχθηκε ο Σαρωνικός κόλπος για την ανάλυση των δεδομένων δειγματοληπτικών μετρήσεων, λόγω φαινομένων ευτροφισμού που επηρεάζουν το φυσικό oligοτροφικό χαρακτήρα του. Η έρευνα αφορά στοιχεία χρονικών περιόδων α) από 04/1989 έως 03/1990, δηλαδή κατά τη λειτουργία του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού Κερατσινίου και β) από 05/1998 έως 05/1999, μετά την εφαρμογή της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αποβλήτων στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας.

Στο πλαίσιο της επεξεργασίας των μετρήσεων, γίνονται προσδιορισμός της επιβάρυνσης σε θρεπτικά συστατικά βάσει χρονοσειρών, σε σχέση με τιμές αναφοράς, υπολογισμός της αναλογίας Redfield (ΣΝ/ΣΡ), προσδιορισμός του Διαλελυμένου Οξυγόνου και της χρωστικής Χλωροφύλλης-α για κάθε υποπεριοχή του κόλπου.

Επί πλέον για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο, επιχειρείται μέσω ανάλυσης επιφάνειας τάσης, αξιολόγηση της χωρικής διαφοροποίησης της συγκέντρωσης των θρεπτικών, με βάση τις τιμές στα σταθερά σημεία δειγματοληψίας, που οδηγεί σε συμπεράσματα σχετικά με τα επίπεδα διασποράς τους.

➤ Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν συνοψίζονται στα ακόλουθα:

Το τροφικό καθεστώς του Εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου, αρχικά χαρακτηρίζεται ευτροφικό, με σταδιακή διαβάθμιση σε υψηλό έως χαμηλό μεσοτροφικό προς την έξοδο του κόλπου. Με την αλλαγή στη διαχείριση των αποβλήτων, παρουσιάζεται απροσδόκητη αύξηση των θρεπτικών, που δεν συνάδει με τη μείωση των επιπέδων της χλωροφύλλης – α. και το καθεστώς χαρακτηρίζεται ανώτερο μεσότροφο με ευτροφικές τάσεις στην άμεση περιοχή της Ψυττάλειας.

Εκτός της ικανοποιητικής διασποράς, η νέα θέση εκβολής ικανοποιεί τις απαιτήσεις για περιορισμό του φορτίου κάτω από το θερμοκλινές κατά την περίοδο στρωμάτωσης, στις περισσότερες δε των περιπτώσεων, τα λύματα εξαπλώνονται προς τα νοτιοδυτικά της Ψυττάλειας, υπό την επίδραση της επικρατούσας κυκλοφορίας (κυκλωνική).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τον κόλπο της Ελευσίνας επιβεβαιώνουν έντονα ευτροφικό χαρακτήρα σε συνδυασμό με συνθήκες ανοξίας που παρατηρούνται τους καλοκαιρινούς μήνες.

Η Δυτική λεκάνη του Σαρωνικού κόλπου αναφορικά με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης – α, παρουσιάζει χαρακτηριστικά oligότροφης περιοχής ωστόσο οι αυξήσεις των θρεπτικών σε σχέση με το βάθος, που ενισχύονται ανάμεσα στις δυο περιόδους και η δημιουργία υποξικών συνθηκών στα βαθύτερα σημεία, μεταθέτουν την τροφική κατάσταση της περιοχής σε χαμηλή έως υψηλή μεσοτροφική, κατά περιόδους.

Ο Εξωτερικός Σαρωνικός κόλπος τέλος, εμφανίζεται oligotroφικός, αποτελώντας πηγή ανανέωσης των νερών του Σαρωνικού.

➤ Όσον αφορά τις άλλες υπό εξέταση περιοχές:

Στο Θερμαϊκό κόλπο παρουσιάζεται μια διαβάθμιση συνθηκών από ευτροφικές, σε κατώτερες μεσοτροφικές έως oligotroφικές, στην έξοδο του κόλπου.

Στον Παγασητικό, ο Εσωτερικός κόλπος αποτελεί μεσοτροφικό σύστημα με ευτροφικές κρίσεις, ενώ βαθμιαία εξελίσσεται προς τον Εξωτερικό Παγασητικό σε oligotroφικό.

Η εικόνα του Βόρειου Ευβοϊκού κόλπου παραπέμπει σε περιοχή υψηλή μεσοτροφική με εμφάνιση κατά περιόδους ευτροφικών τάσεων, ενώ ο Νότιος Ευβοϊκός χαρακτηρίζεται oligotroφικός, με χαμηλές μεσοτροφικές τάσεις σε επί μέρους περιοχές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	11
1.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	14
1.3 ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	17
1.3.1 Υποβάθμιση περιβάλλοντος και καταναλωτική συμπεριφορά.....	17
1.3.2 Ρύπανση.....	20
1.3.3 Θαλάσσιο Οικοσύστημα.....	24
1.4 ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ	26
1.4.1 Πρωτογενής παραγωγή και ηλιακό φως.....	28
1.4.2 Πρωτογενής παραγωγή και συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών.....	29
1.4.3 Πρωτογενής παραγωγή και κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών.....	31
1.4.4 Αποικοδόμηση οργανικών ουσιών.....	32
1.4.5 Φωτοσύνθεση και αποικοδόμηση στη θάλασσα.....	33
1.4.6 Μείωση ποικιλίας των ειδών.....	34
1.4.7 Ξαφνικές αυξήσεις φυτοπλαγκτού.....	36
1.4.8 Επίδραση του ευτροφισμού στο βυθό.....	37
1.4.9 Χαρακτηριστικά του ευτροφισμού.....	38
1.4.10 Έλεγχος και περιορισμός του ευτροφισμού.....	40

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	44
2.1.1 Αιτίες για την έξαρση του φαινομένου.....	45
2.1.1.1 Αστικά λύματα.....	46
2.1.1.2 Βιομηχανικά απόβλητα.....	47
2.1.1.3 Γεωργικά απόβλητα.....	48
2.1.1.4 Ιχθυοκαλλιέργειες.....	49
2.1.2 Τρόποι διάθεσης αποβλήτων στη θάλασσα.....	50
2.1.3 Πρωτογενής παραγωγή στα θαλάσσια οικοσυστήματα.....	52
2.1.4 Διαλυμένο οξυγόνο: Δείκτης ποιότητας νερού.....	54
2.1.5 Χημικά και Βιολογικά χαρακτηριστικά -Δείκτες ευτροφισμού	57
2.1.5.1 Φωσφόρος (P)	57
2.1.5.2 Πυρίτιο (Si).....	59
2.1.5.3 Άζωτο (N).....	60
2.1.5.4 Σχέση Αζώτου – Φωσφόρου (N –P).....	62
2.1.5.5 Χλωροφύλλη – α (Chl-a).....	65
2.1.6 Χαρακτηριστικά του ευτροφικού θαλάσσιου περιβάλλοντος	66
2.1.7 Περιβαλλοντικές αλλαγές που οφείλονται στην απόρριψη θρεπτικών συστατικών και οι επιπτώσεις τους στα ανθρώπινα συμφέροντα.....	68
2.1.8 Περιβαλλοντικές αλλαγές που οφείλονται στην απόρριψη θρεπτικών συστατικών και οι επιπτώσεις τους στα ανθρώπινα συμφέροντα.....	69

2.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΗΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	71
2.2.1 Ανατολική Μεσόγειος Θάλασσα.....	71
2.2.2 Επίπεδα ευτροφισμού για τις ελληνικές θάλασσες	73
2.2.3 Αιγαίο Πέλαγος	74
2.2.4 Το φαινόμενο του ευτροφισμού σε παράκτιες περιοχές Δ. Αιγαίου πελάγους	77
2.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ	79
2.3.1 Σύνθεση ερευνητικής ομάδας και χρόνος διεξαγωγής της έρευνας.....	79
2.3.2 Σταθμοί και αποστολές δειγματοληψίας.....	80
2.3.3 Σκοπός και επί μέρους στόχοι της ερευνητικής εργασίας στο Σαρωνικό κόλπο.....	82
2.3.4 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και λαμβανόμενα μέτρα.....	84
2.3.5 Η λειτουργία του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (Κ.Ε.Λ.Ψ.).	86
2.3.6 Φυσικά Υδρολογικά χαρακτηριστικά και Δυναμική του Σαρωνικού κόλπου.....	87
2.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΚΟΛΠΟΥΣ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	93
2.4.1 ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	93
2.4.1.1 Γενικά Χαρακτηριστικά	93
2.4.1.2 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και έλεγχος αποβλήτων.....	94
2.4.1.3 Φυσικά και Υδρολογικά χαρακτηριστικά του Θερμαϊκού κόλπου.....	98
2.4.2 ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	99
2.4.2.1 Γενικά Χαρακτηριστικά	99
2.4.2.2 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και έλεγχος αποβλήτων.....	100
2.4.2.3 Φυσικά και Υδρολογικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού κόλπου.....	104
2.4.3 ΒΟΡΕΙΟΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	106
2.4.3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά	106
2.4.3.2 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και έλεγχος αποβλήτων.....	108
2.4.3.3 Φυσικά και Υδρολογικά χαρακτηριστικά του Ευβοϊκού κόλπου.....	111
2.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ	113
2.5.1 Ερευνητικές εργασίες.....	113
2.5.2 Μέθοδος Ανάλυσης εφαρμοζόμενη σε όλες τις υποπεριοχές του Σαρωνικού κόλπου.....	114
2.5.2.1 Προσδιορισμός της επιβάρυνσης της περιοχής σε θρεπτικά σε σχέση με τιμές αναφοράς	114
2.5.2.2 Υπολογισμός της αναλογίας Redfield.....	118
2.5.2.3 Προσδιορισμός του Διαλελυμένου Οξυγόνου (D.O).....	119
2.5.2.4 Προσδιορισμός της χρωστικής Χλωροφύλλης-α.....	121
2.5.3 Μέθοδος Χωρικής Ανάλυσης εφαρμοζόμενη στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο.....	122
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	126
3.2 ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	127
3.2.1 ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ.....	127
3.2.1.1 Ανάλυση των αποτελεσμάτων (ΣΑΡ 1) – (S1, S2).....	129

3.2.1.2	Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τον κόλπο της Ελευσίνας.....	130
3.2.1.3	Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τον κόλπο της Ελευσίνας	133
3.2.1.4	Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων.....	137
3.2.2	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	138
3.2.2.1	Επιβάρυνση σταθμών δειγματοληψίας και διασπορά των ρύπων (ΣΑΡ 2, ΣΑΡ 3, ΣΑΡ 4, ΣΑΡ 5 ΚΑΙ ΣΑΡ 10) – (S3, S7, S8, S11, S12, S13, S16, S18 και B1, B2, B4, B5, B6, P1, P13, P15, P18, P21, P29)	139
3.2.2.2	Ανάλυση των αποτελεσμάτων	141
3.2.2.3	Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο.....	141
3.2.2.4	Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο	145
3.2.2.5	Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων.....	149
3.2.3	ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ.....	151
3.2.3.1	Ανάλυση των αποτελεσμάτων (ΣΑΡ 8, ΣΑΡ 9) – (S4, S5, S6, S9, S10, S20, S25).....	152
3.2.3.2	Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου.....	152
3.2.3.3	Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου.....	156
3.2.3.4	Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων.....	160
3.2.4	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	162
3.2.4.1	Ανάλυση των αποτελεσμάτων (ΣΑΡ 6) – (S21).....	162
3.2.4.2	Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο.....	163
3.2.4.3	Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο	165
3.2.4.4	Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων.....	167
3.2.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ.....	169
3.2.6	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ.....	175
3.3	ΚΟΛΠΟΙ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ	
3.3.1	ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	191
3.3.2	ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	195
3.3.3	ΒΟΡΕΙΟΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	200

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	206
4.2	ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	209
4.2.1	ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ.....	209
4.2.2	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	210
4.2.3	ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	213
4.2.4	ΚΟΛΠΟΙ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ.....	215
4.2.4.1	ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	215
4.2.4.2	ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	217
4.2.4.3	ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	218

4.3 ΠΡΩΤΟΤΥΠΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	220
4.4 ΑΝΤΙ ΕΠΙΛΟΓΟΥ ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ.....	223
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	226
ABSTRACT	233.
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	237
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	266
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	305

*Για να πάμε εκεί που δεν ξέρουμε
πρέπει να πάμε από 'κει που δεν ξέρουμε*

I. Αυγουστίνος

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η παρούσα διατριβή, αποτελεί προσπάθεια εκτίμησης των αποτελεσμάτων ωκεανογραφικών ερευνητικών εργασιών που έχουν εκπονηθεί για ημίκλειστους κόλπους της παράκτιας περιοχής του Δυτικού Αιγαίου πελάγους και αναφέρονται σε χημικές και υδρογραφικές περιβαλλοντικές παραμέτρους, που έχουν σχέση με τα βιολογικά χαρακτηριστικά και τη διαμόρφωση του οικολογικού μοντέλου της περιοχής. Βασικό χαρακτηριστικό της εξεταζόμενης υποβάθμισης την οποία υφίστανται θαλάσσιο περιβάλλον, κυρίως λόγω εμπλουτισμού του με θρεπτικά συστατικά, είναι ότι αποτελεί μιας μορφή ρύπανσης λιγότερο ορατή και άμεση σε σχέση με άλλες.

Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην περίπτωση του Σαρωνικού κόλπου, αφού αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα υποβάθμισης ενός εξαιρετικά ολιγοτροφικού περιβάλλοντος εξαιτίας ανθρώπινων δραστηριοτήτων, λόγος για τον οποίο προκαλεί και το διεθνές επιστημονικό ενδιαφέρον.

Για το οικοσύστημα του Σαρωνικού κόλπου αξιολογείται η υφιστάμενη τροφική κατάσταση με βάση την ανάλυση των μετρήσεων θρεπτικών, διαλελυμένου οξυγόνου και χλωροφύλλης – α, για δυο χρονικές περιόδους που απέχουν μεταξύ τους μια δεκαετία. Το γεγονός ορόσημο που μεσολαβεί ανάμεσα στις δυο περιόδους είναι η μεταφορά του Κ.Α.Α. λυμάτων από το Κερατσίνι στη νήσο Ψυττάλεια, με αλλαγή στην τοποθέτηση του αγωγού εκβολής ως προς το βάθος και με ταυτόχρονη υποβολή

των αποβλήτων σε πρωτοβάθμια επεξεργασία.

Σκοπός της συγκριτικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων είναι η διερεύνηση τάσης εξέλιξης και προοπτικής στην τροφική κατάσταση του οικοσυστήματος, από τις πιθανές αλλαγές που έλαβαν χώρα, μετά απ' αυτή την παρέμβαση. Δεδομένου ότι με την πρωτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων απομακρύνεται το 35% του οργανικού τους φορτίου, αναμένεται με ενδιαφέρον η σύγκριση των αποτελεσμάτων προσδιορισμού συγκέντρωσης θρεπτικών και πρωτογενούς παραγωγής, πριν και κατόπιν της εφαρμογής του μέτρου.

Στην ίδια βάση της συγκριτικής ανάλυσης μεταξύ των δυο χρονικών περιόδων, δεύτερο στοιχείο έρευνας αποτελεί η διερεύνηση της χωρικής διασποράς θρεπτικών και συγκεκριμένα φωσφορικών και νιτρικών, σε δυο εποχικές περιόδους (καλοκαίρι και χειμώνα), με βάση τα δυο διαφορετικά σημεία εκβολής, με μια σειρά αντίστοιχων σταθμών δειγματοληψίας για την κάθε περίπτωση. Στόχος της επιχειρούμενης ανάλυσης είναι να εξαχθούν συμπεράσματα για τη χωρική διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών σε ολόκληρη την επιφάνεια της περιοχής μελέτης με βάση τις τιμές στα σταθερά σημεία - θέσεις λήψης των δειγμάτων και για τις δυο περιόδους των μετρήσεων. Απώτερος σκοπός αυτής της έρευνας είναι η απόδειξη της ορθής ή μη επιλογής της μεταφοράς του αγωγού, με βάση και τα ισχύοντα υδροδυναμικά δεδομένα στην περιοχή και επιμέρους στόχοι:

- Η μελέτη της οριζόντιας διασποράς των θρεπτικών στη θαλάσσια περιοχή του Εσωτερικού Σαρωνικού, σε σχέση με τα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά (κυκλοφορία υδάτων) του φυσικού οικοσυστήματος

- Μελέτη της κατακόρυφης κατανομής σε σημεία ενδεικτικά του ανώτερου και κατώτερου στρώματος της υδάτινης στήλης, που έχει άμεση σχέση με περιβαλλοντικές παραμέτρους (θερμοκλινές) της περιοχής μελέτης

- Εξέταση της συγκριτικής στατιστικής ανάλυσης μεταξύ των δυο περιόδων δειγματοληψίας, προς εξαγωγή συμπερασμάτων για τη χωρική διαφοροποίηση της μελετώμενης παραμέτρου (συγκεντρώσεις θρεπτικών)

- Μελέτη της εποχικής διακύμανσης των συγκεντρώσεων των θρεπτικών συστατικών που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση

Γενικότερα, για όλες τις υπό εξέταση περιοχές ο σκοπός της διενεργούμενης μελέτης τους είναι διττός. Αφενός η ανάλυση των περιβαλλοντικών παραμέτρων με στόχο την απεικόνιση της τροφικής κατάστασης τους και την κατάταξη των οικοσυστημάτων σε τάξεις οικολογικής ποιότητας, για τη χρονική περίοδο που αντιστοιχεί στη δειγματοληψία και αφετέρου η συσχέτιση αυτών με τα φυσικά και υδρολογικά δεδομένα που αντιστοιχούν στην περιοχή που μελετάται, με σκοπό τη διερεύνηση των ενδεχομένων για την ορθολογική ή μη διαχείριση της.

Στο πλαίσιο της διερεύνησης της εξέλιξης των χαρακτηριστικών παραμέτρων που καθορίζουν την τροφική κατάσταση της κάθε περιοχής μελέτης, καθορίζονται κοινά βήματα και στάδια ανάλυσης, ώστε να γίνεται απρόσκοπτα η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των περιοχών.

Τα κοινά βήματα που αποτελούν και κριτήρια εφαρμογής της ερευνητικής μεθόδου είναι η αντιπαραβολή των περιβαλλοντικών δεδομένων με κλίμακα ευτροφισμού, που έχει καθοριστεί για τις ελληνικές θάλασσες, καθώς και σύγκριση με τιμές αναφοράς που απαντώνται στην ανοικτή θάλασσα του Αιγαίου μετά από την παρουσίαση της τάσης εξέλιξης σε χρονοσειρές των συγκεντρώσεων των θρεπτικών αλάτων, των λόγων τους, όπως και της συγκέντρωσης του διαλελυμένου οξυγόνου και της χλωροφύλλης – α.

Ο γενικότερος στόχος της διατριβής είναι μετά την εκτίμηση της επικρατούσας κατάστασης στις επί μέρους περιοχές που ανάγονται στο πλαίσιο αυτής της μελέτης, να τεθούν βάσεις για την ανίχνευση μελλοντικών τάσεων που σχετίζονται με τις

περιβαλλοντικές παραμέτρους αφ' ενός και ως προς την εδραίωση εμπεριστατωμένου ελέγχου της τροφικής κατάστασης του εκάστοτε αποδέκτη αφ' ετέρου. Η περίπτωση του Σαρωνικού κόλπου και η τυχόν πορεία αναβάθμισης του οικολογικού του καθεστώτος, θα μπορούσε να αποτελέσει οδηγό και για άλλες παράκτιες περιοχές με ανάλογα προβλήματα. Η διακρίβωση της τροφικής κατάστασης των οικοσυστημάτων και ο καθορισμός επιπέδων προειδοποίησης, πέραν των οποίων ενδείκνυται η ανάληψη μέτρων, είναι οι βασικές προϋποθέσεις για την εξυγίανση των παράκτιων θαλάσσιων περιοχών

1.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η διάρθρωση της διατριβής είναι η ακόλουθη:

Στην εισαγωγή, η οποία αποτελεί το πρώτο κεφάλαιο της διατριβής, έπειτα από την καταγραφή του προβλήματος της υποβάθμισης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, με έμφαση στα θαλάσσια οικοσυστήματα κλειστών παράκτιων περιοχών, αναλύεται η διαδικασία του ευτροφισμού και παρουσιάζονται τα λαμβανόμενα μέτρα για την αποσόβησή του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο με τον τίτλο Υλικά και Μέθοδοι, και συγκεκριμένα στο πρώτο του μέρος, γίνεται ειδικότερη αναφορά στις αιτίες ανάπτυξης και τις επιδράσεις του φαινομένου στα παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα, και παρουσιάζονται οι δείκτες που καθορίζουν την εμφάνισή του. Στη συνέχεια και στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου αυτού, γίνεται κατ' αρχή μια σύνοψη των γνώσεων υποβάθρου για την ευρύτερη περιοχή μελέτης, όσον αφορά τα μορφολογικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της. Έπειτα από την αναλυτική παρουσίαση του οικολογικού καθεστώτος και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της κάθε περιοχής που θα μελετηθεί, επισημαίνονται τα προβλήματα είτε με την έννοια της κλασικής

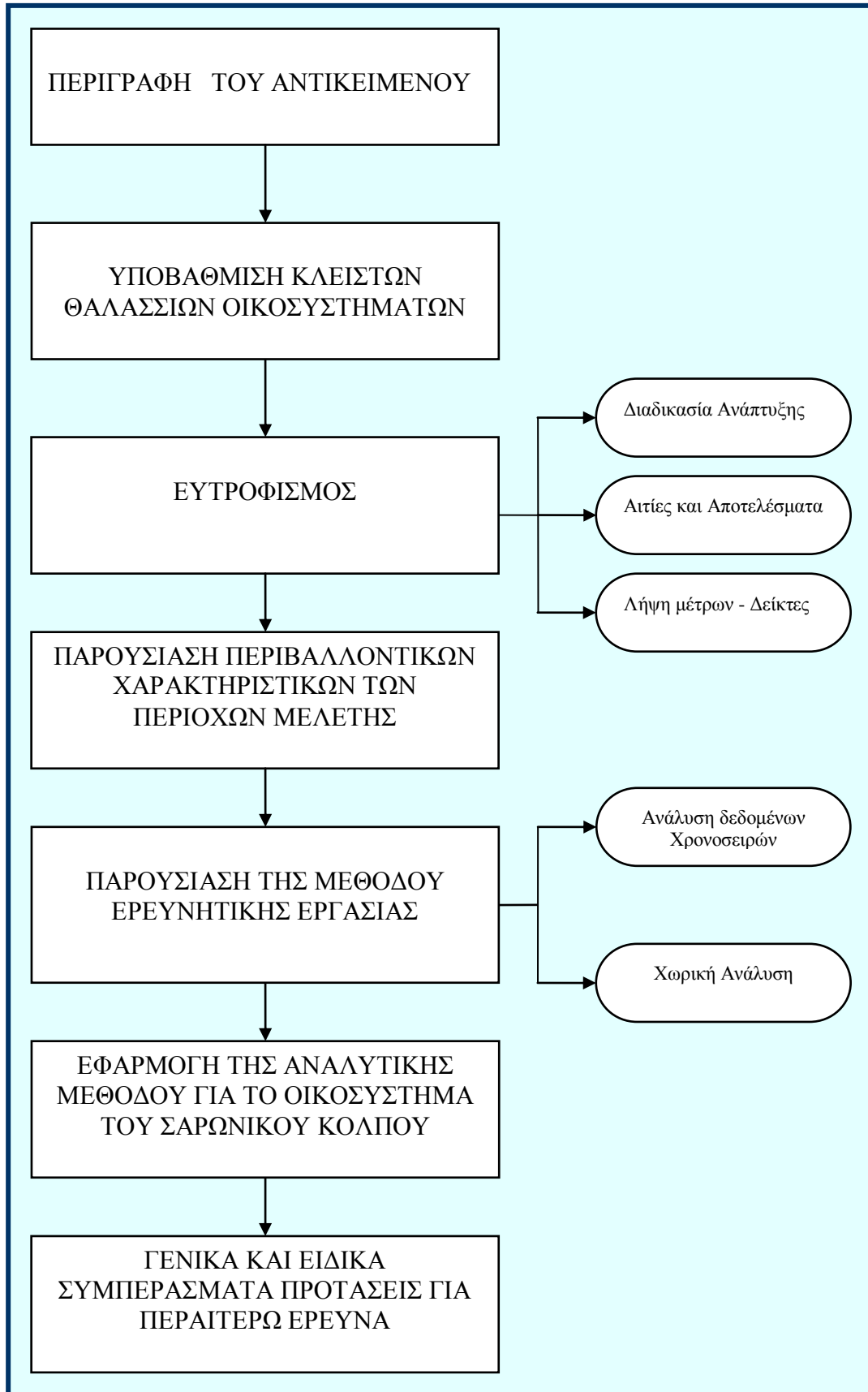
θεώρησης, είτε με την προοπτική παρέμβασης αποκατάστασης. Στο τελευταίο μέρος αυτού του κεφαλαίου, μετά την αναφορά στις πηγές των στοιχείων, παρουσιάζεται η μέθοδος ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων της ερευνητικής εργασίας, που αφορά ανάλυση βάσει χρονοσειρών για την κάθε μια από τις υποπεριοχές μελέτης του Σαρωνικού κόλπου και χωρική ανάλυση με αντικείμενο τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο.

Στο τρίτο κεφάλαιο της διατριβής, με τον τίτλο Αποτελέσματα, γίνεται η αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων πάντοτε κάτω από το πρίσμα της συγκριτικής αξιολόγησής τους, μεταξύ των δυο χρονικών περιόδων στις οποίες ανάγονται τα δεδομένα.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο, που τιτλοφορείται Συζήτηση, δίνονται τα συμπεράσματα και υποδεικνύονται οι κατευθύνσεις για μελλοντικές ερευνητικές προεκτάσεις της διατριβής.

Η διατριβή ολοκληρώνεται με την παράθεση των βιβλιογραφικών αναφορών, και του Παραρτήματος όπου περιλαμβάνονται τα στάδια της επεξεργασίας των δεδομένων μέχρι την έκβαση των αποτελεσμάτων.

Η διάρθρωση της διατριβής παρουσιάζεται διαγραμματικά στην Εικόνα 1.1.



Εικόνα 1.1: Διάρθρωση της διατριβής

*Οἱ μὲν ἔπειτ' ἀναβάντες ἐπέπλεον ὕγρα κέλευθα,
λαοὺς δ' Ἀτρεΐδης ἀπολυμαίνεσθαι ἄνωγεν·
οἱ δ' ἀπελυμαίνοντο καὶ εἰς ἄλα λύματα βάλλον,
ἔρδον δ' Ἀπόλλωνι τεληέσσας ἐκατόμβας
ταύρων ἢ δ' αἰγῶν παρὰ θῖν' ἄλδος ἀτρυγέτοιο*

Κι ενώ στα πλάτη αρμένιζαν εκείνοι της θαλάσσης,
ο Ατρείδης να καθαρισθούν παράγγειλε τα πλήθη.
Κι εκείνοι εκαθαρίζονταν και τ' αποπλύματ' όλα
έριχναν μες στην θάλασσαν, και τέλειες εκατόμβες
ταύρων κι ερίφων έκαϊαν ακρόγιαλα του Φοίβου

ΙΛΙΑΔΟΣ - ΡΑΨΩΔΙΑ Α' (στ. 312-316)
[Μετάφραση : ΙΑΚΩΒΟΥ ΠΟΛΥΛΑ]

1.3 ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

1.3.1 Υποβάθμιση περιβάλλοντος και καταναλωτική συμπεριφορά

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Ένας από τους παλιότερους, αυτός της Συμβουλευτικής Επιτροπής Ρυπάνσεως του Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. (Εκθεση 1965), περιλαμβάνει μια ευρύτερη έννοια του θέματος.

Υποβάθμιση του περιβάλλοντος είναι η δυσμενής αλλοίωση των στοιχείων που μας περιβάλλουν, εJ 'ολοκλήρου ή κατά κύριο λόγο συνεπεία των δραστηριοτήτων του ανθρώπου, με τις άμεσες ή έμμεσες μεταβολές της παραγωγής και καταναλώσεως ενέργειας, της μεταβολής της ραδιενέργειας, της χημικής και φυσικής καταστάσεως του περιβάλλοντος, αλλά και της μεταβολής της πυκνότητας των ζώντων οργανισμών. Αυτές οι μεταβολές είναι δυνατόν να επιδράσουν στον άνθρωπο αμέσως ή εμμέσως, με τον αέρα, το νερό, τα αγροτικά και βιολογικά προϊόντα, αλλά και με τα αντικείμενα και αγαθά του, ή τις ευκαιρίες του για την αναψυχή και εκτίμηση της φύσεως.

Ο ορισμός αυτός υποδεικνύει ότι η ρύπανση και η μόλυνση ή γενικότερα υποβάθμιση του περιβάλλοντος, δεν είναι ένα πρόβλημα που αφορά μόνο τους επιστήμονες.

Δεδομένου ότι επηρεάζει τις ανθρώπινες ζωές, είναι ένα πρόβλημα υγείας.

Δεδομένου ότι επηρεάζει την ιδιοκτησία και τον πλούτο, είναι ένα πρόβλημα οικονομίας.

Δεδομένου ότι επηρεάζει τους ζωντανούς οργανισμούς, είναι ένα πρόβλημα συντήρησης της φύσης και των φυσικών αποθεμάτων.

Δεδομένου ότι επηρεάζει τις αισθήσεις, είναι ένα πρόβλημα αισθητικό.

Το περιβάλλον από πολλά χρόνια αποτελεί βασικό παράγοντα ποιότητας ζωής στον αναπτυγμένο κόσμο. Επιβάλλεται συνεπώς η οικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής ή χώρας, να προϋποθέτει ότι έχει σα στόχο τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και την ευημερία των κατοίκων της. Για τι είδους όμως ευημερία γίνεται λόγος, όταν η αλόγιστη ανάπτυξη δημιουργεί έλλειψη των πιο στοιχειωδών αγαθών, όπως ο ήλιος, ο καθαρός αέρας και τα καθαρά νερά.

Η διαφορετική φύση και έκταση επιρροής της ρύπανσης είναι που την κάνει παγκόσμιο φαινόμενο, με κρούσματα και συμπτώματα που καλύπτουν όλη την υδρόγειο, είναι δε σε μεγάλο βαθμό αποτέλεσμα εντατικής και απερισκεπτης χρήσης πρώτων υλών και ενέργειας.

Τα αίτια που κάνουν το φαινόμενο να εκδηλώνεται τόσο έντονα στις μέρες μας είναι:

- Ο υπερπληθυσμός που διπλασιάζει τον ήδη τεράστιο πληθυσμό του πλανήτη μας σε διάστημα μικρότερο από μια γενιά.
- Η καταναλωτική αντίληψη των πλουσιότερων κυρίως λαών του πλανήτη
- Η έλλειψη πληροφόρησης, εκπαίδευσης και περιβαλλοντικής συνείδησης
- Η θεωρητικά ανύπαρκτη κοστολόγηση των περιβαλλοντικών αγαθών (καθαρού αέρα, νερού, πράσινου, ευκαιριών αναψυχής κ.ά.), σε όλα τα γνωστά εφαρμοζόμενα οικονομικά συστήματα.

Σαν αποτέλεσμα της συνειδητοποίησης των πειστικών περιβαλλοντικών προβλημάτων και της παράλληλης αδυναμίας καταστολής του υπέρμετρου καταναλωτισμού, αναπτύχθηκαν μια σειρά από αρχές, για την πρακτική αντιμετώπιση του θέματος, όπως:

1. Η αντιμετώπιση της ποιότητας περιβάλλοντος από την Πολιτεία, σαν κοινωνικού αγαθού ανάλογο προς την δημόσια υγεία και παιδεία, ώστε να φροντίζει

για τη διατήρησή του προβαίνοντας στα κατάλληλα νομοθετικά και οικονομικά μέτρα.

Το Σύνταγμα της Ελλάδας (1975) στο άρθρο 24§1 ορίζει ότι η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του κράτους. Το κράτος υποχρεούται να λαμβάνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα για τη διαφύλαξη αυτού.

2. Παράλληλα με την προηγούμενη αρχή, καθιερώθηκε διεθνώς και μια δεύτερη που υποστηρίζει ότι «ο ρυπαίνων πληρώνει», επειδή πολλές φορές η φθορά στο περιβάλλον είναι αποτέλεσμα είτε αμέλειας, είτε ρυπογόνων δραστηριοτήτων που συνοδεύουν κερδοφόρες διαδικασίες.

3. Παρ'όλα αυτά, μερικές φθορές που προκαλούνται στο περιβάλλον είναι μη αναστρέψιμες και γι' αυτό η μόνη λύση είναι η πρόληψη, σύμφωνα με έγκαιρη πρόβλεψη. Στο πλαίσιο αυτό, καθιερώθηκε η «Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων» (ΜΠΕ) πριν ακόμη το σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας επένδυσης, που οφείλει να είναι ανοικτή για κριτική στους ενδιαφερόμενους πολίτες και επιστήμονες.

4. Είναι απαραίτητη μια πλήρως οργανωμένη παρακολούθηση και επέμβαση από τη μεριά της Πολιτείας, με στόχο την αποκαλούμενη «περιβαλλοντική διαχείριση», σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. (Σκούλλος 1987).

Επομένως η συμμετοχή των πολιτών στη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων, απαιτεί την προώθηση μιας περιβαλλοντικά υπεύθυνης συμπεριφοράς σε όλα τα μέλη του κοινωνικού συστήματος. Κρίνεται σκόπιμη λοιπόν η ανάπτυξη περιβαλλοντικής δράσης τόσο σε συλλογικό όσο και σε ατομικό επίπεδο. Για να φθάσει όμως ο πολίτης σε ένα τέτοιο επίπεδο συμπεριφοράς, θα πρέπει να περάσει από μια διαδικασία περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, να γνωρίσει τα προβλήματα του άμεσου περιβάλλοντός του και να τα αντιμετωπίσει σαν αδιάσπαστα τμήματα μεγαλύτερων

διεθνών προβλημάτων που συμβάλλουν ή τροφοδοτούνται απ' αυτά. Η αρχή αυτή, που έχει επισημανθεί κατά καιρούς, οδήγησε στο γνωστό απόφθεγμα *“Think globally, act locally”* το οποίο εξ' ίσου καλά μπορεί και να αποδοθεί «Δράσε σε παγκόσμιο επίπεδο σκεπτόμενος και λαμβάνοντας υπ' όψη τι ισχύει σε κάθε τόπο» (Σκούλλος 2001). Κατά συνέπεια η υποστήριξη και προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, στηρίζεται και στην επίλυση περιβαλλοντικών θεμάτων της παράκτιας ζώνης, η οποία έχει στρατηγική σημασία για την ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

1.3.2 Ρύπανση

Ρύπανση ενός οικοσυστήματος είναι η μεταβολή (ποιοτική ή ποσοτική) κάποιου παράγοντά του (αβιοτικού ή βιολογικού) που έχει σαν αποτέλεσμα τη διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας και τη μείωση της πολυπλοκότητάς του. Μείωση της πολυπλοκότητας ενός οικοσυστήματος, σημαίνει αύξηση της αταξίας ή της εντροπίας του. Συνήθως το πρόβλημα γίνεται επιτακτικότερο, όταν η διατάραξη της ισορροπίας του οικοσυστήματος έχει κάποια ανεπιθύμητη οικονομική, αισθητική ή κοινωνική επίπτωση. (Ζαφειρόπουλος, 1982)

Μια σοβαρή διατάραξη της ισορροπίας ενός οικοσυστήματος μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη μη αντιστρεπτή ριζική μετατροπή του σε ένα οικοσύστημα που δεν είναι επιθυμητό, αφού η υγεία και η ζωή των ανθρώπων και άλλων ειδών ωφέλιμων γι'αυτόν τίθενται σε κίνδυνο.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ρύπανσης, οι οποίες κατ' αρχήν χωρίζονται σε άμεσες και έμμεσες. Άμεσες είναι αυτές που ο καθένας μπορεί να αντιληφθεί. Είναι για παράδειγμα μια τοξική ρύπανση η οποία προέρχεται από ένα τοξικό απόβλητο που ελευθερώνει ένα εργοστάσιο σε ένα ποτάμι, μια λίμνη ή μια θάλασσα. Έμμεσες, είναι αυτές που δεν προκαλούν οι ίδιες τη φθορά αλλά οι παρενέργειές τους, μέσω βιολογικών, φυσικών ή χημικών διεργασιών, σε δεύτερο ή τρίτο στάδιο. Είναι

γνωστό, ότι τα θρεπτικά συστατικά είναι αναγκαίοι παράγοντες για την αύξηση και σωστή ανάπτυξη ενός οικοσυστήματος. Αν όμως τα συστατικά αυτά βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις, υπό ειδικούς όρους, όπως κλειστούς ή ημίκλειστους κόλπους έτσι ώστε η κυκλοφορία να είναι ατελής, αναπτύσσεται ο ευτροφισμός, η υπέρμετρη δηλαδή αύξηση μερικών κατώτερων μορφών ζωής σε βάρος της ποικιλίας μάλιστα, των ανώτερων οργανισμών. Αυτή η δευτερογενής ρύπανση προκαλείται από το γεγονός ότι μεταβάλλεται ένας παράγοντας της ισορροπίας του συστήματος π.χ. τα φωσφορικά ή τα νιτρικά και με την αύξηση αυτού ελαττώνεται κάποιος άλλος, δηλαδή στο συγκεκριμένο παράδειγμα το οξυγόνο, με δευτερογενή προβλήματα τη δημιουργία υδρόθειου και αμμωνίας τα οποία είναι τοξικά (Σκούλλος, 1978).

Μια δεύτερη διάκριση της ρύπανσης είναι αυτή που διαφοροποιεί τις φυσικές από τις ανθρωπογενείς ρυπάνσεις. Στις φυσικές ρυπάνσεις υπάγεται για παράδειγμα μια έκρηξη ηφαιστείου (Σαντορίνη) ή οι φυσικές αναβλύσεις πετρελαίου σε διάφορες θαλάσσιες περιοχές (Santa Barbara – Αμερική) και οι υποθαλάσσιες συνεχείς αναβλύσεις λάβας (Χαβάη). Οι ανθρωπογενείς ρυπάνσεις χωρίζονται:

Α) σε αυτές που δημιουργεί ο άνθρωπος με την παρουσία του, τις βιολογικές του λειτουργίες και αυτές που συνδέονται με τους οικισμούς και τα λύματα των πόλεων.

Το σύνολο των ρυπάνσεων αυτών αποτελεί την **αστική ρύπανση**.

Β) στη **βιομηχανική ρύπανση** ή σωστότερα τη βιομηχανική και εμπορική ρύπανση (industrial and trade pollution). Με τον όρο αυτό καλύπτονται και οι διακινήσεις και μεταφορές που οφείλονται στην αυξημένη βιομηχανική παραγωγή και κατανάλωση και

Γ) στην **αγροτική ρύπανση** που συνδέεται έμμεσα με τις προηγούμενες μορφές και προέρχεται από την εκτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκων, ζιζανιοκτόνων και λιπασμάτων και η οποία συνδέεται άμεσα με τις καλλιέργειες (Σκούλλος, 1982).

Μια άλλη ιδιαίτερα χρήσιμη κατάταξη είναι αυτή που αφορά τη φύση των ρύπων δηλαδή αν πρόκειται για ουσίες ή ακτινοβολίες. Στη δεύτερη περίπτωση γίνεται λόγος για ενεργειακή ρύπανση, που μπορεί να είναι διάφορες ακτινοβολίες, δονήσεις, ήχοι, υψηλές θερμοκρασίες ή τέλος ραδιενέργεια. Στη θάλασσα από τις ενεργειακές ρυπάνσεις ενδιαφέρει κυρίως η θερμική, διότι οι υπόλοιπες ρυπάνσεις αυτού του είδους (ήχοι, δονήσεις), αποτελούν τις λεγόμενες «οχλήσεις». Γενικά οι ρυπάνσεις μπορεί να είναι μικρής εκτάσεως «τοπικές» και να αφορούν μικρές περιοχές ή τοπικά οικοσυστήματα και οι οποίες γίνονται άμεσα αντιληπτές, αλλά επίσης μπορεί να αναφέρονται σε όλο τον πλανήτη (όξινη βροχή) και βέβαια οι δεύτερες είναι οι σημαντικότερες.

Τέλος οι μικροβιακές ρυπάνσεις είναι και οι μόνες που σωστά αποκαλούνται μολύνσεις. Η διατύπωση «μόλυνση της θάλασσας» δεν είναι σωστή όταν επεκτείνεται όμως σε χημικές ή άλλες ρυπάνσεις που δεν οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Δεδομένης της ικανότητας αυτοκαθαρισμού του υδάτινου περιβάλλοντος και ιδιαίτερα του θαλάσσιου η οποία οφείλεται σε πολύπλοκο βιολογικό φαινόμενο, που εξαρτάται από τον αριθμό των αυτοχθόνων μικροβίων του νερού και άλλους θαλάσσιους μικροοργανισμούς, η αντιμικροβιακή δράση του θαλάσσιου νερού είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη. Έτσι εξηγείται γιατί σε περιοχές οπτικά ρυπασμένες δεν υπάρχει μικροβιακή μόλυνση.

Όλες οι μέχρι τώρα κατατάξεις αφορούν τις ιδιότητες και τη φύση των ρύπων. Με βάση τους αποδέκτες ή τους φορείς όπου εκδηλώνεται η ρύπανση τη χαρακτηρίζουμε σαν:

- A) **ατμοσφαιρική**, όταν οι ρύποι ελευθερώνονται στον αέρα (ατμόσφαιρα)
- B) **των εδαφών**, όταν οι ρύποι αποτίθενται στα εδάφη και
- Γ) **των υδάτων**, όταν οι ρύποι εισέρχονται στα ύδατα.

Η ρύπανση των υδάτων, με τη σειρά της, χωρίζεται σε: **ρύπανση επιφανειακών υδάτων** δηλαδή ποταμών και λιμνών, **ρύπανση υπόγειων υδάτων**, που τις περισσότερες φορές αποτελεί μόλυνση, μια που κύρια αιτία είναι μικρόβια (ιοί και βακτήρια) και τέλος σε **ρύπανση της θάλασσας**.

Πίνακας 1.2: Αιτίες ρύπανσης θαλάσσιου περιβάλλοντος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
Είδη ρύπων	Προέλευση από φυσικές πηγές	Προέλευση από ανθρώπινες ενέργειες	Κύρια αποτελέσματα
Υδρογονάνθρακες πετρελαίου	Ποτάμια, νερά βροχής, ατμόσφαιρα	Πλοία, αγωγοί, παραγωγή εντομοκτόνων	Απώλειες θαλάσσιων ειδών, συγκέντρωση πίσσας στις παραλίες
Θρεπτικά συστατικά	Ποτάμια, νερά βροχής, βιολογική ανακύκλωση	Αστικά λύματα, γεωργικά λιπάσματα	Υπερανάπτυξη φυκών, εμφάνιση κόκκινων παλιρροιών
Αιωρούμενα σωματίδια	Ποτάμια, ρεύματα, νεφελοειδείς στιβάδες	Κτηνοτροφία, αλιεία, λιμενικοί χώροι	Διαταραχές οικοσυστημάτων
Βαρέα μέταλλα	Ηφαίστεια, ιζήματα, αποσύνθεση οργανισμών	Βιομηχανικά απόβλητα, αστικά απόβλητα	Προβλήματα φωτοσύνθεσης, κρούσματα επιδημιών
Ραδιενεργά υλικά	Ποτάμια, ατμόσφαιρα, μεταλλοφόρα κοιτάσματα	Πυρηνικά εργοστάσια, πυρηνικές δοκιμές	Θερμά ραδιενεργά σημεία υψηλού κινδύνου

ΠΗΓΗ: Φυτιάνος Κ. - Σαμανίδου Β, (1988). Η Ρύπανση των Θαλασσών

Στον Πίνακα 1.2 φαίνονται επιγραμματικά τα κυριότερα είδη ρύπων που επιβαρύνουν το θαλάσσιο περιβάλλον, η προέλευση και τα κυριότερα αποτελέσματα που ενδεχομένως επιφέρουν.

Η θάλασσα είναι ένα οικοσύστημα, ένα σύνολο δηλαδή αφ' ενός οργανισμών που ζουν σ' αυτό και αφ' ετέρου φυσικών, χημικών και γεωλογικών παραγόντων καθώς και αλληλεπιδράσεων μεταξύ οργανισμών και παραγόντων.

1.3.3 Θαλάσσιο Οικοσύστημα

Φυσικοί Παράγοντες: Από φυσική άποψη η θάλασσα είναι ένας όγκος νερού, πυκνότερος από το γλυκό νερό που τα όριά του καθορίζονται από τις ακτές, το βυθό και την ατμόσφαιρα. Η ηλιακή ενέργεια και η ανταλλαγή ύλης και κινητικής ή θερμικής ενέργειας μεταξύ ατμόσφαιρας και θάλασσας παίζουν πρωταρχικό ρόλο στη διαμόρφωση των ρευμάτων και τη μετακίνηση και ανάμειξη των θαλασσινών νερών. Η πυκνότητα του θαλασσινού νερού καθορίζεται από τη θερμοκρασία και την αλατότητά του και διαμορφώνει μαζί με την επίδραση του ανέμου τα θαλάσσια ρεύματα.

Βιολογικοί Παράγοντες: Στη θάλασσα ζει ένα πλήθος φυτικών και ζωικών οργανισμών, οι οποίοι επηρεάζονται από τους αβιοτικούς παράγοντες, αλλά με τη σειρά τους επιδρούν και μεταβάλλουν το περιβάλλον τους. Οι οργανισμοί αυτοί σχηματίζουν πολύπλοκα τροφικά πλέγματα, μέσα από τα οποία μεταφέρεται ενέργεια υπό μορφή οργανικής ύλης. Βάση των τροφικών πλεγμάτων είναι κυρίως το φυτοπλαγκτόν, οι φυτικοί δηλαδή μικροοργανισμοί που αιωρούνται στη θάλασσα και μεταφέρονται από τα ρεύματα. Τα φυτοπλαγκτόν μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε οργανική ύλη με τη φωτοσύνθεση και αποτελεί τροφή για το ζωοπλαγκτόν ή τους οργανισμούς που ζουν στο βυθό (βενθικοί οργανισμοί), που με τη σειρά τους κι αυτοί αποτελούν τροφή για οργανισμούς των ανώτερων τροφικών επιπέδων.

Γεωλογικοί Παράγοντες: Μέσω της διαχωριστικής επιφάνειας θαλασσινού νερού – ιζημάτων βυθού γίνονται ανταλλαγές ύλης, δηλαδή καταβύθιση στερεών ανόργανης ή οργανικής προέλευσης και επαναδιάλυση ορισμένων στερεών (όπως η διαλυτοποίηση του ανθρακικού ασβεστίου σε μεγάλα βάθη). Η διαμόρφωση του βυθού και το μέγεθος των κόκκων των ιζημάτων παίζει σημαντικό ρόλο στην οικολογία των βενθικών οργανισμών κυρίως σε μικρά βάθη, όπου η βιοκοινωνία περιλαμβάνει και θαλάσσια φυτά που φωτοσυνθέτουν. Ο βυθός της θάλασσας είναι η

τελική απόληξη όλων των στερεών ουσιών που φθάνουν στη θάλασσα και πολλών άλλων που βρίσκονται σε διαλυμένη ή κολλοειδή μορφή.

Χημικοί Παράγοντες:

A. Κύρια συστατικά

Από χημική άποψη η θάλασσα είναι ένα διάλυμα ηλεκτρολυτών: Na^+ , Cl^- , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Br^- και I^- . Αυτά αποτελούν τα κύρια συστατικά και η σχέση των συγκεντρώσεών τους είναι σταθερή στις θάλασσες παρόλο που οι απόλυτες συγκεντρώσεις τους μεταβάλλονται. Το άθροισμα των κύριων συστατικών καθορίζει την αλατότητα του θαλασσινού νερού (χαρακτηριστική τιμή 35‰)

B. Ολιγοσυστατικά

Στο θαλασσινό νερό βρίσκονται διαλυμένα ή σε κολλοειδή μορφή όλα τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα καθώς και ένα τεράστιο πλήθος οργανικών ενώσεων (φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης), που εξ' αιτίας των πολύ μικρών τιμών των συγκεντρώσεών τους χαρακτηρίζονται ως ολιγοσυστατικά.

Θρεπτικά Συστατικά: Ιδιαίτερα σημαντικά είναι τα φωσφορικά (PO_4^{3-}) τα νιτρικά (NO_3^-) τα νιτρώδη (NO_2^-) και τα πυριτικά άλατα (SiO_4^{4-}), αφού είναι απαραίτητα για τη φωτοσύνθεση.

Ιχνοστοιχεία: Βρίσκονται στη θάλασσα σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 1μg/l. Μερικά είναι απαραίτητα για τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς (Fe, Co, Cu, Mn κ.ά.) ενώ άλλα είναι τοξικά όταν βρεθούν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (Hg, Cu, As, SE, Cd, Pd κ.ά.)

Οργανικές Ενώσεις: Στη θάλασσα βρίσκεται ένα πλήθος οργανικών ενώσεων εκ των οποίων ορισμένες είναι φυσικής προέλευσης και είναι απαραίτητες για τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς (αμινοξέα, πρωτεΐνες, χουμικά συστατικά), ενώ άλλες

προέρχονται από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες (πετρέλαια, πολυχλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, εντομοκτόνα κ.ά)

Αέρια: Στο θαλασσινό νερό υπάρχουν και διαλυμένα αέρια: O₂, CO₂ και N₂. Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για την επιβίωση των ζωικών οργανισμών της θάλασσας και η μείωσή του έχει δυσμενείς επιδράσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα.

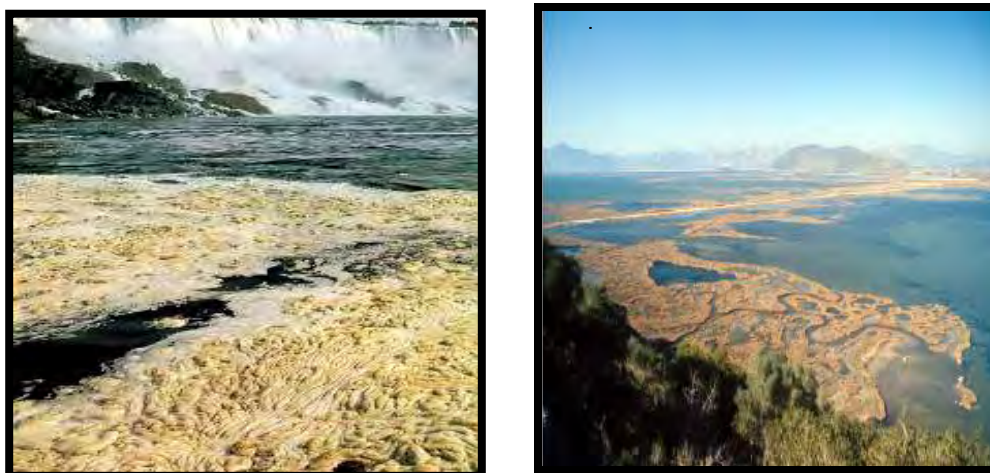
Αιωρούμενα και καθιζάνοντα στερεά: Στο θαλασσινό νερό υπάρχουν στερεά ανόργανης προέλευσης (άμμος, ορυκτά) ή οργανικής (νεκρά κύτταρα πλαγκτού, οργανικές βιοαποικοδομήσιμες ουσίες κ.λ.π.) Ο ρόλος τους είναι σημαντικός γιατί καθιζάνοντας μεταφέρουν στα βαθύτερα στρώματα της θάλασσας και τελικά στο βυθό, οργανικές και ανόργανες ουσίες, όπως επίσης και για τι επεμβαίνουν στην ισορροπία των διαλυμένων συστατικών με μηχανισμούς όπως η προσρόφηση και η συγκαθίζηση.

1.4 ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Ο ευτροφισμός των θαλασσών αλλά και των ποταμών και των λιμνών και γενικότερα των υδάτινων συστημάτων, είναι ένα φαινόμενο που έχει μελετηθεί πολύ και πλέον είναι γνωστοί οι μηχανισμοί εμφάνισης και εξέλιξής του. Το φαινόμενο παρουσιάζεται έντονο στις λίμνες ενώ στη θάλασσα εμφανίζεται κύρια σε αβαθείς κόλπους. Οι ανοικτές θάλασσες και οι ωκεανοί, έχουν την ικανότητα να ανακυκλώνουν τις οργανικές βιοαποικοδομήσιμες ουσίες και τα θρεπτικά συστατικά τουλάχιστον προς το παρόν.

Ο όρος ευτροφισμός είναι δανεισμένος από τη λιμνολογία. Στο θαλάσσιο περιβάλλον, με την ευρύτερη έννοια, χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις πρωτογενείς και δευτερογενείς επιπτώσεις από τον υπερβολικό εμπλουτισμό με θρεπτικά άλατα (Jeftic, 1992)

Στη χώρα μας περιορίζεται κυρίως σε κλειστούς ή ημίκλειστους κόλπους, σε ορισμένες λίμνες, λιμνοθάλασσες, και σε άλλες υδατοσυλλογές (Κουσουρής, 1992) που δέχονται άμεσες ή έμμεσες επιδράσεις από καλλιεργούμενες γεωργικές περιοχές, αλλά και από τα αστικά λύματα πόλεων και οικισμών και τα



Εικόνα 1.2: Ευτροφισμός παράκτιας περιοχής

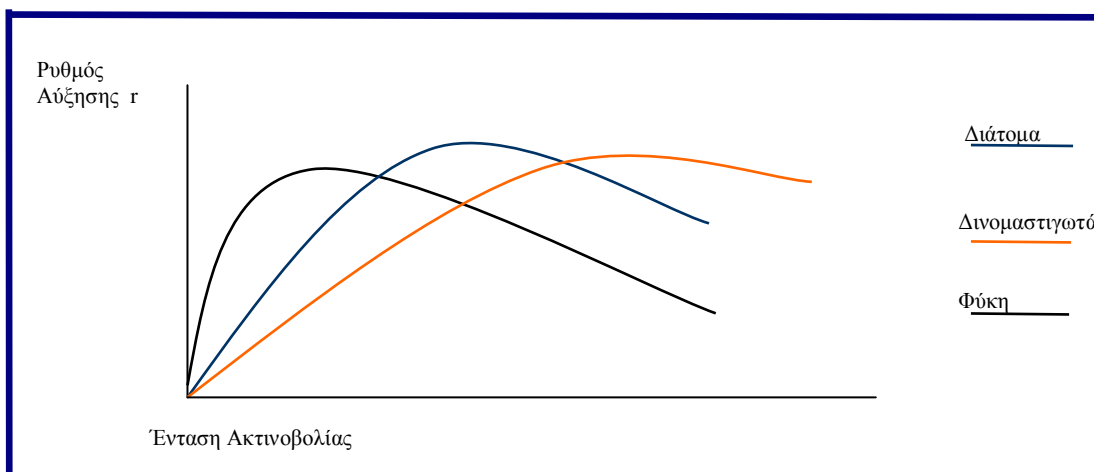
βιοτεχνικά και βιομηχανικά απόβλητα (Εικόνα 1.2). Το γεγονός ότι ο ευτροφισμός είναι ένα φαινόμενο που περιορίζεται σε κλειστούς κόλπους τον κάνει σημαντικό γιατί ακριβώς οι περιοχές αυτές συγκεντρώνουν την ανθρώπινη δραστηριότητα (αστική γεωργική και βιομηχανική), καθώς επίσης και διότι τις περιοχές αυτές χρησιμοποιούμε για αναψυχή.

Ευτροφισμός ενός υδάτινου οικοσυστήματος είναι η αύξηση ροών ή συγκεντρώσεων θρεπτικών συστατικών που οδηγεί στην αύξηση της βιολογικής παραγωγής. (Ζαφειρόπουλος, 1980) (Βιολογική παραγωγή είναι η παραγωγή οργανικής ύλης σε κάθε τροφικό επίπεδο). Βάση της βιολογικής παραγωγής κάθε οικοσυστήματος, είναι η πρωτογενής παραγωγή, δηλαδή η παραγωγή οργανικής ύλης από τους φωτοσυνθέτοντες οργανισμούς που στην περίπτωση ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος είναι το φυτοπλαγκτόν και τα θαλάσσια φύκη.

Η πρωτογενής παραγωγή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, κυρίως όμως από το ηλιακό φως, τις συγκεντρώσεις και την κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών σε συνδυασμό και με την παρουσία θερμοκλινούς που διαχωρίζει τα επιφανειακά θερμά από τα βαθύτερα ψυχρά νερά. Θα πρέπει να αναφερθεί, ότι το φαινόμενο του ευτροφισμού, είναι ένα πολύ αργό αλλά σημαντικό φαινόμενο που παρατηρείται στη φύση, γιατί επηρεάζει άμεσα την ποιότητα των νερών, συμβαίνει εξαιτίας της ενηλικίωσης του οικοσυστήματος, και είναι σχεδόν αδύνατο να εξαλειφθεί, ενώ η ανθρώπινη παρέμβαση το επιταχύνει δραματικά.

1.4.1 Πρωτογενής παραγωγή και ηλιακό φως

Ο ρυθμός αύξησης (r) του φυτοπλαγκτού εξαρτάται από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, μεταβάλλεται δε, με διαφορετικούς ρυθμούς ανάλογα με το είδος του φυτοπλαγκτού. Έτσι σε χαμηλές εντάσεις φωτός ευνοούνται τα φύκη και τα διάτομα, ενώ σε μεγαλύτερες τα δινομαστιγωτά (Ζαφειρόπουλος, 1980)(Εικόνα 1.3).

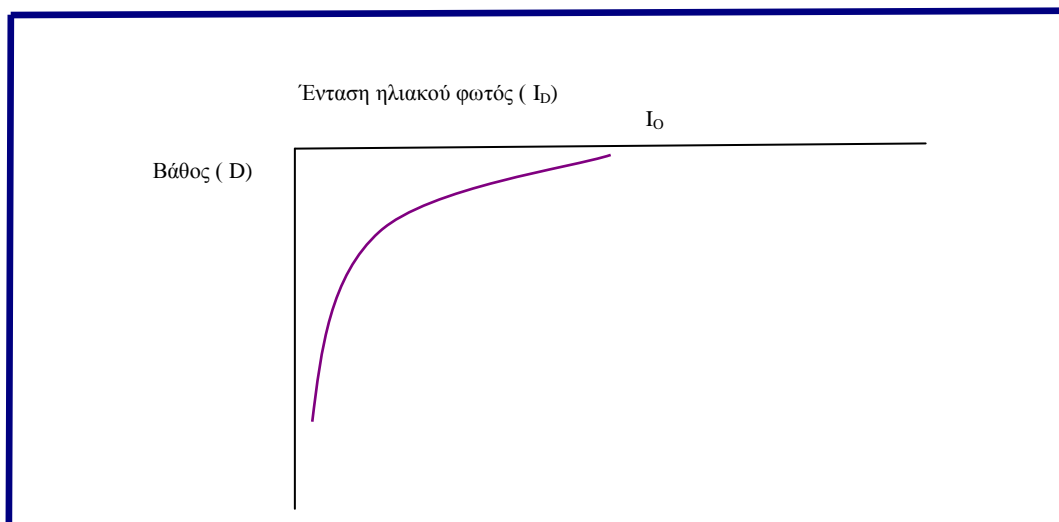


Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2007) από Ζαφειρόπουλος, 1980

Εικόνα 1.3: Αύξηση φυτοπλαγκτού σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία.

Η ένταση του ηλιακού φωτός στη θάλασσα (I_d) εξαρτάται από την έντασή του στην επιφάνεια (I_0), το βάθος (d) και το συντελεστή απορρόφησης k : $I_d = I_0 e^{-kd}$ (Λυκάκης, 1996) (Εικόνα 1.4). Ο συντελεστής απορρόφησης εξαρτάται κυρίως από

την ποιότητα των αιωρούμενων στο νερό στερεών σωματιδίων (ανόργανων και φυτοπλαγκτού). Έτσι για κάθε είδος φυτοπλαγκτού υπάρχει ένα ιδανικό βάθος (ιδανική ένταση φωτός) για την ανάπτυξή του.



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2007) από Ζαφειρόπουλος, 1980

Εικόνα 1.4: Απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας στη θάλασσα

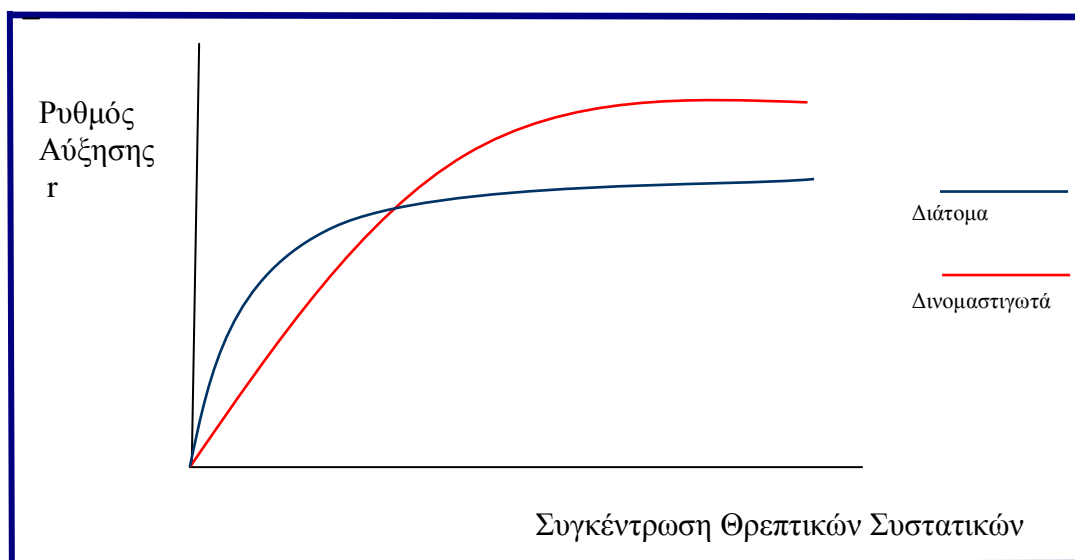
1.4.2 Πρωτογενής παραγωγή και συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών

Τα θρεπτικά συστατικά φωσφορικά (PO_4^{3-}), νιτρικά (NO_3^-), νιτρώδη (NO_2^-) και πυριτικά (SiO_4^{4-}) είναι απαραίτητα για τη δημιουργία φυτικής ύλης. Η έλλειψή τους στα θαλάσσια οικοσυστήματα, όπως επίσης και στα χερσαία, περιορίζει την πρωτογενή παραγωγή. Εκτός από τα ανόργανα αυτά άλατα για τη φωτοσύνθεση είναι επίσης απαραίτητες οργανικές ουσίες όπως τα χουμικά συστατικά και τα ένζυμα.

Η εξάρτηση του ρυθμού αύξησης του φυτοπλαγκτού, είναι διαφορετική ανάλογα με τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών (Ζαφειρόπουλος, 1980)(Εικόνα 1.5).

Όπως φαίνεται για διάφορα είδη φυτοπλαγκτού, ο ρυθμός αύξησης είναι διαφορετικός. Τα **δινομαστιγωτά αυξάνονται ταχύτερα από τα διάτομα σε μεγάλες συγκεντρώσεις**. Έτσι η αύξηση των θρεπτικών συστατικών έχει σαν αποτέλεσμα όχι μόνο την αύξηση του φυτοπλαγκτού, αλλά και τη μεταβολή της σύνθεσής του. Για

παράδειγμα το διοξείδιο του πυριτίου είναι απαραίτητο συστατικό της στερεάς δομής των διατόμων, το ανόργανο κέλυφος των οπίων περιέχει πάνω από 60% SiO₂ και προφανώς η ανάπτυξή τους απαιτεί επάρκεια διαλυτού πυριτίου στο περιβάλλον του διατόμου (Σκούλλος, 1987).



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2007) από Ζαφειρόπουλος, 1980

Εικόνα 1.5: Αύξηση φυτοπλαγκτού σε σχέση με τη Συγκέντρωση Θρεπτικών Συστατικών.

Τα θρεπτικά συστατικά όπως οι ενώσεις του φωσφόρου και του αζώτου, χρησιμοποιούνται στη φωτοσυνθετική διεργασία και ενσωματώνονται στους φυτικούς ιστούς. Αφού η φωτοσύνθεση λαμβάνει χώρα στην ευφωτική ζώνη, είναι φυσικό ότι οι περισσότερες διακυμάνσεις των θρεπτικών συστατικών παρατηρούνται σ' αυτή την περιοχή. Οι εκεί συγκεντρωμένοι καταναλωτές οργανισμοί τρέφονται από τα φυτά παραγωγούς και τρέφουν με τη σειρά τους, άλλους καταναλωτές. Οι οργανισμοί αυτοί αποβάλλουν, με τη βιολογική τους δράση (απέκκριση), απ'ευθείας ένα ποσό θρεπτικών συστατικών σαν προϊόν μεταβολισμού, αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό των θρεπτικών συστατικών ελευθερώνεται μόνο μετά από την καταστροφή – αποσύνθεση, των νεκρών κυττάρων, των διαφόρων οργανισμών. Είναι φανερό

λοιπόν ότι μεγάλη ελευθέρωση θρεπτικών συστατικών παρατηρείται στην περιοχή των βυθών και επομένως πρέπει να τονιστεί η σημασία μεταφοράς των συστατικών αυτών στην ευφωτική ζώνη για να χρησιμοποιηθούν από τους παραγωγούς.

1.4.3 Πρωτογενής παραγωγή και κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών

Η κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών από τους βυθούς προς την επιφάνεια, γίνεται με διάφορους τρόπους που καθορίζονται κυρίως από τα θαλάσσια ρεύματα και ιδιαίτερα τις κατακόρυφες μετακινήσεις. Μπορεί να γίνει διάκριση στις εξής περιπτώσεις:

A) Ανάβλυση

Οφείλεται κύρια σε ανέμους που μπορούν ν' απομακρύνουν τα επιφανειακά ύδατα και να αναγκάσουν τα κατώτερα να κινηθούν προς τα πάνω, ώστε να καταλάβουν το χώρο των απομακρυνόμενων μαζών, παρασύροντας μαζί τους τα θρεπτικά συστατικά. Οι συνθήκες που περιγράφηκαν, ευνοούνται στις δυτικές ακτές των ηπείρων και στα μέσα γεωγραφικά πλάτη λόγω της Κοριόλειας δύναμης και της μεγάλης ταχύτητας των ανέμων εκεί.

B) Τοπικά ρεύματα και τυρβώδης ανάμιξη

Τα παράλια ύδατα, είναι γνωστό ότι είναι πολύ πλουσιότερα από ωκεάνια σε θρεπτικά συστατικά, λόγω της εκβολής σε αυτά των διαφόρων ποταμών ή άλλων επιφανειακών υδάτων, ή διαφόρων οχετών οικισμών ή βιομηχανιών. Τοπικά ρεύματα και παλίρροιες κατά μήκος των ακτών, άνεμοι και κύματα, επιτρέπουν την ανάμιξη υδάτων σχετικά αβαθών περιοχών, με αποτέλεσμα τη μεταφορά θρεπτικών συστατικών από τις αποθέσεις προς την επιφάνεια.

Γ) Ρεύματα πυκνότητας – ρόλος θερμοκλινούς

Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη με τις έντονες εποχιακές αυξομειώσεις της

θερμοκρασίας, τα επιφανειακά στρώματα συχνά ψύχονται ώστε να καθίστανται πυκνότερα και βαρύτερα. Αυτό το γεγονός τα αναγκάζει σε μια μετακίνηση προς τους βυθούς με επακόλουθη μετακίνηση των πλούσιων σε θρεπτικά βαθιών υδάτων προς την επιφάνεια. Ιδιαίτερη αύξηση της αλατότητας στην επιφάνεια είναι δυνατόν, κάποτε να έχει ένα αντίστοιχο αποτέλεσμα, όπως συμβαίνει σε πολλές παραλιακές περιοχές περιορισμένης κυκλοφορίας (κόλπος Ελευσίνας).

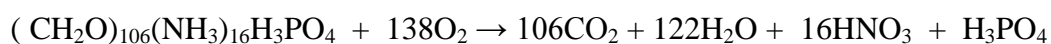
Σημαντικό ρόλο παίζει η παρουσία θερμοκλινούς που διαχωρίζει τα επιφανειακά θερμά από τα βαθύτερα ψυχρά νερά και ιδιαίτερα στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, αποτελεί φραγμό στην ανάμειξη των βαθύτερων με τα επιφανειακά στρώματα και εμποδίζει την ανακύκλωση των θρεπτικών. Με τη θέρμανση κατά τη θερμή περίοδο του επιφανειακού στρώματος, αρχίζει να σχηματίζεται το εποχιακό θερμοκλινές, που εγκλωβίζει τα θρεπτικά στο ανώτερο στρώμα και φέρει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγικότητας. Όμως μετά τη θερινή στρωμάτωση, στην αρχή του φθινοπώρου, καταστρέφεται το θερμοκλινές και τα ύδατα του πυθμένα αναμιγνύονται με όλη την υδάτινη στήλη και κατ' αυτό τον τρόπο προκαλείται μια δεύτερη ετήσια, μετά την εαρινή, φθινοπωρινή αυτή τη φορά, πληθυσμιακή αύξηση του φυτοπλαγκτού.

1.4.4 Αποικοδόμηση οργανικών ουσιών

Κατά τη φωτοσύνθεση δεσμεύεται διοξείδιο του άνθρακα, νερό και θρεπτικά συστατικά με παραγωγή οργανικής ύλης. Η οργανική φυτική ύλη, στην περίπτωση της θάλασσας είναι το φυτοπλαγκτό από το οποίο τρέφεται το ζωοπλαγκτό.

Το φυτοπλαγκτό αιωρείται στη θάλασσα, αλλά ένα μέρος του βυθίζεται σε βαθύτερα νερά, όπου λόγω έλλειψης ηλιακού φωτός πεθαίνει. Συγχρόνως βυθίζονται στερεά σωματίδια οργανικής ύλης που προέρχονται από το ζωοπλαγκτό. Η ύλη αυτή αποικοδομείται από βακτηρίδια που τη χρησιμοποιούν σαν τροφή. Η

βιοαποικοδόμηση αυτή, δεν είναι άλλο από το αντίθετο της φωτοσύνθεσης, δηλαδή οξείδωση της οργανικής ύλης προς διοξείδιο του άνθρακα, νερό και θρεπτικά συστατικά (PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^- και SiO_4^{4-}). Για την αποικοδόμηση λοιπόν απαιτείται οξυγόνο. Η αναπαράσταση της οξείδωσης της οργανικής ύλης, είναι η εξής:



Εάν οι ποσότητες των βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ουσιών είναι μεγάλες, τότε είναι δυνατό τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου να καταστούν χαμηλότερα από ένα κατώτατο όριο, και σε περίπτωση που αυτό συμβαίνει σε βαθιά νερά, όπου το οξυγόνο δύσκολα ανανεώνεται (από την ατμόσφαιρα ή τη φωτοσύνθεση) τότε η έλλειψη του οδηγεί στη χρήση των νιτρικών και τελικά των θεικών ως πηγών οξυγόνου, για τις λειτουργίες των βακτηριδίων. Έτσι παράγεται αμμωνία και υδρόθειο που μπορεί να δημιουργήσουν τοξικές συνθήκες, με αποτέλεσμα την εξαφάνιση των ανώτερων μορφών ζωής.

Οι οργανικές βιοαποικοδομήσιμες ουσίες δεν προέρχονται μόνο από το πλαγκτό αλλά και από αστικά λύματα, γεωργικές δραστηριότητες και βιομηχανικά απόβλητα. Στις παράκτιες περιοχές, κυρίως σε κλειστούς αβαθείς κόλπους που τα νερά τους δεν ανανεώνονται συχνά, η εισαγωγή μεγάλων ποσοτήτων οργανικών ουσιών μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του οξυγόνου, ενώ ταυτόχρονα ελευθερώνονται θρεπτικά συστατικά, που επιφέρουν αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής.

1.4.5 Φωτοσύνθεση και αποικοδόμηση στη θάλασσα

Συνήθως στις θάλασσες, οι δυο παράγοντες που είναι σημαντικοί για την πρωτογενή παραγωγή, δηλαδή το ηλιακό φως και τα θρεπτικά συστατικά, δε βρίσκονται σε επάρκεια. Το ηλιακό φως είναι αρκετό για τη φωτοσύνθεση μέχρι περίπου εκατό μέτρα βάθος (εύφωτη ζώνη). Αντίθετα μια και η αποικοδόμηση των

οργανικών ουσιών γίνεται σε βαθύτερα νερά, τα θρεπτικά συστατικά βρίσκονται σε σχετική αφθονία στα βαθύτερα νερά, ενώ τα επιφανειακά δεν έχουν αρκετά. Γενικά, είναι πολύ δύσκολη η κάθετη ανάμειξη των νερών, γιατί απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Επιπλέον αν εξ' αιτίας της διαφοράς σε θερμοκρασία και αλατότητα, σχηματίζεται πυκνοκλινές ανάμεσα στα επιφανειακά και τα βαθιά στρώματα νερού (απότομη αύξηση της πυκνότητας), τότε η ανάμειξη και η άνοδος των θρεπτικών συστατικών, είναι πολύ δύσκολη.

Έτσι οι θάλασσες είναι σε γενικές γραμμές oligοτροφικές. Εξαίρεση αποτελούν περιοχές με μικρό βάθος που επιτρέπει τη συνεχή κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών ή περιοχές όπου ανοδικά ρεύματα φέρνουν στην εύφωτη ζώνη, νερά πλούσια σε θρεπτικά συστατικά.

1.4.6 Μείωση ποικιλίας των ειδών

Εάν ο ευτροφισμός χαρακτηριζόταν μόνο από αύξηση της βιολογικής παραγωγής, τότε θα ήταν επιθυμητός (όπως στην περίπτωση της γεωργίας) γιατί θα είχε σαν αποτέλεσμα και την αύξηση των αλιευμάτων. Όμως η αύξηση της παραγωγής συνοδεύεται και από μείωση της ποικιλίας των ειδών. Όπως έχει αναφερθεί, διαφορετικά είδη φυτοπλαγκτού ευνοούνται σε μεγάλες συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών. Έτσι τα είδη αυτά μικροφυκών, αυξάνονται ταχύτερα από άλλα, εκτοπίζοντάς τα. Σε οριακές περιπτώσεις, κάτω από συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, άπνοιας, ηλιοφάνειας και παρουσίας γλυκών νερών, αυξάνονται ταχύτατα, είδη δινομαστιγωτών που εκλύουν τοξίνες σκοτώνοντας τους θαλάσσιους οργανισμούς. Κατά το διάστημα της αναπαραγωγής τους, τα νερά στα οποία αναπαράγονται τείνουν να αλλάζουν χρώμα, εξαιτίας των χρωστικών ουσιών που παράγουν τα μικροφύκη για να "εγκλωβίσουν" το απαραίτητο ηλιακό φως. Η πιο

συνηθισμένη χρωστική ουσία είναι κόκκινη, η οποία προσδίδει στο θαλάσσιο νερό ερυθρό χρώμα και έχει δώσει το όνομά της στο φαινόμενο της αναπαραγωγής, γνωστό σαν ερυθρά παλίρροια (red tide) που φαίνεται ότι είναι ο κυριότερος παράγοντας που προκαλεί το θάνατο των ψαριών, σε κλειστούς κόλπους και παραλυτικές δηλητηριάσεις από κατανάλωση οστρακοειδών (Θεοδώρου, 1998). Κι αυτό διότι το φυτοπλαγκτόν μπορεί να σκοτώσει τα θαλάσσια ζώα άμεσα, ελευθερώνοντας νευροτοξίνες στα βράγχια του ψαριού, ή προκαλεί ασφυξία φράσσοντας τα με βλέννες. Συχνά τόνοι νεκρών ψαριών εκβράζονται στις παραλίες, προκαλώντας τεράστιες ζημιές στον τουρισμό ή σε άλλες ψυχαγωγικές και επικερδείς δραστηριότητες (Anderson, 1994). Τα εκτροφεία ψαριών είναι επίσης ιδιαίτερα ευπρόσβλητα, διότι τα ψάρια δεν μπορούν, λόγω του εγκλεισμού τους, να αποφύγουν τα άνθη.

Μεταβολές εξάλλου, της σύστασης του φυτοπλαγκτού έχουν σαν αποτέλεσμα και τη μεταβολή της σύστασης του ζωοπλαγκτού που τρέφεται από το πρώτο. Οι μεταβολές αυτές στη βιοποικιλότητα, μεταφέρονται αλυσιδωτά σε όλα τα τροφικά επίπεδα. Έτσι έστω κι αν συνολικά η βιολογική παραγωγή είναι αυξημένη, δεν σημαίνει ότι θα έχουμε αύξηση της παραγωγής των ψαριών. Κι αυτό διότι ενώ μπορεί να αυξηθούν, λόγω της μεγαλύτερης διαθεσιμότητας θρεπτικών συστατικών, οι βιοκοινωνίες που χαρακτηρίζονται από μικρότερα είδη, τα οποία τρέφονται απ' ευθείας από τους πρωτογενείς ή τους δευτερογενείς παραγωγούς, η τροφική αλυσίδα θα μικρύνει και τα μεγάλα είδη, τα οποία χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο σαν τροφή, μπορεί να μειωθούν σε αριθμό (Gesamp, 1990). Παράλληλα το σύστημα απλουστεύεται και η εντροπία του αυξάνεται, γίνεται δηλαδή λιγότερο σταθερό και περισσότερο ευαίσθητο σε ξαφνικές μεταβολές, είτε αυτές είναι φυσικές είτε ανθρωπογενείς.

1.4.7 Ξαφνικές αυξήσεις φυτοπλαγκτού

Συνήθως οι εμφανίσεις μεγάλων ποσοτήτων φυτοπλαγκτού που αποκαλούνται ανθήσεις του άλγους ή bloom (ο όρος χρησιμοποιείται όταν διαπιστωθεί παρουσία άνω των 500 μικροοργανισμών ανά κυβικό εκατοστό ύδατος) (Βασιλικιώτης, 1981), γίνονται ξαφνικά όταν συνυπάρχουν όλες οι αναγκαίες συνθήκες:

1. Στο τέλος του χειμώνα τα νερά είναι αναμεμιγμένα (απουσία θερμοκλινούς) και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Η βιομάζα του φυτοπλαγκτού είναι περιορισμένη σε μάζα και σε σταθερό βάθος.

2. Με τον ερχομό της άνοιξης, αυξάνεται η ένταση του ηλιακού φωτός, δίνοντας τη δυνατότητα στο φυτοπλαγκτό να αυξηθεί ταχύτατα. Το μέγιστο της βιομάζας, βρίσκεται στο βάθος εκείνο που υπάρχει η ιδανική ένταση φωτός. Το άφθονο φως και τα άφθονα επίσης θρεπτικά συστατικά, ευνοούν την ανάπτυξη των δινομαστιγωτών.

3. Οι μεγάλες ποσότητες φυτοπλαγκτού που δημιουργούνται, μειώνουν το ηλιακό φως και το μέγιστο της βιομάζας, μετατοπίζεται κοντά στην επιφάνεια. Τα νερά φαίνονται θολά με χαρακτηριστικό καφέ – κόκκινο χρώμα.

4. Η αύξηση του φυτοπλαγκτού, που συνήθως συνίσταται σχεδόν αποκλειστικά από δινομαστιγωτά, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση ή εξαφάνιση των θρεπτικών συστατικών, που με τη σειρά της επιφέρει την καταστροφή του φυτοπλαγκτού λόγω της αδυναμίας του να φωτοσυνθέτει. Το μέγιστο της βιομάζας εμφανίζεται σε βαθύτερα νερά, όπου υπάρχουν θρεπτικά συστατικά.

Συγχρόνως τεράστιες ποσότητες νεκρού φυτοπλαγκτού βυθίζονται και αποικοδομούνται στα βαθιά νερά, μειώνοντας το οξυγόνο. Ένα μέρος των οργανικών ουσιών εναποτίθεται στο βυθό γιατί δεν προλαβαίνει να αποικοδομηθεί. Ορισμένα είδη δινομαστιγωτών, όπως ήδη αναφέρθηκε εκλύουν τοξίνες, που σκοτώνουν πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς.

Οι αρνητικές επιπτώσεις της υπερβολικής αύξησης του φυτοπλαγκτού είναι:

- 1) μεταβολές στη σύνθεση των ειδών και στη λειτουργία της πελαγικής τροφικής αλυσίδας
- 2) αυξημένη ιζηματοποίηση και
- 3) αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε εξάντληση του με συνεπακόλουθες μεταβολές στη δομή των κοινοτήτων ή θάνατο της βενθικής πανίδας.

Ο ευτροφισμός μπορεί επίσης να προωθήσει την επιβλαβή άνθηση της υδατικής χλωρίδας, η οποία μπορεί να προκαλέσει όπως προαναφέρθηκε αποχρωματισμό των υδάτων, δημιουργία αφρού, θάνατο βενθικής πανίδας, άγριων και καλλιεργούμενων ιχθύων ή δηλητηρίαση του ανθρώπου από οστρακόδερμα.

1.4.8 Επίδραση του ευτροφισμού στο βυθό.

Δεδομένου ότι, ο ευτροφισμός έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ρυθμού ιζηματογένεσης και τη συσσώρευση στο βυθό ποσοτήτων οργανικής ύλης, τα αποτιθέμενα στο βυθό στερεά δρουν με δυο τρόπους:

1. Μηχανικά αλλάζουν την κοκκιομετρική σύσταση των ιζημάτων (τα στερεά που καθιζάνουν είναι πιο λεπτόκοκκα, από τα ιζήματα του βυθού στις παράκτιες περιοχές). Έτσι τα ιζήματα του βυθού από άμμος γίνονται λάσπη. Στην περίπτωση αυτή τα θαλάσσια φυτά μικρών βαθών που φωτοσυνθέτουν (φυκιάδες) και τα οποία αποτελούν ένα σημαντικό οικοσύστημα για την αναπαραγωγή και επιβίωση πολλών ειδών ψαριών, καταστρέφονται.
2. Καθώς η πρωτογενής παραγωγή αυξάνεται, το οργανικό φορτίο από τους πρωτογενείς και δευτερογενείς παραγωγούς αυξάνεται επίσης και τα ιζήματα εμπλουτίζονται με οργανικό άνθρακα και φωσφορικά άλατα. Αυτό είναι πιθανό να οδηγήσει αρχικά στον εμπλουτισμό των βενθικών ζώων, τόσο ως προς τον αριθμό όσο και προς τα είδη και την ποικιλότητα. Καθώς ο οργανικός εμπλουτισμός

του βυθού προχωρεί, η ποικιλότητα των ειδών θα επηρεάζεται αρνητικά, και αν οι συνθήκες γίνουν ακόμα πιο φορτικές, αφού οι οργανικές ουσίες που αποτίθενται στο βυθό αποικοδομούνται είτε με χρήση οξυγόνου, είτε όταν το οξυγόνο εξαντληθεί με χρήση θεικών, παρουσιάζεται το φαινόμενο της ανοξίας, οπότε βενθικοί οργανισμοί απειλούνται με ολική απώλεια.

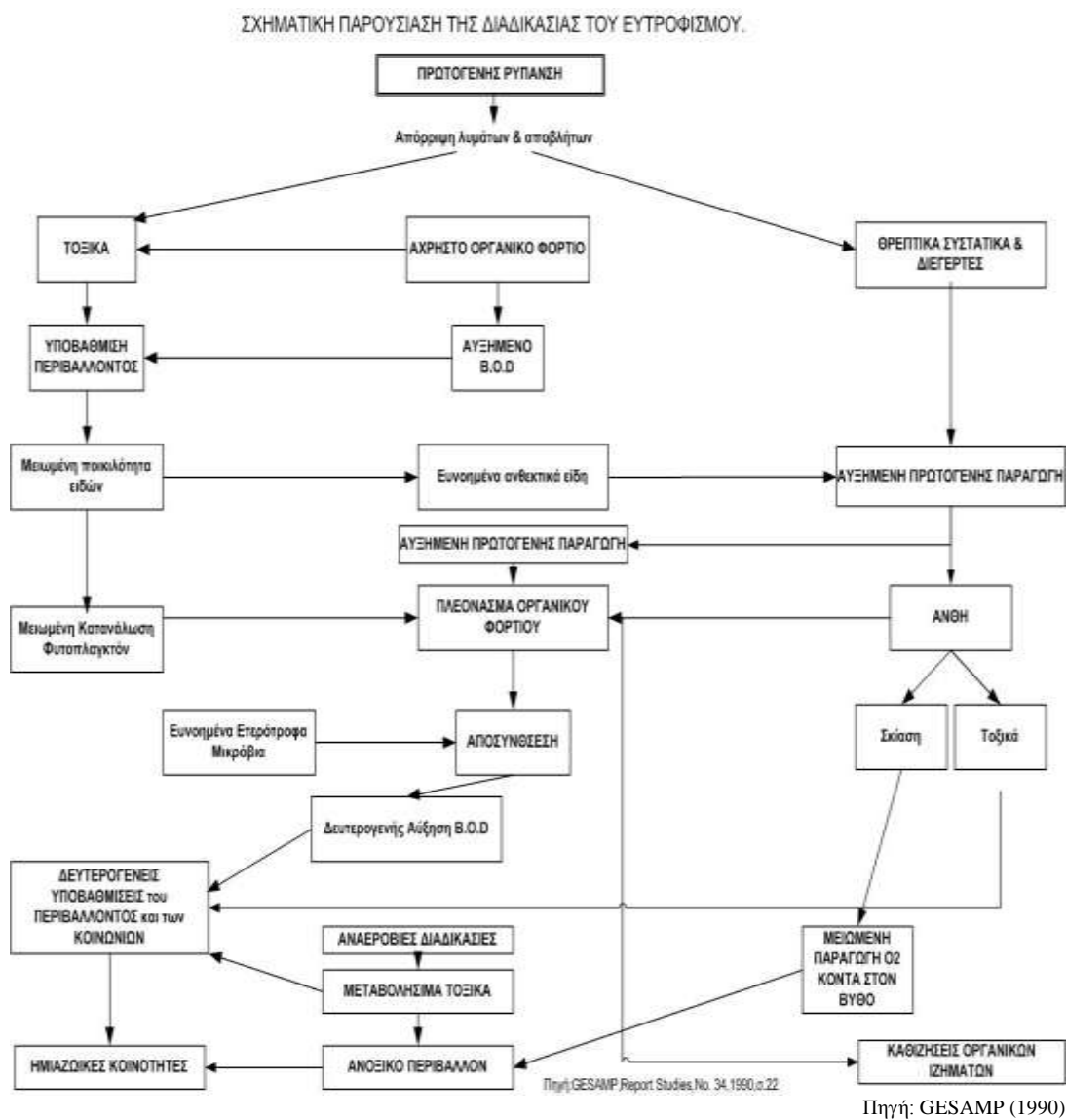
1.4.9 Χαρακτηριστικά του ευτροφισμού

Ανακεφαλαιώνοντας, τα χαρακτηριστικά ενός ευτροφικού οικοσυστήματος είναι :

- Αύξηση συγκεντρώσεων θρεπτικών συστατικών
- Αύξηση πρωτογενούς παραγωγής
- Αύξηση βιολογικής παραγωγής των τροφικών επιπέδων
- Αύξηση θολερότητας των νερών
- Μείωση οξυγόνου στα βαθιά νερά, ανοξικές συνθήκες, έκλυση H_2S , NH_3
- Συσσώρευση θρεπτικών συστατικών στα βαθιά νερά
- Συσσώρευση οργανικών ουσιών στο βυθό. Αύξηση ταχύτητας ιζηματογένεσης
- Μείωση ποικιλίας ειδών – αποσταθεροποίηση του οικοσυστήματος

Δεδομένου ότι λαμβάνουν χώρα εποχιακοί κύκλοι, τα χαρακτηριστικά αυτά δεν υπάρχουν στο οικοσύστημα κάθε χρονική στιγμή. Για να καθοριστεί ο βαθμός ευτροφισμού ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος, θα πρέπει να ελεγχθούν οι διακυμάνσεις των παραπάνω παραγόντων, τουλάχιστο στη διάρκεια ενός ή δυο ετήσιων κύκλων. Στην περίπτωση όμως της επίδρασης ενός αγωγού λυμάτων και αποβλήτων, χαρακτηριστικά όπως θολερότητα (που προέρχεται από μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων στερεών και φυτοπλαγκτού) και αυξημένη βιολογική παραγωγή, είναι φανερά σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Σε κλειστούς κόλπους αλλά κυρίως σε λίμνες, η ξαφνική αύξηση του φυτοπλαγκτού και η δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων οργανικής βιοαποικοδομήσιμης ύλης, μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την εξαφάνιση του διαλυμένου οξυγόνου και τη δημιουργία σηπτικών συνθηκών. Τα νερά όχι μόνο φαίνονται βρώμικα (μεγάλη θολερότητα) αλλά μυρίζουν και πολύ άσχημα (H₂S, και διάφορες άλλες θειούχες ενώσεις). Στο σχήμα (Εικόνα 1.6), παρουσιάζονται σχηματικά το φαινόμενο του ευτροφισμού, η πορεία εμφάνισης και εξέλιξής του, όπως επίσης και οι αλληλεπιδράσεις των διαφόρων παραγόντων κατά τα τελικά αποτελέσματα που επιφέρει.



Εικόνα 1.6: Σχηματική παρουσίαση του φαινομένου του ευτροφισμού

1.4.10 Έλεγχος και περιορισμός του ευτροφισμού.

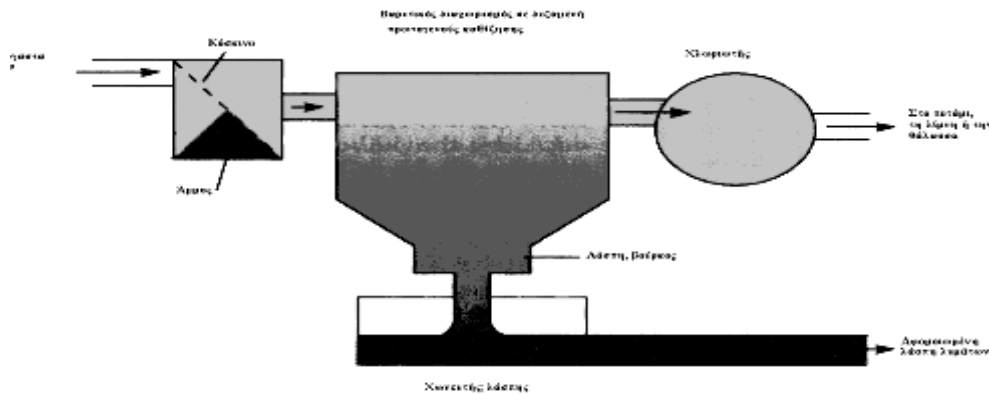
Ο ευτροφισμός δείχνει ένα αυξημένο τροφικό επίπεδο, πέρα από τις συνθήκες που επικρατούν σ' ένα δεδομένο οικοσύστημα, λόγω μιας ασυνήθιστα πλούσιας παροχής θρεπτικών συστατικών στην ευφωτική ζώνη. Κάτω από κανονικές συνθήκες, τα συστατικά αυτά εισάγονται από τα πλημμυρίσματα και τις εκχύσεις ποταμών, έχοντας ως αποτέλεσμα το **φυσικό ευτροφισμό** (Unesco, 1988)

Ο **ανθρωπογενής ευτροφισμός** (anthropogenic or cultural or man-made eutrophication) αναφέρεται στην ίδια διαδικασία, αλλά είναι συνέπεια ρύπανσης από λύματα και άλλα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα, αγροτικά λιπάσματα, ρυπασμένη ατμόσφαιρα, παράγοντες που συχνά συνδυάζονται, στα ποτάμια, με τα θρεπτικά συστατικά από τις φυσικές πηγές.

Συνεπώς αφού ο ευτροφισμός οφείλεται σε αύξηση των ροών θρεπτικών συστατικών, κάθε προσπάθεια περιορισμού του θα πρέπει να στηρίζεται στη μείωση των θρεπτικών συστατικών που συνήθως εισέρχονται στο οικοσύστημα με μορφή βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ουσιών (λύματα, απόβλητα).

Ένα από τα σημαντικότερα βήματα που έχουν γίνει σ' αυτή την κατεύθυνση είναι η υποβολή των λυμάτων και αποβλήτων σε επεξεργασία πριν τη διάθεσή τους στον υδάτινο αποδέκτη. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα καθαρισμού πρέπει να είναι σχεδιασμένο για την αφαίρεση περισσότερων της μιας κατηγορίας ρύπων και γι' αυτό αποτελεί συνδυασμό πολλών υποσυστημάτων. Αυτά μπορούν να χωριστούν σε πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια (βιολογικός καθαρισμός) και τριτοβάθμια, ανάλογα με τη ζητούμενη ποιότητα καθαρισμού. Η όλη διαδικασία γίνεται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και περιλαμβάνει διάφορα επίπεδα και στάδια, τα οποία τα διακρίνονται σε:

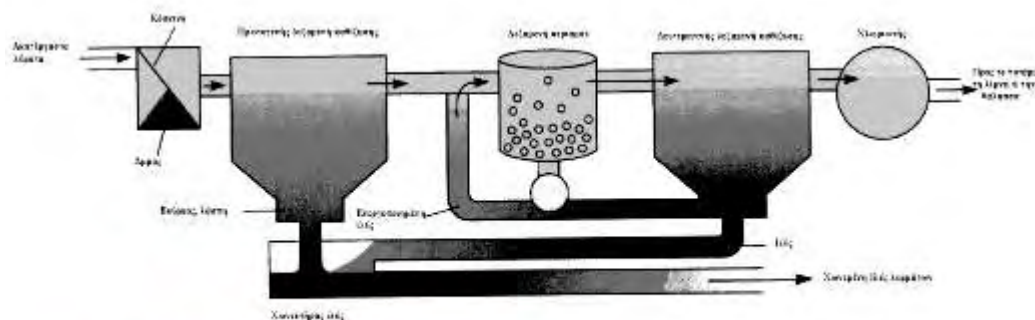
1. **Πρωτογενή διαχείριση** που απομακρύνει επιπλέοντα και αιωρούμενα σωματίδια, όπως άμμο και λύ (βούρκο) με μηχανικό τρόπο (καθίζηση, κοσκίνισμα), ενώ δεν απομακρύνει τα ανόργανα και οργανικά συστατικά που παραμένουν σε αιώρηση στα λύματα. (Εικόνα 1.7).



Πηγή: Raven, Berg, & Johnson, 1993, σ.483.

Εικόνα 1.7: Σχηματική αναπαράσταση της δομής και λειτουργίας εγκατάστασης πρωτογενούς διαχείρισης λυμάτων.

2. **Δευτερογενή διαχείριση** που χρησιμοποιεί μικροοργανισμούς για την αποσύνθεση του αιωρούμενου οργανικού υλικού στα λύματα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι δευτερογενούς διαχείρισης, οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι φίλτρα που περιέχουν βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς, οι οποίοι αποδομούν τα οργανικά υλικά. Σε άλλους τύπους δευτερογενούς διαχείρισης γίνεται αερισμός και ανάμειξη των λυμάτων με σωματίδια πλούσια σε βακτήρια. Λίγες ώρες μετά την παραπάνω διαδικασία έχει σχηματιστεί μια λάσπη (*sewage sludge*) που περιλαμβάνει σωματίδια και μικροοργανισμούς. Στη συνέχεια όμως είναι σημαντικό το πρόβλημα που ανακύπτει από την διάθεση της λάσπης αυτής (Εικόνα 1.8).



Πηγή Raven, Berg & Johnson, 1993, σ.486.

Εικόνα 1.8: Σχηματική αναπαράσταση της δομής και λειτουργίας εγκατάστασης δευτερογενούς επεξεργασίας λυμάτων.

Υπάρχουν πέντε (5) πιθανοί τρόποι για την διαχείριση αυτής της λάσπης:

- αναερόβια αφομοίωση,
- χρησιμοποίησή της ως λίπασμα,
- αποτέφρωση,
- απόθεση σε επιλεγμένες υγειονομικές περιοχές,
- απόρριψή της στους ωκεανούς.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, ο βιολογικός καθαρισμός, (Εικόνα 1.9) δεν είναι τίποτε άλλο από την αποικοδόμηση μέρους των οργανικών ουσιών (μέχρι 90%) κάτω από συνθήκες που εξασφαλίζουν μεγάλη ταχύτητα (Τσιρόπουλος, 1990).

Ωστόσο δεν απομακρύνονται παρά σχετικά μικρές ποσότητες των θρεπτικών συστατικών (περίπου 50%), όταν μεσολαβούν διάφορες διαδικασίες φυσικοχημικού καθαρισμού, όπως η καθίζηση των φωσφορικών με υδράσβεστο και η αναγωγή των νιτρικών με τη χρήση βακτηριδίων (Σκούλλος 1989), με συνέπεια τα απόβλητα και λύματα να προκαλούν ευτροφισμό. Παράλληλα γίνονται έρευνες, ώστε να βρεθεί τρόπος με τον οποίο λύματα και απόβλητα (απαλλαγμένα από τοξικές ουσίες και παθογόνους μικροοργανισμούς) μετά από ένα σύστημα καθαρισμού, να διατίθενται στη θάλασσα χωρίς να προκαλούν έντονο ευτροφισμό παρά μια μικρή αύξηση της



Πηγή: Φωτογραφικό υλικό Ε.Υ.Δ.Α.Π. (2003)

Εικόνα 1.9: Εγκαταστάσεις δευτεροβάθμιας επεξεργασίας (Βιολογικός καθαρισμός)

βιολογικής παραγωγής που τελικά είναι επιθυμητή (όπως ακριβώς η λίπανση των αγρών με φυσικά ή τεχνητά λιπάσματα).

3. Όμως ακόμα και μετά την πρωτογενή και δευτερογενή επεξεργασία τα λύματα εξακολουθούν να περιέχουν ρυπαντές, όπως βαρέα μέταλλα, ιούς, συνθετικά οργανικά υλικά κ.α. Σήμερα όμως υπάρχει και η δυνατότητα για **τριτογενή διαχείριση**, η οποία περιλαμβάνει μια ποικιλία βιολογικών, χημικών και φυσικών διαδικασιών. Η τριτογενής διαχείριση μπορεί να απομακρύνει φώσφορο, και άζωτο που είναι η κύρια αιτία του ευτροφισμού. Μπορεί επίσης να δώσει υψηλής ποιότητας νερό, ώστε αυτό να μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο. Ωστόσο, το κόστος τέτοιων εγκαταστάσεων είναι εξαιρετικά υψηλό και σήμερα δεν χρησιμοποιούνται παρά σε σπάνιες περιπτώσεις.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι και στην περίπτωση που μειωθούν σημαντικά οι εισροές των θρεπτικών συστατικών σ' ένα οικοσύστημα, δεν είναι βέβαιο ότι αυτό θα επανέλθει γρήγορα στην αρχική ολιγοτροφική του κατάσταση. Στα ιζήματα του βυθού μπορεί να έχουν συσσωρευτεί τεράστιες ποσότητες θρεπτικών συστατικών που να εξακολουθούν να τροφοδοτούν το σύστημα. Η διαδικασία απορρύπανσης είναι πάντα αργή.

*Τα σοβαρά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε
δεν μπορούν να λυθούν αν μείνουμε
στο ίδιο επίπεδο σκέψης που είχαμε
όταν τα δημιουργήσαμε*

Albert Einstein

2 . ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα (κλειστοί κόλποι, αμμώδεις παραλίες, λιμνοθάλασσες, υγροβιότοποι, ποταμοεκβολές) έχουν συνεχή και ιστορική σημασία για τον άνθρωπο και τις δραστηριότητές του, ιδιαίτερα όταν τα οικοσυστήματα αυτά θεωρηθούν ως ολοκληρωμένα «βιογεωχημικά» συστήματα. Η σημασία των παράκτιων θαλάσσιων οικοσυστημάτων αυξάνεται διαρκώς τα τελευταία χρόνια, καθώς αυτά έχουν μετατραπεί σε κέντρα οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης.

Ωστόσο, τα περισσότερα παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα υφίστανται σήμερα τις σημαντικές επιδράσεις που ασκούν οι κάθε είδους ανθρώπινες δραστηριότητες (οικιστικές, βιομηχανικές, γεωργικές και τουριστικές). Η επιβάρυνση των υδάτων της παράκτιας ζώνης με μεγάλες ποσότητες οργανικών ουσιών, οι οποίες διπλασιάστηκαν κατά τις τελευταίες δεκαετίες, προκαλεί το φαινόμενο του ευτροφισμού, με συνέπεια τη συνεχή υποβάθμιση των παράκτιων οικοσυστημάτων.

Ο ευτροφισμός, δηλ. η αύξηση της ποσότητας των θρεπτικών συστατικών μιας υδάτινης περιοχής, είναι αρχικά ένα ευεργετικό φαινόμενο, γιατί τονώνει την παραγωγικότητά της. Σε προχωρημένη όμως κατάσταση γίνεται επιβλαβής, γιατί τα παραγόμενα σε μεγάλες ποσότητες μικροσκοπικά υδρόβια φυτά (το φυτοπλαγκτόν), που αιωρούνται και παρασύρονται από τις κινήσεις του νερού, μετά το θάνατό τους αποσυντιθέμενα καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες οξυγόνου, με καταστρεπτικές συνέπειες για τους υδρόβιους οργανισμούς και ιδιαίτερα τους βενθικούς.

Μερικές φορές η μεγάλη απαίτηση σε BOD₅ (Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου) προκαλεί την κατανάλωση μέχρι την πλήρη εξάντληση του διαλυμένου οξυγόνου, οπότε το θαλάσσιο νερό καθίσταται ανοξικό. (BOD₅ είναι η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για τη βιοχημική αποδόμηση - οξείδωση των οργανικών ουσιών των λυμάτων, από αερόβιους μικροοργανισμούς, στους 20° C και για 5 ημέρες). Όταν οι συνθήκες τείνουν να γίνουν ανοξικές, οι φυτοφάγοι ζωικοί οργανισμοί υποχρεώνονται σε απομάκρυνση, με άμεση συνέπεια την εκρηκτική άνθηση λόγω απουσίας βόσκησης, των φυκών και τελικά την περαιτέρω αύξηση του BOD₅. Η υπερβολική αύξηση της βιομάζας μειώνει τη διαφάνεια των νερών, εμποδίζει την ανανέωση και την οξυγόνωσή τους, περιορίζοντας τις φωτοσυνθετικές δραστηριότητες σε ζώνες μικρού βάθους, ενώ παράλληλα υποβαθμίζει την αισθητική του αξία. Τα παραπάνω έχουν σαν συνέπεια την καταστροφή της τροφικής πυραμίδας προκαλώντας την εμφάνιση μαζικών θανάτων ψαριών από ασφυξία, την απελευθέρωση στα νερά παθογόνων μικρο-οργανισμών και τοξινών και γενικότερα τη διατάραξη της χημικής και βιολογικής ισορροπίας του οικοσυστήματος.

2.1.1 Αιτίες για την έξαρση του φαινομένου

Στις μέρες μας παρουσιάζονται πολλά προβλήματα στην κατάσταση των ελληνικών θαλασσών και σε ορισμένες παράκτιες περιοχές, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν σοβαρά. Τα προβλήματα δημιουργούνται από τα **βιομηχανικά απόβλητα**, τους οχετούς των πόλεων που διαβιβάζουν τα **οικιακά λύματα**, τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες που επιβαρύνουν τον αποδέκτη μέσω της απορροής, με **γεωργικά απόβλητα** και ακόμη τις μεταφορές και τους λιμενισμούς των πλοίων και γενικά τις αστικές και τουριστικές δραστηριότητες. Καθένας από τους παραπάνω παράγοντες, συμμετέχει κατά διαφορετικό ποσοστό στο πρόβλημα ανάλογα με τη φύση της περιοχής η οποία επιβαρύνεται.

Η αύξηση του πληθυσμού της Ελλάδας παράλληλα με την ανάπτυξη της βιομηχανίας και τη συγκέντρωση του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων. Η αύξηση αυτή επέφερε μεταβολές στη σύσταση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα τη ρύπανσή του αρχικά γύρω από τις βιομηχανικές ζώνες, αλλά αργότερα με την τμηματική και εμπορική ανάπτυξη των αστικών κέντρων και την ίδρυση βιομηχανικών μονάδων κατά μήκος των ακτών, για την εύκολη μεταφορά των προϊόντων, άρχισε το φαινόμενο να εξαπλώνεται και στην αστική ζώνη, με συνέπεια να δημιουργηθούν δυσάρεστες συνθήκες διαβίωσης και κίνδυνοι για την υγεία των κατοίκων των περιοχών αυτών. Επίσης άμεσα επακόλουθα της κατάστασης που διαμορφώθηκε, είναι ότι επλήγησαν αφενός η παράλια αλιεία και αφετέρου ο τουρισμός που είναι ζωτικές πλουτοπαραγωγικές πηγές στην οικονομία της χώρας.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι, ρύπανση και ευτροφισμός δεν είναι ταυτόσημες έννοιες. Μία περιοχή μπορεί να είναι ρυπασμένη χωρίς να έχει γίνει ευτροφική. Για παράδειγμα, ρύπανση μπορεί να προκληθεί από βιομηχανικά τοξικά απόβλητα που αναστέλλουν τις διαδικασίες της φωτοσύνθεσης, τα οποία ρυπαίνουν το νερό των παράκτιων οικοσυστημάτων, δημιουργώντας σοβαρούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία.. Οποσδήποτε, όμως, ο ευτροφισμός μπορεί να οδηγήσει και σε ρύπανση, προξενώντας όλες εκείνες τις συνέπειες για τις οποίες έγινε αναφορά, όπως έλλειψη οξυγόνου στο νερό, μαζική ανάπτυξη φυκιών κ.ά.

2.1.1.1 Αστικά λύματα

Τα αστικά λύματα αποτελούν ένα θολό υγρό που είναι ετερογενές μίγμα από αιωρούμενα και διαλυμένα συστατικά οργανικών και ανόργανων χημικών ενώσεων. Τα κυριότερα από τα συστατικά αυτά είναι τα ανθρώπινα περιττώματα που συνίστανται από οργανική ύλη, ανόργανα θρεπτικά συστατικά και μικρόβια (ιούς και

βακτήρια), υπολείμματα χαρτιού, τροφών, απορρυπαντικών, λιπών και ελαίων, που συνίστανται από οργανική κυρίως ύλη, στην αναερόβια διάσπαση της οποίας από βακτήρια, οφείλεται η δυσάρεστη οσμή και το χρώμα των λυμάτων.

Σε γενικές γραμμές τα οικιακά ή αστικά λύματα προέρχονται από τις χρήσεις του νερού που καταναλώνει ο άνθρωπος για τις ανάγκες του. Επειδή τα λύματα είναι πλούσια σε οργανικά θρεπτικά συστατικά, όταν ρίχνονται σε κλειστούς κόλπους, έχουν μεγάλες απαιτήσεις οξυγόνου προκειμένου να διασπαστούν από αερόβια βακτήρια και μύκητες. Στην περίπτωση που το διαλυμένο οξυγόνο στο νερό είναι αρκετό για την αποσύνθεση των οργανικών συστατικών των λυμάτων, δε δημιουργούνται δυσάρεστες οσμές και ιζήματα. Αυξανόμενες όμως συγκεντρώσεις από αυτά τα οργανικά συστατικά απαιτούν περισσότερο οξυγόνο για να διασπαστούν. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται αναερόβιες διασπάσεις και καταστάσεις δυσάρεστες για το υδατικό περιβάλλον.

Για να αποφευχθεί η ρύπανση, πρέπει τα αστικά λύματα να υποστούν επεξεργασία, στο πλαίσιο συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σε ανάλογες εγκαταστάσεις, πριν διοχετευτούν στον υδάτινο αποδέκτη. Η ακριβής γνώση των ωκεανογραφικών συνθηκών που επικρατούν σε μια περιοχή καθώς επίσης και η μελέτη των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτήρων των λυμάτων που εκβράζονται, επιτρέπουν αφενός τον προσδιορισμό των ποσοτήτων που μπορεί να εκχύνονται, αφετέρου δε το βαθμό επεξεργασίας τους. Έτσι καθορίζεται το πλαίσιο στο οποίο επιτυγχάνεται η φυσική βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων από το θαλάσσιο περιβάλλον και αποφεύγεται η ρύπανσή του.

2.1.1.2 Βιομηχανικά απόβλητα

Αποτελούν τις υγρές απορροές (νερό ή παραπροϊόντα) που σχετίζονται με τις παραγωγικές διαδικασίες της μεταποίησης, της βιοτεχνίας ή της βιομηχανίας και

περιέχουν σχετικά μεγάλες ποσότητες από τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες, τα ενδιάμεσα και τα τελικά προϊόντα. Η βιομηχανική ρύπανση που επιβαρύνει τα νερά της Ελλάδας διακρίνεται σε:

- Οργανική, με επιπτώσεις στην κατανάλωση οξυγόνου των νερών, όπως από τις βιομηχανίες τροφίμων που είναι αρκετά ανεπτυγμένες στη χώρα (βιομηχανίες παστερίωσης γάλατος, σφαγεία).
- Ρύπανση με θρεπτικά συστατικά, με επιπτώσεις την εμφάνιση ευτροφισμού στα νερά όπως από βιομηχανίες λιπασμάτων, απορρυπαντικών κ.α.
- Ρύπανση με βαρέα μέταλλα, τα οποία είναι ιδιαίτερος τοξικά και θανατηφόρα, ακόμη και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις για τους έμβιους οργανισμούς, όπως από χημικές βιομηχανίες και βυρσοδεψεία και
- Θερμική ρύπανση από νερά ψύξης, η οποία είναι περιορισμένη στην Ελλάδα.

Τα βιομηχανικά απόβλητα ανάλογα με τη δράση τους στο περιβάλλον, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

A) σε όσα ασκούν φυσική δράση (αυξημένη θερμοκρασία, αιωρούμενα ή καθιζάνοντα στερεά κ.λ.π.)

B) σε όσα ασκούν χημική (διαφορετικό του περιβάλλοντος pH, βαρέα μέταλλα, οργανικές ενώσεις όπως παρασιτοκτόνα, φάρμακα, χρώματα κ.λ.π.) και

Γ) σε όσα ασκούν βιολογική (βιολογικά αποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις).

Τις περισσότερες φορές τα απόβλητα έχουν μικτή δράση (Andrews, 1972).

Είναι ευνόητο, ότι τα βιομηχανικά απόβλητα, ανάλογα με τη δράση τους πρέπει να υπόκεινται και στην αντίστοιχη βαθμίδα επεξεργασίας, πριν οδηγηθούν στον τελικό αποδέκτη.

2.1.1.3 Γεωργικά απόβλητα

Οι γεωργικές καλλιέργειες και οι γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες με την

αυξανόμενη χρήση του νερού, των λιπασμάτων, των φυτοφαρμάκων και την ανεξέλεγκτη απόρριψη των περιττωμάτων των ζώων, εξελίσσονται σε ρυπαντικούς παράγοντες εξαιρετικά σημαντικούς. Τα προβλήματα ρύπανσης που δημιουργούνται από αυτές τις δραστηριότητες έχουν σχέση με την υπερχρήση των φυτοφαρμάκων και των λιπασμάτων, με τη διάβρωση του εδάφους, αλλά και την υποβάθμιση ή ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων και των υδάτινων αποδεκτών.

Η κατάχρηση χημικών λιπασμάτων, διασπείρει νιτρικά και φωσφορικά θρεπτικά άλατα στο έδαφος, εμπλουτίζει με τα θρεπτικά αυτά συστατικά τα νερά, αλλοιώνει τα οικοσυστήματα και προκαλεί τον ευτροφισμό των υδάτων. Οι επιπτώσεις της χρήσης των φυτοφαρμάκων και ιδιαίτερα των εντομοκτόνων, εστιάζονται στη διασπορά μεγάλων ποσοτήτων τοξικών ουσιών στο περιβάλλον, στη ρύπανση των νερών και σε φαινόμενα βιοσυσώρευσης στους οργανισμούς. Η αντοχή, η παραμονή και η μεταφορά των υπολειμμάτων των φυτοφαρμάκων, από και διαμέσου του εδάφους, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την έκταση και ένταση της ρύπανσης που αυτά προκαλούν. Οι χημικές αντιδράσεις και η φυσική μεταφορά των μορίων των φυτοφαρμάκων καθορίζουν επίσης το βαθμό της ρύπανσης. Η πολύπλοκη δομή τους (πολυκυκλικές ετεροκυκλικές ενώσεις) σε συνδυασμό με τη μεγάλη διαλυτότητά τους στο νερό, τους επιτρέπει να αντέχουν στις φωτοχημικές και βιολογικές διασπάσεις και να φτάνουν γρήγορα στα οικοσυστήματα των φυσικών αποδεκτών σε μεγάλες ποσότητες. Αν οι παραπάνω ιδιότητες των φυτοφαρμάκων συνδυαστούν με την τοξικότητα και την καρκινογένεση που πιθανόν προξενούν, τότε συνιστούν μεγάλο κίνδυνο για τους οργανισμούς και τη δημόσια υγεία γενικότερα.

2.1.1.4 Ιχθυοκαλλιέργειες

Ένας ακόμη παράγοντας επιβάρυνσης των παράκτιων κυρίως υδάτων, μικρότερης βέβαια εμβέλειας, είναι και οι ιχθυοτροφικές εγκαταστάσεις που εμπλουτίζουν σε

μικρό ή και μεγαλύτερο βαθμό με θρεπτικά και άλλα συστατικά το υδάτινο περιβάλλον. Οι ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες ελευθερώνουν απορρίμματα, όπως τα περιττώματα των ψαριών, υπολείμματα τροφών κ.λπ., τα οποία ανέρχονται περίπου στο 1Kg BOD/Kg οργανικής ουσίας, δηλαδή απαιτείται 1Kg BOD για κάθε κίλο παραγόμενου ψαριού.

Η ποιότητα και ποσότητα των απορροών των εγκαταστάσεων αυτών, εξαρτάται από, τη συνολική ετήσια παραγωγή ψαριών, την πυκνότητα της καλλιέργειας, το ρυθμό ανανέωσης του νερού, το βάθος και τι είδος του βυθού. Επίσης οι απορροές εξαρτώνται από τη θερμοκρασία, την ποιότητα και ποσότητα της παρεχόμενης τροφής, το βαθμό της φυσικής διάσπασης της παραγόμενης και αποβαλλόμενης από την καλλιέργεια οργανικής ύλης κ.ά. (Κουσουρή, 1992).

Εξάλλου, ένα πλήθος από παράγοντες μπορούν να λειτουργήσουν ανταγωνιστικά ή συνεργικά στον εμπλουτισμό ή και στη διάσπαση – αποσύνθεση της οργανικής ύλης και στον τελικά αυτοκαθαρισμό του νερού. Συνεχής τροφοδοσία του νερού με οργανικά υλικά, που προέρχονται από τις ιχθυοκαλλιέργειες, χωρίς έλεγχο, προκαλεί συνήθως αύξηση των διαλυμένων στερεών και των θρεπτικών αλάτων στο νερό, γεγονός που επηρεάζει τόσο το πλαγκτόν όσο και το βένθος της περιοχής.

2.1.2 Τρόποι διάθεσης αποβλήτων στη θάλασσα

Τα ποτάμια είναι ένας φυσικός τρόπος μεταφοράς και διάθεσης αποβλήτων στο θαλάσσιο αποδέκτη, με αποτέλεσμα να αποτελούν σημειακές πηγές ρύπανσης των παράκτιων περιοχών. Και αυτό διότι πέραν του ότι δέχονται απ'ευθείας ρίψεις λυμάτων από ανθρώπινες δραστηριότητες (αστικές, βιομηχανικές), μέσω της λεκάνης απορροής τους, συγκεντρώνουν και ένα σημαντικό μέρος των αγροτικών λυμάτων, που ξεπλένονται με τη βροχή και εισρέουν στην κοίτη τους. Τα μεταφερόμενα απόβλητα, μετά την είσοδό τους στον αποδέκτη, αναμιγνύονται με το θαλάσσιο νερό

και τις περισσότερες φορές υφίστανται αραίωση, εκτός αν η περιοχή των εκβολών διακρίνεται από στάσιμα νερά. Επίσης πολύπλοκη κυκλοφορία ρευμάτων, ειδικά σε περιοχές όπου υπάρχουν εστούρες, συχνά συνεπάγεται την παγίδευση και συσσώρευση των λυμάτων που καταλήγουν εκεί. Συνήθως όμως οι ωκεανογραφικές συνθήκες είναι ευνοϊκές (ρεύματα και κύματα), ώστε να επιτυγχάνεται υψηλός συντελεστής αραίωσης (Φριλίγγος, 1981), δηλαδή μείωση της συγκέντρωσης των λυμάτων εξ' αιτίας της αραίωσης που υφίστανται, κατά την είσοδό τους στο θαλάσσιο περιβάλλον, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να ξεπεράσει την τιμή 1000 (Θεοδώρου, 2004). Βέβαια ο βαθμός ρύπανσης μιας περιοχής, εκτός από τις επικρατούσες υδροδυναμικές συνθήκες κυκλοφορίας των υδάτων, εξαρτάται και από το είδος και την ποσότητα των εκχυόμενων ρυπαντικών ουσιών, που συντελούν στη διαμόρφωση του συντελεστή αραίωσης.

Οι στερεές ουσίες που εμπεριέχονται σε απόβλητα που δεν έχουν υποστεί ούτε την πρωτοβάθμια επεξεργασία, αποτελούμενες από σωματίδια διαφορετικής σύστασης και πυκνότητας, κατά την ανάμιξή τους με το θαλάσσιο νερό υφίστανται ανομοιογενή αραίωση. Κατά συνέπεια τα ελαφρύτερα και μικρότερα σε μέγεθος σωματίδια επιπλέουν, ενώ τα πυκνότερα και μεγαλύτερα καθιζάνουν στο βυθό. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι να μειώνεται η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του θαλάσσιου αποδέκτη, αφού αυξάνεται συνεχώς προστιθέμενος όγκος ανεπεξέργαστων αποβλήτων.

Ένας δεύτερος τρόπος διάθεσης αποβλήτων που έχουν υποστεί ένα ή και περισσότερα στάδια επεξεργασίας, είναι εκείνος μέσω υποθαλάσσιων αγωγών εκβολής. Ανάλογα με τη θερμοκρασία και τη σύσταση των αποβλήτων, ποικίλλει το μέγεθος και το σχήμα του πλουμίου που εξέρχεται από το στόμιο του αγωγού. Η πυκνότητα των λυμάτων είναι μικρότερη αυτής του θαλασσινού νερού, με συνέπεια η

φλέβα των λυμάτων ακολουθώντας τυρβώδη ροή στο θαλάσσιο περιβάλλον, να ανέρχεται διευρυμένη, προς την επιφάνεια, όπου και υπόκειται στην παλινδρομική δράση παλιρροϊκών κυμάτων. Βέβαια τα βαριά σωματίδια επανακαθαρίζουν, σχηματίζοντας ζώνες γύρω από το στόμιο του αγωγού. Ωστόσο κατά τη θερινή περίοδο και εξ' αιτίας της εμφανιζόμενης στρωματοποίησης του νερού, το πλούμιο δεν μπορεί να συνεχίσει την ανοδική του πορεία και απουσία ρευμάτων, κατευθύνεται προς την ανοικτή θάλασσα (Θεοδώρου, 2004).

2.1.3 Πρωτογενής παραγωγή στα θαλάσσια οικοσυστήματα

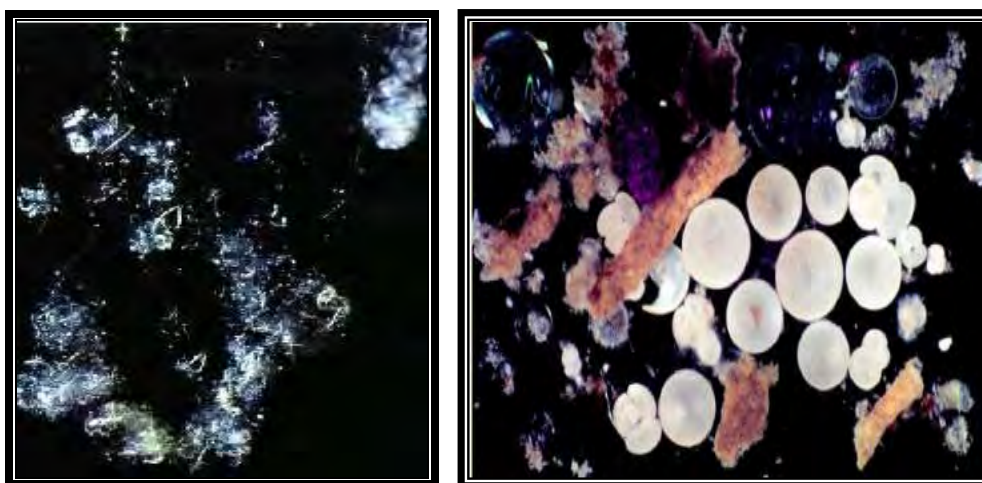
Στο θαλάσσιο περιβάλλον, η συνολική ποσότητα οργανικής ύλης που παράγεται φωτοσυνθετικά, συναρτήσει του χρόνου και της επιφάνειας της θάλασσας, εκφράζει το ρυθμό της πρωτογενούς παραγωγής η οποία καλείται παραγωγικότητα (Λυκάκης 1996). Μέτρο και μονάδα μέτρησης της πρωτογενούς παραγωγικότητας είναι η μάζα του άνθρακα (gr), αφομοιωμένου ως οργανική ύλη, ανά μονάδα θαλάσσιας επιφάνειας (m²) και ανά μονάδα χρόνου (έτος). Στον ανοικτό ωκεανό η μέση τιμή της παραγωγικότητας υπολογίζεται περίπου 50 gC/m²yr. Στην υφαλοκρηπίδα η τιμή περίπου διπλασιάζεται και κυμαίνεται σε ευρύτερο πλαίσιο ανάλογα με το αν οι επικρατούσες συνθήκες είναι ολιγοτροφικές (μικρή πρωτογενής παραγωγικότητα) ή ευτροφικές (μεγάλες τιμές αντίστοιχα).

Οι δυο βασικότεροι παράγοντες, όπως προαναφέρθηκε, που ελέγχουν την παραγωγικότητα, είναι το φως και οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών.

Το φως εισέρχεται στη θαλάσσια στήλη από τα επιφανειακά στρώματα, ενώ τα θρεπτικά κατά κύριο λόγο από τα βαθύτερα. Η παραγωγικότητα παρατηρείται αυξημένη, μόνο όταν οι δυο παραπάνω παράγοντες, βρίσκονται σε επαρκή επίπεδα. Στις εύκρατες περιοχές, η παραγωγικότητα είναι χαμηλή κατά τη διάρκεια του χειμώνα λόγω περιορισμένης ηλιοφάνειας και το καλοκαίρι εξ' αιτίας των

περιορισμένων θρεπτικών. Έτσι όπως έχει ήδη αναφερθεί, στα θαλάσσια οικοσυστήματα εμφανίζονται δυο χαρακτηριστικές ανθήσεις (bloom) οι οποίες πραγματοποιούνται την άνοιξη και το φθινόπωρο, όταν η ανάμειξη των υδάτων και η ηλιοφάνεια παρατηρούνται αυξημένες,

Σε εύτροφες συνθήκες, η άνθηση του φυτοπλαγκτού κυριαρχείται από σχετικά μεγάλο μέγεθος οργανισμών, ενώ είναι χαρακτηριστικό ότι το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο εξελίσσεται, έχει διάρκεια μερικών ημερών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο ρυθμός κατανάλωσης φυτοπλαγκτού από το ζωοπλαγκτόν, το οποίο θεωρείται από τους κυριότερους θηρευτές, δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στην ταχύτατη αύξηση της βιομάζας, με αποτέλεσμα, ένα μέρος της να παραμένει άθικτο και να καθιζάνει. Παράλληλα κατά τη γήρανση του φυτοπλαγκτού, όταν τα θρεπτικά έχουν εξαντληθεί, μεγάλο μέρος της πρωτογενούς παραγωγής αποδεσμεύεται ως διαλυμένο οργανικό υλικό (Dissolved Organic Matter, DOM), το οποίο και ενισχύει τη μικροβιακή δραστηριότητα. Το ποσοστό του φυτοπλαγκτού που αποχωρεί από την εύρωτη ζώνη, τελικά σχηματίζει συσσωματώματα που είναι γνωστά ως θαλάσσιο χιόνι (Marine snow) (Εικόνα 2.10), και τα οποία αποτελούν στοιχείο της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των επιφανειακών υδάτων.



Πηγή: life.bio.sunysb.edu/marinebio/plankton.html, Photo by Alice Alldredge(2007)

Εικόνα 2.1: Θαλάσσιο χιόνι

Σε oligotροφικές συνθήκες, η αυτότροφη κοινότητα κυριαρχείται από οργανισμούς μικρότερου μεγέθους, οι οποίοι είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι στην αφομοίωση των χαμηλών συγκεντρώσεων θρεπτικών. Στις περιοχές που χαρακτηρίζονται από τέτοιες συνθήκες, η φυτοπλαγκτονική άνθηση δεν είναι τόσο έντονη και ελέγχεται από τους ετερότροφους οργανισμούς οι οποίοι έχουν επίσης ανάλογη ανάπτυξη.

Οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί, οι οποίοι στην πλειοψηφία των ειδών τους συγκαταλέγονται στο nano (2–20 μg) και micro (20–200 μg) πλαγκτόν, εμφανίζονται κυρίως ως μονοκύτταρα βιολογικά συστήματα, με έντονη ποικιλομορφία ειδών. Πιο συγκεκριμένα οι κυριότερες ομάδες φυτοπλαγκτού που εμφανίζονται στα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι τα διάτομα (κλάση *Bacillariophyceae*), τα δινομαστιγωτά (κλάση *Dinophyceae*), τα κοκκολιθοφόρα (κλάση *Prymnesiophyceae*) και τα μαστιγωτά (Valiela, 1984, Huber & Castro, 1999).

2.1.4 Διαλελυμένο οξυγόνο: Δείκτης ποιότητας νερού.

Το οξυγόνο είναι ένα διαυγές, χωρίς χρώμα, οσμή και γεύση αέριο, το οποίο διαλύεται μέχρι ενός ορίου στο νερό. Αποτελεί χημική παράμετρο για το χαρακτηρισμό μιας υδάτινης μάζας, είναι δε απαραίτητο για την αναπνοή των θαλάσσιων οργανισμών και γενικότερα για την επιτέλεση των βιολογικών λειτουργιών τους. Μεγάλη θερμοκρασία και αυξημένη αλατότητα των υδάτων οδηγούν σε μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου.

Γενικά ένα παραδεκτό περιβάλλον για τη ζωή των υδροβίων οργανισμών πρέπει να περιέχει 5 ppm οξυγόνου (5 mg O₂/L) (Andrews, 1972). Είναι προφανές ότι τα προς τα πάνω και κάτω όρια αυτής της τιμής, είναι σχετικά μεγάλα και εξαρτώνται από τη φύση του οργανισμού, το βαθμό της δραστηριότητάς του, τους ρυπαντές που

υπάρχουν, τη θερμοκρασία του νερού και άλλους παράγοντες. Για παράδειγμα, ψάρια όπως η πέστροφα, με υψηλές απαιτήσεις κατανάλωσης οξυγόνου βρίσκεται σε κρύα νερά

Το οξυγόνο σαν οριακός παράγοντας

Στις υδάτινες μάζες το οξυγόνο αποτελεί συχνά τον οριακό παράγοντα προσδιορισμού των ζωντανών οργανισμών που υπάρχουν και το οποίο εξοικονομείται από την ατμόσφαιρα ή από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς που φιλοξενούνται εκεί. Εάν το οξυγόνο καταναλίσκεται από την αναπνοή των αερόβιων οργανισμών που υπάρχουν μέσα στο νερό, ταχύτερα από ότι δημιουργείται, τότε παρουσιάζεται έλλειμμα οξυγόνου που δημιουργεί δυσμενείς επιδράσεις στη βιοκοινωνία. Σε αβαθείς λίμνες και θαλάσσιους κόλπους που δέχονται ακατέργαστα λύματα, το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο, μειώνεται σημαντικά από τη δράση των αερόβιων αποικοδομητών. Αργότερα με την έλλειψη του οξυγόνου αναλαμβάνουν δράση οι αναερόβιοι αποικοδομητές και δημιουργείται η σήψη και η παραγωγή δυσάρεστων για την υδρόβια ζωή αερίων. Οι αερόβιες διεργασίες αποσύνθεσης δημιουργούν διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), ενώ η αναερόβια δράση των μικροοργανισμών παράγει υδρόθειο και άλλα τοξικά αέρια. Για να μετρείται η απαίτηση των ρυπασμένων νερών σε οξυγόνο χρησιμοποιείται διεθνώς το λεγόμενο B.O.D. (βιολογική απαίτηση σε οξυγόνο). Το B.O.D. (Biological Oxygen Demand) μετρά την ποσότητα του οξυγόνου που χρησιμοποιείται σε μια περίοδο πέντε ημερών από αερόβιους αποικοδομητές (βακτήρια), σε ένα ορισμένο όγκο ακάθαρτων νερών. Ο χρόνος των πέντε ημερών είναι συμβατικός και χρησιμοποιείται διεθνώς γιατί έχει βρεθεί ότι οι οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα αστικά λύματα διασπώνται κατά 70-80% μέσα σε πέντε μέρες. Οι μετρήσεις συνεπώς του B.O.D. δίδουν μόνο μια ιδέα της ρυπαντικής κατάστασης των ακάθαρτων νερών. Εκτός από το B.O.D. σχετικό

είναι και το C.O.D.(Chemical Oxygen Demand). Αφορά οργανικές βιοδιασπούμενες ουσίες, που η διάσπασή τους είναι βραδεία, αλλά και μη βιοδιασπούμενες.

Το διαλυμένο οξυγόνο, δεν αποτελεί οριακό παράγοντα ποιότητας για υδάτινες μάζες που κινούνται, διότι τότε βρίσκεται στο σημείο κορεσμού. Είναι προφανές ότι η δράση των ανεμογενών κυμάτων βοηθά την ανταλλαγή των αερίων στην επιφάνεια, αλλά η κίνηση των αερίων, ιδιαίτερα στα βαθιά νερά, εξαρτάται από μια άλλη διαδικασία. Πρόκειται για το φαινόμενο της εαρινής και φθινοπωρινής αντιστροφής που αίρει το διαχωριστικό της υδάτινης μάζας σε νερά ανώτερου και νερά κατώτερου στρώματος, λόγω εποχικής μεταβολής της θερμοκρασίας. Κατά το φαινόμενο αυτό, μεγάλες μάζες νερού κυκλοφορούν από τα ανώτερα στρώματα προς το βυθό, μεταφέροντας μαζί τους και διαλυμένο οξυγόνο.

Γενικά η περιεκτικότητα του διαλυμένου οξυγόνου μιας υδάτινης μάζας εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1. Τη διάχυση από την επιφάνεια της θάλασσας και κυρίως τη δράση του ανέμου και των ρευμάτων που μέσω της ανάδευσης επιφανειακών στρωμάτων νερού δημιουργούν κορεσμό του ύδατος με οξυγόνο.
2. Τη θερμοκρασία και την αλατότητα αύξηση των οποίων οδηγούν σε μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου.
3. Την παρουσία ή απουσία φυτών, τα οποία μπορούν να φωτοσυνθέτουν (μικροσκοπικά και μακροσκοπικά)
4. Το βαθμό διείσδυσης του φωτός (εξαρτάται από το βάθος και τη διαφάνεια)
5. Το βαθμό θολερότητας του νερού
6. Το ποσό της οργανικής ύλης η οποία αποσυντίθεται στο νερό (αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, νεκρά φύκη)
7. Από τα επίπεδα περιεκτικότητας του νερού σε CO₂ καθώς επίσης και από το

pH , την αλκαλικότητα, την οξύτητα και τη σκληρότητα, παράγοντες οι οποίοι βρίσκονται σε υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους.

2.1.5 Χημικά και Βιολογικά χαρακτηριστικά - Δείκτες ευτροφισμού.

2.1.5.1 Φωσφόρος (P)

Ο φωσφόρος, όπως και τα άλλα θρεπτικά συστατικά, ακολουθεί ένα κλειστό κύκλο στη φύση. Στα υδρόβια συστήματα βρίσκεται κυρίως σε τρεις μορφές:

A) Σε διαλυτές ανόργανες φωσφορικές ενώσεις, κυρίως τις ορθοφωσφορικές (PO_4^{3-}), οι οποίες γενικά αναφέρονται ως φωσφορικά και τα οποία καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες του φυτοπλαγκτού. Στις εκβολές των ποταμών και στα παραλιακά νερά, υπάρχουν και πολυφωσφορικά ιόντα, σαν αποτέλεσμα των ανθρώπινων ρυπάνσεων από απορρυπαντικά.

B) Σε οργανικά μόρια του πρωτοπλάσματος, ζωντανών και νεκρών οργανισμών τα οποία περιέχουν άτομα φωσφόρου π.χ. η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP), η οποία βρίσκεται σε κάθε ζωντανό κύτταρο, παίζοντας ένα ιδιαίτερο ρόλο στην αποθήκευση και τον εφοδιασμό της ενέργειας.

Γ) Σε διαλυμένα οργανικά μόρια, τα περισσότερα από τα οποία παράγονται από την αποσύνθεση των νεκρών οργανισμών και τα απορρίμματα των ζωντανών. Αυτά είναι φωσφορικοί εστέρες σακχάρων, φωσφολιπίδια, φωσφονουκλεοτίδια και άλλα, πιθανότατα προϊόντα αποσύνθεσης βιολογικών υγρών μεταβολισμού, διαφόρων οργανισμών και για το λόγο αυτό, απαντούν κυρίως στα ανώτερα στρώματα και ποικίλουν αναλόγως τόπου και εποχής (Σκούλλος, 1987).

Διακυμάνσεις της συγκέντρωσης των φωσφορικών

Στα παραλιακά νερά των μέσων γεωγραφικών πλατών, όπου παρατηρούνται

έντονες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, συναντώνται και διακυμάνσεις επίσης του φωσφόρου, ο οποίος απαντάται με τη μορφή των ορθοφωσφορικών ιόντων, φωσφορικών και διαλυμένου φωσφόρου. Γενικά τα φωσφορικά ελαττώνονται έντονα την άνοιξη, όταν αυξάνεται το φυτοπλαγκτό. Το ζωοπλαγκτό και οι άλλοι θαλάσσιοι οργανισμοί τρεφόμενοι με φυτοπλαγκτό επιστρέφουν σημαντικό μέρος από το φωσφόρο σε ανόργανη ή οργανική μορφή στο θαλάσσιο νερό. Η οργανική είναι η κυριότερη μορφή κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Μάιο – Ιούνιο), όταν τα επίπεδα του φωσφόρου πέφτουν κάτω από 2 $\mu\text{g P/L}$ στην ευφωτική ζώνη (Σκούλλος, 1987)

Μετά την απότομη αυτή πτώση, ακολουθεί απότομη αύξηση. Οι τοπικές συνθήκες, επηρεάζουν έντονα την περιεκτικότητα. Κλειστοί κόλποι και περιοχές εκβολής ποταμών ή οχετών, είναι ιδιαίτερα πλούσιες σε φωσφορικά που προέρχονται είτε από δίκτυα αστικών λυμάτων, είτε από απόχυση ρευμάτων που περιέχουν απορρυπαντικά ή φωσφορικά λιπάσματα αγροτικής χρήσεως. Σε γενικές γραμμές, εμφανίζεται σε μικρές συγκεντρώσεις στην εύφωτη ζώνη, που αυξάνονται βαθμιαία με το βάθος, ώσπου να αποκτήσουν μέγιστη τιμή στο επίπεδο του θερμοκλινούς .

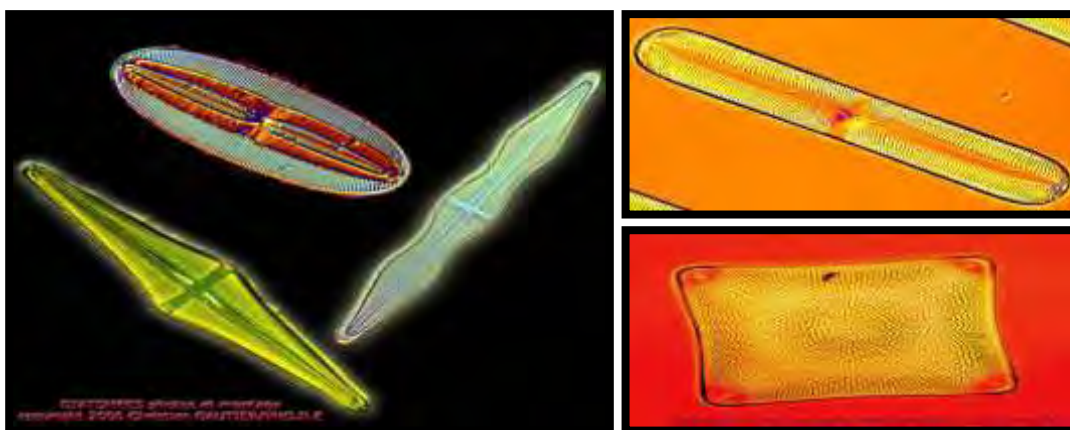
Στην ανοικτή θάλασσα η κατανομή των φωσφορικών είναι στενότερα συνδεδεμένη με την κατανομή των νιτρικών και η περιεκτικότητα, εκτός των περιοχών έντονης αναβλύσεως είναι συχνά κάτω από 10mg P/L (Σκούλλος, 1987)

Η συγκέντρωση αυξάνεται με το βάθος, σαν αποτέλεσμα της οξείδωσης της σωματιδιακής ύλης της προερχόμενης από την αποικοδόμηση των νεκρών οργανισμών, που σιγά – σιγά πέφτει προς το βυθό.

Ας σημειωθεί εδώ ότι, ενώ τα φωσφορικά δεν απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες, εντούτοις συχνά αποτελούν περιοριστικό παράγοντα της ανάπτυξης της πρωτογενούς παραγωγής, καθώς και ότι για συγκεντρώσεις φωσφορικών πάνω από 10 mg P/L, η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού είναι ανεξάρτητη της συγκέντρωσης.

2.1.5.2 Πυρίτιο (Si)

Το πυρίτιο είναι το θρεπτικό συστατικό με τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις στη συγκέντρωσή του, λόγω των βιολογικών και γεωλογικών επιδράσεων. Η συγκέντρωση του ποικίλει από το μηδέν μέχρι 4.000 $\mu\text{g/L}$, μια διακύμανση που εξαρτάται από το βάθος και το γεωγραφικό πλάτος. Στα επιφανειακά στρώματα η συγκέντρωση είναι πολύ μικρή, ενώ στα βαθιά γίνεται μεγαλύτερη.



Πηγή: Φωτογραφικό αρχείο AN.KA photo by C.Gautier (2000)

Εικόνα 2.2: Μερικές από τις εκπληκτικές δομές διατόμων

Στο θαλάσσιο νερό το πυρίτιο βρίσκεται είτε στη διαλυτή μορφή του ορθοπυριτικού οξέος H_4SiO_4 , ή ιόντων πυριτίου Si^{4+} , είτε σαν αιώρημα διοξειδίου του πυριτίου SiO_2 σε ελεύθερη μορφή, είτε δεσμευμένο σε ζωντανούς οργανισμούς και ορυκτά. Είναι γνωστό ότι τα διάτομα χρειάζονται πυριτικά συστατικά για την κατασκευή των αποτελούμενων από διοξείδιο του πυριτίου μικροσκοπικών εξωσκελετών τους (Εικόνα 2.2). Επίσης μερικά είδη φυτών ακόμη, όπως χρυσόφυτα αλλά και ζώα όπως οι ραδιολάριοι, τα πετρόποδα και οι σπόγγοι, έχουν πυριτικές δομές – σκελετούς, άρα και υψηλές απαιτήσεις σε πυρίτιο.

Τα διαλυτά πυριτικά των παραλίων, είναι σχετικά πολύ υψηλά λόγω των προσθηκών από την ξηρά, ακόμα και όταν απουσιάζουν εμφανείς ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Στις περιοχές που αναπτύσσονται διάτομα, παρατηρούνται σημαντικές εποχιακές αυξομειώσεις, σχεδόν παράλληλες με αυτές των φωσφορικών. Την άνοιξη

αύξηση του φυτοπλαγκτού προκαλεί ταχύτατη ελάττωση των πυριτικών, αν και ακόμη και στην εποχή αυτή σημαντικά ποσά Si εξακολουθούν να υπάρχουν. Καμιά φορά και το φθινόπωρο παρατηρείται ένα νέο ελάχιστο, που πάλι οφείλεται στην άνθηση των οργανισμών. Η αναγέννηση των πυριτικών αρχίζει το καλοκαίρι και παρά τη διακοπή του φθινοπώρου, φτάνει σ' ένα μέγιστο το χειμώνα. Γενικά η συγκέντρωση του πυριτίου στα επιφανειακά στρώματα είναι χαμηλή, εκτός από τις περιοχές ανάβλυσης, η αύξηση είναι σημαντική με το βάθος και η ανακύκλωσή του είναι μια διαδικασία αργή που διεξάγεται σε μεγάλα βάθη.

2.1.5.3 Άζωτο (N)

Το άζωτο παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, αφού δομεί όλες τις πρωτεΐνες, οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν το κύριο συστατικό των πλαγκτονικών οργανισμών, της τροφικής βάσης δηλαδή, της υδρόβιας πανίδας. Το πλαγκτόν περιέχει 50% περίπου πρωτεΐνη, η δε περιεκτικότητά του σε άζωτο κυμαίνεται μεταξύ 7% και 10%.

Οι φυτικοί οργανισμοί για να μπορέσουν να προσλάβουν και να δεσμεύσουν το άζωτο πρέπει να το βρουν στη μορφή των νιτρικών ιόντων (NO_3^-) από τα οποία το χρησιμοποιούν για τη σύνθεση φυτικών πρωτεϊνών. Στη συνέχεια οι φυτοφάγοι οργανισμοί μετατρέπουν το άζωτο σε ζωικές πρωτεΐνες και τέλος οι αποικοδομητές το μετατρέπουν σε αμμωνία (NH_3 , NH_4^+), ως μεταβολικό προϊόν. Πολύ λίγοι οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιούν το άζωτο με τη μορφή αμμωνίας. Υπάρχουν όμως βακτηρίδια, κυρίως στο βυθό που μετατρέπουν την αμμωνία σε νιτρικά (νιτροποίηση) και κάποια άλλα συνεχίζουν φθάνοντας μέχρι το ελεύθερο N_2 (απονιτροποίηση), ώστε να ολοκληρωθεί και ο κύκλος του αζώτου στη φύση.

Εμπλουτισμός σε άζωτο

Το άζωτο στο νερό απαντάται στις εξής μορφές:

A) Διαλυμένο αέριο άζωτο

B) Ανόργανες αζωτούχες ενώσεις (NO_2^- , NO_3^- , NH_3 , NH_4^+)

Γ) Οργανικές ενώσεις που περιέχουν άζωτο, δηλαδή πρωτεΐνες και προϊόντα μεταβολισμού των οργανισμών, όπως ουρία και ουρικό οξύ.

Από τις παραπάνω μορφές αζώτου, μόνο οι ανόργανες μορφές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν δείκτες αζωτούχου ρύπανσης και επικείμενου ευτροφισμού.

Συγκεκριμένα, επειδή η αμμωνία (NH_3) είναι υποπροϊόν αποσύνθεσης φυτικών και ζωικών πρωτεϊνών, η παρουσία της αποτελεί ένδειξη ότι λύματα καταλήγουν μέσα στην υδάτινη μάζα, ή επίσης ότι απορρέουν ύδατα από εκπτώσεις αγρών, που έχουν δεχθεί λιπάσματα. Τα αμμωνιακά ιόντα γενικά κυμαίνονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, που συνήθως αποκτούν τις μέγιστες τιμές τους κάτω από την ευφωτική ζώνη.

Η NH_3 μπορεί να μετατραπεί σε νιτρώδη ιόντα (NO_2^-) και κατόπιν σε άζωτο (N_2), από βακτηρίδια στο βυθό. Επομένως επειδή πρόκειται για ενδιάμεσες ενώσεις, η συγκέντρωσή τους δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική, ωστόσο αποτελεί ένδειξη βιομηχανικής ή αστικής ρύπανσης. Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-), σχηματίζονται είτε στη φύση (αστραπές, καταιγίδες), είτε από τη δέσμευση του αζώτου από μικροοργανισμούς, είτε από τη δράση βακτηρίων στην αμμωνία η οποία ενδεχομένως προέρχεται και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Άρα ύπαρξη νιτρικών στον υδάτινο αποδέκτη, μπορεί να ανάγεται είτε στη ρήψη αστικών λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων καθώς και απορριμμάτων ζώων. Η εξακρίβωση της πηγής των νιτρικών, δεν είναι πάντα εύκολη, ωστόσο είναι σαφές ότι αν συμβάλλουν θετικά

κι άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες (π.χ. συγκέντρωση φωσφορικών), τα νιτρικά συμβάλλουν στην ενηλικίωση ενός υδάτινου οικοσυστήματος. Οι τελικές συνέπειες στον αποδέκτη είναι απολύτως ίδιες, ανεξάρτητα αν η πηγή των νιτρικών είναι φυσική ή την επέβαλλε μια ανθρώπινη ενέργεια, το μόνο που διαφέρει είναι ο ρυθμός με τον οποίο τελικά το σύστημα θα καταστεί ευτροφικό.

Εποχιακές διακυμάνσεις

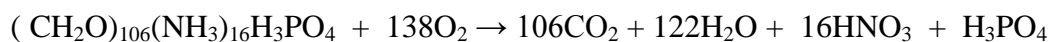
Είναι φυσικό ενώσεις, τόσο στενά συνδεδεμένες με τη βιολογική δραστηριότητα, να παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις στην περιεκτικότητά τους στα επιφανειακά στρώματα, ιδιαίτερα σε ρηχά νερά, κοντά στις ακτές και μέσα γεωγραφικά πλάτη.

Την άνοιξη η εαρινή άνθηση συνεπάγεται ταχεία ελάττωση των θρεπτικών αλάτων του αζώτου στην εύφωτη ζώνη λόγω της κατανάλωσής τους από το ραγδαία αυξανόμενο φυτοπλαγκτόν. Κατά το καλοκαίρι λόγω του θερμοκλινούς που δημιουργείται εξ' αιτίας της έντονης θέρμανσης της επιφάνειας του νερού, δεν ευνοείται η κατακόρυφη κίνηση των υδάτινων μαζών και σταματά ο εμπλουτισμός. Έτσι το φυτοπλαγκτόν εξαντλεί όλα σχεδόν τα θρεπτικά που του προσφέρονται στην περιοχή πάνω από το θερμοκλινές, ενώ το ζωοπλαγκτό με τα προϊόντα του μεταβολισμού του, αποδίδει το άζωτο στο νερό με τη μορφή αμμωνίας. Όταν οι οργανισμοί πεθάνουν ή καταναλωθούν και αφομοιωθούν από το ζωοπλαγκτό, αρχίζει η νιτροποίηση (οξειδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά), η οποία συνήθως ανακόπτεται από μια αύξηση – άνθηση των φυκών (bloom) στο τέλος του καλοκαιριού. Τα νιτρώδη παρουσιάζουν μια ομαλή αύξηση στο διάστημα αυτό και μέχρι το φθινόπωρο που παρουσιάζουν μέγιστο, κατόπιν πέφτουν σε πολύ χαμηλές τιμές.

2.1.5.4 Σχέση Αζώτου – Φωσφόρου (N – P)

Όπως έχει γίνει ήδη λόγος (Παράγραφος 2.2.4), μέσω της αντίδρασης

αποικοδόμησης του νεκρού φυτοπλαγκτού, επιτυγχάνεται η οξειδωτική αναγέννηση των νιτρικών και φωσφορικών.



Η προαναφερόμενη αντίδραση επιτρέπει να αναζητηθεί μια σταθερή σχέση N:P, η οποία παρατηρείται σε καλά οξυγονωμένα ύδατα. Πράγματι με κατανάλωση 276 ατόμων οξυγόνου, πρέπει να σχηματίζονται 16 ιόντα νιτρικά και 1 ιόν φωσφορικό (αναλογία Redfield, καθορίζει τη βέλτιστη αύξηση του φυτοπλαγκτού) (Nikolaidis et al, 2005) Ο συσχετισμός αυτός ενώ επιβεβαιώνεται στους ωκεανούς, αφού η τιμή του λόγου πλησιάζει την τιμή 15:1 (τιμή αναφοράς 16:1) σε αριθμό ατόμων, καθώς και 7:1 κατά βάρος, είναι πολύ διαταραγμένος σε παράκτιες υδάτινες μάζες, λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

Σύμφωνα μ' αυτά και απουσία εξωγενών παραγόντων, τα θρεπτικά συστατικά επανέρχονται στην υδάτινη στήλη, είτε μετά την αποσύνθεση της οργανικής ύλης, είτε μέσω απέκκρισης δηλαδή αποβολής τους, μέσω του μεταβολισμού των οργανισμών. Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος προϊόντα αυτών των δυο διεργασιών, βαθμιαία βυθίζονται προκαλώντας μια κατακόρυφη προς τα κάτω μετακίνηση των θρεπτικών συστατικών. Και ας σημειωθεί εδώ ότι τα νιτρικά παραμένουν δεσμευμένα κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας και πιθανόν να περάσει ένα μεγάλο χρονικό διάστημα πριν γίνουν και πάλι διαθέσιμα ως ελεύθερα συστατικά. Αντίθετα τα φωσφορικά επανέρχονται στην υδάτινη στήλη, πριν ακόμη τα οργανικά υπολείμματα βυθιστούν κάτω από τη ζώνη παραγωγής, δηλαδή το ευφωτικό στρώμα.

Οι περισσότεροι σχεδιασμοί για τον έλεγχο της παραγωγικότητας βασίζονται στο νόμο του ελαχίστου (Liebig, 1840, από Βασιλικιώτης, 1981). Πιο συγκεκριμένα, κάτω από σταθερές συνθήκες και εφ' όσον ορισμένα στοιχεία είναι απαραίτητα για

την ανάπτυξη ενός οργανισμού, τότε ρυθμιστικός παράγοντας για την ανάπτυξη αποβαίνει εκείνο το στοιχείο που βρίσκεται στην μικρότερη ποσότητα.

Γενικά η παραγωγικότητα μιας θαλάσσιας περιοχής, εξαρτάται από το βαθμό ανανέωσης των θρεπτικών συστατικών του επιφανειακού στρώματος, η οποία επιτυγχάνεται είτε μέσω βιοχημικών (βακτηριδιακή διάσπαση), είτε φυσικών (ανάδυση) διεργασιών.

Κατά συνέπεια τα **νιτρικά** και όχι τα φωσφορικά συνιστούν τον κύριο **περιοριστικό παράγοντα** της θαλάσσιας πρωτογενούς παραγωγής (Θεοδώρου, 2004)

Από την άλλη πλευρά ο **οριακός παράγοντας** μετατροπής ενός συστήματος σε ευτροφικό, είναι η **συγκέντρωση των φωσφορικών** (Φριλίγγος, 1981). Το νερό δηλαδή, μπορεί να έχει υψηλή συγκέντρωση νιτρικών χωρίς επιταχυνόμενο ευτροφισμό, εφόσον η συγκέντρωση των φωσφορικών είναι πολύ χαμηλή. Σύμφωνα με άλλη άποψη, ο **λόγος του φωσφόρου προς το άζωτο** είναι ο **οριακός παράγοντας του ευτροφισμού** (Andrews, 1972), και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον δυνητικό περιορισμό του αζώτου ή του φωσφόρου στην πρωτογενή παραγωγή φυτοπλαγκτού. Συγκεκριμένα οι μικρές τιμές του λόγου, καταδεικνύουν ότι περιοριστικός παράγοντας στην αύξηση του φυτοπλαγκτού είναι το άζωτο, ενώ οι μεγάλες αντίστοιχα, ότι είναι ο φωσφόρος (Nikolaidis et al, 2005). Ο εμπλουτισμός με άζωτο και φωσφόρο μπορεί να προκαλέσει μία αλυσίδα ανεπιθύμητων επιπτώσεων, με αφετηρία την υπερβολική ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού που αυξάνει την ποσότητα της οργανικής ύλης που κατακάθεται στον βυθό. Αυτό μπορεί να ενισχυθεί από αλλαγές στη σύνθεση των ειδών και στη λειτουργία της πελαγικής τροφικής αλυσίδας (π.χ. αύξηση μικρών μαστιγοφόρων αντί μεγαλύτερων διατόμων), γεγονός που οδηγεί σε χαμηλότερη βόσκηση από κωπήποδα και αυξημένη ιζηματοποίηση.

2.1.5.5 Χλωροφύλλη – α (Chl-a)

Από τις πιο σπουδαίες φωτοσυνθετικές χρωστικές των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών είναι η χλωροφύλλη – α (Chl-a), της οποίας η μέγιστη απορρόφηση γίνεται στα μήκη κύματος 670 – 695 nm (Λυκάκης, 1996). Εκτός από τη χλωροφύλλη, υπάρχουν κι άλλες χρωστικές που συμμετέχουν στη φωτοσύνθεση της πελαγικής ζώνης, όπως οι Chl-b,c και τα καροτινοειδή a,b,c,e. Η μεγάλη ποικιλία των φωτοσυνθετικών χρωστικών, επιτρέπει την απορρόφηση των ηλιακών ακτινών σε μια μεγάλη φασματική περιοχή (400 – 720 nm), προσδίδοντας τα χαρακτηριστικά χρώματα των διαφόρων φυτοπλαγκτονικών ειδών. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης (Deep Chlorophyll Maximum, DCM) παρατηρούνται συνήθως μεταξύ 40 και 50 m.

Η υπερβολική αύξηση του φυτοπλαγκτού, που ουσιαστικά είναι η βασικότερη συνέπεια του ευτροφισμού, αυξάνει τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης – α και την ποσότητα οργανικής ύλης που κατακάθεται στο βυθό. Η βιομάζα του φυτοπλαγκτού, μετριέται συχνά ως συγκέντρωση χλωροφύλλης – α στο εύφωτο τμήμα της υδάτινης στήλης, αν και περισσότερη χλωροφύλλη δε σημαίνει απαραίτητα και αφθονότερη φυτοπλαγκτονική μάζα, αφού τα κύτταρα που βρίσκονται σε περιοριστικές συνθήκες φωτός, μπορούν να προσαρμοστούν κατάλληλα σ' αυτές, παράγοντας περισσότερη χλωροφύλλη ανά κύτταρο.

Η συγκεκριμένη χρωστική, προτιμάται από τις άλλες που απαντώνται στους φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς, διότι συντίθεται και αποσυντίθεται με μεγαλύτερη ταχύτητα, ώστε να ανταποκρίνεται αμεσότερα στις μεταβολές τους. Πειράματα και μελέτες, βάθους χρόνου τριών δεκαετιών, που αφορούν παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα στο Βόρειο-Δυτικό Ατλαντικό (Rhode Island) καταδεικνύουν σαν επικρατέστερη την άποψη ότι εμπλουτισμός με άζωτο (είτε μόνο του, είτε

συνδυαστικά με το φωσφόρο) είναι υπεύθυνος για την αύξηση της παραγωγικότητας, που υπολογίζεται με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α. (Howarth, Marino, 2006).

Μετρήσεις της χλωροφύλλης-α στο εύφωτο τμήμα της στήλης ύδατος περιλαμβάνονται στα περισσότερα προγράμματα παρακολούθησης του ευτροφισμού και η χλωροφύλλη - α αντιπροσωπεύει τον βιολογικό δείκτη του.

2.1.6 Χαρακτηριστικά του ευτροφικού θαλάσσιου περιβάλλοντος

Η έννοια επομένως του ευτροφισμού θα πρέπει να αποδίδεται μόνο σε θαλάσσια οικοσυστήματα που παρουσιάζουν τα ακόλουθα συμπτώματα: (Jeflic, 1990)

- Ο ρυθμός της φυτικής παραγωγής (μακροάλγη & φυτοπλαγκτόν) υπερβαίνει αυτόν της κατανάλωσης από τους φυτοφάγους οργανισμούς
- Το διαλυμένο οξυγόνο είναι αφύσικα χαμηλό ή εντελώς εξαντλημένο και συχνά σχηματίζεται υδρόθειο (H₂S).
- Η δομή του οικοσυστήματος διαταράσσεται, παρουσιάζοντας μη φυσιολογική ποικιλότητα και ενδείξεις κυριαρχίας, όπως επίσης και αλλαγές στη σύνθεση των ειδών.

Αναλογιζόμενοι τις εννοιολογικές όψεις του φυσικού και του ανθρωπογενούς ευτροφισμού, κάποιος θα μπορούσε λογικά να συμπεράνει ότι εφ' όσον τα τελικά αποτελέσματα και των δύο διαδικασιών είναι τα ίδια, οι δύο αυτές έννοιες θα πρέπει να ταυτίζονται. Ωστόσο, στοιχειώδεις οικολογικές αναλύσεις δείχνουν μια δραματική διαφορά η οποία ουσιαστικά συνδέεται με τον **χρονικό έλεγχο των εξελίξεων** (Unesco, 1988).

Ο φυσικός ευτροφισμός είναι μια σχετικά αργή διαδικασία (χρόνος 103-104έτη) η οποία επιτρέπει στα αναπτυσσόμενα οικοσυστήματα να προσαρμοστούν στις αυξημένες τροφικές συνθήκες.

Ο ανθρωπογενής ευτροφισμός προκαλεί απότομες αλλαγές (χρόνος 10 έτη ή και λιγότερο) και επομένως μη αντισταθμίσιμες απορυθμίσεις του οικοσυστήματος και πιθανώς επακόλουθες βλάβες στους ζώντες οργανισμούς.

Η χρονική αυτή πίεση που δέχονται τα οικοσυστήματα από την ανεξέλεγκτη εισαγωγή θρεπτικών συστατικών καθίσταται επικίνδυνη για το περιβάλλον, διότι καταστρατηγούνται οι περιβαλλοντικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία τους.

Η περιορισμένη διάθεση θρεπτικών συστατικών εξαιτίας των φυσικών κύκλων καθιστούσε το N, το P ή το Si ως περιοριστικούς παράγοντες για την αύξηση της φυτικής βιομάζας. Η ανεξέλεγκτη όμως διάθεση αστικών ή άλλων αποβλήτων πλούσιων στα παραπάνω συστατικά ανατρέπει την υπάρχουσα ισορροπία με αποτέλεσμα αυτά να πάψουν να αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες. Με τον τρόπο όμως αυτό αυξάνεται η φυτική παραγωγή μέχρι κάποιος άλλος παράγοντας του οικοσυστήματος να γίνει περιοριστικός. Παράλληλα όμως με την αλλαγή (αύξηση) της φυτικής παραγωγής από την εισροή θρεπτικών συστατικών, έχουμε, συνακόλουθες αλλαγές και σε άλλα μέρη του οικοσυστήματος.

Συνήθως το οξυγόνο γίνεται περιοριστικός παράγοντας για όλο το οικοσύστημα, με αποτέλεσμα να αλλάζει η δομή και η σύστασή του.

Θα πρέπει όμως εδώ να τονιστεί ότι ο ευτροφισμός δεν είναι ένα είδος ρύπανσης, αλλά η συνέπεια της ρύπανσης. Στην περίπτωση του ανθρωπογενούς ευτροφισμού, ρύπανση είναι η απόρριψη οποιωνδήποτε ουσιών οι οποίες ενισχύουν τον ευτροφισμό (Unesco, 1988).

Από τη μέχρι τώρα παρουσίαση και περιγραφή του φαινομένου του ευτροφισμού, αυτό φαίνεται να έχει μόνο αρνητικές συνέπειες. Όμως αξίζει να διευκρινιστεί ότι ο εμπλουτισμός ενός υδάτινου οικοσυστήματος με θρεπτικά συστατικά, δεν είναι αφ' εαυτού επιβλαβής και επικίνδυνος, ούτε συνοδεύεται πάντα από ανεπιθύμητες συνέπειες. Σε μερικές μάλιστα περιπτώσεις ίσως είναι επιθυμητός

ή και επικερδής, όπως πχ. σε περιπτώσεις που η αύξηση των θρεπτικών συστατικών στα ευφωτικά στρώματα συνοδεύεται και από αντίστοιχη αύξηση φυκιών που χρησιμοποιούνται σε προγράμματα υδατοκαλλιεργειών

2.1.7 Ευτροφισμός σε λιμάνια και κλειστές θαλάσσιες περιοχές

Ο ευτροφισμός υπερβολική δηλαδή ανάπτυξη ορισμένων ειδών σε βάρος άλλων και σε βάρος της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, είναι συνηθισμένο φαινόμενο σε λιμάνια και ημί-κλειστους κόλπους στη Μεσόγειο, εξαιτίας κυρίως των απορρίψεων ανεπεξέργαστων ή μερικώς επεξεργασμένων λυμάτων που περιέχουν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών αλάτων ή βαρέων μετάλλων, από γειτονικές παράκτιες πόλεις και οικισμούς.

Επί πλέον η ίδια η κατασκευή ενός λιμανιού είναι έργο βαριάς υποδομής και είναι πιθανό να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην παράκτια ζώνη και στο περιβάλλον (διάβρωση, αλλαγή χρήσεων γης, μεταφορά τεραστίων ποσοτήτων υλικών, αλλαγή θαλασσιών ρευμάτων και δυναμικής της ακτογραμμής κ.α) (Αλεξόπουλος, 2005). Αλλά και η λειτουργία ενός λιμανιού έχει σημαντικές επιπτώσεις όπως:

Πιέσεις στο περιβάλλον από το ίδιο το λιμάνι

- Υγρά απόβλητα πλοίων που οφείλονται στους επιβάτες και το πλήρωμα (τουαλέτες, κουζίνα)
- Υγρά απόβλητα που οφείλονται στη λειτουργία των πλοίων (λάδια μηχανών, κατάλοιπα δεξαμενών, έρμα πλοίου)
- Στερεά απόβλητα πλοίων
- Αέρια ρύπανση από την καύση πετρελαιοειδών στις μηχανές πλοίων

Πιέσεις σχετικές με τις δραστηριότητες του λιμανιού

- Κυκλοφορία οχημάτων (Ι.Χ., φορτηγά, οχήματα τροφοδοσίας)
- Λειτουργία ναυπηγείων κι επισκευαστικών μονάδων
- Εγκαταστάσεις δεξαμενισμού
- Αποθήκες καυσίμων, διυλιστήρια

- Διαλυτήρια πλοίων
- Γραφεία και υπηρεσίες
- Αποθήκες φορτίων, εμπορευμάτων

Οι κλιματικές αλλαγές, η υποβάθμιση των οικοσυστημάτων κοντά σε λιμάνια και λιμνοθάλασσες αλλά και η μεταφορά ειδών κυρίως με το έρμα των πλοίων έχουν οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές της βιοποικιλότητας με την εισαγωγή κυρίως και την επικράτηση εξωτικών ειδών (ξενικά είδη) όπως στην ανατολική Μεσόγειο. Το 2004 καταγράφηκαν στη Μεσόγειο 600 είδη που προέρχονται από άλλα οικοσυστήματα, με 15 νέα είδη να προστίθενται κάθε χρόνο. Από το 2000 έως το 2004 εισήλθαν στη Μεσόγειο 64 νέα είδη, τα 23 από αυτά παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά το 2004, 91 είδη ψαριών έχουν μεταφερθεί ήδη στη Μεσόγειο από άλλες θάλασσες (Ινδικό-Ειρηνικό, Ερυθρά θάλασσα, Ατλαντικό) (πηγή: Έκθεση ΕΕΑ-UNEP/MAP 2006).

Τα σύγχρονα λιμάνια συγκεντρώνουν δραστηριότητες που μπορούν να επηρεάσουν σοβαρά το θαλάσσιο, υποθαλάσσιο, αστικό και ατμοσφαιρικό περιβάλλον. Απαιτείται λοιπόν σοβαρή προσπάθεια για τη μείωση των επιπτώσεων. Είναι φανερό ότι μόνο τα λιμάνια που έχουν αποτελεσματική περιβαλλοντική διαχείριση αλλά και εξασφαλισμένη ισόρροπη σχέση με τις πόλεις που τα περιβάλλουν θα μπορέσουν να επιβιώσουν στο άμεσο μέλλον.

2.1.8 Περιβαλλοντικές αλλαγές που οφείλονται στην απόρριψη θρεπτικών συστατικών και οι επιπτώσεις τους στα ανθρώπινα συμφέροντα.

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται μερικά από τα συμπτώματα του ευτροφισμού και δίνονται με την σειρά που περίπου εμφανίζονται κατά την διάρκεια εξέλιξης του φαινομένου. Θα πρέπει επίσης να λάβει κανείς υπ' όψη ότι οι επιπτώσεις του ευτροφισμού, ιδιαίτερα στις παράκτιες περιοχές, ίσως αλληλεπιδρούν, συνεργιστικά ή ανταγωνιστικά, με άλλες επιδράσεις του ανθρώπου στο θαλάσσιο

περιβάλλον. Οι περισσότερες από τις δυνατές αυτές αλληλεπιδράσεις είναι δυσμενούς φύσεως. Έτσι π.χ. η διάθεση οργανικού υλικού προφανώς αυξάνει την ανάγκη για οξυγόνο, επιπρόσθετα στα δευτερογενή αποτελέσματα του ευτροφισμού.

Πιο κάτω, γίνεται συνοπτική περιγραφή της σειράς των αλλαγών που λαμβάνουν χώρα προοδευτικά και χαρακτηρίζουν τα στάδια εμφάνισης και εξέλιξης του ευτροφισμού στη θάλασσα. Σε μια γενική προσέγγιση του φαινομένου, τα στάδια είναι: (Gesamp, 1990)

- αυξημένη πρωτογενής παραγωγή
- αλλαγές στην σύνθεση των ειδών των φυτών
- πολύ πυκνά άνθη που συχνά είναι τοξικά
- ανοξικές συνθήκες δηλαδή έλλειψη ή απουσία ελεύθερου (αερίου ή διαλυμένου) οξυγόνου
- δυσάρεστες επιπτώσεις στα ψάρια και στα ασπόνδυλα
- επιπτώσεις στις ψυχαγωγικές δραστηριότητες
- αλλαγές στην δομή των βενθικών κοινοτήτων. Στην πραγματικότητα αλλαγές στην δομή των βενθικών κοινοτήτων αποτελούν συχνά τα πρώτα σημάδια του ευτροφισμού.

Στις περίπλοκες οικολογικές επιπτώσεις του ευτροφισμού υπάρχει επίσης και ένας αριθμός από βλαβερές επιπτώσεις σε επικερδείς χρήσεις όπως:

- **Μείωση της τουριστικής - ψυχαγωγικής αξίας των παράκτιων υδάτων** που οφείλεται στην μειωμένη διαύγεια, τις αλλαγές στο χρώμα του θαλασσινού νερού, την παραγωγή ανθέων φυτοπλαγκτού και άλλων σχετικών βλεννών κ.α.
- **Επιπτώσεις στην υγεία** άμεσα από τοξικά άλγη, ή μέσω της συσσώρευσης στους θαλάσσιους οργανισμούς που αποτελούν την τροφική αλυσίδα.
- **Απώλεια των ψαρότοπων**, κυρίως από:
 - μαζική θνησιμότητα ψαριών και ασπόνδυλων που ζουν σε μεγάλα βάθη,
 - τη μείωση ή κατάρρευση της αναπαραγωγής ψαριών από εκβολές ποταμών, λιμνοθάλασσες παλιρροιών και παράκτιες περιοχές,
- **Εμπόδιση υδατοκαλλιεργειών** ή καταστροφή των προϊόντων τους.

2.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

2.2.1 Ανατολική Μεσόγειος Θάλασσα

Η Μεσόγειος είναι μια ημίκλειστη θάλασσα με στενή ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα (0 – 200 m), η οποία χαρακτηρίζεται από απότομη κλίση (Murdoch & Onuf, 1974), της οποίας τα νερά ανανεώνονται πλήρως μόνο μια φορά κάθε 80 με 100 χρόνια, κυρίως μέσω των στενών του Γιβραλτάρ από τον Ατλαντικό ωκεανό, και της διώρυγας του Σουέζ από την Ερυθρά θάλασσα. Έχει μέσο όρο βάθους 1500 m και συνολική έκταση 2.96×10^6 Km². Περίπου 100-130 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν κατά μήκος των 46.000 km των ακτογραμμών της και κάθε καλοκαίρι περίπου 100 εκατομμύρια τουρίστες την επισκέπτονται για ψυχαγωγικούς λόγους. Τα τελευταία όμως χρόνια, ο συνδυασμός όλων των παραπάνω χαρακτηριστικών και η υπερβολική ρύπανση, έχουν οδηγήσει το οικοσύστημα της Μεσογείου στα πρόθυρα της κατάρρευσης.

Το θαλάσσιο οικοσύστημα της Μεσογείου, χαρακτηρίζεται από μακροπρόθεσμες μεταβολές στη θερμοκρασία και την αλατότητα, από υψηλό γραμμομοριακό λόγο N/P, καθώς και από διαδικασίες σχηματισμού βαθύτερων στρωμάτων υδάτινων μαζών, κυρίως στην περιοχή του Αιγαίου.

Η ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου χωρίζεται σε δυο κύριες υπολεκάνες, τη Δυτική Μεσογειακή και την Ανατολική Μεσογειακή λεκάνη, οι όποιες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που εμφανίζουν.

Πιο συγκεκριμένα η Ανατολική Μεσόγειος λόγω των μειωμένων εισροών από μεγάλους ποταμούς, εμφανίζει άνισο ισοζύγιο μεταξύ εξάτμισης και εναπόθεσης, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένες τιμές αλατότητας. Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, η αυξημένη αλατότητα στα επιφανειακά στρώματα, οδηγεί σε κακαταβύθιση των υδάτινων επιφανειακών μαζών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία

μιας ενδιάμεσης υδάτινης κυκλοφορίας, που χαρακτηρίζει την ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου (Murdoch & Onuf, 1974).

Παράλληλα η Ανατολική Μεσόγειος, έχει χαρακτηριστεί ως μια θαλάσσια έρημος (Azon, 1991), καθώς τα επίπεδα των θρεπτικών, της φυτοπλαγκτονικής βιομάζας και της παραγωγικότητας, που έχουν καταγραφεί στην περιοχή, την αναγάγουν μεταξύ των πλέον ολιγοτροφικών συστημάτων. Μάλιστα η Ανατολική Μεσογειακή λεκάνη, εμφανίζει χαμηλότερες συγκεντρώσεις θρεπτικών από τη Δυτική (Krom et al, 1991). Πράγματι η ετήσια πρωτογενής παραγωγικότητα στην Ανατολική Μεσόγειο θεωρείται από τις χαμηλότερες παγκοσμίως, ενώ στο Αιγαίο Πέλαγος στο νότιο τμήμα του Ευβοϊκού κόλπου έχει βρεθεί η χαμηλότερη τιμή (30 gC/m^2) από ολόκληρη τη Μεσόγειο (Becacos-Kontos 1977 από Friligos, 1985). Η τιμή αυτή όντως είναι πολύ μικρότερη, αν συγκριθεί με αυτές των περιοχών χαμηλής παραγωγικότητας των ωκεάνιων περιοχών ($50\text{-}70 \text{ gC/m}^2$, (Azon 1991). Η μικρή αυτή παραγωγικότητα της ανατολικής Μεσογείου, οφείλεται στη χαμηλή εισροή θρεπτικών και στο χαμηλό ρυθμό με τον οποίο αναμιγνύεται η στήλη του νερού (Azon 1991), με αποτέλεσμα να υπάρχει έλλειψη θρεπτικών αλάτων στην επιφάνεια. Για αυτό και θεωρείται πως στη Μεσόγειο, η έλλειψη θρεπτικών αλάτων αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα, εξαιτίας του οποίου υπάρχει τόσο μικρή πρωτογενής παραγωγικότητα. Τη χειμερινή περίοδο, εξαιτίας της ανάμιξης της στήλης, η συγκέντρωση των θρεπτικών αλάτων στην επιφάνεια αυξάνει σημαντικά και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας των υδάτων. Ωστόσο η παραγωγικότητα παραμένει χαμηλή (Tselepides et al. 1993), ακόμα και τότε, εξαιτίας της έλλειψης φωσφόρου. Η υπόθεση ότι ο φωσφόρος είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας στην Ανατολική Μεσόγειο, έχει υποστηριχθεί αρχικά από τους Krom et al. (1991), ενώ έχει τεκμηριωθεί

αργότερα και από άλλους ερευνητές (Krom et al. 1992, Ignatiades 1992, 1998, Tselepidis et al. 1993).

2.2.2 Επίπεδα ευτροφισμού για τις ελληνικές θάλασσες

Η γνώση των τιμών των συγκεντρώσεων των θρεπτικών συστατικών σε ένα παράκτιο θαλάσσιο οικοσύστημα, είναι απαραίτητη για δυο βασικούς λόγους:

A) με τη βοήθεια αυτών των πληροφοριών, προσδιορίζεται η παραγωγικότητα της υδάτινης μάζας, δηλαδή η ικανότητά της να στηρίζει τη ζωή. Αν λοιπόν τα διαλυμένα θρεπτικά συστατικά (PO_4^{3-} , NO_3^-) βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα, προφανώς η υδάτινη μάζα είναι υψηλής παραγωγικότητας όσον αφορά τη χλωρίδα και προφανώς όσον αφορά και την πανίδα. Σ' αυτή την περίπτωση το περιβάλλον, θα χαρακτηριστεί ευτροφικό. Ενώ μια άλλη υδάτινη μάζα που έχει χαμηλή παραγωγικότητα, λέγεται ολιγοτροφική.

B) Με τη μέτρηση των συνολικών συγκεντρώσεων των θρεπτικών σε διάφορες θέσεις και διάφορες ώρες του ημερονυκτίου ή μήνες – εποχές, καθορίζονται πρότυπα για τη συγκεκριμένη υδάτινη μάζα. Απότομες αυξήσεις αυτών των προτύπων, παραπέμπουν σε επιβάρυνση του περιβάλλοντος από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Η κλίμακα ευτροφισμού που καταρτίστηκε για τις ελληνικές θάλασσες (Ignatiades et al., 1992, Karydis, 1999, Siokou – Fragou and Pagou, 2000) παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Κλίμακα ευτροφισμού για τις Ελληνικές Θάλασσες

Παράμετρος	Ολιγοτροφική	Χαμηλή Μεσοτροφική	Υψηλή Μεσοτροφική	Ευτροφική
Chl-<i>a</i> (μg/l)	<0,1	0,1 – 0,6	0,6 – 2,21	>2,21
NO₃⁻ (μM)	<0,14	0,14 – 0,15	0,15 – 0,26	>0,26
PO₄³⁻ (μM)	<0,023	0,023 – 0,045	0,045 – 0,22	>0,22

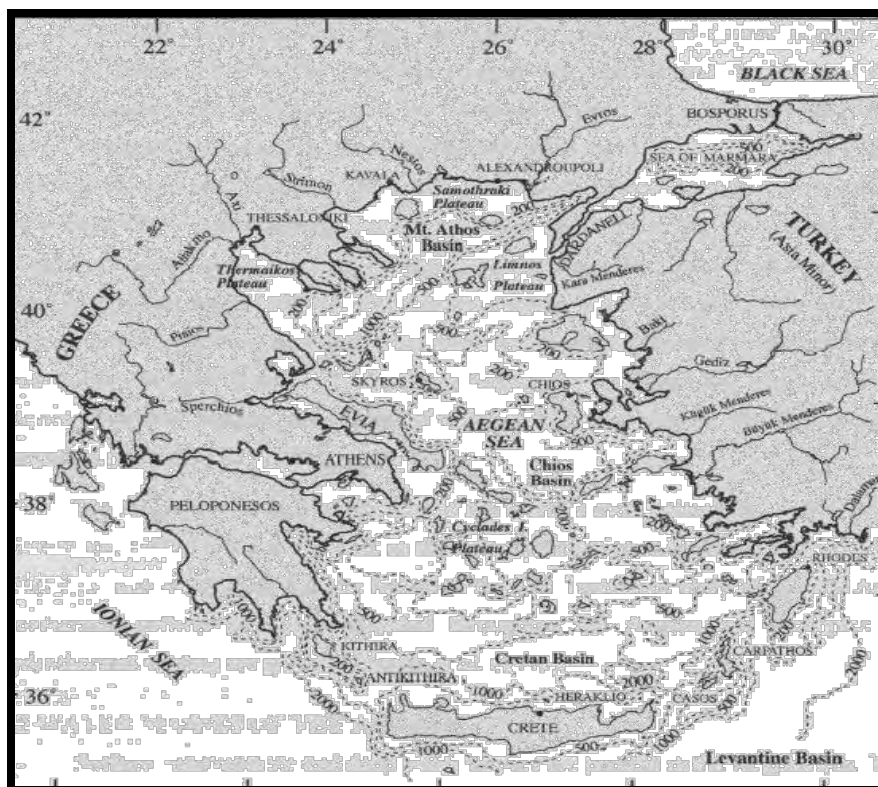
Πηγή: Nikolaidis et al., (2005)

Αν και δεν υπάρχει συγκρισιμότητα μεταξύ των δεικτών επειδή οι περισσότεροι είναι γεωγραφικά περιορισμένοι (στην κλίμακα ενός κόλπου ή μιας εκβολής) γίνεται επιτακτική η εναρμόνιση των κριτηρίων σε μια ωκεάνια κλίμακα, ώστε να στηρίξει τις απαιτούμενες συγκρίσεις για τις τάσεις ευτροφισμού μιας περιοχής. Οι δύο σημαντικότεροι παράμετροι είναι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης – α και της πρωτογενούς παραγωγής, που είναι άμεσα συνδεδεμένοι με την τροφική θέση του θαλάσσιου νερού και αποτελούν ένα χρήσιμο και αξιόπιστο εργαλείο για την απόδοση χαρακτηρισμού στο υδάτινο περιβάλλον όπως ολιγοτροφικό, μεσοτροφικό ή ευτροφικό (Ingratiates, 2005).

2.2.3 Αιγαίο Πέλαγος

Το Αιγαίο πέλαγος είναι μια από τις τέσσερις υπολεκάνες της Ανατολικής Μεσογείου. Η περιοχή που καταλαμβάνει οριοθετείται βόρεια και δυτικά από την Ελληνική ενδοχώρα, ανατολικά από τη Μ. Ασία και βόρεια από την Κρήτη.

Ο συνολικός υδάτινος όγκος του Αιγαίου είναι $8,1 \times 10^{13} \text{ m}^3$ και καλύπτει έκταση $1,8 \times 10^{11} \text{ m}^2$. Το μέσο βάθος του είναι περίπου 450m, είναι δηλαδή μια σχετικά ρηχή θαλάσσια λεκάνη, με εξαιρετικά ανώμαλη τοπογραφία πυθμένα (Εικόνα 2.3) (Velaoras, Lascaratos, 2005). Σε ορισμένες θέσεις υπάρχουν βάθη μέχρι 1.300 m περίπου, όπως βορείως των Σποράδων και βορείως της Ικαρίας. Η συνολική έκταση της υφαλοκρηπίδας είναι μικρή, σχετικά εκτεταμένη υπάρχει στις ακτές της Θράκης, στις Κυκλάδες, στα Δωδεκάνησα, μεταξύ Ικαρίας και Σάμου και στους περισσότερους κόλπους (Στρυμωνικός, Θερμαϊκός, Β. και Ν. Ευβοϊκός, Παγασητικός, Σαρωνικός) (Ι.Ζαφειρόπουλος, 1973) Το Αιγαίο πέλαγος χωρίζεται σε δυο μεγάλες υπολεκάνες, που εμφανίζουν διαφορετικά υδρολογικά χαρακτηριστικά, λόγω των επιδράσεων από τη Μαύρη Θάλασσα και τη Θάλασσα της Λεβαντίνης.



Πηγή: Hart V.(2000)

Εικόνα 2.3: Χάρτης Αιγαίου Πελάγους

Η μια λεκάνη είναι το Βόρειο – Κεντρικό Αιγαίο που εκτείνεται από το βόρειο άκρο του, ως το σύμπλεγμα των Κυκλάδων, ενώ η άλλη είναι το Νότιο Αιγαίο το οποίο εκτείνεται από τις Κυκλάδες ως την Κρήτη. Αυτές οι δυο υπολεκάνες είναι απομονωμένες κάτω από τα 350 m και γι' αυτό δεν χαρακτηρίζονται από άμεσες ανταλλαγές υδάτινων μαζών στα βαθύτερα στρώματα.

Η ιδιαιτερότητα του Βορείου Αιγαίου οφείλεται στην εισροή μεγάλων υδάτινων ποσοτήτων με υφάλμυρα χαρακτηριστικά (~30‰) από τη Μαύρη Θάλασσα, οι οποίες διατάσσονται λόγω χαμηλότερης πυκνότητας στο ανώτερο επιφανειακό στρώμα της υδάτινης στήλης (Theocharis & Georgopoulos, 1993). Η αλληλεπίδραση των διαφορετικών υδάτινων μαζών σε συνδυασμό με ποτάμιες και ανθρωπογενείς εισροές, κυρίως στο βόρειο και δυτικό τμήμα του, διαμορφώνουν μια πολύπλοκη υδροδυναμική ετερογένεια, που όμως τελικά ενσωματώνεται στην ευρύτερη **κυκλωνική κυκλοφορία** που χαρακτηρίζει συνολικά το Αιγαίο Πέλαγος (Stergiou, 1997).

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στο Αιγαίο αναδεικνύουν τον **ολιγοτροφικό χαρακτήρα** του, αφού τα θρεπτικά του άλατα είναι 12 φορές λιγότερα από του Ατλαντικού και 3 φορές λιγότερα του Ιονίου και της Λεβαντίνης. Οι μέσες τιμές συγκέντρωσης θρεπτικών συστατικών στην ανοικτή θάλασσα, που αποτελούν τιμές αναφοράς για τη μελέτη των επιβαρυσμένων παράκτιων περιοχών, εκφρασμένες σε μM παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.2

Πίνακας 2.2: Τιμές αναφοράς συγκεντρώσεων θρεπτικών για ανοικτές Ελληνικές Θάλασσες.

PO_4^{3-} : 0,12	NO_2^- : 0,16	NH_4^+ : 0,36
SiO_4^{4-} : 1,22	NO_3^- : 0,42	(Friligos, 1988)

Το Βόρειο Αιγαίο αποτελεί το πιο εύτροφο τμήμα, λόγω επιρροών από τη Μαύρη Θάλασσα, οι οποίες συχνά δημιουργούν ένα αντίστροφο θερμοκλινές (ψυχρότερα ύδατα στην επιφάνεια – θερμότερα στα κατώτερα στρώματα), που δεν επιτρέπει την πλήρη ανάμειξη της υδάτινης στήλης, όπως συμβαίνει στο Νότιο Αιγαίο. Στο Αιγαίο Πέλαγος, έχει βρεθεί πως τα παράκτια τουλάχιστον οικοσυστήματα, κυριαρχούνται από διάτομα κατά τις περιόδους του χειμώνα και της άνοιξης (Gotsis-Skretas 1990), ενώ μερικές φορές και καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου (Gotsis et al 1990, Pagou 1991). Αντίθετα, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, κυρίαρχοι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί είναι συνήθως τα δινομαστιγωτά (Gotsis-Skretas 1990, Gotsis et al, Pagou 1991). Το ίδιο περίπου πρότυπο ισχύει και για την ανοιχτή θάλασσα (Pagou & Gotsis-Skretas 1989).

Η επίδραση των νερών της Μαύρης Θάλασσας στο βορρά εντείνεται κατά την ανοιξιάτικη άνθηση του φυτοπλαγκτού, παρουσιάζοντας χαρακτηριστικά όπως, χλωροφύλλη και πρωτογενή παραγωγικότητα, βασισμένη κυρίως στο πικοπλαγκτό (Ψαρρά και συν. 2003).

Έτσι το Βόρειο – Δυτικό Αιγαίο είναι η περιοχή με τις υψηλότερες μέσες συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών, την υψηλότερη πρωτογενή και δευτερογενή παραγωγή και ορισμένες φορές με τοπικές ανθήσεις φυκών που συνδέονται σποραδικά με συνθήκες υποξίας ή ανοξίας (εξάντληση του οξυγόνου) και σπανιότερα με ανθήσεις τοξικών φυκών.

2.2.4 Το φαινόμενο του ευτροφισμού σε παράκτιες περιοχές Δ. Αιγαίου πελάγους

Το Αιγαίο πέλαγος και γενικότερα η λεκάνη της Ανατολικής Μεσογείου έχει γίνει αντικείμενο μελέτης από πολλούς ερευνητές, εξ' αιτίας του ολιγοτροφικού χαρακτήρα του, αφού οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών της Μεσογείου, μειώνονται από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Ωστόσο σε κάποιες συγκεκριμένες παράκτιες περιοχές και ιδίως κλειστούς κόλπους, λόγω πληθυσμιακής ανάπτυξης μεγάλου αριθμού αστικών κέντρων στις ακτές και εξ' αιτίας της επιλογής της θάλασσας σαν αποδέκτη λυμάτων και αποβλήτων, εμφανίζονται ευτροφικά φαινόμενα. Η προσπάθεια να γίνουν αυτά κατανοητά, εστιάζεται σε συλλογή πληροφοριών για την επίδραση του εμπλουτισμού του θαλάσσιου νερού σε θρεπτικά, όπως βέβαια και στη δομή και στη δυναμική των βιοκοινωνιών.

Στο πλαίσιο αυτού του σκοπού, στην παρούσα εργασία μελετώνται οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών, πυριτικών και αζωτούχων αλάτων, η αναλογία ΣΝ/ΣΡ, καθώς και οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου, και της χλωροφύλλης –α, για συγκεκριμένες παράκτιες περιοχές και ιδίως κλειστούς κόλπους, με ιδιαίτερη βαρύτητα όσον αφορά την περιοχή μελέτης στους:

- Σαρωνικό κόλπο – κόλπο Ελευσίνας
- Θερμαϊκό κόλπο – κόλπο Θεσσαλονίκης
- Παγασητικό κόλπο

- Β.Ευβοϊκό – Μαλιακό κόλπο και Ν. Ευβοϊκό κόλπο

Στα οικοσυστήματα αυτά, εξ' αιτίας εμπλουτισμού που υφίστανται σε θρεπτικά συστατικά, παρατηρήθηκαν τα τελευταία χρόνια, φαινόμενα εμφάνισης ευτροφικών συνθηκών με ολοένα αυξανόμενη ένταση και συχνότητα, με αποτέλεσμα να οδηγούνται τελικά σε συνεχή υποβάθμιση.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων και άλλων τοξικών ουσιών στην παράκτια ζώνη, προέρχονται από:

- Θρεπτικά συστατικά που παράγονται στις παράκτιες περιοχές, προερχόμενα από μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων, καθώς και από βιομηχανικές, οικιστικές και γεωργικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται εκεί.
- Θρεπτικά συστατικά που παράγονται στην ενδοχώρα και μεταφέρονται στην παράκτια ζώνη, μέσω του επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου (χείμαρροι, ποτάμια, επιφανειακές απορροές)

Οι ανησυχητικές διαστάσεις των φαινομένων αυτών, με παράλληλες αναφορές που δείχνουν αύξηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών συστατικών στα νερά των παράκτιων περιοχών του Δ. Αιγαίου Πελάγους, απαιτούν τη συστηματική μελέτη των περιβαλλοντικών διεργασιών και τη λήψη άμεσων διαχειριστικών μέτρων πρόληψης σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα.

Με άξονα την προσέγγιση αυτού του στόχου, στο πλαίσιο αυτής της διατριβής καταγράφεται μια προσπάθεια προσέγγισης του οικολογικού καθεστώτος των προαναφερόμενων περιοχών, είτε με βάση την ανάλυση μετρήσεων περιβαλλοντικών παραμέτρων οι οποίες ήταν διαθέσιμες όπως στην περίπτωση του Σαρωνικού κόλπου, είτε με βάση τις πλέον πρόσφατες βιβλιογραφικές αναφορές, όπως συμβαίνει για όλες τις άλλες θαλάσσιες λεκάνες της ορισθείσας περιοχής μελέτης.

2.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ

2.3.1 Σύνθεση ερευνητικής ομάδας και χρόνος διεξαγωγής της έρευνας

Με την παρούσα εργασία, γίνεται μια προσπάθεια εκτίμησης των αποτελεσμάτων των μετρήσεων των χημικών περιβαλλοντικών παραμέτρων, που έχουν σχέση με τους θαλάσσιους οργανισμούς και οι οποίες πραγματοποιήθηκαν από το ΕΚΘΕ στο πλαίσιο των ωκεανογραφικών ερευνητικών εργασιών του Σαρωνικού κόλπου, χρηματοδοτούμενες από το ΥΠΕΧΩΔΕ 99/31-01-1989

Το πρόγραμμα αυτό, εκπονούμενο από την ερευνητική ομάδα του ΕΚΘΕ και τη σύμπραξη των:

Εργαστηρίου Πλαγκτού (Ι.Σιώκου – Φράγκου, Κ.Πάγκου)

Εργαστηρίου Βένθους (Α. Ζενέτου, Π.Παναγιωτίδης, Ν.Σύμπουρα)

Τομέα Φυσικής Ωκεανογραφίας (Σ. Χριστιανίδης)

Τομέα Χημικής Ωκεανογραφίας (Ν. Φριλίγκος)

τιτλοδοτούνταν ως εξής:

«Καταγραφή βιολογικών παραμέτρων Σαρωνικού κόλπου» και έλαβε χώρα στις εξής δυο φάσεις:

α) κατά τη χρονική περίοδο από τον Απρίλιο του 1989 έως και το Μάρτιο του 1990 δηλαδή κατά τη λειτουργία του Κ.Α.Α. Κερατσινίου. Η έρευνα αυτή απετέλεσε συνέχεια αντίστοιχου προγράμματος που έγινε σε ανάλογη χρονική περίοδο στη διάρκεια των ετών 1987 – 1988, με σκοπό τη συλλογή στοιχείων ως προς την κατάσταση του θαλάσσιου οικοσυστήματος του Σαρωνικού κόλπου, πριν από τη μεταφορά του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού στην Ψυττάλεια.

β) κατά τη χρονική περίοδο από το Μάιο του 1998 έως και το Μάιο του 1999 δηλαδή κατά τη λειτουργία της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αποβλήτων στο Κ.Ε.Λ.Ψ.

2.3.2 Σταθμοί και αποστολές δειγματοληψίας

Ο διαμερισμός του κόλπου έγινε σε χωρικά τμήματα, ακολουθώντας την κατεύθυνση προηγούμενων ερευνών (Φριλίγκος, 1981), σύμφωνα με τις οποίες ο Σαρωνικός χωρίζεται σε επί μέρους περιοχές, που παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους, ως προς τη συμπεριφορά των θαλασσιών μαζών που εμπεριέχονται σ' αυτές. Οι δειγματοληψίες για την εκτίμηση των βιολογικών και φυσικοχημικών παραμέτρων που συμπεριλήφθηκαν στο πρόγραμμα, έγιναν σε μηνιαία, τρίμηνη ή εξάμηνη βάση, με το Ω/Σ «ΑΙΓΑΙΟ», σε σταθμούς δειγματοληψίας που επιλέχθηκαν με την πιο κάτω κατανομή:

α) Για την πρώτη φάση (χρ.περίοδος 04/1989 έως 03/ 1990) (Εικόνα 2.4):



Πηγή: Google Earth, επεξεργασία εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 2.4: Σταθμοί Δειγματοληψίας χρ.περιόδου 04/1989 έως 03/ 1990

- Σταθμός ΣΑΡ 1 (ανά μήνα) στον **κόλπο Ελευσίνας**
 - Σταθμοί ΣΑΡ 2, ΣΑΡ 3, ΣΑΡ 4, ΣΑΡ 5 ΚΑΙ ΣΑΡ 10 (ανά μήνα) στον **Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο**
 - Σταθμοί ΣΑΡ 8 ΚΑΙ ΣΑΡ 9 (ανά εξάμηνο)στη **Δυτική λεκάνη** του Σαρωνικού κόλπου
 - Σταθμός ΣΑΡ 6 (ανά εξάμηνο)στον **Εξωτερικό Σαρωνικό** κόλπο
- Σημειώνεται στο σημείο αυτό, ότι οι τριμηνιαίες δειγματοληψίες λαμβάνονταν τους μήνες Ιούνιο και Μάρτιο που σηματοδοτούν το τέλος της εαρινής και χειμερινής αντίστοιχα εποχής, σύμφωνα με τα πρότυπα της Φυσικής Ωκεανογραφίας.
- β) Για τη δεύτερη φάση (χρ.περίοδος 05/1998 έως 05/ 1999)(Εικόνα 2.5):



Πηγή: Google Earth, επεξεργασία εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 2.5: Σταθμοί Δειγματοληψίας χρ.περιόδου 05/1998 έως 05/ 1999

- Σταθμοί S1και S2 (ανά μήνα) στον κόλπο Ελευσίνας
- Σταθμοί S3 S7 S11 S13 και S16 (ανά μήνα, εκτός του Σεπτεμβρίου 1998)

Σταθμοί S8, S12 και S18 (ανά εξάμηνο)

Σταθμοί (γύρω από τον S7 της Ψυττάλειας) B1, B2, B4, B5, B6, P1, P13, P15, P18, P21 και P29 (ανά τρίμηνο) στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο

- Σταθμοί S6 και S20 (ανά μήνα εκτός του Σεπτεμβρίου 1998)
- Σταθμοί S4, S5, S9, S10 και S25 (ανά εξάμηνο) στη Δυτική λεκάνη του Σαρωνικού κόλπου
- Σταθμός S21 (ανά εξάμηνο) στον εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο

Όπου οι τριμηνιαίες δειγματοληψίες λαμβάνονταν τους μήνες Ιούνιο, Αύγουστο, Δεκέμβριο και Φεβρουάριο ενώ οι εξαμηνιαίες τους Αύγουστο (ανάπτυξη θερμοκλινούς) και Φεβρουάριο (πλήρης ανάμειξη της υδάτινης στήλης εκτός της Δυτικής λεκάνης του κόλπου).

2.3.3 Σκοπός και επί μέρους στόχοι της ερευνητικής εργασίας στο Σαρωνικό κόλπο

Σκοπός του ερευνητικής μελέτης είναι η εκτίμηση των αποτελεσμάτων μετρήσεων θρεπτικών συστατικών διαλελυμένου οξυγόνου και χλωροφύλλης περιόδου: Απρίλιος 1989 έως και Μάρτιος 1990, δηλαδή κατά τη λειτουργία του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού (Κ.Α.Α.) Κερατσινίου, και αντιπαραβολή τους με αντίστοιχα που προκύπτουν από την επεξεργασία μετρήσεων μετά τη λειτουργία του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων (Κ.Ε.Λ.) Ψυττάλειας, (από το 1994 εφαρμόζεται πρωτογενής επεξεργασία), περιόδου: Μάιος 1998 έως και Μάιος 1999, με σκοπό την επισήμανση σχετικών μεταβολών στο οικοσύστημα και τελικό στόχο την επισκόπηση και αξιολόγηση της υφιστάμενης τροφικής κατάστασης στο Σαρωνικό κόλπο.

Σαν επί μέρους στόχοι, μπορεί να θεωρηθεί η ανάλυση παραγόντων που προσδιορίζουν το οικολογικό καθεστώς στον κόλπο όπως:

- Συγκριτική μελέτη των μετρούμενων τιμών για τις επί μέρους περιοχές του κόλπου, με τις τιμές αναφοράς τις ισχύουσες για το Αιγαίο και την κλίμακα ευτροφισμού που έχει καθοριστεί για τις ελληνικές θάλασσες.

- Υπολογισμός του λόγου Redfield με βάση τη συνολική ποσότητα θρεπτικών σε κάθε υποπεριοχή με στόχο την επισήμανση του περιοριστικού παράγοντα στην ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού.
- Ανάλυση της χωρικής μεταβολής των συγκεντρώσεων, για ορισμένο σύνολο δειγμάτων και όσον αφορά το είδος των θρεπτικών αλλά και την περίοδο δειγματοληψίας για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο.

Για την καλύτερη προσέγγιση του οικολογικού καθεστώτος του Σαρωνικού κόλπου, όπως ήδη αναφέρθηκε, η περιοχή μελέτης διαιρέθηκε σε τέσσερις επί μέρους περιοχές:

τον κόλπο της Ελευσίνας

τον Εσωτερικό Σαρωνικό

τη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού

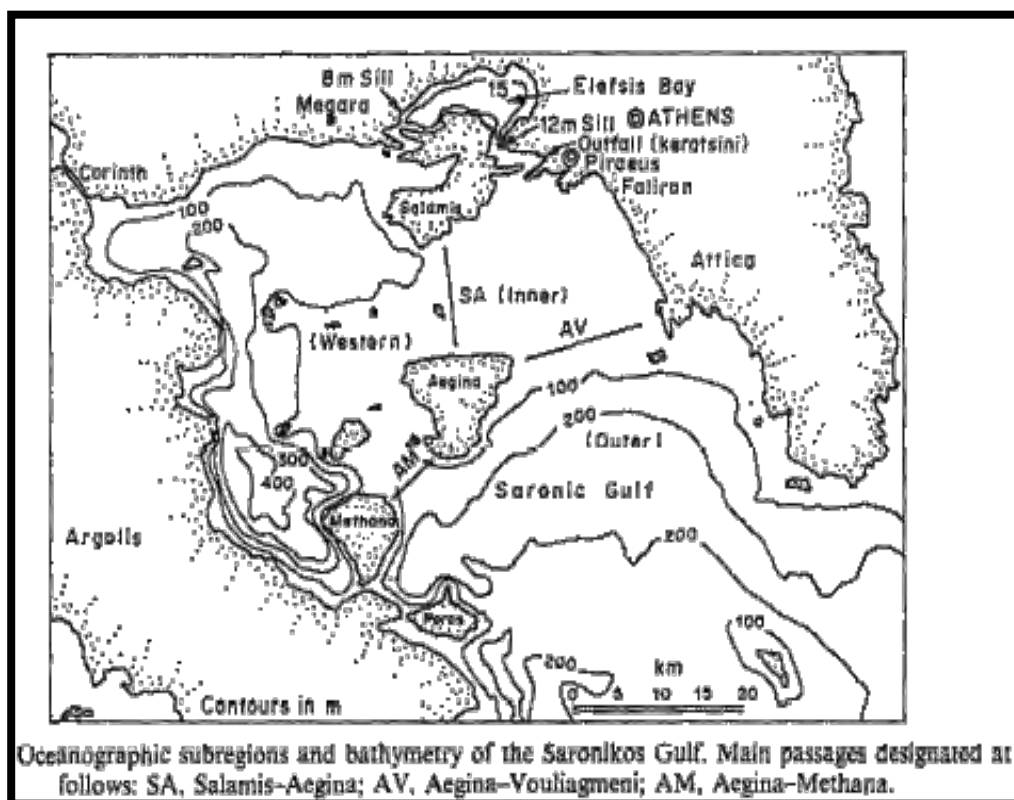
και τον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο, βάση των γενικότερων υδροδυναμικών

διαφορών τους (Πίνακας 2.3).

Πίνακας 2.3: Οριζόντια και κάθετη διαμέριση του Σαρωνικού κόλπου και οι αντίστοιχοι υδάτινοι όγκοι

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-10m) $V=984 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-40m) $V=15382 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)
ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (10-28m) $V=298 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (40-104m) $V=12040 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)

Πηγή: Friligos, (1982)



Πηγή: Friligos (1982)

Εικόνα 2.6 : Βαθυμετρικός χάρτης Σαρωνικού κόλπου (Θέση Κ.Α.Α. Κερατσινίου)

Η υδάτινη στήλη διαμερίζεται σε ανώτερο και κατώτερο στρώμα για τα οποία αναφέρονται και οι αντίστοιχοι όγκοι του νερού, εκτός του Εξωτερικού κόλπου, (Εικόνα 2.6) σύμφωνα με παλαιότερες βιβλιογραφικές αναφορές (Φριλίγκος 1981, 1982 και 1983).

2.3.4 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και λαμβανόμενα μέτρα

Ο Σαρωνικός κόλπος προκάλεσε από πολύ νωρίς το επιστημονικό ενδιαφέρον, και αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση πολλών ημίκλειστων θαλασσών της Μεσογείου, αφού αντιπροσωπεύει εξαιρετικά το φαινόμενο της υποβάθμισης, σαν αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης, με εμφανή τα αποτελέσματα του ευτροφισμού, σε ένα φυσικά ολιγοτροφικό θαλάσσιο περιβάλλον. Σημαντικότερες επιπτώσεις στην οικολογική τους κατάσταση υφίστανται οι βιοκοινωνίες της Ψυττάλειας, του Κερατσινίου, του κόλπου της Ελευσίνας και της Δυτικής Λεκάνης, κοντά στη νήσο Σαλαμίνα (ΠΕΡΠΙΑ, 2005). Οι ταχείες αλλαγές του οικοσυστήματος οφείλονται στη

διάθεση σ' αυτό αρχικά μη κατεργασμένων, βιομηχανικών αποβλήτων (κόλπος Ελευσίνας) και αστικών λυμάτων των περιοχών Αθήνας – Πειραιά (Κ.Α.Α. Κερατσινίου, επιφανειακή εκβολή) (Ν.Φριλίγκος, 1983), στη βιομηχανική ανάπτυξη κατά μήκος των ακτών της Αττικής και του ανατολικού κυρίως τμήματος του κόλπου της Ελευσίνας και στις δραστηριότητες στο λιμάνι του Πειραιά.

Συνοψίζοντας, τα αίτια υποβάθμισης του συστήματος επιγραμματικά είναι:

- Μη επεξεργασμένα μέχρι πρόσφατα αστικά λύματα (ΚΑΑ Κερατσινίου 1994)
- Βιομηχανικά απόβλητα (1000 εγκαταστάσεων) στον κόλπο Ελευσίνας
- Εμπορικό λιμάνι – Ναυπηγεία – Παροπλισμένα πλοία
- Δυλιστήρια – Δεξαμενές πετρελαίου
- Αγροτικά απόβλητα που απορρέουν μέσω ρεμάτων (Αγ.Γεωργίου) μεταξύ Ελευσίνας – Σαλαμίνας
- Στραγγίσματα χωματερής Άνω Λιοσίων.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση πιθανών εξελίξεων και τάσεων επαναφοράς προς την αρχική ολιγοτροφική κατάσταση του οικοσυστήματος του Σαρωνικού, ύστερα από μια σειρά μέτρων που ελήφθησαν από την Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ), με σημαντικότερο όλων που αποτελεί σημείο καμπής για το οικολογικό καθεστώς του κόλπου, την έναρξη λειτουργίας του Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας (εκβολή σε βάθος 60 m) (Εικόνα 2.7).

Τα μέτρα που λαμβάνονται είναι:

- Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων
 - Μηχανική επεξεργασία (Ακροκέραμος)(Εικόνα 2.8)
 - Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (ΚΕΛΨ) 720.000 m³ /d (Β/θμια επεξεργασία 2004)
 - Σύστημα αγωγών εκβολής (κατόπιν επεξεργασίας) της λυματολάσπης
- Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων Μεταμόρφωσης (Κ.Ε.Λ.Μ.)(Β/θμια επεξεργασία 1986)
- 8.000 m³ /d βοθρολυμάτων μέσω βυτιοφόρων

- 13.000 m³ /d αστικών λυμάτων Β. Προαστίων που κατόπιν χλωρίωσης οδηγούνται στον αποδέκτη μέσω του Κηφισού

Μετά την εφαρμογή των μέτρων, οι προοπτικές είναι ευοίωνες, αν και τις περισσότερες φορές οι διαδικασίες υποβάθμισης είναι αναστρέψιμες με πολύ αργούς ρυθμούς. Ωστόσο ο Σαρωνικός έχει ήδη αποδείξει ότι διαθέτει σε κάποιο βαθμό μηχανισμούς αυτοάμυνας, καθώς είναι βαθύς ανοικτός κόλπος και διαπερνιέται από ρεύματα.

2.3.5 Η λειτουργία του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (Κ.Ε.Λ.Ψ.)



Πηγή: Φωτογραφικό υλικό Ε.Υ.Δ.Α.Π. (2007)

Εικόνα 2.7 Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας

Το Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας (Εικόνα 2.7) άρχισε να λειτουργεί το Νοέμβριο του 1994 και υποδέχεται λύματα των πολεοδομικών συγκροτημάτων Αθήνας – Πειραιά (περίπου 720.000 m³

ημερησίως) τα οποία αφού υποστούν την αναγκαία προεπεξεργασία στον Ακροκέραμο, για την απομάκρυνση των μεγάλου μεγέθους σωματιδίων (>200 μm) σε 6 αεριζόμενους θαλάμους (Εικόνα 2.8), με σύστημα ελέγχου των οσμών, οδηγούνται στη νήσο Ψυττάλεια με υποθαλάσσιους αγωγούς, όπου και υποβάλλονται σε πρωτοβάθμια καθίζηση σε έξι αεριζόμενες δεξαμενές με την οποία επιταχύνεται η απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου των λυμάτων σε ποσοστό 35 % περίπου (Ι. Σιώκου – Φράγκου 2004). Στη συνέχεια, μετά την καθίζηση ακολουθεί απόρριψη του επεξεργασμένου λύματος μέσω συστήματος αγωγών εκβολής μήκους 4 km, στον αποδέκτη σε βάθος 60 m., από θέση η οποία τα κατευθύνει κάτω από το θερμοπυκνο κλινές κατά την περίοδο στρωμάτωσης και στο επιφανειακό στρώμα τους υπόλοιπους μήνες. Βέβαια από το Δεκέμβριο 2004 άρχισε να λειτουργεί και το έργο



Πηγή: Φωτογραφικό υλικό Ε.Υ.Δ.Α.Π. (2007)
Εικόνα 2.8 Εγκαταστάσεις Ακροκεράμου

της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων, όπου σε επίπεδο σχεδιασμού έως το 2020 προβλέπεται να απομακρύνεται ρυπαντικό φορτίο σε ποσοστό 93% περίπου, με απομάκρυνση αζώτου 70 – 80 % (νιτροποίηση – απονιτροποίηση) και μερική απομάκρυνση φωσφόρου, γεγονός που αναμένεται να ανατρέψει το υφιστάμενο οικολογικό καθεστώς στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο. Η δεύτερη φάση της συγκεκριμένης εργασίας η οποία ως γνωστό αναφέρεται σε δειγματοληψίες που έγιναν το χρονικό διάστημα από το Μάιο του 1998 έως και το Μάιο του 1999 ανάγεται στην περίοδο της λειτουργίας της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας λυμάτων στο Κ.Ε.Λ.

2.3.6 Φυσικά Υδρολογικά χαρακτηριστικά και Δυναμική του Σαρωνικού κόλπου

Ο Σαρωνικός κόλπος είναι ο πιο γνωστός, από την αρχαιότητα ακόμη, ελληνικός κόλπος, στις ακτές του οποίου αναπτύχθηκαν ιστορικές πόλεις, όπως η Αθήνα και η Ελευσίνα, και τόποι λατρείας, όπως το Σούνιο και η Επίδαυρος. Πήρε την ονομασία του από τον μυθικό βασιλιά της Τροιζήνας, Σάρωνα.

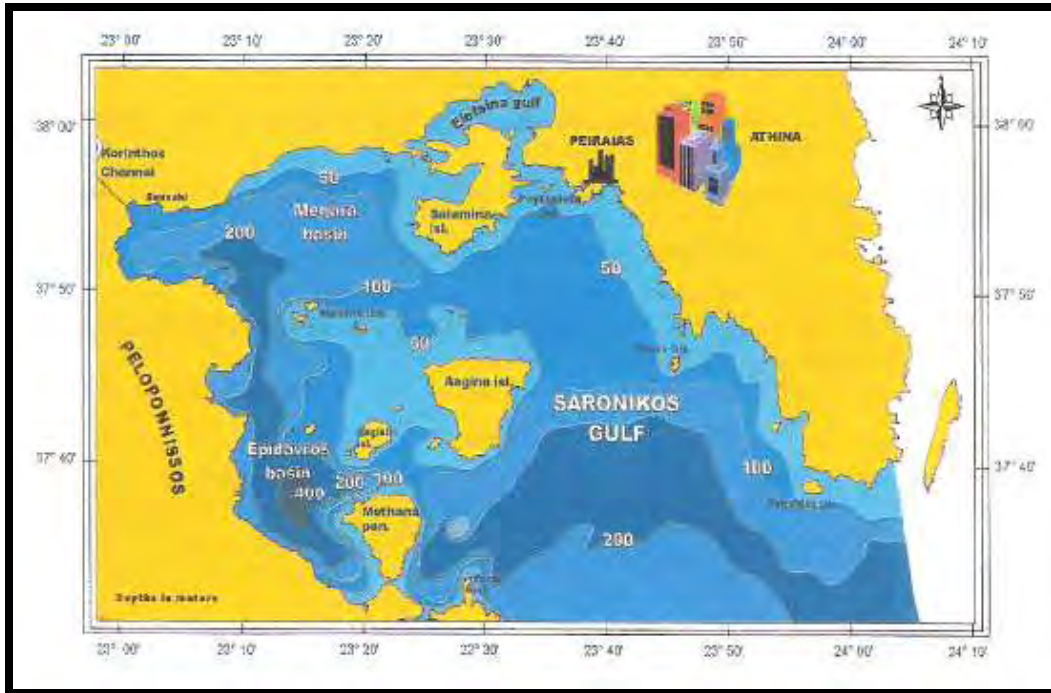
Ο Σαρωνικός κόλπος, σχηματίζεται από τις δυτικές ακτές της Αττικής, τις ακτές της Μεγαρίδας και τις ανατολικές ακτές της Κορινθίας και της Αργολίδας. Αποτελεί εγκόλπωση του Αιγαίου Πελάγους και οροθετείται από την νοητή γραμμή που ενώνει το ακρωτήριο Σούνιο και το ακρωτήριο Σκύλλαιο της Τροιζηνίας. Στο Σαρωνικό υπάρχουν τρία μεγάλα νησιά, η Αίγινα, η Σαλαμίνα και ο Πόρος, καθώς και πολλά μικρότερα, κυριότερα από τα οποία είναι το Αγκίστρι, το Γαϊδουρονήσι, οι Φλέβες, η Κυρά, οι Λαγούσες και οι Διαπόριες Νήσοι.

Ο Σαρωνικός κόλπος σχηματίστηκε από καταβύθιση που έλαβε χώρα κατά το Κατώτερο Τεταρτογενές. Από γεωτεκτονική άποψη αποτελεί την βορειοδυτική απόληξη του ενεργού ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου. Περισσότερα από 200 μικρά και μεγάλα ρήγματα, έχουν χαρτογραφηθεί στον Σαρωνικό Κόλπο και σχεδόν όλα είναι ενεργά, συνεχίζοντας να αποτελούν παράγοντες διαμόρφωσης του Κόλπου. Την πολυτάραχη τεκτονική ιστορία της περιοχής, μαρτυρούν τόσο η ύπαρξη πολλών νησιών και νησίδων, όσο και η εκδήλωση ηφαιστειότητας σε διάφορα σημεία της (Μέθανα, Σουσάκι, Αίγινα, Σαλαμίνα).

Οι ακτές του Σαρωνικού, παρουσιάζουν έντονο οριζόντιο και κατακόρυφο διαμελισμό. Οι βορειοανατολικές ακτές του είναι στο μεγαλύτερο τμήμα τους ομαλές και έχουν σχηματιστεί από ποταμοθαλάσσιες αποθέσεις. Σ' αυτές τις ακτές περιλαμβάνονται και οι εκβολές του Κηφισού και του Ιλισσού, ενώ γενικά, δεν υπάρχουν σημαντικοί ποταμοί που να εκβάλλουν στο Σαρωνικό και οι βροχοπτώσεις είναι μικρής διάρκειας, κυρίως κατά τη χειμερινή περίοδο (Μπαρμπετσέας, Παπαγεωργίου, 1997).

Ο Σαρωνικός, ένας ημίκλειστος κόλπος επιφάνειας 2.500 km² παρουσιάζει δυο τμήματα που χωρίζονται μεταξύ τους από το νησί της Αίγινας, το Ανατολικό τμήμα με βάθη 70 – 90 m στα βόρεια και έως 200 m στο νότιο τμήμα του που δικαιολογημένα αποτελούν τον Εσωτερικό και Εξωτερικό Σαρωνικό αντίστοιχα και τη Δυτική Λεκάνη με βάθη 130 – 450m. Στα βόρεια πάνω από το νησί της Σαλαμίνας, βρίσκεται ο κόλπος της Ελευσίνας, βάθους περίπου 30 m, που συνδέεται με το Σαρωνικό κόλπο μέσω δυο στενών, ρηχών καναλιών του Κερατσινίου ανατολικά και των Μεγάρων δυτικά (Εικόνα 2.9).

Όσον αφορά την **υδρολογική συμπεριφορά** των υδάτων, παρατηρούνται εποχικές αλλαγές της θερμοκρασίας της υδάτινης στήλης, που οφείλονται στη θέρμανση του επιφανειακού στρώματος από το Μάιο έως τον Αύγουστο και κατόπιν



Πηγή: Παναγιωτίδης Π. (2007)

Εικόνα 2.9: Μορφολογία και βαθυμετρία Σαρωνικού κόλπου

την ψύξη του, ακολουθώντας τον ετήσιο κλιματολογικό κύκλο. Με τον τρόπο αυτό, ευνοείται η ανάμειξη της υδάτινης στήλης κατά τη χειμερινή περίοδο, και η στρωματοποίησή της τη θερινή, λόγω ανάπτυξης θερμοκλινούς, με εξαίρεση τις βαθύτερες περιοχές της Δυτικής λεκάνης. Η θερμοκρασία είναι ο καθοριστικός παράγοντας στη διαμόρφωση της ισχυρής στρωμάτωσης στο Σαρωνικό (Μπαρμπετσέας, 1997). Ωστόσο η είσοδος των νερών του oligοτροφικού Αιγαίου, κατά τους πρώτους θερινούς μήνες, επιδρά ανασταλτικά στη δημιουργία αυτού του θερμοκλινούς καθυστερώντας την εμφάνισή του, μέχρι το μήνα Αύγουστο. Κατόπιν η περίοδος από το Δεκέμβριο έως τον Απρίλιο χαρακτηρίζεται από συρρίκνωση και καταστροφή του, που συνοδεύεται από ισχυρή ομογενοποίηση του ανώτερου τουλάχιστο στρώματος (μέχρι βάθος 100m), τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο. Στα βαθύτερα στρώματα η θερμοκρασία δεν ξεπερνά το κατώτατο όριο των 13⁰ C (Hopkins, 1974, Λασκαράτος, 1988).

Εφόσον λοιπόν, κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, παρατηρείται πλήρης κατακόρυφη ανάμειξη σε όλη τη στήλη (πλην του κόλπου της Επιδάουρου στη Δυτική

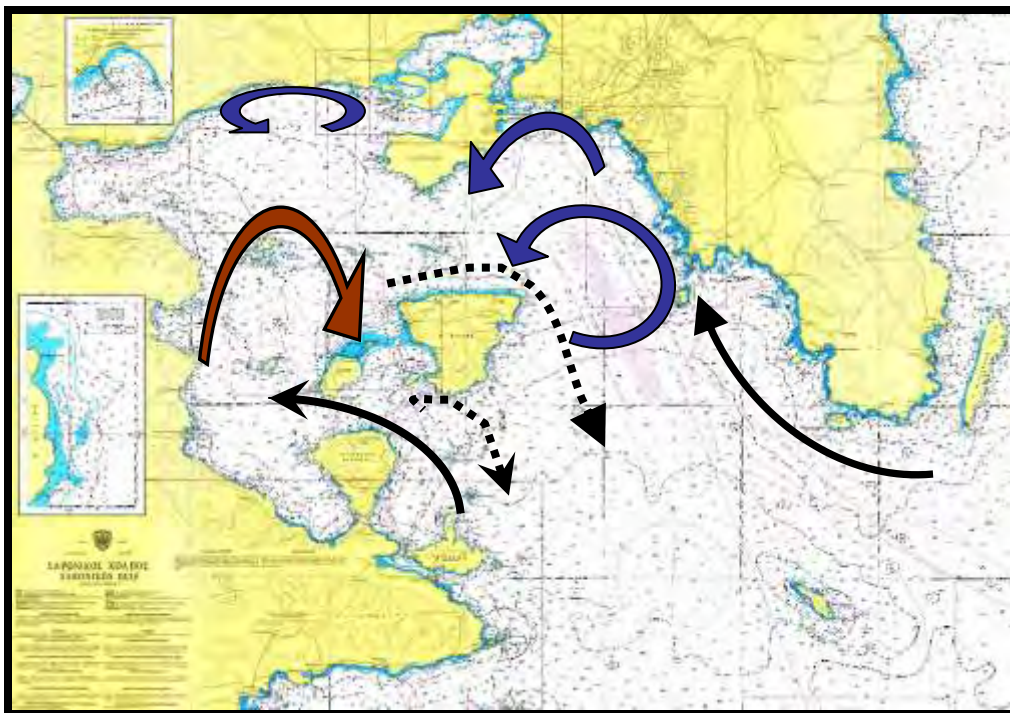
Λεκάνη, λόγω του μεγάλου βάθους), η κατακόρυφη αυτή ομοιογένεια, σε συνδυασμό με τις σχετικά μικρές διαφορές στην πυκνότητα σε οριζόντια κλίμακα, διευκολύνουν την κίνηση των θαλασσιών μαζών του κόλπου, σαν αποτέλεσμα είτε της επίδρασης του ανέμου, είτε της γενικότερης κυκλοφορίας των νερών του Αιγαίου, και λιγότερο λόγω επιδράσεων από βαρομετρικές μεταβολές της ατμόσφαιρας και παλιρροϊκές κινήσεις (T.S. Hopkins, 1975). Αλλά και πέραν αυτού, οι σχετικά υψηλές πυκνότητες των νερών του Σαρωνικού, σε συνδυασμό με την τοπογραφία της περιοχής, επιτρέπουν στα βαρύτερα νερά του κόλπου να ολισθαίνουν προς το Αιγαίο, με αποτέλεσμα να είναι αρκετά υψηλός ο βαθμός ανανέωσης των υδάτων του κόλπου, εξ' αιτίας της ίδιας της φύσης του νερού.

Η **κυκλοφορία** στο ανώτερο υδάτινο στρώμα, άμεσα εξαρτημένη από την παρουσία ανεμογενών ρευμάτων (επικράτηση βορείων ή μεταβλητών ανέμων) επιβάλλει δυο συστήματα κυκλοφορίας (Hopkins, Coachman, 1975).

Η κυκλοφορία στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο (Εικόνα 2.10) είναι κυκλωνική και παρουσιάζει μικρότερης έντασης χαρακτηριστικά συγκριτικά με τα αντίστοιχα της Δυτικής λεκάνης. Η πιο πιθανή εκδοχή είναι να αναπτύσσονται δυο κυκλωνικοί σχηματισμοί εκ των οποίων ο ένας καταλαμβάνει το κεντρικό και νότιο τμήμα, ενώ ο δεύτερος το βόρειο εκτεινόμενος ανατολικά της Σαλαμίνας και νότια της Ψυττάλειας. Γενικά με βόρειους ανέμους στον Εσωτερικό Σαρωνικό εμφανίζεται κυκλωνική κυκλοφορία σε όλη τη διάρκεια του έτους (Hopkins, 1975). Πιο ειδικά με επικράτηση βορείων ανέμων επικρατεί ένας κεντρικός κυκλωνικός στρόβιλος, ενώ κατά τη θερινή περίοδο με την επίδραση των ετησίων ανέμων (στο Σαρωνικό εμφανίζονται σα βορειοανατολικοί άνεμοι), παρατηρείται αντικυκλωνική κυκλοφορία, η οποία επιβάλλεται και τη χειμερινή περίοδο κάτω από την επίδραση νοτίων ανέμων. Στα βαθύτερα στρώματα της υδάτινης στήλης (βάθη μεγαλύτερα των 40 m), η κυκλωνική κυκλοφορία σταδιακά περιορίζεται και αντιστοιχεί ο αντικυκλώνας (Μπαρμπετσέας

Σ., Παπαγεωργίου Ε., 1997). Ο συνδυασμός των πιο πάνω συστημάτων έχει σαν αποτέλεσμα ολιγοτροφικά νερά από το Αιγαίο στο ανώτερο στρώμα, να εισέρχονται από τα ανατολικά και μέσω του χώρου Ψυττάλειας – Σαλαμίνας - Αίγινας, να συμπαρασύρουν τα λύματα απομακρύνοντάς τα με κατεύθυνση νοτιοανατολική.

Η κυκλοφορία των θαλασσιών μαζών της Δυτικής λεκάνης του Σαρωνικού κόλπου, στο επιφανειακό στρώμα και πάνω από το θερμοκλινές, είναι αντικυκλωνική. Το νερό εισάγεται από τη δίοδο Μεθάνων – Αίγινας και ρέει προς τα βόρεια κοντά στη δυτική ακτή και προς τα νότια, κοντά στην περιοχή της δίοδου Σαλαμίνας – Αίγινας. Η κυκλοφορία κάτω από το θερμοκλινές, εμφανίζεται αντίστροφη απ'ότι πάνω απ'αυτό. Το νερό κινείται κυκλωνακά και ένα μέρος του εξέρχεται από τη δίοδο Αίγινας – Μεθάνων, δεδομένου ότι η μορφολογία του πυθμένα δυτικά της Αίγινας, με βάθη που δεν ξεπερνούν τα 50 m, το εμποδίζει να κινηθεί σε κλειστή τροχιά.



Πηγή: Αντίγραφο αποσπάσματος. ναυτ. χάρτη Υ.Υ.Π.Ν., Επεξεργασία Εργαστήριο Ωκεανογραφίας(2007)

Εικόνα 2.10: Απόσπασμα από ναυτιλιακό χάρτη Σαρωνικού κόλπου με την κυκλοφορία του ανώτερου υδάτινου στρώματος

Οι ετήσιες μεταβολές των φυσικών παραμέτρων του Σαρωνικού κόλπου, είναι σταθερές και επαναλαμβανόμενες. Έτσι εκτός από τη θερμοκρασία και η αλατότητα

παρουσιάζει μικρές μεταβολές κατά τη διάρκεια του έτους, αφού επηρεάζεται κύρια από τις εισερχόμενες θαλάσσιες μάζες του Αιγαίου. Υψηλότερες τιμές παρατηρούνται κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ παρατηρούνται ελάττωση τους κατά την εαρινή περίοδο και αυξητικές τάσεις περί τα τέλη του καλοκαιριού.

Στη θαλάσσια μάζα της Δυτικής λεκάνης δεν παρατηρείται ομογενοποίηση των υδάτων της στήλης, ούτε καν το μήνα Φεβρουάριο, λόγω υπάρξεως θερμοκλινούς μεταξύ 110 και 150 m. Σε πρόσφατες μελέτες εποχιακής βάσης, όπου επιχειρήθηκε η σύνδεση της θερμοκρασίας και της αλατότητας, παρατηρήθηκε ότι στα ύδατα της Δυτικής λεκάνης, κάτω του βάθους των 200 m οι τιμές των δυο προαναφερόμενων παραμέτρων, κυμαίνονται σε πολύ στενά όρια. Αυτό ενισχύει την άποψη ότι σε μεγαλύτερα αυτών των βαθών, τα νερά είναι σχεδόν μη ανανεώσιμα.

Ο χρόνος ανανέωσης των υδάτων του ανατολικού τμήματος του Σαρωνικού κόλπου είναι περίπου ένας μήνας, ενώ για τη Δυτική λεκάνη, όπου η κυκλοφορία των υδάτων είναι πολύ βραδύτερη, υπερβαίνει τους δυο μήνες και κάτω του βάθους των 200 m τα ύδατα είναι σχεδόν σταθερά (Μπαρμπετσέας Σ., Παπαγεωργίου Ε., 1997).

Ο **κόλπος της Ελευσίνας** αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση λόγω της ιδιομορφίας του. Χάρη στο μικρό του βάθος (μέγιστο 33 m), επιτυγχάνεται γρήγορη ανάμειξη της υδάτινης στήλης κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ το καλοκαίρι παρατηρείται ισχυρό θερμοκλινές, με πλήρη κατακόρυφη ανάμειξη των νερών έως τα 20 m περίπου, στα δε βαθύτερα στρώματα, παρατηρούνται ανοξικά φαινόμενα, μιας και οι μάζες αυτές δεν μπορούν να διαφύγουν, αλλά ούτε και να αναμειχθούν με τα υπερκείμενα στρώματα. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζουν στον κόλπο της Ελευσίνας, οι σχετικά χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας και αλατότητας, που επικρατούν στα βαθύτερα στρώματα όλες τις εποχές του έτους, οι οποίες δικαιολογούνται από τη συμβολή στη διαμόρφωσή τους, υπόγειων νερών που αναβλύζουν στον κόλπο.

2.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΚΟΛΠΟΥΣ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ

Ο ευτροφισμός, η υπέρμετρη αύξηση θρεπτικών συστατικών που οδηγεί σε υπερβολική ανάπτυξη ορισμένων ειδών σε βάρος άλλων και σε βάρος τελικά της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, είναι συνηθισμένο φαινόμενο σε ημί-κλειστους κόλπους και λιμάνια στη μελετώμενη περιοχή, εξαιτίας κυρίως των απορρίψεων γειτονικών παράκτιων πόλεων. Ανεπεξέργαστα ή μερικώς επεξεργασμένα λύματα περιέχουν σημαντικές ποσότητες από θρεπτικά υλικά, αλλά ορισμένες φορές και από βαρέα μέταλλα και άλλους ρύπους. Ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν και επιδρούν στο παράκτιο θαλάσσιο περιβάλλον οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, έχει άμεση σχέση με τον όγκο του φορτίου επιβάρυνσης, αλλά και με την ικανότητα της θάλασσας να διαλύει και να διαχέει τους ρύπους.

Σε μια προσπάθεια αξιολόγησης του υφιστάμενου καθεστώτος στην παράκτια ζώνη του Δυτικού Αιγαίου πελάγους, όπου έχει εμφανιστεί οικιστική ανάπτυξη, εξετάζονται κόλποι που εντάσσονται στην περιοχή ενδιαφέροντος της μελέτης, οι οποίοι συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον της επιστημονικής έρευνας, λόγω φαινομένων ή ανάπτυξης τάσεων προς ευτροφικές καταστάσεις.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν πρόσφατες επίσημες αναφορές που έγιναν στη διεθνή βιβλιογραφία, σχετικές με υδρογραφικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά σε κόλπους που συγκεντρώνουν το ερευνητικό ενδιαφέρον.

2.4.1 ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

2.4.1.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Ο Θερμαϊκός κόλπος βρίσκεται στο Βορειοδυτικό τμήμα του Αιγαίου πελάγους, περιορίζεται προς τα ανατολικά από τη χερσόνησο της Κασσάνδρας, προς τα δυτικά

από τα παράλια του Νομού Πιερίας, ενώ προς τα βόρεια καταλήγει μέσω του κόλπου και στη συνέχεια του όρμου της Θεσσαλονίκης, στο ομώνυμο λιμάνι. Προς τα νότια υπάρχει η μοναδική επικοινωνία του κόλπου με το Αιγαίο. Πήρε το όνομά του από την αρχαία πόλη της Θέρμης, η οποία βρισκόταν στο μυχό του κόλπου από τον 6^ο π.Χ. αι. και ήταν μια από τις πόλεις που συνοικίστηκαν από τον Κάσσανδρο, όταν ίδρυσε τη Θεσσαλονίκη.



Πηγή: Αντίγραφο αποσπάσματος. ναυτ. χάρτη Υ.Υ.Π.Ν.(2007)
Εικόνα 2.11: Λιμάνι Θεσσαλονίκης

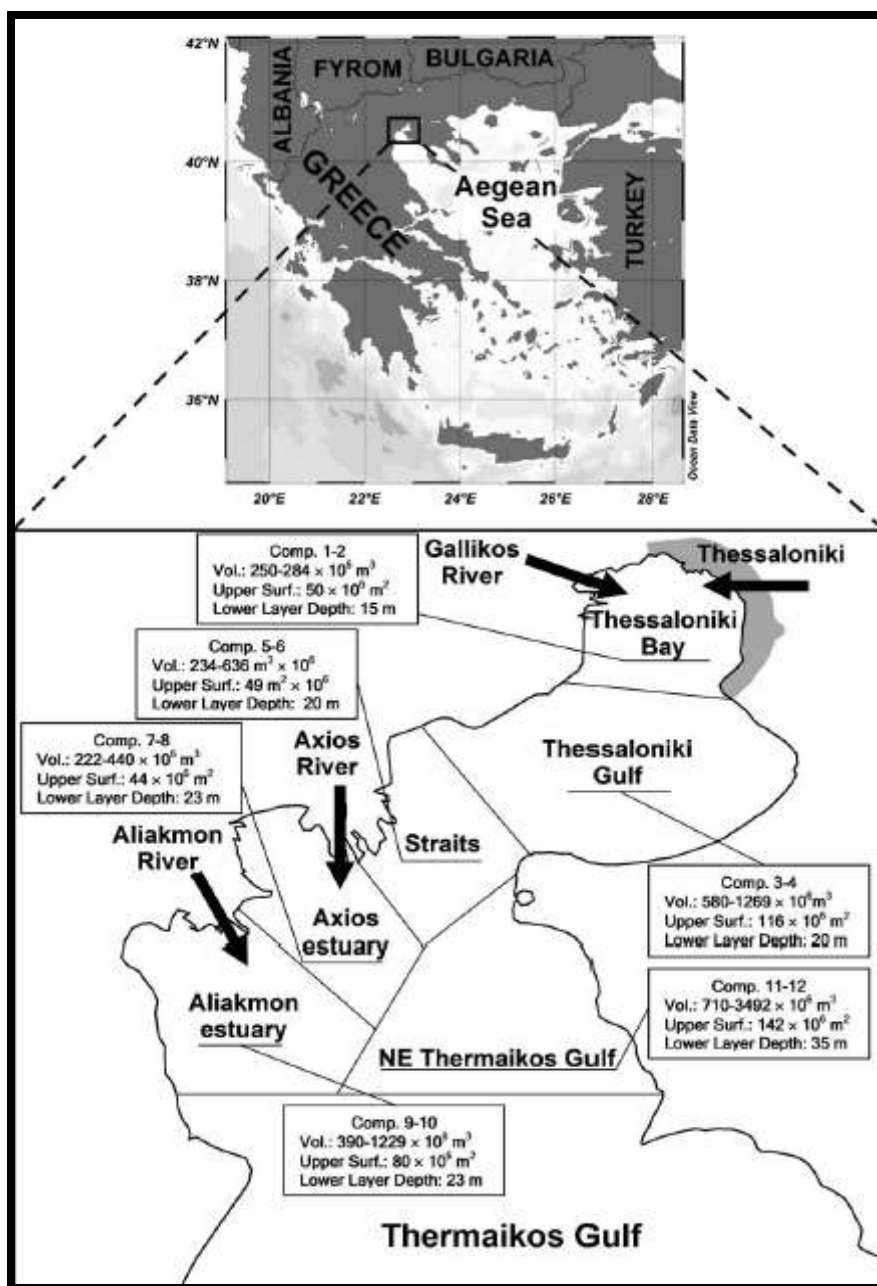
Ο Θερμαϊκός κόλπος, είναι ο σημαντικότερος κόλπος στη βόρεια Ελλάδα, λόγω του φυσικού λιμανιού της πόλης της Θεσσαλονίκης (Εικόνα 2.11). Οι ανθρωπογενείς πιέσεις στην περιοχή, που μεταφράζονται σε αστικά

λύματα αποχέτευσης από την πόλη Θεσσαλονίκης (πληθυσμός μεγαλύτερος του 1.200.000 κατοίκων), σε αποστραγγίσεις αγροτικών εκμεταλλεύσεων και σε απαλλαγές βιομηχανικών εγκαταστάσεων, μέσω των εκβολών των ποταμών Αξιού, Αλιάκμονα, Λουδία και Γαλλικού (Εικόνα 2.12), στον κόλπο της Θεσσαλονίκης, καθιστούν το Θερμαϊκό κόλπο μια από τις περισσότερο επιβαρυνμένες παράκτιες περιοχές στην Ελλάδα.

2.4.1.2 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και έλεγχος αποβλήτων

Ο Θερμαϊκός κόλπος δέχεται μη ή εν μέρει επεξεργασμένα, μέχρι πρόσφατα λύματα από τις παρακείμενες αστικές περιοχές, καθώς βιομηχανικά και γεωργικά απόβλητα που εκβράζονται μέσω των ποταμών, ενώ αποτελεί πεδίο εκτεταμένων μυδοκαλλιεργειών. Αυτές οι ταυτόχρονες δραστηριότητες έχουν δημιουργήσει ένα

διαταραγμένο θαλάσσιο περιβάλλον με σημαντικό πρόβλημα αυτό του θρεπτικού εμπλουτισμού και του επακόλουθου ευτροφισμού. Ο όγκος των αποβλήτων που τελικά καταλήγει στον αποδέκτη προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως το δίκτυο αποχέτευσης της πόλης, τα βιομηχανικά απόβλητα περισσότερων από 250 βιομηχανικών μονάδων, που στραγγίζουν κυρίως μέσω του Γαλλικού ποταμού και τα γεωργικά απόβλητα που περιέχουν λιπάσματα και φυτοφάρμακα ετήσιου φορτίου 70.000 tn, που στραγγίζονται από τις παρακείμενες λεκάνες απορροής στη θάλασσα.



Πηγή: Nikolaidis et al., (2006)

Εικόνα 2.12: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Σαρωνικού κόλπου

Η ρυπαντική απαλλαγή υπολογίζεται ως 150.000 m³ λυμάτων αποχέτευσης ανά ημέρα και 60.000 m³ βιομηχανικών αποβλήτων ανά ημέρα. Λόγω της συνεχούς απαλλαγής όλων αυτών των ρύπων στο Θερμαϊκό, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών ουσιών έχουν αυξηθεί. Το φαινόμενο είναι σαφώς εντονότερο στον κόλπο της Θεσσαλονίκης και ο συνδυασμός της αύξησης των θρεπτικών με τα μικρά βάθη της περιοχής και τις εμφανιζόμενες εποχιακά συνθήκες έλλειψης οξυγόνου ειδικά κοντά στον πυθμένα της θάλασσας, έχει σαν αποτέλεσμα μερικά είδη ψαριών και άλλων θαλάσσιων οργανισμών, να έχουν σχεδόν εξαφανιστεί. Η κατάσταση είναι εντονότερη στο δυτικό μέρος του κόλπου, όπου βρίσκεται η βιομηχανική ζώνη της Θεσσαλονίκης.

Ένα σημαντικό πρόγραμμα επεξεργασίας απόβλητων που δημιουργήθηκε τα τελευταία χρόνια, έφθασε πλέον στην ολοκλήρωση, και η λειτουργία του στην πλήρη αποδοτικότητα του αναμένεται να βελτιώσει αρκετά την ποιότητα του νερού.

Στη θαλάσσια περιοχή έξω από τον κόλπο Θεσσαλονίκης η ρύπανση είναι, ευτυχώς, σημαντικά χαμηλότερη, ενώ η ποιότητα νερού βελτιώνεται αρκετά καθώς μετακινείται κανείς προς την ανοικτή θάλασσα, γεγονός πολύ σημαντικό για την τουριστική ανάπτυξη της περιοχής.

Συνοψίζοντας οι αιτίες υποβάθμισης της θαλάσσιας περιοχής του Θερμαϊκού κόλπου ανάγονται σε:

- Μη επεξεργασμένα μέχρι πρόσφατα αστικά λύματα (πάνω από 1.200.000 κάτοικοι)
- Βιομηχανικά απόβλητα (περίπου 250 βιομηχανικές μονάδες που αποστραγγίζουν μέσω του Γαλλικού ποταμού)
- Εμπορικό λιμάνι. Δεξαμενές πετρελαιοειδών
- Απόβλητα γεωργικών δραστηριοτήτων, μέσω των εκβολών των ποταμών
- Αλιεία, εκτεταμένες μυδοκαλλιέργειες (Χαλάστρα) και τουριστικές δραστηριότητες κατά μήκος της ακτογραμμής

Το πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης θεωρείται η δεύτερη σε μέγεθος βιομηχανική περιοχή της χώρας, με ποικίλου αντικειμένου μεγάλες βιομηχανικές μονάδες που αποδίδουν στο περιβάλλον επιβαρυνόμενα υγρά απόβλητα. Τα μερικώς και κατά περίπτωση, επεξεργασμένα απόβλητα όλων των βιομηχανιών, πλην αυτών που βρίσκονται στη ΒΙ.ΠΕ.Θ., όπως και τα υγρά λύματα του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης, οδηγούνται μέσω του δικτύου αποχέτευσης στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Θεσσαλονίκης (Ε.Ε.Λ.Θ.), η οποία δέχεται καθημερινά περί τα 150-160.000 m³ λύματα, ενώ οι δυνατότητές της φτάνουν τα 296.000 m³ ημερησίως. Τα απόβλητα των βιομηχανιών της ΒΙΠΕΘ, οδηγούνται στη Μονάδα Κατεργασίας Αποβλήτων (ΜΚΑ), η οποία δέχεται περίπου 10.000 m³ ημερησίως για επεξεργασία και στη συνέχεια καταλήγουν κι αυτά, όπως και οι εκροές της ΕΕΛΘ, στον τελικό αποδέκτη, δηλαδή τη θάλασσα.

Στη Θεσσαλονίκη σήμερα λειτουργούν τρεις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων, στη Σίνδο, στη Μηχανιώνα και στην ΒΙ.ΠΕ.Θ. στις οποίες γίνεται η επεξεργασία του συνόλου των αστικών λυμάτων του πολεοδομικού συγκροτήματος, των τουριστικών περιοχών και των αποβλήτων της ΒΙ.ΠΕ.Θ.

Το Μάιο του 2000 ξεκίνησε η συγκέντρωση και η δευτεροβάθμια επεξεργασία



Πηγή: Φωτογραφικό αρχείο Ε.Υ.Α.Θ.(2007)

Εικόνα 2.13: Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων Θεσσαλονίκης (ΕΕΛΘ)

των λυμάτων της Θεσσαλονίκης στη Σίνδο (Εικόνα 2.13), παρέχοντας αντιρρυπαντική προστασία στο δυτικό τμήμα του Θερμαϊκού Κόλπου ενώ η

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Τουριστικών Περιοχών, στη Νέα Μηχανιώνα είχε αρχίσει τη λειτουργία της από το 1997.

2.4.1.3 Φυσικά και Υδρολογικά χαρακτηριστικά του Θερμαϊκού κόλπου

Ο Θερμαϊκός είναι ένας ημίκλειστος ρηχός κόλπος έκτασης 5100 Km² και μέσου βάθους 50 m. Βόρεια βρίσκεται ο κόλπος της Θεσσαλονίκης ο οποίος είναι μια ημίκλειστη αβαθής θαλάσσια λεκάνη, έκτασης 300 Km² και μέγιστου βάθους 30 m. που επικοινωνεί με το υπόλοιπο του Θερμαϊκού κόλπου μέσω ενός στενού στο νότιο άκρο, μήκους 19 km περίπου (Karageorgis et al, 2005). Στα βορειοανατολικό μέρος του κόλπου βρίσκεται η πόλη Θεσσαλονίκης, δυτικά, υπάρχει ο υγρότοπος των ποταμών Αξιού - Λουδία - Αλιάκμονα, που προστατεύεται από τη Συνθήκη Ramsar, και επηρεάζει σημαντικά την υδρογραφία και τη θαλάσσια ζωή στην περιοχή.

Η κυκλοφορία των υδάτων στο Θερμαϊκό κόλπο είναι περίπλοκη λόγω των έντονων πυκνομετρικών βαθμίδων που δημιουργούνται από τη διάθεση των γλυκών ποτάμιων νερών, την έντονη ηλιοφάνεια και τους εκάστοτε ισχυρούς ανέμους. Ακριβώς γι' αυτό το λόγο έχει γίνει αντικείμενο αρκετών ερευνητικών μελετών που εξετάζουν την υδροδυναμική συμπεριφορά και την κυκλοφορία των νερών του κόλπου. Μια περιεκτική ανάλυση των αποτελεσμάτων πολλών εργασιών που προηγήθηκαν (Hyder et al, 2002 από Nikolaidis, 2006), προσδιορίζει δύο χωριστά σχέδια κυκλοφορίας, ενός κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ενός άλλου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, υπάρχει ισχυρό σύστημα κυκλοφορίας με πλήρη ανάμειξη της υδάτινης στήλης, λόγω της αυξανόμενης ροής ποταμών (εστουάρες) και των ισχυρών βόρειων ανέμων. Κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, παρατηρείται εισβολή νερών χαμηλότερης θερμοκρασίας και υψηλότερης αλατότητας από το Αιγαίο, ανάπτυξη θερμοκλινούς με έντονη αλατική στρωμάτωση και κυκλωνική κυκλοφορία των υδάτων με είσοδο από

το ανατολικό ή κεντρικό τμήμα του κόλπου και έξοδο από το δυτικό , λόγω των μεταβλητών ανέμων που επικρατούν (Nikolaidis et al, 2006).

Οι ταχύτητες κυκλοφορίας των υδάτων είναι μικρές, ειδικά στην περιοχή που οροθετείται ο κόλπος της Θεσσαλονίκης είναι εξαιρετικά χαμηλές, γεγονός που περιορίζει την ανανέωση του ύδατος μέσω ανταλλαγής υδάτινων μαζών με το Αιγαίο στο νότιο άκρο. Ο μέσος χρόνος ανανέωσης 90-160 ημέρες, ενώ στον κόλπο Θεσσαλονίκης ο χρόνος ανανέωσης είναι 3 ημέρες.

Δεδομένου ότι η διασπορά των ρύπων είναι ο κυρίαρχος μηχανισμός αραίωσης, ειδικά στον κόλπο της Θεσσαλονίκης, η συγκέντρωση των ρύπων είναι μεγαλύτερη στο δυτικό μέρος του Θερμαϊκού κόλπου, ενώ είναι σημαντικά χαμηλότερη έξω από την ημίκλειστη περιοχή της λεκάνης του. Ευτυχώς, οι χαμηλές ταχύτητες ρευμάτων, σε συνδυασμό με τις όχι πολύ υψηλές τιμές των συντελεστών διασποράς, συμβάλλουν στην αργή διάδοση του μετώπου ρύπανσης πέρα από το όριο του Θερμαϊκού (Nikolaidis et al, 2006). Έτσι η σχετικά χαμηλή ρύπανση έξω από τον κόλπο, είναι ευνοϊκή για την τουριστική ανάπτυξη της περιοχής.

2.4.2 ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

2.4.2.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Ο Παγασητικός κόλπος είναι ένας ημίκλειστος κόλπος στο Δυτικό Αιγαίο Πέλαγος στην κεντρική Ελλάδα, στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας. Το γεωμορφολογικό σχήμα της περιοχής, είναι τέτοιο ώστε να διαμορφώνεται μια από τις μεγαλύτερες κλειστές θαλάσσιες λεκάνες της χώρας, περικλειόμενη από τους ορεινούς όγκους του Χαλκοδόνιου όρους (Βόρεια), των βουνών της Γιούρας (δυτικά), της Όθρυος (νοτιοδυτικά) και του Πηλίου (ανατολικά – νοτιοανατολικά). Πήρε το όνομά του από την αρχαία πόλη των Παγασών η οποία ήταν κτισμένη σε ένα μικρό



Πηγή: Αντίγραφο αποσπάσματος. ναυτ. χάρτη Υ.Υ.Π.Ν. (2007)

Εικόνα 2.14: Λιμάνι του Βόλου

κόλπου (Εικόνα 2.14).

λόφο τα Πευκάκια, στις δυτικές ακτές του μυχού του Παγασητικού, απέναντι της κεντρικής παραλίας της σημερινής πόλης του Βόλου που είναι και το σημαντικότερο λιμάνι του

Ο Παγασητικός κόλπος συγκεντρώνει στην παράκτια ζώνη, ένα πλούσιο σύνολο αστικών, βιομηχανικών, γεωργικών εμπορικών και τουριστικών δραστηριοτήτων που έφεραν σαν αποτέλεσμα την επιβάρυνση του οικοσυστήματος του Παγασητικού κόλπου με σημαντικές ποσότητες ρυπαντών, όπως αστικά λύματα, βιομηχανικά και αγροτικά απόβλητα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Ήταν λοιπόν επιτακτική η ανάγκη της συλλογής των απαραίτητων στοιχείων για τη λήψη μέτρων που σκοπό θα είχαν την περιβαλλοντική διαχείριση της περιοχής.

Έτσι για τη μελέτη του Παγασητικού κόλπου έχει παραχθεί ένας μεγάλος αριθμός εργασιών από το 1975 και εντεύθεν, που δίνουν σαφή δεδομένα για την υφιστάμενη κατάσταση της περιοχής, καθότι το οικοσύστημα παρουσιάζει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον, ενώ παράλληλα έχει ανάγκη εμπειρισματομένων προτάσεων διαχείρισης.

2.4.2.2 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και έλεγχος αποβλήτων

Λόγω των σημαντικών ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, η ευρύτερη περιοχή του θαλάσσιου οικοσυστήματος του Παγασητικού κόλπου, δέχεται επιδράσεις τόσο σε περιοδική όσο και σε μόνιμη βάση. Η απόρριψη αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων από την περιοχή του Βόλου, συνδυάζεται με τις αγροτικές εκροές των καλλιεργειών (Εικόνα 2.15). Στο βόρειο τμήμα του, βρίσκονται το



Πηγή: G. Petihakis et al. (2005)

Εικόνα 2.15: Παρασητικός κόλπος και ανθρωπογενείς επιδράσεις

παράκτιοι οικισμοί, αγροτικές και κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις). Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '60 η περιοχή χαρακτηρίστηκε από έκρηξη πληθυσμών, επέκταση της βιομηχανοποίησης και εντατικοποίηση και εκβιομηχάνιση της γεωργίας, τα οποία έφεραν σαν αποτέλεσμα την επιβάρυνση του οικοσυστήματος του Παρασητικού κόλπου με σημαντικές ποσότητες ρυπαντών όπως αστικά λύματα και βιομηχανικά και αγροτικά απόβλητα, πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Τότε ελήφθησαν δυο σημαντικές αποφάσεις για την περιβαλλοντική διαχείριση της περιοχής και τη διαμόρφωση της κατάστασης του Παρασητικού. Από τη μια ήταν η δημιουργία εγκαταστάσεων πρωτογενούς συνεπεξεργασίας αστικών λυμάτων και προεπεξεργασμένων βιομηχανικών αποβλήτων, η οποία ολοκληρώθηκε το 1998 με την κατασκευή βαθμίδας βιολογικής επεξεργασίας και ταυτόχρονη απομάκρυνση του αζώτου. Και από την άλλη η αποξήρανση της λίμνης Κάρλας με παράλληλη σύνδεση της με τον Παρασητικό μέσω σήραγγας, που περιοδικά διοχετεύει από το 1988 και κατόπιν, υδάτινες μάζες μέσω του χειμάρρου Ξηριά, προερχόμενες από το Θεσσαλικό κάμπο που επιβαρύνουν με σημαντικά ρυπαντικά φορτία τον κόλπο. Επιπλέον εξ' αιτίας της εντατικής καλλιέργειας προϊόντων όπως

εμπορικό λιμάνι και η πόλη του Βόλου με πληθυσμό 120.000 κατοίκους η οποία παρουσιάζει έντονη βιομηχανική ανάπτυξη. Στις ακτές του εκατέρωθεν, ο κόλπος συγκεντρώνει ένα σύνολο αστικών, βιομηχανικών, αγροτικών και τουριστικών δραστηριοτήτων, (θαλάσσιες συγκοινωνίες, βιομηχανική περιοχή, ελαιοτριβεία,

βαμβακιού και δημητριακών, μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων πλούσιων σε άζωτο, φωσφόρο και θείο που χρησιμοποιούνται στις γεωργικά εκμεταλλεύσιμες εκτάσεις, περιμετρικά του κόλπου, απορρέουν μέσω ενός δικτύου μικρών χείμαρρων.

Κατά τη διάρκεια του 1982 στον Παγασητικό παρατηρήθηκε έντονο το φαινόμενο της εμφάνισης «ζελατινώδους αφρού» ο οποίος είναι αποτέλεσμα της συσσώρευσης φυτοπλαγκτού, βακτηρίων, απεκκριμάτων ζωοπλαγκτού και αιωρούμενων σωματιδίων, γεγονός που δημιούργησε προβλήματα στην αλιεία και τον τουρισμό. Στα επόμενα χρόνια το φαινόμενο παρουσίασε ύφεση για να επιστρέψει επιτακτικότερα το 1987 και το καλοκαίρι του 1997 σε μεγάλη έκταση περιμετρικά του κόλπου (Kesary et al., 2002). Κυριότερες αιτίες για την εμφάνισή του, είναι η εισροή των θρεπτικών συστατικών από τις προαναφερόμενες πηγές σε συνδυασμό, με το μικρό βάθος του εσωτερικού κόλπου και τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν το καλοκαίρι στην περιοχή (Φριλίγγος, 1987).

Συνοψίζοντας οι αιτίες υποβάθμισης του συστήματος είναι:

- Απότομη αύξηση πληθυσμού (αστικά λύματα πόλης Βόλου και περιφερειακών οικισμών)
- Βιομηχανικά απόβλητα
- Εμπορικό λιμάνι – Δεξαμενές πετρελαιοειδών
- Εκπλύσεις αγροτικών εδαφών και εισροές υδάτων από τη σήραγγα της Κάρλας
- Ανεξέλεγκτη λειτουργία ελαιοτριβείων
- Υπεραλίευση

Η επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων και των αστικών λυμάτων της πόλης του Βόλου έχει φέρει αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της ρύπανσης. Η κατασκευή, η διαχείριση και η λειτουργία αυτού έργου έχει αναληφθεί από τη Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β., ενώ σχεδιάζεται η επέκταση του ώστε να μπορεί να δεχθεί λύματα και όμορων δήμων.

Οι εγκαταστάσεις βρίσκονται στην περιοχή της Μπουρμπουλήθρας, λειτουργούν σε πρωτοβάθμιο επίπεδο επεξεργασίας από το 1987, ολοκληρώθηκαν το 1998 με την κατασκευή της βιολογικής βαθμίδας που έχει τη δυνατότητα εξυπηρέτησης πληθυσμού 135.000 κατοίκων (Εικόνα 2.16).



Πηγή: Φωτογραφικό αρχείο Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.(2007)

Εικόνα 2.16:Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων Βόλου (Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.)

Οι εγκαταστάσεις, μπορούν να δεχτούν 32.000 m^3 αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα ημερησίως, να τα επεξεργαστούν, ώστε να συγκρατήσουν σ' ένα ποσοστό μεγαλύτερο του 90% το ρυπαντικό φορτίο, που περιέχεται σ' αυτά και παράλληλα να αξιοποιούν το παραγόμενο βιοαέριο, για συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, ώστε να καλύπτεται το 100% των αναγκών των εγκαταστάσεων σε θερμική και το 50% σε ηλεκτρική ενέργεια.

Πέρα από την επίτευξη του στόχου, που προφανώς είναι η προστασία του Παγασητικού, η υποδομή που αποκτήθηκε δίνει δυνατότητες για τη συνεχή παρακολούθηση του θαλάσσιου οικοσυστήματος παρακολουθώντας την φυσικοχημική κατάσταση και την ποιότητα του θαλάσσιου περιβάλλοντος του Παγασητικού κόλπου σε συνεργασία με πανεπιστημιακά εργαστήρια και το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.).

Ένα δεύτερο μακρόπνοο έργο που προβλέπεται να ανατρέψει το υπάρχον μοντέλο περιβαλλοντικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων της περιοχής είναι η σφράγιση της σήραγγας της Κάρλας. Πρόκειται για μια απόφαση ειλημμένη από το 1994 για την επαναδημιουργία της λίμνης Κάρλας (ΥΠΕΧΩΔΕ) που εκτός από περιβαλλοντικούς

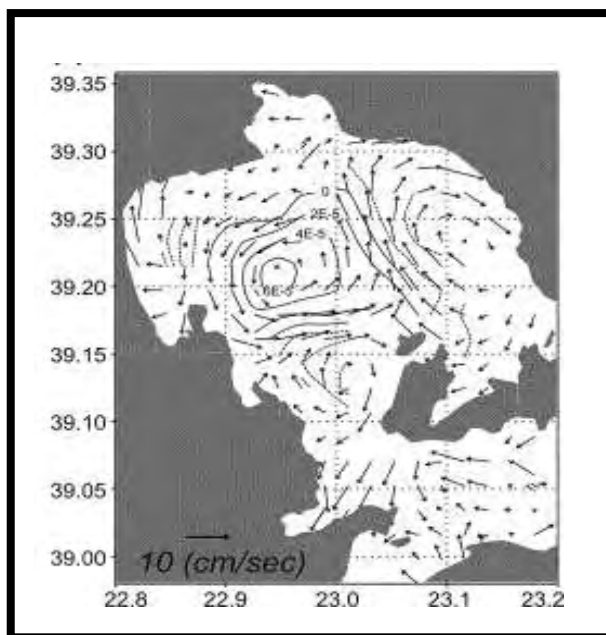
θα εξυπηρετήσει αρδευτικούς – υδρευτικούς και αντιπλημμυρικούς σκοπούς για την ευρύτερη περιοχή.

2.4.2.3 Φυσικά και Υδρολογικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού κόλπου

Ο Παγασητικός κόλπος χαρακτηρίζεται σχετικά αβαθής κόλπος με μέσο βάθος στα 69 m και μέγιστο τα 108 m.. Η συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνει είναι 520 km² ενώ ο μέσος όγκος νερού 36 km³ περίπου. Η ακτογραμμή του παρουσιάζει πολλές εγκοιλώσεις οι μεγαλύτερες από τις οποίες σχηματίζουν τους όρμους Βόλου και Αλμυρού. Επικοινωνεί με το Αιγαίο, μέσω του διαύλου του Τρίκερι με 5,5 km εύρος και 80 m βάθος, που βρίσκεται στην είσοδο του κόλπου, βόρεια της νήσου Εύβοιας. Στο δυτικό και βόρειο τμήμα του εκβάλλουν μικρά ποτάμια και χείμαρροι, τα οποία εξομαλύνουν το ανάγλυφο της ξηράς, με τους σημαντικότερους γύρω από το λιμάνι του βόλου και το ακρωτήριο Αγκίστρι..

Ο κόλπος χωρίζεται στην ανατολική λεκάνη με βάθη μεγαλύτερα των 80 m. και πυθμένα που καλύπτεται με ιζήματα πλούσια σε ιλύ και φτωχά σε άργιλλο και στη δυτική με μικρότερα βάθη και πυθμένα που καλύπτεται από αμμώδες υλικό χερσαίας και βιολογικής προέλευσης (Perissoratis et al, 1988). Γεωμορφολογικά το μέγιστο βάθος του παρατηρείται στο ανατολικό τμήμα, του οποίου η λεκάνη παρουσιάζει έντονο ανάγλυφο με απότομες κλίσεις, ενώ στο δυτικό και βόρειο τμήμα, ο πυθμένας παρουσιάζει ομαλή κλίση. Η πόλη του Βόλου απέχει από την είσοδο του κόλπου 36 km ενώ το μεγαλύτερο άνοιγμα του είναι 36,7 km περίπου.

Το μικροκλίμα της περιοχής ακολουθεί τα γενικά χαρακτηριστικά της λεκάνης της Μεσογείου με την κυριαρχία δύο σημαντικών τύπων ανέμου, αφενός βορειοδυτικούς ανέμους που πνέουν από τον Ιούλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο και εμφάνιση μέγιστων τιμών κατά τη διάρκεια του απογεύματος και ελάχιστων τη νύχτα και αφετέρου νότιους θερμούς και ξηρούς ανέμους. Γενικά οι άνεμοι χαρακτηρίζονται όπως ιδιαίτερα αδύνατοι με συνέπεια το σχηματισμό παρατεταμένου



Πηγή: Petihakis et al, 2004

Εικόνα 2.17: Κυκλοφορία υδάτων στον Παγασητικό κόλπο (06/1999)

θερμοκλινούς, τη θερινή περίοδο (Petihakis et al, 2004). Τα ρεύματα στον Παγασητικό κόλπο έχουν ταχύτητες μικρότερες από 40 cm/s και είναι κυρίως ανεμογενούς προέλευσης, ενώ τα παλιρροϊκά ρεύματα είναι πολύ ασθενή (Balopoulos et al, 1977, από Petihakis, 2004) και (Theoharis & Laskaratos, 1984). Τα επιφανειακά ρεύματα είναι ισχυρότερα στο

ανατολικό σε σχέση με το δυτικό τμήμα του κόλπου, ενώ οι ταχύτητες τους στο πυθμενικό στρώμα είναι μικρότερες απ'ότι στο επιφανειακό. Η ανανέωση των νερών του πυθμένα επιτυγχάνεται με την είσοδο νερών από το Αιγαίο, μέσω του φυσικού διαύλου του Τρίκερι, που είναι αρκετά βαθύ ώστε ο κόλπος να διαφοροποιείται ως προς αυτή τη δυνατότητα σε σχέση με άλλους κλειστούς ελληνικούς κόλπους. Η είσοδος των νερών από το Αιγαίο γίνεται κατά μήκος των ανατολικών ακτών του στομίου, ενώ η έξοδος παρατηρείται στο δυτικό τμήμα. Στα επιφανειακά στρώματα η κυκλοφορία του νερού έχει ακριβώς αντίθετη κατεύθυνση (Balopoulos et al, 1977 από Petihakis, 2004).

Καταληκτικά, αν και η κυκλοφορία στον κόλπο είναι περίπλοκη ελεγχόμενη από πολλούς παράγοντες, συνοπτικά περιγράφεται από ένα σχεδόν σταθερό δίπολο που περιλαμβάνει έναν αντικυκλώνα στον ανατολικό και ένα κυκλώνα στον κεντρικό και δυτικό τομέα του κόλπου που συνοδεύεται από μικρότερους στροβίλους (Εικόνα 2.17). Η παρουσία της κυρίαρχης αντικυκλωνικής κυκλοφορίας είναι μάλλον σημαντική στη λειτουργία οικοσυστήματος, δεδομένου ότι ενεργεί ως μηχανισμός

μεταφορών του οργανικού υλικού στο βένθος και ταυτόχρονα εμποδίζει την ανοδική μετακίνηση των θρεπτικών ουσιών και του διαλυμένου οργανικού άνθρακα. Αντιθέτως, σε μικρότερη κλίμακα, οι υδάτινες μάζες με την κυκλωνική κυκλοφορία, μεταφέρουν τις θρεπτικές ουσίες ύδατος στα ανώτερα στρώματα της υδάτινης στήλης. Ο μέσος χρόνος ανανέωσης των νερών του Παγασητικού κόλπου είναι 105 ημέρες (Petihakis et al, 2004).

2.4.3 ΒΟΡΕΙΟΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

2.4.3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Ο Ευβοϊκός κόλπος (Εικόνα 2.18) εκτείνεται μεταξύ των ανατολικών ακτών της Αττικοβοιωτίας και των δυτικών ακτών της Εύβοιας. Χωρίζεται σε Βόρειο και Νότιο Ευβοϊκό από τα στενά της Αυλίδας και του Ευρίπου, ενός πορθμού με χαρακτηριστικό παλιρροϊκό ρεύμα.

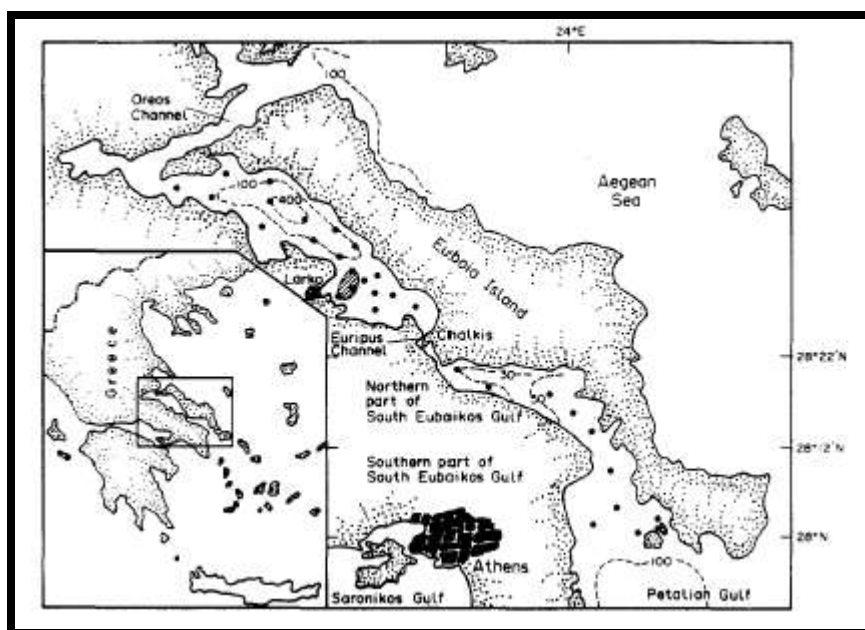


Πηγή: Φωτογραφικό υλικό, Ν.Α. Ευβοίας (2007)

Εικόνα 2.18: Βόρειος και Νότιος Ευβοϊκός κόλπος

Το νότιο τμήμα του Ν. Ευβοϊκού, από τα στενά Αγ. Μαρίνας και νήσου Καβαλλιανής έως τη γραμμή Μακρονήσου – Καρύστου είναι γνωστό και ως κόλπος Πεταλιών. Η επικοινωνία με το Αιγαίο πέλαγος γίνεται στα βόρεια με το διάυλο των Ωραιών – Τρίκερι και στα νότια με τον κόλπο των Πεταλιών.

Ο **Βόρειος Ευβοϊκός** είναι ένας ημίκλειστος κόλπος έκτασης 390 km³, που σχηματίζεται από τις ανατολικές ακτές της Φθιώτιδας και Βοιωτίας και τις δυτικές ακτές της Εύβοιας. Τα βάθη του κόλπου είναι σχετικά μικρά 10-100 m, ενώ διαθέτει μια βαθιά κεντρική λεκάνη με μέγιστο βάθος 430 m. Περιλαμβάνει μικρούς κόλπους όπως Χαλιών, Λάρυμνας, και Αταλάντης και στα βορειοδυτικά του κόλπου η θάλασσα προχωρεί στην πεδιάδα της Φθιώτιδας σχηματίζοντας το Μαλιακό κόλπο. ένα σχετικά ρηχό (μέγιστο βάθος 25m), ημίκλειστο κόλπο όπου εκβάλλει ο Σπερχειός ποταμός. Επικοινωνεί με την ανοικτή θάλασσα μέσω στενών ρηχών περασμάτων όπως του διαύλου των Ωρεών στο βορρά, ενώ στο νότο επικοινωνεί με το Νότιο Ευβοϊκό μέσω των στενών του Ευρίπου. Λιμάνια στο Βόρειο Ευβοϊκό είναι εκείνα της Στυλίδας στο Μαλιακό κόλπο και του Αγίου Κωνσταντίνου (Εικόνα 2.19)



Πηγή: Friligos (1984)

Εικόνα 2.19: Βαθυμετρικός χάρτης Ευβοϊκού κόλπου

Ο **Νότιος Ευβοϊκός** κόλπος χωρίζεται σε δυο υποπεριοχές από το στενό Αγίας Μαρίνας – ν. Καβαλλιανής. Το βορειότερο τμήμα του, ή κυρίως Ν. Ευβοϊκός παρουσιάζει χαρακτηριστικά ημίκλειστης θαλάσσιας περιοχής, ενώ το νοτιότερο δηλαδή ο κόλπος των Πεταλιών, με βάθη μικρότερα των 160 m, είναι ανοικτό στο Αιγαίο πέλαγος και παρουσιάζει χαρακτηριστικά ανοικτής θάλασσας (Λυκούσης & Σουρή, 1984). Ο κόλπος δεν υπόκειται σε σοβαρές ανθρώπινες παρεμβάσεις με εξαίρεση το βορειότερο τμήμα του, όπου βρίσκεται το λιμάνι και η βιομηχανική ζώνη της πόλης της Χαλκίδας, όπως και νοτιότερα στις εκβολές του ποταμού Ασωπού αλλά και στις Βορειοδυτικές – Δυτικές ακτές του, όπου παρατηρείται η αυξανόμενη οικιστική και τουριστική ανάπτυξη της Αττικής χερσονήσου (Scoullou & Dasenakis, 1983).

2.4.3.2 Αίτια υποβάθμισης της περιοχής και έλεγχος αποβλήτων

Ο Ευβοϊκός είναι περιοχή έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας, ιδιαίτερα η δυτική και η βόρεια ακτή του. Οι Β. και Ν. Ευβοϊκός συγκεντρώνουν μεγάλο αριθμό ανθρώπινων δραστηριοτήτων – πόλεις, βιομηχανίες, διάφορες μορφές αλιείας, ιχθυοκαλλιέργειες, τουρισμός, παράκτιες καλλιέργειες – γεγονός που καθιστά πολύπλοκη τη διαχείριση και προστασία της περιοχής. Στην περιοχή δεν υπάρχει τακτική παρακολούθηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος και οι επιστημονικές έρευνες είναι αποσπασματικές.

Ο Ευβοϊκός είναι αποδέκτης λυμάτων και αποβλήτων, λόγω της έντονης οικιστικής, αγροτικής και βιομηχανικής ανάπτυξης των τελευταίων χρόνων, με αποτέλεσμα πολλές παράκτιες περιοχές να έχουν καταστεί προβληματικές όπως ο όρμος Λάρυμνας, εξ' αιτίας της εναπόθεσης σκουριάς στο βυθό από την εκμετάλλευση σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων (ΛΑΡΚΟ), τα λιμάνια Χαλκίδας και

Στυλίδας και οι περιοχές εκβολής του Σπερχειού ποταμού στο Μαλιακό κόλπο και του Ασωπού ποταμού στο Ν. Ευβοϊκό. Επίσης η παράκτια ζώνη της Ανατολικής-Νοτιοανατολικής Αττικής και ο ευρύτερος Ν. Ευβοϊκός κόλπος παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον αφού λόγω της μεγάλης οικιστικής ανάπτυξης και της έντονης τουριστικής κίνησης επιβαρύνεται κυρίως κατά μήκος των παραλίων της Αττικής.

Επιστάμενες μελέτες (ΕΛΚΕΘΕ) που αφορούν τις επιπτώσεις στην περιοχή από τη μεταλλευτική δραστηριότητα της ΛΑΡΚΟ, ανέφεραν ότι υπάρχει σημαντικό υποθαλάσσιο απόθεμα σκουριάς, καθώς ότι περισσεύει από τη μεταλλευτική δραστηριότητα των σιδηρονικελιούχων, απορρίπτεται με χρήση πλοιαρίων στο βυθό της θάλασσας έξω από τον όρμο της Λάρυμνας. Η έκταση του στρώματος της σκουριάς φθάνει τα 20 Km² με πάχος 2,5 m στο μέγιστο. Μεταξύ των επιπτώσεων στο θαλάσσιο οικοσύστημα από την εναπόθεση της σκουριάς είναι ότι αλλοιώνεται η μορφολογία του βυθού, υπάρχει μεταφορά μεταλλικών ιόντων στη στήλη του νερού, στο ίζημα του πυθμένα, στο νερό μεταξύ των πόρων του ιζήματος και στους θαλάσσιους οργανισμούς. Αποτέλεσμα αυτών είναι να επηρεάζεται η βιοποικιλότητα, αφού δεν μπορούν όλοι οι οργανισμοί να αντέξουν αυτή τη συνεχή εναπόθεση και είτε πεθαίνουν είτε φεύγουν αν μπορούν να το κάνουν, ενώ η ανάκαμψη της βιοποικιλότητας θα αρχίσει να επανέρχεται μετά από 10 χρόνια αφού υπάρξει άμεση παύση της απόρριψης.

Η κατάσταση του Ευβοϊκού κόλπου από άποψη ρύπανσης είναι τέτοια που απαιτεί συγκεκριμένες παρεμβάσεις για τον περιορισμό των αποβλήτων που καταλήγουν σ' αυτόν, όπως και ολοκληρωμένη λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων τόσο των παράκτιων περιοχών όσο και της ευρύτερης ζώνης, με στόχο τη συνολική προστασία και αναβάθμιση του κόλπου.

Μέσα στα μέτρα που λαμβάνονται τα τελευταία χρόνια, για την αποτροπή της περεταίρω υποβάθμισης του συστήματος, είναι κυρίως η λειτουργία αλλά και η δρομολόγηση επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων, με την εγκατάσταση σταθμών διαχείρισης αποβλήτων σε αρκετές περιοχές περιμετρικά του κόλπου.

Πιο συγκεκριμένα, το Κέντρο Λυμάτων Χαλκίδας (Κ.Λ.Χ.) άρχισε από το 1994 να λειτουργεί σε δευτεροβάθμιο επίπεδο με δυνατότητα επεξεργασίας 9350 m³ αστικών λυμάτων και 1600 m³ βοθρολυμάτων ημερησίως και με ικανότητα αφαίρεσης αζώτου και φωσφόρου. Η περιοχή που εξυπηρετεί είναι αποδέκτης των αστικών λυμάτων της πόλης της Χαλκίδας και γειτονικών παραθεριστικών κέντρων, συνολικού πληθυσμού 90.000 κατοίκων, και των αποβλήτων της παρακείμενης βιομηχανικής ζώνης.

Οι εγκαταστάσεις Βιολογικού Καθαρισμού Λαμίας, με μέση ημερήσια ποσότητα 11.500 m³ επεξεργασμένων λυμάτων, άρχισαν τη λειτουργία τους το 1994, για την εξυπηρέτηση των 67.000 κατοίκων της πόλης, με δυνατότητα και τριτοβάθμιας επεξεργασίας με χλωρίωση των λυμάτων πριν την τελική διάθεσή τους. Ενώ παράλληλα, σε φάση σχεδιασμού ή αποπεράτωσης βρίσκονται μια σειρά εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων – αποβλήτων όπως Αιδηψού, Σπερχειάδας, Θερμοπυλών, Καμένων Βούρλων, Νέας Μάκρης και Μαραθώνα, για μια ολοκληρωμένη παρέμβαση στον περιορισμό των αποβλήτων που εκβράζονται στον κόλπο.

Τέλος, είναι προφανής η αναγκαιότητα αλλαγής του τρόπου διάθεσης και διαχείρισης της σκουριάς που αποβάλλει η βιομηχανία ΛΑΡΚΟ. Μπορεί τώρα να μην υπάρχει η τεχνολογία να αξιοποιηθούν αυτού του είδους τα απορρίμματα, σε ορισμένα χρόνια όμως μπορεί να έχει κατακτηθεί και αυτή η γνώση. Βάσει αυτής της άποψης, προτείνεται η αποθήκευση των απορριμμάτων σε χερσαίους χώρους μετά από σχετική μελέτη με την κατάλληλη πρακτική, ώστε να καταστεί δυνατό

αργότερα να αξιοποιηθούν, δεδομένου ότι με την εκμετάλλευση που γίνεται θα έχουν εξαντληθεί τα υπάρχοντα αποθέματα μεταλλευμάτων στα επόμενα χρόνια. (Σαλωμίδα και συν., 2007). Μια τέτοια αντιμετώπιση θα βοηθούσε και στη διάσωση της θάλασσας αλλά και στη διαχείριση των απορριμμάτων, με βάση τις αρχές της αειφορίας.

2.4.3.3 Φυσικά και Υδρολογικά χαρακτηριστικά του Ευβοϊκού κόλπου

Ο Βόρειος και ο Νότιος Ευβοϊκός κόλπος χωρίζουν την Εύβοια από την Στερεά Ελλάδα, στο ύψος δε της Χαλκίδας στενεύουν σχηματίζοντας τον πορθμό του Ευρίπου, που έχει ελάχιστο πλάτος 40 m, μήκος 60 m και ελάχιστο βάθος 7,5 m. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του Ευβοϊκού κόλπου αποτελεί το παλιρροϊκό ρεύμα του Ευρίπου, που αλλάζει πορεία κατά κανονικά διαστήματα (Defant 1961, Vanagin 1972). Με τη νέα Σελήνη και την πανσέληνο η αλλαγή γίνεται κάθε 6 ώρες και 15 λεπτά. Στο ενδιάμεσο διάστημα όμως η διεύθυνση των παλιρροϊκών ρευμάτων αλλάζει ακανόνιστα μέχρι και 12 φορές το 24ωρο, γεγονός που έχει σχετιστεί με μεγάλης κλίμακας διαφορές της ατμοσφαιρικής πίεσης (Balopoulos & Parageorgiou, 1991). Περιοδικά φτάνει σε μεγάλες ταχύτητες, που κυμαίνονται από 26 έως 52 cm/sec στο στενότερο σημείο του (Scoullou & Dasenakis, 1983). Το παλιρροϊκό εύρος φθάνει τα 20 cm, δηλαδή είναι διπλάσιο του μέσου εύρους του Αιγαίου (Livieratos, 1978), ενώ η περιοχή που επηρεάζεται από το φαινόμενο, περιλαμβάνεται μεταξύ του δίαυλου των Ωρεών στα βόρεια και της νήσου Πεταλιών στα νότια.

Τα επιφανειακά ρεύματα στο Β. Ευβοϊκό έχουν κατεύθυνση Βορειοανατολική και ταχύτητες από 5 έως 15 cm/sec, ενώ τα ρεύματα του πυθμένα είναι ασταθή και χαρακτηρίζονται από ταχύτητες μικρότερες των 5 cm/sec (Balopoulos & Parageorgiou, 1991).

Στο Β. Ευβοϊκό κόλπο, τους θερινούς μήνες, είναι έντονη η παρουσία θερμοκλινούς και αλοκλινούς, αφού το επιφανειακό ομοιογενές στρώμα φτάνει μέχρι το βάθος των 20 m, ενώ τη φθινοπωρινή περίοδο εκτείνεται μέχρι τα 50 έως 60 m. Χαρακτηριστική είναι η ύπαρξη ενός στρώματος ελάχιστης αλατότητας, το καλοκαίρι στα 50 m και το χειμώνα στα 75 m, που αποδίδεται κύρια στην ανάμειξη γλυκών νερών που εισέρχονται στον κόλπο από υποθαλάσσιες πηγές (Baloroulos & Parageorgiou, 1991).

Όσον αφορά τα υδροδυναμικά δεδομένα του Ν. Ευβοϊκού κόλπου, όπως προαναφέρθηκε στο στενό του Ευρίπου επικρατούν ισχυρά παλιρροϊκά ρεύματα με εναλλασσόμενες κατευθύνσεις αλλά καθώς κανείς κατεβαίνει προς τον κόλπο των Πεταλιών, παρατηρείται έντονη στροβιλώδης κυκλοφορία νερών στο Νότιο Δυτικό άκρο του κόλπου (Yannopoulos, 1973). Κατόπιν ερευνών διαπιστώθηκε ότι τα ρεύματα έχουν στον πυθμένα διεύθυνση βορειοδυτική, νοτιοανατολική και δυτική με ταχύτητες από 3 έως 9 cm/sec. Χαρακτηριστική του Ν. Ευβοϊκού είναι η παρουσία ενός επιφανειακού στρώματος ανάμειξης το καλοκαίρι που εμφανίζεται μέχρι το βάθος των 10 m. Τους χειμερινούς μήνες το στρώμα ανάμειξης φθάνει μέχρι τα 50 m. Και τέλος όσον αφορά τις τιμές της θερμοκρασίας στον κόλπο, κατά τη θερινή περίοδο στην περιοχή νότια του στενού του Ευρίπου η θερμοκρασία είναι κατά 2 έως 3° C υψηλότερη από εκείνη που επικρατεί στο Βόρειο Ευβοϊκό (Friligos & Cotsis – Scretas, 1987).

2.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ

2.5.1 Ερευνητικές εργασίες

Τα περισσότερα προγράμματα παρακολούθησης του ευτροφισμού που αποσκοπούν στην αξιολόγηση της ρύπανσης των παράκτιων υδάτων έχουν τους εξής επί μέρους **στόχους**:

- Διερεύνηση ενδεχόμενης εξέλιξης των χαρακτηριστικών παραμέτρων που καθορίζουν την τροφική κατάσταση
- Καθορισμός δεικτών «κλειδιά» για την κατάταξη των οικοσυστημάτων σε τάξεις οικολογικής ποιότητας
- Εκτίμηση τροφικής κατάστασης παράκτιων κλειστών θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Τα **κριτήρια** που χρησιμοποιούνται είναι:

- Σύγκριση των περιβαλλοντικών δεδομένων με κλίμακα ευτροφισμού που έχει καθοριστεί για τις ελληνικές θάλασσες
- Διερεύνηση της τάσης εξέλιξης σε χρονοσειρές των συγκεντρώσεων των θρεπτικών αλάτων, των λόγων τους, όπως και της συγκέντρωσης του διαλελυμένου οξυγόνου και της χλωροφύλλης – α

Και η χρησιμοποιούμενη **μεθοδολογία** περιλαμβάνει:

- Ανάλυση δεδομένων
- Διαμέριση της περιοχής μελέτης (χωρισμός σε χωρικά τμήματα)
- Διακρίβωση / Τεκμηρίωση της υδροδυναμικής συμπεριφοράς του συστήματος
- Διακρίβωση / Τεκμηρίωση της δυναμικής συμπεριφοράς των θρεπτικών συστατικών και της χλωροφύλλης
- Ανάλυση ευαισθησίας των παραμέτρων με χρήση μαθηματικών μοντέλων

2.5.2 Μέθοδος Ανάλυσης εφαρμοζόμενη σε όλες τις υποπεριοχές του

Σαρωνικού κόλπου

Σκοπός της εργασίας είναι ή όσο το δυνατό αντικειμενικότερη προσέγγιση των περιβαλλοντικών παραμέτρων που χαρακτηρίζουν κλειστές παράκτιες περιοχές του Δυτικού Αιγαίου πελάγους. Στην προσπάθεια αυτή και προκειμένου να γίνει περισσότερο κατανοητή η χρήση των δεδομένων κρίνεται αναγκαία η παράθεση του τρόπου προσέγγισης του ζητούμενου για την κάθε περίπτωση, με παράλληλη την αναφορά σε κάποιο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα. Με τον τρόπο αυτό καθορίζονται κοινά βήματα και στάδια ανάλυσης για την κάθε υποπεριοχή μελέτης, ώστε να γίνεται απρόσκοπτα η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των περιοχών. Πιο συγκεκριμένα οι προσδιορισμοί που επιτελούνται σχετικά με την κάθε υποπεριοχή μελέτης, αναλυτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια.

2.5.2.1 Προσδιορισμός της επιβάρυνσης της περιοχής σε θρεπτικά σε σχέση με τιμές αναφοράς

Για την εφαρμογή ενός αξιόπιστου μοντέλου επεξεργασίας των μετρήσεων, αναζητήθηκε στη διεθνή βιβλιογραφία ο τρόπος που αντιμετωπίστηκαν ανάλογες περιπτώσεις. Υιοθετήθηκε η μέθοδος που περιγράφεται σε προηγούμενες μελέτες (Φριλίγκος 1981, 1982 και 1983), σύμφωνα με την οποία η υδάτινη στήλη διαιρείται σε επιμέρους στρώματα για την κάθε υποπεριοχή της θαλάσσιας λεκάνης που εξετάζεται. Δεδομένου ότι είναι γνωστή η επιφάνεια της κάθε μιας υποπεριοχής, από το βάθος κάθε υδάτινου στρώματος υπολογίζεται ο όγκος της αντίστοιχης υδάτινης μάζας.

Η ανάλυση των δεδομένων των μετρήσεων, με τη βοήθεια της χρήσης του προγράμματος EXCEL δίνει για δεδομένες χρονικές περιόδους και για την κάθε

περιοχή συνολικά (από το σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας που ήταν εγκατεστημένοι), τα αντίστοιχα συγκεντρωτικά αποτελέσματα, συνοδευμένα και από το αντίστοιχο ραβδόγραμμα, ώστε να υπάρξει μια εποπτικότερη εικόνα των χρονοσειρών των περιβαλλοντικών παραμέτρων για ευκολότερα συγκρίσιμα αποτελέσματα. (Πίνακες τιμών και γραφήματα στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I&II).

Ενδεικτικά παρουσιάζεται και σχολιάζεται στη συνέχεια ένα παράδειγμα της εφαρμογής της αναλυτικής μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε και αφορά την εκτίμηση των δεδομένων για τον κόλπο της Ελευσίνας, κατά την πρώτη φάση της μελέτης του Σαρωνικού κόλπου, δηλαδή για τη χρονική περίοδο 04/1989 έως 03/1990. Παρουσιάζονται σε λογιστικά φύλλα οι χρονοσειρές των συγκεντρώσεων από τις μηνιαίες δειγματοληψίες των φωσφορικών αλάτων στον ένα και μοναδικό γι' αυτή τη φάση της έρευνας, σταθμό δειγματοληψίας ΣΑΡ1 που ήταν εγκατεστημένος στον κόλπο της Ελευσίνας την παραπάνω χρονική περίοδο. Τα δεδομένα (μηνιαίες μετρήσεις) είναι ομαδοποιημένα κατά εποχικό κύκλο (Πίνακας 2.4) και γίνεται χρήση των μέσων όρων τους (Πίνακας 2.5), για τα επί μέρους στρώματα της υδάτινης στήλης, αφ' ενός για να παρουσιαστούν τα αντίστοιχα γραφήματα, στα οποία στον άξονα x'x παριστάνονται οι χρονοσειρές και στον y'y οι τιμές των παραμέτρων (PO_4^{3-} για το συγκεκριμένο παράδειγμα) (Εικόνα 2.20 και αφ' ετέρου από τα γινόμενά τους με τους κατάλληλους όγκους να υπολογιστούν οι συνολικές ποσότητες των θρεπτικών (Πίνακας 2.6). Κατόπιν αυτές θα συγκριθούν με τα αντίστοιχα γινόμενα των όγκων των περιοχών της υδάτινης στήλης με τη συγκέντρωση των θρεπτικών που αποτελεί την τιμή αναφοράς για το ολιγοτροφικό Αιγαίο (Πίνακας 3.2) (Friligos, 1988). Το γινόμενο αυτό που είναι προφανώς διαφορετικό για την κάθε περιοχή μελέτης και για το κάθε θρεπτικό ιόν, χαρακτηρίζεται αποκτηθείσα αξία (Background) (Πίνακας 2.7), πέραν της οποίας αξιολογείται η επιβάρυνση της υπό μελέτη θαλάσσιας περιοχής.

Πίνακας 2.4: Μέσοι όροι και διακυμάνσεις PO₄³⁻ χρ. περιόδου 04/1989 έως 03/1990 στον κόλπο της Ελευσίνας

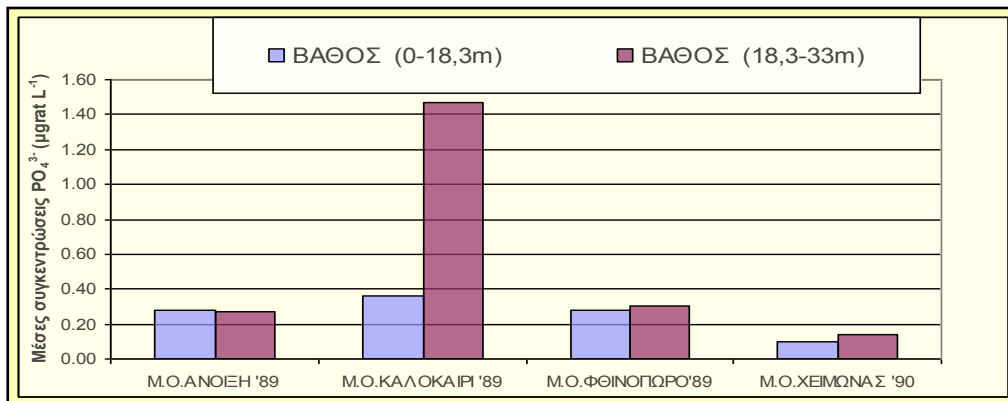
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μgrat L ⁻¹) (ΣΑΡ 1) κόλπου Ελευσίνας (LFS)											
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)			ΥΔ.ΣΤΗΛΗ		
		0m	5m	10m	20m	M.O.	25m	28m		M.O.	
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '89	0.280		0.280	0.310	0.290		0.230	0.277		
	ΜΑΙΟΣ '89	0.280		0.170	0.170	0.207	0.220		0.199		
	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.360	0.340	0.310	0.310	0.330	0.360		0.333		
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89					0.276			0.270	0.273	
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989										
	ΙΟΥΛΙΟΣ '89	0.340	0.610	0.500	0.450	0.475	1.340	2.070	1.084		
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '89	0.250	0.250	0.330	0.200	0.258	1.380	4.400	1.559		
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.460	0.250	0.330	0.380	0.355	1.910	4.410	1.764		
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89					0.363			1.469	0.916	
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989										
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '89										
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.400	0.440	0.430	0.410	0.420	0.440		0.423		
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.090	0.090	0.190	0.210	0.145	0.190	0.200	0.186			
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89					0.283			0.305	0.294		
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990											
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '90	0.120	0.150	0.150	0.120	0.135	0.52		0.258			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '90	0.100	0.100	0.080	0.080	0.090	0.080	0.08	0.083			
ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.060	0.060	0.060	0.080	0.065	0.080	0.08	0.076			
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90					0.097			0.139	0.118		

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Πίνακας 2.5: Εποχικοί μέσοι όροι των συγκεντρώσεων PO₄³⁻ χρ. περιόδου 04/1989 έως 03/1990 στον κόλπο της Ελευσίνας

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m) V=984x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m) V=298x10 ⁶ m ³	M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.276	0.270	0.273
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.363	1.469	0.916
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.283	0.305	0.294
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.097	0.139	0.118

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Εικόνα 2.20: Σχηματική παράσταση της μεταβολής της μέσης εποχιακής συγκέντρωσης PO₄³⁻ χρ. περιόδου 04/1989 έως 03/1990 κόλπου Ελευσίνας

Πίνακας 2.6: Συνολική ποσότητα PO_4^{3-} κατά την χρ. περίοδο 04/1989 έως 03/1990 για στον κόλπο της Ελευσίνας

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ PO_4^{3-} (grat x10 ⁶)		
	Ανώτερο στρώμα	Κατώτερο στρώμα
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.27	0.08
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.36	0.44
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.28	0.09
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.10	0.04

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ PO_4^{3-} (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.35
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.79
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.37
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.14

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Πίνακας2.7: Εποχικοί λόγοι των συνολικών ποσοτήτων PO_4^{3-} προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας κατά την χρ. περίοδο 04/1989 έως 03/1990 για στον κόλπο της Ελευσίνας

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,12X1282X10 ⁶)	0.15
---	------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ PO_4^{3-} ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	2.28	2.27
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	5.16	7.63
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	2.40	2.45
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.89	0.98

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Οι λόγοι των συνολικών ποσοτήτων προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας, είναι τελικά το μέτρο σύγκρισης με τις τιμές αναφοράς της ανοικτής θάλασσας, για την εξαγωγή συμπερασμάτων (Πίνακας 2.7). Στη δεύτερη στήλη του τελευταίου πίνακα, έχουν γίνει ακριβώς οι ίδιοι υπολογισμοί, για όλο το μήκος της υδάτινης στήλης, δηλαδή χωρίς αυτή να διαχωριστεί σε ανώτερο και κατώτερο στρώμα, προς απόδειξη της ορθότητας του διαμέρισμού της.

Στον Πίνακα 2.8, παρουσιάζονται οι λόγοι των συνολικών ποσοτήτων για όλα τα θρεπτικά άλατα προς τις αντίστοιχες τιμές αποκτηθείσας αξίας, ώστε να προκύψει μια συνολική εικόνα της επιβάρυνσης του κόλπου σε θρεπτικά, στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο της έρευνας. Στην τελευταία στήλη υπολογίζεται το συνολικό ελεύθερο άζωτο, από το άθροισμα των τριών προηγούμενων στηλών (NO_2^- , NO_3^- ,

και NH_4^+). Ο συγκεντρωτικός πίνακας βοηθά τον ενδιαφερόμενο, να διαπιστώσει την επιβάρυνση που παρουσιάζει η υπό μελέτη περιοχή σε ευρύτερα χρονικά όρια, σε σχέση με τις oligοτροφικές συνθήκες της ανοικτής θάλασσας.

Πίνακας 2.8: Λόγοι συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών αλάτων προς τις αντίστοιχες τιμές αποκτηθείσας αξίας για τον κόλπο Ελευσίνας (χρ. περιόδου 04/1989 – 03/1990)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ						
	PO_4^{3-}	SiO_4^{4-}	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+	ΣΝ*
Μ.Ο. ΑΝΟΙΞΗ '89	2.28	3.19	0.66	1.20	1.42	1.19
Μ.Ο. ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	5.16	5.25	1.26	1.06	2.06	1.61
Μ.Ο. ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89	2.40	3.24	1.64	1.06	5.12	3.21
Μ.Ο. ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.89	2.06	0.37	1.06	0.61	0.49
Μ.Ο.	2.68	3.44	0.98	1.10	2.30	

* ΣΝ: Λόγος των συνολικών ποσοτήτων ολικού Ν προς το άθροισμα των επι μέρους αποκτηθεισών αξιών

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

2.5.2.2 Υπολογισμός της αναλογίας Redfield

Πέρα απ' αυτή την πρώτη σύγκριση, δεύτερος στόχος είναι ο υπολογισμός με βάση τη συνολική ποσότητα των θρεπτικών σε κάθε υποπεριοχή, του λόγου Redfield (ΣΝ/ΣΡ), οποίος για την ανοικτή θάλασσα έχει την τιμή 16 και αποτελεί κριτήριο για την επισήμανση του περιοριστικού παράγοντα της ανάπτυξης του φυτοπλαγκτού σε θαλάσσια οικοσυστήματα (Andrews, 1972). Πιο συγκεκριμένα μικρές τιμές του λόγου, καταδεικνύουν σαν περιοριστικό παράγοντα το άζωτο (N), ενώ αντίστοιχα μεγάλες το φωσφόρο (P) (Nikolaidis et al., 2005). Ο εμπλουτισμός με άζωτο και φωσφόρο μπορεί να προκαλέσει μία αλυσίδα ανεπιθύμητων επιπτώσεων, με αφετηρία την υπερβολική ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού που αυξάνει την ποσότητα της οργανικής ύλης που κατακάθεται στον βυθό. Αυτό μπορεί να ενισχυθεί από αλλαγές στη σύνθεση των ειδών και στη λειτουργία της πελαγικής τροφικής αλυσίδας. Ο δείκτης N/P παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον δυνητικό περιορισμό του αζώτου ή του φωσφόρου στην πρωτογενή παραγωγή φυτοπλαγκτού.

Σε συνέχεια του ίδιου παραδείγματος της εφαρμογής της αναλυτικής μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε και αφορά την εκτίμηση των δεδομένων για τον κόλπο της

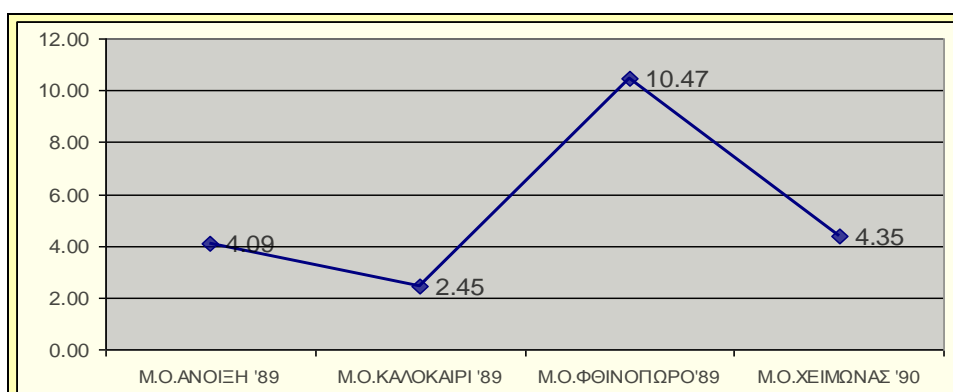
Ελευσίνας, κατά την πρώτη φάση της μελέτης του Σαρωνικού κόλπου (περίοδος 04/1989 έως 03/1990), παρατίθεται ο πίνακας των λόγων των ολικών ποσοτήτων αζώτου προς τις αντίστοιχες του φωσφόρου, για την κάθε εποχή, όπως και ο μέσος όρος τους για όλη την περίοδο των δειγματοληψιών (Πίνακας 2.9).

Πίνακας 2.9: Εποχικές τιμές του λόγου ΣΝ/ΣΡ για τον κόλπο Ελευσίνας (χρ. περιόδου 04/1989 – 03/1990)

ΛΟΓΟΙ ΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ (ΣΝ/ΣΡ)			
	ΣΝ	ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.44	0.35	4.09
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.94	0.79	2.45
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	3.86	0.37	10.47
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.59	0.14	4.35
ΣΝ/ΣΡ			5.34

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι εποχικές διακυμάνσεις του λόγου ΣΝ/ΣΡ και σε γράφημα (Εικόνα 2.21), για την παραστατικότερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων.



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Εικόνα 2.21: Εποχική μεταβολή του Λόγου ΣΝ/ΣΡ για τον κόλπο Ελευσίνας (περίοδος 04/1989 – 03/1990)

2.5.2.3 Προσδιορισμός της χρωστικής Χλωροφύλλης-α

Η μελέτη της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης-α, συμβάλλει στην εκτίμηση της βιομάζας του φυτοπλαγκτού για την εξεταζόμενη θαλάσσια περιοχή. Παρουσιάζονται οι οριζόντια και κάθετη κατανομή των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης – α και υπολογίζονται οι εποχικοί μέσοι όροι για τα δυο στρώματα της υδάτινης στήλης το ανώτερο και το κατώτερο, από όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας για την κάθε περιοχή που μελετάται. Παρατίθεται τέλος και το γράφημα των παραπάνω

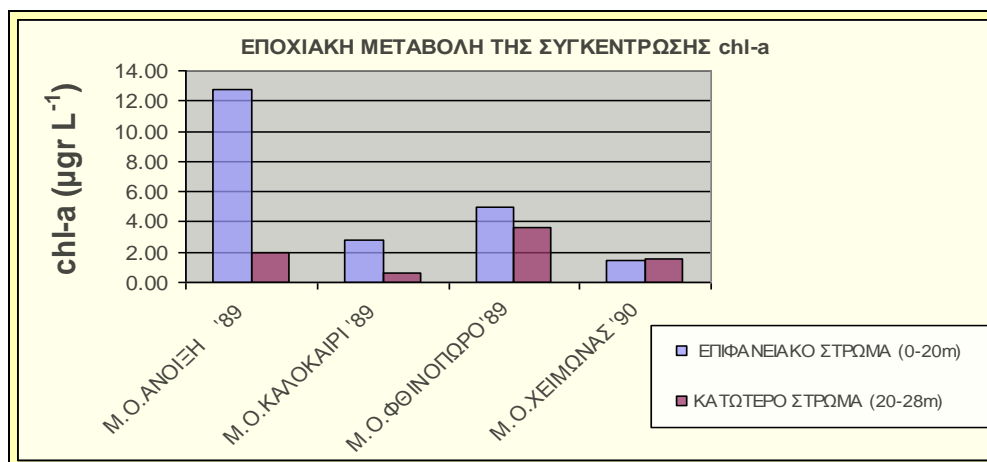
μεταβολών για την παραστατικότερη προσέγγιση του θέματος. Σύγκριση των μέσων όρων των μετρήσιμων ποσοτήτων με τις τιμές της κλίμακας ευτροφισμού (Πίνακας 2.1) για τις ελληνικές θάλασσες, χαρακτηρίζει το οικολογικό καθεστώς της εξεταζόμενης περιοχής.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται ο πίνακας διακυμάνσεων και μέσων όρων για την εποχιακή κατανομή της χλωροφύλλης-α (Πίνακας 2.10) καθώς και το αντίστοιχο γράφημα (Εικόνα 2.22) που αφορούν τον κόλπο της Ελευσίνας για την πρώτη φάση της μελέτης δηλαδή 04/1989 – 03/1990.

Πίνακας 2.10: Μέσοι όροι και διακυμάνσεις συγκέντρωσης chl - a χρ. περιόδου 04/1989 έως 03/1990 στον κόλπο της Ελευσίνας

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$) (ΣΑΡ 1) κόλπου Ελευσίνας (LFS)											
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)				ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
		0m	5m	10m	ΜΟ	20m	25m	28m	Μ.Ο.		
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '89		3.940		3.370	3.655	7.280		2.250	4.765	
	ΜΑΙΟΣ '89		5.300		3.300	4.300	0.220	0.290		0.255	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '89		48.090		12.630	30.360	0.880		0.710	0.795	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89					12.772				1.938	7.355
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989										
	ΙΟΥΛΙΟΣ '89										
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '89		2.600	2.670	2.930	2.733	0.350		0.240	0.295	
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89		2.660	3.130	2.620	2.803	1.030	0.730		0.880	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89					2.768				0.588	1.678
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989										
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '89										
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '89		2.150	2.130	2.430	2.237	2.580	2.490		2.535	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89		11.850	6.060	5.430	7.780	4.640			4.640	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89					5.008				3.588	4.298	
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1989											
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '90		1.530	2.080	3.070	2.227	2.220			2.220		
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '90		1.190	1.290	1.230	1.237	1.730	1.700		1.715		
ΜΑΡΤΙΟΣ '90		0.700		1.070	0.885	0.810	0.590		0.700		
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90					1.449				1.545	1.497	

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Εικόνα 2.22: Σχηματική παράσταση της μεταβολής της συγκέντρωσης chl - a χρ. περιόδου 04/1989 έως 03/1990 κόλπου Ελευσίνας

2.5.2.4 Προσδιορισμός του Διαλελυμένου Οξυγόνου (D.O)

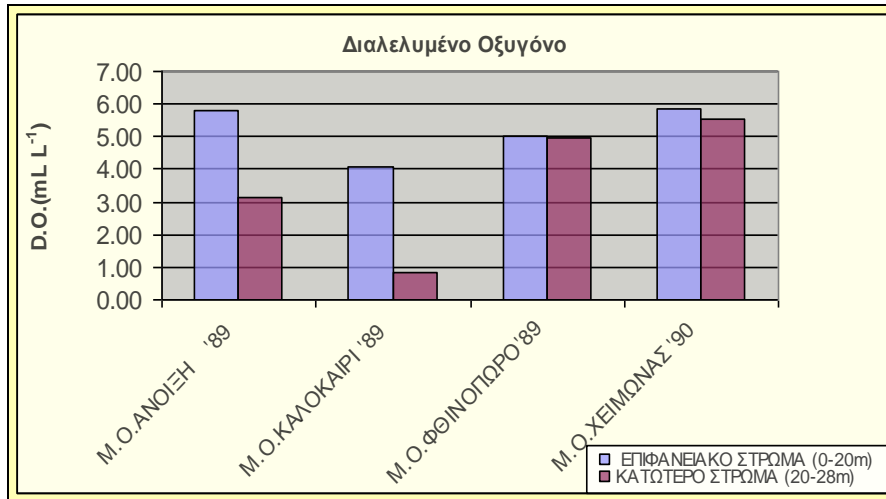
Παρουσιάζονται οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου, που αποτελεί μια χημική παράμετρο για την αξιολόγηση του καθεστώτος, κάθε μελετώμενης περιοχής. Οι τιμές αφορούν όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας που είναι εγκατεστημένοι στην περιοχή, ομαδοποιώντας τα αποτελέσματα πρώτον κατά εποχή και δεύτερον, όσον αφορά το διαμερισμό της υδάτινης στήλης σε ανώτερο και κατώτερο στρώμα. Κατόπιν για την αμεσότερη ανάγνωση των αποτελεσμάτων παρατίθεται το αντίστοιχο ραβδόγραμμα που αφορά τις εποχικές μεταβολές του διαλελυμένου οξυγόνου για όλη την υπό μελέτη περιοχή, για το κάθε στρώμα της στήλης.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται ο πίνακας διακυμάνσεων και μέσων όρων D.O. (Πίνακας 2.11) καθώς και το αντίστοιχο γράφημα (Εικόνα 2.23) που αφορούν τον κόλπο της Ελευσίνας για την πρώτη φάση της μελέτης, δηλαδή 04/1989 έως 03/1990.

Πίνακας 2.11: Μέσοι όροι και διακυμάνσεις D.O. για τον κόλπο Ελευσίνας (περιόδου 04/1989 – 03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ D.O. (mL L ⁻¹) (ΣΑΡ 1) κόλπου Ελευσίνας (LFS)											
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)				ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
		0m	5m	10m	ΜΟ	20m	25m	28m	Μ.Ο.		
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ 1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '89			6.93	6.93	5.61		5.60	5.61		
	ΜΑΙΟΣ '89	5.54		4.74	5.14	3.16	2.94		3.05		
	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	6.02	5.88	4.23	5.38	0.81	0.62	0.71	0.71		
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89				5.82				3.12	4.47	
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989										
	ΙΟΥΛΙΟΣ '89	4.80	4.69	2.00		0.33	0.47	0.24	0.35		
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '89	4.07	3.98	3.71	3.92	1.47	0.24	0.00	0.57		
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89	4.41	4.32	3.89	4.21	3.27	1.28	0.05	1.53		
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89				4.06				0.82	2.44	
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989										
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '89									-	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '89	4.78	4.45	4.51	4.58	4.55	4.49		4.52		
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89	5.50	5.50	5.44	5.48	5.41	5.42	5.41	5.41		
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89				5.03				4.97	5.00	
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1989											
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '90	5.78	5.83	5.85	5.82	5.69	5.59		5.64			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '90	5.89	5.88	5.82	5.86	5.72	5.51	5.46	5.56			
ΜΑΡΤΙΟΣ '90	5.87	5.87	5.70	5.81	5.76	5.31	5.30	5.46			
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90				5.83				5.55	5.69		

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, (2008)

Εικόνα 2.23: Σχηματική παράσταση της μεταβολής D.O. χρ. περιόδου 04/1989 έως 03/1990 κόλπου Ελευσίνας

2.5.3 Μέθοδος Χωρικής Ανάλυσης εφαρμοζόμενη στον Εσωτερικό

Σαρωνικό κόλπο

Με την αναλυτική μέθοδο που ακολουθείται, περιγράφεται η περιβαλλοντική πορεία των θρεπτικών συστατικών, μετά από προσπάθεια προσαρμογής σε υπολογιστικό μοντέλο, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τη χωρική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών σε ολόκληρη την επιφάνεια της περιοχής μελέτης (Εσωτερικός Σαρωνικός κόλπος) με βάση τις τιμές στα σταθερά σημεία, τα οποία συμπίπτουν με τις θέσεις δειγματοληψίας.

Η ανάλυση της χωρικής μεταβολής των συγκεντρώσεων βασίστηκε στο μοντέλο των συνεχών κατανομών επιφανειών. Το μοντέλο αυτό αναφέρεται σε ένα σύνολο παρατηρήσεων Z_i , $i=1, \dots, n$, για ένα χωρικά συνεχές χαρακτηριστικό όπως στην προκείμενη περίπτωση οι συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών, οι οποίες έχουν καταγραφεί σε συγκεκριμένες θέσεις της περιοχής μελέτης A . Θεωρείται ότι οι μετρήσεις Z_i αποτελούν παρατηρήσεις μιας χωρικής στοχαστικής παραμέτρου ($Z(s)$, $s \in A$), η οποία μεταβάλλεται συνεχώς στην περιοχή A και έχουν ληφθεί δείγματα σε συγκεκριμένα σταθερά σημεία της. Ο στόχος της ανάλυσης είναι να εξαχθούν

συμπεράσματα για τη χωρική διαφοροποίηση της παραμέτρου σε ολόκληρη την επιφάνεια Α της μελέτης, με βάση τις τιμές στα σταθερά σημεία-θέσεις λήψης των δειγμάτων και για τις δυο περιόδους των μετρήσεων και να ακολουθήσει κατόπιν η συγκριτική στατιστική ανάλυση των δυο κατανομών.

Η ανάλυση εκτελέστηκε με το λογισμικό SURFER έκδοση 8.3, με εφαρμογή της μεθόδου «ανάλυση επιφάνειας τάσης». Η μέθοδος αυτή αποτελεί εφαρμογή της παλινδρόμησης σε χωρικές παραμέτρους. Με την προσαρμογή μιας επιφάνειας παλινδρόμησης στα δεδομένα των μετρήσεων μιας χωρικά κατανομημένης μεταβλητής, οι παρατηρήσεις διαχωρίζονται σε ένα τμήμα που σχετίζεται με τις γενικευμένες τάσεις που υπάρχουν στα στοιχεία και σε ένα τμήμα που είναι το αποτέλεσμα τοπικών επιδράσεων. Συγκεκριμένα, οι τιμές που εκτιμώνται από την επιφάνεια παλινδρόμησης θεωρούνται ότι αποτελούν τις περιφερειακές επιδράσεις, ενώ οι αποκλίσεις των παρατηρούμενων στοιχείων (υπόλοιπα) θεωρούνται ότι αποτελούν τις τοπικές επιδράσεις.

Χαρακτηριστικός δείκτης αξιολόγησης του μοντέλου είναι ο συντελεστής πολλαπλής συσχέτισης R^2 από την τιμή του οποίου συμπεραίνεται το ποσοστό της διασποράς της μεταβλητής Z το οποίο εξηγείται από τις χωρικές συντεταγμένες των σημείων. Ο συντελεστής αυτός δηλώνει επιπλέον την ισχύ της τάσης, σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 2.12:

Πίνακας 2.12: Χαρακτηρισμός της τάσης μεταβολής της συγκέντρωσης με βάση το δείκτη αξιολόγησης R^2

R^2	Τάση (περιφερειακές επιδράσεις)
<0,04	Ανύπαρκτη
0,04-0,16	Αισθητή, αλλά πολύ μικρή
0,16-0,49	Μέσης ισχύος
0,5-0,8	Σημαντική και μεγάλης ισχύος
0,81-1	Αναμφισβήτητη και πάρα πολύ έντονη

Πηγή: Κουτσόπουλος Κ. (2002)

Θα παρουσιαστούν κατόπιν οι χάρτες καμπυλών ίσων περιεκτικότητας στον χώρο (κατανομές) ενσωματωμένοι με τους αντίστοιχους που παρουσιάζουν τις τάσεις μεταβολής των περιεκτικότητας όπως προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθόδου, για τα θρεπτικά που επελέγησαν.

Τελικά από τις σημειακές μετρήσεις, με τη χρήση του προγράμματος χωρικής παρεμβολής, γίνεται μια προσπάθεια χωρικής διασποράς των συγκεντρώσεων, από την οποία προκύπτει ο χωρικός μέσος όρος. Η εφαρμογή θα γίνει σε συγκεκριμένες οριζόντιες κατανομές (σημεία της υδάτινης στήλης) και με τη συμβολή της ισχύος της τάσης διασποράς (R^2) και της χωρικής τυπικής απόκλισης, αξιολογείται η χωρική διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών.

Ο λόγος της επιλογής αυτής της μεθόδου, είναι το γεγονός της μεταφοράς του Κ.Α.Α. από το Κερατσίνι στη νήσο Ψυττάλεια με ταυτόχρονη αλλαγή και στο βάθος εκβολής, η οποία έλαβε χώρα στο χρονικό διάστημα μεταξύ δυο δειγματοληψιών. Επιχειρείται λοιπόν μια συγκριτική στατιστική ανάλυση δυο κατανομών, που αφορά η μεν πρώτη τις μετρήσεις που ελήφθησαν τους μήνες Αύγουστο και Φεβρουάριο της πρώτης φάσης λήψης δειγμάτων και η δεύτερη τις μετρήσεις για τους ίδιους θερινό και χειμερινό μήνα αντίστοιχα της δεύτερης περιόδου δειγματοληψίας. Η συγκεκριμένη χρονική επιλογή έγινε για την εκμετάλλευση των ιδιαίτερων υδροδυναμικών δεδομένων της περιοχής μελέτης (Παραγρ. 2.3.6), δηλαδή την πλήρη ανάπτυξη του θερμοκλινούς το μήνα Αύγουστο και την πλήρη ανάμειξη της υδάτινης στήλης το Φεβρουάριο αντίστοιχα.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών και των νιτρικών ιόντων δεδομένου ότι αυτές έχουν σημειώσει τη μεγαλύτερη αύξηση ανάμεσα στις δυο φάσεις της έρευνας όπως φαίνεται και από την πραγματοποιηθείσα ανάλυση για την επιβάρυνση του Εσωτερικού Σαρωνικού ανάμεσα στις δυο περιόδους μετρήσεων (Παράγραφος 3.2.2.5, Πίνακας 3.31) και

συνεπώς διαδραματίζουν και τον καθοριστικό ρόλο για την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής. Τα βάθη στα οποία επιχειρήθηκε η συγκριτική ανάλυση αφορούν αφ' ενός το επιφανειακό στρώμα και αφ' ετέρου βάθος 50 m δηλαδή αμεσότερα στον αγωγό εκβολής Ν. Ψυττάλειας και κάτω από τα όρια του θερμοκλινούς.

*Τρία είναι τα βασικά αντικείμενα στην αναζήτηση της αλήθειας:
το πρώτο, να την ανακαλύψεις όταν την αναζητάς,
το δεύτερο, να την αποδείξεις όταν την κατέχεις,
το τρίτο, να τη διαχωρίσεις από το ψεύδος όταν την εξετάζεις.*

Pascal
Περί του πνεύματος της Γεωμετρίας
και της τέχνης της πειθούς.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τη μέθοδο επεξεργασίας των μετρήσεων που αναφέρθηκε, στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων των ερευνητικών εργασιών που έλαβαν χώρα για κάθε μια από τις υπό μελέτη περιοχές.

Πιο συγκεκριμένα, για το Σαρωνικό κόλπο θα γίνει αναφορά ξεχωριστά για τις δυο φάσεις της ερευνητικής εργασίας α) για εκείνη που αφορά τη χρονική περίοδο 04/1989 έως 03/1990, δηλαδή επί λειτουργίας του Κ.Α.Α. Κερατσινίου και β) για τη δεύτερη που ανάγεται στη χρονική περίοδο 05/1998 έως 05/1999, δηλαδή με τη λειτουργία του Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας. Κατόπιν της παράθεσης των αποτελεσμάτων θα επιχειρηθεί μια συγκριτική προσέγγιση των δεδομένων, προκειμένου να διερευνηθεί η πιθανότητα δρομολογούμενων αλλαγών στο οικολογικό καθεστώς της περιοχής μετά την εφαρμογή της πρωτοβάθμιας τουλάχιστο επεξεργασίας των λυμάτων στο Κ.Ε.Λ. Η βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης από την πλευρά της επιβάρυνσης σε θρεπτικά, θεωρείται δεδομένη μετά και την λειτουργία της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Ωστόσο παρουσιάζει ενδιαφέρον η συγκριτική μελέτη του ενδιάμεσου σταδίου, κυρίως για χρήση των αναφορών σε άλλες περιοχές με αντίστοιχα προβλήματα υποβάθμισης για τις οποίες δεν έχουν ακόμη ληφθεί ουσιαστικά μέτρα αντιρρυπαντικής προστασίας, όπως είναι επίσης απαραίτητο να εμφανίζονται και τα ενδιάμεσα επίπεδα στην αποκλιμάκωση της φόρτισης μιας παράκτιας περιοχής με τη λήψη σταδιακών μέτρων.

Λόγω της ιδιαιτερότητας που παρουσιάζει η κάθε υποπεριοχή του Σαρωνικού κόλπου, είτε μορφολογικών και υδροδυναμικών χαρακτηριστικών, είτε λόγω του είδους και του βάρους της ασκούμενης υποβάθμισης, τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν ξεχωριστά για την κάθε μια, και στις δυο φάσεις της έρευνας.

Στις σελίδες της ενότητας αυτής, παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των εποχιακών μέσων όρων για τη συγκέντρωση του κάθε θρεπτικού, όπως και της χλωροφύλλης – α και του διαλελυμένου οξυγόνου, και επίσης γίνεται η τελική επεξεργασία τους με στόχο τη σύγκριση των τιμών με εκείνες της αναφοράς αφ' ενός και αφ' ετέρου, τον υπολογισμό του λόγου Redfield για τη συγκεκριμένη υποπεριοχή. Τα πλήρη στοιχεία των μετρήσεων, ομαδοποιημένα κατά περιοχή και εποχή, συνοδευμένα από τα σχετικά γραφήματα, έχουν παρατεθεί στο Παράρτημα I για την πρώτη φάση της έρευνας στο Σαρωνικό κόλπο και στο Παράρτημα II για τη δεύτερη. Μετά τη συγκριτική μελέτη, στη συζήτηση, θα επιχειρηθεί η αξιολόγηση του καθεστώτος στις περιοχές του κόλπου, σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά πρότυπα.

3.2 ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

3.2.1 ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Ο κόλπος της Ελευσίνας (Εικόνα 3.1), λόγω της ιδιομορφίας του, αποτελεί ιδιαίτερο οικοσύστημα, όπως έχει διαπιστωθεί από προηγούμενες μελέτες (Moraitou-Apostolopoulou & Ignatiades 1980, Zenetos & Bogdanos 1987). Είναι χαρακτηριστική για το οικοσύστημα του κόλπου η σοβαρή διατάραξη, της κατά το παρελθόν μεγάλης βιοποικιλότητας, η οποία αρχίζει να αποκαθίσταται με αργούς βέβαια ρυθμούς μετά και τη λειτουργία της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των αποβλήτων στο Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας. Ωστόσο επειδή ο κόλπος της Ελευσίνας εξακολουθεί να δέχεται σημαντικές περιβαλλοντικές πιέσεις, και δεδομένης της

μορφολογίας και της συνεπαγόμενης κυκλοφορίας των υδάτων, η διαδικασία της οικολογικής ανάκαμψης πρέπει να συνεχιστεί με συνέπεια για πολύ καιρό.

Η επιβάρυνση οφείλεται σε βιομηχανικά απόβλητα, αφού εδώ εκβράζεται το 90% του συνολικού ρυπαντικού φορτίου των εγκαταστάσεων του λεκανοπεδίου, στα λύματα της Αθήνας, αφού το 20% της παροχής του Κ.Α.Α. του Κερατσινίου εισέρχονταν στον κόλπο της Ελευσίνας και σε δραστηριότητες του λιμανιού όπως διακίνηση, ναυπηγική, παροπλισμό και διάλυση πλοίων.



Πηγή: Παναγιωτίδης Π. (2007)

Εικόνα 3.1: Κόλπος Ελευσίνας

Ο κόλπος της Ελευσίνας είναι ένας κλειστός κόλπος επιφάνειας 67 Km^2 με όγκο νερού $1.282 \times 10^6 \text{ m}^3$ και βάθη 18m το μέσο και 33m το μέγιστο. Βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του Σαρωνικού κόλπου και επικοινωνεί μαζί του με δύο διαύλους, του Κερατσινίου, βάθους 12 m και των Μεγάρων, βάθους 8 m. έχει δε, μέσο χρόνο ανανέωσης των υδάτων του, 2

έως 3 μήνες που λαμβάνει χώρα το χειμώνα από τα Μέγαρα και το καλοκαίρι από το Κερατσίνι.

Η κατακόρυφη ανάμειξη και ψύξη των υδάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα, επιτυγχάνεται σχετικά γρήγορα λόγω του μικρού βάθους του κόλπου και του σχετικά μικρού όγκου νερού που εμπεριέχει. Κατά τη θερινή περίοδο και ενώ για τα πρώτα 20 m υδάτινης στήλης συμβαίνει πλήρης ανάμειξη, στα μεγαλύτερα βάθη, κάτω από την επίδραση του έντονου θερμοκλινούς, οι υδάτινες μάζες διατηρούνται αναλλοίωτες,

χωρίς να δέχονται την επίδραση των υπερκείμενων στρωμάτων και χωρίς να μπορούν να διαφύγουν, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται ανοξικά φαινόμενα.

Ένα άλλο ενδιαφέρον φαινόμενο στον κόλπο της Ελευσίνας, είναι η επίδραση υπόγειων νερών που αναβλύζουν σε σημαντικές ποσότητες, ώστε να μειώνουν τα επίπεδα αλατότητας και θερμοκρασίας των κατώτερων στρωμάτων του κόλπου, σε σχέση με το Σαρωνικό κόλπο κατά τη θερινή περίοδο.

3.2.1.1 Ανάλυση των αποτελεσμάτων (ΣΑΡ 1) – (S1, S2)

Από την εξέταση των πινάκων με τις τιμές των θρεπτικών αλάτων, παρατηρούνται γενικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα επίπεδα τιμών άλλων σταθμών δειγματοληψίας του Σαρωνικού και για τις δυο φάσεις της έρευνας. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την πρώτη περίοδο δειγματοληψίας και κατόπιν για τη δεύτερη. Πιο συγκεκριμένα:

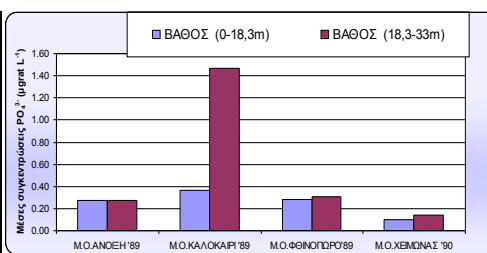
3.2.1.2 Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τον κόλπο της Ελευσίνας

Τα **φωσφορικά** άλατα (Πίνακας 3.1, Εικόνα 3.2) που αποτελούν χαρακτηριστικό δείκτη της οργανικής ρύπανσης, (Φριλίγκος, 1979) ήταν ιδιαίτερα αυξημένα κατά τη θερινή περίοδο (1,34 – 4,41 $\mu\text{grat/l}$) σε βάθη μεγαλύτερα των 20 m, λόγω των ανοξικών συνθηκών που επικρατούν εκεί, δεδομένου ότι οι συνθήκες ανοξίας αποτρέπουν τη συγκράτηση φωσφορικών αλάτων στα ιζήματα. Τον υπόλοιπο χρόνο οι τιμές βρίσκονται σε επίπεδα κάτω του 1 $\mu\text{grat/l}$, με τις ελάχιστες τιμές στο στρώμα 0 – 10 m, ιδιαίτερα κατά τη χειμερινή περίοδο. Η μέση ετήσια τιμή τους ξεπερνά κατά δύομισι φορές την τιμή αναφοράς. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακες I1 και I6)

Πίνακας 3.1: Μέσες συγκεντρώσεις PO_4^{3-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO_4^{3-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	$V=984 \times 10^6 \text{ m}^3$	$V=298 \times 10^6 \text{ m}^3$	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.276	0.270	0.273
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.363	1.469	0.916
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89	0.283	0.305	0.294
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.097	0.139	0.118

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

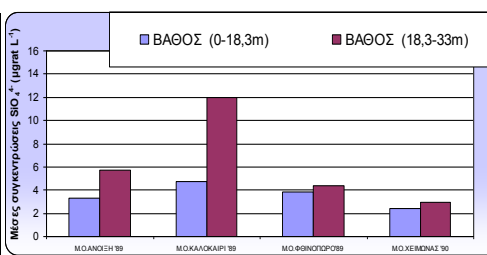
Εικόνα 3.2: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκεντρώσεως PO_4^{3-}

Τα **πυριτικά** (Πίνακας 3.2, Εικόνα 3.3) εμφανίζουν επίσης υψηλές τιμές που αυξάνονται με το βάθος, ιδιαίτερα το καλοκαίρι (μέγιστη τιμή: 25,56 $\mu\text{grat/L}$, Σεπτέμβριος 1989) Η μέση ετήσια τιμή τους ξεπερνά το τριπλάσιο της τιμής αναφοράς. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακες I2 και I7)

Πίνακας 3.2: Μέσες συγκεντρώσεις SiO_4^{4-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	$V=984 \times 10^6 \text{ m}^3$	$V=298 \times 10^6 \text{ m}^3$	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	3.349	5.688	4.519
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	4.721	11.982	8.351
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89	3.820	4.386	4.103
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	2.382	2.940	2.661

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

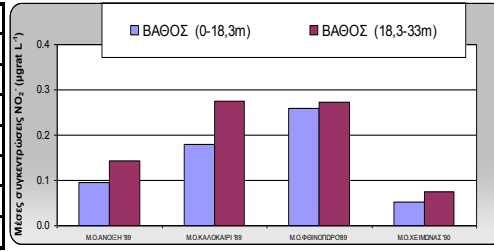
Εικόνα 3.3: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκεντρώσεως SiO_4^{4-}

Οι συγκεντρώσεις των αζωτούχων αλάτων κυμαίνονταν μεταξύ των τιμών 0,5 έως 1 $\mu\text{grat/L}$. Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται στο βυθό τους καλοκαιρινούς μήνες και συγκεκριμένα για τα **νιτρώδη** (Πίνακας 3.3, Εικόνα 3.4) 1,45 $\mu\text{grat/L}$ τον Αύγουστο του 1989, για τα **νιτρικά** (Πίνακας 3.4, Εικόνα 3.5) 6,75 $\mu\text{grat/L}$ τον Ιούλιο του 1989 και για τα **αμμωνιακά** (Πίνακας 3.5, Εικόνα 3.6) 7,57 $\mu\text{grat/L}$ το Σεπτέμβριο του 1989. Οι μέσες συγκεντρώσεις τους αυξάνονται βαθμιαία από την άνοιξη του 1989, για να πάρουν τις υψηλότερες τιμές τους το φθινόπωρο του 1989, όπου οι μέσες συγκεντρώσεις NH_4^+ είναι υπερπενταπλάσιες της τιμής αναφοράς, ενώ οι μέσες συγκεντρώσεις των NO_2^- και NO_3^- είναι περίπου ισόποσες αυτής. Κατόπιν μειώνονται βαθμιαία για να φθάσουν στην ελάχιστη τιμή τους το χειμώνα του 1990. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακες I3-I5 και I8-I10)

Πίνακας 3.3: Μέσες συγκεντρώσεις NO₂⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (µg/L)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.095	0.144	0.119
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.180	0.275	0.228
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.260	0.273	0.266
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.053	0.076	0.065

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

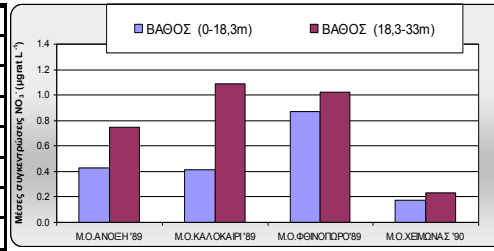


Εικόνα 3.4: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO₂⁻

Πίνακας 3.4: Μέσες συγκεντρώσεις NO₃⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (µg/L)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.431	0.745	0.588
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.415	1.086	0.751
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.874	1.020	0.947
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.173	0.231	0.202

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

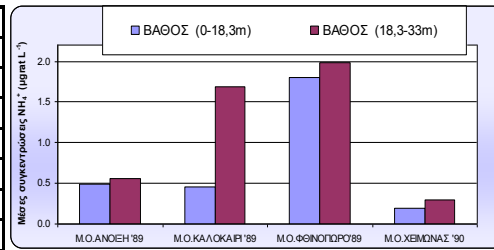


Εικόνα 3.5: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO₃⁻

Πίνακας 3.5: Μέσες συγκεντρώσεις NH₄⁺

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (µg/L)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.494	0.564	0.529
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.458	1.684	1.071
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.800	1.983	1.891
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.194	0.297	0.246

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.6: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NH₄⁺

Οι αποκλίσεις των μέσων εποχικών συγκεντρώσεων αλλά και των μέσων όρων τους από την τιμή αναφοράς, παριστάνονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 3.6) και στο εξής θα χαρακτηρίζονται σαν λόγοι των εποχικών συνολικών ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αποκτηθείσας αξίας (Φριλίγκος 1981).

Πίνακας 3.6: Λόγοι συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς στον κόλπο της Ελευσίνας (Α' Φάση)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ						
	PO ₄ ³⁻	SiO ₄ ⁴⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	ΣΝ*
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	2.28	3.19	0.66	1.20	1.42	1.19
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	5.16	5.25	1.26	1.06	2.06	1.61
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	2.40	3.24	1.64	1.06	5.12	3.21
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.89	2.06	0.37	1.06	0.61	0.49
M.O.	2.68	3.44	0.98	1.10	2.30	1.63

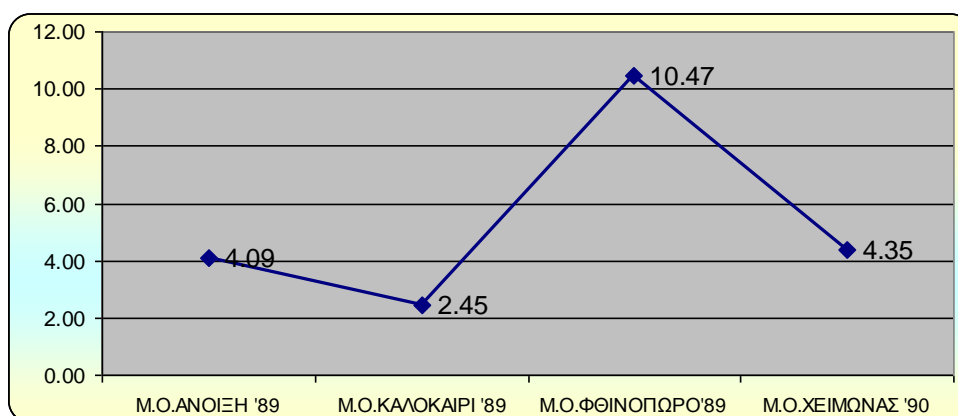
* ΣΝ: Λόγος των συνολικών ποσοτήτων ολικού Ν προς το άθροισμα των επι μέρους αποκτηθείσων αξιών

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Το χρησιμοποιούμενο κριτήριο για την ανάλυση δηλαδή η αναλογία $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$, (Πίνακας 3.7, Εικόνα 3.7) υπολογιζόμενη με βάση τους λόγους ολικών ποσοτήτων αζώτου – φωσφόρου, έχει την μέση τιμή για ολόκληρη την περίοδο της έρευνας 5,34 (2,45 το καλοκαίρι 1989 έως 10,47 το φθινόπωρο 1989), σαφώς μικρότερη της αναλογίας Redfield, η οποία θα ήταν ακόμη χαμηλότερη, αν δεν σημειώνονταν αύξηση των αζωτούχων το φθινόπωρο του 1989.

Πίνακας 3.7: Εποχιακές τιμές και Μέσος Όρος του Λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στον κόλπο της Ελευσίνας (Α΄ Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ ($\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$)			
	ΣN	ΣP	$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.44	0.35	4.09
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.94	0.79	2.45
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	3.86	0.37	10.47
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.59	0.14	4.35
$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$			5.34



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.7: Εποχιακή μεταβολή του λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στον κόλπο της Ελευσίνας (Α΄ Φάση)

Στο χρονικό διάστημα της έρευνας, οι μεγαλύτερες τιμές της **χλωροφύλλης-α** στην επιφάνεια (1m) σημειώθηκαν τον Ιούνιο του 1989 (48,090 $\mu\text{gr/l}$), ενώ για τον ίδιο μήνα στο κατώτερο στρώμα λόγω μη ανάμειξης της υδάτινης στήλης, οι τιμές είναι σημαντικά χαμηλότερες (0,795 $\mu\text{gr/l}$). Τους καλοκαιρινούς μήνες οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης-α ακολουθούν πτωτικές τάσεις για να παρουσιάσουν απότομη αύξηση (11,85 $\mu\text{gr/l}$) το Δεκέμβριο του 1989 και μάλιστα

διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα και στο κατώτερο στρώμα (4,640 $\mu\text{gr/l}$), δεδομένου ότι αρχίζει η περίοδος ανάμειξης. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακας I11 και Εικόνα I1)

Τέλος οι τιμές του **διαλελυμένου οξυγόνου** επιβεβαιώνουν την εμφάνιση ανοξικών συνθηκών, φαινόμενου γνωστού από τη βιβλιογραφία στα βαθύτερα σημεία του κόλπου τους θερινούς μήνες (Φριλίγκος, 1982). Πιο συγκεκριμένα οι τιμές παρουσίασαν μείωση από το Μάιο του 1989 και παρέμειναν χαμηλές έως και το Δεκέμβριο, ενώ κατά τους θερινούς μήνες επικρατούσαν κοντά στο βυθό απολύτως ανοξικές συνθήκες (χαρακτηριστική η τιμή 0,00 ml/l τον Αύγουστο 1989 σε 28 m βάθος). (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακας I12 και Εικόνα I2)

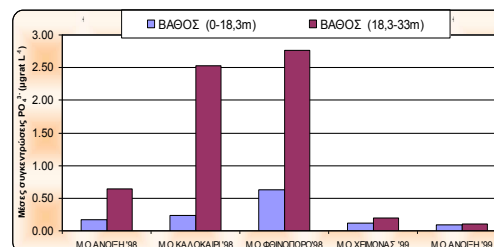
3.2.1.3 Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τον κόλπο της Ελευσίας

Τα **φωσφορικά** άλατα (Πίνακας 3.8, Εικόνα 3.8) παρουσίασαν την εξής εικόνα: οι συγκεντρώσεις τους φθάνουν έως την τιμή του 1 $\mu\text{grat/l}$, εκτός από την καλοκαιρινή και φθινοπωρινή περίοδο στο κατώτερο στρώμα, στην τελευταία μάλιστα εμφανίζεται μέγιστο 7,30 $\mu\text{grat/l}$, σε βάθη μεγαλύτερα των 20 m. Η μέση ετήσια τιμή για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα της περιόδου 1998-99 φθάνει στο τετραπλάσιό της τιμής αναφοράς. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακες II1 και II6)

Πίνακας 3.8: Μέσες συγκεντρώσεις PO_4^{3-}

	ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO_4^{3-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)		M.O.
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m) $V=984 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m) $V=298 \times 10^6 \text{ m}^3$	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.17	0.65	0.41
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.23	2.53	1.38
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.63	2.77	1.70
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.12	0.20	0.16
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.09	0.11	0.10

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.8: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης PO_4^{3-}

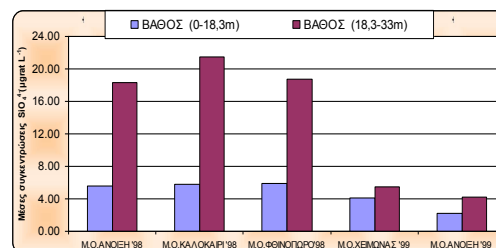
Τα **πυριτικά** (Πίνακας 3.9, Εικόνα 3.9), εμφανίζουν υψηλές τιμές που αυξάνονται με το βάθος, ιδιαίτερα κατά την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο

(μέγιστη τιμή 48,60 $\mu\text{grat/l}$, Οκτώβριος 1998). Η μέση ετήσια τιμή τους, ξεπερνά το πενταπλάσιο της τιμής αναφοράς. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακες II2 και II7)

Πίνακας 3.9: Μέσες συγκεντρώσεις SiO_4^{4-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	$V=984 \times 10^6 \text{ m}^3$	$V=298 \times 10^6 \text{ m}^3$	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	5.57	18.32	11.94
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	5.83	21.45	13.64
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	5.85	18.69	12.27
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	4.14	5.50	4.82
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.22	4.20	3.21

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



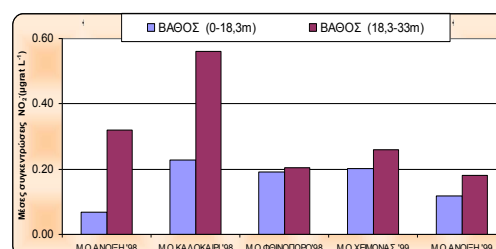
Εικόνα 3.9: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης SiO_4^{4-}

Οι μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων των αζωτούχων αλάτων, παρατηρούνται τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες. Συγκεκριμένα οι μέγιστες τιμές των **νιτρωδών** (Πίνακας 3.10, Εικόνα 3.10) παρουσιάστηκαν την καλοκαιρινή περίοδο στο βυθό (1,07 $\mu\text{grat/l}$, Ιούλιος 1998), τα **νιτρικά** (Πίνακας 3.11, Εικόνα 3.11) παρουσίασαν αυξητικές τάσεις με το βάθος κατά τους εαρινούς μήνες ενώ εμφάνισαν ιδιαίτερα αυξημένες τιμές (7,94 έως 8,90 $\mu\text{grat/l}$) το Δεκέμβριο του 1998 στο σταθμό S2 σε όλο το μήκος της υδάτινης στήλης και τα **αμμωνιακά** τέλος (Πίνακας 3.12, Εικόνα 3.12) εμφάνισαν μέγιστα το φθινόπωρο (8,16 $\mu\text{grat/l}$, Οκτώβριος 1998). Οι μέσες συγκεντρώσεις λαμβάνουν τις μέγιστες τιμές τους φθινοπωρινούς μήνες και ενώ για τα νιτρώδη κυμαίνονται κοντά στην τιμή αναφοράς, τα νιτρικά ξεπερνούν το τριπλάσιο και τα αμμωνιακά το διπλάσιό της. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακες II3-II5 και II8-II10)

Πίνακας 3.10: Μέσες συγκεντρώσεις NO_2^-

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO_2^- ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	$V=984 \times 10^6 \text{ m}^3$	$V=298 \times 10^6 \text{ m}^3$	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.07	0.32	0.19
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.23	0.56	0.39
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.19	0.20	0.20
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.20	0.26	0.23
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.12	0.18	0.15

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

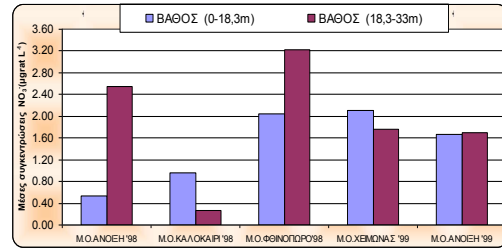


Εικόνα 3.10: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO_2^-

Πίνακας 3.11: Μέσες συγκεντρώσεις NO₃⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (µg/L L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.53	2.55	1.54
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.96	0.27	0.61
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	2.04	3.23	2.64
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.11	1.75	1.93
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.67	1.70	1.68

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

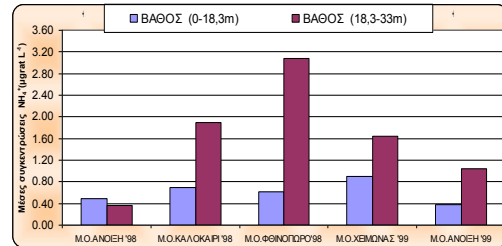


Εικόνα 3.11: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκεντρώσεως NO₃⁻

Πίνακας 3.12: Μέσες συγκεντρώσεις NH₄⁺

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (µg/L L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.48	0.37	0.43
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.69	1.90	1.29
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.62	3.08	1.85
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.90	1.65	1.27
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.38	1.05	0.72

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.12: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκεντρώσεως NH₄⁺

Οι λόγοι των εποχικών συνολικών ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αποκτηθείσας αξίας (Πίνακας 3.13) έχουν ως εξής:

Πίνακας 3.13: Λόγοι συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς στον κόλπο της Ελευσίνας (Β' Φάση)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ						
	PO ₄ ³⁻	SiO ₄ ⁴⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	ΣΝ*
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.30	6.99	0.80	2.38	1.27	1.68
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	6.39	7.75	1.90	1.91	2.70	2.21
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	9.40	7.24	1.22	5.52	3.30	3.94
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.13	3.65	1.34	4.83	2.99	3.53
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.79	2.19	0.83	3.99	1.49	2.49
M.O.	4.00	5.57	1.22	3.73	2.35	2.77

* ΣΝ: Λόγος των συνολικών ποσοτήτων ολικού N προς το άθροισμα των επι μέρους αποκτηθείσων αξιών

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

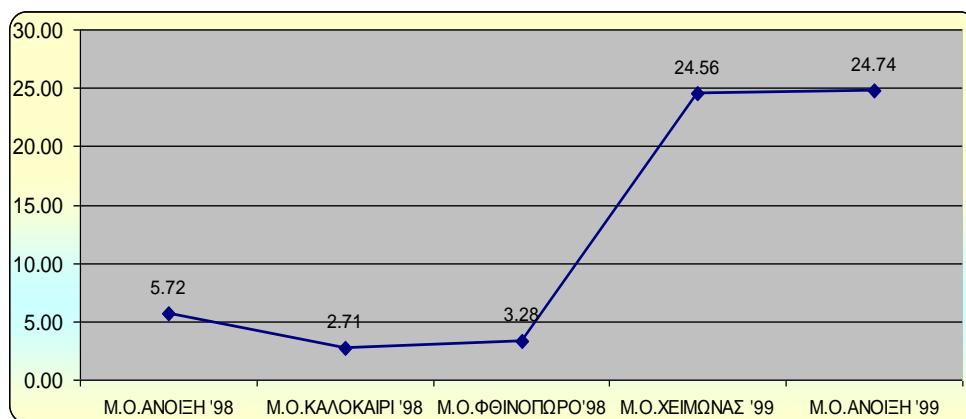
Η μέση τιμή του λόγου ΣΝ/ΣΡ (Πίνακας 3.14, Εικόνα 3.13), υπολογιζόμενη με βάση τους λόγους ολικών ποσοτήτων αζώτου – φωσφόρου, είναι 12,20 για τη δεύτερη φάση της ερευνητικής εργασίας, παρουσιάζοντας χαρακτηριστικά μεγάλη διακύμανση (ελάχιστο 2,71 το καλοκαίρι του 1998, και μέγιστο 24,74 την άνοιξη του επόμενου χρόνου). Η χαμηλή τιμή του λόγου κατά τη θερινή περίοδο δικαιολογείται

από το γεγονός ότι την εποχή αυτή η βιολογική δραστηριότητα είναι αυξανόμενη (Φριλίγκος, 1984)

Πίνακας 3.14: Εποχιακές τιμές και Μέσος όρος του Λόγου ΣΝ/ΣΡ στον κόλπο της Ελευσίνας (Β΄ Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ (ΣΝ/ΣΡ)			
	ΣΝ	ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.03	0.35	5.72
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.66	0.98	2.71
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	4.75	1.45	3.28
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	4.26	0.17	24.56
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	3.01	0.12	24.74
ΣΝ/ΣΡ			12.20

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.13: Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στον κόλπο της Ελευσίνας (Β΄ Φάση)

Στη δεύτερη περίοδο μελέτης, μέγιστη τιμή **χλωροφύλλης-α** (2,21 µgr/l) εμφανίζεται το Νοέμβριο του 1998 στο επιφανειακό στρώμα, ενώ οι μέσες εποχιακές τιμές της δεν ξεπερνούν σ'όλο το μήκος της στήλης το 1 µgrat/l. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακας ΙΙ1 και Εικόνα ΙΙ1)

Και τέλος οι τιμές του **διαλελυμένου οξυγόνου** και για τη δεύτερη περίοδο μελέτης, επιβεβαιώνουν την εμφάνιση ανοξικών συνθηκών στο βυθό, αφού προβάλλουν την ίδια συνολική εικόνα με μικρότερη τιμή 0,14 ml/l τον Αύγουστο 1998 και 0,00 ml/l τον Οκτώβριο του ίδιου χρόνου σε βάθος 28 m. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακας ΙΙ2 και Εικόνα ΙΙ2)

3.2.1.4 Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων

Σύγκριση μεταξύ των πινάκων 3.6 και 3.13 που αφορούν τους λόγους των συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών, προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς, (Πίνακας 3.15) δηλαδή ουσιαστικά την επιβάρυνση σε θρεπτικά της περιοχής μελέτης, για την πρώτη και δεύτερη φάση της μελέτης αντίστοιχα, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι:

Πίνακας 3.15: Σύγκριση του λόγου των ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αναφοράς μεταξύ των δυο περιόδων

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ ΚΟΛΠΟΥ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ							
	PO_4^{3-}	SiO_4^{4-}	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+	ΣΝ	
Μ.Ο.περιόδ. 04/89 έως 03/90	2,68	3,44	0,98	1,10	2,30	1,63	
Μ.Ο.περιόδ. 05/98 έως 05/99	4,00	5,57	1,22	3,73	2,35	2,77	

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Στον κόλπο της Ελευσίνας, παρουσιάζεται μεταξύ των δυο χρονικών περιόδων της έρευνας, αύξηση όλων των θρεπτικών αλάτων, ενώ την προεξέχουσα θέση σ' αυτή την μεταβολή κατέχουν τα φωσφορικά και τα νιτρικά ιόντα, δείκτες της ρύπανσης από απορρυπαντικά και λιπάσματα αντίστοιχα.

Ο λόγος ΣΝ/ΣΡ, σαν αποτέλεσμα των προηγούμενων, παρουσιάζει αύξηση από την τιμή 5,34 στην τιμή 12,20 (Πίνακες 3.7 και 3.13), χωρίς αυτό όμως να οδηγεί σε αξιόλογα συμπεράσματα, αφού και στις δυο περιπτώσεις καταγράφονται μεγάλες αποκλίσεις από το μέσο όρο, χωρίς κάποια εποχική περιοδικότητα.

Όσον αφορά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης – α παρατηρείται ανάμεσα στις δυο περιόδους της μελέτης μεταβολή της εποχικότητας της έξαρσης της πρωτογενούς παραγωγής. Ενώ στην πρώτη φάση οι μέγιστες συγκεντρώσεις καταγράφηκαν την εαρινή περίοδο, στη δεύτερη φάση εμφανίστηκαν τη θερινή και φθινοπωρινή, σε χαμηλότερα βεβαίως επίπεδα. Πράγματι, οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης – α που φαίνονται στον Πίνακα 3.16 δηλώνουν σαφή μείωση της

πρωτογενούς παραγωγής, στο χρονικό πλαίσιο της απόστασης των δυο δειγματοληψιών. Αυτό βέβαια δεν συνάδει με την αντίστοιχη αύξηση των θρεπτικών και την επιβάρυνση στην ποιότητα του νερού του κόλπου, γεγονός που αποδεικνύει ότι, ο εμπλουτισμός σε θρεπτικά ήταν τόσοσ ώστε η πρωτογενής παραγωγή δεν κατάφερε να κρατήσει σταθερά τα επίπεδα τους (Φριλίγκος, 1984). Εξάλλου εφ' όσον τα μέγιστα της χλωροφύλλης καταγράφονται στην επιφάνεια, εμποδίζουν τη διείσδυση του φωτός και συνεπώς την αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής σε μεγαλύτερα βάθη.

Πίνακας 3.16: Μέσοι όροι συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$) κόλπου Ελευσίνας

Εποχή	Μ.Ο. Συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$)	
	περίοδος 89 - 90	περίοδος 98 - 99
ΑΝΟΙΞΗ	7.335	0.516
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	1.678	0.825
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	4.298	1.039
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	1.497	0.805
ΑΝΟΙΞΗ		0.779
Μ.Ο.	3.702	0.793

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου τέλος, υποδεικνύουν ανάπτυξη ανοξικών συνθηκών το καλοκαίρι. Οι μετρήσεις του 1998 όπως και εκείνες της περιόδου 1989 – 1990, επιβεβαιώνουν την εμφάνιση αυτού του φαινομένου, αφού η κατακόρυφη κατανομή των συγκεντρώσεών του οξυγόνου, δείχνει μια σημαντική μείωση με το βάθος, η οποία σε ορισμένες περιόδους φθάνει μέχρι την πλήρη εξάντλησή του.

3.2.2 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Ο εσωτερικός Σαρωνικός, διαχωρίζεται σαφώς από τις υπόλοιπες περιοχές του Σαρωνικού κόλπου, πρώτον εξ' αιτίας της ευδιάκριτης διαφοράς στο βάθος του (μέγιστη τιμή 70 – 90 m), σε σχέση με εκείνα των άλλων τμημάτων και δεύτερον λόγω της έντονης υποβάθμισης, την οποία έχει υποστεί για αρκετές δεκαετίες πριν τη

διεξαγωγή της έρευνας. Σ' αυτό έχουν συμβάλλει, η επιβάρυνση από το εμπορικό λιμάνι του Πειραιά και η απόρριψη των αστικών λυμάτων των πόλεων Αθήνας – Πειραιά.

Η ιστορική αναδρομή για το δίκτυο αποχέτευσης ξεκινά από το 1930 με τη δημιουργία του αγωγού ακαθάρτων του ρέματος του Προφήτη Δανιήλ και αποδέκτη το Φαληρικό Δέλτα, συνεχίζεται στο τέλος της δεκαετίας 1940 - 50 με τη λειτουργία του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού (Κ.Α.Α.) του Κερατσινίου, που διοχετεύει επιφανειακά, μη επεξεργασμένα αστικά λύματα και εξελίσσεται το 1994 με τις εγκαταστάσεις του Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας που επεξεργάζονται τα λύματα πρωτογενώς μέχρι το 2004 και δευτερογενώς κατόπιν, διαθέτοντας τα με υποθαλάσσιο αγωγό εκβολής στον αποδέκτη Σαρωνικό.

3.2.2.1 Επιβάρυνση σταθμών δειγματοληψίας και διασπορά των ρύπων

(ΣΑΡ 2, ΣΑΡ 3, ΣΑΡ 4, ΣΑΡ 5 ΚΑΙ ΣΑΡ 10) –

-(S3, S7, S8, S11, S12, S13, S16, S18 και B1, B2, B4, B5, B6, P1, P13, P15, P18, P21, P29)

Με την επίδραση της επικρατούσας κυκλοφορίας στον Εσωτερικό Σαρωνικό (από την περιοχή της Ψυττάλειας έως και τις βόρειες ακτές της Αίγινας), τα λύματα εξαπλώνονται προς τα νοτιοδυτικά της Ψυττάλειας κατά μήκος των ακτών της Σαλαμίνας, ενώ παρατηρείται σταδιακή μείωση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών, λόγω διασποράς των ρύπων με την απομάκρυνση από το σημείο εκβολής, λόγω αφ' ενός της δεδομένης κυκλοφορίας των νερών (Εικόνα 2.10) και αφ' ετέρου της καλής ανάμειξης των μαζών τους χειμερινούς μήνες (Ν. Φριλίγκος, 1981, Ι. Σιώκου-Φράγκου, 2004).

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα για την πρώτη φάση της μελέτης, μεγάλο φορτίο ρύπων να δέχεται ο σταθμός ΣΑΡ 2, που είναι ο πλησιέστερος στον Κ.Α.Α., γεγονός που φαίνεται από τις υψηλές συγκεντρώσεις των θρεπτικών, ξεπερνώντας κατά μέσο

όρο και τις τιμές του σταθμού ΣΑΡ1 του κόλπου της Ελευσίνας. Επίσης λόγω της διάχυσης των ρυπαντών, στους άλλους σταθμούς του Εσωτερικού Σαρωνικού (ΣΑΡ 3, ΣΑΡ 10, ΣΑΡ 4 και ΣΑΡ 5) παρατηρείται μια κλιμακωτή μείωση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών, σύμφωνα με την προαναφερόμενη σειρά, που έχει άμεση σχέση με την ακτίνα απόστασης από την εκβολή του αγωγού και την κυκλοφορία των υδάτων, τόσο που οι τιμές των μετρήσεων στον ΣΑΡ 5 να επιτρέπουν την κατάταξή του άλλοτε στην ομάδα των σταθμών του Εσωτερικού και άλλοτε του Εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου, σύμφωνα και με τις εκάστοτε επικρατούσες υδρολογικές συνθήκες.

Από τη μελέτη των τιμών που ελήφθησαν κατά την πρώτη περίοδο της έρευνας, παρατηρούνται γενικά οι υψηλότερες τιμές για όλα τα θρεπτικά άλατα στον ΣΑΡ 2 και μάλιστα στο επιφανειακό στρώμα, κάτω προφανώς από την άμεση επίδραση του ΚΑΑ. Κατόπιν ο ΣΑΡ 3 αν και σε μεγαλύτερη ακτίνα απ'ότι ο ΣΑΡ 10, εμφανίζει, δεδομένης της κυκλωνικής κυκλοφορίας στην περιοχή, τις αμέσως λιγότερο υψηλές τιμές. Τέλος ο ΣΑΡ 4 αν και σε ίση απόσταση από τον ΚΑΑ με τον ΣΑΡ 10, υπολείπεται σε φορτίο, σε σχέση μ'αυτόν.

Κατά τη δεύτερη φάση της μελέτης, μεγάλο φορτίο δέχονται κατ'αρχήν ο σταθμός S3 που είναι εγκατεστημένος στον όρμο του Κερατσινίου, λόγω πιθανής επίδρασης από τον κόλπο της Ελευσίνας αλλά και από τη λειτουργία του Κ.Ε.Λ., κατόπιν ο S7, ο οποίος είναι ο αμεσότερος στις εγκαταστάσεις της Ψυττάλειας και στη συνέχεια οι S13, S11 και S8 με αυτή τη σειρά ως προς την επιβάρυνση. Παρατηρείται μια αντιστοιχία με τα δείγματα των σταθμών της πρώτης φάσης της μελέτης, που ήταν εγκατεστημένοι στα αντίστοιχα σημεία, η οποία δικαιολογείται απόλυτα από την κυκλοφορία των υδάτων στην περιοχή.

Η διαφορά που παρουσιάζεται μεταξύ των δυο φάσεων της έρευνας είναι ότι μετά τη λειτουργία του Κ.Ε.Λ.Ψ. περισσότερο επιβαρυνμένο είναι το κατώτερο στρώμα της υδάτινης στήλης, ιδιαίτερος κατά την περίοδο της εμφάνισης του θερμοκλινούς, αφού πλέον τα επεξεργασμένα λύματα δεν εκβράζονται επιφανειακά.

3.2.2.2 Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Η εξέταση των πινάκων με τις τιμές των θρεπτικών αλάτων από όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας και για την κάθε χρονική περίοδο της έρευνας, παρέχει συνοπτικά τα επόμενα αποτελέσματα

3.2.2.3 Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο

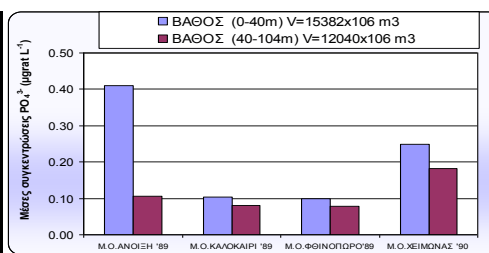
Για τα **φωσφορικά** άλατα (Πίνακας 3.17, Εικόνα 3.14), ιδιαίτερα υψηλές τιμές (2,18 – 5,67 $\mu\text{grat/l}$) παρατηρήθηκαν την άνοιξη του 1989 στο ΣΑΡ 2, στο επιφανειακό στρώμα, όπως επίσης και για τους άλλους σταθμούς την ίδια περίοδο εμφανίστηκαν οι υψηλότερες τιμές, οι οποίες όμως είναι κατά πολύ μικρότερες εκείνων του ΣΑΡ 2.

Τις άλλες χρονικές περιόδους, με μια προς τα πάνω παρέκκλιση το χειμώνα του 1990, οι τιμές ακόμη και στον πιο επιβαρυνμένο σταθμό (ΣΑΡ 2), και κυρίως στο κατώτερο στρώμα πλησίαζε την τιμή αναφοράς (0,12 $\mu\text{grat/l}$). Η μέση ετήσια τιμή τους πλησιάζει το διπλάσιο της τιμής αναφοράς (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, Πίνακες Ι13 και Ι18).

Πίνακας 3.17: Μέσες συγκεντρώσεις PO_4^{3-}

	ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO_4^{3-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)		Μ.Ο.
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) $V=15382 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (40-104m) $V=12040 \times 10^6 \text{ m}^3$	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.410	0.107	0.258
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.105	0.080	0.092
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΟΡΟ '89	0.099	0.078	0.089
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.249	0.182	0.215

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



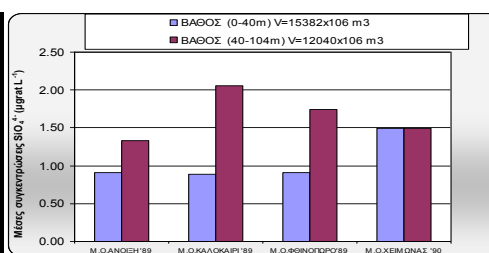
Εικόνα 3.14: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης PO_4^{3-}

Οι τιμές των **πυριτικών** (Πίνακας 3.18, Εικόνα 3.15), κυμαίνονται κοντά στην τιμή αναφοράς (1,22 $\mu\text{grat/l}$) για όλους τους σταθμούς και στα δύο στρώματα της υδάτινης στήλης, η μέγιστη μέση τιμή τους (2,05 $\mu\text{grat/l}$) παρουσιάστηκε το καλοκαίρι του 1989 στο βαθύτερο στρώμα και διαμορφώθηκε κυρίως από τη συμβολή των υψηλών τιμών του ΣΑΡ 3. Η μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσής τους ελάχιστα ξεπερνά την τιμή αναφοράς (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, Πίνακες I14 και I19).

Πίνακας 3.18: Μέσες συγκεντρώσεις SiO_4^{4-}

	ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)		Μ.Ο.
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) $V=15382 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (40-104m) $V=12040 \times 10^6 \text{ m}^3$	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.914	1.329	1.121
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.886	2.051	1.469
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89	0.913	1.746	1.330
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.496	1.498	1.497

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



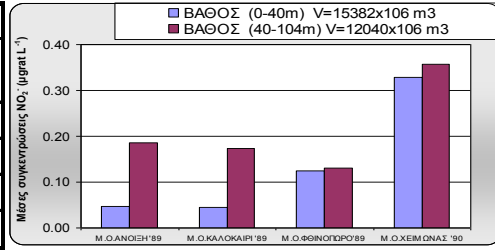
Εικόνα 3.15: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης SiO_4^{4-}

Οι τιμές των συγκεντρώσεων των αζωτούχων αλάτων είναι 1,3 φορές υψηλότερες, των αντίστοιχων τιμών αναφοράς και ειδικότερα τα **νιτρώδη** (Πίνακας 3.19, Εικόνα 3.16), ξεπέρασαν κατά μέσο όρο την τιμή αναφοράς μόνο τη χειμερινή περίοδο του 1990, αφού σε όλη την υδάτινη στήλη και για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας λαμβάνονταν για αυτήν την περίοδο, τιμές της τάξης του 0,35 $\mu\text{grat/l}$. Στα **νιτρικά** άλατα (Πίνακας 3.20, Εικόνα 3.17), ξεπέρασαν την τιμή αναφοράς μόνο οι μετρήσεις στο κατώτερο στρώμα, για όλες τις εποχές της έρευνας με τις υψηλότερες τιμές το φθινόπωρο του 1989 (1,131 $\mu\text{grat/l}$). Τέλος τιμές **αμμωνιακών** (Πίνακας 3.21, Εικόνα 3.18), μεγαλύτερες από 1,0 $\mu\text{grat/l}$ εμφανίστηκαν στο επιφανειακό στρώμα, χωρίς να συνδέονται με εποχιακή μεταβλητότητα, ενώ οι μέσες εποχικές συγκεντρώσεις για όλη την υδάτινη στήλη και από όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας ήταν μικρότερες από το διπλάσιο της τιμής αναφοράς (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακες I15-I17 και I20 – I22)

Πίνακας 3.19: Μέσες συγκεντρώσεις NO₂⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.047	0.185	0.116
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.046	0.174	0.110
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.124	0.131	0.128
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.328	0.357	0.342

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

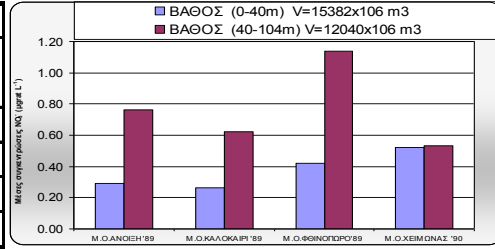


Εικόνα 3.16: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO₂⁻

Πίνακας 3.20: Μέσες συγκεντρώσεις NO₃⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.289	0.763	0.526
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.264	0.624	0.444
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.421	1.138	0.780
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.520	0.534	0.527

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

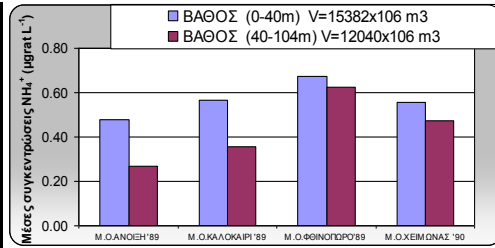


Εικόνα 3.17: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO₃⁻

Πίνακας 3.21: Μέσες συγκεντρώσεις NH₄⁺

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.479	0.269	0.374
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.566	0.356	0.461
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.675	0.622	0.649
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.554	0.474	0.514

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.18: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NH₄⁺

Κατόπιν αυτών, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λόγοι των εποχικών συνολικών ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αποκτηθείσας αξίας (Πίνακας 3.22), που ουσιαστικά παριστάνουν την απόκλιση από την τιμή αναφοράς.

Πίνακας 3.22: Λόγοι συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο (Α΄Φάση)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ						
	PO ₄ ³⁻	SiO ₄ ⁴⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	ΣΝ*
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	2.31	0.90	0.67	1.18	1.08	1.06
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.78	1.15	0.64	1.00	1.32	1.06
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.75	1.05	0.80	1.75	1.81	1.61
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.83	1.23	2.13	1.25	1.44	1.47
M.O.	1.42	1.08	1.06	1.30	1.41	1.30

* ΣΝ: Λόγος των συνολικών ποσοτήτων ολικού N προς το άθροισμα των επι μέρους αποκτηθείσων αξιών

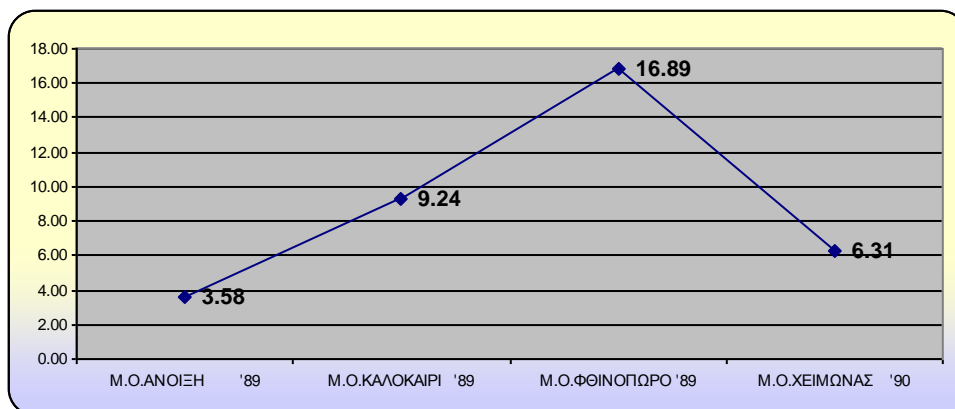
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Η αναλογία $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ (Πίνακας 3.23, Εικόνα 3.19), υπολογιζόμενη με βάση τους λόγους ολικών ποσοτήτων αζώτου – φωσφόρου, έχει την μέση τιμή για ολόκληρη την περίοδο 9,01 που καταδεικνύει σαν περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού το άζωτο, με αισθητή τη συμβολή της αύξησης της συγκέντρωσης των PO_4^{3-} την άνοιξη 1989 και λιγότερο το χειμώνα του 1990, που συντέλεσε στη διαμόρφωση του λόγου σε τιμές κάτω του 16.

Πίνακας 3.23: Εποχιακές τιμές και Μέσος όρος του Λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο (Α΄ Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ ($\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$)			
	ΣN	ΣP	$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	27.20	7.59	3.58
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	27.36	2.96	9.24
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89	41.54	2.46	16.89
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	38.00	6.02	6.31
$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$			9.01

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.19: Εποχιακή μεταβολή του λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο.(Α΄ Φάση)

Οι υψηλότερες τιμές **χλωροφύλλης – α** καταγράφηκαν στον ΣΑΡ 2, με μια διακύμανση από 0,16 $\mu\text{gr/l}$ για βάθος 70m, την άνοιξη του 1990, μέχρι 9,35 $\mu\text{gr/l}$ για βάθος 1m, κατά την ίδια εποχή. Τις άλλες χρονικές περιόδους και σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας, οι μέσες τιμές παραμένουν χαμηλές, με μέγιστη μέση τιμή το χειμώνα του 1990 που απαντάται σε όλο το βάθος της υδάτινης στήλης και δεν ξεπερνά όμως τα 1,52 $\mu\text{gr/l}$. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, Πίνακας Ι23 και Εικόνα Ι3)

Οι τιμές του **διαλελυμένου οξυγόνου** γενικά κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα ενώ δεν παρουσιάζουν μείωση σε συνάρτηση με το βάθος. Ωστόσο οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στο επιφανειακό στρώμα κατά τη θερινή περίοδο (3,94 ml/l τον Ιούλιο του 1989). Η μέση τιμή μειώνεται τους καλοκαιρινούς και φθινοπωρινούς μήνες χωρίς να συμβάλλει σ' αυτό κάποιος από τους σταθμούς ιδιαίτερα, αφού τα επίπεδα των συγκεντρώσεων στον ΣΑΡ2, που βρίσκεται σε άμεση επαφή με τον Κ.Α.Α. δεν διαφέρουν με εκείνα των απομακρυσμένων σταθμών. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, Πίνακας Ι25 και Εικόνα Ι4)

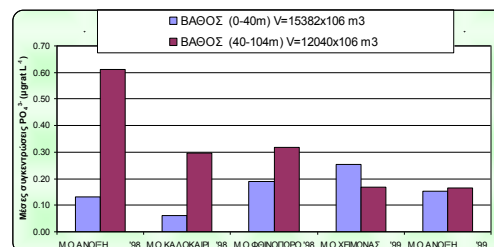
3.2.2.4 Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο

Οι υψηλότερες τιμές των **φωσφορικών αλάτων** (Πίνακας 3.24, Εικόνα 3.20), σημειώθηκαν στους σταθμούς S3 (όρμος Κερατσινίου) στο επιφανειακό στρώμα και S7 (Κ.Ε.Λ.Ψ.) στο κατώτερο στρώμα κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι του 1998 (3,16 $\mu\text{grat/l}$, Οκτώβριος 1998). Οι μέσες εποχικές συγκεντρώσεις έχουν μέγιστη τιμή την άνοιξη του 1998 στο κατώτερο στρώμα (0,61 $\mu\text{grat/l}$) ενώ στο επιφανειακό η μέγιστη μέση τιμή εμφανίζεται το χειμώνα του 1995 (0,25 $\mu\text{grat/l}$). Η μέση ετήσια τιμή τους είναι 1,88 φορές μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής αναφοράς. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακες ΙΙ13 και ΙΙ18)

Πίνακας 3.24: Μέσες συγκεντρώσεις PO_4^{3-}

	ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO_4^{3-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)		Μ.Ο.
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) $V=15382 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (40-104m) $V=12040 \times 10^6 \text{ m}^3$	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.13	0.61	0.37
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.06	0.30	0.18
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.19	0.32	0.25
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.25	0.17	0.21
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.15	0.17	0.16

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

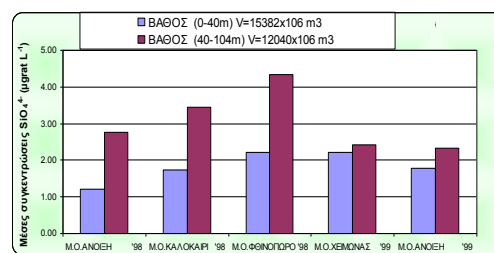


Εικόνα 3.20: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης PO_4^{3-}

Τα **πυριτικά** (Πίνακας 3.25, Εικόνα 3.21) εμφανίζουν τιμές χωρίς μεγάλη απόκλιση από την τιμή αναφοράς, που αυξάνονται με το βάθος, ιδιαίτερα κατά την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (μέγιστη τιμή 13,14 $\mu\text{grat/l}$, Δεκέμβριος 1998 στο κατώτερο στρώμα). Η μέση ετήσια τιμή τους, δεν ξεπερνά το διπλάσιο της τιμής αναφοράς. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακες Π13 και Π18).

Πίνακας 3.25: Μέσες συγκεντρώσεις SiO_4^{4-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) $V=15382 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (40-104m) $V=12040 \times 10^6 \text{ m}^3$	M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	1.20	2.77	1.98
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.75	3.45	2.60
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	2.21	4.33	3.27
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.21	2.42	2.32
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.79	2.34	2.06



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.21: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης SiO_4^{4-}

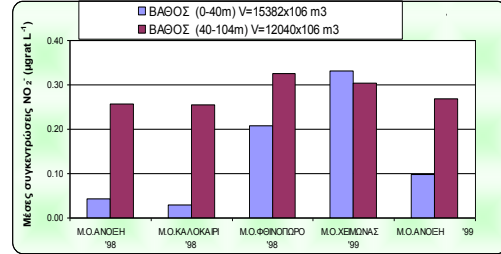
Οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των αζωτούχων αλάτων είναι υπερδιπλάσιες των αντίστοιχων τιμών αναφοράς (τιμή του λόγου ίση με 2,21) και ειδικότερα τα **νιτρώδη** (Πίνακας 3.26, Εικόνα 3.22), ξεπέρασαν κατά μέσο όρο την τιμή αναφοράς τη φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο φθάνοντας μάλιστα στο διπλάσιό της, σε όλη την υδάτινη στήλη ενώ στις άλλες εποχικές περιόδους οι συγκεντρώσεις έφθασαν πάνω από τα επίπεδα αναφοράς μόνο στο κατώτερο στρώμα. Στα **νιτρικά** άλατα (Πίνακας 3.27, Εικόνα 3.23), οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων ξεπέρασαν την τιμή αναφοράς (0,42 $\mu\text{grat/l}$) και στα δυο στρώματα της υδάτινης στήλης για όλες τις εποχές της έρευνας, παρουσιάζοντας τη μεγαλύτερη απόκλιση το φθινόπωρο του 1998 στο κατώτερο στρώμα, όπου σημειώθηκε και η μέγιστη τιμή (6,49 $\mu\text{grat/l}$, Δεκέμβριος 1998 στον S13). Τέλος οι τιμές των **αμμωνιακών** (Πίνακας 3.28, Εικόνα 3.24), του κατώτερου στρώματος υφίστανται μια κλιμακωτή μείωση, από την άνοιξη προς το χειμώνα, ενώ έξαρση παρουσιάζεται τη χειμερινή περίοδο και στο ανώτερο στρώμα, κυρίως στην περιοχή εκβολής του αγωγού, οπότε σημειώνεται και η μέγιστη

τιμή (11,20 µgrat/l το Φεβρουάριο του 1999 από τον S7). (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακες ΙΙ15-ΙΙ17 και ΙΙ20-ΙΙ22)

Πίνακας 3.26: Μέσες συγκεντρώσεις NO₂⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.04	0.26	0.15
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.03	0.25	0.14
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.21	0.33	0.27
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.33	0.30	0.32
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.10	0.27	0.18

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

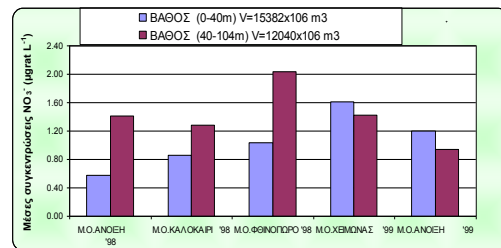


Εικόνα 3.22: Εποχιακή μεταβολή μέσης συκέντρωσης NO₂⁻

Πίνακας 3.27: Μέσες συγκεντρώσεις NO₃⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.57	1.41	0.99
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.86	1.28	1.07
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	1.04	2.04	1.54
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.61	1.42	1.52
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.20	0.94	1.07

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

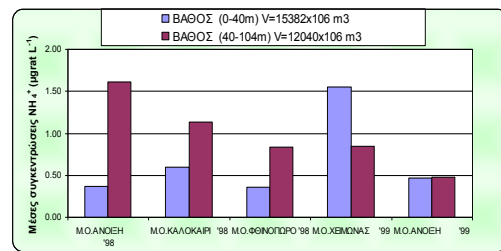


Εικόνα 3.23: Εποχιακή μεταβολή μέσης συκέντρωσης NO₃⁻

Πίνακας 3.28: Μέσες συγκεντρώσεις NH₄⁺

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.37	1.61	0.99
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.60	1.13	0.87
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.36	0.83	0.59
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.55	0.85	1.20
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.47	0.48	0.48

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.24: Εποχιακή μεταβολή μέσης συκέντρωσης NH₄⁺

Οι λόγοι των εποχικών συνολικών ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αποκτηθείσας αξίας (Πίνακας 3.29) έχουν ως εξής:

Πίνακας 3.29: Λόγοι συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο (Β' Φάση)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ							
	PO ₄ ³⁻	SiO ₄ ⁴⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	ΣΝ*	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.85	1.55	0.86	2.24	2.54	2.12	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.38	2.04	0.80	2.49	2.32	2.13	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	2.06	2.57	1.62	3.51	1.57	2.45	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.80	1.89	1.99	3.64	3.45	3.29	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.32	1.66	1.07	2.58	1.32	1.84	
Μ.Ο.	1.88	1.94	1.27	2.89	2.24	2.37	

* ΣΝ: Λόγος των συνολικών ποσοτήτων ολικού Ν προς το άθροισμα των επι μέρους αποκτηθείσων αξιών

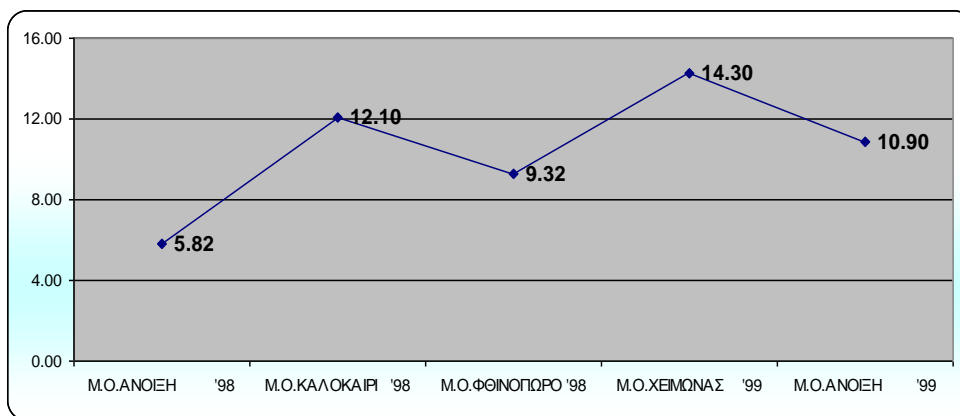
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Η αναλογία $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ (Πίνακας 3.30, Εικόνα 3.25), υπολογιζόμενη με βάση τους λόγους ολικών ποσοτήτων αζώτου – φωσφόρου, έχει την μέση τιμή για ολόκληρη την περίοδο 10,49 που καταδεικνύει ως περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού το άζωτο. Η μέση μέγιστη εποχική τιμή (14,30) σημειώθηκε το χειμώνα του 1999 με φανερή αιτία τα υψηλά επίπεδα των αζωτούχων και η μικρότερη (5,82) την άνοιξη του 1998 με αισθητή τη συμβολή της αυξημένης συγκέντρωσης των φωσφορικών στη διαμόρφωσή της.

Πίνακας 3.30: Εποχιακές τιμές και Μέσος όρος του Λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο (Β' Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ ($\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$)				
		ΣN	ΣP	$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ	'98	54.60	9.38	5.82
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	'98	55.00	4.55	12.10
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	'98	63.03	6.77	9.32
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ	'99	84.75	5.93	14.30
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ	'99	47.47	4.35	10.90
$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$				10.49

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.25: Εποχιακή μεταβολή του λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο.(Β' Φάση)

Η μέγιστη συγκέντρωση **χλωροφύλλης – α** που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών ήταν 2,86 $\mu\text{gr}/\text{l}$ στον S3 το Μάιο του 1998 στο επιφανειακό στρώμα. Ωστόσο οι μέσες συγκεντρώσεις και στα δυο στρώματα της υδάτινης στήλης

για όλες τις εποχές της περιόδου της έρευνας κυμάνθηκαν σε χαμηλές τιμές που δεν ξεπέρασαν το 0,5 µg/l. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακες ΙΙ23 και Εικόνα ΙΙ3)

Οι τιμές του **διαλελυμένου οξυγόνου** γενικά κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα αφού κατά μέσο όρο σε όλη την υδάτινη στήλη προσεγγίζουν την τιμή 5 ml/l, ενώ δεν παρατηρείται μείωση σε σχέση με το βάθος. Μια μικρή πτώση σημειώνεται την καλοκαιρινή και φθινοπωρινή περίοδο και στα δυο στρώματα της στήλης με ελάχιστη εμφανιζόμενη τιμή τα 3,58 ml/l (το Νοέμβριο του 1998 από τον S7) που όμως αποτελεί μεμονωμένη περίπτωση. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακες ΙΙ25 και Εικόνα ΙΙ4)

3.2.2.5 Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων

Σύγκριση μεταξύ των πινάκων 3.22 και 3.29 που αφορούν τους λόγους των συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών, προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς, (Πίνακας 3.31) δηλαδή ουσιαστικά την επιβάρυνση σε θρεπτικά της περιοχής μελέτης, για την πρώτη και δεύτερη φάση της μελέτης αντίστοιχα, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι:

Πίνακας 3.31: Σύγκριση του λόγου των ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αναφοράς μεταξύ των δυο περιόδων

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ ΕΣΩΤ. ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ							
	PO₄³⁻	SiO₄⁴⁻	NO₂⁻	NO₃⁻	NH₄⁺	ΣΝ	
Μ.Ο.περιόδ. 04/89 έως 03/90	1,42	1,08	1,06	1,30	1,41	1,30	
Μ.Ο.περιόδ. 05/98 έως 05/99	1,88	1,94	1,27	2,89	2,24	2,37	

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο, παρουσιάζεται μεταξύ των δυο χρονικών περιόδων της έρευνας, αύξηση όλων των θρεπτικών αλάτων, σε μικρή ωστόσο κλίμακα. Η τάση αυτή παρουσιάζεται σημαντικότερη στα νιτρικά για τα οποία διπλασιάστηκε η επιβάρυνση της περιοχής ανάμεσα στις δυο φάσεις της έρευνας και αμέσως μετά για τα αμμωνιακά .

Ο λόγος ΣΝ/ΣΡ, σαν αποτέλεσμα των προηγούμενων, παρουσιάζει αύξηση από την τιμή 9,01 στην τιμή 10,49 (Πίνακες 3.23 και 3.30), που μπορεί να δικαιολογηθεί από τη σχετική μεταξύ των δυο φάσεων αύξηση των αμμωνιακών. Πάντως και στις δυο περιπτώσεις καταδεικνύεται σαν περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής το άζωτο.

Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης – α για τις δυο φάσεις της έρευνας, που φαίνονται στον Πίνακα 3.32 αφήνουν να φανεί κάμψη της πρωτογενούς παραγωγής στο χρονικό πλαίσιο της απόστασης των δυο δειγματοληψιών.

Τα αποτελέσματα επίσης δείχνουν ότι, με εξαίρεση τις μετρήσεις των δυο σταθμών κοντά στο σημείο της εκβολής, οι οποίοι παρουσίασαν σχετικά υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, οι υπόλοιπες περιοχές χαρακτηρίστηκαν από χαμηλές τιμές. Όσον αφορά την κατακόρυφη κατανομή, σύγκριση των μέσων τιμών χλωροφύλλης μεταξύ της επιφάνειας και του μέγιστου βάθους δείχνει ότι δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή της γεγονός που οφείλεται στην ανάμειξη της υδάτινης στήλης στην περίοδο ανάμειξης δηλαδή στο τέλος χειμώνα-αρχή άνοιξης.

Πίνακας 3.32: Μέσοι όροι συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$)
Εσωτερ. Σαρωνικού κόλπου

Εποχή	Μ.Ο. Συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$)	
	περίοδος 89 - 90	περίοδος 98 - 99
ΑΝΟΙΞΗ	0.823	0.422
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0.691	0.426
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	0.603	0.326
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	1.517	0.371
ΑΝΟΙΞΗ		0.467
Μ.Ο.	0.908	0.402

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου τέλος, υποδεικνύουν καλή οξυγόνωση του κόλπου. Κατά τη δεύτερη φάση της μελέτης, παρατηρείται μια μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου σε σχέση με το βάθος, στους σταθμούς κοντά στο Κ.Ε.Λ.Ψ., τους καλοκαιρινούς μήνες. Αποτελέσματα ερευνών έχουν επισημάνει ότι η

στρωματοποίηση στην περιοχή της Ψυττάλειας είναι αρκετά ισχυρή, ώστε να συμβαίνει βύθιση κάτω από το πυκνοκλινές ενός τμήματος των λυμάτων (Θεοδώρου, 1992). Στην πρώτη φάση της μελέτης δεν παρατηρείται η τάση αυτή, αλλά η ακριβώς αντίθετη, προφανώς λόγω της επιφανειακής εκβολής του αγωγού.

3.2.3 ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Η Δυτική λεκάνη του Σαρωνικού κόλπου περιλαμβάνει τους κόλπους Μεγάρων και Επιδαύρου και επικοινωνεί με τον Εσωτερικό Σαρωνικό, μέσω του διαύλου Σαλαμίνας – Αίγινας και με τον κόλπο της Ελευσίνας μέσω του καναλιού των Μεγάρων. Αποτελεί το βαθύτερο τμήμα του και πιο συγκεκριμένα, δυτικά, από το νησί της Σαλαμίνας και μέχρι τον ισθμό της Κορίνθου, το βάθος της λεκάνης φθάνει τα 130 m, που όμως εξελίσσεται προς τα νότια έως τη χερσόνησο των Μεθάνων, σε ένα βαθύ κοίλωμα με μέγιστο βάθος τα 400 m περίπου.

Ο Δυτικός Σαρωνικός κόλπος λαμβάνει βιολογικά φιλτραρισμένους ή χημικά τροποποιημένους ρύπους από τις πηγές ρύπανσης που αναφέρθηκαν στις δυο προηγούμενες υποπεριοχές μελέτης (Ν.Φριλίγκος 1983), καθώς βέβαια δέχεται και την επίδραση μη σημειακών πηγών ρύπανσης, λόγω επιφανειακών απορροών από τις δραστηριότητες στη Δυτική παράκτια ζώνη. Παράλληλα, λόγω της μερικής ή και καθ' ολοκληρία στασιμότητας και της αργής ανταλλαγής των υδάτινων μαζών, η Δυτική λεκάνη κρίνεται ιδιαίτερα ευαίσθητη στη ρύπανση αυτή. (Hopkins, 1975).

Έτσι ενώ το χειμώνα θα περίμενε κανείς πλήρη ανάμειξη της υδάτινης στήλης, λόγω της ιδιομορφίας της λεκάνης, σχηματίζεται ένα στρώμα νερού επιφανείας μικρής πυκνότητας, που εμποδίζει τη διαδικασία της κατακόρυφης ανάμειξης να φτάσει σε βάθη μεγαλύτερα των 100 m. Επί πλέον λόγω του ότι τα δυο περάσματα προς την ανοικτή θάλασσα είναι αβαθή (μεταξύ Σαλαμίνας – Αίγινας με βάθος 100 m

και μεταξύ Αίγινας – Μεθάνων με βάθος 80 m), το νερό εγκλωβίζεται στα βαθύτερα στρώματα, χωρίς περίπτωση οριζόντιας διαφυγής προς τον εξωτερικό Σαρωνικό (Φριλίγκος, 1983).

Το αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η Δυτική λεκάνη του Σαρωνικού να λειτουργεί σα «θρεπτική παγίδα» (Dugdale, MacIsaac, 1975, από Friligos, 1983). Οι θρεπτικές ουσίες καταναλισκόμενες από τους μικροοργανισμούς, απομακρύνονται από το επιφανειακό νερό, ενώ με το θάνατο των μικροοργανισμών και την εναπόθεσή αυτών στον πυθμένα, επανέρχονται στην ανόργανη μορφή τους, μέσα από βακτηριακές διαδικασίες οξείδωσης και παραμένουν διαλυμένες στα ύδατα των μεγάλων βαθών. Δεδομένων αυτών των συνθηκών και σε περίπτωση αυξανόμενου οργανικού φορτίου που εισρέει από τις προαναφερόμενες πηγές ρύπανσης, είναι πιθανό ο κόλπος της Επιδαύρου να οδηγηθεί σε καταστάσεις ανώτερων τροφικών επιπέδων, με πολύ σοβαρές οικολογικές συνέπειες.

3.2.3.1 Ανάλυση των αποτελεσμάτων

(ΣΑΡ 8, ΣΑΡ 9) – (S4, S5, S6, S9, S10, S20, S25)

Η εξέταση των πινάκων με τις τιμές των θρεπτικών αλάτων από όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας και για την κάθε χρονική περίοδο της έρευνας, παρέχει συνοπτικά τα επόμενα αποτελέσματα Η μελέτη των δεδομένων για την πρώτη φάση της έρευνας (ΣΑΡ 8 και ΣΑΡ9) αφορά μόνο τον Ιούνιο 1989 και το Μάρτιο 1990. Πιο συγκεκριμένα:

3.2.3.2 Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου

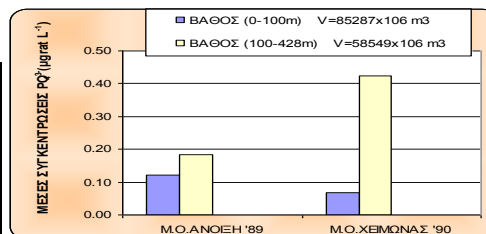
Τα **φωσφορικά** (Πίνακας 3.33, Εικόνα 3.26), ενώ σε όλες τις άλλες περιοχές δεν ξεπερνούν την τιμή αναφοράς (0,12 $\mu\text{grat/l}$) της ανοικτής θάλασσας, στο βαθύ

στρώμα κατά τους χειμερινούς μήνες, αγγίζουν και υπερβαίνουν το πενταπλάσιό της, με μέγιστη τιμή 0,630 $\mu\text{grat/l}$ σε βάθος 350m.(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακες I27και I28)

Πίνακας 3.33: Μέσες συγκεντρώσεις PO_4^{3-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO_4^{3-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m)	ΒΑΘΟΣ (100-428m)	Μ.Ο.
	$V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	$V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.122	0.185	0.154
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.068	0.425	0.247

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



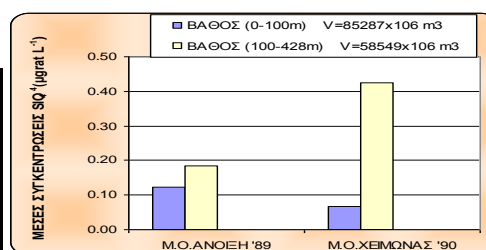
Εικόνα 3.26: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης PO_4^{3-}

Για τα **πυριτικά** (Πίνακας 3.34, Εικόνα 3.27), ομοίως παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσής τους με το βάθος, με μέγιστη τιμή 24,860 $\mu\text{grat/l}$ στο μέγιστο βάθος τη χειμερινή περίοδο, ενώ ως γνωστό η τιμή αναφοράς είναι 1,22 $\mu\text{grat/l}$. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακες I27 και I29)

Πίνακας 3.34: Μέσες συγκεντρώσεις SiO_4^{4-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m)	ΒΑΘΟΣ (100-428m)	Μ.Ο.
	$V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	$V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.542	5.290	3.416
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.761	10.948	5.855

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



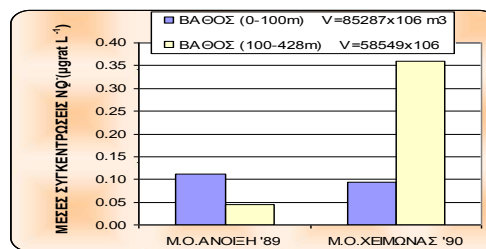
Εικόνα 3.27: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης SiO_4^{4-}

Όσον αφορά τα **αζωτούχα**, στα **νιτρώδη** (Πίνακας 3.35, Εικόνα 3.28), δεν παρατηρείται ιδιαίτερη απόκλιση από την τιμή αναφοράς παρά μόνο στο μέγιστο βάθος το χειμώνα του 1990 ενώ στα **νιτρικά** (Πίνακας 3.36, Εικόνα 3.29), παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης με το βάθος και στις δυο περιόδους μετρήσεων, με μέγιστη τιμή 9,690 $\mu\text{grat/l}$ από τον ΣΑΡ 8, τιμή που αγγίζει το εικοσαπλάσιο της τιμής αναφοράς (0,42 $\mu\text{grat/l}$) και τέλος για τα **αμμωνιακά** (Πίνακας 3.37, Εικόνα 3.30), δεν παρατηρείται απόκλιση από την τιμή αναφοράς για κανένα σταθμό σε όλες τις μετρήσεις. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακες I27 και I30-I32)

Πίνακας 3.35: Μέσες συγκεντρώσεις NO₂⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.111	0.045	0.078
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.094	0.360	0.227

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

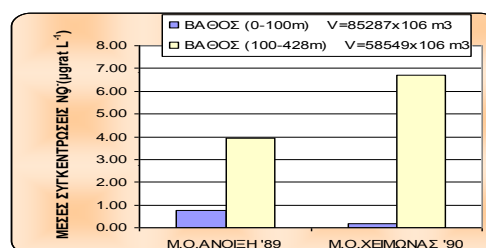


Εικόνα 3.28: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO₂⁻

Πίνακας 3.36: Μέσες συγκεντρώσεις NO₃⁻

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.778	3.943	2.360
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.187	6.705	3.446

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

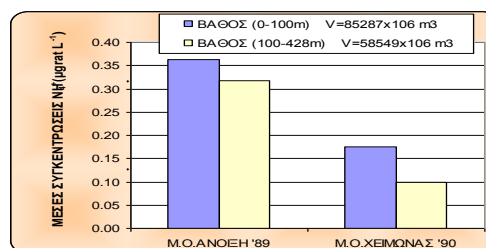


Εικόνα 3.29: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO₃⁻

Πίνακας 3.37: Μέσες συγκεντρώσεις NH₄⁺

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.364	0.318	0.341
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.175	0.098	0.137

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.30: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NH₄⁺

Οι λόγοι των εποχικών συνολικών ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αποκτηθείσας αξίας (Πίνακας 3.38) έχουν ως εξής:

Πίνακας 3.38: Λόγοι συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς στη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου (Α΄Φάση)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ						
	PO ₄ ³⁻	SiO ₄ ⁴⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	ΣN*
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.23	2.51	0.53	4.92	0.96	2.65
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.78	4.02	1.26	6.76	0.40	3.39
M.O.	1.50	3.27	0.89	5.84	0.68	3.02

* ΣN: Λόγος των συνολικών ποσοτήτων ολικού N προς το άθροισμα των επι μέρους αποκτηθείσων αξιών

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

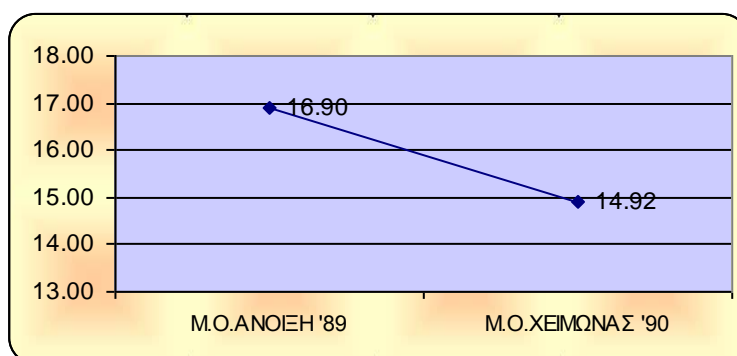
Ο λόγος ΣN/ΣP (Πίνακας 3.39, Εικόνα 3.31), έχει τη μέση τιμή 15,91 ενώ από την άνοιξη του 1989 προς το χειμώνα του 1990 έχει πτωτική τάση, λόγω και

μείωσης των αζωτούχων κυρίως των αμμωνιακών σε μεγάλα βάθη, αλλά και αύξησης των φωσφορικών.

Πίνακας 3.39: Εποχιακές τιμές και Μέσος όρος του Λόγου ΣΝ/ΣΡ στη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου (Α΄ Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ (ΣΝ/ΣΡ)			
	ΣΝ	ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	358.89	21.24	16.90
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	458.25	30.71	14.92
ΣΝ/ΣΡ			15.91

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.31: Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου (Α΄ Φάση)

Όσον αφορά τη συγκέντρωση της **χλωροφύλλης - α** οι μέγιστες τιμές καταγράφονται σε όλα τα βάθη της υδάτινης στήλης το χειμώνα του 1990, από το ΣΑΡ 9 (μέγιστη τιμή 1,4 $\mu\text{g/l}$ σε βάθος 10m). Τις άλλες χρονικές περιόδους δειγματοληψίας, σημειώθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις και στους δυο σταθμούς, με μέγιστες τιμές που δεν ξεπερνούν τα 0,53 $\mu\text{g/l}$ και οι οποίες ακολουθούν πτωτική τάση σε σχέση με το βάθος. Χαρακτηριστική είναι η τιμή 0,07 $\mu\text{g/l}$ που καταγράφηκε σε βάθη 200 και 100 m το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 1989 από τον ΣΑΡ 8 οι οποίες αποτελούν τις χαμηλότερες όλου του κόλπου. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, Πίνακας Ι33, Εικόνα Ι5)

Τέλος οι τιμές του **διαλελυμένου οξυγόνου** γενικά κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα στο επιφανειακό και ανώτερο στρώμα, αφού κατά μέσο όρο προσεγγίζουν την τιμή 5 ml/l, αλλά παρατηρείται μια μικρή μείωση σε σχέση με το βάθος στο

κατώτερο στρώμα τη χειμερινή περίοδο με ελάχιστη εμφανιζόμενη τιμή τα 3,42 ml/l (το Μάρτιο του 1990 από τον ΣΑΡ8, στα 150m) που όμως δεν μπορεί να αποτελέσει χαρακτηριστική τιμή για το κατώτερο υδάτινο στρώμα, εξ' αιτίας της έλλειψης μετρήσεων που ενδεχομένως θα ενίσχυαν την ένδειξη αυτή. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακας I34, Εικόνα I6)

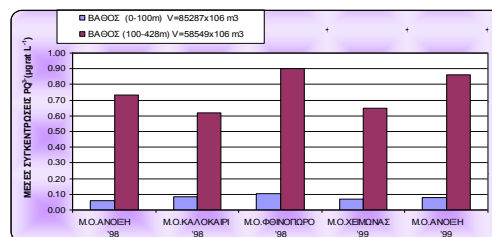
3.2.3.3 Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου

Τα **φωσφορικά** (Πίνακας 3.40, Εικόνα 3.32), ενώ για όλες τις εποχές οι τιμές στο ανώτερο στρώμα δεν ξεπερνούν την τιμή αναφοράς της ανοικτής θάλασσας (0,12 μgrat/l), στο βαθύ στρώμα για όλη την περίοδο της έρευνας την υπερβαίνουν φθάνοντας οι μέσες εποχικές συγκεντρώσεις το πενταπλάσιο (καλοκαίρι 1998) έως και πάνω από το επταπλάσιό της (φθινόπωρο 1998), ενώ η μέγιστη τιμή που καταχωρίστηκε (1,31 μgrat/l) αφορά το σταθμό S20 το Φεβρουάριο του 1989. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακες II27 και II32)

Πίνακας 3.40: Μέσες συγκεντρώσεις PO_4^{3-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO_4^{3-} (μgrat L ⁻¹)				
		ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98		0.06	0.73	0.40
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		0.08	0.62	0.35
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		0.10	0.90	0.50
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		0.07	0.65	0.36
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99		0.08	0.86	0.47

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 4.32: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης PO_4^{3-}

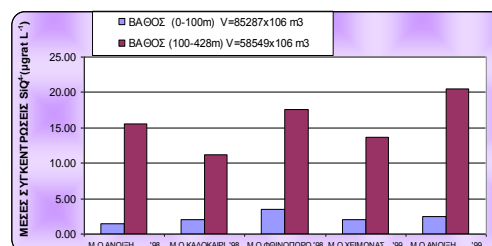
Για τα **πυριτικά** (Πίνακας 3.41, Εικόνα 3.33), ομοίως παρατηρείται κλιμακωτή αύξηση της συγκέντρωσής τους με το βάθος, και τελικά στο βαθύ στρώμα για όλη την περίοδο της έρευνας καταγράφονται μέσες συγκεντρώσεις που ξεπερνούν το δεκαεξαπλάσιο της τιμής αναφοράς που ως γνωστό είναι 1,22 μgrat/l (άνοιξη 1999).

Η μέγιστη τιμή 36,30 $\mu\text{grat/l}$ καταγράφηκε σε βάθος 200 m στον σταθμό S20 την άνοιξη του 1999. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακες ΙΙ28 και ΙΙ33)

Πίνακας 3.41: Μέσες συγκεντρώσεις SiO_4^{4-}

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	1.48	15.49	8.48
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.98	11.21	6.60
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	3.45	17.58	10.51
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.03	13.63	7.83
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.51	20.48	11.49

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.33: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης SiO_4^{4-}

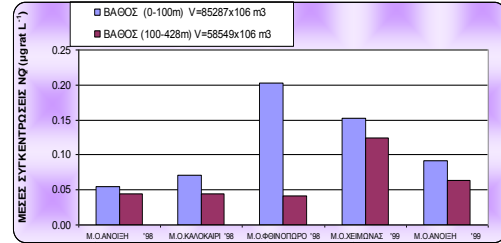
Οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των αζωτούχων αλάτων υπερβαίνουν το πενταπλάσιο (5,20) των αντίστοιχων τιμών αναφοράς και ειδικότερα τα **νιτρώδη** (Πίνακας 3.42, Εικόνα 3.34), ξεπέρασαν κατά μέσο όρο την τιμή αναφοράς τη φθινοπωρινή περίοδο του 1998 στο ανώτερο στρώμα, χωρίς να φτάσουν όμως στο διπλάσιό της . Η μέγιστη τιμή 0,91 $\mu\text{grat/l}$, σημειώθηκε στο ανώτερο στρώμα στο σταθμό S20 τον Οκτώβριο του 1998, ενώ στις άλλες εποχικές περιόδους οι συγκεντρώσεις δεν ξεπέρασαν τα επίπεδα αναφοράς σε όλη την υδάτινη στήλη. Στα **νιτρικά** άλατα (Πίνακας 3.43, Εικόνα 3.35), στο ανώτερο στρώμα εκτός από την άνοιξη του 1998, υπερέβησαν τα επίπεδα αναφοράς (0,42 $\mu\text{grat/l}$), φθάνοντας μάλιστα το φθινόπωρο κατά μέσο όρο το τετραπλάσιό τους. Στο κατώτερο στρώμα οι συγκεντρώσεις είναι σαφώς αυξημένες με μια τάση έξαρσης την εαρινή και φθινοπωρινή περίοδο. Στην τελευταία μάλιστα οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων ξεπέρασαν κατά 25 φορές την τιμή αναφοράς. Η μέγιστη τιμή (21,60 $\mu\text{grat/l}$), σημειώθηκε το Μάιο του 1999 στον S20 σε βάθος 200m. Και τέλος οι τιμές των **αμμωνιακών** (Πίνακας 3.44, Εικόνα 3.36), υφίστανται μια κλιμακωτή μείωση, από το καλοκαίρι προς το χειμώνα, ενώ σε γενικές γραμμές οι μέσες τιμές μόνο του κατώτερου στρώματος κατά τη θερινή περίοδο υπερβαίνουν την τιμή αναφοράς (0,36

μg/L) πλησιάζοντας το διπλάσιό της. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακες Π29-Π31 και Π34-Π36)

Πίνακας 3.42: Μέσες συγκεντρώσεις NO_2^-

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO_2^- ($\mu\text{g/L}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.06	0.05	0.05
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.07	0.04	0.06
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.20	0.04	0.12
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.15	0.12	0.14
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.09	0.06	0.08

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

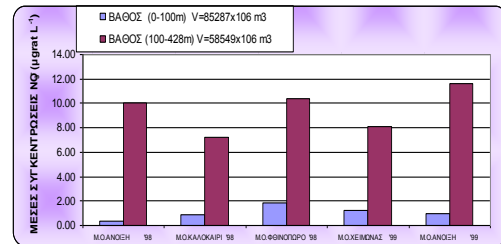


Εικόνα 3.34: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO_2^-

Πίνακας 3.43: Μέσες συγκεντρώσεις NO_3^-

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO_3^- ($\mu\text{g/L}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.38	10.08	5.23
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.86	7.26	4.06
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	1.85	10.43	6.14
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.21	8.13	4.67
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.96	11.61	6.28

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

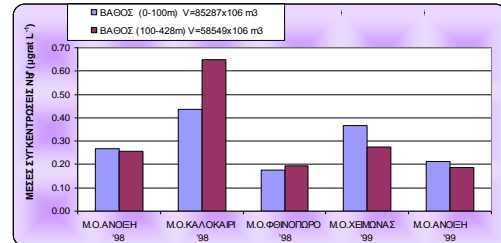


Εικόνα 3.35: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NO_3^-

Πίνακας 3.44: Μέσες συγκεντρώσεις NH_4^+

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH_4^+ ($\mu\text{g/L}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	M.O.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.27	0.26	0.26
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.44	0.65	0.54
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.18	0.19	0.18
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.37	0.28	0.32
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.21	0.19	0.20

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Εικόνα 3.36: Εποχιακή μεταβολή μέσης συγκέντρωσης NH_4^+

Οι λόγοι των εποχικών συνολικών ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αποκτηθείσας αξίας (Πίνακας 3.45) έχουν ως εξής:

Πίνακας 3.45: Λόγοι συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς στη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου (Β'Φάση)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ						
	PO_4^{3-}	SiO_4^{4-}	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+	ΣΝ*
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.78	5.89	0.32	10.31	0.73	4.94
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.51	4.70	0.38	8.25	1.45	4.31
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	3.56	7.54	0.86	12.73	0.51	6.03
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.55	5.53	0.88	9.59	0.92	4.79
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	3.32	8.05	0.50	12.61	0.56	5.93
M.O.	2.94	6.34	0.59	10.70	0.83	5.20

* ΣΝ: Λόγος των συνολικών ποσοτήτων ολικού N προς το άθροισμα των επι μέρους αποκτηθείσων αξιών

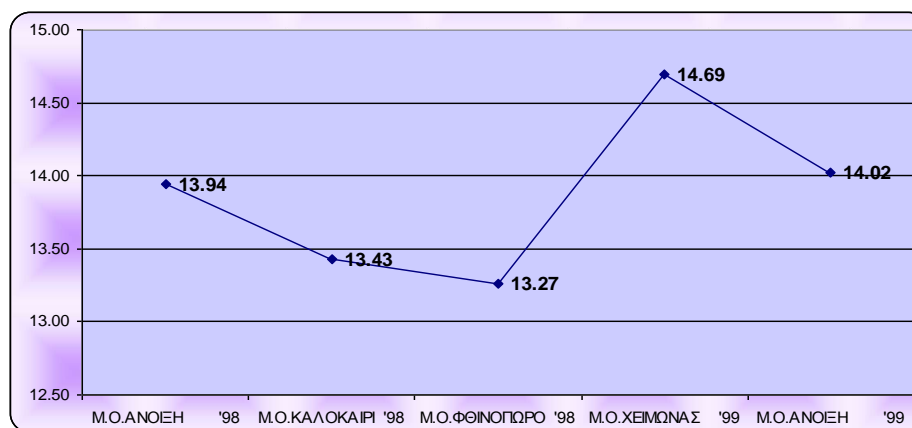
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Ο λόγος $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ (Πίνακας 3.46, Εικόνα 3.37), έχει τη μέση τιμή 13,87, κυμαίνεται δε μεταξύ των τιμών 13,27 και 14,69 που σημαίνει ότι δεν υφίσταται μεγάλη εποχική διακύμανση.

Πίνακας 3.46: Εποχιακές τιμές και Μέσος όρος του Λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου (Β΄ Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ ($\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$)			
	ΣN	ΣP	$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	668.00	47.91	13.94
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	582.31	43.36	13.43
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	814.76	61.42	13.27
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	647.33	44.07	14.69
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	802.22	57.22	14.02
$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$			13.87

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.37 Εποχιακή μεταβολή του λόγου $\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$ στη Δυτική λεκάνη Σαρωνικού κόλπου (Β΄ Φάση)

Όλες τις χρονικές περιόδους δειγματοληψίας, σημειώθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις **χλωροφύλλης - α** σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Χαρακτηριστικές είναι οι μετρήσεις με την τιμή 0,00 $\mu\text{g}/\text{l}$ που καταγράφηκαν στο κατώτερο στρώμα το φθινόπωρο του 1998 και την άνοιξη του 1999 από τον S20, οι οποίες αποτελούν όπως και στην πρώτη φάση της έρευνας τις χαμηλότερες όλου του κόλπου. Οι μέση μέγιστη συγκέντρωση 0,25 $\mu\text{g}/\text{l}$ καταγράφηκε το χειμώνα του 1999 στο ανώτερο στρώμα ενώ η μέγιστη τιμή 0,54 $\mu\text{g}/\text{l}$ εμφανίστηκε το καλοκαίρι

του 1998 από τον σταθμό S6 σε βάθος 60 m. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακας II37 και Εικόνα II5)

Τέλος οι τιμές του **διαλελυμένου οξυγόνου** ενώ γενικά κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα στο ανώτερο στρώμα, αφού κατά μέσο όρο ξεπερνούν την τιμή 5 ml/l, παρατηρείται κλιμακωτή μείωση σε βάθη μεγαλύτερα των 100 m με τιμές που φθάνουν η ελάχιστη το 1,14 ml/l (το Μάιο του 1999, από τον S6 σε βάθος 200m). Οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις επειδή αφορούν ένα περιορισμένο πλήθος τιμών που αναφέρονται σε μετρήσεις μεγάλων βαθών, επηρεάζουν τις μέσες συγκεντρώσεις του κατώτερου στρώματος, μεταβάλλοντας πτωτικά το μέσο όρο της υδάτινης στήλης. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακας II38 και Εικόνα II6)

3.2.3.4 Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων

Σύγκριση μεταξύ των πινάκων 3.38 και 3.45 που αφορούν τους λόγους των συνολικών ποσοτήτων θρεπτικών, προς τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς (Πίνακας 3.47), για την πρώτη και δεύτερη φάση της μελέτης αντίστοιχα, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι:

Πίνακας 3.47: Σύγκριση του λόγου των ποσοτήτων των θρεπτικών προς τις τιμές αναφοράς μεταξύ των δυο περιόδων

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ ΔΥΤ. ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ						
	PO ₄ ³⁻	SiO ₄ ⁴⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	ΣΝ
Μ.Ο.περιόδ. 04/89 έως 03/90	1,50	3,27	0,89	5,84	0,68	3,02
Μ.Ο.περιόδ. 05/98 έως 05/99	2,94	6,34	0,59	10,70	0,83	5,20

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Στη Δυτική λεκάνη του Σαρωνικού κόλπου, παρουσιάζεται μεταξύ των δυο χρονικών περιόδων της έρευνας, αύξηση όλων των θρεπτικών αλάτων, εκτός των

νιτρωδών. Η μεταβολή αυτή είναι σημαντικότερη στις περιπτώσεις των φωσφορικών, των πυριτικών και των νιτρικών αλάτων, για τις οποίες σχεδόν διπλασιάστηκε η επιβάρυνση της περιοχής ανάμεσα στις δυο φάσεις της έρευνας. Ιδιαίτερη αξία έχει η παρατήρηση ότι τα πυριτικά έχουν μεγαλύτερη τάση συσσώρευσης απ'ότι τα φωσφορικά. Προφανής αιτία, είναι η περιορισμένη ανανέωση των υδάτων, λόγω των μεγάλων βαθών στην περιοχή, αφού εξάλλου η κατακόρυφη κατανομή των συγκεντρώσεων των θρεπτικών δείχνει μια σημαντική αύξηση με το βάθος καθ'όλη τη διάρκεια του έτους.

Ο λόγος ΣΝ/ΣΡ, σαν αποτέλεσμα των προηγούμενων, παρουσιάζει μείωση από την τιμή 15,91 στην τιμή 13,87 (Πίνακες 3.39 και 3.46), που μπορεί να δικαιολογείται από τη μεγαλύτερη σχετική αύξηση των αζωτούχων σε σχέση με τα νιτρικά.

Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης – α για τις δυο φάσεις της έρευνας, που φαίνονται στον Πίνακα 3.48 φανερώνουν μείωση της πρωτογενούς παραγωγής και όσον αφορά τη μέση υπολογιζόμενη τιμή αλλά και τις τιμές σε όλες τις εποχικές περιόδους αντίστοιχα. Οι μεγαλύτερες των τιμών παρουσιάζονται τις χειμερινές περιόδους, αλλά ωστόσο κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα, χωρίς αξιόλογη μεταβολή σε σχέση με το βάθος.

Πίνακας 3.48: Μέσοι όροι συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$)
Δυτικής λεκάνης Σαρωνικού κόλπου

Εποχή	Μ.Ο. Συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$)	
	περίοδος 89 - 90	περίοδος 98 - 99
ΑΝΟΙΞΗ	0.324	0.103
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0.234	0.111
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	0.229	0.142
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	1.114	0.224
ΑΝΟΙΞΗ		0.128
Μ.Ο.	0.475	0.142

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου τέλος, στις περιοχές με βάθος μεγαλύτερο των 100 m παρουσιάζουν μείωση με το βάθος καθ'όλη τη διάρκεια του έτους και στις δυο περιόδους της έρευνας. Η μείωση στη δεύτερη φάση συγκρινόμενη με την αντίστοιχη την προηγούμενη περίοδο, είναι σημαντική και επιβεβαιώνει τη δυσχερή ανανέωση των υδάτων λόγω των μεγάλων βαθών.

3.2.4 ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Με τον όρο Εξωτερικός Σαρωνικός, ουσιαστικά χαρακτηρίζεται η έξοδος του Σαρωνικού κόλπου προς την ανοικτή θάλασσα του Αιγαίου, μετά τη νοητή γραμμή Μεθάνων – Σουνίου.

3.2.4.1 Ανάλυση των αποτελεσμάτων

(ΣΑΡ 6) – (S21)

Οι σταθμοί δειγματοληψίας ΣΑΡ6 και S21 για τις δυο φάσεις της έρευνας αντίστοιχα, βρίσκονται στο βόρειο τμήμα του Εξωτερικού κόλπου και στο νότιο άκρο του άξονα Κερατσίνι, Ψυττάλεια – Σούνιο, όπου διαδοχικά απαντώνται οι ΣΑΡ2, ΣΑΡ4, ΣΑΡ5 για την πρώτη και S7, S11, S16 για τη δεύτερη φάση της μελέτης, του Εσωτερικού Σαρωνικού.

Το βάθος του Εξωτερικού κόλπου στο σημείο του σταθμού, φθάνει τα 210 m, ενώ στη μελέτη δεν θα γίνει χρήση άλλων βαθών της υποπεριοχής, αφού εξ' αιτίας της άμεσης επαφής της με την ανοικτή θάλασσα, αυτή δεν οροθετείται επακριβώς, με αποτέλεσμα οι ποσοτικές εκτιμήσεις των μετρήσεων των θρεπτικών να γίνονται σύμφωνα με τις μετρούμενες συγκεντρώσεις και όχι τις υπολογιζόμενες ολικές ποσότητες.

3.2.4.2 Πρώτη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 04/1989 έως 03/1990) για τον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο

Οι μετρήσεις ελήφθησαν μόνο για δυο μήνες, τον Ιούνιο του 1989 και το Μάρτιο του 1990. Η εξέταση των πινάκων με τις τιμές των θρεπτικών αλάτων από τον σταθμό δειγματοληψίας και για την κάθε χρονική περίοδο της έρευνας, παρέχει συνοπτικά τα επόμενα αποτελέσματα

Τα **φωσφορικά** κυμάνθηκαν σε τιμές κάτω της τιμής αναφοράς, σε όλα τα βάθη της υδάτινης στήλης.

Τα **πυριτικά** εμφάνισαν και ανοδικές αλλά και πτωτικές τάσεις με την αύξηση του βάθους, την άνοιξη του 1989 και το χειμώνα του 1990 αντίστοιχα. Πάντως οι τιμές τους κατά μέσο όρο ελάχιστα ξεπέρασαν την τιμή αναφοράς, αφού την άνοιξη του 1989, καταγράφηκε η υψηλότερη τιμή τους (1,91 $\mu\text{grat/l}$ σε βάθος 200 m).

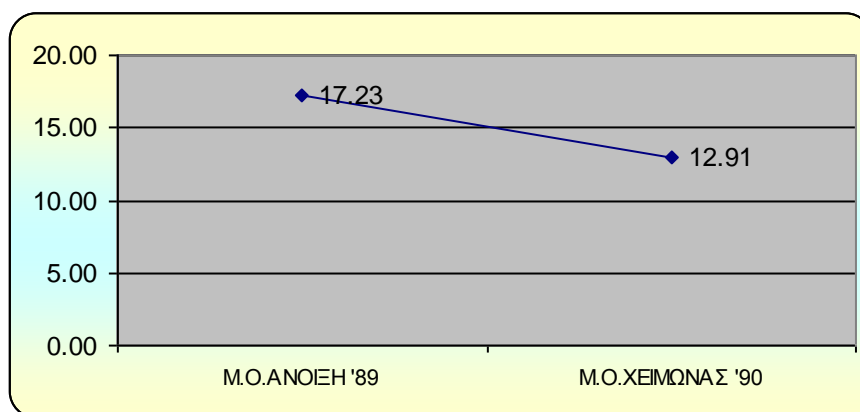
Όσον αφορά τα **αζωτούχα**, τα νιτρώδη ξεπερνούν την τιμή αναφοράς και φθάνουν μέχρι το διπλάσιό της, τη χειμερινή περίοδο του 1990 σε βάθη μεγαλύτερα των 20 m. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών, ξεπερνούν την τιμή αναφοράς, φθάνοντας στη μέγιστη τιμή 1,95 $\mu\text{grat/l}$ μόνο στο βαθύ στρώμα και μόνο την άνοιξη του 1989, ενώ οι τιμές των αμμωνιακών ιόντων σε όλη την υδάτινη στήλη δεν ξεπερνούν την τιμή αναφοράς, και τις δυο περιόδους μετρήσεων. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I, Πίνακας I35)

Ο λόγος **$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$** (Πίνακας 3.49, Εικόνα 3.38), που ως σημειωθεί υπολογίζεται από τις μέσες συγκεντρώσεις αζώτου – φωσφόρου, αφού δεν είναι δυνατό να υπολογιστούν οι ολικές ποσότητες των ιόντων, έχει τη μέση τιμή 15,07 για όλη την υδάτινη στήλη, η οποία όμως διαμορφώνεται από επί μέρους λόγους με ακραίες τιμές 8,30 και 26,17. που εμφανίζονται την άνοιξη του 1989. Πάντως από την άνοιξη του 1989 προς το χειμώνα του 1990 η τιμή του λόγου έχει πτωτική τάση, λόγω μείωσης των αζωτούχων

Πίνακας 3.49: Εποχιακές τιμές και Μέσος όρος του Λόγου ΣΝ/ΣΡ στον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο (Α΄ Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ (ΣΝ/Ρ)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m)	ΒΑΘΟΣ (100-210m)	ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	8.30	26.17	17.23
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	15.31	10.50	12.91
ΣΝ/ΣΡ			15.07

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.38: Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο.(Α΄ Φάση)

Οι τιμές της *χλωροφύλλης-α* κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα, με τάσεις έξαρσης τη φθινοπωρινή περίοδο στο επιφανειακό στρώμα και τη χειμερινή σε όλο το μήκος της στήλης. Η μέγιστη μέση συγκέντρωση 0,516 $\mu\text{g}/\text{l}$ και μικρή διακύμανση σε όλη την υδάτινη στήλη σημειώθηκε το χειμώνα του 1990, τιμή που ωστόσο παραμένει από τις χαμηλότερες για όλες τις περιοχές του Σαρωνικού κόλπου. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, Πίνακας Ι36, Εικόνα Ι7)

Τέλος οι τιμές του *διαλελυμένου οξυγόνου* όπως ήταν αναμενόμενο κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα, αφού κατά μέσο όρο ξεπερνούν την τιμή 5 ml/l , ενώ οι τιμές στο επιφανειακό στρώμα τη θερινή περίοδο, εμφανίζουν μια μικρή μείωση (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, Πίνακας Ι37, Εικόνα Ι8)

3.2.4.3 Δεύτερη φάση της έρευνας (περίοδος δειγματοληψίας 05/1998 έως 05/1999) για τον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο

Οι μετρήσεις ελήφθησαν και για τη δεύτερη φάση της έρευνας και πάλι σε δυο περιόδους, τον Αύγουστο του 1998 και το Φεβρουάριο του 1999. Η εξέταση των πινάκων με τις τιμές των θρεπτικών αλάτων από τον σταθμό δειγματοληψίας και για την κάθε χρονική περίοδο της έρευνας, παρέχει συνοπτικά τα επόμενα αποτελέσματα

Τα **φωσφορικά** κυμάνθηκαν σε τιμές κάτω της τιμής αναφοράς, σε όλα τα βάθη της υδάτινης στήλης.

Τα **πυριτικά** εμφάνισαν και ανοδικές αλλά και πτωτικές τάσεις με την αύξηση του βάθους, όπως και στην πρώτη φάση της έρευνας. Συνολικά οι τιμές τους εμφανίζουν θετική απόκλιση από την τιμή αναφοράς και κυρίως στο κατώτερο στρώμα της στήλης τη θερινή περίοδο όπου καταγράφεται και η μέγιστη τιμή 5, 56 $\mu\text{grat/l}$ η οποία ξεπερνά το τετραπλάσιο της τιμής αναφοράς.

Όσον αφορά τα **αζωτούχα**, τα νιτρώδη κινούνται σε χαμηλά επίπεδα και μόνο τη χειμερινή περίοδο ξεπερνούν ελάχιστα την τιμή αναφοράς. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών, ξεπερνούν την τιμή αναφοράς, κυρίως τη θερινή περίοδο φθάνοντας στη μέγιστη τιμή 2,92 $\mu\text{grat/l}$ τον Αύγουστο του 1998 σε βάθος 200m, που αγγίζει το επταπλάσιο της τιμής αναφοράς, ενώ οι τιμές των αμμωνιακών ιόντων σε όλη την υδάτινη στήλη δεν ξεπερνούν την τιμή αναφοράς, και τις δυο περιόδους μετρήσεων. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II, Πίνακας II39)

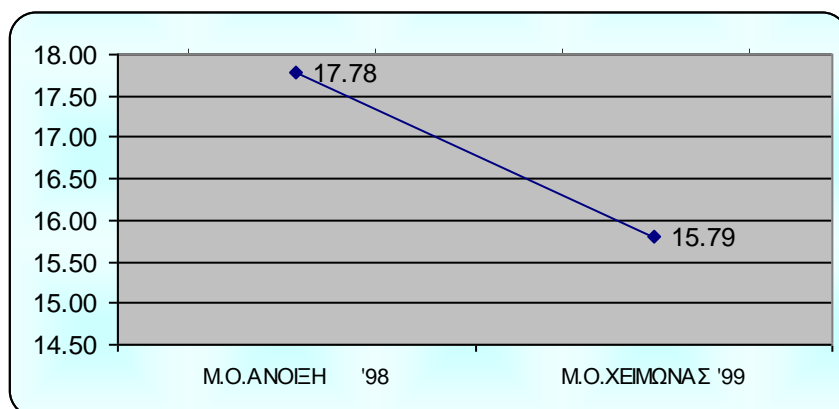
Ο λόγος **$\Sigma\text{N}/\Sigma\text{P}$** (Πίνακας 3.50, Εικόνα 3.39) που ως σημειωθεί κι εδώ ότι υπολογίζεται από τις μέσες συγκεντρώσεις αζώτου – φωσφόρου, αφού δεν είναι δυνατό να υπολογιστούν οι ολικές ποσότητες των ιόντων, έχει τη μέση τιμή 16,79 για

τη διαμόρφωση της οποίας ευθύνονται κύρια, η εαρινή αύξηση των νιτρικών σε σχέση με τα χαμηλά επίπεδα των φωσφορικών.

Πίνακας 3.50: Εποχιακές τιμές και Μέσος όρος του Λόγου ΣΝ/ΣΡ στον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο (Β' Φάση)

ΛΟΓΟΙ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΑΖΩΤΟΥ/ΦΩΣΦΟΡΟΥ (ΣΝ/Ρ)			
	ΒΑΘΟΣ(0-100m)	ΒΑΘΟΣ(100-210m)	Μ.Ο. ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	14.77	20.79	17.78
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	22.00	9.59	15.79
ΣΝ/ΣΡ			16.79

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.39: Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο.(Β' Φάση)

Οι μεγαλύτερες τιμές της *χλωροφύλλης-a* με μέση συγκέντρωση 0,21 µgr/l και μέγιστη τιμή 0,39 µgr/l σε βάθος 20 m, σημειώθηκαν τη χειμερινή περίοδο, τις άλλες εποχικές περιόδους οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ των χαμηλότερων επιπέδων όλων των περιοχών του κόλπου. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακας Π40 και Εικόνα Π7)

Τέλος οι τιμές του *διαλελυμένου οξυγόνου* όπως ήταν και πάλι αναμενόμενο κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα, αφού κατά μέσο όρο ξεπερνούν την τιμή 5 ml/l, ενώ οι τιμές στο επιφανειακό στρώμα τη θερινή περίοδο, εμφανίζουν και σ' αυτή τη φάση της μελέτης, μια μικρή μείωση δίνοντας σαν ελάχιστη τιμή 4,61 ml/l, στην επιφάνεια της υδάτινης στήλης. (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ, Πίνακας Π41 και Εικόνα Π8)

3.2.4.4 Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων

Από την παρουσίαση των μετρήσεων των θρεπτικών για τις δυο περιόδους μελέτης προκύπτει ο συγκεντρωτικός πίνακας των μέσων εποχικών συγκεντρώσεων για όλη την υδάτινη στήλη (Πίνακας 3.51), οι τιμές του οποίου συγκρίνονται με τις αντίστοιχες αναφοράς για την ανοικτή θάλασσα (Πίνακας 2.2) και προκύπτουν οι λόγοι οι οποίοι ουσιαστικά παριστάνουν την επιβάρυνση σε θρεπτικά της περιοχής μελέτης, για την πρώτη και δεύτερη φάση της έρευνας (Πίνακας 3.52)

Στον Εξωτερικό Σαρωνικό κόλπο, μεταξύ των δυο χρονικών περιόδων της έρευνας, δεν παρουσιάζεται ουσιαστική μεταβολή της συγκέντρωσης των θρεπτικών αλάτων, εκτός της αύξησης των πυριτικών η οποία οφείλεται στην επιβάρυνση του κατώτερου στρώματος της υδάτινης στήλης ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο.

Πίνακας 3.51: Μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις των θρεπτικών στις δυο περιόδους μελέτης

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ					
	PO_4^{3-}	SiO_4^{4-}	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+
Μ.Ο.περιόδ. 04/89 έως 03/90	0,06	1,27	0,14	0,55	0,16
Μ.Ο.περιόδ. 05/98 έως 05/99	0,06	2,67	0,11	0,77	0,12

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.52: Σύγκριση του λόγου των μέσων ετησίων συγκεντρώσεων των θρεπτικών προς τις τιμές αναφοράς μεταξύ των δυο περιόδων

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ					
	PO_4^{3-}	SiO_4^{4-}	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+
Μ.Ο.περιόδ. 04/89 έως 03/90	0,50	1,04	0,88	1,30	0,44
Μ.Ο.περιόδ. 05/98 έως 05/99	0,50	2,18	0,69	1,83	0,33

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Συνδυασμός αυτού του γεγονότος με την αντίστοιχη αύξηση των νιτρικών, η οποία λαβαίνει χώρα σε σαφώς μικρότερη κλίμακα, ενδεχομένως παραπέμπει σε περιορισμένη ανανέωση των υδάτινων μαζών με τυχαία αιτιολογία.

Ο λόγος ΣΝ/ΣΡ, παρουσιάζει αύξηση από την τιμή 15,07 στην τιμή 16,79 (Πίνακες 3.39 και 3.50), χωρίς αυτό όμως να οδηγεί σε αξιόλογα συμπεράσματα, αφού και στις δυο περιπτώσεις οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ ανάλογων ορίων, με κοινό χαρακτηριστικό την πτωτική πορεία μεταξύ εαρινής και χειμερινής περιόδου.

Όσον αφορά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης – α (Πίνακας 3.53) εμφανίζεται εποχικότητα ανάμεσα στις δυο περιόδους της μελέτης σχετικά με την αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής. Βέβαια τα επίπεδα τιμών είναι χαμηλά και περισσότερο επιβαρυνμένα στην πρώτη φάση, αλλά οι αυξητικές τάσεις εμφανίζονται τη χειμερινή περίοδο και στις δυο περιπτώσεις.

Πίνακας 3.53: Μέσοι όροι συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$)
Εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου

Εποχή	Μ.Ο. Συγκέντρωσης chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$)	
	περίοδος 89 - 90	περίοδος 98 - 99
ΑΝΟΙΞΗ	0.151	
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0.194	0.110
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	0.268	0.130
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0.516	0.210
ΑΝΟΙΞΗ		
Μ.Ο.	0.282	0.150

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου τέλος, υποδηλώνουν καλή οξυγόνωση των υδάτων. Μεταξύ των δυο περιόδων μελέτης εμφανίζονται σημαντικές ομοιότητες και ως προς τα επίπεδα των τιμών αλλά και ως προς την εμφάνιση πτωτικών τάσεων ίδιας βαρύτητας, τις θερινές περιόδους στο επιφανειακό στρώμα.

3.2.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Από την παραβολή των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας των μετρήσεων για τις δυο περιόδους της έρευνας, προκύπτουν συγκεντρωτικοί πίνακες της διακύμανσης του λόγου ΣΝ/ΣΡ και των επιπέδων χλωροφύλλης-α και διαλελυμένου οξυγόνου, για την περιοχή μελέτης.

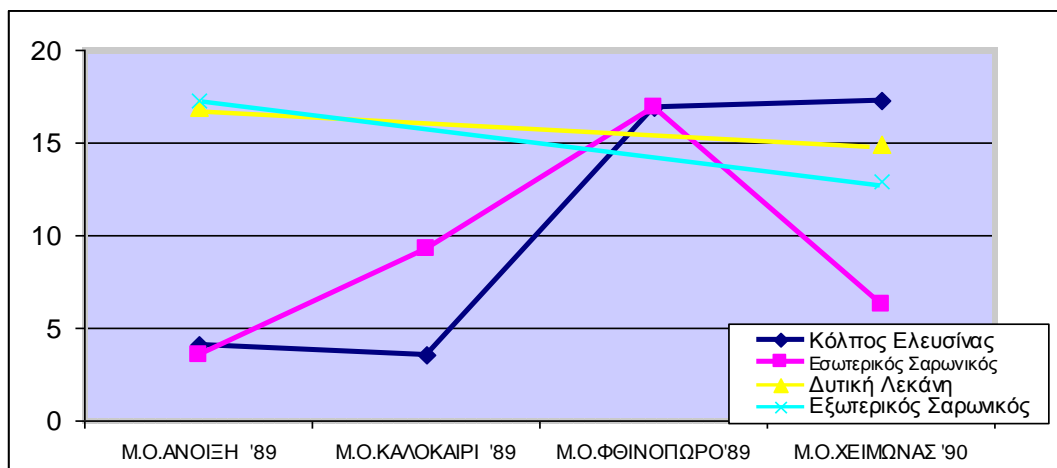
➤ Πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.54 περιγράφεται η εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ για όλες τις περιοχές μελέτης του Σαρωνικού κόλπου και υπολογίζεται ο ετήσιος μέσος όρος των τιμών του, ενώ στην Εικόνα 3.40 παριστάνεται η εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στις επιμέρους περιοχές για την πρώτη περίοδο της έρευνας δηλαδή από 04/1989 έως 03/1990.

➤ Κατόπιν, κατά αντίστοιχο τρόπο, στον Πίνακα 3.55 παρουσιάζεται η εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ, για όλες τις υποπεριοχές του Σαρωνικού και υπολογίζεται ο ετήσιος μέσος όρος των τιμών του. Επίσης, στην Εικόνα 3.41 παριστάνεται η εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στις επιμέρους περιοχές μελέτης, για την δεύτερη αυτή τη φορά, περίοδο της έρευνας δηλαδή από 05/1998 έως 05/1999

Πίνακας 3.54: Εποχιακή μεταβολή και ετήσιες τιμές του λόγου ΣΝ/ΣΡ για τις υποπεριοχές του Σαρωνικού κόλπου την περίοδο 04/1989 – 03/1990

Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στις επιμέρους περιοχές του Σαρωνικού Κόλπου				
	Κόλπος Ελευσίνας	Εσωτερικός Σαρωνικός	Δυτική Λεκάνη	Εξωτερικός Σαρωνικός
	ΣΝ/ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	4.09	3.58	16.90	17.23
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	2.45	9.24		
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	10.47	16.89		
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	4.35	6.31	14.92	12.91
Μ.Ο.	5.34	9.01	15.91	15.07

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



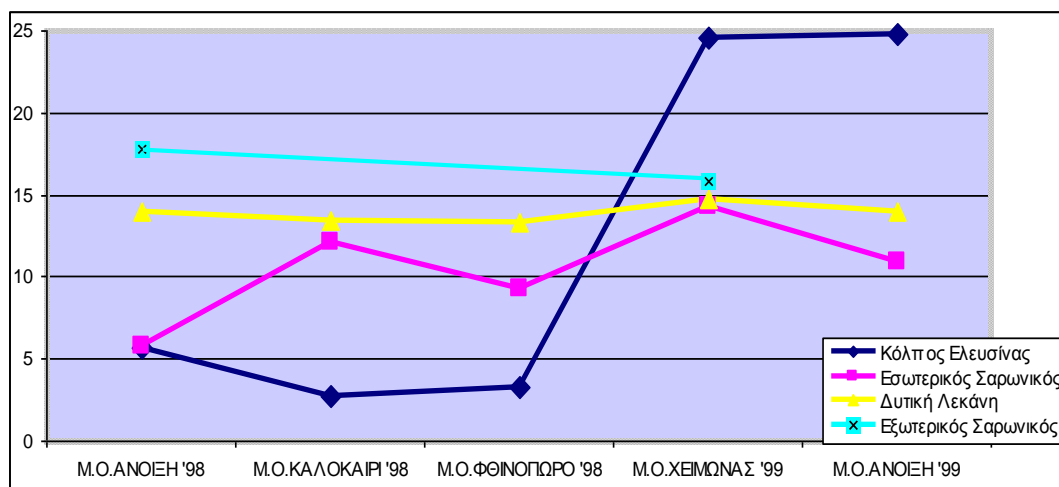
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.40: Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ για τις επιμέρους περιοχές του Σαρωνικού κόλπου την περίοδο 04/1989 – 03/1990

Πίνακας 3.55: Εποχιακή μεταβολή και ετήσιες τιμές του λόγου ΣΝ/ΣΡ για τις επιμέρους περιοχές του Σαρωνικού κόλπου την περίοδο 05/1998 – 05/1999

Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ στις επιμέρους περιοχές του Σαρωνικού Κόλπου				
	Κόλπος Ελευσίνας	Εσωτερικός Σαρωνικός	Δυτική Λεκάνη	Εξωτερικός Σαρωνικός
	ΣΝ/ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ	ΣΝ/ΣΡ
M.O. ΑΝΟΙΞΗ '98	5.72	5.82	13.94	17.78
M.O. ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.71	12.10	13.43	
M.O. ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	3.28	9.32	13.27	
M.O. ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	24.56	14.30	14.69	15.79
M.O. ΑΝΟΙΞΗ '99	24.74	10.90	14.02	
M.O.	12.20	10.49	13.87	16.79

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.41: Εποχιακή μεταβολή του λόγου ΣΝ/ΣΡ για τις επιμέρους περιοχές του Σαρωνικού κόλπου την περίοδο 05/1998 – 05/1999

➤ Για τα επίπεδα της χλωροφύλλης – α δίνονται σε πίνακες η εποχιακή μεταβολή της συγκεντρώσεώς της καθώς και οι ετήσιοι μέσοι όροι της, για όλες τις επί μέρους περιοχές και κατόπιν παρουσιάζεται το συγκεντρωτικό διάγραμμα της εποχικής μεταβολής της συγκέντρωσης χλωροφύλλης –α για όλες τις περιοχές μελέτης. Συγκεκριμένα για την περίοδο της έρευνας από 04/1988 έως 03/1989 παρατίθενται οι Πίνακες 3.56 έως 3.59 για την κάθε περιοχή μελέτης αντίστοιχα και η Εικόνα 3.42 με το σχετικό γράφημα.

Πίνακας 3.56: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) κολ. Ελευσίνας

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		7.335
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		1.678
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		4.298
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		1.497
M.O.		3.702

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.57: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) Εσωτ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		0.823
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		0.691
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		0.603
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		1.517
M.O.		0.908

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.58: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) Δυτ. Σαρωνικού

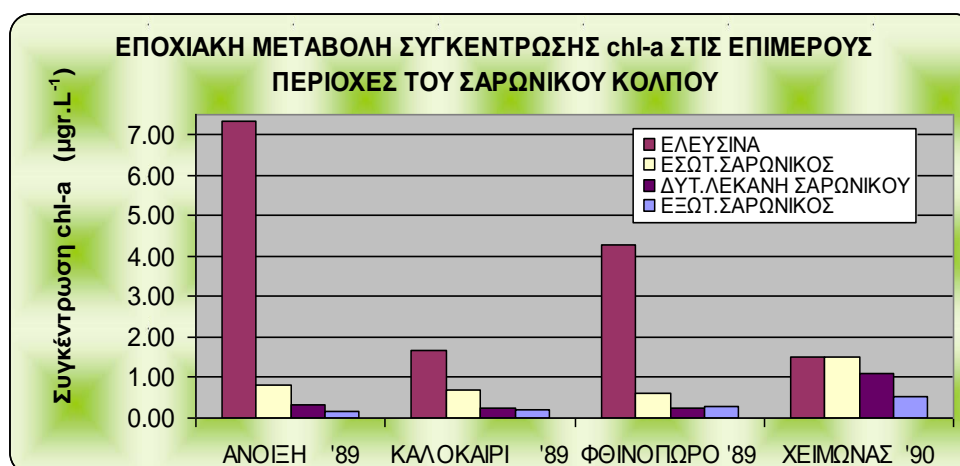
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		0.324
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		0.234
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		0.229
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		1.114
M.O.		0.475

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.59: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) Εξ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		0.151
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		0.194
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		0.268
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		0.516
M.O.		0.282

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.42: Εποχική μεταβολή των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης – α στις επί μέρους περιοχές του Σαρωνικού κόλπου περιόδου 1989-90

Αντίστοιχα για την περίοδο της έρευνας από 05/1998 έως 05/1999 παρατίθενται οι Πίνακες 3.60 έως 3.63 για την κάθε περιοχή μελέτης αντίστοιχα και η Εικόνα 3.43 με το ανάλογο σχετικό γράφημα

Πίνακας 3.60: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) κολ. Ελευσίνας

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '98		0.516
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		0.825
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		1.039
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		0.805
ΑΝΟΙΞΗ '99		0.779
Μ.Ο.		0.793

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.61: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) Εσωτ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '98		0.422
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		0.426
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		0.326
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		0.371
ΑΝΟΙΞΗ '99		0.467
Μ.Ο.		0.402

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.62: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) Δυτ. Σαρωνικού

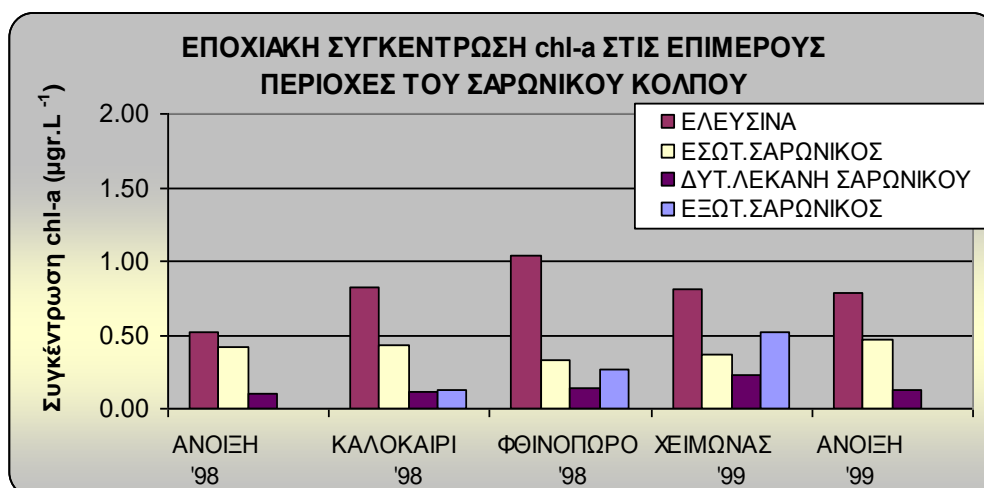
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '98		0.103
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		0.111
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		0.142
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		0.224
ΑΝΟΙΞΗ '99		0.128
Μ.Ο.		0.142

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.63: Μέσοι όροι συγκ. chl-a (μgr L⁻¹) Εξ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '98		0.129
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		0.268
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		0.516
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		0.304
ΑΝΟΙΞΗ '99		0.304
Μ.Ο.		0.304

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.43: Εποχική μεταβολή των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης – α στις επί μέρους περιοχές του Σαρωνικού κόλπου περιόδου 1998-99

➤ Τέλος όσον αφορά τις τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου δίνονται σε πίνακες η εποχιακή μεταβολή της συγκεντρώσεώς του καθώς και οι ετήσιοι μέσοι όροι της, για όλες τις επί μέρους περιοχές και κατόπιν παρουσιάζεται το συγκεντρωτικό διάγραμμα της εποχικής μεταβολής της συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου για όλες τις περιοχές μελέτης. Συγκεκριμένα για την περίοδο της έρευνας από 04/1988 έως 03/1989 παρατίθενται οι Πίνακες 3.64 έως 3.67 για την κάθε περιοχή μελέτης αντίστοιχα και η Εικόνα 3.44 με το σχετικό γράφημα.

Πίνακας 3.64: Μέσοι όροι συγκ. D.O (mL⁻¹) κόλ.Ελευσίνας

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		4.47
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		2.44
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		5.00
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		5.69
Μ.Ο.		4.40

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.65: Μέσοι όροι συγκ. D.O. (mL⁻¹) Εσωτ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		5.42
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		4.80
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		4.93
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		5.57
Μ.Ο.		5.18

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.66: Μέσοι όροι συγκ. D.O. (mL⁻¹) Δυτ. Σαρωνικού

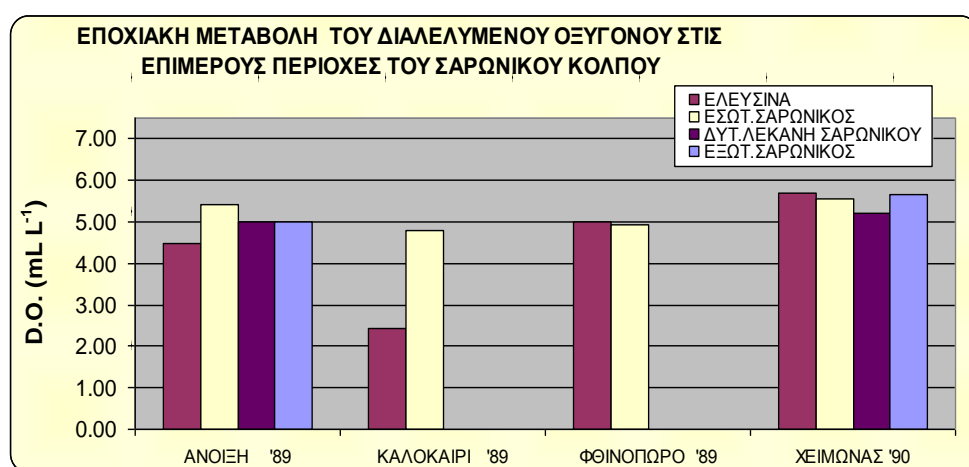
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		5.02
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		5.19
Μ.Ο.		5.10

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Πίνακας 3.67: Μέσοι όροι συγκ. D.O. (mL⁻¹) Εξωτ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
ΑΝΟΙΞΗ '89		5.02
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		5.67
Μ.Ο.		5.35

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.44: Εποχική μεταβολή των συγκεντρώσεων διαλελυμένου οξυγόνου στις υποπεριοχές του Σαρωνικού κόλπου περιόδου 1989-90

Αντίστοιχα για την περίοδο της έρευνας από 05/1998 έως 05/1999 παρατίθενται οι Πίνακες 3.68 έως 3.71 για την κάθε περιοχή μελέτης αντίστοιχα και η Εικόνα 3.45 με το ανάλογο σχετικό γράφημα

Πίνακας 3.68: Μέσοι όροι συγκ. D.O. (mL⁻¹) κόλ.Ελευσίνας Πίνακας 3.69: Μέσοι όροι συγκ. D.O. (mL⁻¹) Εσωτ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
ΑΝΟΙΞΗ '98	3.58
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.52
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	4.50
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.78
ΑΝΟΙΞΗ '99	5.26
M.O.	4.33

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
ΑΝΟΙΞΗ '98	5.19
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	4.89
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	4.84
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.39
ΑΝΟΙΞΗ '99	5.57
M.O.	5.18

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

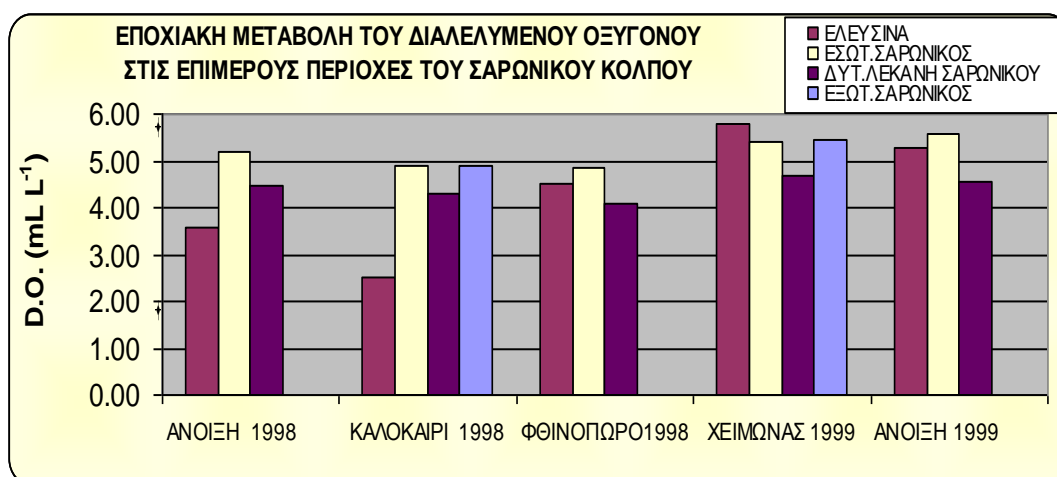
Πίνακας 3.70: Μέσοι όροι συγκ. D.O. (mL⁻¹) Δυτ. Σαρωνικού Πίνακας 3.71: Μέσοι όροι συγκ. D.O. (mL⁻¹) Εξωτ. Σαρωνικού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
ΑΝΟΙΞΗ '98	4.46
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	4.30
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	4.07
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	4.67
ΑΝΟΙΞΗ '99	4.54
M.O.	4.41

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
ΑΝΟΙΞΗ '98	4.91
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	4.91
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	4.91
ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.44
ΑΝΟΙΞΗ '99	5.17
M.O.	5.17

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.45: Εποχική μεταβολή των συγκεντρώσεων διαλελυμένου οξυγόνου στις υποπεριοχές του Σαρωνικού κόλπου περιόδου 1998-99

3.2.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ

Η ανάλυση της χωρικής μεταβολής των συγκεντρώσεων βασίστηκε σε μοντέλο συνεχών κατανομών επιφανείας, σύμφωνα με την περιγραφή που αποδίδεται στην παράγραφο 2.5.3. Για την ανάλυση επιλέχτηκε ως περιοχή μελέτης ο Εσωτερικός Σαρωνικός - αφού σ' αυτόν περιλαμβάνεται η σημειακή εκβολή των λυμάτων - και ως μεταβλητές προς διερεύνηση των οποίων έχουν ληφθεί τα δείγματα από τους αντίστοιχους σταθμούς, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών και των φωσφορικών ιόντων.

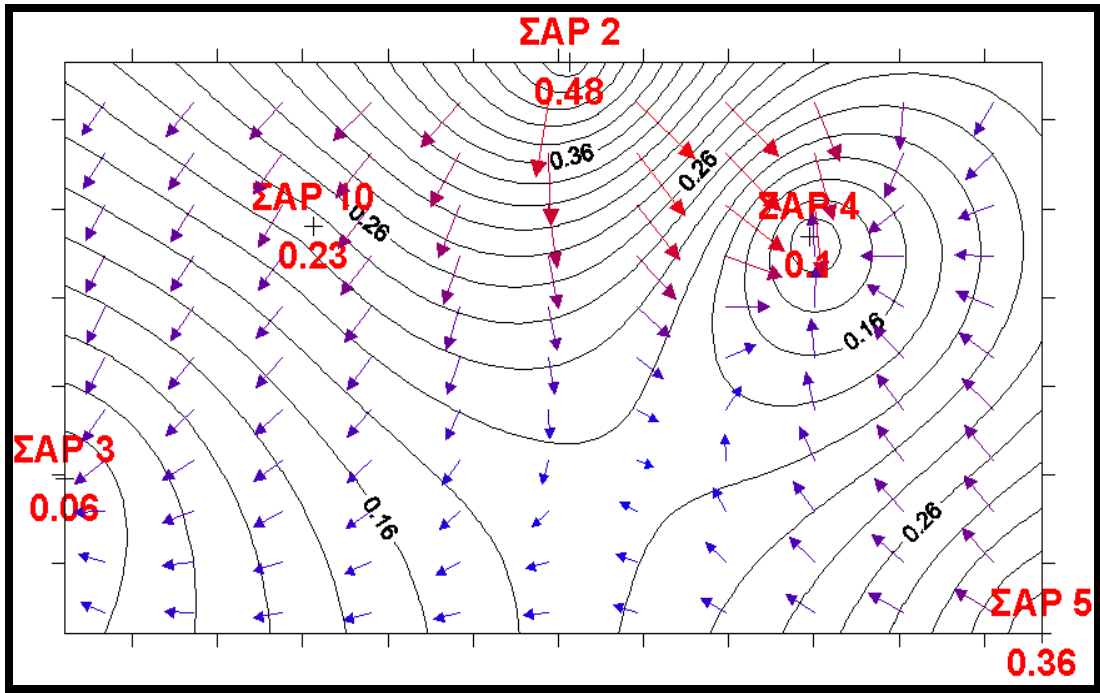
Η επιλογή αυτή τεκμηριώνεται από την αύξηση των νιτρικών και φωσφορικών αλάτων στον Εσωτερικό Σαρωνικό (Παράγραφος 3.2.2.5, Πίνακας 3.31) η οποία αναδείχτηκε από την επεξεργασία δεδομένων που εκτιμήθηκαν στο πλαίσιο των δυο περιόδων δειγματοληψίας (1989-90 και 1998-99). Μια πιθανή εξήγηση για την αύξηση αυτή, είναι η σταδιακή αύξηση του όγκου των λυμάτων που διοχετεύθηκαν στον κόλπο στη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Επιπλέον, από τις συνολικές εκτιμήσεις για την τιμή της αναλογίας του συνολικού αζώτου προς το συνολικό φωσφόρο ΣΝ/ΣΡ, για τις δυο περιόδους δειγματοληψίας (Παράγραφος 3.2.2.3, Πίνακας 3.23 και Παράγραφος 3.2.2.4, Πίνακας 3.30) για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο, καταδεικνύεται ως περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού το άζωτο, με τα νιτρικά να κατέχουν εξέχουσα θέση στη διαμόρφωση των επιπέδων του. Η ανάλυση επικεντρώνεται χρονικά στους μήνες Αύγουστο και Φεβρουάριο, δηλαδή σε περιόδους πλήρους ανάπτυξης του θερμοκλινούς (Αύγουστος) και πλήρους ανάμειξης της υδάτινης στήλης (Φεβρουάριος), σύμφωνα με την υδρολογική συμπεριφορά των υδάτων του Σαρωνικού κόλπου (Παράγραφος 2.3.6). Και τέλος η

ανάλυση εκτελέστηκε για δυο βάθη της υδάτινης στήλης, το πρώτο στο επιφανειακό στρώμα (0 m και 2 m για τις δυο φάσεις δειγματοληψίας) που ανάγεται στην επιφανειακή εκβολή των λυμάτων από τον Κ.Α.Α. Κερατσινίου και το δεύτερο σε βάθος 50 m, δηλαδή κάτω από την ανάπτυξη του θερμοκλινούς. Η δεύτερη επιλογή αιτιολογείται, αφ' ενός από το βάθος των 60 m της θέσης εκβολής του συστήματος αγωγών επί λειτουργίας του Κ.Ε.Α.Ψ. και αφ' ετέρου από την πληρότητα των μετρήσεων για το συγκεκριμένο βάθος της υδάτινης στήλης απ' όλους τους σταθμούς και για τις δυο περιόδους δειγματοληψίας.

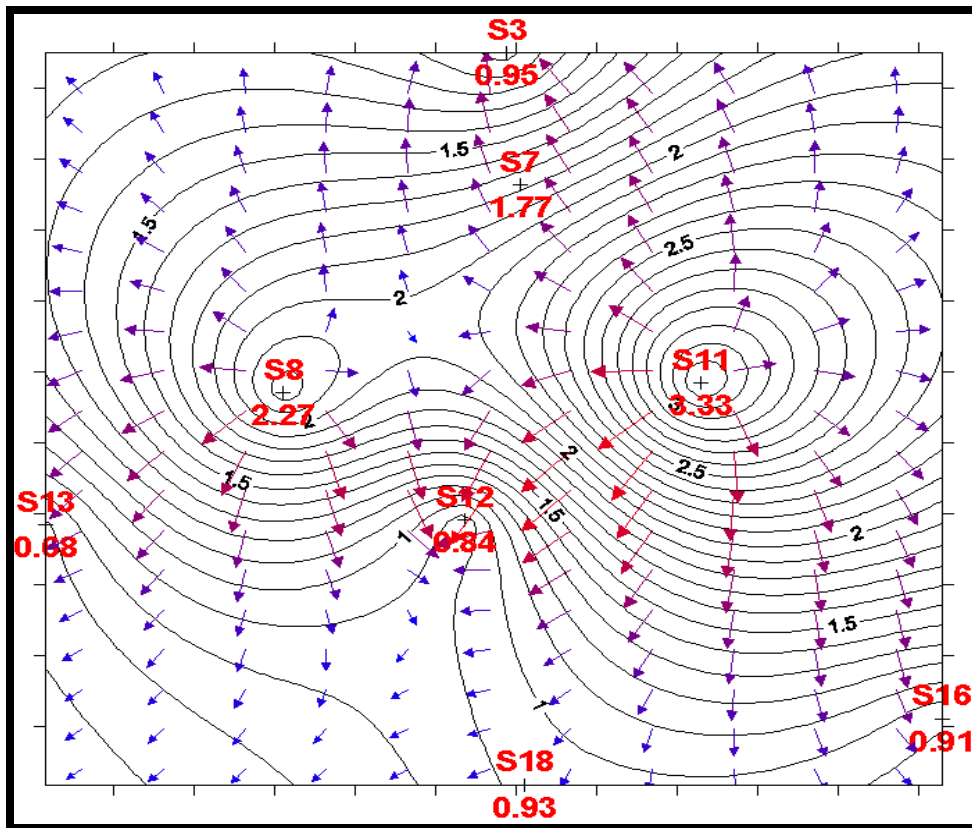
Στην ανάλυση ελήφθησαν ως βάση τα σταθερά σημεία που αποτελούν τις θέσεις δειγματοληψίας, των οποίων οι γεωγραφικές συντεταγμένες δίνονται στον αντίστοιχο πίνακα στη σελίδα 1 του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ III, ενώ οι μετρούμενες τιμές οι οποίες αφορούν τις τιμές νιτρικών και φωσφορικών στις αντίστοιχες χρονικές περιόδους περιλαμβάνονται στους πίνακες Π1, Π4 και Π1, Π4 των ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ I και II αντίστοιχα.

Στις Εικόνες 3.46 και 3.47 παρουσιάζονται οι οριζόντιες επιφανειακές κατανομές των νιτρικών ιόντων όπως προέκυψαν από την ανάλυση της χωρικής μεταβολής για τις περιόδους 08/1989 και 08/1998 αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι κατά την πρώτη περίοδο δειγματοληψίας -Αύγουστος 1989- οι σταθμοί δειγματοληψίας ήταν στην επιφάνεια, ενώ κατά τη δεύτερη - Αύγουστος 1990- σε βάθος 2 m. Οι αντίστοιχες οριζόντιες κατανομές για βάθος υδάτινης στήλης 50 m, επίσης για τα νιτρικά και για τις δυο φάσεις δειγματοληψίας παρουσιάζονται στις Εικόνες 3.48 και 3.49 αντίστοιχα.



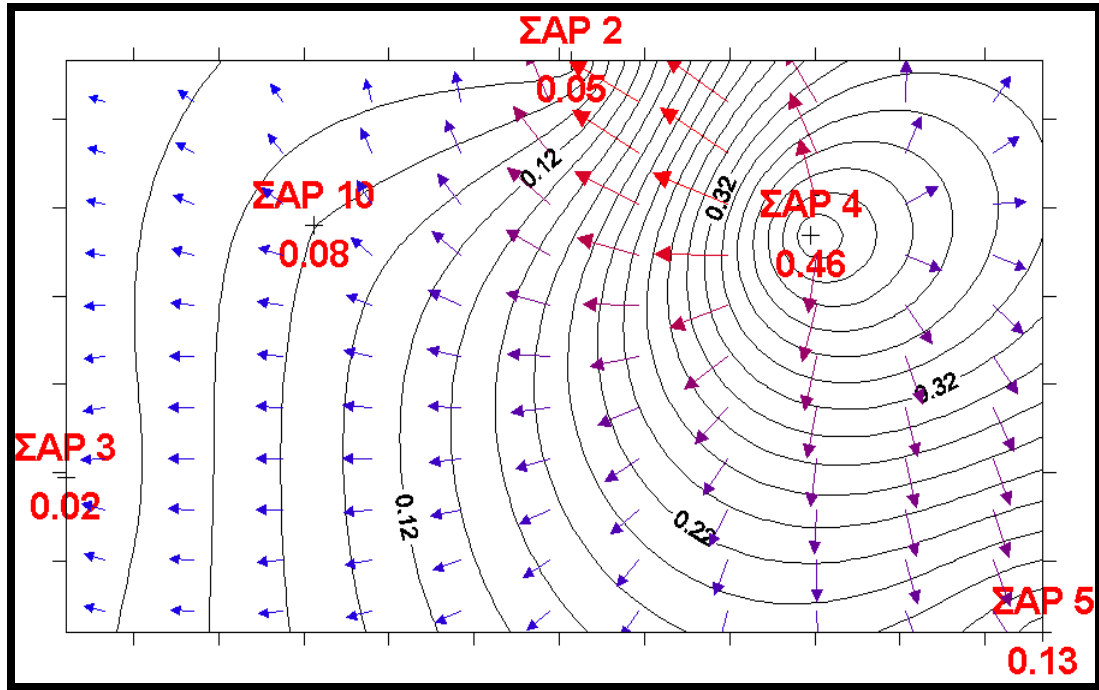
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.46: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- (08/1989) και τάσεις μεταβολής τους



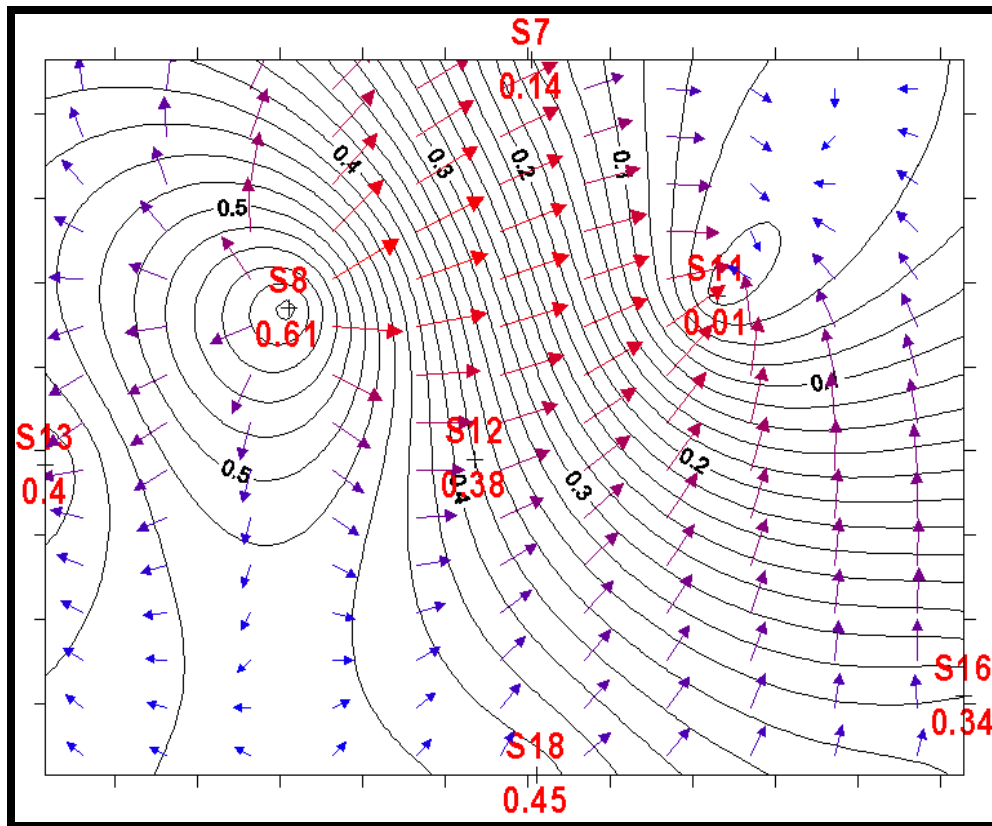
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.47: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- (08/1998) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.48: Κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- σε βάθος 50 m (08/1989) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.49: Κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- σε βάθος 50 m (08/1998) και τάσεις μεταβολής τους

Στους Πίνακες 3.72 έως και 3.75 που παρατίθενται στη συνέχεια περιλαμβάνονται ορισμένα από τα στοιχεία της στατιστικής ανάλυσης, της οποίας η πλήρης αναφορά περιέχεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ. Συγκεκριμένα, για τον κάθε μήνα δειγματοληψίας και στα δυο εξεταζόμενα βάθη της υδάτινης στήλης και για τις δυο μεταβλητές (νιτρικά, φωσφορικά), εκτός του ποσοστού διασποράς του θρεπτικού συστατικού, το οποίο εξηγείται από τις δυο χωρικές συντεταγμένες των σημείων (μέσω του συντελεστή πολλαπλής συσχέτισης R^2 , που παριστάνει και την ισχύ τάσης λόγω περιφερειακών επιδράσεων, η ερμηνεία της οποίας έχει δοθεί στον Πίνακα 2.12), παρουσιάζονται επίσης οι μέσες χωρικές συγκεντρώσεις καθώς και οι χωρικές τυπικές αποκλίσεις.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής χωρικής ανάλυσης που αφορά την κατανομή των νιτρικών το μήνα Αύγουστο, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.72. Από την ανάλυση των δεδομένων για το μήνα Αύγουστο αρχικά στο επιφανειακό στρώμα παρατηρείται μείωση του συντελεστή πολλαπλής συσχέτισης R^2 από 0,30 (08/1989) σε 0,15 (08/1998), ενώ στο βαθύ στρώμα η τιμή του συντελεστή R^2 από 0,34 (08/1989) γίνεται 0,51 (08/1998) η οποία κρίνεται σημαντική.

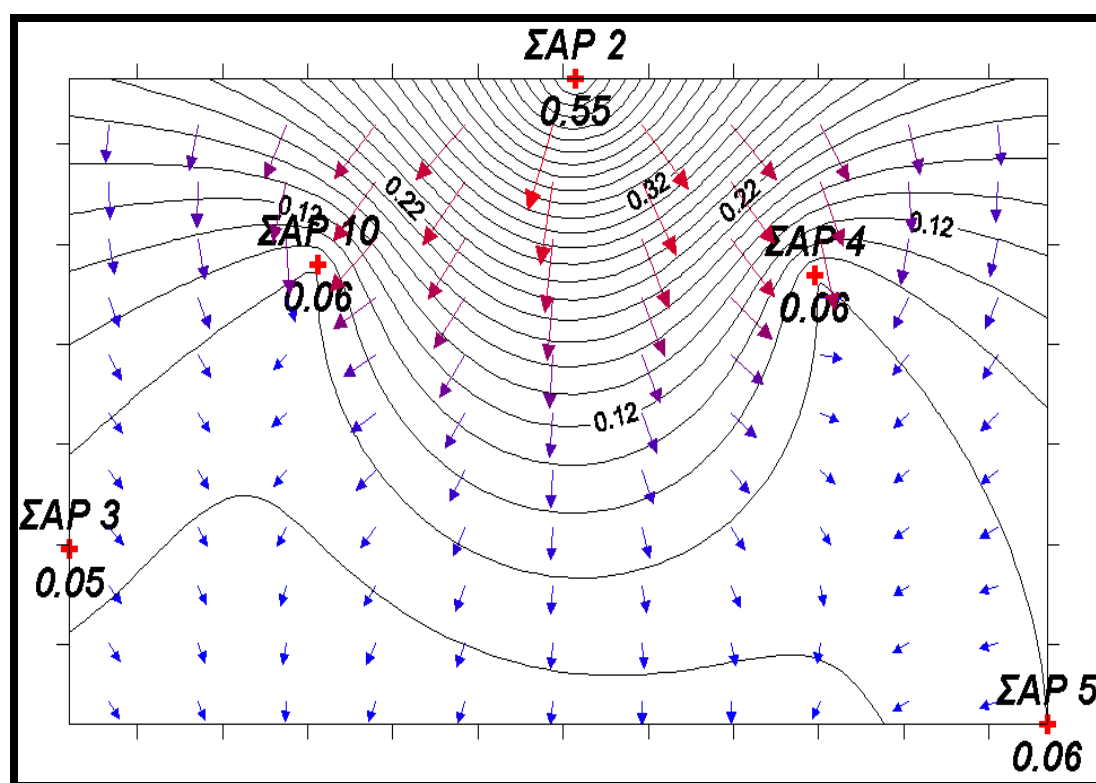
Πίνακας 3.72: Αποτελέσματα στατιστικής χωρικής ανάλυσης νιτρικών (NO_3^-) το μήνα Αύγουστο

NO_3^- Περίοδος / βάθος (d)	R^2	Μέση χωρική συγκέντρωση (Z Mean) ($\mu\text{grat/L}$)	Χωρική τυπική απόκλιση (Z Standard Deviation) ($\mu\text{grat/L}$)
Αύγουστος 1989(ΣΑΡ) d:0m	0,30	0,212	0,070
Αύγουστος 1998 (S) d:2m	0,15	1,605	0,614
Αύγουστος 1989 (ΣΑΡ) d:50m	0,34	0,179	0,116
Αύγουστος 1998 (S) d:50m	0,51	0,322	0,160

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

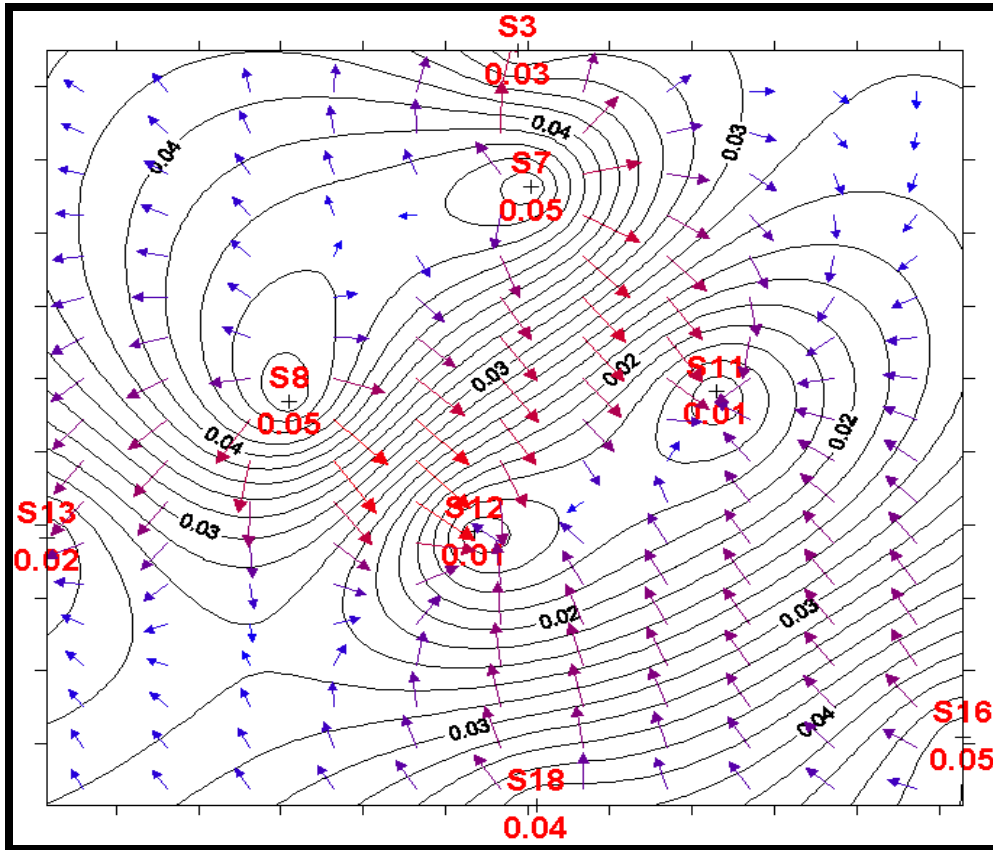
Η αύξηση της χωρικής τυπικής απόκλισης που παρατηρείται και στα δυο στρώματα, παραπέμπει σε μεγαλύτερη διασπορά γύρω από τη χωρική μέση τιμή.

Καθ' όμοιο τρόπο, στις Εικόνες 3.50 έως και 3.53 εμφανίζονται οι αντίστοιχες οριζόντιες κατανομές για τα φωσφορικά ιόντα το μήνα Αύγουστο και στα δυο επίπεδα της υδάτινης στήλης και στον Πίνακα 3.73 παρατίθενται τα αποτελέσματα της στατιστικής χωρικής ανάλυσης.



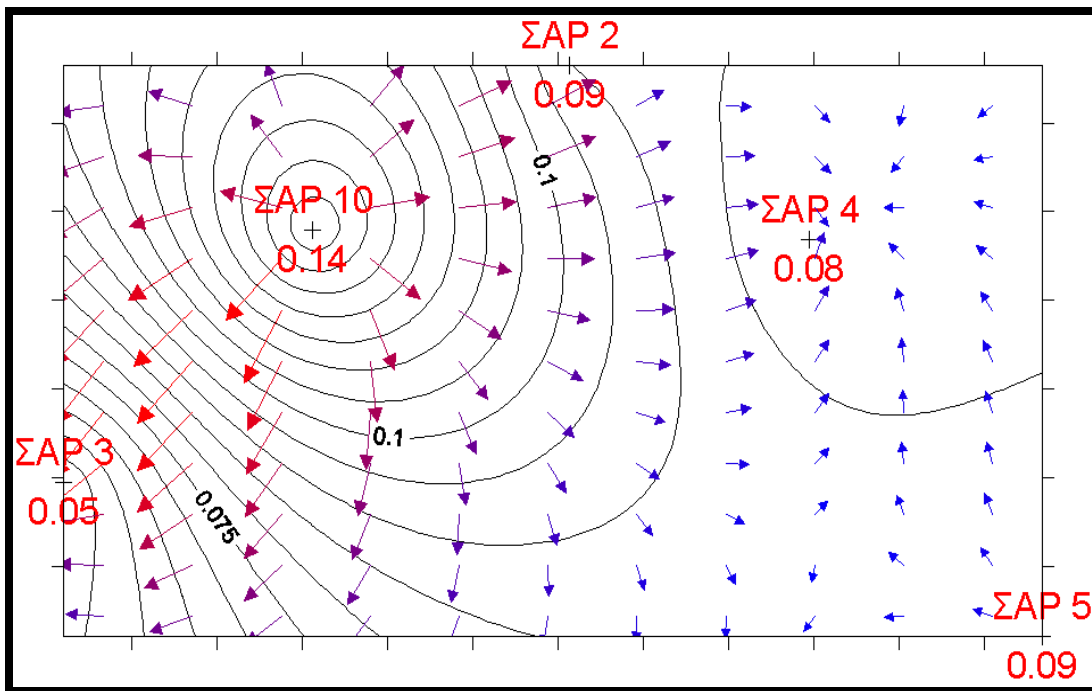
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.50: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} (08/1989) και τάσεις μεταβολής τους



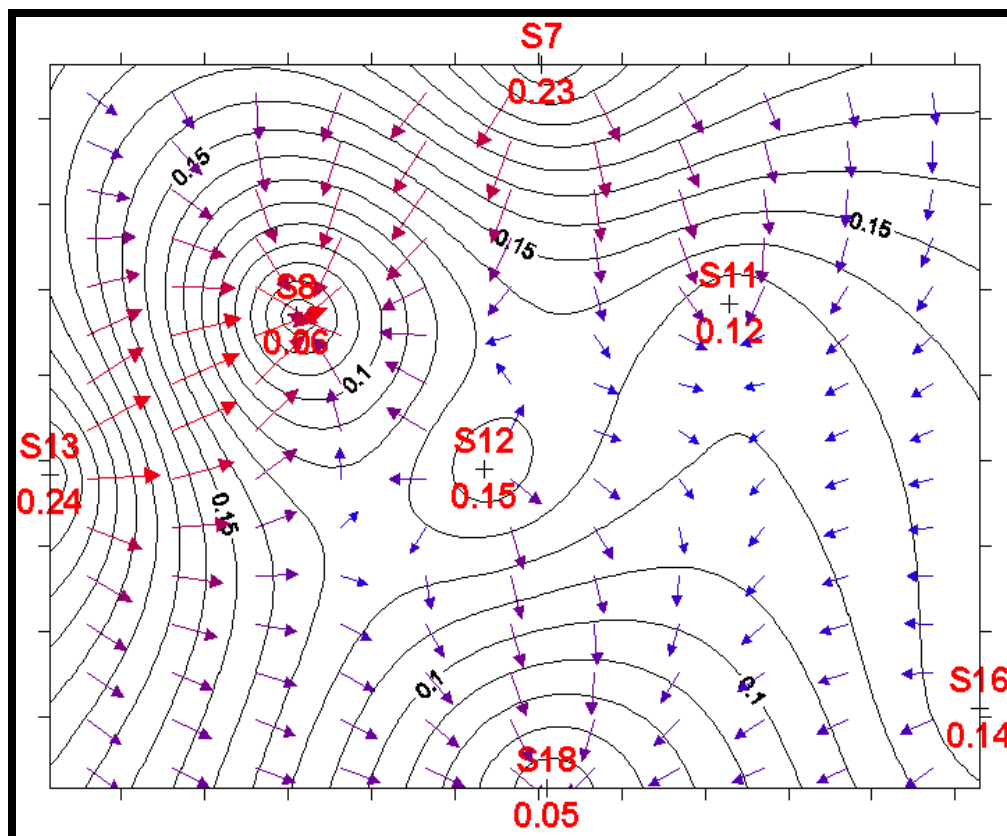
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.51: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} (08/1998) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.52: Κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} σε βάθος 50 m (08/1989) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.53: Κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} σε βάθος 50 m (08/1998) και τάσεις μεταβολής τους

Πίνακας 3.73: Αποτελέσματα στατιστικής χωρικής ανάλυσης φωσφορικών (PO_4^{3-}) το μήνα Αύγουστο

PO_4^{3-} Περίοδος / βάθος (d)	R^2	Μέση χωρική συγκέντρωση (Z Mean) (μgrat/L)	Χωρική τυπική απόκλιση (Z Standard Deviation) (μgrat/L)
Αύγουστος 1989(ΣΑΡ) d:0m	0,46	0,113	0,096
Αύγουστος 1998 (S) d:2m	0,04	0,031	0,009
Αύγουστος 1989 (ΣΑΡ) d:50m	0,15	0,092	0,015
Αύγουστος 1998 (S) d:50m	0,22	0,138	0,032

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

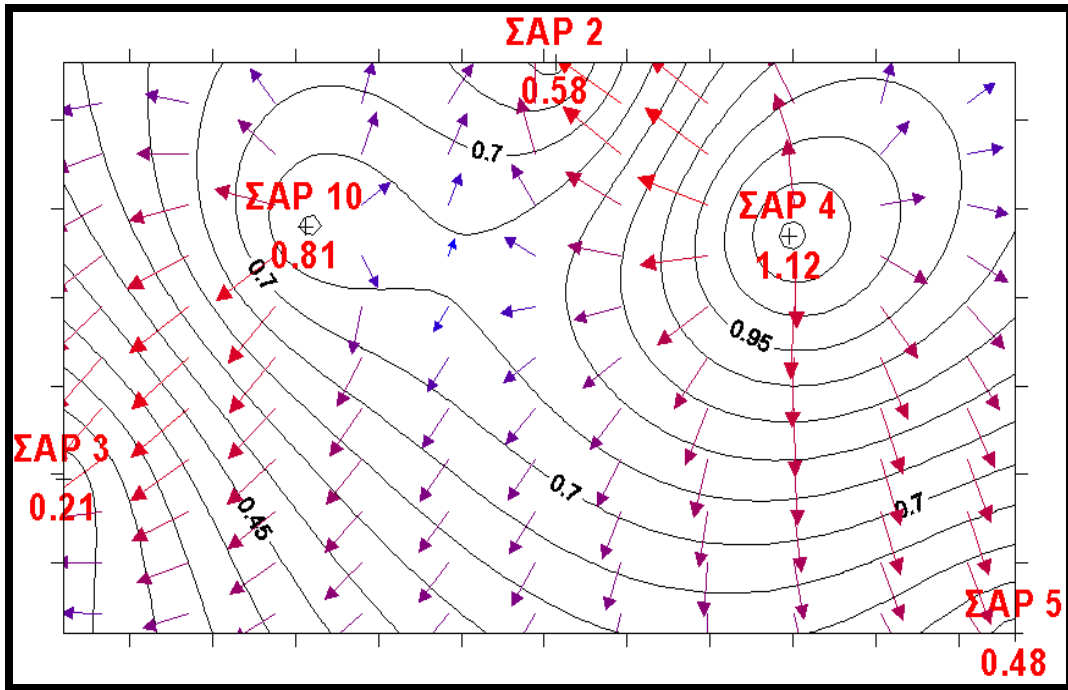
Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται σημαντική μείωση του συντελεστή πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των δυο περιόδων από 0,46 (08/1989) σε 0,04 (08/1998) για το

επιφανειακό στρώμα, που υποδηλώνει μικρή συσχέτιση μεταξύ των σημειακών τιμών στις μετρήσεις του Αυγούστου 1998, καθώς επίσης παρατηρείται και μείωση της τυπικής απόκλισης από 0,096 $\mu\text{grat/L}$ σε 0,009 $\mu\text{grat/L}$ ανάμεσα στις δυο χρονικές περιόδους αντίστοιχα, ενώ αντιθέτως στο βαθύ στρώμα η τιμή του συντελεστή R^2 από πολύ μικρή (0,15 - 08/1998) αναβαθμίζεται σε μέση (0,22 - 08/1998), και με τη διασπορά να αυξάνεται όπως αυτό συνεπάγεται από τις αντίστοιχες τιμές των χωρικών τυπικών αποκλίσεων (0,015 $\mu\text{grat/L}$ και 0,032 $\mu\text{grat/L}$ αντίστοιχα). Το στοιχείο που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, είναι οι αυξημένες τιμές των μέσων χωρικών συγκεντρώσεων στο βάθος των 50 m σε σχέση με τις επιφανειακές και για τα δυο ιόντα, που εμφανίζονται κατά τη δεύτερη φάση της δειγματοληψίας, γεγονός που αποδεικνύει τον περιορισμό μεγάλου όγκου ρυπαντικού φορτίου κάτω από το θερμοκλινές, επί λειτουργίας του Κ.Ε.Λ.Ψ. Ενδεικτική σύγκριση για τα φωσφορικά ιόντα καταδεικνύει ότι, για την περίοδο Αυγούστου 1989 η τιμή της μέσης συγκέντρωσης για το επιφανειακό στρώμα ήταν 0,113 $\mu\text{grat/L}$, και για το κατώτερο 0,092 $\mu\text{grat/L}$, προφανώς λόγω της επιφανειακής εκβολής και της δράσης του θερμοκλινούς. Οι αντίστοιχες τιμές για την περίοδο Αυγούστου 1998, παραπέμπουν σε εγκλωβισμό των ιόντων σε βάθη κάτω από την ανάπτυξη του θερμοκλινούς, αφού η τιμή της επιφανειακής χωρικής μέσης συγκέντρωσης είναι 0,031 $\mu\text{grat/L}$ και η αντίστοιχη του κατώτερου στρώματος 0,138 $\mu\text{grat/L}$. Στην περίπτωση των νιτρικών, η υπερβολικά υψηλή τιμή μέσης συγκέντρωσης (1,605 $\mu\text{grat/L}$) στο επιφανειακό στρώμα (08/1998), ανατρέπει τον προηγούμενο συλλογισμό αφού η μέση χωρική συγκέντρωση του κατώτερου στρώματος για την ίδια περίοδο διαμορφώνεται σε χαμηλότερα επίπεδα (0,322 $\mu\text{grat/L}$), γεγονός όμως που μπορεί να θεωρηθεί μεμονωμένο εξ' αιτίας τυχαίας επιβάρυνσης του σταθμού S11 στο επιφανειακό στρώμα (Εικόνα 3.47)

Η διασπορά των συγκεντρώσεων και η χωρική μεταβολή – τάσεις, για τις δυο παραμέτρους (θρεπτικά) ξεχωριστά καταδεικνύουν για την πρώτη περίοδο δειγματοληψίας (08/1989) ότι η διασπορά των ρύπων γίνεται με κατεύθυνση νοτιοανατολική (Εικόνες 3.46 και 3.48) ή νότια (Εικόνες 3.50 και 3.52) που παραπέμπει σε αντικυκλωνική κυκλοφορία, ενώ για τη δεύτερη περίοδο δειγματοληψίας (08/1998) ότι η διασπορά των ρύπων γίνεται με κατεύθυνση νότια (Εικόνα 3.47) ή νοτιοδυτική (Εικόνες 3.49 και 3.53) δηλαδή κυκλωνικά.

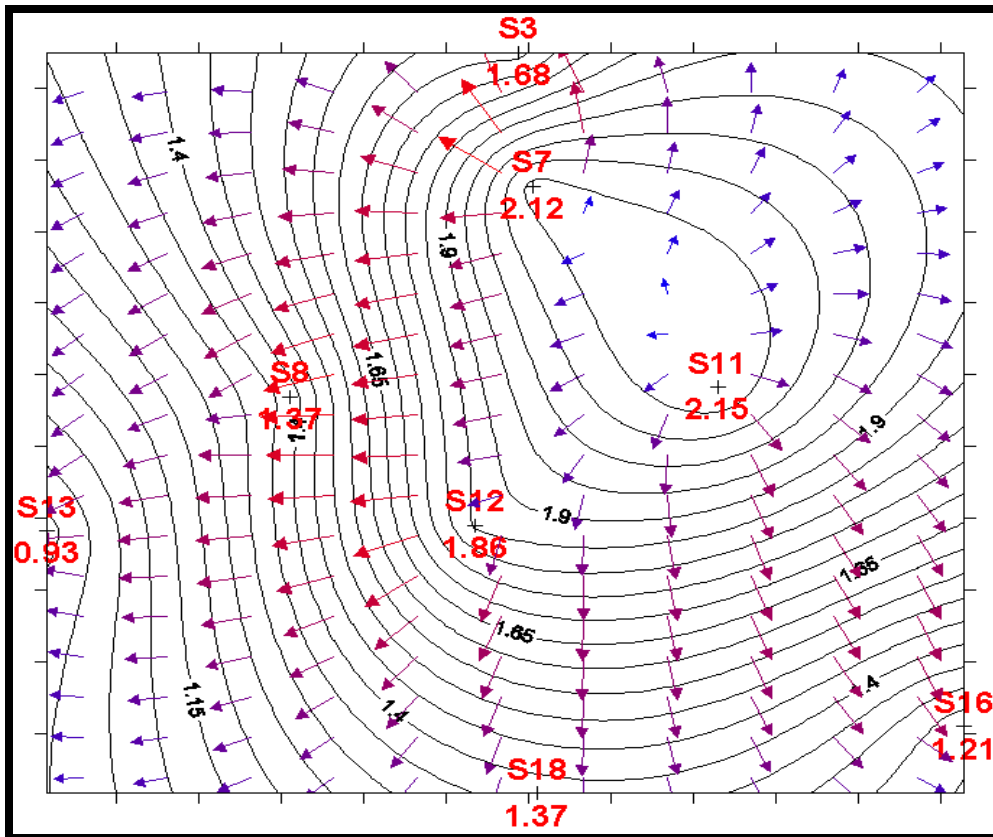
Κι ενώ τα προηγούμενα αφορούν δείγματα στο μήνα Αύγουστο, οπότε παρατηρείται πλήρης ανάπτυξη του θερμοκλινούς στον κόλπο, ακολουθούν τα ακριβώς ανάλογα για το μήνα Φεβρουάριο και για τις δυο φάσεις της δειγματοληψίας, οπότε αντιθέτως εμφανίζεται πλήρης ανάμειξη της υδάτινης στήλης.

Οι σχετικές εικόνες 3.54 έως και 3.57 αφορούν την κατανομή των νιτρικών και στον αντίστοιχο Πίνακα 3.74 περιλαμβάνονται τα κύρια αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης. Από την ανάλυση προκύπτει ότι για το μεν επιφανειακό στρώμα, οι τιμές του συντελεστή πολλαπλής συσχέτισης διατηρούνται στα ίδια επίπεδα ανάμεσα στις δυο περιόδους, αλλά με εμφανή την επιβάρυνση ως προς τις συγκεντρώσεις των νιτρικών στη δεύτερη, που φαίνεται με την αύξηση της μέσης χωρικής συγκέντρωσης από 0,701 $\mu\text{grat/L}$ (02/1990) σε 1,620 $\mu\text{grat/L}$ (02/1999). Αντίστοιχη αύξηση παρατηρείται και σε βάθος 50 m όμως το στοιχείο που κυριαρχεί είναι η σημαντικά μικρή τιμή του R^2 0,05 (02/1999) που επισημαίνει τη μη συσχέτιση μεταξύ των σημείων λήψης των δειγμάτων.



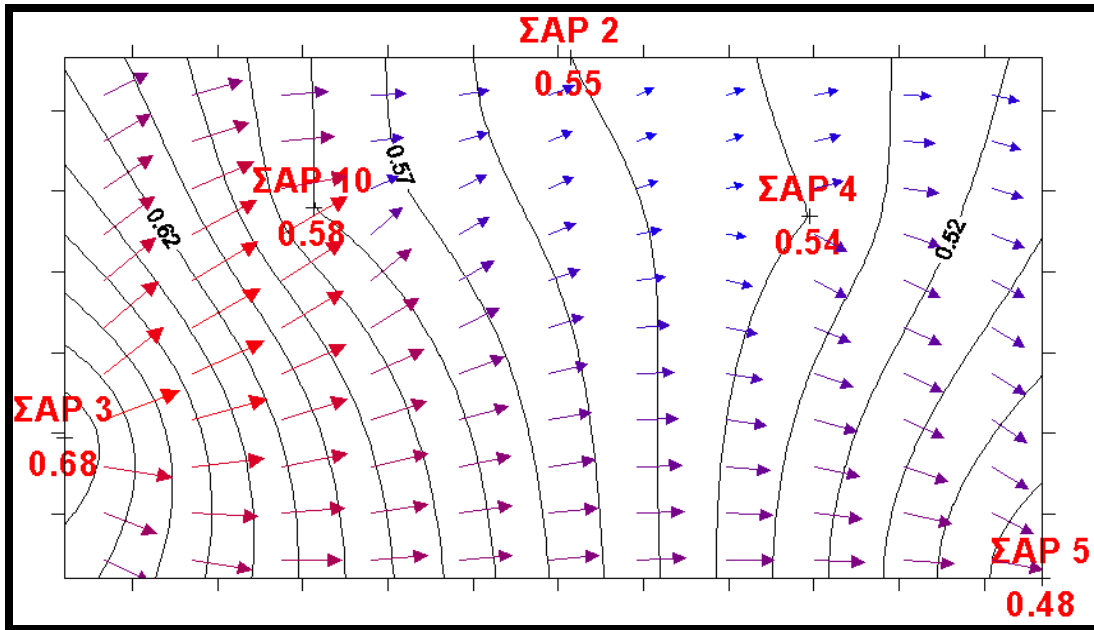
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.54: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- (02/1990) και τάσεις μεταβολής τους



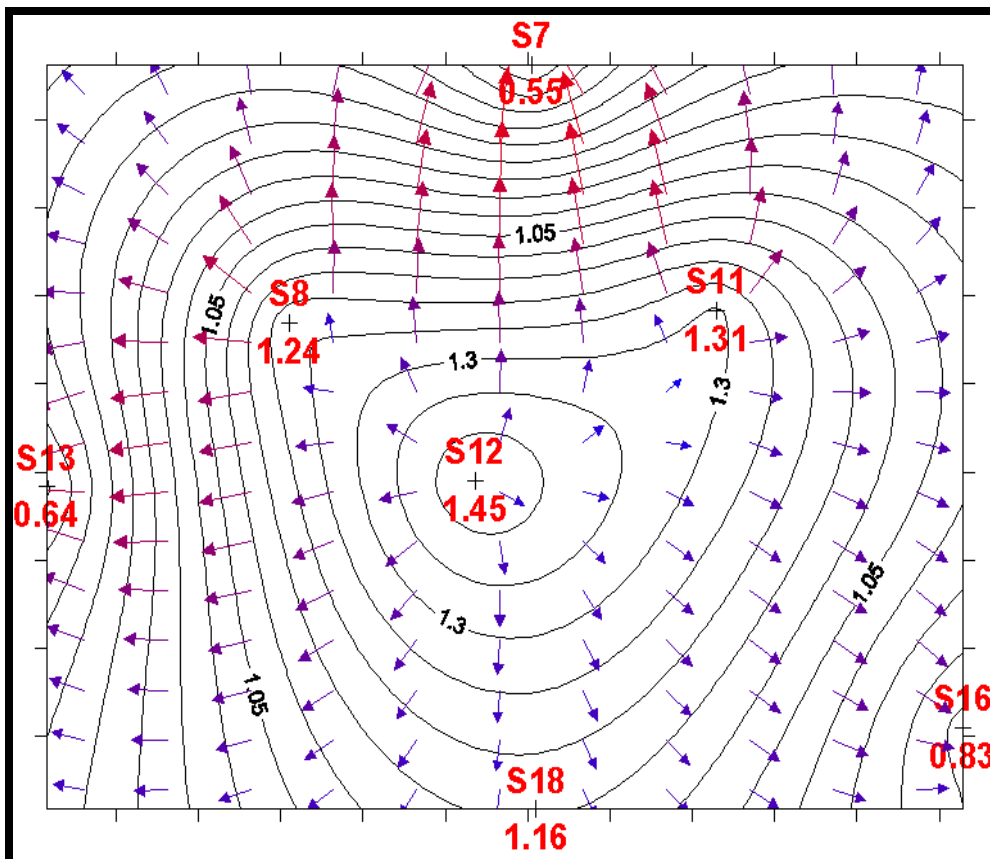
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.55: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- (02/1999) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.56: Κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- σε βάθος 50 m (02/1990) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.57: Κατανομή συγκεντρώσεων NO_3^- σε βάθος 50 m (02/1999) και τάσεις μεταβολής τους

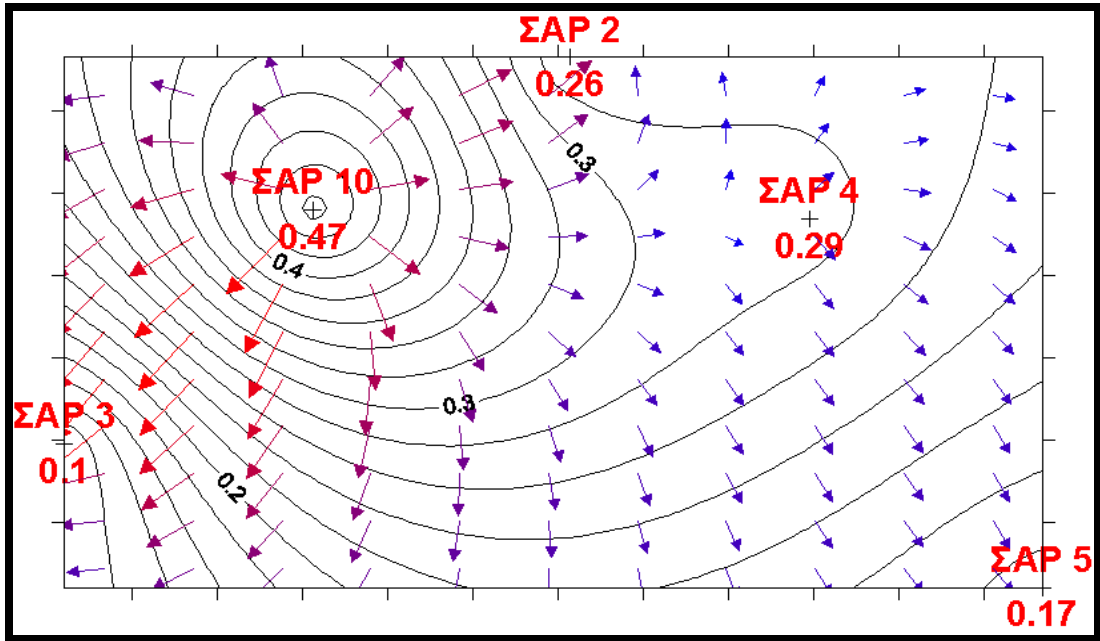
Πίνακας 3.74: Αποτελέσματα στατιστικής χωρικής ανάλυσης νιτρικών (NO_3^-) το μήνα Φεβρουάριο

NO_3^- Περίοδος / βάθος (d)	R^2	Μέση χωρική συγκέντρωση (Z Mean) ($\mu\text{grat/L}$)	Χωρική τυπική απόκλιση (Z Standard Deviation) ($\mu\text{grat/L}$)
Φεβρουάριος 1990(ΣΑΡ) d:0m	0,53	0,701	0,184
Φεβρουάριος 1999 (S) d:2m	0,49	1,620	0,326
Φεβρουάριος 1990(ΣΑΡ) d:50m	0,92	0,567	0,044
Φεβρουάριος 1999 (S) d:50m	0,05	1,065	0,187

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

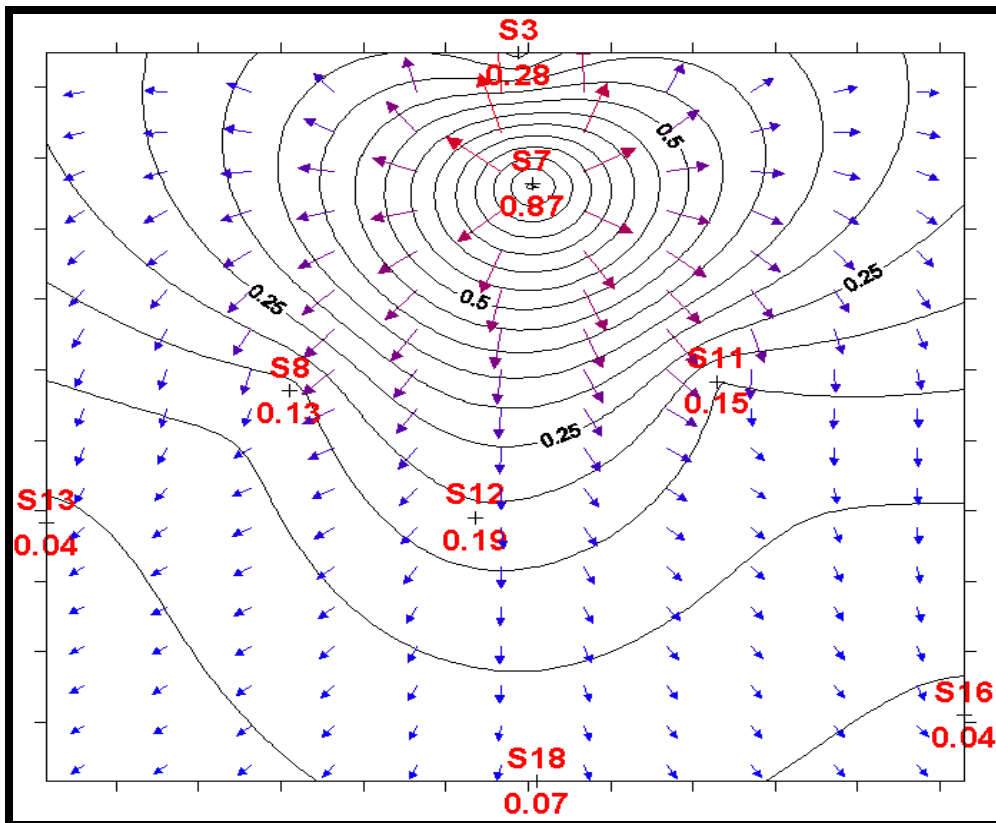
Και τέλος οι αντίστοιχοι χάρτες κατανομών ίσων συγκεντρώσεων φωσφορικών για το μήνα Φεβρουάριο εμφανίζονται στις Εικόνες 3.58 έως και 3.61. Τα συνοπτικά αποτελέσματα της χωρικής στατιστικής ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.75. Παρατηρείται ότι η τιμή του συντελεστή R^2 διατηρείται σε σχεδόν σταθερά επίπεδα μέσω των τιμών για το επιφανειακό στρώμα (0,36 Φεβρουάριος 1990 και 0,42 Φεβρουάριος 1999 αντίστοιχα), ενώ για το κατώτερο στρώμα κρίνεται σημαντική και στις δυο περιπτώσεις με τιμές 0,56 (02/1990) και 0,52 (02/1999) αντίστοιχα, χωρίς δε μεγάλες διαφοροποιήσεις ως προς τις μέσες χωρικές συγκεντρώσεις.

Η διασπορά των συγκεντρώσεων και η χωρικές τάσεις μεταβολής τους, για τις δυο παραμέτρους (θρεπτικά) ξεχωριστά παραπέμπουν για την πρώτη περίοδο δειγματοληψίας (02/1990) ότι η διασπορά των ρύπων γίνεται με κατεύθυνση νοτιοανατολική (Εικόνες 3.54, 3.56 και 3.58) ή νότια (Εικόνα 3.60) δηλαδή αντικυκλωνικά, ενώ για τη δεύτερη περίοδο δειγματοληψίας (02/1999) η διασπορά των ρύπων γίνεται με κατεύθυνση νότια (Εικόνα 3.55, 3.57, 3.59 και 3.61).



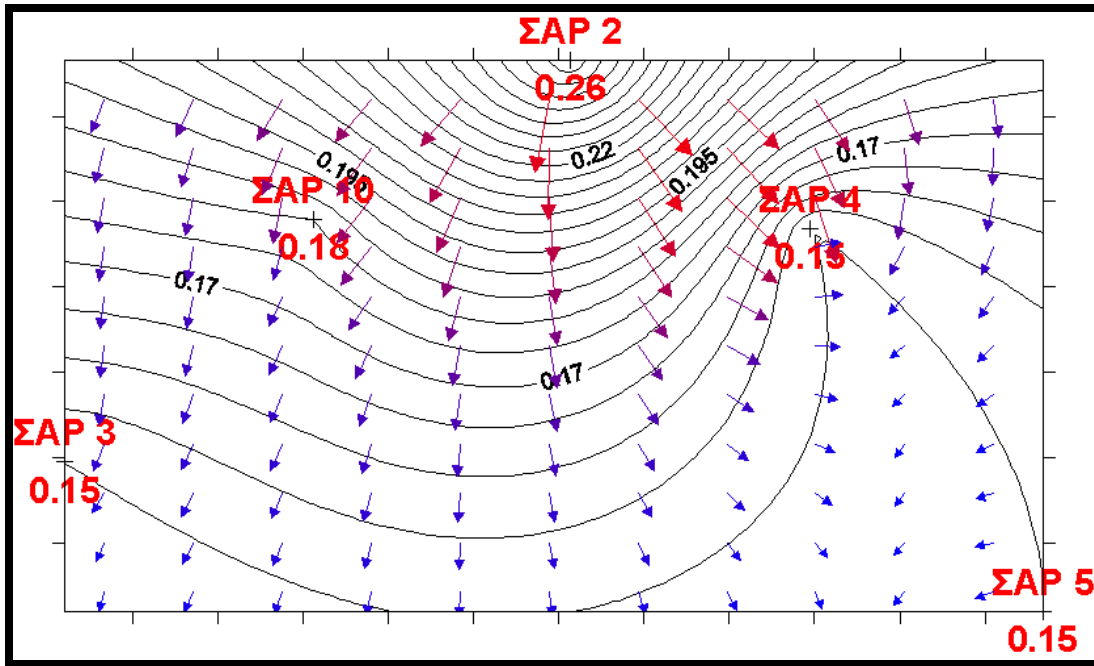
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.58: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} (02/1990) και τάσεις μεταβολής τους



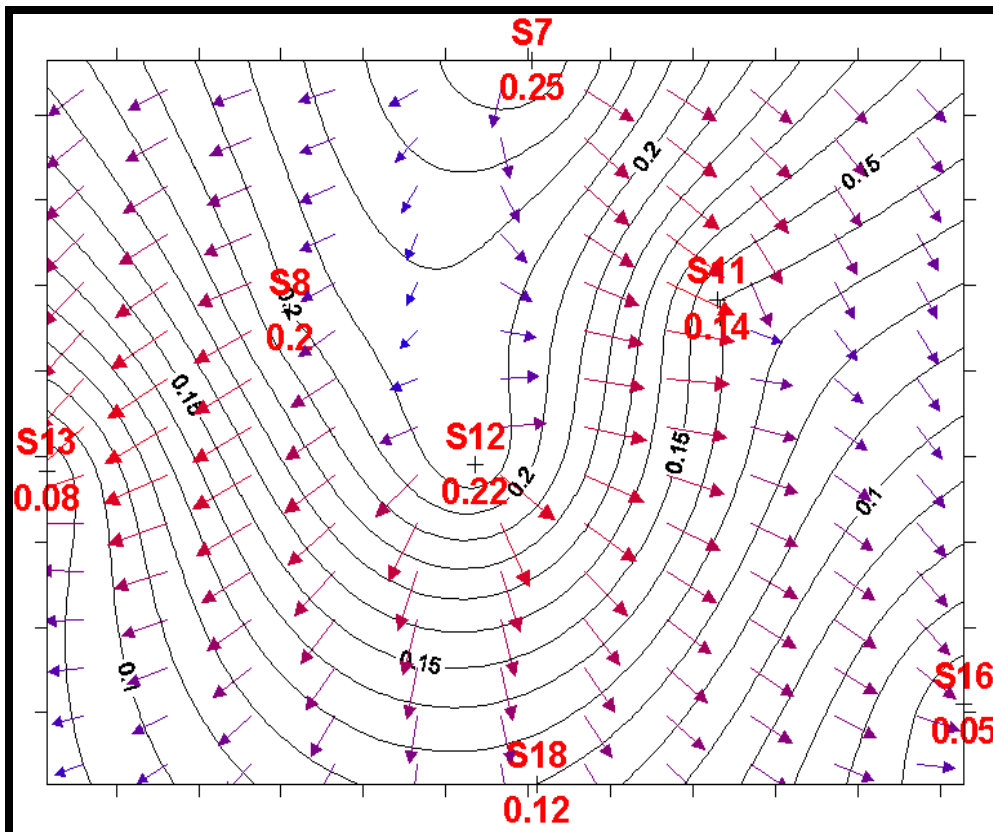
Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.59: Επιφανειακή κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} (02/1999) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.60: Κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} σε βάθος 50 m (02/1990) και τάσεις μεταβολής τους



Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

Εικόνα 3.61: Κατανομή συγκεντρώσεων PO_4^{3-} σε βάθος 50 m (02/1999) και τάσεις μεταβολής τους

Πίνακας 3.75: Αποτελέσματα στατιστικής χωρικής ανάλυσης φωσφορικών (PO_4^{3-}) το μήνα Φεβρουάριο

PO_4^{3-} Περίοδος / βάθος (d)	R^2	Μέση χωρική συγκέντρωση (Z Mean) ($\mu\text{grat/L}$)	Χωρική τυπική απόκλιση (Z Standard Deviation) ($\mu\text{grat/L}$)
Φεβρουάριος 1990(ΣΑΡ) d:0m	0,36	0,276	0,066
Φεβρουάριος 1999 (S) d:2m	0,42	0,216	0,165
Φεβρουάριος 1990(ΣΑΡ) d:50m	0,56	0,170	0,023
Φεβρουάριος 1999 (S) d:50m	0,52	0,153	0,045

Πηγή: Εργαστήριο Ωκεανογραφίας (2008)

3.3 ΚΟΛΠΟΙ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ

3.3.1 ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Ο Θερμαϊκός κόλπος είναι αποδέκτης αστικών λυμάτων της πόλης της Θεσσαλονίκης, αλλά και βιομηχανικών και αγροτικών αποβλήτων από τις δραστηριότητες της ευρύτερης χερσαίας περιοχής. Ο κόλπος αποτελεί αντικείμενο μελέτης, προκειμένου να εκτιμηθεί η τροφική κατάσταση του κόλπου και να διερευνηθούν τυχόν τάσεις εξέλιξης των παραμέτρων που την χαρακτηρίζουν. Ο κόλπος χωρίζεται κυρίως σε τρεις υποπεριοχές μελέτης, τον κόλπο της Θεσσαλονίκης, τον εσωτερικό Θερμαϊκό κόλπο και τον εξωτερικό Θερμαϊκό με χαρακτηριστικά που πλησιάζουν αυτά της Αιγαίας θάλασσας.

Πιο κάτω εκθέτονται ενδεικτικά στοιχεία από το πλέον πρόσφατο πρόγραμμα παρακολούθησης 1993-2000, Πάγκου Κ., Σιώκου – Φράγκου Ι., Κατσίκη Α., Παυλίδου Α., Ασημακοπούλου Γ. και Παπαθανασίου Ε. Εκτίμηση της τροφικής κατάστασης του εσωτερικού Θερμαϊκού κόλπου. 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ. Χερσόνησος Κρήτης Μάιος 2003.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη έχουν κοινή βάση με την ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε και στην επεξεργασία των δεδομένων των μετρήσεων για το Σαρωνικό κόλπο. Αναφέρονται κατ' αρχή στη σύγκριση των περιβαλλοντικών δεδομένων των μετρήσεων, με την κλίμακα ευτροφισμού για τις ελληνικές θάλασσες και δεύτερο στη διερεύνηση ύπαρξης τάσης σε χρονοσειρές θρεπτικών αλάτων, των λόγων αυτών και των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης και διαλυμένου οξυγόνου, από το 1993 έως το 2000.

Στο πλαίσιο του προαναφερόμενου προγράμματος παρακολούθησης, παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες τιμές σε όλη την υδάτινη στήλη από δείγματα

σε περιοχές του εσωτερικού Θερμαϊκού και του κόλπου Θεσσαλονίκης (Πίνακας 3.76).

Πίνακας 3.76: Διακυμάνσεις μέσω ετήσιων τιμών των περιβαλλοντικών παραμέτρων για τον εσωτερικό Θερμαϊκό κόλπο περιόδου 1993 - 2000

Μέσες Συγκεντρώσεις (μM)	Μέγιστη	Ελάχιστη
PO ₄ ³⁻	0,45	0,10 (0,12)*
SiO ₄ ⁴⁻	8.28	1,07 (1.22)
NO ₃ ⁻	1,04	0,57 (0,42)
NH ₄ ⁺	1,64	0,77 (0,36)

Μέσες Συγκεντρώσεις	Μέγιστη	Ελάχιστη
Chl - a (μg/l)	3.79	1,16
D.O. (ml/l)	6.64	4,42

Λόγος ΣΝ / ΣΡ	Μέγιστη	Ελάχιστη
	10,45	7.22

(*) Τιμές αναφοράς
Πηγή: Πάγκου και συν. (2003)

Οι ελάχιστες μέσες ετήσιες τιμές των θρεπτικών εκτός των αζωτούχων, δεν ξεπερνούν την τιμή αναφοράς της ανοικτής θάλασσας (Friligos, 1988), αλλά οι ανώτερες φθάνουν από το υπερδιπλάσιο για την περίπτωση των νιτρικών, έως και το επταπλάσιό της που ισχύει για τα πυριτικά ιόντα. Οι μέσες ελάχιστες ετήσιες συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης κυμαίνονται από 1,16 έως 3,79 μg/l ενώ οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου ξεκινούν από την τιμή 4,42 ml/l. Ο λόγος ΣΝ/ΣΡ κινείται μεταξύ των τιμών 7,22 και 10,45 δηλαδή είναι κάτω της τιμής 16. Το μέγιστο εύρος των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης, παρατηρήθηκε τη θερινή περίοδο, ενώ οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται στην αρχή της άνοιξης και οι ελάχιστες στην αρχή του χειμώνα. Οι μέγιστες τιμές καταγράφονται πάντοτε στον όρμο της Θεσσαλονίκης. Ενώ παρατηρείται μια σταδιακή μείωση των τιμών στον εσωτερικό Θερμαϊκό από τα

Βορειοδυτικά (εκβολές ποταμών) προς τα Ανατολικά, η οποία συνεχίζεται με αυξανόμενη τάση προς τον εξωτερικό κόλπο.

Από μελέτες αξιολόγησης της τροφικής θέσης της κάθε υποπεριοχής του κόλπου, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο εσωτερικός Θερμαϊκός κόλπος είναι πιο ευτροφικός από τον εξωτερικό κόλπο (Πάγκου, Ασημακοπούλου, 1997). Τεράστια ποσά θρεπτικών ουσιών συγκεντρώνονται σ' αυτόν, λόγω διάθεσης λυμάτων αποχέτευσης, αλλά και βιομηχανικών αποβλήτων και αποβλήτων γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, που μέσω της εκβολής των τεσσάρων μεγάλων ποταμών εκβράζονται στην περιοχή.

Ο ποταμός Αξιός θεωρείται υπεύθυνος για τη μεταφορά στον κόλπο μεγάλων ποσοτήτων νιτρικών αλάτων γεωργικής προέλευσης. Σε αυτήν την ζώνη, η αύξηση στη βιομάζα του φυτοπλαγκτού συσχετίζεται άμεσα με τις αυξήσεις στα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα αλλά και με τη μείωση στις τιμές της αλατότητας λόγω της εισροής γλυκών νερών από τις εκβολές των ποταμών (Vollenweider et al, 1996)

Ο εμπλουτισμός σε άλατα αζώτου και φωσφόρου έχει συσχετιστεί με τις αυξημένες συγκεντρώσεις της βιομάζας του φυτοπλαγκτού (Gotsis – Skretas & Friligos 1990, Nikolaidis & Moustaka – Gouni 1992, Πάγκου, 1994). Ανησυχητικά είναι τα ευρήματα των ερευνητών σε ό,τι αφορά την εμφάνιση του τοξικού φυτοπλαγκτού, ενώ ο Θερμαϊκός είναι ο πρώτος ελληνικός κόλπος για τον οποίο υπάρχουν επίσημα καταγραμμένα στοιχεία για εμφάνιση κόκκινων παλιρροιών (Anagnostidis, 1956).

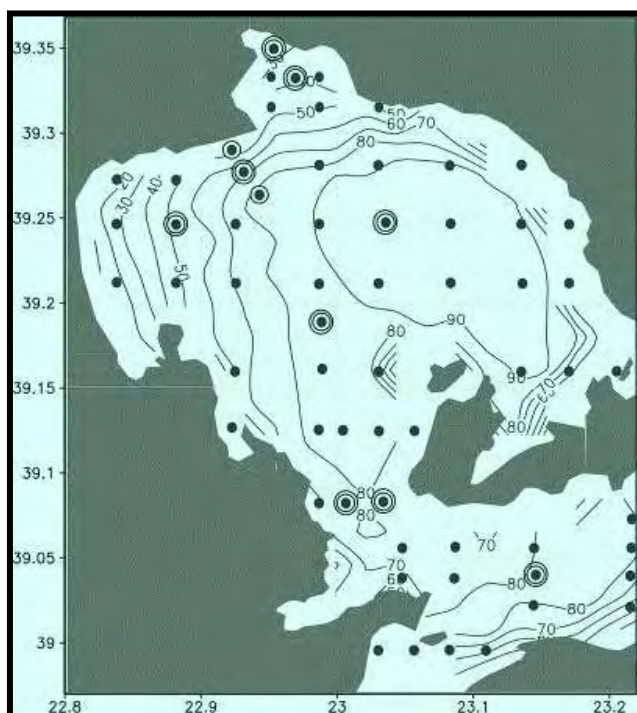
Οι ανθίσεις προκαλούνται γενικά από τα διάτομα, με κυρίαρχα είδη στην πλειοψηφία των περιπτώσεων τα *Nitzschia closterium*, *Cerataulina bergonii*, *Leptocylindrus minimus*, *Chaetoceros socialis* και *Thalassiosira sp* (Gotsis- Skretas και Friligos, 1988).

Γενικότερα οι αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών και αζωτούχων, είναι υπεύθυνες για τη μεγάλη αφθονία αλλά και τη μικρή ποικιλότητα του φυτοπλαγκτού που παρατηρείται κοντά στην περιοχή που εκβράζονται τα λύματα. Από τους φυτοπλαγκτικούς οργανισμούς τα δινομαστιγωτά επικρατούν στην περιοχή αυξημένης ρύπανσης, ενώ τα διάτομα στις καθαρότερες περιοχές. Από την επικράτηση και τη σχετική κατανομή των ειδών που βρέθηκαν στο Θερμαϊκό κόλπο, προκύπτει ότι ορισμένα είδη όπως *Gymnodinium sp.*, *Prorocentrum micans*, *Peridinium sp.*, *Ceratium pulchellum* είναι δείκτες ρύπανσης και οι μεταβολές των διάφορων ειδών ανταποκρίνονται σε μια τυπική υποβάθμιση των βιοκοινωνιών (Friligos, 1984).

3.3.2 ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Το θαλάσσιο οικοσύστημα του Παγασητικού κόλπου, είναι δέκτης ενός συνόλου περιοδικών και μόνιμων επιδράσεων λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που εμφανίζονται στην παράκτια περιοχή. Για τη μελέτη του Παγασητικού κόλπου έχει εκπονηθεί ένας μεγάλος αριθμός εργασιών από το 1975 και εντεύθεν (Friligos, 1987, Friligos & Gotsis – Skretas, 1989, Friligos et al 1990 και Koliou – Mitsou, 2000), με σκοπό τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για την επιλογή του τελικού αποδέκτη των αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων, ενόψει της σχεδίασης και κατασκευής αποχετευτικού συστήματος στην περιοχή της πόλης του Βόλου και των παρακείμενων αναπτυσσόμενων βιομηχανικών μονάδων. Η θεματολογία αφορούσε φυσικοχημικούς και βιολογικούς δείκτες, η επεξεργασία των οποίων δίνει σαφή δεδομένα για την υφιστάμενη κατάσταση της περιοχής, καθότι το οικοσύστημα παρουσιάζει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον, ενώ παράλληλα έχει ανάγκη εμπειριστατωμένων προτάσεων διαχείρισης.

Στη συνέχεια παρατίθενται στοιχεία σχετικά με το θέμα της παρούσας διατριβής,



Πηγή: Petihakis et al, (2005)

Εικόνα 3.62: Σταθμοί δειγματοληψίας στον Παγασητικό κόλπο

που προέκυψαν από το πλέον πρόσφατο ερευνητικό πρόγραμμα παρακολούθησης περιόδου: Άνοιξη 1998 - Φθινόπωρο 1999 (Θεοδώρου – Πετυχάκης 2000) που αφορά Φυσικοχημικές παραμέτρους (θερμοκρασία, αλατότητα, θρεπτικά) και Βιολογικές (χλωροφύλλη, φυτοπλαγκτό, ζωοπλαγκτό) τα αποτελέσματα

του οποίου δημοσιεύτηκαν

μέσα από το πλαίσιο της εργασίας: «Field data analysis and application of a complex water column biogeochemical model in different areas of a semi-enclosed basin: towards the development of an ecosystem management tool». (G. Petihakis, G. Triantafyllou, A. Pollani, A. Koliou and A. Theodorou) στο επιστημονικό περιοδικό Marine Environmental Research, 5 pp. 493 -518, (June 2005). Σύμφωνα με το προαναφερόμενο πρόγραμμα, η ερευνώμενη περιοχή διαμερίστηκε σε τρεις υποπεριοχές μελέτης (εσωτερικός – κεντρικός – εξωτερικός Παγασητικός κόλπος) και εγκαταστάθηκαν 59 συνολικά σταθμοί δειγματοληψίας, από τους οποίους οι 11 αφορούν μετρήσεις για υπολογισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών (Εικόνα 3.62). Για τη συνοπτική παρουσίαση των επιπέδων των περιβαλλοντικών παραμέτρων, χρησιμοποιήθηκαν αποτελέσματα από την επεξεργασία των μετρήσεων του προγράμματος, που παρουσιάζονται στη μεταπτυχιακή διατριβή Ε. Ν. Ψοχίου 2002: «Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης του Παγασητικού κόλπου –

Συμβολή στην αειφορική διαχείριση του». Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Σχολή Γεωπονικών Επιστημών). Η σύνοψη των αποτελεσμάτων, δίνεται με τη μορφή πινάκων και συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.77, παρουσιάζονται τα μέγιστα και ελάχιστα από τις μέσες εποχικές συγκεντρώσεις των θρεπτικών, της χλωροφύλλης και του διαλελυμένου οξυγόνου.

Πίνακας 3.77: Μέσες εποχικές τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων για τον Παγασητικό κόλπο περιόδου Άνοιξη1998 – Φθινόπωρο1999

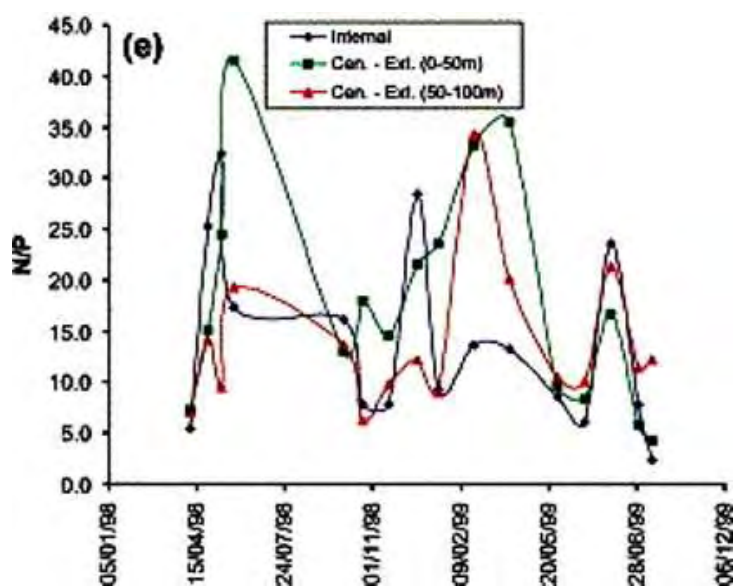
Μέσες Συγκεντρώσεις (μM)	Μέγιστη	Ελάχιστη
PO_4^{3-}	Άνοιξη '98 0,150	Καλοκαίρι '98 0,092 (0,12)*
SiO_4^{4-}	Φθινόπωρο '98 5,475	Άνοιξη '99 3,047 (1,22)
NO_2^-	Χειμώνας '99 0,277	Καλοκαίρι '99 0,048 (0,16)
NO_3^- (κυρίαρχη μορφή αζώτου)	Άνοιξη '98 1,191	Καλοκαίρι '99 0,586 (0,36)
NH_4^+	Άνοιξη '98 1,009	Καλοκαίρι '98 0,185 (0,42)

(*) Τιμές αναφοράς

Μέση Συγκέντρωση	Μέγιστη	Ελάχιστη
Χλωροφύλλης - α (μg/L)	Χειμώνας '99 0,425	Καλοκαίρι '98 0,049
Δ/νου Οξυγόνου D.O. (mg/L)	Καλοκαίρι '99 9,161	Φθινόπωρο '98 6,972

Πηγή : Petihakis et al, (2005), Ψοχιού (2002)

Οι πρώτες παρατηρήσεις από τη μελέτη των δεδομένων του πίνακα, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι εκτός από τα πυριτικά και τα νιτρικά ιόντα των οποίων οι μέγιστες εποχικές συγκεντρώσεις ξεπερνούν κατά 4,5 και 2 φορές γραμμές επίπεδα ανάλογα με εκείνα της ανοικτής θάλασσας. Οι μέσες εποχιακές συγκεντρώσεις chl – a εμφανίζουν μέγιστη τιμή τη χειμερινή περίοδο του 1999 και ελάχιστη, τη θερινή του 1998. Ας σημειωθεί εδώ ότι στο επιφανειακό στρώμα, οι μεγαλύτερες μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις chl – a παρατηρούνται στο εσωτερικό τμήμα του κόλπου, όπως και στην περιοχή κοντά στον αγωγό εκβολής λυμάτων, αποδεικνύοντας έτσι την επιβάρυνση σε θρεπτικά της περιοχής του λιμανιού του Βόλου. Όσον αφορά το διαλελυμένο οξυγόνο, η μέγιστη μέση συγκέντρωσή του εμφανίζεται το καλοκαίρι του 1999 και η ελάχιστη το φθινόπωρο του 1998. Γενικά οι συγκεντρώσεις του διαλελυμένου οξυγόνου είναι υψηλές και υποδηλώνουν ένα καλά οξυγονωμένο σύστημα. Στις επιμέρους περιοχές του κόλπου η χρονοσειρά των τιμών του λόγου (ΣΝ/ΣΡ) παρουσιάζει σημαντική διακύμανση, σε σύγκριση με την τιμή του λόγου Redfield (16/1) που χαρακτηρίζει το θαλάσσιο περιβάλλον (Εικόνα 3.63).



Πηγή: Petihakis et al, (2005)

Εικόνα 3.63. Διάγραμμα διακύμανσης του λόγου ΣΝ/ΣΡ για την περίοδο της έρευνας

Σύμφωνα με τις μέσες εποχικές συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.76 θα περίμενε κανείς να ακολουθείται και στον Παγασητικό η γενικότερη τάση που εμφανίζεται σε ημίκλειστους κόλπους,

δηλαδή ο λόγος να λαμβάνει τιμές υψηλότερες του 16, λόγω της συγκριτικά με τα φωσφορικά, μεγαλύτερης επιβάρυνσης σε άζωτο. Κι όμως η **αναλογία Redfield** δεν αναδεικνύει σαν περιοριστικό παράγοντα το φωσφόρο αφού τελικά εμφανίζονται εναλλασσόμενες περίοδοι περιορισμού αζώτου – φωσφόρου **με τιμές άλλοτε μικρότερες και άλλοτε μεγαλύτερες της τιμής 16** αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα στο ανώτερο στρώμα του κεντρικού και του εξωτερικού κόλπου παρουσιάζονται εκτενέστερες περίοδοι περιορισμού των φωσφορικών σε αντίθεση με το βαθύτερο στρώμα, όπου συνήθως το άζωτο είναι ο περιοριστικός παράγοντας. Στον εσωτερικό κόλπο το συνηθέστερο είναι κι εδώ, το άζωτο να παίζει το ρόλο του περιοριστικού παράγοντα ($\Sigma N/\Sigma P < 16$), αν και υπάρχει μια σημαντική περίοδος (Μάιος 1998 – Σεπτέμβριος 1998) κατά τη διάρκεια της οποίας η αναλογία $\Sigma N/\Sigma P$ είναι ίση με την αναλογία Redfield (16/1).

Η μελέτη που ανάγεται στο ερευνητικό πρόγραμμα (Θεοδώρου – Πετυχάκης 2000), αφορά ανασκόπηση των ιστορικών δεδομένων και εφαρμογή ενός μοντέλου προσομοίωσης, που σκοπό έχουν την προσέγγιση της δυναμικής του οικοσυστήματος με έμφαση στους μηχανισμούς ελέγχου της πρωτογενούς παραγωγής.

Κατά τη διάρκεια εξέλιξης του προγράμματος ελέγχου (περίοδος 1998-1999), σημειώθηκαν δυο ανθήσεις φυτοπλαγκτονικών ομάδων “bloom”. Η πρώτη άνθηση παρουσιάστηκε τον Απρίλιο του 1998, κατά την οποία μειώθηκαν οι συγκεντρώσεις των νιτρικών σε αντίθεση με τις συγκεντρώσεις των φωσφορικών που παρέμειναν υψηλές (μικρές απαιτήσεις). Η δεύτερη άνθηση, έλαβε χώρα τον Ιανουάριο του 1999, με χαρακτηριστικά την αυξημένη συγκέντρωση της χλωροφύλλης – α και την πτώση της συγκέντρωσης των πυριτικών, αφού υπήρξε σημαντική η συμμετοχή των διατόμων.

Αλλά και στο παρελθόν ο Παγασητικός κόλπος εμφάνισε αρχικά το 1982, κατόπιν εντονότερα το 1987 και τελευταία την άνοιξη του 1997, το φαινόμενο του «ζελατινώδους αφρού» δηλαδή συσσώρευσης φυτοπλαγκτονικών κυττάρων, βακτηρίων, ζωοπλακτονικών απεκκριμάτων και μικροσκοπικών ανόργανων αιωρούμενων σωματιδίων. Τα γεγονότα αυτά αν και είναι αποτέλεσμα ενός συνόλου παραγόντων, εν τούτοις θεωρείται ότι συμβάλλουν καταλυτικά η εισροή θρεπτικών σε συνδυασμό με τα μικρά βάθη του εσωτερικού Παγασητικού και τις υψηλές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο (Friligos, 1987).

Οι εισροές των αστικών λυμάτων στον αποδέκτη Παγασητικό εμπλουτίζουν το σύστημα σε φωσφορικά και αμμωνιακά, ενώ ιδιαίτερα επιβαρυνμένες σε νιτρικά ιόντα είναι οι απορροές γεωργικών αποβλήτων από τις αγροτικές εκμεταλλεύσεις της περιοχής Αλμυρού. Η έντονη παρουσία θερμοκλινούς τη θερινή περίοδο, διαμορφώνει δυο πρότυπα ανάπτυξης της πρωτογενούς παραγωγής. Στο επιφανειακό στρώμα παρατηρείται αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής τη χειμερινή περίοδο μετά την ανατροπή του θερμοκλινούς που συνεπάγεται άνοδο των θρεπτικών προς την ευφωτική ζώνη. Τότε ευνοείται η ανάπτυξη των διατόμων με παράλληλη εμφάνιση κλασσικής τροφικής αλυσίδας δηλαδή ροή ενέργειας προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα. Το αντίθετο παρατηρείται το καλοκαίρι όπου η πρωτογενής παραγωγή αυξάνεται στα βαθύτερα στρώματα, με ανάπτυξη μικροβιακού βρόγχου (πικοπλαγκτόν) με σημαντικά ποσά ενέργειας να ανακυκλώνονται μεταξύ φυτοπλαγκτού και βακτηρίων, ενώ το επιφανειακό στρώμα χαρακτηρίζεται από ελαττωμένες συγκεντρώσεις θρεπτικών.

Γενικά το οικοσύστημα του κόλπου χαρακτηρίζεται ευαίσθητο στον εμπλουτισμό θρεπτικών αλάτων, αφού εμφανίζει τάση για ανάπτυξη μεγάλων φυτοπλαγκτονικών κυττάρων, τα οποία και ευθύνονται για την εμφάνιση των συχνών φυτοπλαγκτονικών

ανθήσεων (bloom) στον κόλπο, με σημαντική τη συμβολή των διατόμων. Σε μια προσπάθεια ερμηνείας του φαινομένου, προκύπτει ότι είναι πιθανό η έξαρση της συγκέντρωσης φωσφορικών αλάτων να οδηγεί στην εμφάνισή του, δεδομένου ότι τα φωσφορικά είναι ο περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης της πρωτογενούς παραγωγής κατά τη διάρκεια των ανθήσεων (Petihakis et al, 2000).

3.3.3 ΒΟΡΕΙΟΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Οι ερευνητικές εργασίες που αφορούν το ευρύτερο οικοσύστημα του Ευβοϊκού κόλπου και αναφέρονται στον προσδιορισμό περιβαλλοντικών παραμέτρων όπως θρεπτικών αλάτων, χλωροφύλλης και διαλελυμένου οξυγόνου είναι λιγοστές και αρκετά παλαιές, με κίνδυνο να θεωρηθούν παρωχημένες, δεδομένου ότι το σύστημα είναι δέκτης πολλαπλών ανθρωπογενών επιδράσεων οι οποίες οξύνονται τις τελευταίες δεκαετίες. Τα διαθέσιμα στοιχεία είναι λίγα και αποσπασματικά, ωστόσο θα γίνει μια προσπάθεια καταγραφής τους βάσει δεδομένων της διεθνούς βιβλιογραφίας, ταξινομώντας τα σε δυο ενότητες. Η πρώτη αφορά το οικοσύστημα του Β. Ευβοϊκού και Μαλιακού κόλπου και η δεύτερη αυτό του Ν. Ευβοϊκού και των ακτών Ν – ΝΑ Αττικής – κόλπου Πεταλιών, με σκοπό την εκτίμηση της κατάστασης ευτροφισμού της περιοχής.

Επελέγησαν οι εξής εργασίες που αφορούν τις υπό μελέτη περιοχές

A) Για το Βόρειο και Νότιο Ευβοϊκό κόλπο:

- N. Friligos «Nutrient Conditions in the Euboikos Gulf (West Aegean)» που δημοσιεύτηκε στο επιστημονικό περιοδικό Marine Pollution Bulletin, Vol. 16. No. 11. pp. 435-439 (1985) και επί πλέον

B) Για το Νότιο Ευβοϊκό κόλπο οι πλέον πρόσφατες:

▪ Α. Παυλίδου & Ρ. Ψυλλίδου – Γκιουράνοβιτς «Προκαταρκτική μελέτη θρεπτικών αλάτων και οξυγόνου σε 7 διαδοχικούς κύκλους δειγματοληψιών στον Ν. ΝΑ. Σαρωνικό και Ευβοϊκό κόλπο (Μάρτιος 1996)», 5^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας (1997) και

▪ Ο. Γκότση – Σκρέτα & Γ. Ασημακοπούλου «Κατανομή και βραχυχρόνια διακύμανση της χλωροφύλλης – α στο Ν. Ευβοϊκό κόλπο (Ανοιξη 1996)», 5^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας (1997).

Η πρώτη μελέτη (Friligos, 1988) αφορά μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν τον Αύγουστο του 1983 στο Βόρειο Ευβοϊκό, ενώ στο Νότιο καλύπτουν την περίοδο από το Μάρτιο του 1981 έως τον Αύγουστο του 1982. Η μεθοδολογία που ακολουθείται, είναι αυτή που αναλυτικά παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, κατά την εφαρμογή της στην επεξεργασία των μετρήσεων στο Σαρωνικό κόλπο. Πιο συγκεκριμένα από τις μέσες συγκεντρώσεις των θρεπτικών, υπολογίζονται οι ολικές ποσότητες των θρεπτικών για τους δυο επί μέρους κόλπους και κατόπιν υπολογίζεται η υφιστάμενη επιβάρυνση στην κάθε περιοχή, μετά από σύγκριση με τις τιμές υποβάθρου που αναφέρονται στην ανοικτή oligοτροφική θάλασσα του Αιγαίου. Αντιθέτως για το Νότιο Ευβοϊκό κόλπο, υπάρχουν περισσότερο πρόσφατες βιβλιογραφικές αναφορές, στο πλαίσιο του από το ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ ανειλημμένου Προγράμματος Παρακολούθησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων περιόδου 1983 – 2007, εκ των οποίων και επιλέχθηκαν οι δυο προαναφερόμενες εργασίες.

Η σύνοψη των αποτελεσμάτων, δίνεται με τη μορφή πινάκων και συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.78 παρουσιάζονται οι μέσες συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων στο Βόρειο Ευβοϊκό κόλπο τον Αύγουστο του 1983, ενώ στον Πίνακα 3.79 παρουσιάζονται οι αντίστοιχες για το Νότιο Ευβοϊκό που αφορούν τη χρονική

περίοδο 03/1981 έως 08/1982 (Friligos, 1988). Στην τελευταία γραμμή των πινάκων φαίνονται οι τιμές αναφοράς που ισχύουν για την ανοικτή θάλασσα.

Πίνακας 3.78: Μέσες συγκεντρώσεις θρεπτικών κατά μήκος της υδάτινης στήλης 08/1983 στο Βόρειο Ευβοϊκό κόλπο

Mean nutrient concentrations in the North Euboikos Gulf; water column averages in $\mu\text{g-at l}^{-1}$					
Depth interval (m)	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	$\text{SiO}_4^{4-}\text{-Si}$	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$
0-50	0.12	2.92	0.63	0.08	0.27
50-100	0.14	7.86	0.61	0.11	2.28
100-200	0.36	15.40	0.47	0.07	5.71
200-300	0.53	25.36	0.75	0.06	6.76
300-425	0.62	31.80	0.56	0.07	6.68
Background	0.12	1.22	0.36	0.16	0.42

Πηγή: Friligos 1985

Πίνακας 3.79: Μέσες συγκεντρώσεις θρεπτικών κατά μήκος της υδάτινης στήλης περιόδου 03/1981 – 08/1982 στο Νότιο Ευβοϊκό κόλπο

Mean nutrient concentrations in the South Euboikos Gulf; water column averages in $\mu\text{g-at l}^{-1}$										
Date	Depths 0-50 m					Depths 50 m				
	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	$\text{SiO}_4^{4-}\text{-Si}$	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	$\text{SiO}_4^{4-}\text{-Si}$	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$
Mar. '81	0.08	1.01	0.16	0.15	0.92	—	—	1—	—	—
Aug. '81	0.08	2.03	0.20	0.04	0.61	0.07	2.02	0.19	0.06	0.27
Feb. '82	0.10	2.14	0.33	0.16	0.66	0.12	1.50	0.48	0.12	0.16
Aug. '82	0.83	4.25	0.46	0.06	0.97	—	—	—	—	—
Background	0.12	1.22	0.36	0.16	0.42	—	—	—	—	—

Πηγή: Friligos 1985

Μετά τη σχετική επεξεργασία των μετρήσεων, στον Πίνακα 3.80 φαίνεται ο βαθμός επιβάρυνσης για το κάθε θρεπτικό στο Βόρειο και στο Νότιο Ευβοϊκό κόλπο, ενώ παράλληλα με την αντιπαραβολή της αντίστοιχης επιβάρυνσης άλλων κόλπων του Αιγαίου πελάγους την ίδια χρονική περίοδο, παρέχεται η δυνατότητα μιας συνολικότερης εκτίμησης.

Πίνακας 3.80:Επιβάρυνση Βόρειου και Νότιου Ευβοϊκού κόλπου σε σχέση με τιμές αναφοράς και παραβολή με άλλους κόλπους του Αιγαίου πελάγους

Ratio of total nutrient per Gulf to background nutrients.							
Arca	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	$\text{SiO}_4^{4-}\text{-Si}$	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2^-\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	ΣN	Reference
Elefis Bay	5.11	4.15	15.80	3.05	7.00	9.67	Friligos, 1981
Western Saronikos Gulf	2.25	2.95	2.50	1.11	6.39	4.00	Friligos, 1983
Inner Saronikos Gulf	2.50	1.39	4.10	1.55	2.60	3.97	Friligos, 1982
North Euboikos Gulf	2.87	13.20	1.66	0.49	10.20	5.27	
Kavala Gulf	1.80	1.49	1.00	0.51	1.41	1.10	Friligos, 1985
Alexandroupolis Gulf	1.32	3.28	1.00	0.65	6.21	3.27	Friligos, 1985
South Euboikos Gulf	1.46	1.41	0.65	0.48	1.17	0.86	

Πηγή: Friligos 1985

Εκτός των στοιχείων αυτών που αφορούν και το Νότιο Ευβοϊκό κόλπο, κρίνεται σκόπιμο να παρατεθούν και τα πιο πρόσφατα αποτελέσματα των μελετών αναφέρονται σ' αυτόν, σε μια προσπάθεια παρακολούθησης της χρονικής εξέλιξης των τροφικών δεδομένων στο οικοσύστημα του κόλπου.

Συνοπτικά τα αποτελέσματα εκθέτονται στον Πίνακα 3.81, όπου εμφανίζονται τα μέγιστα και ελάχιστα από τις μέσες εποχικές συγκεντρώσεις των θρεπτικών, της

Πίνακας 3.81: Μέσες εποχικές τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων για το Νότιο Ευβοϊκό κόλπο περιόδου: Άνοιξη 1996

Μέσες Συγκεντρώσεις (μM)	Μέγιστη	Ελάχιστη
PO_4^{3-}	0,08	0,04 (0,12)*
SiO_4^{4-}	2,50	1,60 (1,22)
NO_2^-	0,19	0,05 (0,16)
NO_3^-	0,59	0,23 (0,36)
NH_4^+	1,05	0,60 (0,42)

(*) Τιμές αναφοράς

Μέση Συγκέντρωση		Μέγιστη	Ελάχιστη
Δ/νου Οξυγόνου D.O. (ml/L)		6,14	5,33
Chl – a (μg/L)	Βάθος 1m	0,45	1,54
	Βάθος 20m	0,46	1,84

Πηγή: Παυλίδου & Ψυλλίδου–Γκιουράνοβιτς (1997) και Γκότση–Σκρέτα & Ασημακοπούλου (1997)

χλωροφύλλης και του διαλελυμένου οξυγόνου, καθώς και οι μέσες εποχικές τιμές της χλωροφύλλης – α. μετρημένες σε βάθη ενός και είκοσι μέτρων.

Ο Βόρειος Ευβοϊκός χαρακτηρίζεται σε σχέση με άλλους ελληνικούς κόλπους στο Αιγαίο πέλαγος, από τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων με εξαίρεση τον κόλπο της Ελευσίνας (Friligos, 1985). Παρουσιάζει αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών, πυριτικών και νιτρικών, κυρίως σε βάθη μεγαλύτερα των 100 μέτρων. Επίσης οι παρατηρούνται αυξημένες επιφανειακές τιμές στα αμμωνιακά προφανώς λόγω επιφανειακών εκροών λυμάτων παράκτιων τουριστικών οικισμών. Οι συγκεντρώσεις των πυριτικών και των νιτρικών αλάτων είναι 13 και 10 φορές μεγαλύτερες αντίστοιχα από αυτές στο Αιγαίο, γεγονός που οφείλεται στη μικρή ικανότητα ανανέωσης των νερών, λόγω του σχετικά μεγάλου βάθους του κόλπου, των υποθαλάσσιων πηγών, του φαινομένου της ανάβλυσης νερών και των αποβλήτων της βιομηχανίας επεξεργασίας σιδηρονικελιούχων (ΛΑΡΚΟ στη Λάρυμνα) που είναι πλούσια σε πυριτικά. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις φωσφορικών αλάτων στο Β. Ευβοϊκό παρατηρήθηκαν στον κόλπο της Λάρυμνας, στο λιμάνι της Χαλκίδας και στο Μαλιακό κόλπο (Friligos et al., 1984).

Ο Βόρειος Ευβοϊκός έχει πολλές ιδιομορφίες, όπως τα ρήγματα που του δίνουν ένα ιδιαίτερο ανάγλυφο, καθώς και το γνώρισμα των παλιρροϊκών ρευμάτων, σπάνιο φαινόμενο στην Ελλάδα, το οποίο συντελεί στην καλή ανανέωση και στην καλή οξυγόνωση των υδάτων και ουσιαστικά ευεργετεί τη θάλασσα που όντας κλειστή, κάτω από άλλες συνθήκες θα παρουσίαζε μια πιο επιβαρυνμένη εικόνα. Είναι αξιοσημείωτα κάποια στοιχεία που αφορούν τη θαλάσσια βιοποικιλότητα του Βόρειου Ευβοϊκού αφού στα νερά του φιλοξενείται το μεσογειακό κοράλλι (*Cladocora caespitosa*) το οποίο εμφανίζει μια εντυπωσιακή ιδιαιτερότητα και δημιουργεί εκτεταμένους υποβρύχιους υφάλους όπως στις τροπικές θάλασσες.

Τα νερά του Νότιου Ευβοϊκού χαρακτηρίζονται από συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων που υπερβαίνουν ελάχιστα αυτές του ανοικτού Αιγαίου (Πίνακες 4.78 και 4.80). Μεταξύ των δυο περιόδων που έχουν διεξαχθεί οι έρευνες, δεν έχει συμβεί κάποια θεαματική διαφορά στα επίπεδα των θρεπτικών, που να αναιρεί την αρχική εκτίμηση της εργασίας του Ν Φριλίγκου (1985), αντίθετα τα αποτελέσματα των δυο μελετών που παρατίθενται είναι μεταξύ τους συγκρίσιμα. Οι συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες στο λιμάνι της Χαλκίδας και κατά μήκος των βορειοδυτικών ακτών του κόλπου ενώ μειώνονται σταδιακά προς τον κόλπο των Πεταλιών, όπου δεν υπάρχουν σημαντικές εστίες ρύπανσης και θεωρείται μια από τις πιο ολιγοτροφικές παράκτιες περιοχές της Μεσογείου (Friligos & Gotsis – Scretas, 1987).

Οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης που καταγράφηκαν στο Ν. Ευβοϊκό το Μάρτιο του 1996 όπως φαίνεται στον πίνακα 4.80, είναι χαρακτηριστικές ολιγοτροφικών νερών και όσον αφορά την κατακόρυφη κατανομή, δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης – α , μέχρι το βάθος των 20 m, γεγονός που οφείλεται στην ανάμειξη της υδάτινης στήλης στο τέλος της χειμερινής περιόδου. Τέλος οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου παραπέμπουν σε ένα καλά οξυγονωμένο σύστημα, συμβάλλοντας σ' αυτό, τα θαλάσσια και τα παλιρροϊκά ρεύματα που εμφανίζονται στην περιοχή.

Με επεξεργασία των δεδομένων που παρουσιάζονται στην εργασία του Ν. Φριλίγκου, όμοια με εκείνη που ακολουθήθηκε στην περίπτωση του Σαρωνικού κόλπου, υπολογίστηκαν οι τιμές του λόγου $\Sigma N/\Sigma P$ για τις δυο περιοχές του κόλπου. Για το Βόρειο Ευβοϊκό κόλπο η τιμή του λόγου είναι **14,40** ενώ για το Νότιο Ευβοϊκό η τιμή είναι **4,61** που καταδεικνύουν σαν περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής, ιδιαίτερα στην περίπτωση του Ν. Ευβοϊκού το άζωτο.

Επιστρέφοντας στο πάθος για συζήτηση που απέδιδε στους Έλληνες, ο κ. Ρυς είπε:

Για να συζητήσεις, επιβάλλεται να υπάρχει κοινή βάση, μια ελάχιστη συμφωνία. Μετά ο διάλογος προχωρά. Μου λες αυτό, σου απαντώ εκείνο, μου ανταπαντάς το άλλο, εφευρίσκεις επιχειρήματα, ακονίζω κι εγώ τα δικά μου. Τελικά όμως ποιος έχει δίκιο; Πως θα κρίνουμε ποιος έχει την τελευταία λέξη;

Denis Guedj
Το θεώρημα του παπαγάλου
Μετάφραση: Τ. Μιχαηλίδη

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη, της οποίας σκοπός είναι η καταγραφή και ανάλυση των περιβαλλοντικών και υδρογραφικών παραμέτρων που καθορίζουν κλειστές θαλάσσιες περιοχές στις ακτές του Δυτικού Αιγαίου πελάγους.

Από τη μελέτη του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των παραμέτρων που το χαρακτηρίζουν, είναι προφανές ότι οι εξεταζόμενες περιοχές μπορούν να διαιρεθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Αυτές στις οποίες εμφανίζονται έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα, κυρίως λόγω άναρχης αστικής ή βιομηχανικής ανάπτυξης και άλλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων π.χ. Σαρωνικός κόλπος (ιδιαίτερα στον κόλπο της Ελευσίνας και στο βόρειο τμήμα του Εσωτερικού Σαρωνικού), Θερμαϊκός κόλπος (κόλπος Θεσσαλονίκης), Βόρειος Ευβοϊκός κόλπος. Οι περισσότερες από τις περιοχές αυτές, κατέχουν την πρώτη θέση στο ενδιαφέρον των ερευνητών, ώστε να βρίσκονται κάτω από κάποιου είδους έλεγχο.
- Περιοχές που αν και τον τελευταίο καιρό παρουσιάζουν εντοπισμένα προβλήματα, το σύστημα ανθίσταται εμφανίζοντας μικρές ή καθόλου διαταραχές π.χ. Εσωτερικός Σαρωνικός κόλπος, Παγασητικός κόλπος.

- Μη προσβεβλημένες περιοχές, όπως αυτές της ανοικτής θάλασσας, ή παράκτιας ζώνης, απομακρυσμένες από ανθρώπινες δραστηριότητες π.χ. Εξωτερικός Σαρωνικός κόλπος, Νότιος Ευβοϊκός κόλπος. Οι περιοχές αυτές αναφοράς θεωρούνται απόλυτα αναγκαίες, όχι μόνο γιατί αποτελούν μέτρο σύγκρισης αλλά και μια ιστορική επιστημονική μαρτυρία.

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης του οικολογικού καθεστώτος από τη σκοπιά της επιβάρυνσής του σε θρεπτικά και βιομάζα πρωτογενούς παραγωγής, για ένα σύνολο κόλπων του ευρύτερου οικοσυστήματος του Δυτικού Αιγαίου πελάγους, που τυγχάνει να καλύπτουν όλο το φάσμα των υπό μελέτη περιοχών, όπως εκτέθηκε πιο πάνω. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η κλιμακωτή μετάβαση σε κατώτερα τροφικά επίπεδα για τον ίδιο αποδέκτη, με την απομάκρυνση από το σημείο εκβολής, όπως στην περίπτωση του Σαρωνικού, λόγω των ιδιαίτερων υδρογραφικών χαρακτηριστικών του.

Ένα ακόμη στοιχείο, στο οποίο επικεντρώνεται το ερευνητικό ενδιαφέρον στην εξέλιξη της μελέτης είναι η διερεύνηση του ενδεχομένου αλλαγών στο οικοσύστημα του Σαρωνικού, ύστερα από την έναρξη της λειτουργίας του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων της Ψυττάλειας, με βάση πάντοτε την υφιστάμενη επιβάρυνση της περιοχής ως προς τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που προσεγγίστηκαν.

Η επεξεργασία των στοιχείων που παρουσιάστηκε και η οποία έγινε με συσχέτιση χρονοσειρών, αφορά μετρήσεις που συγκεντρώθηκαν από τη διενέργεια του προγράμματος «Καταγραφή βιολογικών παραμέτρων Σαρωνικού κόλπου» για το χρονικό διάστημα 04/1989 έως 03/1990 και για το 05/1998 έως 05/1999 δηλαδή πριν και μετά την εφαρμογή της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αποβλήτων από το Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας. Η μελέτη των δεδομένων δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων για την επίδραση του εμπλουτισμού του θαλάσσιου οικοσυστήματος του Σαρωνικού

σε θρεπτικά, σαν αποτέλεσμα της ρύπανσης από βιομηχανικά απόβλητα και αστικά λύματα και θεωρητικής προσέγγισης του τροφικού καθεστώτος του. Στο πλαίσιο αυτού του σκοπού μελετήθηκαν οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων του διαλελυμένου οξυγόνου και της χλωροφύλλης-α για την εκτίμηση της βιομάζας των πλαγκτονικών πληθυσμών, σε όλες τις υποπεριοχές του κόλπου, ώστε να προκύψει μια ακριβής και συνοπτική εικόνα των παραμέτρων που προσδιορίζουν το οικολογικό μοντέλο της περιοχής.

Παράλληλα η διενεργούμενη ανάλυση της χωρικής μεταβολής των συγκεντρώσεων, για τον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο, σκοπό είχε να καταδείξει την εκτίμηση του ποσοστού διασποράς των χωρικών συγκεντρώσεων των θρεπτικών για τις χρονικές περιόδους που συγκεντρώνουν από τροφική άποψη το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Από τους χάρτες κατανομών καμπυλών ίσης συγκέντρωσης προκύπτουν και οι τάσεις μεταβολής συγκέντρωσης, με σκοπό την αξιολόγηση ενδεχομένων μεταβολών μεταξύ των δυο περιόδων δειγματοληψίας, πριν και μετά δηλαδή από την λειτουργία του Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας.

Ο Σαρωνικός κόλπος είναι βέβαια από τους πιο μελετημένους ελληνικούς κόλπους, αλλά δεν σταματά να προκαλεί μεγάλο ενδιαφέρον λόγω φαινομένων ευτροφισμού που εμφανίστηκαν τις τελευταίες δεκαετίες και επηρεάζουν το φυσικό ολιγοτροφικό χαρακτήρα του. Προκειμένου να γίνουν κατανοητά τα φαινόμενα του ευτροφισμού, απαιτείται μια πλούσια συλλογή πληροφοριών για την επίδραση που επιφέρει ο εμπλουτισμός του νερού σε θρεπτικά, στη δομή και την ανάπτυξη των βιοκοινωνιών. Στο πλαίσιο αυτού του σκοπού, με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης των αιτιών για τις πιθανές αλλαγές στο οικοσύστημα του κόλπου, που συνδέονται άμεσα από τη μια στην αύξηση της επιβάρυνσης λόγω της αλματώδους ανάπτυξης της περιοχής και από την άλλη στην

ελάφρυνση που τυχόν παρέχουν τα μέτρα αποφόρτισης που έχουν ληφθεί. Τα συμπεράσματα εξάγονται μετά την παραβολή των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας των μετρήσεων, με τις τιμές αναφοράς θρεπτικών για το ολιγοτροφικό Αιγαίο πέλαγος, καθώς και με την κλίμακα ευτροφισμού για τις ελληνικές θάλασσες (Πίνακες 2.2 και 2.1 αντίστοιχα).

4.2 ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

4.2.1 ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Η μελέτη όλων των δεδομένων, από τα στοιχεία και των δύο περιόδων, ενισχύει την άποψη ότι ο κόλπος της Ελευσίνας αποτελεί ιδιαίτερο οικοσύστημα, με έντονες διακυμάνσεις συγκεντρώσεων θρεπτικών αλάτων και απουσία εποχικής διαφοροποίησης των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης σύμφωνα με τα πρότυπα του ετήσιο κύκλου, που υποδηλώνουν διαταραχή στο οικοσύστημα, η οποία προφανώς συνδέεται με το φορτίο ρύπων που δέχεται, αλλά εξαρτάται και από τη μορφολογία του κόλπου και την κυκλοφορία των νερών.

Κατά την πρώτη περίοδο μελέτης καταγράφηκαν πολύ υψηλές συγκεντρώσεις χλωροφύλλης-α που επιβεβαίωσαν τον έντονα **ευτροφικό** χαρακτήρα του κόλπου της Ελευσίνας, σε συνδυασμό με **συνθήκες ανοξίας** που παρατηρούνται τους καλοκαιρινούς μήνες. Ωστόσο τα στοιχεία στη δεύτερη περίοδο της μελέτης δηλώνουν σαφή μείωση της πρωτογενούς παραγωγής, που όμως δεν αλλάζει την εικόνα του κόλπου, αφού οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών προσέγγισαν το διπλάσιο της αρχικής επιβάρυνσης και η συγκέντρωση του διαλελυμένου οξυγόνου παραπέμπει σε **ημιανοξικές συνθήκες** τη θερινή περίοδο στα βαθύτερα στρώματα.

Οι τιμές του λόγου ΣΝ/ΣΡ υφίστανται σημαντική διακύμανση χωρίς εποχική

επαναληπτικότητα, στην περίοδο μάλιστα 1998-99 παρουσίασαν ασαφή εικόνα αφού υπέστησαν απότομες αλλαγές στη διάρκεια σύντομων χρονικών περιόδων. Κατά μέσο όρο ο λόγος, λαμβάνει τιμές κάτω του 16 καταδεικνύοντας σαν περιοριστικό παράγοντα, για την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής το άζωτο.

Ο κόλπος της Ελευσίνας είναι μια χαρακτηριστική περίπτωση υποβαθμισμένης παράκτιας-αστικής ζώνης εντάσσεται δε, στις περισσότερο βιομηχανοποιημένες και περιβαλλοντικά βεβαρημένες περιοχές της Ελλάδας. Η ποιότητα του περιβάλλοντος και η βιώσιμη ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών απειλούνται από τη ρύπανση, την προερχόμενη από την αστικοποίηση και τις δραστηριότητες των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και του λιμένα. Πολλές μελέτες και ερευνητικά προγράμματα τα τελευταία χρόνια έχουν εστιάσει το ενδιαφέρον τους στον κόλπο της Ελευσίνας, με απώτερο σκοπό την ανάληψη δράσης για την αποκατάσταση του οικολογικού καθεστώτος της περιοχής, όμως δεν κατάφεραν να επιφέρουν θεαματικά αποτελέσματα, αφού ίσως είχαν αποσπασματικό χαρακτήρα.

4.2.2 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Στον Εσωτερικό Σαρωνικό κόλπο μεγάλο φορτίο ρύπων δέχεται η περιοχή γύρω από τον Κ.Α.Α. του Κερατσινίου για την πρώτη φάση της μελέτης και κοντά στον αγωγό εκβολής του Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας για τη δεύτερη.

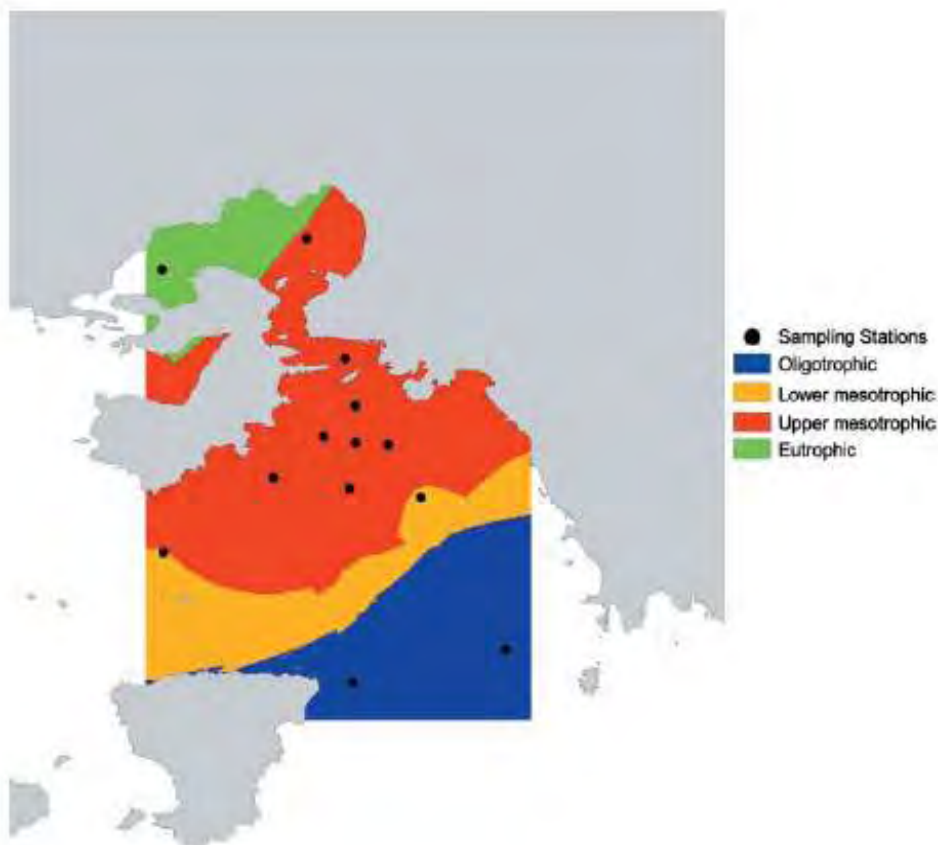
Στην περίοδο 1989-90 στον όρμο του Κερατσινίου καθώς και στην κεφαλή του Εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου καταγράφηκαν τόσο υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων, που σε ορισμένες περιπτώσεις προσέγγισαν τις τιμές του κόλπου της Ελευσίνας, ενώ και οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης – α επιβεβαιώνουν **ευτροφικές** συνθήκες στα στενά όρια του όρμου του Κερατσινίου. Ο χαρακτηρισμός

αυτός επεκτείνεται και στην ευρύτερη περιοχή του Κ.Α.Α., όπου προκαλεί εντύπωση το χαμηλό επίπεδο τιμών διαλελυμένου οξυγόνου στο επιφανειακό στρώμα της υδάτινης στήλης. Νοτιότερα όμως οι συνθήκες εξελίσσονται σε **υψηλές έως χαμηλές μεσοτροφικές** στην είσοδο του Εσωτερικού κόλπου, γεγονός που οφείλεται στην ικανοποιητική διάχυση των ρυπαντών στον Εσωτερικό Σαρωνικό, λόγω κυκλοφορίας των νερών και καλής ανάμειξης της υδάτινης στήλης το χειμώνα.

Η επεξεργασία δεδομένων που συλλέχθηκαν στο πλαίσιο των δυο περιόδων δειγματοληψίας, δηλαδή από το 1989-90 ως το 1998-99, έδειξε μια απροσδόκητη αύξηση των θρεπτικών, κυρίως φωσφορικών και νιτρικών – αμμωνιακών αλάτων στον Εσωτερικό Σαρωνικό που προφανώς οφείλεται στη σταδιακή αύξηση του όγκου των λυμάτων που διοχετεύθηκαν στον κόλπο, λόγω οικιστικής και βιομηχανικής ανάπτυξης, εμφανίζοντας όμως σαφώς χαμηλότερα μέγιστα. Είναι ωστόσο αξιοσημείωτο, το γεγονός ότι σημειώθηκε παράλληλη μείωση των μέσων τιμών των εποχικών επιπέδων χλωροφύλλης – α, που μάλιστα παραπέμπουν σε χαρακτηριστικά **χαμηλής μεσότροφης** περιοχής. Μια πιθανή ερμηνεία, ίσως μπορούσε να δοθεί με την καταγραφή των επιπέδων του ζωοπλαγκτού, και του ελέγχου των ιζημάτων, στην περίπτωση που τμήμα της βιομάζας έχει υποστεί καθίζηση στον πυθμένα. Το στοιχείο αυτό, ενδεχομένως θα αποκάλυπτε και αλλαγές στη σύνθεση των ειδών και στη λειτουργία της πελαγικής τροφικής αλυσίδας, όπως για παράδειγμα την αύξηση μικρών μαστιγοφόρων αντί των μεγαλύτερων διατόμων, γεγονός που οδηγεί σε χαμηλότερη βόσκηση από κωπήποδα και αυξημένη ιζηματοποίηση, πράγμα όμως που ξεπερνά τα όρια της παρούσας ερευνητικής εργασίας και προβλέπεται σαν πρόταση για την περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

Συνολικά ο Εσωτερικός Σαρωνικός χαρακτηρίζεται ως **ανώτερη μεσότροφη** περιοχή. Βέβαια κατά την εαρινή και φθινοπωρινή περίοδο, οι μέσες τιμές των

συγκεντρώσεων που καταγράφηκαν σε περιοχές κοντά στον αγωγό εκβολής είναι **ευτροφικού χαρακτήρα**, ωστόσο η εικόνα γίνεται καλύτερη με την απομάκρυνση από την Ψυττάλεια. Το καθεστώς στη νότια περιοχή του κόλπου εξελίσσεται σε **κατώτερο μεσότροφο** (Εικόνα 4.1)



Source: HCMR, 2005.

Εικόνα 4.1: Χωρική εξέλιξη της τροφικής κατάστασης κόλπων Ελευσίνας και Εσωτερικού Σαρωνικού

Έντονα επίσης γίνεται εμφανής η επίδραση του θερμοκλινούς στη διασπορά των ρύπων στην υδάτινη στήλη, με την αλλαγή θέσης του αγωγού εκβολής. Η χρονική και χωρική παρακολούθηση της θέσης της εκβολής των λυμάτων πριν και μετά τη μεταφορά του αγωγού εκβολής στη νήσο Ψυττάλεια, επιβεβαιώνει ότι η νέα θέση

εκβολής ικανοποιεί τις απαιτήσεις για περιορισμό του φορτίου κάτω από το θερμοκλινές κατά την περίοδο στρωμάτωσης και στο επιφανειακό στρώμα το χρονικό διάστημα που εμφανίζεται πλήρης ανάμειξη της υδάτινης στήλης. Διαπιστώθηκε από τη μελέτη των κατανομών ίσης συγκέντρωσης και των αντίστοιχων τάσεων μεταβολής τους, ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων που μελετήθηκαν, τα λύματα εξαπλώνονταν με κατεύθυνση νοτιοανατολική επί λειτουργίας του Κ.Α.Α. Κερασινίου, ενώ η συνηθέστερη κατεύθυνσή τους επί λειτουργίας του Κ.Ε.Λ.Ψ. είναι προς τα νοτιοδυτικά της Ψυττάλειας, κατά μήκος των ακτών της Σαλαμίνας, υπό την επίδραση της επικρατούσας κυκλοφορίας στον Εσωτερικό Σαρωνικό (κυκλωνική). Σε κάποιες περιπτώσεις εξαπλώνονται προς τα νότια.

Η επεξεργασία των μετρήσεων και για τις δυο περιόδους της έρευνας, καταδεικνύει σαν περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής το άζωτο, αφού η αναλογία ΣΝ/ΣΡ διαμορφώνεται κατά μέσο όρο σε τιμές χαμηλότερες του 16. Η οξυγόνωση του κόλπου θεωρείται ικανοποιητική, οι χαμηλότερες τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου παρατηρήθηκαν επί λειτουργίας του Κ.Α.Α. επιφανειακά, ενώ με τη λειτουργία του Κ.Ε.Λ.Ψ. δεν παρατηρείται μείωση του στα μεγαλύτερα βάθη, λόγω της εκβολής του υποθαλάσσιου αγωγού.

4.2.3 ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Η Δυτική λεκάνη του Σαρωνικού κόλπου έχει χαρακτηριστικά **ολιγότροφης** περιοχής αναφορικά με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης – α, ειδικά κατά τη δεύτερη περίοδο της έρευνας, όπου έχει συμβεί σημαντική μείωση των επιπέδων της. Ωστόσο οι αυξήσεις των θρεπτικών ιδιαίτερα φωσφορικών, πυριτικών και νιτρικών σε σχέση με το βάθος, που παρατηρείται και στις δυο περιόδους, με έμφαση στην

τελευταία, όπως και η δημιουργία **υποξικών συνθηκών** στα βαθύτερα σημεία της λεκάνης, ανατρέπουν την προηγούμενη εντύπωση. Πιο συγκεκριμένα η αιτία του φαινομένου της αύξησης των θρεπτικών με το βάθος, οφείλεται στην περιορισμένη ανανέωση των υδάτινων μαζών, λόγω και της υφιστάμενης μορφολογίας του βυθού, αλλά και των σημαντικών ποσοτήτων προστιθέμενου φορτίου ρύπανσης που προέρχονται είτε από τις παράκτιες πηγές επιβάρυνσης, είτε από τη μεταφορά προς τη Δυτική λεκάνη υδάτινων μαζών των βαθύτερων στρωμάτων του κόλπου της Ελευσίνας, μέσω του δυτικού διαύλου. Η τιμή του λόγου ΣΝ/ΣΡ κυμαίνεται κάτω του 16, ενώ η συνολική εικόνα της περιοχής παραπέμπει σε υποβάθμιση του υφιστάμενου καθεστώτος, αφού ο ολοένα και αυξανόμενος ρυθμός εναπόθεσης των θρεπτικών αλάτων μεταθέτει την τροφική κατάσταση της περιοχής από ολιγοτροφική σε **χαμηλή** και έως **υψηλή μεσοτροφική** κατά περιόδους.

Ο Εξωτερικός Σαρωνικός κόλπος τέλος, με επίπεδα θρεπτικών που δεν ξεπερνούν τις τιμές αναφοράς, τιμή του λόγου ΣΝ/ΣΡ κοντά στο σημείο καμπής 16, εμφανίζει τον **ολιγοτροφικό** χαρακτήρα των νερών του Αιγαίου και αποτελεί πηγή ανανέωσης των νερών του Σαρωνικού.

Η εκτίμηση για την εξέλιξη της τροφικής κατάστασης στο Σαρωνικό κόλπο συνολικά θα μπορούσε να χαρακτηριστεί αισιόδοξη. Από το Δεκέμβριο του 2004 άρχισε να λειτουργεί και το έργο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων στην Ψυτάλλεια, πέρα από τις εγκαταστάσεις δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του Κ.Ε.Λ. Μεταμόρφωσης. Το έργο έχει σχεδιαστεί με χρονικό ορίζοντα το 2020 για μέση ημερήσια παροχή λυμάτων $1.000.000 \text{ m}^3$. Θα επιτυγχάνεται απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου σε ποσοστό τουλάχιστον 93%, ενώ θα πραγματοποιείται πλήρης νιτροποίηση και απονιτροποίηση δηλαδή απομάκρυνση του αζώτου κατά 70-

80% καθώς και μερική απομάκρυνση φωσφόρου. Έτσι, αναμένεται στο μέλλον βελτίωση του οικολογικού καθεστώτος σε όλο τον Εσωτερικό Σαρωνικό.

Παράλληλα προβλέπεται και μια αντίστοιχη βελτίωση στον κόλπο της Ελευσίνας, μετά από μια σειρά μέτρων που ελήφθησαν ή δρομολογείται να ληφθούν, όπως για παράδειγμα ο περιορισμός του όγκου των βιομηχανικών αποβλήτων κατά 70% με ανάλογη μείωση του ρυπαντικού φορτίου (έκλεισαν ιδιαίτερα ρυπογόνες βιομηχανίες και άλλες εγκαθιστούν συστήματα καθαρισμού των αποβλήτων τους), ενώ ελαττώνεται σημαντικά και ο αριθμός των παροπλισμένων πλοίων. Μέτρα όπως τα προαναφερόμενα, σε συνδυασμό με ανάληψη συντονισμένης δράσης προστασίας της παράκτιας ζώνης της περιοχής, προβλέπεται να συντελέσουν στην ανακούφιση του Εσωτερικού Σαρωνικού.

4.2.4 ΚΟΛΠΟΙ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ

4.2.4.1 ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Ο Εσωτερικός Θερμαϊκός κόλπος και ο κόλπος της Θεσσαλονίκης σαν αποδέκτες αστικών λυμάτων, βιομηχανικών και γεωργικών αποβλήτων της ευρύτερης χερσαίας περιοχής που οροθετούν, αποτελούν ένα διαταραγμένο θαλάσσιο περιβάλλον.

Οι εκτιμήσεις των μελετών που αφορούν την περιοχή, καταδεικνύουν αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών, αμμωνίας και νιτρικών, καθώς και μεγάλη αφθονία και μικρή ποικιλότητα φυτοπλαγκτού στην περιοχή κοντά στην εκβολή των λυμάτων. Τη θερινή περίοδο αυξημένες συγκεντρώσεις εμφανίζονται στην περιοχή των εκβολών, ενώ παρατηρείται μια σταδιακή μείωση των τιμών

στον Εσωτερικό Θερμαϊκό από τα Βόρειο-Δυτικά (εκβολές ποταμών) προς τα Ανατολικά, η οποία συνεχίζεται σε μεγαλύτερη κλίμακα έξω των ορίων του Εσωτερικού κόλπου, καθορίζοντας έτσι και τη σειρά συνεισφοράς, των επί μέρους περιοχών στη διαμόρφωση του τροφικού καθεστώτος στο Θερμαϊκό κόλπο.

Έτσι, παρουσιάζεται μια διαβάθμιση τροφικών συνθηκών κατά μήκος ενός άξονα Βορρά – Νότου, από **ευτροφικές**, σε κατώτερες **μεσοτροφικές** έως **ολιγοτροφικές** συνθήκες. Οι χαμηλές ταχύτητες ρευμάτων σε συνδυασμό με τις μικρές τιμές συντελεστή αραίωσης, συμβάλλουν στην αργή διάδοση του φαινομένου στην ευρύτερη περιοχή του κόλπου, με αποτέλεσμα τη δυσκολία ανατροπής της παραπάνω κλιμάκωσης.

Οι ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις χλωροφύλλης – α στον κόλπο της Θεσσαλονίκης, επιβεβαιώνουν ότι η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού προάγεται κυρίως λόγω εμπλουτισμού σε θρεπτικά από τα αστικά λύματα της πόλης της Θεσσαλονίκης (Πάγκου Κ. & Ασημακοπούλου Γ., 1997). Βέβαια την εαρινή περίοδο η επίσης έντονη ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού σχετίζεται με τον εμπλουτισμό του θαλάσσιου νερού σε θρεπτικά, όχι μόνο από τη συμβολή των ενισχυμένων σε φωσφορικά αστικών λυμάτων, αλλά και από τις αποπλύσεις των πλούσιων σε νιτρικά γεωργικών αποβλήτων. Έτσι το φυτοπλαγκτό εκμεταλλεύεται πλήρως τις αυξημένες συγκεντρώσεις αζώτου, που είναι ο κυρίως περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξή του, όπως επιβεβαιώνουν και οι τιμές του λόγου των θρεπτικών.

Πάντως οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών και της χλωροφύλλης – α, σύμφωνα με αναλύσεις χρονοσειρών, υποδηλώνουν μια τάση μείωσης τα τελευταία χρόνια που αφήνει περιθώρια αισιοδοξίας για την ανάκαμψη του τροφικού καθεστώτος στο Θερμαϊκό κόλπο.

4.2.4.2 ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Ο Παγασητικός κόλπος, αν και αποτελεί ένα σημαντικό παράκτιο οικοσύστημα της περιοχής του Δυτικού Αιγαίου, τα τελευταία χρόνια έχει παρουσιάσει προβλήματα υποβάθμισης και ευτροφισμού, σαν δυσμενή συνέπεια του γενικότερου μοντέλου κοινωνικής ανάπτυξης. Το οικολογικό καθεστώς κάθε μιας από τις υποπεριοχές στις οποίες διαμερίζεται ο κόλπος είναι ιδιαίτερο, αφού μια σειρά παραγόντων επιδρούν προς μια τέτοια διαφοροποίηση. Σε γενικές βέβαια γραμμές, το καθεστώς του οικοσυστήματος επηρεάζεται από τις εισροές θρεπτικών στο Βόρειο-Δυτικό μέρος (Βόλος – Αλμυρός), αλλά και από την ανταλλαγή υδάτινων μαζών με το Αιγαίο στο νότιο άκρο. Οι εισροές θρεπτικών σε συνδυασμό με τα μικρά βάθη στο βόρειο μέρος του κόλπου και τις υψηλές θερμοκρασίες, είχαν ως αποτέλεσμα τη ραγδαία αύξηση φυτοπλαγκτού, κάποια καλοκαίρια στο παρελθόν (1982, 1987, 1997). Ακόμη, όσον αφορά τις θρεπτικές ουσίες που απελευθερώνονται από βενθικούς οργανισμούς στο βυθό, αυτές κατά τις μεγάλες περιόδους στρωμάτωσης, παγιδεύονται στα βαθύτερα στρώματα και ανεβαίνουν στην εύφωτη ζώνη μόνο με την ανατροπή του θερμοκλινούς.

Το αποτέλεσμα των προηγούμενων είναι οι αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών, είτε λόγω μίξης, είτε λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, να οδηγούν στις φυτοπλαγκτονικές ανθήσεις που αναφέρθηκε (ο φωσφόρος είναι η περιοριστική θρεπτική ουσία κατά τη διάρκεια των ανθήσεων), με σημαντική τη συμβολή των διατόμων, ενώ από τις τιμές της αναλογίας Redfield υποδεικνύονται εναλλασσόμενες περίοδοι περιορισμού αζώτου και φωσφόρου.

Τελικά ως προς τους επί μέρους τομείς, προκύπτουν οι εξής χαρακτηρισμοί:

Ο Εσωτερικός κόλπος αποτελεί **μεσοτροφικό** σύστημα με ευτροφικές κρίσεις

(Bloom). Ο ανώτερος κεντρικός Εξωτερικός κόλπος είναι **ολιγοτροφικό** σύστημα λόγω μεγάλης περιόδου στρωματοποίησης. Και ο κατώτερος κεντρικός Εξωτερικός, επίσης **ολιγοτροφικό** αφού λόγω της αντικυκλωνικής κυκλοφορίας η οργανική ύλη οδηγείται στα βαθιά στρώματα και εξάγεται στο Αιγαίο. Γενικά ο Παγασητικός κόλπος χαρακτηρίζεται καλά οξυγονωμένος και **μεσο – ολιγοτροφικός**, με υφιστάμενους περιορισμούς ως προς το άζωτο και ως προς το φωσφόρο.

4.2.4.3 ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Οι Βόρειος και Νότιος Ευβοϊκός κόλπος, χαρακτηρίζονται από ένα σύνολο φυσικού πλούτου με τόπους ιδιαίτερης αισθητικής και οικολογικής αξίας, ταυτόχρονα όμως η ευρύτερη περιοχή συγκεντρώνει ένα μεγάλο αριθμό ανθρώπινων δραστηριοτήτων μετατρέποντας αρκετά σημεία της προβληματικά. Η αντιφατική αυτή κατάσταση θα μπορούσε να αποτελεί μια πρόκληση για σχεδιασμό, παρεμβάσεις και ευαισθητοποίηση με στόχο τη συνολική προστασία και αναβάθμιση του Ευβοϊκού κόλπου.

Ο Βόρειος Ευβοϊκός παρουσιάζει αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών, πυριτικών, νιτρικών και φωσφορικών, κυρίως σε βάθη μεγαλύτερα των 100 μέτρων, λόγω της μικρής ικανότητας ανανέωσης των νερών. Η συνολική εικόνα της περιοχής παραπέμπει σε υποβάθμιση του υφιστάμενου οικολογικού καθεστώτος, αφού αποκαλύπτει ένα μεταβαλλόμενο και ασταθές υδροδυναμικά περιβάλλον με αυξημένους ρυθμούς εναπόθεσης θρεπτικών αλάτων, που χαρακτηρίζουν την τροφική κατάσταση της περιοχής **υψηλή μεσοτροφική**, με εμφάνιση κατά περιόδους **ευτροφικών τάσεων**, λόγω χειρσαίων απορροών από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Ο Νότιος Ευβοϊκός, χωρίζεται σε δυο βασικές περιοχές. Το βορειότερο τμήμα του, που παρουσιάζει χαρακτηριστικά ημίκλειστης θάλασσας και υπόκειται σε σημαντικές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και το νοτιότερο (κόλπος Πεταλιών) που είναι ανοικτό στο Αιγαίο και παρουσιάζει χαρακτηριστικά ανοικτής θάλασσας. Τα αποτελέσματα της έρευνας σε βιβλιογραφικές αναφορές κατέδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις των διαφόρων παραμέτρων σε όλη την μελετώμενη περιοχή του Ν. Ευβοϊκού είναι χαρακτηριστικές **ολιγοτροφικών** νερών. Βέβαια οι συγκεντρώσεις για το βόρειο τμήμα του κόλπου καθώς και στα παράλια της νοτιοανατολικής Αττικής είναι μεγαλύτερες απ'αυτές του ολιγοτροφικού Αιγαίου, χαρακτηρίζοντας την περιοχή **χαμηλή μεσοτροφική**.

Τέλος η κυκλοφορία των υδάτων, η επικοινωνία με την ανοικτή θάλασσα και η άμεση εξάρτηση της περιοχής από βιολογικές διεργασίες και ανθρώπινες επεμβάσεις, καθιστούν το σύστημα του Ευβοϊκού κόλπου ευμετάβλητο και συγχρόνως ενδιαφέρον.

4.3 ΠΡΩΤΟΤΥΠΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ- -ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στην παρούσα διατριβή διερευνήθηκε, με πρωτότυπη προσέγγιση, το πολυσύνθετο πρόβλημα της υποβάθμισης παράκτιων κλειστών θαλάσσιων οικοσυστημάτων, το οποίο αποκτά συνεχώς και μεγαλύτερο ενδιαφέρον, λόγω των ολοένα αυξανόμενων ανθρώπινων πιέσεων που οδηγούν συχνά σε μη αναστρέψιμες μεταβολές. Τα στοιχεία καινοτομίας της διατριβής στα πεδία της περιβαλλοντικής παρακολούθησης, καθώς και της περιβαλλοντικής εκτιμητικής περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

➤ Έγινε μια συνοπτική παρουσίαση βάσει των πιο προσφάτων βιβλιογραφικών αναφορών, του οικολογικού καθεστώτος των παράκτιων περιοχών του Δ. Αιγαίου πελάγους, οι οποίες έχουν υποστεί τη μεγαλύτερη υποβάθμιση.

➤ Επιχειρήθηκε ταξινόμηση της τροφικής θέσης του κάθε εξεταζόμενου αποδέκτη με βάση τα επίπεδα της πρωτογενούς παραγωγής ή/και θρεπτικών ουσιών, των λόγων τους, καθώς και άλλων σχετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων. Ο χαρακτηρισμός αυτός είναι σημαντικός, γιατί αποτελεί ένα πρακτικό δείκτη της ποιότητας νερού, ωστόσο η κατάταξη σύμφωνα με τους όρους «ευτροφικό» «μεσοτροφικό» και «ολιγοτροφικό» περιβάλλον, χρησιμοποιείται υποκειμενικά και αναφέρεται σε στενά γεωγραφικά όρια, λόγω έλλειψης διεθνούς αποδεκτής κατηγοριοποίησης για την τροφική θέση των θαλάσσιων υδάτων.

➤ Διερευνήθηκε το ενδεχόμενο αλλαγών στο οικοσύστημα του Σαρωνικού, και ειδικότερα του Εσωτερικού, ύστερα από την έναρξη της λειτουργίας του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων της Ψυττάλειας, με βάση πάντοτε την υφιστάμενη επιβάρυνση της περιοχής ως προς τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που

προσεγγίστηκαν. Το ότι τα στοιχεία των δυο περιόδων δειγματοληψίας ήταν διαθέσιμα, αποτελεί ένα γεγονός που συνηγόρησε στην ανάληψη εκπόνησης της μελέτης.

➤ Διενεργήθηκε ανάλυση της διασποράς των ρυπογόνων ουσιών, μέσω χωρικής ανάλυσης και για τα δύο σημεία εκβολής του αποχετευτικού αγωγού, η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με τα υδροδυναμικά δεδομένα της περιοχής του Εσωτερικού Σαρωνικού. Ειδικότερα σχετικά με την αλλαγή θέσης του αγωγού εκροής, διερευνώνται τα τυχόν οφέλη που προέκυψαν ως προς την επιτυχέστερη διασπορά, με βάση δυο συνθήκες. Πρώτο τη μετακίνηση του αγωγού στο βυθό κάτω από την επίδραση του εποχικού θερμοκλινοῦς (κατακόρυφη χωρική παρεμβολή) και δεύτερο τη μετατόπισή του νοτιότερα (χωρική διασπορά) και τη σχέση της με την εκμετάλλευση των υδροδυναμικών δεδομένων της περιοχής.

➤ Με την ανάλυση χωρικής παρεμβολής, το μοντέλο παρέχει τη δυνατότητα χωρικής παρεμβολής, ώστε από τις σημειακές πηγές των μετρήσεων να προκύψει η χωρική διασπορά για τις παραμέτρους που έχουν επιλεγεί. Η ανάλυση βέβαια γίνεται για περιορισμένο χρόνο και πλήθος μεταβλητών, ωστόσο μπορούν να γίνουν συγκρίσεις με τις αντίστοιχες σημειακές τιμές.

Από την ανάπτυξη του θέματος, αναδεικνύονται αρκετά ενδιαφέροντα ζητήματα για περαιτέρω μελλοντική έρευνα. Σε μελλοντικές προεκτάσεις της συγκεκριμένης διατριβής προτείνονται ερευνητικά πεδία που θα συνέβαλαν στην πιο ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του αντικειμένου.

➤ Όπως εκτέθηκε και πιο πάνω, από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των μετρήσεων περιόδου 1989-90 και 1998-99 (ΕΚΘΕ) διαπιστώθηκε τάση επιβάρυνσης ως προς τις συγκεντρώσεις θρεπτικών στον Εσωτερικό Σαρωνικό και αντίθετα μείωση των επιπέδων χλωροφύλλης - α, αν και εφαρμόστηκε υποβολή των λυμάτων

σε πρωτοβάθμια επεξεργασία με απομάκρυνση του 35% του οργανικού τους φορτίου. Προτείνεται επομένως, η διερεύνηση για τις ίδιες χρονικές περιόδους, της αντιστοιχίας διατόμων – δινομαστιγωτών, δεδομένου του μεταξύ τους ανταγωνισμού με επικράτηση των δευτέρων σε αυξημένα επίπεδα ρύπανσης, της τροφικής σχέσης μεταξύ πρωτογενούς και δευτερογενούς παραγωγής, όπως και του ελέγχου των ρυθμών ιζηματοποίησης και κατανάλωσης οξυγόνου, με επισήμανση των συνεπακόλουθων αλλαγών στη δομή των βενθικών κοινοτήτων, που ενδεχομένως θα ερμήνευε το παράδοξο των αποτελεσμάτων για τις δυο περιόδους της έρευνας..

➤ Αναμφισβήτητο ενδιαφέρον θα περιέκλειε επίσης, η αντιπαραβολή με αντίστοιχα αποτελέσματα ανάλυσης δειγμάτων που θα αφορούν χρονική περίοδο μετά τη λειτουργία και της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του Κ.Ε.Λ.Ψ., όταν πλέον το οργανικό φορτίο σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των διαχειριστών του έργου απομακρύνεται έως και 93%.

➤ Προτείνεται ακόμη, η σύνδεση και η αντιπαραβολή της διασποράς των θρεπτικών που προέκυψε από το πρόγραμμα ανάλυσης χωρικής μεταβολής των συγκεντρώσεων, με τα υδρολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά της θαλάσσιας περιοχής του Εσωτερικού Σαρωνικού, με ενσωμάτωση στο μοντέλο χωρικής παρεμβολής, των κατευθύνσεων των ρευμάτων η/και των επικρατούντων ανέμων που θα αποδείκνυε τη διαφοροποίηση ή τη στατιστική τεκμηρίωση του μοντέλου.

➤ Θεωρητική εφαρμογή τέλος, χωρικής ανάλυσης που βασίζεται σε εφαρμογή γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και σε μελλοντικές περιπτώσεις κλειστών παράκτιων περιοχών, με σκοπό τον εντοπισμό της καταλληλότερης σημειακής – θέσης εκβολής των λυμάτων κατόπιν διενεργούμενης επεξεργασίας, βάσει συγκριτικής αξιολόγησης των αποτελεσμάτων.

*Είναι αξιοπρόσεκτο το γεγονός ότι η θάλασσα,
απ' όπου ξεκίνησε η ζωή στον πλανήτη,
έφτασε στο σημείο να απειλείται από τις δραστηριότητες
μιας μονάχα μορφής της ζωής τούτης.
Η θάλασσα, ωστόσο, ακόμα και αν καταστραφεί ανεπανόρθωτα,
θα εξακολουθήσει να υπάρχει.
Η απειλή βαραίνει τη συγκεκριμένη μορφή ζωής,
δηλαδή τον ίδιο τον άνθρωπο»*

Ραχήλ Κάρσον
Η θάλασσα γύρω μας

4.4 ΑΝΤΙ ΕΠΙΛΟΓΟΥ

ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ

Τα παράκτια οικοσυστήματα, λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών τους, παρουσιάζουν αυξημένη ευαισθησία και απαιτούν ορθολογική διαχείριση. Αποτελούν σημαντικό οικολογικό και οικονομικό κεφάλαιο με μεγάλες δυνατότητες αν αξιοποιηθεί σωστά, το οποίο όμως μπορεί να οδηγηθεί σε γρήγορη υποβάθμιση λόγω αλόγιστων επεμβάσεων. Από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των κοινωνιών ο άνθρωπος ήταν στενά συνδεδεμένος με την θάλασσα. Οι περισσότεροι οικισμοί και η μεγαλύτερη συγκέντρωση ανθρώπων αναπτύχθηκαν στις παράκτιες περιοχές. Καταρχήν η θάλασσα εξασφάλιζε σημαντικό ποσοστό της διατροφής του ανθρώπου, ενώ με την ανάπτυξη του εμπορίου έγινε ο κύριος δρόμος διακίνησης των υλικών και πολιτισμικών του προϊόντων.

Εξάλλου, το κλίμα στις παράκτιες περιοχές είναι πιο ήπιο και φιλικό για την διαβίωσή του. Είναι γνωστό ότι η παραδοσιακή σχέση του ανθρώπου με την θάλασσα ήταν σε μεγάλο βαθμό αρμονική, χωρίς να προκαλεί σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην περιβαλλοντική ισορροπία. Η σχέση όμως αυτή βαθμιαία διαταράχθηκε λόγω των αναγκών που προέκυψαν από την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού, αλλά και καταναλωτικών τάσεων που την συνόδευσαν.

Η ανάπτυξη της βιομηχανικής παραγωγής και η κατακόρυφη αύξηση των τεχνολογικών δυνατοτήτων υπονόμισαν σοβαρά την σχέση του ανθρώπου με την

θάλασσα, κυρίως λόγω της ανεξέλεγκτης απόρριψης κάθε είδους αποβλήτων από τις παράκτιες αστικές και βιομηχανικές περιοχές, καθώς και από τις θαλάσσιες μεταφορές.

Παρόλο που η ανάπτυξη της τεχνολογίας βελτίωσε το βιοτικό επίπεδο του ανθρώπου και την προσαρμοστικότητα του σε διαφορετικά περιβάλλοντα, σήμερα ένα μεγάλο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού εξακολουθεί να ζει στις παράκτιες περιοχές. Οι περισσότερες μεγάλες πόλεις, που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο μέρος των οικονομικών και άλλων δραστηριοτήτων βρίσκονται κοντά στην ακτή. Παράλληλα, η έλλειψη ισόρροπης ανάπτυξης και ορθής διαχείρισης, η εξάντληση των φυσικών πόρων και η συσσώρευση στο περιβάλλον αποβλήτων από την παραγωγή και την κατανάλωση, δημιουργούν σοβαρά προβλήματα υποβάθμισης του παράκτιου χώρου, τα οποία συχνά γίνονται τροχοπέδη για τις ίδιες τις αναπτυξιακές δραστηριότητες και απειλή για την υγεία και ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

Ειδικότερα η ρύπανση και οι ποικίλες πιέσεις στο παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον υποβαθμίζουν τα φυσικά οικοσυστήματα, με πολλαπλές περαιτέρω αρνητικές επιδράσεις στους τροφικούς πόρους, στην υγεία, στην εξαφάνιση βιολογικών ειδών και ακόμα στην αναψυχή και στον τουρισμό.

Το μεγαλύτερο μέρος της Ελληνικής ακτογραμμής διατηρεί ακόμη καλή περιβαλλοντική ποιότητα, δεδομένου ότι κατά το παρελθόν οι οχλήσεις ήταν συνήθως μικρές και βραχυχρόνιες. Ωστόσο οι έντονες αναπτυξιακές τάσεις των τελευταίων δεκαετιών δημιούργησαν αυξημένες πιέσεις στο παράκτιο περιβάλλον και έχουν δρομολογήσει σε πολλές περιπτώσεις μια γρήγορη διαδικασία υποβάθμισης.

Η ρύπανση της θάλασσας δυστυχώς, δεν αντιμετωπίζεται ακόμα σαν σοβαρό πρόβλημα, δεδομένου ότι είναι εντοπισμένη σε συγκεκριμένες μόνο παράκτιες

περιοχές. Η ριζική και αποδοτική αντιμετώπιση του προβλήματος απαιτεί μια αποτελεσματική στρατηγική για το περιβάλλον σε Εθνικό επίπεδο, κι ένα συνετό περιβαλλοντικό σχεδιασμό που θα περιλαμβάνει:

- Συνεχή πληροφόρηση σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση, με προσδιορισμό της υπάρχουσας θαλάσσιας ρύπανσης
- Προσδιορισμό των ωκεανογραφικών δεδομένων για την εύρεση των δυνατοτήτων φόρτισης και αυτοκαθαρισμού των θαλάσσιων αποδεκτών
- Οργάνωση αποδοτικότερης στρατηγικής για επιστημονική δειγματοληψία και ανάλυση των εκροών
- Χωροθέτηση, δηλαδή καθορισμός της καταλληλότερης θέσης για την εκβολή των αποβλήτων, που θα λαμβάνει υπ' όψη τα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά του αποδέκτη
- Ενίσχυση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης σε ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο, ώστε η προστασία του περιβάλλοντος να καταστεί σκοπός και ιδανικό.

Καταλήγοντας, αξίζει να τονιστεί η αναγκαιότητα της χάραξης μιας μακροπρόθεσμης περιβαλλοντικής πολιτικής, που για τον απλό πολίτη μεταφράζεται σε γνώση, πληροφόρηση και άμεση αντίδραση απέναντι στα περιβαλλοντικά προβλήματα πριν αυτά εξελιχθούν και δημιουργήσουν δυσχερείς καταστάσεις. Μια περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένη κοινωνία θέτει στόχους την πρόβλεψη και την έγκαιρη αντιμετώπιση, σύμφωνα και με τη θεμελιώδη περιβαλλοντική αρχή ότι η πρόληψη είναι προτιμότερη από την εκ των υστέρων διόρθωση.

ΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andrews W.A., (1972). A guide to the study of environmental pollution. Prentice Hall of Canada Ltd, Scarborough, Ontario – Canada, 1972.
- Azov Y. (1991). Eastern Mediterranean. Marine desert. *Ma Poll Bull* 23:225-232.
- Balopoulos, E.T., Friligos, N.C. (1993). Water circulation and eutrophication in the Northwestern Aegean Sea: Thermaikos Gulf *Journal of Environmental Science and Health - Part A Environmental Science and Engineering* 28 (6), pp. 1311-1329.
- Dassenakis M.(2000). Environmental Problems of Greece from a Chemical Point of View. *Chemistry International* (January 2000),Vol. 22, No.1.
- Friligos N. (1981). An Index of Marine Pollution in the Saronikos Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 12. No. 3, pp. 96-100.
- Frillingos N. (1981). Enrichment by Inorganic Nutrients and Oxygen Utilization Rates in Elefsis Bay (1973-1976). *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 12, No. 12, pp. 431-436,1981.
- Friligos N. (1982). Enrichment of Inorganic Nutrients in the Inner Saronikos Gulf (1973–1976). *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 13., Issue 5, (May 1982), pp. 154 – 158.
- Friligos N. (1983). Enrichment of Inorganic Nutrients in the Western Saronikos Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, (1983), Vol. 14, No. 2, pp. 52-57.
- Friligos N. (1983). Preliminary observations on nutrient cycling and a stoichiometric model for Elefsis bay, Greece. *Marine Environmental Research* Vol. 8, Issue 4, (April 1983), pp. 197-213.
- Friligos N. (1983). Turnover Time of Waters in a Deep Basin in the Aegean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (1985), Vol.21, pp. 879-894.
- Friligos N. (1984). Impact on phytoplankton populations of sewage discharges in the Saronikos Gulf (West Aegean). *Water Research* (1985),Vol. 19, Issue 9, pp. 1107- 1118.
- Friligos N. (1985). Nutrient Conditions in the Euboikos Gulf (West Aegean). *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 16, No. 11, pp. 435-439.
- Friligos, N. and Barbetseas S.(1990). Water Masses and Eutrophication in a Greek Anoxic Marine Bay, *Toxicological and Environmental Chemistry*, Vol.28, pp:11-23.
- Friligos, N., and O. Gotsis- Skretas (1987). Relationships of phytoplankton with certain environmental factors in the South Euboikos Gulf (Greece). *P.S.Z.N.I. Mar.Ecol.*, (1): 59-73.
- Frillingos N. (1987). Nutrient Conditions in the Patraikos Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 18, No. 10, pp. 558-561, 1987.
- GESAMP No.39 - IMO/FAO/UNESCO/WHO/WMO/IAEA/UN/UNEP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (1990). *The State of The Marine Environment*.

- Gotsis-Skretas.O and N.Friligos (1998). Eutrofication and phytoplankton ecology in the Thermaikos Gulf. Rapp.Comm.int.Mer Medit., 31(2):297.
- Hopkins, T.S. and Coachman L.V.(1975). Circulation patterns in Saronikos Gulf in relation to the winds. Environmental Pollution Control Project, Interim Techn.Rpt.III, pp:227-279.
- Howarth W.R. and R. Marino (2006). Nitrogen as the limiting nutrient for eutrophication in coastal marine ecosystems: Evolving views over three decades. Limnol. Oceanogr., 51(1, part 2), 2006, 364–376.
- Ignatiades L. (2004). Scaling the trophic status of the Aegean Sea, eastern Mediterranean. Journal of Sea Research (2005), 54(I): 51– 57.
- Ignatiades L., Gotsis-Skretas O., and Metaxatos A. (2007). Field and culture studies on the ecophysiology of the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum* (Halim) present in Greek coastal waters. Harmful Algae Vol. 6, Issue 2, (February 2007), pp. 153-165.
- Ignatiades L., M. Karydis and V. Vounatsou (1992). A possible method for oligotrophy ang eutrophation based on nutrient concentration scales. Mar.Pollut.Bull.,24 (5):238-243.
- Jeftic, L. (1992) The role of science in marine environmental protection of regional seas and their coastal areas: The experience of the Mediterranean Action Plan. Mar. Poll. Bull. 25 , pp. 1-4.
- Koussouris T., Friligos N. (1983).Phytoplankton composition in relation to environmental factors in an oligotrophic lake, Greece. Revue Internationale d'Océanographie Medicale vol. 72, pp. 55-72.
- Koussouris Th., Bertahas I. & Diapoulis A. (1992) Background trophic state of Greek lakes. Fresenius Env. Bull., 1, 96-101.
- Krom M.D, Kress N. and Brenner S., (1991). Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. Limnology Oceanography 36 (1991) (3), pp. 424–432.
- Ladakis M., M. Dassenakis, M. Scoullou, C. Belias (2006). The chemical behaviour of trace metals in a small, enclosed and shallow bay on the coast of Attika, Greece. Desalination (2007) 213: 29–37.
- Makra A., M. Thessalou-Legaki, J. Costelloe, A. Nicolaidou and B. F. Keegan (2001). Mapping the Pollution Gradient of the Saronikos Gulf Benthos Prior to the Operation of the Athens Sewage Treatment Plant, Greece Marine Pollution Bulletin, Volume 42, Issue 12, Pages 1417-1419.
- Mpimpas H., Anagnostopoulos P.,and Ganoulis J.(2001). Modelling of water pollution in the Thermaikos Gulf with fuzzy parameters. Ecological Modelling Vol. 142, pp. 91 – 104.
- Murdoch W.W. and C.P. Onuf. (1974). The Mediterranean as a System. I. Large Ecosystems. International Jour. Env. Studies, 5: 275-284.
- Nakopoulou C., R. Psyllidou – Giouranovits and N. Friligos (1992). Nutrient investigation in the Saronikos Gulf, Aegean Sea, (1987-1990). Rapp.Comm. int. Mer Medit., 33:177.
- Nikolaidis N., Karageorgis A., Kapsimalis V., Marconis G., Drakopoulou P., Kontoyiannis H., Krasakopoulou E., Pavlidou A., and Pagou K.(2006). Circulation and nutrient modeling of Thermaikos Gulf, Greece. Journal of Marine Systems Vol. 60 Issues 1-2, (April 2006) pp. 51 – 62.
- Petihakis G.,Triantafyllou G., Pollani A., Koliou A., and Theodorou A.(2004). Field data analysis and application of a complex water column

biogeochemical model in different areas of a semi-enclosed basin: towards the development of an ecosystem management tool. *Marine Environmental Research*, 5 (June 2005), pp. 493 -518.

- Pielou E. C., 1969. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J.Theor.Biol.*, 13, 131-144.
- Satsmadjis J.(1985). Comparison of Indicators of Pollution in the Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 16, No. 10. pp. 395-4110, 1985.
- Satsmadjis J., E. Georgakopoulos - Gregoriades, F.Voutsinou -Taliadouri (1988). Red Mullet Contamination by PCBs and Chlorinated Pesticides in the Pagassitikos Gulf, Greece. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 19, No. 3. pp. 136-138.
- Stergiou K. I., E.D. Christou, D. Georgopoylos, A. Zenetos & C. Souvermezoglou, (1997). «The Hellenic Seas: Physics, Chemistry, Biology and Fisheries». *Oceanogr. Mar. Biol. Ann Rev.*, 35: 415-538.
- Theodorou, A.J. (1992). Physical oceanographic studies for the design of the Athens sea outfall (Saronikos Gulf, Greece). *Water Science and Technology* Volume 25, Issue 9, Pages 31-40.
- UNESCO Reports in Marine Science (1988). Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving Capacity and Monitoring of Long -Term Effects, Reports and Proceedings of a Scientific Workshop, Bologna, Italy, 2-6 March 1987.
- Valiela I. (1984). *Marine ecological processes*. Springer-Verlag. New York.
- Vollenweider R., A. Rinaldi, R. Viviani and E. Todini ASSESSMENT OF THE STATE OF EUTROPHICATION. IN THE MEDITERRANEAN SEA. MAP Technical Reports Series No. 106 UNEP Athens, 1996.
- Theocharis A., Laskaratos A., (1985). Water type formation and spreading in Pagasitikos Gulf, (NW Aegean). *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit*, 29, 3, 37–38.
- Theocharis, A., Georgopoulos, D., Laskaratos, A., Nittis, A.(1993). Water masses and circulation in the central region of the Eastern Mediterranean (E. Ionian, S. Aegean and NW Levantine). *Deep Sea Research II*, 40(6): 1121-1142.
- Tselepidis A. and Eleftheriou, A.(1992). South Aegean (Eastern Mediterranean) continental slope benthos: Macroinfaunal-environmental relationships. *Deep Sea Food Chains and the Global Carbon Cycle*. Rowe, G.T., Pariente, V., eds. Dordrecht Netherlands and Kluwer Academic Publishers, 360:139-156.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξόπουλος Β. (2005). ΔΙΕΘΝΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΔΙΚΑΙΟ, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Θαλασσίων Επιστημών.
- Βασιλικιώτης Γ.Σ. (1981). Χημεία Περιβάλλοντος. UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη.
- Castro Peter, Huber E. Michael (1999). Θαλάσσια Βιολογία, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Γκότση – Σκρέτα Ο. & Γ. Ασημακοπούλου. Κατανομή και βραχυχρόνια διακύμανση της χλωροφύλλης –α στο Ν. Ευβοϊκό κόλπο (1996). Πρακτικά 5^{ου} ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ 1997 (ΤΟΜΟΣ 1).
- Δασενάκης Μ. (2007). Θαλάσσια ρύπανση στον κόλπο της Ελευσίνας. Πρακτικά ημερίδας: «Εξυγίανση Παράκτιας Ζώνης και Βυθού, Αντιμετώπιση Εκτάκτων Συμβάντων στον κόλπο της Ελευσίνας». Ελευσίνα, Ιούνιος 2007.
- Ζαφειρόπουλος Δ. (1977). Η μόλυνση – ρύπανση του Σαρωνικού. Ενημερωτικό Δελτίο ΕΡΥΕΑ, Τεύχος 22, 102 – 111.
- Ζαφειρόπουλος Δ. (1982). Μηχανισμοί ρύπανσης της θάλασσας. Πρακτικά Σεμιναρίου Ε.Ε.Χ. Ρύπανση και Προστασία Περιβάλλοντος. Αθήνα, Μάρτιος 1982.
- Ζαφειρόπουλος Ι. (1973). Στοιχεία Ωκεανογραφίας Φυσική και Βιολογική Ωκεανογραφία. Αθήνα.
- Θεοδώρου Α. (2004). Ωκεανογραφία. Εισαγωγή στο Θαλάσσιο Περιβάλλον. Εκδ. Α. Σταμούλης, Αθήνα.
- Καστανίδης Ε., Elliott Μ., Πάγκου Κ. & Παπαθανασίου Ε. Θερμαϊκός κόλπος : Μελέτη των προβλημάτων και διαχείριση ενός ημίκλειστου θαλάσσιου περιβάλλοντος. 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ. Χερσόνησος Κρήτης, Μάιος, 2003.
- Κουτσόπουλος Κ. (2002). Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και ανάλυση χώρου, εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Λυκάκης Σ. (1996). Οικολογία. Πανεπιστήμιο Πάτρας, 3^η έκδοση.
- Μπαρμπετσέας Σ., & Ε. Παπαγεωργίου. Εποχιακές μεταβολές των φυσικών χαρακτηριστικών του Σαρωνικού κόλπου κατά το 1995. Πρακτικά 5^{ου} ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ 1997 (ΤΟΜΟΣ 1).
- Πάγκου Κ., Σιώκου – Φράγκου Ι., Κατσίκη Α., Παυλίδου Α., Ασημακοπούλου Γ. & Παπαθανασίου Ε. Εκτίμηση της τροφικής κατάστασης του εσωτερικού Θερμαϊκού κόλπου. 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ. Χερσόνησος Κρήτης, Μάιος, 2003.
- Παναγιωτίδης Π. (2007). Παραδείγματα παράκτιων περιοχών με προβλήματα ρύπανσης. Πρακτικά ημερίδας «Εξυγίανση Παράκτιας Ζώνης και Βυθού, Αντιμετώπιση Εκτάκτων Συμβάντων στον κόλπο της Ελευσίνας». Ελευσίνα, Ιούνιος 2007.

- Παυλίδου Α. & Ρ. Ψυλλίδου – Γκιουράνοβιτς. Προκαταρκτική μελέτη θρεπτικών αλάτων και οξυγόνου σε 7 διαδοχικούς κύκλους δειγματοληψιών στο Ν-ΝΑ Σαρωνικό και Ευβοϊκό κόλπο (Μάρτιος 1996). Πρακτικά 5^{ου} ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ 1997 (ΤΟΜΟΣ 1).
- Παυλίδου Α. & Ψυλλίδου – Γκιουράνοβιτς Ρ. Παρακολούθηση των χρονικών και χωρικών διακυμάνσεων των κατανομών του διαλυμένου οξυγόνου και των θρεπτικών αλάτων στο Θερμαϊκό κόλπο (Βόρειο Αιγαίο). 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ. Χερσόνησος Κρήτης, Μάιος, 2003.
- Πετυχάκης Γ., Τριανταφύλλου Γ., Κολιού Α., & Θεοδώρου Α. Μελέτη της δυναμικής του οικοσυστήματος του Παγασητικού κόλπου. 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ. Χερσόνησος Κρήτης, Μάιος, 2003.
- Σαλωμίδα Μ., Χ. Αναγνώστου, Ν. Σύμπουρα και Δ. Σακελλαρίου-Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, ΕΛΚΕΘΕ «Το Θαλάσσιο Οικοσύστημα του Β. Ευβοϊκού Κόλπου: Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες και Προοπτικές Αειφορίας» Ημερίδα: «Βιώσιμη Ανάπτυξη του Β. Ευβοϊκού Κόλπου» Αιδηψός, Νοέμβριος, 2007.
- Σκαναβή Κ. & Ζαμπέλης Α. Η σημασία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην προστασία και ανάπτυξη της παράκτιας ζώνης. 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ. Χερσόνησος Κρήτης, Μάιος, 2003.
- Σκούλλος Μ. (1987). Στοιχεία διαχείρισης και καθαρισμού στερεών και υγρών αποβλήτων. Έκδοση Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Σκούλλος Μ. Θαλάσσια ρύπανση. Συστηματική, Μηχανισμοί, Κυριότεροι ρύποι. Πρακτικά Σεμιναρίου Ε.Ε.Χ. Ρύπανση και Προστασία Περιβάλλοντος. Αθήνα Μάρτιος, 1982.
- Σκούλλος Μ. Χημική Ωκεανογραφία. Μια εισαγωγή στη χημεία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. University of Athens 1987.
- Τσιάντας Ν., Μουσιάδης Χ., Μπαγιάτης Κ., και Χατζηπαντελής Θ. (1999). Ανάλυση δεδομένων με τη βοήθεια στατιστικών πακέτων. Εκδόσεις Ζήτη.
- Τσιρόπουλος Ν. (1990). Γεωργικές Βιομηχανίες στο Νομό Μαγνησίας – Διαχείριση αποβλήτων. ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ Βόλου.
- ΥΠΕΧΩΔΕ Ε.Ε., ΝΑΜ, Α.Ν.Ε.Μ. (2001) ΕΠΠΕΡ ΙΙ Πρόγραμμα: Ανάπτυξη Πολιτικής για την Αειφόρο Διαχείριση του Παγασητικού κόλπου. Βόλος, 2001.
- Φυτιάνος Κ.– Σαμανίδου Β. (1988). «Ρύπανση των Θαλασσών», University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
- Χατζηπίρος Κ. (1990). Παράκτια οικοσυστήματα και παράγοντες υποβάθμισης στον Ελληνικό χώρο. Πρακτικά ημερίδας : Διαχείριση Παράκτιων Ζωνών στην Ελλάδα. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Χατζηπίρος Κ., Παναγιωτίδης Π., Ανδρεαδάκης Α. Αναγνώριση, εκτίμηση και αντιμετώπιση των πηγών ρύπανσης του Παγασητικού κόλπου. 2^ο Συνέδριο περιβαλλοντικής επιστήμης και τεχνολογίας. Λέσβος, 1991.
- Χρηστάκη Ο., Κορμάς Κ., Γιαννακούρου Α., Ασημακοπούλου Γ. & Γκότση – Σκρέτα Ο. Σύγκριση της δομής και λειτουργίας του πλαγκτονικού

μικροβιακού τροφικού πλέγματος του Παγασητικού κόλπου (Αιγαίο πέλαγος) σε διαφορετικά τροφικά στάδια. 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ. Χερσόνησος Κρήτης, Μάιος, 2003.

- Χριστόπουλος Χ., Κρεστενίτης Ι. & Hyder P. Παρακολούθηση φυσικών ωκεανογραφικών παραμέτρων στο Θερμαϊκό κόλπο. 7^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΥΔΡΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ. Πάτρα, 1997.
- Ψοχίου Ε. Ν.(2002).«Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης του Παγασητικού κόλπου – Συμβολή στην αειφορική διαχείριση του». Μ.Δ.Ε. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Ψυλλίδου Ρ. – Γκιουράνοβιτς, Α. Παυλίδου & Ε. Γεωργακοπούλου – Γρηγοριάδου. Πρόσφατες μετρήσεις θρεπτικών και οξυγόνου στο Σαρωνικό και τον κόλπο της Ελευσίνας (1995). Πρακτικά 5^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ 1997 (ΤΟΜΟΣ 1).

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΗΜΩΝ & ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΘΡΙΑΣΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ (2007) web site:http://www.thriasiopedio.gr/environ_problems.htm
- Ανώνυμος (2008). ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Δ.Ε.Υ.Α.Χ. web site:<http://www.deyax.gr/leitourgia-klx-history.html>
- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης - Αποχέτευσης Μείζονος Περιοχής Βόλου (Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.), (2006). web site: <http://www.deyamv.gr/tm1.html>
- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης - Αποχέτευσης Χαλκίδας (Δ.Ε.Υ.Α.Χ), (2007) web site: <http://www.deyax.gr/leitourgia-klx-history.html>
- Δίκτυο Αποχέτευσης, Ε.Υ.Α.Θ., (2007).<http://www.eyath.gr/2apoxeteysi.htm>
- Ε.Υ.Δ.Α.Π. , (2007). Αποχέτευση, Επεξεργασία λυμάτων. web site:http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=142 \
- Κουκουλίθρας Κ., Κουτσαυλής Α. (2007). Αξιοποίηση εκροών και ύλος της Μ.Ε.Λ. Χαλκίδας για δενδροφύτευση. web site:<http://www.deyax.gr/leitourgia-dimosieus-aksio.html>
- Ministry of the Environment, Physical Planning and Public Works (2006). Report of Greece on Coastal Zone Management. Athens, March 2006. web site: <http://www.minenv.gr/4/42/00/094%20GR%20Report%20CZM-full%20version-4-final.pdf>

A B S T R A C T

The thesis treats with the subject of the recording and analysis of the environmental and hydrographic parameters that determine closed marine regions at the coasts of Western Aegean Sea. A completed approach of the subject is attempted by the side of devalorisation from what suffers the marine environment, for a total of gulves of wider ecosystem of Western Aegean Sea, mainly because of its enrichment with inorganic nutrients. This problem acquires big interest because of continuously increasing human pressures that often lead the ecosystems to non-reversible changes.

The ecosystems that are included in the region of study and in that are observed phenomena of devalorisation through the last years, concern:

- Saronikos gulf – Elefsis bay
- Thermaikos gulf – Thessaloniki bay
- Pagasitikos gulf
- N. Euboikos – Maliakos gulf and S. Euboikos gulf

Saronikos gulf was selected for the analysis of given sampling measurements, because even if it is one from the most studied Greek gulves, it does not stop causing big interest, because of phenomena of eutrophication, that presented the last decades and influence its natural oligotrophic character. This analysis concerns elements that were assembled in the following two phases: a) during the period from April 1989 up to March 1990, namely at the operation of C.S.P. (Central Sewer Pipe) of Keratsini, aiming at the collection of elements as for the situation of marine ecosystem of Saronikos gulf, before the transportation of the Sewer Pipe in Psittalia and b) during the period from May 1998 up to May 1999, namely at the operation of first degree of the waste treatment in C.T.S.P. (Centre of Treatment of Sewages of Psittalia)

The gulf distributed in the territorial departments of the Elefsis bay, the Inner Saronikos gulf, the Western basin and the Outer Saronikos, according to the directions of previous work, because these regions present differences among them, either because of morphological and hydrodynamic characteristics, or because of the type and the weight of practised devalorisation.

In the frame of treatment of measurements for both of the two periods of research, a determination of tax in nutritious components is becomed, on the basis of time-series, concerning the prices of report, calculation of proportion of Redfield ($\Sigma N/\Sigma P$), determination of Dissolved Oxygen (D.O.) and of Chlorophyll-a for each sub-area of the gulf separately and comparison of data with the scale of eutrophication.

Moreover, for the Inner Saronikos gulf, it is attempted via analysis of surface of tendency, the evaluation of territorial differentiation of the concentration of the nutrients, based on the prices of the regularly points, that coincide with the places of sampling.

The application becomes for two concrete horizontal distributions, in the surface and more inferior layer respectively and concerns the measurements, which were received the months of August and February, because of the particular hydrodynamic data of the region, regarding to the growth of the thermocline.

The estimate of distributions of equal contents in concentration with the factor of Coefficient of Multiple Determination R^2 , that results from the corresponding statistical analysis, leads to conclusions regarding to the rates of dissemination of pollutants, that are washed up by the specific source and the investigation of the possibility of exploitation of region's hydrodynamic data.

➤ The most important conclusions that resulted from the already-mentioned analysis are summarised below:

The trophic arrangement of Internal Saronikos gulf, under the operation of C.S.P. of Keratsini, is characterized eutrophic in the wider region of estuary, with progressive gradation in high until low mesotrophic to expense of the gulf. With the change in the management of waste, an unexpected increase of nutritious is presented, mainly phosphoric, nitric and ammoniac salts, that, however, is not consistent with the reduction of chlorophyll-a levels, which, while refer in low mesotrophic region, the arrangement of the gulf is characterized as high mesotrophic with eutrophic tendencies in the direct region of Psittalia. The progressive reduction of concentrations by Psittalia to the open sea characterizes the southern region of gulf as inferior mesotrophic.

Except of the satisfactory dissemination, the new place of estuary satisfies the requirements for restriction of charge under the thermocline during the stratification period and in the surface layer during the period that a complete mixture of aquatic column is presented. It was realised by the study of distributions of equal concentration and their corresponding tendencies of change, that in most of cases, the sewages expand to south-western of Psittalia, exploiting the effect of prevailing circulation in the Inner Saronikos (cyclonic) and, in some cases, southern.

The Elefsis bay was, and still remains, a characteristic case of downgraded coastal-urban region. The results of analysis confirm the intensely eutrophic character, in combination with conditions of anoxia, that were observed the summer months in the first phase of research, while in the second emerges a slow process of derotation, that, however, has not changed the picture of the gulf.

The Western basin of Saronikos gulf maintains the characteristics of a oligotrophic region regarding to the stocking of chlorophyll-a, however, the

nutritious increases concerning the depth, that are strengthened between the two periods, as the creation of hypoxic conditions in the deepest points of the basin, transfer the trophic situation of region in low until high mesotrophic, at periods.

Finally, the Outer Saronikos gulf with nutritious levels, that do not exceed the prices of report, presents the hard-nutritive character of Aegean waters and constitutes source of renewal of Saronikos waters.

➤ The estimate of trophic situation of others -under review regions- showed:

The Inner Thermaikos gulf and the Thessaloniki bay, constitute a disturbed marine environment. A gradation of trophic conditions is represented at the length of an axis of North – South, from eutrophics, in more inferior mesotrophics until oligotrophic conditions, in the exit of the gulf.

Regarding to the estimates for the Pagasitikos gulf, the Inner gulf constitutes mesotrophic system with eutrophic crises but the arrangement, gradually, is developed in oligotrophic to the Outer Pagasitikos because the big period of stratification and the hydrodynamic data of region.

The total picture of North Euboikos gulf refers to devalorisation, so that is characterized as high mesotrophic region with appearance of eutrophic tendencies, at periods. While the South Euboikos region is characteristic of oligotrophic waters, with appearance of low mesotrophic tendencies in the northern department of the gulf as well as in south-eastern Attica beach.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Ι.4: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (μg/L) (ΣΑΡ 1) κόλπου Ελευσίνας (LFS)											
	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)					ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ		
	0m	5m	10m	20m	Μ.Ο.	25m	28m	Μ.Ο.			
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '89	0.320		0.240	0.180	0.247		0.540	0.322		
	ΜΑΙΟΣ '89	0.150		0.370	1.150	0.557	1.860		1.189		
	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.740	0.190	0.230	0.800	0.490	0.880		0.723		
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89					0.431			0.745	0.588	
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989										
	ΙΟΥΛΙΟΣ '89	0.630	0.500	0.570	1.750	0.863	6.750	1.020	2.596		
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '89	0.940	0.130	0.130	0.110	0.328	1.740	0.270	0.612		
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.050	0.050	0.070	0.050	0.055	0.050	0.050	0.051		
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89					0.415			1.086	0.751	
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989										
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '89										
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '89	1.440	0.830	0.800	0.600	0.918	0.710		0.743		
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.340	0.270	1.110	1.600	0.830	1.590	1.170	1.298		
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89					0.874			1.020	0.947		
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990											
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '90	0.480	0.190	0.200	0.330	0.300	0.6		0.410			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '90	0.090	0.110	0.100	0.090	0.098	0.120	0.09	0.099			
ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.130	0.070	0.130	0.160	0.123	0.190	0.26	0.183			
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90					0.173			0.231	0.202		

Πίνακας Ι.5: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης αμμωνιακών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (μg/L) (ΣΑΡ 1) κόλπου Ελευσίνας (LFS)											
	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)					ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ		
	0m	5m	10m	20m	Μ.Ο.	25m	28m	Μ.Ο.			
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '89	0.220		0.280	0.220	0.240		0.450	0.303		
	ΜΑΙΟΣ '89	0.840		0.610	1.460	0.970	1.120		1.183		
	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.450	0.220	0.250	0.170	0.273	0.170		0.204		
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89					0.494			0.564	0.529	
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989										
	ΙΟΥΛΙΟΣ '89	0.340	0.280	1.000	0.250	0.468	0.250	1.900	0.717		
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '89	0.470	0.470	0.540	0.390	0.468	1.230	4.600	1.672		
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.400	0.330	0.510	0.510	0.438	2.140	7.570	2.664		
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89					0.458			1.684	1.071	
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989										
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '89								-		
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '89	2.760	2.300	2.800	2.340	2.550	2.440		2.443		
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89	1.230	0.160	0.870	1.940	1.050	1.730	1.370	1.523		
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89					1.800			1.983	1.891		
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990											
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '90	0.340	0.140	0.130	0.670	0.320	0.79		0.593			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '90	0.130	0.160	0.220	0.130	0.160	0.260	0.11	0.165			
ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.120	0.050	0.160	0.080	0.103	0.120	0.23	0.133			
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90					0.194			0.297	0.246		

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Ι.6:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας φωσφορικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO₄³⁻ (µgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.276	0.270	0.273
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.363	1.469	0.916
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.283	0.305	0.294
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.097	0.139	0.118

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ PO₄³⁻ (grat x10⁶)		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.27	0.08
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.36	0.44
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.28	0.09
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.10	0.04

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ PO₄³⁻ (gratx10⁶)	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.35
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.79
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.37
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.14

ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,12X1282X10⁶)	0.15
---	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ PO₄³⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	2.28	2.27
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	5.16	7.63
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	2.40	2.45
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.89	0.98

Πίνακας Ι.7:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας πυριτικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO₄⁴⁻ (µgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	3.349	5.688	4.519
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	4.721	11.982	8.351
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89	3.820	4.386	4.103
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	2.382	2.940	2.661

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ SiO₄⁴⁻ (grat x10⁶)		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ	3.30	1.70
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	4.65	3.57
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	3.76	1.31
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ	2.34	0.88

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ SiO₄⁴⁻ (gratx10⁶)	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ	4.99
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	8.22
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	5.07
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ	3.22

ΑΠΟΚΤ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (1,22X1282X10⁶)	1.56
--	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ SiO₄⁴⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
M.O.ΑΝΟΙΞΗ	3.19	3.70
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	5.25	6.85
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	3.24	3.36
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ	2.06	2.18

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Ι.8:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρωδών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₂⁻ (µgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.095	0.144	0.119
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.180	0.275	0.228
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.260	0.273	0.266
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.053	0.076	0.065

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₂⁻ (grat x10⁶)		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ	0.09	0.04
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0.18	0.08
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	0.26	0.08
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0.05	0.02

ΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₂⁻ (gratx10⁶)	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ	0.14
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0.26
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	0.34
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0.08

ΑΠΟΚΤ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,16X1282X10⁶)	0.21
--	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₂⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.66	0.75
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.26	1.42
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89	1.64	1.66
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.37	0.40

Πίνακας Ι.9:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₃⁻ (µgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.431	0.745	0.588
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.415	1.086	0.751
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.874	1.020	0.947
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.173	0.231	0.202

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₃⁻ (grat x10⁶)		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.42	0.22
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.41	0.32
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.86	0.30
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.17	0.07

ΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₃⁻ (gratx10⁶)	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.65
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.73
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.16
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.24

ΑΠΟΚΤ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,42X1282X10⁶)	0.54
--	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₃⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.20	1.40
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.36	1.79
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	2.16	2.25
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.44	0.48

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

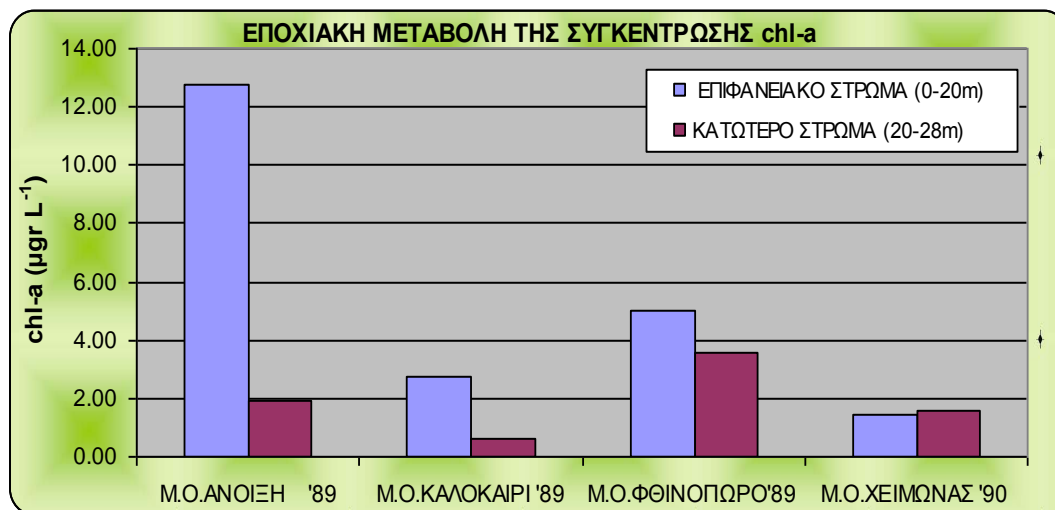
Πίνακας Ι.10:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας αμμωνιακών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	
			M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.494	0.564	0.529
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.458	1.684	1.071
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.800	1.983	1.891
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.194	0.297	0.246
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NH₄⁺ (grat x10⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.49	0.17	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.45	0.50	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.77	0.59	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.19	0.09	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NH₄⁺ (gratx10⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.65		
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.95		
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	2.36		
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.28		
ΑΠΟΚΤ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,36X1282X10⁶)			0.46
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NH₄⁺ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.42	1.47	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	2.06	2.97	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	5.12	5.25	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.61	0.68	

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Ι.11: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$) (ΣΑΡ 1) κόλπου Ελευσίνας (LFS)										
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)				ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		0m	5m	10m	ΜΟ	20m	25m	28m	Μ.Ο.	
ΣΑΡ1	ΑΝΟΙΞΗ 1989									
	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '89	3.940		3.370	3.655	7.280		2.250	4.765	
	ΜΑΙΟΣ '89	5.300		3.300	4.300	0.220	0.290		0.255	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	48.090		12.630	30.360	0.880		0.710	0.795	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89				12.772				1.938	7.355
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989									
	ΙΟΥΛΙΟΣ '89									
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '89	2.600	2.670	2.930	2.733	0.350		0.240	0.295	
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89	2.660	3.130	2.620	2.803	1.030	0.730		0.880	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89				2.768				0.588	1.678
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989									
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '89									
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '89	2.150	2.130	2.430	2.237	2.580	2.490		2.535	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89	11.850	6.060	5.430	7.780	4.640			4.640	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89				5.008				3.588	4.298
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1989									
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '90	1.530	2.080	3.070	2.227	2.220			2.220	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '90	1.190	1.290	1.230	1.237	1.730	1.700		1.715	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.700		1.070	0.885	0.810	0.590		0.700	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90				1.449				1.545	1.497

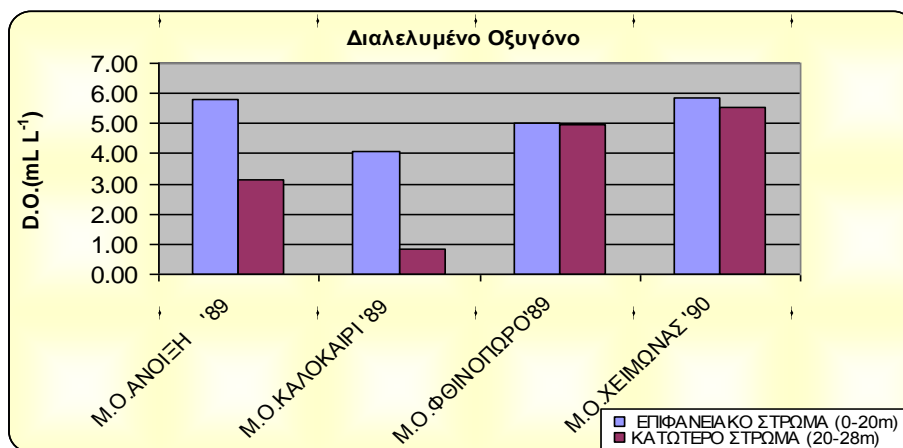


Εικόνα Ι.1: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Ι.12 : Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ D.O. (mL L ⁻¹) (ΣΑΡ 1) κόλπου Ελευσίνας (LFS)											
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)				ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
		0m	5m	10m	ΜΟ	20m	25m	28m	Μ.Ο.		
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '89			6.93	6.93	5.61		5.60	5.61		
	ΜΑΙΟΣ '89	5.54		4.74	5.14	3.16	2.94		3.05		
	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	6.02	5.88	4.23	5.38	0.81	0.62	0.71	0.71		
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89				5.82				3.12	4.47	
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989										
	ΙΟΥΛΙΟΣ '89	4.80	4.69	2.00		0.33	0.47	0.24	0.35		
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '89	4.07	3.98	3.71	3.92	1.47	0.24	0.00	0.57		
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89	4.41	4.32	3.89	4.21	3.27	1.28	0.05	1.53		
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89				4.06				0.82	2.44	
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989										
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '89								-		
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '89	4.78	4.45	4.51	4.58	4.55	4.49		4.52		
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89	5.50	5.50	5.44	5.48	5.41	5.42	5.41	5.41		
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89				5.03				4.97	5.00		
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1989											
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '90	5.78	5.83	5.85	5.82	5.69	5.59		5.64			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '90	5.89	5.88	5.82	5.86	5.72	5.51	5.46	5.56			
ΜΑΡΤΙΟΣ '90	5.87	5.87	5.70	5.81	5.76	5.31	5.30	5.46			
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90				5.83				5.55	5.69		



Εικόνα Ι.2: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Ι.18: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας φωσφορικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO_4^{3-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) $V=15382 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (40-104m) $V=12040 \times 10^6 \text{ m}^3$	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.410	0.107	0.258
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.105	0.080	0.092
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.099	0.078	0.089
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.249	0.182	0.215

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ PO_4^{3-} ($\text{grat} \times 10^6$)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	6.31	1.29
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.61	0.96
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.53	0.94
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	3.83	2.19

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ PO_4^{3-} ($\text{grat} \times 10^6$)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	7.59
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	2.57
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	2.47
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	6.02

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ: ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,12X27422X10⁶)	3.29
--	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ PO_4^{3-} ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	2.31	2.15
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.78	0.88
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.75	0.74
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.83	1.80

Πίνακας Ι.19: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας πυριτικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) $V=15382 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (40-104m) $V=12040 \times 10^6 \text{ m}^3$	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.914	1.329	1.121
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.886	2.051	1.469
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.913	1.746	1.330
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.496	1.498	1.497

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ SiO_4^{4-} ($\text{grat} \times 10^6$)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	14.06	16.00
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	13.64	24.70
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	14.05	21.03
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	23.01	18.04

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ SiO_4^{4-} ($\text{grat} \times 10^6$)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	30.06
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	38.33
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	35.08
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	41.05

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ: ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (1,22X27422X10⁶)	33.45
--	--------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ SiO_4^{4-} ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.90	0.92
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.15	1.26
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.05	1.09
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.23	1.23

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Ι.20: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρωδών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₂⁻ (μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.047	0.185	0.116
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.046	0.174	0.110
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.124	0.131	0.128
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.328	0.357	0.342

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₂⁻ (grat x10⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.72	2.23
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.71	2.10
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.91	1.58
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	5.04	4.30

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₂⁻ (gratx10⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	2.95
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	2.81
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	3.49
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	9.34

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,16X27422X10⁶)	4.39
---	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₂⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.67	0.72
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.64	0.71
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.80	0.80
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	2.13	2.12

Πίνακας Ι.21: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₃⁻ (μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.289	0.763	0.526
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.264	0.624	0.444
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.421	1.138	0.780
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.520	0.534	0.527

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₃⁻ (grat x10⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	4.44	9.19
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	4.05	7.51
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	6.48	13.70
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	8.00	6.43

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₃⁻ (gratx10⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	13.64
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	11.57
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	20.18
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	14.43

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,42X27422X10⁶)	11.52
---	--------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₃⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.18	1.25
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.00	1.06
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.75	1.86
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.25	1.25

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Ι.22: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας αμμωνιακών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH₄⁺(μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.479	0.269	0.374
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.566	0.356	0.461
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.675	0.622	0.649
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.554	0.474	0.514

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NH₄⁺ (grat x10⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	7.37	3.24
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	8.70	4.28
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	10.38	7.49
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	8.53	5.71

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NH₄⁺ (gratx10⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	10.62
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	12.99
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	17.87
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	14.23

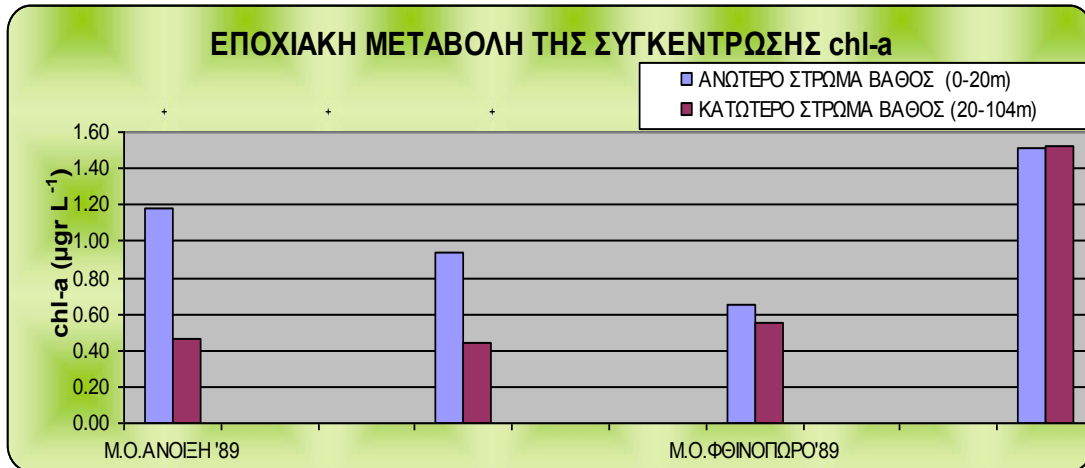
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,36X27422X10⁶)	9.87
---	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NH₄⁺ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.08	1.04
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	1.32	1.28
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	1.81	1.80
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.44	1.43

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Ι.24 :Εποχιακοί μέσοι όροι συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ			
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ chl-a (µgr L ⁻¹) (ΣΑΡ 2,3,4,5,10) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου			
	ΒΑΘΟΣ (0-20m)	ΒΑΘΟΣ (20-104m)	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.184	0.461	0.823
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89	0.940	0.442	0.691
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89	0.653	0.552	0.603
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.512	1.521	1.517

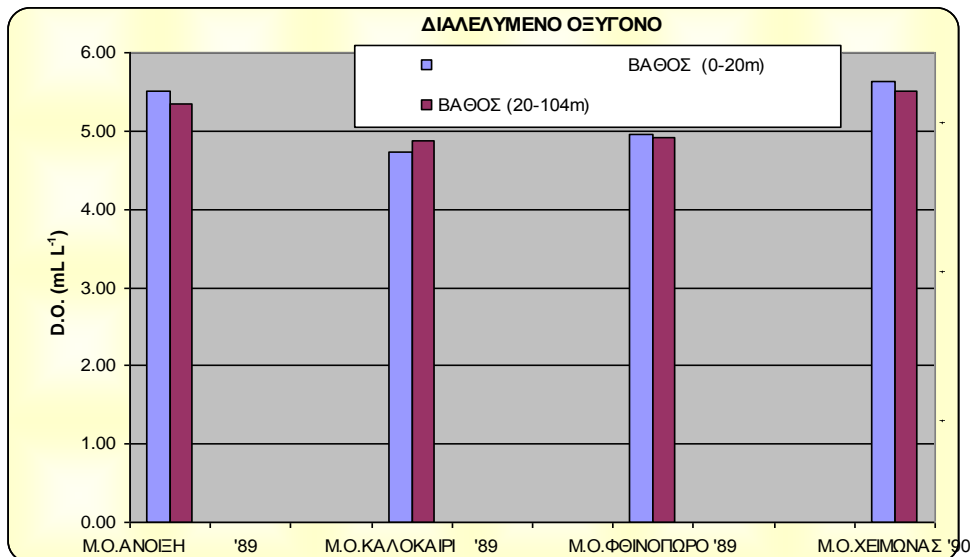


Εικόνα Ι.3: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Ι.26: Εποχιακοί μέσοι όροι συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ				
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ DO (mL L ⁻¹) (ΣΑΡ 2,3,4,5,10) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου				
		ΒΑΘΟΣ (0-20m)	ΒΑΘΟΣ (20-104m)	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89		5.50	5.34	5.42
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89		4.73	4.86	5.42
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89		4.95	4.92	4.93
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90		5.63	5.51	5.57



Εικόνα Ι.4: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Ι.28: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας φωσφορικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.122	0.185	0.154
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.068	0.425	0.247

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ PO ₄ ³⁻ (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	10.41	10.83
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	5.83	24.88

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ PO ₄ ³⁻ (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	21.24
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	30.71

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:
ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,12X143826X10⁶) 17.26

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ PO ₄ ³⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.23	1.28
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.78	2.06

Πίνακας Ι.29: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας πυριτικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO ₄ ⁴⁻ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	1.542	5.290	3.416
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.761	10.948	5.855

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ SiO ₄ ⁴⁻ (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	131.48	309.72
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	64.90	641.01

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ SiO ₄ ⁴⁻ (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	441.21
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	705.92

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:
ΤΙΜ.ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ(1,22X143826X10⁶) 175.47

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ SiO ₄ ⁴⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	2.51	2.80
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	4.02	4.80

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Ι.30: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO_2^- ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.111	0.045	0.078
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.094	0.360	0.227

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO_2^- (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	9.48	2.63
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	7.99	21.08

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO_2^- (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	12.12
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	29.07

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:
ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,16X143826X10⁶) 23.01

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO_2^- ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.53	0.49
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	1.26	1.42

Πίνακας Ι.31: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρικών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO_3^- ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.778	3.943	2.360
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.187	6.705	3.446

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO_3^- (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	66.35	230.83
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	15.95	392.57

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO_3^- (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	297.18
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	408.52

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:
ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,42X143826X10⁶) 60.41

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO_3^- ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	4.92	5.62
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	6.76	8.20

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

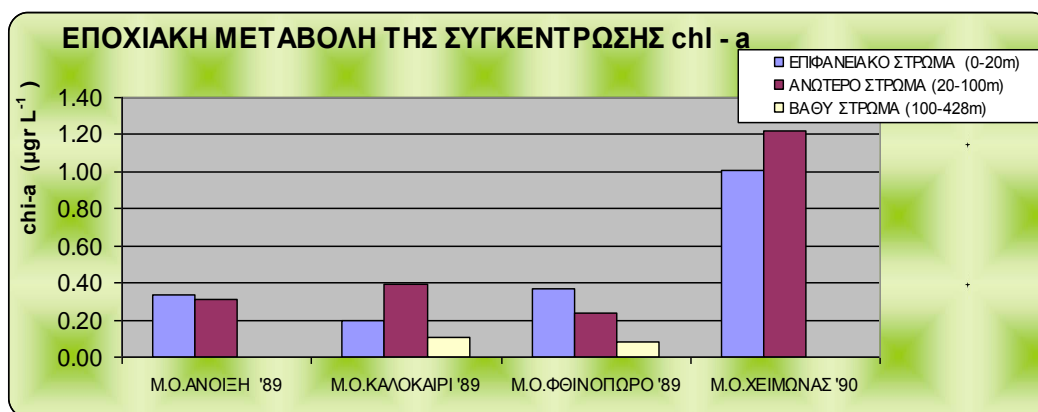
Πίνακας Ι.32: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας αμμωνιακών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH_4^+ ($\mu\text{grat L}^{-1}$)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.364	0.318	0.341
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.175	0.098	0.137
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NH_4^+ (grat $\times 10^6$)			
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	31.00	18.59	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	14.91	5.76	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NH_4^+ (grat $\times 10^6$)			
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	49.59		
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	20.67		
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ: ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ ($0,36 \times 143826 \times 10^6$)		51.78	
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NH_4^+ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89	0.96	0.95	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90	0.40	0.38	

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Ι.33: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) (ΣΑΡ 8,9) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου														
			ΕΠΙΦ/ΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-100m)				ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m)			ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ	
			0m	10m	Μ.Ο.	20m	50m	70m	75m	Μ.Ο.	100m	200m		Μ.Ο.
ΑΝΟΙΞΗ 1989														
ΣΑΡ8	ΙΟΥΝΙΟΣ	'89	0.220	0.300	0.260	0.350	0.350	0.21	0.160	0.268				
ΣΑΡ9	ΙΟΥΝΙΟΣ	'89	0.410	0.410	0.410	0.380	0.550		0.140	0.357				
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '89				0.335					0.312				0.324
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989														
ΣΑΡ8	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	'89	0.200	0.200	0.200	0.200	0.520		0.360	0.360	0.150	0.07	0.110	
ΣΑΡ9	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	'89	0.170	0.220	0.195	0.420	0.530		0.340	0.430				
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89				0.198					0.395			0.110	0.234
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989														
ΣΑΡ8	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	'89	0.340	0.290	0.315	0.340	0.260		0.120	0.240	0.070	0.090	0.080	
ΣΑΡ9	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	'89	0.500	0.340	0.420	0.280	0.280		0.150	0.237				
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '89				0.368					0.238			0.080	0.229
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990														
ΣΑΡ9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	'90	1.240	1.400	1.320									
ΣΑΡ9	ΜΑΡΤΙΟΣ	'90	0.860	1.150	1.005	1.320	1.120		1.230	1.223				
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90				1.005					1.223				1.114

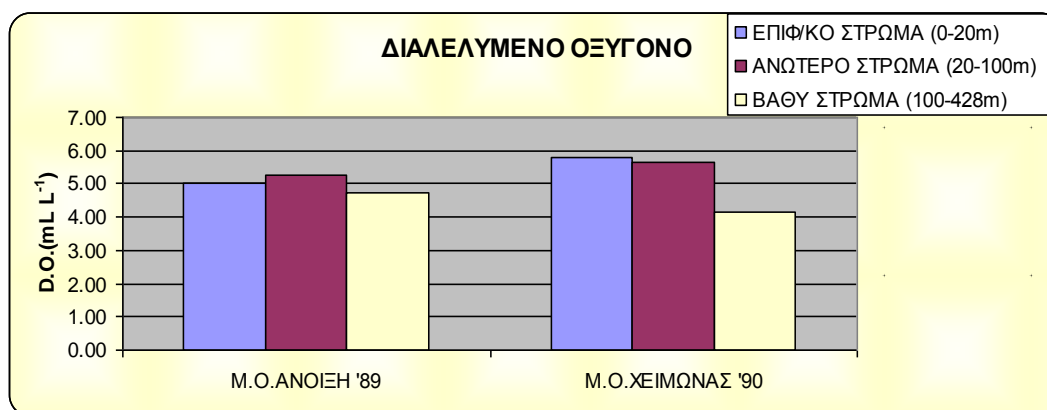


Εικόνα Ι.5: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Ι.34: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ D.O. (mL L ⁻¹) (ΣΑΡ 8,9) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου														
		ΕΠΙΦ/ΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-100m)				ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m)			ΥΔΑΤΙΝΗ ΣΤΗΛΗ		
		0m	10m	M.O.	20m	50m	70m	75m	M.O.	100m	150m		200m	M.O.
ΑΝΟΙΞΗ 1989														
ΣΑΡ8	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	4.31	5.22	4.77	5.32	5.42		5.12	5.29	5.03		4.09	4.56	
ΣΑΡ9	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	5.36	5.26	5.31	5.30	5.45	5.45	4.92	5.28	4.89			4.89	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89			5.04					5.28				4.73	5.02
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990														
ΣΑΡ8	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	5.78	5.80	5.79	5.69	5.68	5.58	5.60	5.64	5.57	3.42	3.46	4.15	
ΣΑΡ9	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	5.79	5.81	5.80	5.74	5.70	5.60	5.51	5.64					
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90			5.80					5.64				4.15	5.19



Εικόνα Ι.6: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

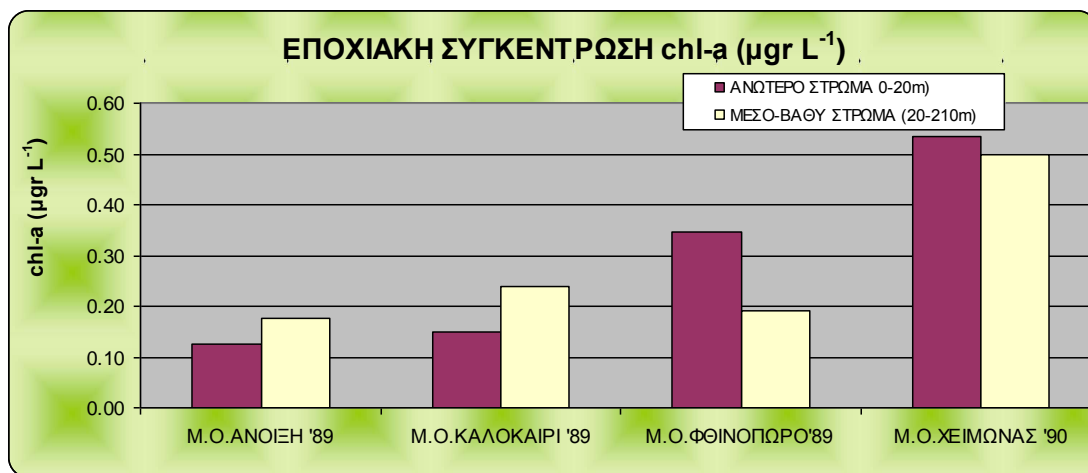
Πίνακας Ι.35: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης φωσφορικών, πυριτικών, νιτροδών, νιτρικών και αμμωνιακών (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ PO_4^{3-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$) (ΣΑΡ 6) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)							ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	25m	50m	75m	M.O.	100m	200m	M.O.	
ΣΑΡ6	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.060	0.060	0.060	0.060		0.060	0.060	0.060	0.06	0.060	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89							0.060			0.060	0.060
	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.050	0.060	0.060	0.050	0.050	0.050	0.053	0.050	0.050	0.050	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90							0.053			0.050	0.052
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$) (ΣΑΡ 6) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)							ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	25m	50m	75m	M.O.	100m	200m	M.O.	
ΣΑΡ6	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	1.040	1.160	1.080	1.080		1.000	1.072	1.160	1.910	1.535	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89							1.072			1.535	1.304
	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	1.140	1.140	1.390	1.310	1.140	1.220	1.223	1.310	1.220	1.265	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90							1.223			1.265	1.244
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO_2^- ($\mu\text{grat L}^{-1}$) (ΣΑΡ 6) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)							ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	25m	50m	75m	M.O.	100m	200m	M.O.	
ΣΑΡ6	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.030	0.030	0.030	0.040		0.060	0.038	0.120	0.040	0.080	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89							0.038			0.080	0.059
	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.190	0.180	0.240	0.220	0.370	0.370	0.262	0.260	0.090	0.175	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90							0.262			0.175	0.218
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO_3^- ($\mu\text{grat L}^{-1}$) (ΣΑΡ 6) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)							ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	25m	50m	75m	M.O.	100m	200m	M.O.	
ΣΑΡ6	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.130	0.130	0.410	0.220		0.180	0.214	0.810	1.950	1.380	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89							0.214			1.380	0.797
	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.160	0.100	1.190	0.220	0.330	0.230	0.372	0.260	0.170	0.215	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90							0.372			0.215	0.293
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NH_4^+ ($\mu\text{grat L}^{-1}$) (ΣΑΡ 6) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)							ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	25m	50m	75m	M.O.	100m	200m	M.O.	
ΣΑΡ6	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.170	0.220	0.310	0.250		0.280	0.246	0.110	0.110	0.110	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89							0.246			0.110	0.178
	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.130	0.210	0.260	0.130	0.210	0.160	0.183	0.120	0.150	0.135	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90							0.183			0.135	0.159

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Ι.36: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a (µgr L ⁻¹) (ΣΑΡ 6) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου											
ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)					ΜΕΣΟ-ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (20-210m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
	0m	10m	M.O.	20m	50m	75m	100m	M.O.			
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ6	ΙΟΥΝΙΟΣ '89	0.150	0.100	0.125	0.080	0.150	0.240	0.240	0.178		
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89			0.125					0.178	0.151	
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1989										
	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.150	0.15	0.150	0.150	0.230	0.31	0.26	0.238		
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '89			0.150					0.238	0.194	
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1989										
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '89	0.420	0.27	0.345	0.280	0.180	0.15	0.15	0.190		
	M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'89			0.345					0.190	0.268	
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990										
	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	0.510	0.560	0.535	0.510	0.480	0.450	0.550	0.498		
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90			0.535					0.498	0.516		

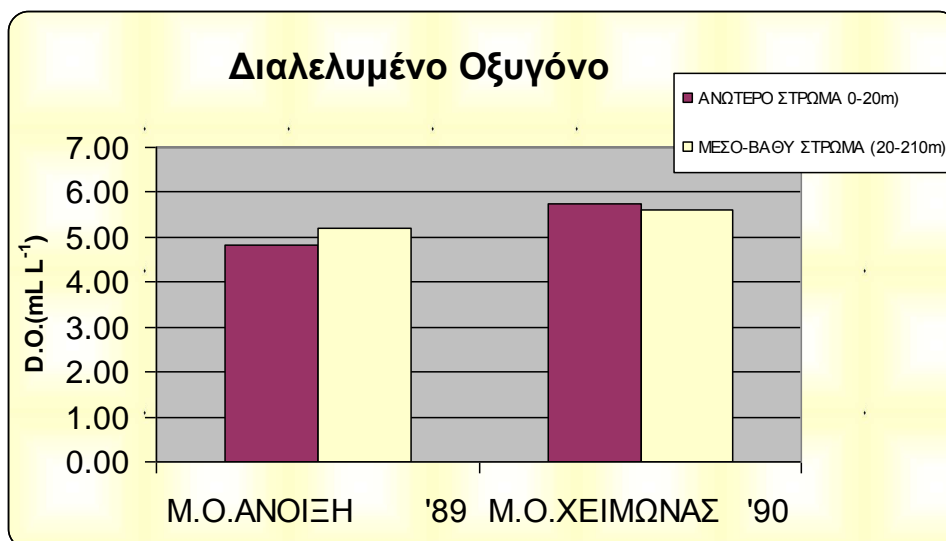


Εικόνα Ι.7: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (04/1989-03/1990)

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Ι37: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ D.O. (mL L ⁻¹) (ΣΑΡ 6) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου											
	ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΜΕΣΟ-ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (20-210m)						ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
	0m	10m	M.O.	20m	50m	75m	100m	200m	M.O.		
ΑΝΟΙΞΗ 1989											
ΣΑΡ6	ΙΟΥΝΙΟΣ '8	4.84	4.84	4.84	5.32	4.88	5.36	5.37	5.04	5.19	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '89			4.84						5.19	5.02
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990											
ΣΑΡ6	ΜΑΡΤΙΟΣ '90	5.84	5.64	5.74	5.61	5.69	5.59	5.58	5.57	5.61	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '90			5.74						5.61	5.67



Εικόνα Ι.8: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (04/1989-03/1990)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας ΙΙ.1: Εποχιακές μεταβολές συγκέντρωσης φωσφορικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μg/L) (S1,S2) κόλπου Ελευσίνας (LFS)									
			ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				28m	Μ.Ο.	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
			2m	10m	20m	Μ.Ο.			
ΑΝΟΙΞΗ 1998									
S1	ΜΑΙΟΣ '98		0.02	0.06	0.08	0.05			
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.03	0.03	1.22	0.43			
S2	ΜΑΙΟΣ '98		0.03	0.02	0.13	0.06	0.25	0.25	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.05	0.08	0.23	0.12	1.04	1.04	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98					0.17	0.65	0.41	
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998									
S1	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.05	0.15	0.27	0.16			
	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.12	0.13	0.23	0.16	1.72	1.72	
S2	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.03	0.03	1.08	0.38	3.34	3.34	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98				0.23		2.53	1.38	
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998									
S1	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.10	0.12	0.18	0.13			
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.16	0.16	0.13	0.15			
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.84	0.83	0.84	0.84			
S2	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.07	0.07	4.95	1.70	7.30	7.30	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.30	0.29	0.33	0.31	0.31	0.31	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.66	0.68	0.66	0.67	0.69	0.69	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98				0.63		2.77	1.70	
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999									
S1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.27	0.27	0.29	0.28			
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.08	0.07	0.06	0.07			
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.09	0.07	0.07	0.08			
S2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.05	0.05	0.21	0.10	0.46	0.46	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.08	0.06	0.06	0.07	0.05	0.05	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.12	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99				0.12		0.20	0.16	
ΑΝΟΙΞΗ 1999									
S1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.07	0.14	0.11	0.11			
	ΜΑΙΟΣ '99		0.06	0.04	0.17	0.09			
S2	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.07	0.09	0.12	0.09	0.08	0.08	
	ΜΑΙΟΣ '99		0.06	0.05	0.12	0.08	0.13	0.13	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99				0.09		0.11	0.10	

Πίνακας ΙΙ.2: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης πυριτικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ SiO ₄ ⁴⁻ (μg/L) (S1,S2) κόλπου Ελευσίνας (LFS)									
			ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
			2m	10m	20m	Μ.Ο.	28m	Μ.Ο.	
ΑΝΟΙΞΗ 1998									
S1	ΜΑΙΟΣ '98		0.60	0.89	5.29	2.26			
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.96	1.71	20.80	7.82			
S2	ΜΑΙΟΣ '98		3.85	2.50	9.33	5.23	9.83	9.83	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		1.48	5.83	13.60	6.97	26.80	26.80	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98				5.57		18.32	11.94	
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998									
S1	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.89	4.67	9.22	4.93			
	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		4.40	6.94	10.80	7.38	16.30	16.30	
S2	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.38	0.67	14.50	5.18	26.60	26.60	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98				5.83		21.45	13.64	
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998									
S1	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		1.18	1.25	2.01	1.48			
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		4.88	4.55	4.57	4.67			
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		8.87	8.82	8.11	8.60			
S2	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.51	0.87	35.90	12.43	48.60	48.60	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		5.30	5.65	5.52	5.49	5.18	5.18	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		2.72	2.20	2.31	2.41	2.28	2.28	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98				5.85		18.69	12.27	
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999									
S1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		6.00	6.01	5.90	5.97			
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		4.44	4.53	3.76	4.24			
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		4.66	3.51	3.36	3.84			
S2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		2.61	2.56	5.47	3.55	8.37	8.37	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		2.70	2.82	3.29	2.94	3.64	3.64	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		6.76	3.00	3.22	4.33	4.48	4.48	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99				4.14		5.50	4.82	
ΑΝΟΙΞΗ 1999									
S1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		1.10	1.24	1.89	1.41			
	ΜΑΙΟΣ '99		2.70	2.67	3.25	2.87			
S2	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		1.11	1.13	0.67	0.97	1.92	1.92	
	ΜΑΙΟΣ '99		2.69	3.10	5.05	3.61	6.48	6.48	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99				2.22		4.20	3.21	

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Π.3: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρωδών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (μg/L) (S1,S2) κόλπου Ελευσίνας (LFS)								
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	20m	Μ.Ο.	28m	Μ.Ο.	
ΑΝΟΙΞΗ 1998								
S1	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.01	0.03	0.02			
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.07	0.03	0.06	0.05			
S2	ΜΑΙΟΣ '98	0.05	0.02	0.15	0.07	0.25	0.25	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.02	0.06	0.31	0.13	0.39	0.39	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98				0.07		0.32	0.19
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998								
S1	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.03	0.14	0.30	0.16			
S2	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.19	0.33	0.55	0.36	1.07	1.07	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01	0.02	0.47	0.17	0.05	0.05	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98				0.23		0.56	0.39
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998								
S1	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.02	0.04	0.22	0.09			
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.07	0.06	0.06	0.06			
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.35	0.34	0.32	0.34			
S2	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.03	0.04	0.62	0.23	0.16	0.16	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.11	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.32	0.29	0.31	0.31	0.32	0.32	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98				0.19		0.20	0.20
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999								
S1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.42	0.41	0.41	0.41			
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.18	0.14	0.13	0.15			
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.18	0.13	0.12	0.14			
S2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.24	0.22	0.39	0.28	0.52	0.52	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.09	0.11	0.13	0.11	0.14	0.14	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.12	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99				0.20		0.26	0.23
ΑΝΟΙΞΗ 1999								
S1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.14	0.23	0.18	0.18			
	ΜΑΙΟΣ '99	0.05	0.06	0.14	0.08			
S2	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.12	0.12	0.08	0.11	0.11	0.11	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.06	0.07	0.17	0.10	0.25	0.25	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99				0.12		0.18	0.15

Πίνακας Π.4: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (μg/L) (S1,S2) κόλπου Ελευσίνας (LFS)								
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	20m	Μ.Ο.	28m	Μ.Ο.	
ΑΝΟΙΞΗ 1998								
S1	ΜΑΙΟΣ '98	0.31	0.32	0.19	0.27			
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.01	0.14	0.07	0.07			
S2	ΜΑΙΟΣ '98	2.67	0.80	0.51	1.33	0.28	0.28	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.45	0.74	0.14	0.44	4.81	4.81	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98				0.53		2.55	1.54
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998								
S1	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.27	0.00	2.06	0.78			
S2	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.20	0.80	3.45	1.82	0.43	0.43	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.14	0.11	0.64	0.30	0.10	0.10	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98				0.96		0.27	0.61
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998								
S1	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.67	0.11	0.17	0.32			
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.76	0.27	0.20	0.41			
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.69	2.47	2.08	2.41			
S2	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.55	0.04	0.02	0.20	0.58	0.58	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.65	0.74	0.33	0.57	0.21	0.21	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	8.64	7.94	8.42	8.33	8.90	8.90	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98				2.04		3.23	2.64
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999								
S1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	3.18	4.17	3.07	3.47			
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.83	1.64	1.18	1.88			
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	3.67	1.83	1.50	2.33			
S2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.56	1.34	2.66	2.19	3.21	3.21	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.34	1.61	0.77	1.24	0.99	0.99	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	2.49	1.27	0.94	1.57	1.06	1.06	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99				2.11		1.75	1.93
ΑΝΟΙΞΗ 1999								
S1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	2.33	1.98	1.99	2.10			
	ΜΑΙΟΣ '99	1.34	0.90	1.19	1.14			
S2	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	2.38	2.30	1.26	1.98	1.34	1.34	
	ΜΑΙΟΣ '99	1.12	1.11	2.15	1.46	2.05	2.05	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99				1.67		1.70	1.68

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Π.5: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (μg/L) (S2) κόλπου Ελευσίνας (LFS)									
			ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
			2m	10m	20m	Μ.Ο.	28m	Μ.Ο.	
ΑΝΟΙΞΗ 1998									
S1	ΜΑΙΟΣ '98		0.52	0.48	0.49	0.50			
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.26	0.89	0.72	0.62			
S2	ΜΑΙΟΣ '98		0.24	0.29	0.44	0.32	0.58	0.58	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.34	0.31	0.82	0.49	0.16	0.16	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98					0.48		0.37	0.43
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998									
S1	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.56	0.61	0.20	0.46			
S2	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.55	0.25	0.84	0.55	0.24	0.24	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.94	0.68	1.61	1.08	3.55	3.55	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98					0.69		1.90	1.29
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998									
S1	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.18	0.16	0.20	0.18			
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.32	0.25	0.24	0.27			
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98								
S2	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.16	0.17	4.25	1.53	8.16	8.16	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.28	0.51	0.30	0.36	0.33	0.33	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98			0.78	0.70	0.74	0.76	0.76	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98					0.62		3.08	1.85
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999									
S1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		2.35	1.14	1.36	1.62			
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.77	0.70	0.75	0.74			
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.95	0.80	0.78	0.84			
S2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.62	0.79	1.26	0.89	2.33	2.33	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.75	0.93	0.78	0.82	0.82	0.82	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.43	0.34	0.74	0.50	1.79	1.79	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99					0.90		1.65	1.27
ΑΝΟΙΞΗ 1999									
S1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.07	0.14	0.04	0.08			
	ΜΑΙΟΣ '99		0.45	0.38	1.12	0.65			
S2	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.04	0.04	0.14	0.07	0.60	0.60	
	ΜΑΙΟΣ '99		0.40	0.77	0.97	0.71	1.50	1.50	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99					0.38		1.05	0.72

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας ΙΙ.6:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας φωσφορικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.17	0.65	0.41
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.23	2.53	1.38
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.63	2.77	1.70
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.12	0.20	0.16
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.09	0.11	0.10
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ PO ₄ ³⁻ (grat x10 ⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.16	0.19	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.23	0.75	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.62	0.82	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.11	0.06	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.09	0.03	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ PO ₄ ³⁻ (gratx10 ⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.35		
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.98		
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	1.45		
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.17		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.12		
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,12X1282X10 ⁶)			0.15
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ PO ₄ ³⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.30	3.38	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	6.39	11.51	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	9.40	14.16	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.13	1.31	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.79	0.82	

Πίνακας ΙΙ.7:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας πυριτικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO ₄ ⁴⁻ (μgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10 ⁶ m ³	V=298x10 ⁶ m ³	M.O.
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	5.57	18.32	11.94
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	5.83	21.45	13.64
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	5.85	18.69	12.27
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	4.14	5.50	4.82
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.22	4.20	3.21
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ SiO ₄ ⁴⁻ (grat x10 ⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	5.48	5.46	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	5.74	6.39	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	5.75	5.57	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	4.08	1.64	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.18	1.25	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ SiO ₄ ⁴⁻ (gratx10 ⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	10.94		
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	12.13		
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	11.32		
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.72		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	3.43		
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (1,22X1282X10 ⁶)			1.56
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ SiO ₄ ⁴⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	6.99	9.79	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	7.75	11.18	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	7.24	10.05	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	3.65	3.95	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.19	2.63	

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας ΙΙ.8:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρωδών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₂⁻ (µgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10⁶ m³	V=298x10⁶ m³	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.07	0.32	M.O. 0.19
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.23	0.56	0.39
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.19	0.20	0.20
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.20	0.26	0.23
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.12	0.18	0.15
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₂⁻ (grat x10⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.07	0.10	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.22	0.17	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.19	0.06	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.20	0.08	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.12	0.05	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₂⁻ (gratx10⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.16		
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.39		
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.25		
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.28		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.17		
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.16X1282X10⁶)			0.21
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₂⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.80	1.22	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.90	2.46	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	1.22	1.24	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.34	1.44	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.83	0.93	

Πίνακας ΙΙ.9:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότηταςπρος την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₃⁻ (µgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10⁶ m³	V=298x10⁶ m³	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.53	2.55	M.O. 1.54
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.96	0.27	0.61
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	2.04	3.23	2.64
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.11	1.75	1.93
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.67	1.70	1.68
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₃⁻ (grat x10⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.52	0.76	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.95	0.08	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	2.01	0.96	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.08	0.52	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.64	0.51	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₃⁻ (gratx10⁶)			
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	1.28		
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.03		
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	2.97		
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.60		
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.15		
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.42X1282X10⁶)			0.54
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₃⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.38	3.66	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.91	1.46	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	5.52	6.28	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	4.83	4.60	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99	3.99	4.01	

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

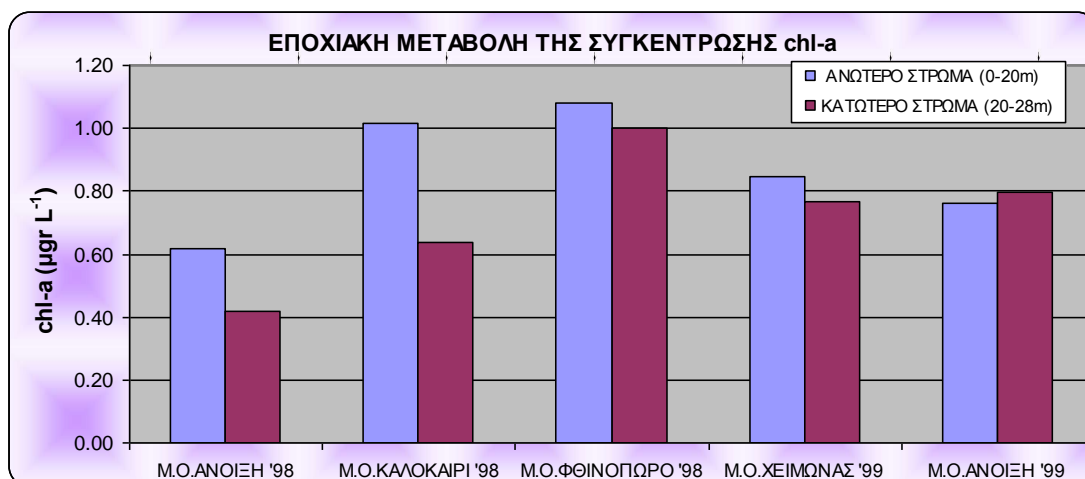
Πίνακας Π.10:Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH₄⁺ (μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-18,3m)	ΒΑΘΟΣ (18,3-33m)	
	V=984x10⁶ m³	V=298x10⁶ m³	Μ.Ο.
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.48	0.37	0.43
M.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.69	1.90	1.29
M.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.62	3.08	1.85
M.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.90	1.65	1.27
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.38	1.05	0.72
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NH₄⁺ (grat x10⁶)			
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.48	0.11	
M.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.68	0.56	
M.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	0.61	0.92	
M.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.89	0.49	
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.37	0.31	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NH₄⁺ (gratx10⁶)			
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.59		
M.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.25		
M.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	1.52		
M.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.38		
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.69		
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.36X1282X10⁶)			0.46
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NH₄⁺ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	1.27	1.19	
M.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.70	3.59	
M.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	3.30	5.14	
M.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.99	3.54	
M.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.49	1.99	

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας ΙΙ.11: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) (S1, S2) κόλπου Ελευσίνας (LFS)									
			ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
			2m	10m	ΜΟ	20m	25m	28m	
ΑΝΟΙΞΗ 1998									
S1	ΜΑΙΟΣ '98		0.07	0.08	0.08	0.09			0.09
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.43	0.93	0.68	0.74			0.74
S2	ΜΑΙΟΣ '98		0.98	0.83	0.91	0.44		0.49	0.47
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.47	1.14	0.81	0.66		0.08	0.37
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98					0.62			0.42	0.52
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998									
S1	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		1.19	1.39	1.29	1.05			1.05
S2	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		1.16	1.25	1.21	0.81	0.11		0.46
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.47	0.63	0.55	0.49	0.30		0.40
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98					1.02			0.64	0.83
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998									
S1	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.09	1.16	0.63	0.79			0.79
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		1.38	1.34	1.36	1.65			1.65
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.67	0.46	0.57	0.52			0.52
S2	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.91	1.74	1.33	0.62		0.37	0.50
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		1.54	2.21	1.88	1.70	1.74		1.72
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.57	0.87	0.72	0.84		0.80	0.82
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98					1.08			1.00	1.04
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999									
S1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		1.73	0.94	1.34	1.04			1.04
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.72	0.57	0.65	0.66			0.66
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.73	0.80	0.77	0.77			0.77
S2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.84	1.11	0.98	1.23		0.72	0.98
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.63	0.90	0.77	0.90		0.73	0.82
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.49	0.67	0.58	0.49	0.18		0.34
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99					0.84			0.77	0.81
ΑΝΟΙΞΗ 1999									
S1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.51	1.51	1.01	1.26			1.26
	ΜΑΙΟΣ '99		0.65	0.89	0.77		0.73		0.73
S2	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.49	0.84	0.67	1.07		0.85	0.96
	ΜΑΙΟΣ '99		0.67	0.54	0.61	0.25		0.21	0.23
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99					0.76			0.80	0.78

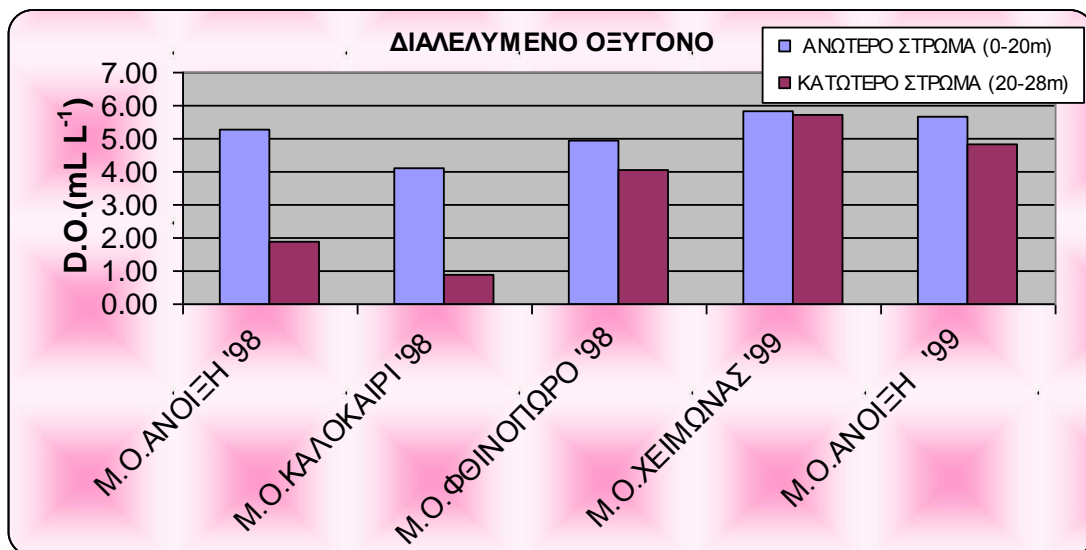


Εικόνα ΙΙ.1: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-05/1999)

ΚΟΛΠΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Πίνακας Π.12 : Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ D.O.(mL L ⁻¹) (S1, S2) κόλπου Ελευσίνας (LFS)									
			ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-28m)			ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
			2m	10m	ΜΟ	20m	25m	28m	
ΑΝΟΙΞΗ 1998									
S1	ΜΑΙΟΣ '98		6.09	5.21	5.65	3.38			3.38
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		5.41	5.25	5.33		0.53		0.53
S2	ΜΑΙΟΣ '98		6.02	5.63	5.83	2.80		2.70	2.75
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		5.45	3.30	4.38	1.19		0.41	0.80
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98					5.30			1.87	3.58
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998									
S1	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		5.50	3.06	4.28	1.59			1.59
S2	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		4.39	2.48	3.44	1.06		0.18	0.62
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		4.83	4.57	4.70	0.88		0.14	0.51
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98					4.14			0.91	2.52
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998									
S1	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		4.84	4.73	4.79	4.47			4.47
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		5.00	4.93	4.97	4.92			4.92
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		4.95	4.94	4.95	4.95			4.95
S2	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		4.97	4.43	4.70	0.47		0.00	0.24
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		5.01	4.87	4.94	4.76	4.75		4.76
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		5.19	5.19	5.19	5.16		5.13	5.15
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98					4.92			4.08	4.50
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999									
S1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		5.75	5.74	5.75	5.66			5.66
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		5.94	5.92	5.93	5.87			5.87
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		5.90	5.93	5.92	5.90			5.90
S2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		5.73	5.74	5.74	5.68		5.38	5.53
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		5.85	5.83	5.84	5.82		5.78	5.80
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		5.87	5.86	5.87	5.77		5.48	5.63
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99					5.84			5.73	5.78
ΑΝΟΙΞΗ 1999									
S1	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		5.87	5.61	5.74	5.23			5.23
	ΜΑΙΟΣ '99		5.82	5.58	5.70	4.67			4.67
S2	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		5.93	5.86	5.90	5.62		5.30	5.46
	ΜΑΙΟΣ '99		5.64	5.15	5.40	4.10		3.88	3.99
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99					5.68			4.84	5.26



Εικόνα Π.2: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.13: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης φωσφορικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μg/L) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου														
ΑΝΟΙΞΗ 1998														
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-40m)						ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (40-104m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
		2m	10m	20m	25m	30m	ΜΟ	50m	65m	75m	85m	Μ.Ο.		
S3	ΜΑΙΟΣ '98	1.09	0.72	0.83	0.83		0.87							
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.09	0.11	0.23		0.32	0.19							
S7	ΜΑΙΟΣ '98	0.20	0.16	0.07		0.39	0.21	0.46	0.13				0.30	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.10	0.12	0.04			0.09	0.88	0.21				0.55	
S11	ΜΑΙΟΣ '98	0.06	0.06	0.04		0.04	0.05	0.09		0.14			0.12	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05	0.05	0.05			0.05	1.84	1.06	0.36			1.09	
S13	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.03	0.03		0.06	0.04	0.09		0.10	0.15		0.11	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05	0.04	0.07			0.05	0.16		0.10	0.32		0.19	
S16	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.02	0.02		0.05	0.03	0.03		0.09	0.10		0.07	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.03	0.03	0.03			0.03	0.05		0.09	0.09		0.08	
B1	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.56					0.56	1.45	1.39				1.42	
B2	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.22					0.22	1.24					1.24	
B3	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05					0.05	0.94				0.35	0.65	
B4	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	2.24				0.47	1.36	
B5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	1.67	0.19				0.93	
B6	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	0.97				0.23	0.60	
P5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.03					0.03	2.39	0.20				1.30	
P7	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	1.17	0.10				0.64	
P12	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05					0.05					0.34	0.34	
P15	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.03					0.03	0.40				0.25	0.33	
P24	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05					0.05	0.22				0.48	0.35	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98						0.13						0.61	0.37
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998														
S3	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.11	0.12	0.22	0.19		0.16							
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.02	0.05	0.05		0.04							
S7	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.05	0.06	0.20			0.10	1.55	0.55				1.05	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.02	0.09		0.52	0.17	0.23	0.16				0.20	
S11	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.06	0.04	0.04			0.05	0.54		0.27			0.41	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01	0.01	0.02			0.01	0.12		0.07			0.10	
S13	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.05	0.04	0.05			0.05	0.10		0.18	0.24		0.17	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02	0.04	0.05			0.04	0.24		0.16	0.19		0.20	
S16	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.05	0.04	0.04			0.04	0.05		0.09	0.12		0.09	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.05	0.05			0.05	0.14		0.09			0.12	
S8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.02	0.02			0.03	0.06		0.15	0.14		0.12	
S12	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01	0.01	0.01			0.01	0.15		0.21	0.32		0.23	
S18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.04	0.02	0.02			0.03	0.05	0.18				0.12	
B1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03				0.11	0.07	1.09					1.09	
B2	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03			0.29		0.16	1.45					1.45	
B4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01					0.01	0.13			0.10		0.12	
B5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02					0.02	0.19	0.12				0.16	
B6	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01			0.03		0.02					0.09	0.09	
P1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01			0.15		0.08		0.08				0.08	
P13	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02			0.01		0.02					0.11	0.11	
P15	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01					0.01	0.23			0.27		0.25	
P18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01					0.01	0.10			0.13		0.12	
P21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01					0.01	0.11			0.28		0.20	
P29	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02			0.61		0.32	0.13					0.13	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.06						0.30	0.18



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.13 (Συνέχεια): Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης φωσφορικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΡΟ ₄ ³⁻ (μg/L ³) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998													
S3	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	3.16	1.31	0.42		0.34	1.31						
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.19	0.18	0.15		0.14	0.17						
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.79	0.78	0.80		0.85	0.81						
S7	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.07	0.05	0.10		0.12	0.09	1.38	0.48			0.93	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.30	0.30	0.26			0.29	0.26	2.43	0.22		0.97	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.09	0.07	0.08			0.08	0.09	0.22		0.54	0.28	
S11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.04			0.04	0.07		0.12	0.14	0.11	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.08	0.08	0.08			0.08	0.34		0.39		0.37	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.08	0.06	0.07			0.07	0.06		0.05		0.06	
S13	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.04			0.04	0.47		0.25	0.34	0.35	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.08	0.07	0.07			0.07	0.27		0.23	0.28	0.26	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.05	0.04	0.03			0.04	0.04		0.28	0.42	0.25	
S16	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.04			0.04	0.04		0.06	0.07	0.06	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.08	0.08	0.08			0.08	0.12		0.12	0.12	0.12	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.05	0.04			0.04	0.07		0.04	0.04	0.05	
B1	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.38	0.33	0.35			0.35	0.72				0.72	
B5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.08					0.08		0.17			0.17	
B6	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.11					0.11		0.31		0.38	0.35	
P5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.10					0.10		0.16			0.16	
P15	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.12					0.12		0.19		0.53	0.36	
P17	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.11					0.11		0.20		0.42	0.31	
P18	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.08					0.08	0.08	0.11		0.38	0.19	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98												0.32	0.25
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999													
S3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.28	1.18	1.03		0.63	1.03						
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.28	0.29	0.30		0.28	0.29						
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.34		0.34		0.34						
S7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.58	0.67	0.40			0.55	0.05			0.06	0.06	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.87	0.43	0.37			0.56	0.25	0.31			0.28	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.86	0.46	0.44			0.59	0.35	0.38			0.37	
S11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.10	0.09	0.08			0.09	0.14		0.19		0.17	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.15	0.14	0.13			0.14	0.14	0.16			0.15	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.16	0.15	0.23			0.18	0.14	0.18			0.16	
S13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.12	0.10	0.09			0.10	0.13		0.14	0.05	0.11	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.04	0.05	0.07			0.05	0.08		0.10	0.27	0.15	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.03	0.06	0.07			0.05	0.09		0.11	0.21	0.14	
S16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.04	0.04	0.05			0.04	0.02		0.02	0.03	0.02	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.04	0.04	0.04			0.04	0.05			0.08	0.07	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.04	0.04	0.05			0.04	0.07		0.09		0.08	
S8	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.13	0.18	0.19			0.17	0.20		0.22	0.26	0.23	
S12	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.19	0.21	0.21			0.20	0.22		0.21	0.21	0.21	
S18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.07	0.08	0.11			0.09	0.12	0.13			0.13	
B1	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.45	0.44	0.46			0.45	0.42				0.42	
B5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.12	0.11	0.10			0.11	0.09	0.09			0.09	
B6	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.17	0.14	0.11			0.14	0.11		0.10	0.08	0.10	
P5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.11	0.09	0.09			0.10	0.09	0.10			0.10	
P15	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.22	0.23	0.21			0.22	0.18		0.14	0.15	0.16	
P18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.45	0.47	0.38			0.43	0.19			0.23	0.21	
P21	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.31	0.29	0.28			0.29	0.29		0.28	0.27	0.28	
P29	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.31	0.26	0.24			0.27	0.25				0.25	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99							0.25					0.17	0.21
ΑΝΟΙΞΗ 1999													
S3	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.55	0.57	0.55		0.53	0.55						
	ΜΑΙΟΣ '99	0.18	0.26	0.37	0.34		0.29						
S7	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.09	0.04	0.03			0.05	0.04	0.16			0.10	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.05	0.07	0.05			0.06	0.11	0.48			0.30	
S11	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.06	0.07	0.09			0.07	0.07	0.09			0.08	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.10	0.11	0.10			0.10	0.14		0.30		0.22	
S13	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.21	0.19	0.11			0.17	0.13		0.18	0.18	0.16	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.09	0.11	0.15			0.12	0.38		0.20		0.29	
S16	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.05	0.05	0.04			0.05	0.05		0.11	0.11	0.09	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.08	0.08	0.08			0.08	0.09		0.08	0.08	0.08	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99							0.15					0.17	0.16

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.14: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης πυριτικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΑΝΟΙΞΗ 1998													
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-40m)						ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (40-104m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	20m	25m	30m	ΜΟ	50m	65m	75m	85m	Μ.Ο.	
S3	ΜΑΙΟΣ '98	0.48	0.48	1.39	1.98		1.08						
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	5.52	3.05	2.42		1.02	3.00						
S7	ΜΑΙΟΣ '98	0.21	0.34	0.74		1.65	0.74	0.46	0.13				0.30
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.68	0.14	0.99			0.60	1.98	1.69				1.84
S11	ΜΑΙΟΣ '98	0.85	0.44	0.58		0.61	0.62	1.34		2.64			1.99
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	2.04	1.99	2.03			2.02	3.37	1.69	6.63			3.90
S13	ΜΑΙΟΣ '98	3.42	0.67	0.50		0.69	1.32	0.90		2.16	2.35		1.80
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.55	1.42	0.98			1.32	0.82		1.40	4.82		2.35
S16	ΜΑΙΟΣ '98	1.13	1.26	1.40		1.40	1.30	1.35		1.67	1.63		1.55
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.42	1.95	1.94			1.77	4.39		2.44	2.50		3.11
B1	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.02					0.02	3.69	3.55				3.62
B2	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.93					0.93	3.52					3.52
B3	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.75					0.75	1.62				4.27	2.95
B4	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.19					1.19	4.37				5.47	4.92
B5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.49					1.49	4.14	3.34				3.74
B6	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.70					1.70	2.37				0.23	1.30
P5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.69					1.69	5.18	1.64				3.41
P7	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.01					1.01	2.12	0.89				1.51
P12	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.07					1.07					4.79	4.79
P15	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.96					0.96	0.94				2.77	1.86
P24	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.64					0.64	0.76				7.48	4.12
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98							1.20					2.77	1.98
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998													
S3	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.34	0.41	1.35	1.26		0.84						
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.21	0.62	0.68	0.44		0.49						
S7	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.71	0.59	0.46			0.59	3.62	2.55				3.09
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.55	0.74	0.41		1.48	0.80	0.78	1.89				1.34
S11	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.69	1.46	0.96			1.04	1.18		2.29			1.74
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.83	2.24	2.30			2.46	2.18		3.37			2.78
S13	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.42	1.59	0.77			1.26	1.64		3.40	4.15		3.06
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.40	1.22	0.99			1.20	2.04		3.27	5.28		3.53
S16	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.90	2.15	1.90			1.98	3.09		2.90	2.66		2.88
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.97	2.00	2.31			2.43	2.69		2.96			2.83
S8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	3.54	0.93	0.89			1.79	1.01		4.09	3.87		2.99
S12	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.89	2.56	2.19			2.55	2.64		4.58	10.80		6.01
S18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.49	1.36	1.43			1.43	1.36	3.02				2.19
B1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.58				1.72	1.15	3.32					3.32
B2	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.06			2.58		1.82	3.91					3.91
B4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.20					2.20	2.79				5.02	3.91
B5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.33					2.33	3.00	2.99				3.00
B6	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.16			4.41		3.29				4.20		4.20
P1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.92			2.13		2.03		3.32				3.32
P13	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.50			1.70		1.60				4.26		4.26
P15	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.29					2.29	2.54			8.34		5.44
P18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.14					2.14	2.45			5.15		3.80
P21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.78					1.78	2.74			8.02		5.38
P29	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.59			3.30		2.45	2.86					2.86
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98							1.75				3.45		2.60



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας II.14 (Συνέχεια): Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης πυριτικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ SiO ₄ ⁺ (µg/L) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998													
S3	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	1.03	0.96	1.03	1.72	1.19							
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.29	2.41	2.37	2.37	2.36							
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	3.02	3.07	3.79	6.61	4.12							
S7	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.75	0.59	0.85	0.81	0.75	3.73	2.54			3.14		
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.49	1.14	1.07		1.23	1.43	4.08	2.76			2.76	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.11	1.96	1.89		1.99	1.79	5.00		11.20		6.00	
S11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	2.39	2.67	2.41		2.49	2.80		4.83	4.95		4.19	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	6.73	2.57	1.20		3.50	2.00		1.60			1.80	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.90	1.86	1.87		1.88	1.84		2.84			2.34	
S13	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	2.56	2.87	2.52		2.65	3.65		6.37	8.39		6.14	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.54	1.24	1.12		1.63	1.61		5.02	6.28		4.30	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.74	1.85	1.83		1.81	1.72		6.43	11.10		6.42	
S16	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	2.35	2.31	2.27		2.31	2.84		3.22	3.86		3.31	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.01	1.30	1.00		1.10	4.75		2.46	2.98		3.40	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.89	2.09	1.88		1.95	1.98		2.89	2.79		2.55	
B1	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.66	2.45	2.29		2.47	2.75					2.75	
B5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.55				1.55		4.11				4.11	
B6	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.90				1.90		3.61		8.60		6.11	
P5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.83				1.83		4.85				4.85	
P15	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.97				1.97		4.90		13.14		9.02	
P17	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.44				2.44				4.67		4.67	
P18	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	5.47				5.47	1.95	2.19		9.26		4.47	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98					2.21						4.33	3.27
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999													
S3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	3.45	3.33	8.27	3.76	4.70							
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.58	1.42	1.42	1.42	1.46							
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		3.23		3.09	3.16							
S7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.79	2.84	2.80		2.81	2.47			2.48		2.48	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.65	1.95	1.76		2.12	1.55	1.92				1.74	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	5.13	4.13	3.66		4.31	2.48	5.05				3.77	
S11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.39	2.66	2.69		2.58	3.79		5.12			4.46	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.32	1.22	1.32		1.29	1.94	1.20				1.57	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	6.38	2.98	2.80		4.05	2.01	3.58				2.80	
S13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.90	2.49	2.73		2.71	2.55		2.98	5.18		3.57	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.25	1.06	1.47		1.26	1.29		3.01	5.64		3.31	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	3.55	6.86	2.30		4.24	3.71		4.19	6.07		4.66	
S16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.50	2.60	2.38		2.49	2.56		2.30	2.35		2.40	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.68	1.48	1.55		1.57	1.69			2.58		2.14	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	2.07	2.01	1.97		2.02	1.60		2.44			2.02	
S8	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.27	1.20	1.22		1.23	1.45		2.23	2.69		2.12	
S12	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.25	1.26	1.27		1.26	1.34		1.36	1.39		1.36	
S18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.21	1.25	1.25		1.24	1.46	1.41				1.44	
B1	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.11	1.80	1.68		1.86	1.58					1.58	
B5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.09	1.14	1.10		1.11	1.09	4.66				2.88	
B6	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.48	1.53	1.38		1.46	1.43		1.30	1.54		1.42	
P5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	3.33	1.23	1.20		1.92	1.29	1.12				1.21	
P15	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.69	1.46	1.71		1.62	1.53		1.32	5.60		2.82	
P18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.80	1.79	1.76		1.78	1.74			1.66		1.70	
P21	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.72	1.86	1.43		1.67	1.53		1.68	2.85		2.02	
P29	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.71	1.59	1.52		1.61	2.19					2.19	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '98					2.21						2.42	2.32
ΑΝΟΙΞΗ 1999													
S3	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.80	1.90	2.11		2.10	1.98						
	ΜΑΙΟΣ '99	1.64	1.55	1.80	1.75		1.69						
S7	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	2.41	2.26	2.29			2.32	1.95	2.58			2.27	
	ΜΑΙΟΣ '99	1.47	1.47	1.57			1.50	1.70	2.51			2.11	
S11	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.22	1.13	1.01			1.12	2.28	2.32			2.30	
	ΜΑΙΟΣ '99	1.32	1.92	1.97			1.74	1.94		3.08		2.51	
S13	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.32	1.14	1.79			1.42	1.76		2.56	2.44	2.25	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.98	0.73	0.96			0.89	2.31		3.21		2.76	
S16	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	5.21	1.88	1.91			3.00	2.07		2.34	2.42	2.28	
	ΜΑΙΟΣ '99	2.23	2.21	2.18			2.21	2.17		2.23	2.33	2.24	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99						1.79					2.34	2.06

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.15: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτωδών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (μg/L) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΑΝΟΙΞΗ 1998													
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-40m)						ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (40-104m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	20m	25m	30m	ΜΟ	50m	65m	75m	85m	Μ.Ο.	
S3	ΜΑΙΟΣ '98	0.06	0.06	0.16	0.15		0.11						
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.07	0.07	0.07		0.07	0.07						
S7	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.02	0.01		0.17	0.06	0.39	0.63			0.51	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.03			0.04	0.36	0.37			0.37	
S11	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.01	0.01		0.02	0.02	0.19		0.24		0.22	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05	0.05	0.04			0.05	0.22	0.24	0.27		0.24	
S13	ΜΑΙΟΣ '98	0.06	0.06	0.03		0.04	0.05	0.15		0.32	0.13	0.20	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05	0.05	0.04			0.05	0.05		0.09	0.17	0.10	
S16	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.02	0.01		0.01	0.02	0.06		0.04	0.14	0.08	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05	0.04	0.03			0.04	0.09		0.08	0.07	0.08	
B1	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	0.42	0.40			0.41	
B2	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	0.37				0.37	
B3	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	0.28			0.38	0.33	
B4	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	0.30			0.29	0.30	
B5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	0.37	0.31			0.34	
B6	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.03					0.03	0.24			0.08	0.16	
P5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05					0.05	0.27	0.34			0.31	
P7	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.02					0.02	0.25	0.13			0.19	
P12	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04				0.25	0.25	
P15	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.05					0.05	0.28			0.13	0.21	
P24	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04					0.04	0.41			0.08	0.25	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98							0.04					0.26	0.15
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998													
S3	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.03	0.03		0.04						
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.08	0.06	0.05	0.06		0.06						
S7	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.06	0.04	0.01			0.04	0.33	0.34			0.34	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.06	0.02	0.01		0.04	0.03	0.35	0.19			0.27	
S11	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.03	0.02	0.02			0.02	0.19		0.48		0.34	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.01	0.01			0.02	0.14		0.11		0.13	
S13	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.04	0.01	0.02			0.02	0.07		0.08	0.05	0.07	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.04	0.04	0.04			0.04	0.46		0.13	0.09	0.23	
S16	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.00	0.03	0.01			0.01	0.00		0.18	0.17	0.12	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.01	0.03			0.02	0.35		0.25		0.30	
S8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.16	0.01	0.00			0.06	0.05		0.12	0.12	0.10	
S12	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02	0.01	0.00			0.01	0.72		0.06	0.05	0.28	
S18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02	0.00	0.00			0.01	0.03	0.28			0.16	
B1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.04				0.03	0.04	0.30				0.30	
B2	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.08			0.06		0.07	0.44				0.44	
B4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.04					0.04	0.46			0.16	0.31	
B5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03					0.03	0.66	0.36			0.51	
B6	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01			0.00		0.01				0.17	0.17	
P1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02			0.03		0.03		0.60			0.60	
P13	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01			0.00		0.01				0.16	0.16	
P15	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02					0.02	0.45			0.08	0.27	
P18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02					0.02	0.22			0.13	0.18	
P21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01					0.01	0.58			0.05	0.32	
P29	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.06			0.05		0.06	0.04				0.04	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98							0.03					0.25	0.14



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.15(Συνέχεια): Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρωδών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₂ (µg/L) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου											
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998											
S3	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.14	0.09	0.06		0.08	0.09				
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.09	0.08	0.07		0.06	0.08				
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.45	0.44	0.38		0.37	0.41				
S7	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.06	0.04	0.02		0.11	0.06	0.58	0.29		0.44
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.03	0.12	0.10			0.08	0.26	0.57	0.19	0.34
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.29	0.28	0.29			0.29	0.28	0.29		0.42
S11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.05	0.03			0.04	0.07		0.08	0.11
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.20	0.26	0.22			0.23	2.50		0.80	1.65
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.36	0.38	0.37			0.37	0.35		0.27	0.31
S13	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.02	0.03	0.04			0.03	0.00	0.00	0.03	0.01
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.16	0.13	0.11			0.13	0.55		0.03	0.12
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.37	0.37	0.40			0.38	0.37		0.08	0.11
S16	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.02	0.00	0.00			0.01	0.01		0.21	0.17
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.00	0.22	0.26			0.16	0.48		0.16	0.16
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.13	0.13	0.18			0.15	0.35		0.28	0.23
B1	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.45	0.43	0.41			0.43	0.46			0.46
B5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.29					0.29		0.26		0.26
B6	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.38					0.38		0.23	0.09	0.16
P5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.36					0.36				0.27
P15	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.42					0.42		0.20		0.12
P17	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.01					0.01				0.35
P18	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.19					0.19	0.31	0.36		0.10
Μ.Ο. ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98						0.21					0.33
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999											
S3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.64	0.61	0.55		0.42	0.56				
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.28	0.27	0.27		0.25	0.27				
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.53		0.6		0.57				
S7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.64	0.64	0.63			0.64	0.26			0.25
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.41	0.31	0.26			0.33	0.22	0.24		0.23
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.62	0.57	0.46			0.55	0.25	0.71		0.48
S11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.54	0.57	0.54			0.55	0.42		0.32	0.37
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.34	0.34	0.35			0.34	0.36	0.29		0.33
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.49	0.57	0.59			0.55	0.45	0.57		0.51
S13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.61	0.52	0.62			0.58	0.61		0.29	0.17
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.08	0.07	0.08			0.08	0.08		0.13	0.19
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.10	0.05	0.05			0.07	0.40		0.55	0.49
S16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.29	0.29	0.28			0.29	0.25		0.20	0.18
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.17	0.16	0.17			0.17	0.19			0.25
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.16	0.18	0.15			0.16	0.27		0.51	0.39
S8	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.32	0.32	0.32			0.32	0.35		0.37	0.37
S12	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.35	0.33	0.34			0.34	0.36		0.34	0.36
S18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.10	0.11	0.18			0.13	0.34	0.30		0.32
B1	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.31	0.29	0.28			0.29	0.26			0.26
B5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.18	0.18	0.20			0.19	0.21	0.20		0.21
B6	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.27	0.28	0.26			0.27	0.27		0.24	0.26
P5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.14	0.17	0.18			0.16	0.20	0.18		0.19
P15	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.33	0.28	0.32			0.31	0.27		0.20	0.35
P18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.33	0.29	0.29			0.30	0.32			0.27
P21	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.33	0.34	0.28			0.32	0.30		0.25	0.25
P29	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.31	0.27	0.26			0.28	0.25			0.25
Μ.Ο. ΧΕΙΜΩΝΑΣ '98						0.33					0.30
ΑΝΟΙΞΗ 1999											
S3	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.25	0.31	0.35		0.37	0.32				
	ΜΑΙΟΣ '99	0.09	0.08	0.13	0.13		0.11				
S7	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.09	0.05	0.06			0.07	0.06	0.25		0.16
	ΜΑΙΟΣ '99	0.05	0.05	0.05			0.05	0.08	0.26		0.17
S11	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.05	0.05	0.05			0.05	0.21	0.54		0.38
	ΜΑΙΟΣ '99	0.07	0.06	0.06			0.06	0.06		0.55	0.31
S13	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.16	0.12	0.15			0.14	0.47		0.41	0.34
	ΜΑΙΟΣ '99	0.06	0.06	0.06			0.06	0.38		0.12	0.25
S16	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.05	0.04	0.05			0.05	0.11		0.53	0.56
	ΜΑΙΟΣ '99	0.07	0.06	0.06			0.06	0.06		0.09	0.09
Μ.Ο. ΑΝΟΙΞΗ '99						0.10					0.27
											0.18

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.16: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (µgrat L ⁻¹) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΑΝΟΙΞΗ 1998													
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-40m)						ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (40-104m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	20m	25m	30m	ΜΟ	50m	65m	75m	85m	Μ.Ο.	
S3	ΜΑΙΟΣ '98	0.71	0.24	0.62	0.80		0.59						
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	2.43	0.63	1.26		0.50	1.21						
S7	ΜΑΙΟΣ '98	0.37	0.02	0.37		0.02	0.20	0.43	0.08				0.26
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.55	0.01	0.01			0.19	0.46	1.10				0.78
S11	ΜΑΙΟΣ '98	0.05	0.08	0.07		0.48	0.17	0.01		1.23			0.62
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.48	1.52	0.24			0.75	0.45	0.56	2.19			1.07
S13	ΜΑΙΟΣ '98	0.70	0.02	0.05		0.04	0.20	0.02		0.02	0.85		0.30
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.66	0.75	0.31			0.57	0.62		0.41	4.28		1.77
S16	ΜΑΙΟΣ '98	0.24	0.40	0.49		0.04	0.29	0.23		0.70	0.56		0.50
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.11	0.05	1.86			0.67	0.02		2.71	0.59		1.11
B1	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.18					0.18	0.57	0.21				0.39
B2	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.40					0.40	0.60					0.60
B3	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.55					0.55	0.59				3.20	1.90
B4	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.25					0.25	0.69				4.27	2.48
B5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.78					0.78	1.24	1.61				1.43
B6	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.42					1.42	0.83				3.76	2.30
P5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.65					0.65	1.22	0.61				0.92
P7	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.14					0.14	0.49	0.02				0.26
P12	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.62					1.62					4.62	4.62
P15	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.02					0.02	0.57				3.94	2.26
P24	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.17					1.17	0.92				5.53	3.23
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98						0.57					1.41	0.99
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998													
S3	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.25	0.91	1.27	1.80		1.06						
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.95	0.53	0.13	0.12		0.43						
S7	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.94	1.32	1.19			1.48	1.26	1.21				1.24
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.77	0.13	0.20		0.06	0.54	0.14	0.64				0.39
S11	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.10	1.20				1.15	2.54		1.24			1.89
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	3.33	0.06	0.09			1.16	0.01		0.99			0.50
S13	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.53	0.15	3.86			1.85	1.06		1.58	3.17		1.94
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.68	0.51	0.26			0.48	0.40		1.50	4.77		2.22
S16	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.11	0.05	1.86			0.67	0.02		2.71	0.59		1.11
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.91	0.00	1.98			0.96	0.34		0.26			0.30
S8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.27	0.27	0.28			0.94	0.61		2.24	2.06		1.64
S12	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.84	0.09	0.03			0.32	0.38		2.03	3.11		1.84
S18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.93	0.58	1.10			0.87	0.45	1.38				0.92
B1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.49				0.82	1.16	1.06					1.06
B2	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.53			0.71		1.62	1.96					1.96
B4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.22					0.22	2.71			1.48		2.10
B5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.41					1.41	0.39	0.44				0.42
B6	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.94			0.12		0.53				1.43		1.43
P1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.96			0.32		0.64		0.24				0.24
P13	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.88			0.51		0.70				1.50		1.50
P15	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.21					0.21	0.02			3.51		1.77
P18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.00					1.00	0.19			2.13		1.16
P21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.24					0.24	0.58			3.21		1.90
P29	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.45			0.49		0.97	0.71					0.71
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.86					1.28	1.07



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.16 (Συνέχεια): Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (μg/L) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998													
S3	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	1.04	0.92	0.26		0.18	0.60						
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.05	0.63	0.56		0.41	0.66						
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.25	1.89	1.97		2.29	2.10						
S7	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.29	0.02	0.13		0.02	0.12	0.60	0.96			0.78	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.66	0.24	0.23			0.38	0.31	0.58	0.53		0.47	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.60	0.97	0.79			1.12	0.70	2.88		4.96	2.85	
S11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.76	0.04	0.24			0.35	1.68		1.46	0.02	1.05	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.19	0.20	0.07			0.82	0.38		1.15		0.77	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.89	1.27	1.11			1.42	1.02		1.14		1.08	
S13	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.31	0.27	0.02			0.20	1.46		3.23	4.40	3.03	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.64	0.27	0.10			0.34	1.35		3.13	2.97	2.48	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.94	1.29	1.10			1.44	1.03		4.13	6.49	3.88	
S16	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.48	0.15	0.08			0.24	0.12		0.20	0.53	0.28	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.85	0.31	0.29			0.48	0.33		0.80	1.13	0.75	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.72	0.83	0.89			1.15	1.02		1.05	0.90	0.99	
B1	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.14	1.20	1.08			1.47	1.55				1.55	
B5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.49					1.49		2.25			2.25	
B6	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.10					1.10		1.77	4.52		3.15	
P5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.05					1.05		2.56			2.56	
P15	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.53					1.53		2.54		6.18	4.36	
P17	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.02					2.02				4.06	4.06	
P18	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.71					2.71	1.03	0.97		4.99	2.33	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98						1.04					2.04	1.54
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999													
S3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	3.18	2.61	2.81			2.34	2.74					
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.68	1.03	1.05			1.08	1.21					
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		5.64		1.51			3.58					
S7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.28	1.50	1.51			1.76	0.84			0.91	0.88	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.12	0.81	0.58			1.17	0.55	0.57			0.56	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	3.24	2.24	1.61			2.36	0.69	3.14			1.92	
S11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.57	2.79	1.52			2.29	2.88		4.65		3.77	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.15	2.11	1.01			1.76	1.31	0.94			1.13	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	4.00	2.19	1.66			2.62	1.13	1.85			1.49	
S13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.04	1.88	1.45			1.79	2.77		1.01	2.69	2.16	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.93	0.63	0.63			0.73	0.64		1.83	3.49	1.99	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	2.58	1.09	0.58			1.42	2.04		2.32	3.90	2.75	
S16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.68	3.65	2.62			2.65	2.92		1.17	2.09	2.06	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.21	1.35	0.87			1.14	0.83			0.84	0.84	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	3.06	0.99	0.60			1.55	0.74		0.58		0.66	
S8	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.37	1.29	0.98			1.21	1.24		1.55	1.90	1.56	
S12	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.86	1.73	1.47			1.69	1.45		1.41	1.11	1.32	
S18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.37	0.81	0.85			1.01	1.16	1.28			1.22	
B1	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.93	1.64	0.59			1.39	0.24				0.24	
B5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.26	1.10	0.53			0.96	0.36	0.83			0.60	
B6	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.18	1.72	0.73			1.54	0.37		0.20	0.34	0.30	
P5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.63	0.02	0.02			0.22	0.18	0.02			0.10	
P15	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.77	1.35	1.37			1.50	0.49		0.24	2.59	1.11	
P18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.34	0.85	0.68			1.29	0.63			0.36	0.50	
P21	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.45	0.31	0.15			0.64	0.14		0.20	0.49	0.28	
P29	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.32	1.54	1.18			1.68	5.28				5.28	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						1.61					1.42	1.52
ΑΝΟΙΞΗ 1999													
S3	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	2.22	2.42	1.44			1.32	1.85					
	ΜΑΙΟΣ '99	1.58	1.11	0.99	0.96			1.16					
S7	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	2.19	1.36	1.18			1.58	0.49	0.85			0.67	
	ΜΑΙΟΣ '99	1.56	1.23	0.90			1.23	0.85	1.50			1.18	
S11	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.23	0.98	0.57			0.93	0.54	1.22			0.88	
	ΜΑΙΟΣ '99	1.05	0.59	0.73			0.79	0.24		1.30		0.77	
S13	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.49	4.55	1.34			2.46	1.05		2.17	1.92	1.71	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.87	0.15	0.10			0.37	0.76		1.80		1.28	
S16	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.44	0.84	0.60			0.96	0.60		0.94	0.89	0.81	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.93	0.53	0.51			0.66	0.21		0.21	0.18	0.20	
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99						1.20					0.94	1.07

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας ΙΙ.17: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (μg/L) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΑΝΟΙΞΗ 1998													
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-40m)					ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (40-104m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
		2m	10m	20m	25m	30m	ΜΟ	50m	65m	75m	85m		Μ.Ο.
S3	ΜΑΙΟΣ '98	0.50	0.45	1.59	1.60		1.04						
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.16	0.26	0.68		0.62	0.43						
S7	ΜΑΙΟΣ '98	0.46	0.50	0.44		1.22	0.66	1.34	0.39			0.87	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.18	0.16	0.20			0.18	2.24	0.16			1.20	
S11	ΜΑΙΟΣ '98	1.05	0.58	0.39		0.36	0.60	0.32		0.59		0.46	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98												
S13	ΜΑΙΟΣ '98	0.46	0.38	0.34		0.29	0.37	0.31		0.24	0.29	0.28	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.21	0.23	0.24			0.23	0.21		0.41	0.33	0.32	
S16	ΜΑΙΟΣ '98	0.37	0.29	0.31		0.45	0.36	0.39		0.29	0.31	0.33	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98												
B1	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.21					0.21	3.74	4.15			3.95	
B2	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.47					0.47	3.31				3.31	
B3	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.17					0.17				0.16	1.51	
B4	ΙΟΥΝΙΟΣ '98							6.24			0.64	3.44	
B5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.22					0.22	5.11	2.25			3.68	
B6	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.31					0.31	3.06			0.30	1.68	
P5	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.76					0.76	7.14	0.77			3.96	
P7	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.18					0.18	3.03	0.16			1.60	
P12	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.15					0.15				0.14	0.14	
P15	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.17					0.17	0.73			0.18	0.46	
P24	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.16					0.16	0.28			0.18	0.23	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98							0.37					1.61	0.99
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998													
S3	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.52	0.56	0.20	0.35		0.41						
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.01	1.70	1.82	1.65		1.80						
S7	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.19	0.25	0.22			0.22	4.44	1.83			3.14	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.68	2.01	2.11		3.54	2.59	2.52	2.21			2.37	
S11	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.25	1.20	0.28			0.58	0.35		0.36		0.36	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.14	0.13	0.10			0.12	0.12		1.32		0.72	
S13	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.10	0.66	1.03			0.93	1.33		0.45	1.65	1.14	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.16	0.12	0.22			0.17	0.14		0.34	0.14	0.21	
S16	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.30	0.78	1.48			1.19	1.59		0.61	2.06	1.42	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.15	0.21	0.13			0.16	0.10		0.37		0.24	
S8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.33	0.12	0.14			0.20	0.21		0.19	0.13	0.18	
S12	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.10	0.12	0.09			0.10	0.17		0.09	0.12	0.13	
S18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.15	0.13	0.11			0.13	0.11	0.13			0.12	
B1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.39				0.53	0.46	4.42				4.42	
B2	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.55			1.11		0.83	6.02				6.02	
B4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.27					0.27	0.15			0.20	0.18	
B5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.27					0.27	0.76	0.15			0.46	
B6	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.23			0.29		0.26				0.48	0.48	
P1	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.41			0.13		0.27		0.46			0.46	
P13	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.57			0.38		0.48				0.44	0.44	
P15	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.61					0.61	1.10			0.27	0.69	
P18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.44					0.44	0.41			0.39	0.40	
P21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.40					0.40	0.35			0.19	0.27	
P29	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.60			2.53		1.57	1.05				1.05	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98							0.60					1.13	0.87



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.17 (Συνέχεια): Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NH₄⁺ (μg/L) (S-B-P) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998												
S3	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.52	0.27	0.24	0.22	0.31						
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.38	0.37	0.55	0.33	0.41						
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
S7	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.18	0.21	0.19	0.29	0.22	5.82	0.42			3.12	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.91	0.64	0.53		0.69	0.47	8.16	0.45		3.03	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
S11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.15	0.15	0.09		0.13	0.99		0.10	0.10	0.40	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.16	0.12	0.12		0.13	0.15		0.21		0.18	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.76	1.49	1.40		1.55	1.28		1.36		1.32	
S13	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.15	0.15	0.09		0.13	0.82		0.10	0.09	0.34	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.10	0.10	0.23		0.14	0.16		0.11	0.14	0.14	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.08	0.04	0.04		0.05	0.02		0.08	0.10	0.07	
S16	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.15	0.13	0.13		0.14	0.15		0.14	0.11	0.13	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.16	0.13	0.17		0.15	0.11		0.10	0.40	0.20	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.74	0.55	0.38		0.56	0.22				0.22	
B1	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
B5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
B6	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
P5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
P15	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
P17	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
P18	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98											
	Μ.Ο. ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98					0.36					0.83	0.59
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999												
S3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	6.05	5.27	4.87		2.51	4.68					
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.91	3.11	2.36		1.86	2.56					
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.82		0.78		0.80					
S7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	4.14	4.00	2.93			3.69	0.55		0.40	0.48	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	11.20	3.87	2.55			5.87	1.33	2.40		1.87	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.51	0.62	1.24			0.79	1.31	1.41		1.36	
S11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.47		0.70			0.59	0.94		1.72	1.33	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.77	1.51	1.42			1.57	1.29	1.38		1.34	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	1.40	0.30	0.22			0.64	0.10	0.11		0.11	
S13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.49		2.06			1.78	1.22		1.01	0.67	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.11	0.06	0.05			0.07	0.04		0.09	0.10	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.97	0.29	0.24			0.50	0.27		0.62	0.29	
S16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.93	0.76	0.53			0.74	0.41		1.45	0.56	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.06	0.76	0.56			0.79	0.40			0.24	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.21	0.41	0.20			0.27	0.31		0.12	0.22	
S8	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.16	0.10	0.26			0.17	0.61		0.68	0.70	
S12	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.50	1.27	1.10			1.29	1.04		1.19	1.45	
S18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.60	0.47	0.43			0.50	0.53	0.67		0.60	
B1	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	3.75	3.67	3.21			3.54	2.16			2.16	
B5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.96	0.72	0.51			0.73	0.42	0.43		0.43	
B6	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.53	0.77	0.50			0.60	0.40		0.35	0.39	
P5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.39	0.53	1.13			0.68	0.58	0.56		0.57	
P15	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.89	0.73	0.69			0.77	1.18		0.80	1.38	
P18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	4.04	3.22	2.50			3.25	0.71		0.42	0.57	
P21	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.57	2.01	1.63			1.74	1.67		1.19	1.12	
P29	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.39	1.42	1.60			1.80	1.18			1.18	
	Μ.Ο. ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99					1.55					0.85	1.20
ΑΝΟΙΞΗ 1999												
S3	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.48	0.44	0.17		0.31	0.35					
	ΜΑΙΟΣ '99	1.30	1.31	2.34	1.65		1.65					
S7	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.26	0.20	0.07			0.18	0.01	0.19		0.10	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.45	0.38	0.43			0.42	0.55	2.62		1.59	
S11	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.33	0.17	0.10			0.20	0.04	0.09		0.07	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.37	0.30	0.51			0.39	0.39		0.82	0.61	
S13	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.42	0.56	0.79			0.59	0.24		0.13	0.10	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.18	0.20	0.17			0.18	1.33		0.57	0.95	
S16	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.21	0.41	0.20			0.27	0.06		0.15	0.15	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.55	0.67	0.23			0.48	0.15		0.29	0.33	
	Μ.Ο. ΑΝΟΙΞΗ '99					0.47				0.48	0.48	

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας ΙΙ.18: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας φωσφορικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO₄³⁻ (μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.13	0.61	0.37
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.06	0.30	0.18
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.19	0.32	0.25
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.25	0.17	0.21
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.15	0.17	0.16

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ PO₄³⁻ (grat x10⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.01	7.37
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.96	3.59
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	2.93	3.84
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	3.89	2.04
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.36	1.99

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ PO₄³⁻ (gratx10⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	9.38
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	4.55
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	6.77
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.93
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	4.35

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,12X27422X10⁶)		3.29
---	--	------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ PO₄³⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.85	3.10
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.38	1.50
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	2.06	2.12
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.80	1.76
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.32	1.33

Πίνακας ΙΙ.19: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας πυριτικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO₄⁴⁻ (μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	1.20	2.77	1.98
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.75	3.45	2.60
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	2.21	4.33	3.27
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.21	2.42	2.32
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.79	2.34	2.06

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ SiO₄⁴⁻ (grat x10⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	18.47	33.30
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	26.85	41.49
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	33.97	52.16
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	34.03	29.12
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	27.47	28.16

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ SiO₄⁴⁻ (gratx10⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	51.77
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	68.34
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	86.13
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	63.15
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	55.63

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (1,22X27422X10⁶)		33.45
---	--	-------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ SiO₄⁴⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	1.55	1.63
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.04	2.13
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	2.57	2.68
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.89	1.90
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.66	1.69

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας ΙΙ.20: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρωδών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₂⁻ (μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.04	0.26	0.15
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.03	0.25	0.14
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.21	0.33	0.27
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.33	0.30	0.32
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.10	0.27	0.18

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₂⁻ (grat x10⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.67	3.10
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.45	3.06
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	3.20	3.92
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.09	3.66
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.49	3.22

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₂⁻ (gratx10⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	3.77
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	3.50
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	7.12
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	8.75
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	4.72

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.16X27422X10⁶)	4.39
---	-------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₂⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.86	0.94
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.80	0.88
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	1.62	1.67
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.99	1.98
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.07	1.14

Πίνακας ΙΙ.21: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO₃⁻ (μgrat L⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.57	1.41	0.99
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.86	1.28	1.07
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	1.04	2.04	1.54
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.61	1.42	1.52
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.20	0.94	1.07

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO₃⁻ (grat x10⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	8.80	16.95
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	13.21	15.43
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	15.93	24.51
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	24.78	17.11
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	18.43	11.28

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO₃⁻ (gratx10⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	25.75
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	28.64
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	40.44
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	41.89
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	29.72

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.42X27422X10⁶)	11.52
---	--------------

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO₃⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.24	2.36
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.49	2.55
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	3.51	3.66
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	3.64	3.61
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	2.58	2.54

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας ΙΙ.22: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

	ΒΑΘΟΣ (0-40m) V=15382x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (40-104m) V=12040x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.37	1.61	0.99
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.60	1.13	0.87
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.36	0.83	0.59
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.55	0.85	1.20
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.47	0.48	0.48
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NH₄⁺ (grat x10⁶)			
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	5.68	19.40	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	9.25	13.60	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	5.46	10.00	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	23.91	10.19	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	7.26	5.78	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NH₄⁺ (gratx10⁶)			
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	25.07		
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	22.86		
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	15.47		
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	34.10		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	13.04		
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.36x27422x10⁶)			9.87
ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NH₄⁺ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.54	2.75	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.32	2.40	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	1.57	1.65	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	3.45	3.33	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1.32	1.32	

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

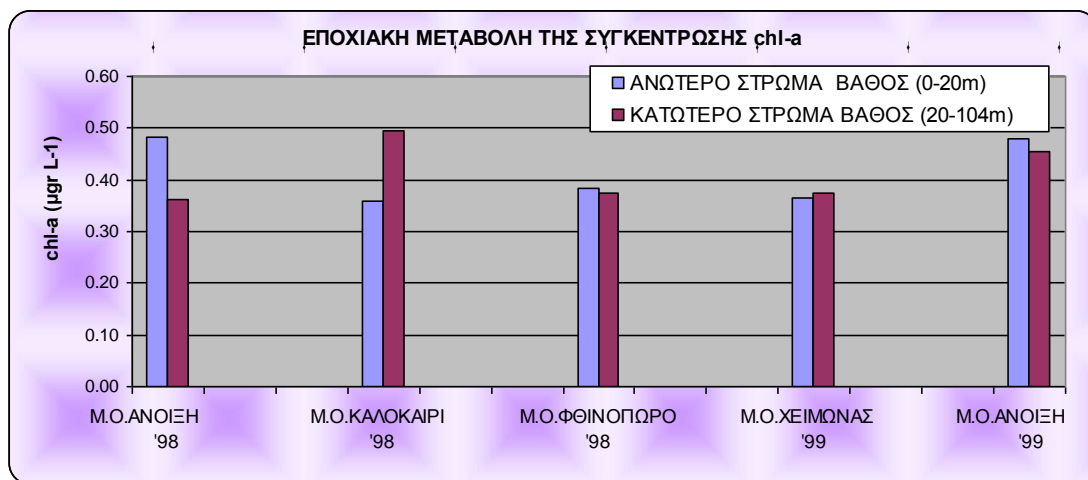
Πίνακας Π.23: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α
(05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$) (S3,7,11,13,16 & S8,12,18) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου													
ΑΝΟΙΞΗ 1998													
			ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (0-20m)			ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (20-104m)						ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
			2m	10m	Μ.Ο.	20m	30m	50m	65m	75m	80m		Μ.Ο.
S3	ΜΑΙΟΣ '98		2.86	1.67	2.27	0.39	0.67					0.53	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.92	1.03	0.98	0.71	0.41					0.56	
S7	ΜΑΙΟΣ '98		0.28	0.34	0.31	0.20	0.31	0.34	0.24			0.27	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.48	1.08	0.78	1.10		0.26		0.22		0.53	
S11	ΜΑΙΟΣ '98		0.12	0.11	0.12	0.07	0.19	0.50	0.36	0.32		0.29	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.05	0.04	0.05	0.04		1.14		0.13		0.44	
S13	ΜΑΙΟΣ '98		0.10	0.19	0.15	0.28	0.95	0.48	0.36	0.10	0.11	0.38	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.07	0.09	0.08	0.39		0.37		0.08		0.28	
S16	ΜΑΙΟΣ '98		0.07	0.08	0.08	0.09	0.13	0.30	0.29	0.11	0.18	0.18	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.04	0.03	0.04	0.03		0.17		0.29		0.16	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98					0.48							0.36	0.42
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998													
S3	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		1.81	1.29	1.55		1.40					1.40	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		1.52	1.48	1.50	1.18	1.47					1.33	
S7	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.27	0.35	0.31		1.69	0.26		0.13		0.69	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		1.22	0.07	0.65	0.60	0.46	0.51		0.42		0.50	
S11	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.11	0.10	0.11	0.16		1.13		0.35		0.55	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.06	0.04	0.05	0.08		0.47		0.29		0.28	
S13	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.09	0.08	0.09	0.22		0.43		0.14	0.11	0.23	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.10	0.12	0.11	0.33		0.38		0.18	0.13	0.26	
S16	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.04	0.03	0.04	0.03		0.36		0.25	0.23	0.22	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.06	0.08	0.07	0.18		0.82			0.36	0.45	
S8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.07	0.11	0.09	0.13		0.64		0.10	0.20	0.27	
S12	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.04	0.07	0.06	0.06		0.28		0.10	0.07	0.13	
S18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.05	0.04	0.05	0.05		0.03		0.35		0.14	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98					0.36							0.49	0.43
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998													
S3	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		1.86	1.88	1.87	0.88	0.96					0.92	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.58	0.78	0.68	0.77	0.59					0.68	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.23	0.14	0.19	0.21	0.39					0.30	
S7	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.41	0.40	0.41	0.80	0.21	0.21		0.51		0.43	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.35	0.29	0.32	0.57	0.44		0.28	0.13		0.36	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.31	0.24	0.28	0.16				0.03	0.04	0.08	
S11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.17	0.11	0.14	0.14		0.18		0.10	0.07	0.12	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.31	0.32	0.32	0.34		0.13		0.03	0.04	0.14	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.27	0.23	0.25	0.19		0.15		0.03		0.12	
S13	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.12	0.14	0.13	0.16		0.41		0.14	0.06	0.19	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.28	0.34	0.31	0.32		0.28		0.05	0.03	0.17	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.26	0.32	0.29	0.19		0.21		0.03	0.03	0.12	
S16	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.09	0.11	0.10	0.13		0.31		0.07	0.06	0.14	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.42	0.31	0.37	0.24		0.26		0.08	0.09	0.17	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.10	0.12	0.11	0.09		0.19		0.03		0.10	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98					0.38							0.27	0.33
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999													
S3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.23	0.24	0.24	0.53	0.95					0.74	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.75	0.89	0.82	1.00	0.65					0.83	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99			0.60	0.60		0.19					0.19	
S7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.23	0.20	0.22	0.24		0.10			0.06	0.13	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.62	0.66	0.64	0.61		0.56	0.61			0.59	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.16	0.14	0.15	0.38		0.43	0.08			0.30	
S11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.13	0.18	0.16	0.19		0.04		0.04		0.09	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.31	0.34	0.33	0.45		0.52		0.71	0.52	0.55	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.30	0.38	0.34	0.21		0.18		0.09		0.16	
S13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.26	0.27	0.27	0.35		0.33		0.05	0.04	0.19	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.20	0.24	0.22	0.33		0.20		0.14	0.09	0.19	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.28	0.27	0.28	0.35		0.28		0.10	0.08	0.20	
S16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.19	0.16	0.18	0.25		0.13		0.07	0.08	0.13	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.38	0.44	0.41	0.56		0.33				0.45	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.35	0.51	0.43	0.61		0.05		0.03		0.23	
S8	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.39	0.38	0.39	0.41		0.48		0.84		0.58	
S12	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.32	0.63	0.48	0.52		0.65		0.60	0.50	0.57	
S18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.51	0.45	0.48	0.73		0.55		0.62		0.63	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99					0.37							0.37	0.37
ΑΝΟΙΞΗ 1999													
S3	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		1.42	1.64	1.53		1.13					1.13	
	ΜΑΙΟΣ '99		1.03	1.16	1.10	0.99	0.93					0.96	
S7	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.25	0.19	0.22	0.21		0.44		0.26		0.30	
	ΜΑΙΟΣ '99		0.11	0.05	0.08	0.09		0.15		0.33		0.19	
S11	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.48	0.47	0.48	0.85		0.32		0.13		0.43	
	ΜΑΙΟΣ '99		0.25	0.08	0.17	0.11			0.37	0.20		0.23	
S13	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.29	1.85	1.07	0.91		0.35		0.16	0.15	0.39	
	ΜΑΙΟΣ '99		0.40	0.37	0.39	1.03		0.27		0.13		0.48	
S16	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.30	0.35	0.33	0.23		0.38		0.20	0.13	0.24	
	ΜΑΙΟΣ '99		0.05	0.09	0.07	0.10		0.31		0.12	0.29	0.21	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99					0.48							0.46	0.47

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας ΙΙ.24 :Εποχιακοί μέσοι όροι συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-05/1999)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ			
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ chl-a (µgr L-1) (S3,7,11,13,16 & S8,12,18)			
εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου			
	ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (0-20m)	ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (20-104m)	
	Μ.Ο.	Μ.Ο.	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.48	0.36	0.42
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.36	0.49	0.43
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.38	0.37	0.33
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.37	0.37	0.37
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.48	0.46	0.47



Εικόνα ΙΙ.3: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-05/1999)

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

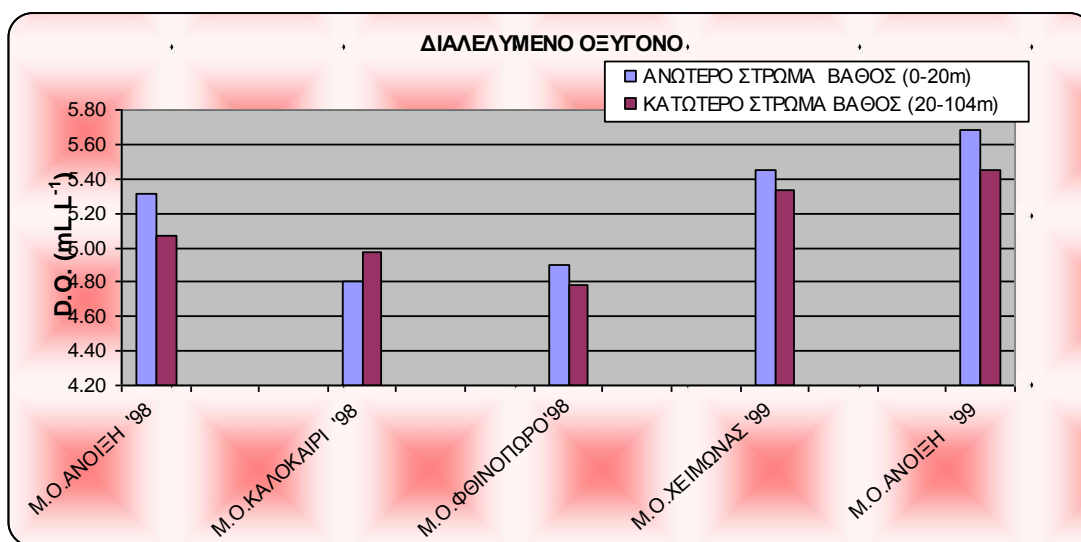
Πίνακας ΙΙ.25: Εποχιακές μεταβολές συγκέντρωσης διαλ/νου οξυγόνου(05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ D.O.(mL L-1) (S3,7,11,13,16 & S8,12,18) εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
ΑΝΟΙΞΗ 1998												
	ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (0-20m)				ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (20-104m)						ΥΔ.ΣΤΗΛΗ	
		2m	10m	M.O.	20m	30m	50m	65m	75m	80m		M.O.
S3	ΜΑΙΟΣ '98	6.18	5.57	5.88	4.85	4.79					4.82	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	5.41	4.82	5.12	4.50	4.83					4.67	
S7	ΜΑΙΟΣ '98	5.72	5.72	5.72	5.82	5.15	5.08	4.33			5.10	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	5.06	5.34	5.20	4.99		4.65	5.06			4.90	
S11	ΜΑΙΟΣ '98	5.35	5.59	5.47	5.84	5.75	5.34		5.10		5.51	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	4.92	5.02	4.97	4.92	3.72	4.51	4.43			4.40	
S13	ΜΑΙΟΣ '98	5.34	5.48	5.41	5.82	5.68	5.55	5.27		5.14	5.49	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	4.97	5.02	5.00	5.25		5.58		5.32	4.46	5.15	
S16	ΜΑΙΟΣ '98	5.33	5.48	5.41	5.62	5.54	5.46		5.20	5.21	5.41	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	4.92	5.04	4.98	5.05		5.52		5.17	5.11	5.21	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98				5.31							5.06	5.19
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998												
S3	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	5.46	5.16	5.31	4.69	4.27					4.48	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	5.12	4.90	5.01	4.41	4.53					4.47	
S7	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	4.91	4.92	4.92	5.08		4.69	4.99			4.92	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	5.06	4.68	4.87	4.77	4.66	5.41	5.15			5.00	
S11	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	4.62	4.79	4.71	5.05		5.28		5.10		5.14	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.60	4.67	4.64	4.71		5.65		5.21		5.19	
S13	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	4.76	4.78	4.77	5.28		5.51		4.99	4.59	5.09	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.71	4.78	4.75	4.80		5.29		4.86	4.75	4.93	
S16	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	4.77	4.81	4.79	4.88		5.64		5.19	5.04	5.19	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.62	4.64	4.63	4.86		5.42			5.26	5.18	
S8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.75	4.89	4.82	4.85		5.79		4.91	5.07	5.16	
S12	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.64	4.67	4.66	4.76		5.44		4.76	4.30	4.82	
S18	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.61	4.64	4.63	4.73		5.67	4.96			5.12	
M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98				4.81							4.98	4.89
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998												
S3	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	4.99	4.84	4.92	4.74	4.44					4.59	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.78	4.81	4.80	4.80	4.76					4.78	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.87	4.87	4.87	4.88	4.84					4.86	
S7	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	4.83	4.85	4.84	4.78	4.90	4.27	4.88			4.71	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.79	4.79	4.79	4.79		4.76	3.58	4.98		4.53	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	5.17	5.18	5.18	5.19		5.16	4.69		3.78	4.71	
S11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	4.62	4.66	4.64	4.66		5.28		4.80	4.75	4.87	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.92	4.92	4.92	4.91		4.76		4.52		4.73	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	5.17	5.19	5.18	5.18		5.25		5.14		5.19	
S13	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	4.64	4.61	4.63	4.63		4.81		4.48	4.12	4.51	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.87	4.86	4.87	4.87		4.68		4.50	4.29	4.59	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	5.04	5.06	5.05	5.06		5.06		4.40	3.87	4.60	
S16	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	4.64	4.64	4.64	4.62		5.26		5.03	4.82	4.93	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.89	4.90	4.90	4.89		4.85		5.09	4.99	4.96	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	5.29	5.29	5.29	5.26		5.19		5.24	5.24	5.23	
M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98				4.90							4.79	4.84
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999												
S3	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.02	5.06	5.04	5.19	5.47					5.33	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.46		5.46	5.40	5.39					5.40	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		5.37	5.37		5.32					5.32	
S7	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.14	5.13	5.14	5.24		5.43			5.41	5.36	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.51	5.53	5.52	5.52		5.54	5.54			5.53	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	5.09	5.19	5.14	5.25		5.53	4.84			5.21	
S11	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.35	5.36	5.36	5.36		5.01		4.82		5.06	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.59	5.59	5.59	5.57		5.52	5.58			5.56	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	5.28	5.31	5.30	5.20		5.36	5.11			5.22	
S13	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.37	5.37	5.37	5.35		5.34		5.26	4.73	5.17	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.59	5.61	5.60	5.61		5.46		5.10	4.61	5.20	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	5.57	5.74	5.66	5.69		5.18		5.05	4.63	5.14	
S16	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.47	5.47	5.47	5.50		5.46		5.45	5.39	5.45	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.56	5.57	5.57	5.52		5.48			5.30	5.43	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	5.78	5.69	5.74	5.64		5.36		5.35		5.45	
S8	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.55	5.58	5.57	5.53		5.40		5.32	5.22	5.37	
S12	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.48	5.56	5.52	5.51		5.34		5.40	5.35	5.40	
S18	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.67	5.61	5.64	5.64		5.42	5.41			5.49	
M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99				5.45							5.34	5.39
ΑΝΟΙΞΗ 1999												
S3	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	5.76	5.59	5.68	5.24	5.20					5.22	
	ΜΑΙΟΣ '99	5.72	5.64	5.68	5.35	5.37					5.36	
S7	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	5.71	5.74	5.73	5.75		5.70	5.34			5.60	
	ΜΑΙΟΣ '99	5.49	5.55	5.52	5.56		5.57	4.87			5.33	
S11	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	5.93	6.07	6.00	6.05		5.51		5.39		5.65	
	ΜΑΙΟΣ '99	5.72	5.67	5.70	5.62		5.71	5.08			5.47	
S13	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	6.44	6.20	6.32	5.64		5.47		5.09	5.09	5.32	
	ΜΑΙΟΣ '99	5.56	6.06	5.81	5.91		5.14		5.06		5.37	
S16	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	5.76	5.77	5.77	5.78		5.62		5.39		5.60	
	ΜΑΙΟΣ '99	5.57	5.57	5.57	5.58		5.62		5.65	5.65	5.63	
M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99				5.69							5.45	5.57

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.26:Εποχιακοί μέσοι όροι συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ			
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ chl-a (µgr L-1) (S3,7,11,13,16 & S8,12,18)			
εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου			
	ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (0-20m)	ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ ΒΑΘΟΣ (20-104m)	
	Μ.Ο.	Μ.Ο.	ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	5.31	5.06	5.19
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	4.81	4.98	4.89
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ'98	4.90	4.79	4.84
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.45	5.34	5.39
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	5.69	5.45	5.57



Εικόνα Π.4: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.27: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης φωσφορικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (µgrat L ⁻¹) (S6,S20,S4,S5,S9,S10,S25,S14) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου														
	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)								ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	20m	50m	75m	Μ.Ο.	100m	150m	200m	225m	300m	410m	
ΑΝΟΙΞΗ 1998														
S6	ΜΑΙΟΣ '98	0.07	0.03	0.04	0.05	0.06	0.05	0.18	1.09	1.29				0.85
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.06	0.06	0.13	0.07	0.23	1.05	1.26				0.85
S20	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.09	0.03	0.06	0.10	0.06	0.23	1.06	1.11				0.80
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04	0.05	0.05	0.05	0.10	0.06	0.11	0.36	0.12	1.14			0.43
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98						0.06							0.73
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998														
S6	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.04	0.06	0.13	0.06	0.22	1.00	1.21				0.81
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.04	0.03	0.02	0.06	0.24	0.08	0.35	1.09	1.24				0.89
S20	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.04	0.05	0.10	0.05	0.23	1.05	1.12				0.80
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.03	0.03	0.04	0.15	0.06	0.31	1.03	1.12				0.82
S4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01	0.02	0.01	0.35	0.24	0.13							0.00
S5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.07	0.02	0.02	0.05	0.20	0.07	0.33	0.42					0.38
S9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.03	0.08	0.33	0.21	0.14	0.19						0.19
S10	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.03	0.02	0.13	0.21	0.09	0.36	1.11					0.74
S25	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.03	0.05	0.07	0.16	0.07	0.36	1.03	1.10		1.06	1.24	0.96
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.08							0.62
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998														
S6	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.04	0.16	0.27	0.11	0.42	1.14	1.21				0.92
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.06	0.04	0.04	0.24	0.26	0.13	0.40	1.09	1.23				0.91
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.05	0.06	0.05	0.27	0.09	0.40	1.11	1.25				0.92
S20	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.04	0.22	0.22	0.11	0.25	1.13	1.14	1.16			0.92
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.05	0.06	0.05	0.14	0.24	0.11	0.24	1.04	1.16	1.17			0.90
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.02	0.02	0.03	0.03	0.19	0.06	0.29	1.03	1.18				0.83
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98						0.10							0.90
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999														
S6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.04	0.04	0.03	0.02	0.27	0.08	0.38	1.08	1.26				0.91
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.05	0.05	0.05	0.12	0.18	0.09	0.53	1.09	1.30				0.97
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.04	0.04	0.05	0.12	0.17	0.08	0.55	1.15	1.21				0.97
S20	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.09	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.37	1.02	1.22				0.87
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.53	0.09		1.31			0.64
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.03	0.03	0.03	0.04	0.08	0.04	0.42	0.86	1.21				0.83
S4	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.05	0.04	0.03	0.04	0.07	0.05	0.13						0.13
S5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.06	0.07	0.07	0.10	0.21	0.10	0.38	0.79					0.59
S9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06						0.06
S10	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.13	0.20					0.17
S14	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.08	0.07	0.11	0.31	0.38	0.19	0.44						0.44
S25	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.53	0.87	0.90		0.99	1.09	0.88
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.05	0.04	0.04	0.05	0.09	0.05	0.49		1.10		1.18	1.22	1.00
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						0.07							0.65
ΑΝΟΙΞΗ 1999														
S6	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.04	0.04	0.05	0.10	0.17	0.08	0.35	1.10	1.24				0.90
	ΜΑΙΟΣ '99	0.05	0.05	0.04	0.07	0.12	0.07	0.06	1.16	1.26				0.83
S20	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.07	0.04	0.04	0.09	0.16	0.08	0.25	1.05		1.22			0.84
	ΜΑΙΟΣ '99	0.09	0.08	0.07	0.09	0.15	0.10	0.27	1.13	1.23				0.88
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99						0.08							0.86

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.28: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης πυριτικών (05/1998-5/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ SiO_4^{4-} ($\mu\text{grat L}^{-1}$) (S6,S20,S4,S5,S9,S10,S25,S14) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου															
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)						ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ		
		2m	10m	20m	50m	75m	Μ.Ο.	100m	150m	200m	225m	300m		410m	Μ.Ο.
ΑΝΟΙΞΗ 1998															
S6	ΜΑΙΟΣ '98	0.48	0.49	0.94	0.95	1.53	0.88	3.15	17.30	18.90					13.12
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.74	1.53	1.49	0.67	2.36	1.56	4.29	18.70	26.70					16.56
S20	ΜΑΙΟΣ '98	0.70	0.50	1.72	5.08	2.08	2.02	5.81	17.10	18.22					13.71
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.94	1.49	1.52	0.78	1.61	1.47	6.47	19.20	24.60	24.00				18.57
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98						1.48								15.49 8.48
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998															
S6	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.27	1.26	1.49	1.24	2.85	1.62	4.07	17.10	19.60					13.59
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.13	1.42	0.89	1.20	3.72	1.67	5.96	18.50	22.90					15.79
S20	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	1.72	1.38	1.67	1.38	2.28	1.69	4.29	14.90	18.22					12.47
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.28	1.17	1.38	1.14	2.89	1.57	5.45	17.89	21.33					14.89
S4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.90	2.48	2.54	2.75	4.52	3.04								0.00
S5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.47	1.56	0.99	1.27	3.32	1.72	5.77	7.41						6.59
S9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	3.11	2.47	2.36	3.35	4.96	3.25	5.18							5.18
S10	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.02	1.08	0.94		3.43	1.62	6.05	19.30						12.68
S25	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.55	1.87	1.22	0.94	2.76	1.67	5.55	17.90	19.90		21.10	34.00		19.69
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						1.98								11.21 6.60
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998															
S6	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	1.10	1.19	0.95	2.26	5.35	2.17	8.38	21.10	25.00					18.16
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.97	7.78	2.03	2.50	6.07	4.27	9.33	18.04	29.45					18.94
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.05	1.91	2.01	2.20	4.66	2.57	9.18	28.40	30.20					22.59
S20	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.97	0.69	24.00	2.26	4.48	6.48	5.15	20.60	23.90					16.55
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.36	2.43	2.49	2.61	5.29	3.04	4.44	10.60	15.86	21.66				13.14
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	2.21	1.72	1.66	1.71	3.60	2.18	7.08	23.10	18.10					16.09
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98						3.45								17.58 10.51
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999															
S6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.43	2.42	2.36	2.11	5.67	3.00	8.85	23.50	31.20					21.18
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.85	0.80	0.78	0.86	2.85	1.23	4.17	8.49	10.70					7.79
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	2.24	2.21	2.40	2.31	3.68	2.57	9.05	18.60	23.10					16.92
S20	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	3.27	3.00	2.80	2.75	2.91	2.95	7.87	16.90	17.00					13.92
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.26	1.20	1.12	1.59	2.04	1.44	3.20	20.50		28.30				17.33
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	2.75	2.63	2.20	2.13	2.27	2.40	6.22	20.21	23.47					16.63
S4	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.54	4.61	1.20	1.15	1.51	2.00	6.61							6.61
S5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.00	1.78	1.57	1.84	5.21	2.48	10.20	14.50						12.35
S9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.80	1.71	1.80	1.69	2.57	1.91	3.59							3.59
S10	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.19	0.79	1.14	1.62	1.16	1.18	4.03	16.00						10.02
S14	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.36	1.47	1.17	1.04	2.91	1.59	10.90							10.90
S25	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.48	1.16	1.21	1.18	1.96	1.40	3.99	17.70			23.40	35.30		20.10
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	2.37	2.21	1.94	2.22	2.37	2.22	2.35			21.30		23.00	32.60	19.81
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						2.03								13.63 7.83
ΑΝΟΙΞΗ 1999															
S6	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	2.03	1.88	1.70	1.76	2.70	2.01	5.02	26.70	28.80					20.17
	ΜΑΙΟΣ '99	2.64	2.12	2.39	2.23	2.91	2.46	2.36	26.10	32.70					20.39
S20	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	2.32	2.03	1.91	5.68	3.17	3.02	4.38	24.00		29.40				19.26
	ΜΑΙΟΣ '99	2.84	2.44	2.39	2.18	2.82	2.53	5.06	24.9	36.3					22.09
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99						2.51								20.48 11.49

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.29: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρωδών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (μg/L) (S6,S20,S4,S5,S9,S10,S25,S14) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου														
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)						ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
		2m	10m	20m	50m	75m	Μ.Ο.	100m	150m	200m	225m	300m		410m
ΑΝΟΙΞΗ 1998														
S6	ΜΑΙΟΣ '98	0.01	0.00	0.01	0.04	0.29	0.07	0.05	0.04	0.02				0.04
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06				0.05
S20	ΜΑΙΟΣ '98	0.02	0.03	0.04	0.03	0.15	0.05	0.05	0.02	0.02				0.03
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.03	0.03	0.02	0.02	0.07	0.03	0.06	0.05	0.07	0.06			0.06
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98						0.06							0.05
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998														
S6	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.02	0.02	0.03	0.02	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05				0.04
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02	0.01	0.01	0.05	0.08	0.03	0.05	0.04	0.00				0.03
S20	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.03	0.02	0.04	0.04	0.08	0.04	0.05	0.04	0.06				0.05
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.03	0.03	0.02	0.12	0.05	0.06	0.01	0.03				0.03
S4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01	0.02	0.00	0.49	0.15	0.13							0.00
S5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.01	0.01	0.08	0.07	0.04	0.04	0.04					0.04
S9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.02	0.01	0.04	0.58	0.08	0.15	0.10						0.10
S10	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.02	0.01	0.32	0.08	0.09	0.02	0.08					0.05
S25	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.04	0.06	0.06	0.14	0.07	0.06	0.05	0.05		0.04	0.09	0.06
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.07							0.04
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998														
S6	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.05	0.05	0.08	0.38	0.06	0.12	0.04	0.03	0.04				0.04
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.02	0.03	0.01	0.82	0.02	0.18	0.03	0.05	0.02				0.03
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.48	0.50	0.50	0.50	0.06	0.41	0.04	0.05	0.04				0.04
S20	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.03	0.04	0.03	0.91	0.04	0.21	0.02	0.01	0.00	0.07			0.03
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.04	0.02	0.39	0.02	0.10	0.09	0.04	0.04	0.04			0.05
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.24	0.21	0.22	0.23	0.08	0.20	0.06	0.06	0.06				0.06
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98						0.20							0.04
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999														
S6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.37	0.35	0.37	0.38	0.08	0.31	0.07	0.06	0.06				0.06
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.08	0.08	0.08	0.09	0.16	0.10	0.03	0.03	0.03				0.03
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.13	0.12	0.12	0.12	0.30	0.16	0.10	0.06	0.06				0.07
S20	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.38	0.37	0.34	0.38	0.39	0.37	0.06	0.05	0.05				0.05
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.09	0.09	0.08	0.19	0.19	0.13	0.17	0.08		0.08			0.11
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.05	0.05	0.05	0.11	0.27	0.11	0.37	0.07	0.06				0.17
S4	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10						0.10
S5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.10	0.12	0.09	0.12	0.16	0.12	0.08	0.10					0.09
S9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.11	0.12	0.14	0.15	0.38	0.18	0.40						0.40
S10	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.10	0.08	0.09	0.11	0.17	0.11	0.15	0.09					0.12
S14	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.10	0.10	0.09	0.11	0.16	0.11	0.09						0.09
S25	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.08	0.08	0.07	0.08	0.17	0.10	0.18	0.08	0.55		0.09	0.08	0.20
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.06	0.05	0.06	0.07	0.28	0.10	0.30		0.06		0.05	0.06	0.12
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						0.15							0.12
ΑΝΟΙΞΗ 1999														
S6	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.05	0.04	0.04	0.32	0.09	0.11	0.06	0.06	0.06				0.06
	ΜΑΙΟΣ '99	0.06	0.05	0.06	0.07	0.11	0.07	0.06	0.07	0.07				0.07
S20	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.06	0.05	0.06	0.35	0.09	0.12	0.06	0.06		0.06			0.06
	ΜΑΙΟΣ '99	0.06	0.05	0.06	0.06	0.12	0.07	0.08	0.06	0.06				0.07
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99						0.09							0.06

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.30: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης νιτρικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (μg/L) (S6,S20,S4,S5,S9,S10,S25,S14) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου															
			ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)					ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m)					ΥΔ. ΣΤΗΛΗ		
			2m	10m	20m	50m	75m	M.O.	100m	150m	200m	225m		300m	410m
ΑΝΟΙΞΗ 1998															
S6	ΜΑΙΟΣ '98	0.35	0.04	0.34	0.02	0.29	0.21	2.34	12.80	15.43				10.19	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.59	1.21	0.42	0.30	1.23	0.75	3.14	12.70	12.60				9.48	
S20	ΜΑΙΟΣ '98	0.45	0.02	0.16	0.09	0.47	0.24	2.44	16.20	16.50				11.71	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	1.03	0.06	0.10	0.02	0.44	0.33	2.94	10.40	11.80	10.60			8.94	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98						0.38							10.08	5.23
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998															
S6	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.68	0.07	3.10	2.64	1.69	1.64	3.29	12.90	16.50				10.90	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.17	0.23	0.27	0.22	2.24	0.63	4.18	12.60	13.10				9.96	
S20	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.88	2.31	4.44	0.12	0.40	1.63	6.28	9.78	14.42				10.16	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.71	0.28	0.23	0.08	2.35	0.73	3.80	11.83	12.42				9.35	
S4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.15	0.13	0.05	0.02	2.08	0.49							0.00	
S5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.60	0.27	0.14	0.02	1.69	0.54	3.72	5.71					4.72	
S9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.09	0.01	0.04	1.00	2.04	0.64	2.17						2.17	
S10	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.13	0.19	0.03		2.30	0.66	4.18	12.90					8.54	
S25	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.04	0.41	0.04	0.10	1.57	0.83	4.08	11.50	11.70		10.60	9.73	9.52	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.86							7.26	4.06
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998															
S6	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.04	0.22		1.00	3.32	1.15	5.41	14.60	14.60				11.54	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.69	2.14	0.64	0.81	2.00	1.26	3.45	9.03	11.38				7.95	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.52	1.32	1.01	0.71	2.89	1.49	4.71	14.70	14.70				11.37	
S20	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.76	0.04	18.00	1.19	2.90	4.58	3.85	13.80	14.20				10.62	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.63	0.73	0.50	0.81	2.07	0.95	3.16	7.83	9.60	13.20			8.45	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	1.91	1.33	1.02	1.07	3.22	1.71	4.84	17.20	15.90				12.65	
	M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98						1.85							10.43	6.14
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999															
S6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.52	1.77	1.80	1.17	4.47	2.35	5.65	15.40	15.71				12.25	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.18	0.55	0.58	0.35	1.63	0.86	2.79	4.87	5.01				4.22	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	1.21	0.63	0.54	0.49	1.87	0.95	5.95	13.70	14.70				11.45	
S20	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.99	1.65	1.21	1.19	1.05	1.62	5.02	12.70	12.90				10.21	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.72	1.42	1.29	1.24	1.51	1.44	2.09	16.00		15.30			11.13	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.98	0.52	0.42	0.70	0.65	0.65	2.32	14.22	14.47				10.34	
S4	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.21	0.81	0.60	1.35	0.77	0.95	3.90						3.90	
S5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.77	1.39	0.91	1.14	3.02	1.65	6.03	11.50					8.77	
S9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.45	0.91	0.74	0.53	1.39	1.00	1.58						1.58	
S10	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.70	1.12	0.36	0.52	0.42	0.82	2.05	6.75					4.40	
S14	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.25	0.72	0.54	0.84	0.72	0.81	5.53						5.53	
S25	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.27	1.23	1.40	1.14	1.76	1.56	4.34	14.30			14.60	12.90	11.54	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	1.29	0.60	0.89	1.01	1.67	1.09	0.86		14.40		13.90	12.60	10.44	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						1.21							8.13	4.67
ΑΝΟΙΞΗ 1999															
S6	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.10	0.74	0.52	1.05	2.42	1.17	4.34	14.71	13.90				10.98	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.67	0.30	0.81	0.55	1.66	0.80	0.11	16.30	16.90				11.10	
S20	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	1.19	0.73	0.54	1.04	2.33	1.17	3.48	14.30		14.20			10.66	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.71	0.25	0.54	0.41	1.64	0.71	3.56	15.90	21.60				13.69	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99						0.96							11.61	6.28

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.31: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΝΗ ₄ * (μg/L) (S6,S20,S4,S5,S9,S10,S25,S14) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου															
			ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)					ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-428m)						ΥΔ. ΣΤΗΛΗ	
			2m	10m	20m	50m	75m	Μ.Ο.	100m	150m	200m	225m	300m		410m
ΑΝΟΙΞΗ 1998															
S6	ΜΑΙΟΣ '98		0.29	0.24	0.27	0.30	0.31	0.28	0.30	0.28	0.34				0.31
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98			0.21	0.24	0.24	0.28	0.24	0.21	0.34	0.12				0.22
S20	ΜΑΙΟΣ '98		0.33	0.32	0.30	0.39	0.27	0.32	0.25	0.28	0.34				0.29
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98		0.15	0.15	0.17	0.36	0.31	0.23	0.24	0.22	0.20	0.18			0.21
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98							0.27							0.26 0.26
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998															
S6	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.15	1.78	0.64	0.38	1.23	0.84	5.08	0.78	0.29				2.05
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.17	0.12	0.13	0.17	0.18	0.15	0.22	0.11	0.09				0.14
S20	ΙΟΥΛΙΟΣ '98		0.12	2.25	0.83	0.35	1.48	1.01	5.99	1.01	0.37				2.46
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.16	0.29	0.14	0.09	0.11	0.16	0.19	0.17	0.14				0.17
S4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.36	0.50	0.39	0.99	0.31	0.51							0.00
S5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.20	0.17	0.13	0.10	0.12	0.14	0.13	0.09					0.11
S9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.74	0.59	0.69	1.12	0.40	0.71	0.55						0.55
S10	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.32	0.26	0.21	0.16	0.27	0.24	0.22	0.14					0.18
S25	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98		0.13	0.16	0.14	0.22	0.13	0.16	0.12	0.15	0.20		0.17	0.22	0.17
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98							0.44							0.65 0.54
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998															
S6	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.16	0.18	0.15	0.01	0.19	0.14	0.16	0.15	0.18				0.16
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.20	0.10	0.13	0.11	0.11	0.13	0.14	0.10	0.14				0.13
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.55	0.26	0.20	0.16	0.16	0.27	0.15	0.22	0.11				0.16
S20	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98		0.18	0.19	0.11	0.18	0.15	0.16	0.11	0.15	0.23	0.17			0.17
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11	0.42	0.25	0.16	0.30			0.28
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.39	0.30	0.22	0.18	0.14	0.25	0.15	0.21	0.42				0.26
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98							0.18							0.19 0.18
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999															
S6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.54	0.48	0.34	0.39	0.52	0.45	0.31	0.54	0.64				0.50
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.95	0.55	0.26	0.20	0.16	0.42	0.16	0.15	0.22				0.18
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.04	0.09	0.02	0.04	0.05	0.05	0.08	0.03	0.02				0.04
S20	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.47	0.56	0.27	1.91	2.11	1.06	0.75	0.86	0.43				0.68
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.65	0.39	0.30	0.22	0.18	0.35	0.14	0.15		0.21			0.17
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.37	1.41	0.48	0.39	0.25	0.58		0.16	0.29				0.23
S4	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.07	0.09	0.10	0.10	0.06	0.08	0.04						0.04
S5	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.11	0.26	0.52	0.55	0.65	0.42	0.78	0.92					0.85
S9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.31	0.66	1.43	0.70	0.62	0.74	0.54						0.54
S10	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.08	0.04	0.05	0.03	0.10	0.06	0.02	0.03					0.03
S14	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.09	0.13	0.08	0.06	0.04	0.08	0.03						0.03
S25	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.42	0.23	0.08	0.05	0.01	0.16	0.00	0.05	0.07		0.10	0.15	0.07
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99		0.35	0.21	0.18	0.52	0.31	0.31	0.45			0.18	0.19	0.14	0.24
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99							0.37							0.28 0.32
ΑΝΟΙΞΗ 1999															
S6	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.15	0.09	0.00	0.14	0.05	0.09	0.05	0.02	0.03				0.03
	ΜΑΙΟΣ '99		0.44	0.28	0.20	0.13	0.10	0.23	0.37	0.54	0.25				0.39
S20	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99		0.38	0.22	0.17	0.47	0.06	0.26	0.20	0.00		0.20			0.13
	ΜΑΙΟΣ '99		0.30	0.20	0.22	0.31	0.35	0.28	0.32	0.13	0.14				0.20
	Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99							0.21							0.19 0.20

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας ΙΙ.32: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας φωσφορικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μgrat L ⁻¹)				
		ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98		0.06	0.73	0.40
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		0.08	0.62	0.35
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		0.10	0.90	0.50
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		0.07	0.65	0.36
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99		0.08	0.86	0.47

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ PO ₄ ³⁻ (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	4.99	42.92
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	7.05	36.31
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	8.67	52.75
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	6.02	38.05
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	6.87	50.35

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ PO ₄ ³⁻ (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	47.91
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	43.36
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	61.42
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	44.07
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	57.22

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ: ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0,12X143826X10⁶) 17.26

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ PO ₄ ³⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	2.78	3.30
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	2.51	2.93
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	3.56	4.18
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	2.55	3.00
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	3.32	3.92

Πίνακας ΙΙ.33: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας πυριτικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ SiO ₄ ⁴⁻ (μgrat L ⁻¹)				
		ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98		1.48	15.49	8.48
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		1.98	11.21	6.60
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		3.45	17.58	10.51
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		2.03	13.63	7.83
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99		2.51	20.48	11.49

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ SiO ₄ ⁴⁻ (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	126.22	906.89
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	169.13	656.22
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	294.27	1029.26
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	172.96	797.85
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	213.81	1198.89

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ SiO ₄ ⁴⁻ (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	1033.11
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	825.34
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	1323.53
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	970.81
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	1412.70

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ: ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (1,22X143826X10⁶) 175.47

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ SiO ₄ ⁴⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	5.89	6.95
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	4.70	5.41
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	7.54	8.62
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	5.53	6.42
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	8.05	9.42

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.34: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρωδών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.06	0.05	0.05
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.07	0.04	0.06
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.20	0.04	0.12
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.15	0.12	0.14
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.09	0.06	0.08

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO ₂ ⁻ (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	4.69	2.63
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	6.03	2.63
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	17.34	2.45
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	13.00	7.25
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	7.85	3.71

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO ₂ ⁻ (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	7.33
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	8.66
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	19.79
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	20.25
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	11.55

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:
ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.16x143826x10⁶) 23.01

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO ₂ ⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.32	0.31
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.38	0.36
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.86	0.77
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.88	0.86
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.50	0.49

Πίνακας Π.35: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας νιτρικών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (µgrat L ⁻¹)			
	ΒΑΘΟΣ (0-100m) V=85287x10 ⁶ m ³	ΒΑΘΟΣ (100-428m) V=58549x10 ⁶ m ³	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.38	10.08	5.23
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	0.86	7.26	4.06
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	1.85	10.43	6.14
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	1.21	8.13	4.67
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.96	11.61	6.28

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NO ₃ ⁻ (grat x10 ⁶)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	32.54	590.15
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	73.75	424.89
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	158.16	610.58
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	103.32	476.27
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	81.88	679.66

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO ₃ ⁻ (gratx10 ⁶)	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	622.69
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	498.64
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	768.74
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	579.59
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	761.53

ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:
ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ (0.42x143826x10⁶) 60.41

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NO ₃ ⁻ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ		
		ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	10.31	12.45
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	8.25	9.67
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	12.73	14.62
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	9.59	11.13
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	12.61	14.96

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας ΙΙ.36: Υπολογισμός του λόγου συνολικής ποσότητας προς την τιμή αποκτηθείσας αξίας αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NH_4^+ ($\mu\text{grat L}^{-1}$)				
		ΒΑΘΟΣ (0-100m) $V=85287 \times 10^6 \text{ m}^3$	ΒΑΘΟΣ (100-428m) $V=58549 \times 10^6 \text{ m}^3$	Μ.Ο.
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98		0.27	0.26	0.26
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98		0.44	0.65	0.54
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98		0.18	0.19	0.18
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99		0.37	0.28	0.32
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99		0.21	0.19	0.20

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ NH_4^+ ($\text{grat} \times 10^6$)			
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	22.91	15.08	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	37.11	37.90	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	14.94	11.30	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	31.33	16.16	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	18.15	10.98	

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ NH_4^+ ($\text{grat} \times 10^6$)		
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	37.99	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	75.01	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	26.23	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	47.49	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	29.13	

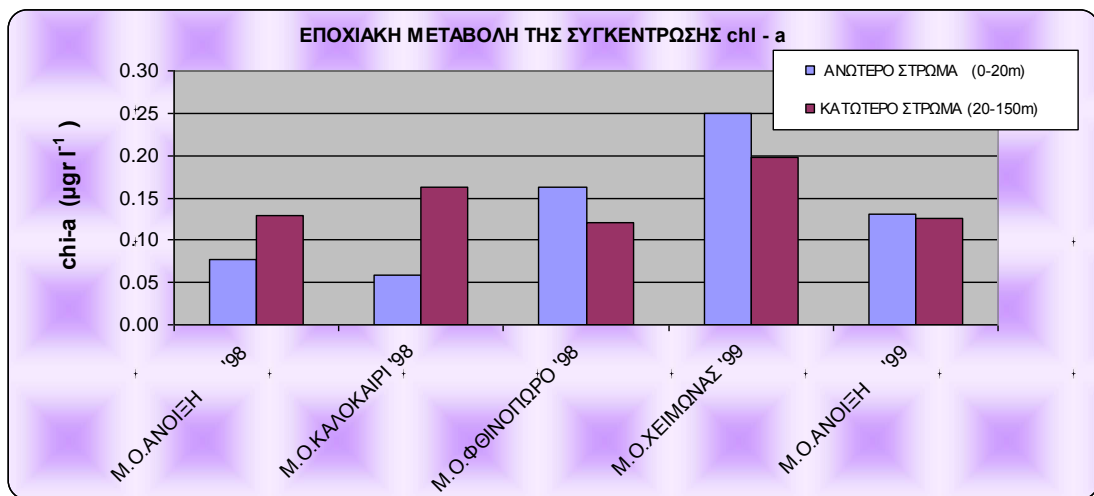
ΑΠΟΚΤΗΘΕΙΣΑ ΑΞΙΑ:
ΤΙΜΗ ΑΝΑΦ. x ΟΓΚΟ ($0.36 \times 143826 \times 10^6$) 51.78

ΛΟΓΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ NH_4^+ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠΟΚΤ. ΑΞΙΑΣ			
			ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '98	0.73	0.73	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98	1.45	1.50	
Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98	0.51	0.51	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99	0.92	0.89	
Μ.Ο.ΑΝΟΙΞΗ '99	0.56	0.56	

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.33: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-5/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) (S6,20 & S4,5,9,10,25) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου													
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-150m)						ΥΔ. ΣΤΗΛΗ		
		2m	10m	M.O.	20m	50m	60m	70m	75m	100m		150m	M.O.
ΑΝΟΙΞΗ 1998													
S6	ΜΑΙΟΣ '98	0.13	0.09	0.11	0.14	0.32	0.34	0.25	0.05	0.01		0.19	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.06	0.07	0.07	0.07	0.36		0.14		0.02	0.01	0.12	
S20	ΜΑΙΟΣ '98	0.07	0.10	0.09	0.12	0.29	0.19		0.17	0.05	0.01	0.14	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	0.04	0.06	0.05	0.08	0.10			0.14	0.04	0.01	0.07	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98			0.08								0.13	0.10
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998													
S6	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.07	0.06	0.07	0.07	0.43	0.54		0.12	0.06		0.24	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.04	0.04	0.04	0.07	0.22			0.13	0.04		0.12	
S20	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	0.09	0.08	0.09	0.08	0.24		0.30		0.07		0.17	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.05	0.05	0.05	0.16			0.07	0.06	0.01	0.07	
S4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.05	0.04	0.05	0.06	0.47			0.20			0.24	
S5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.07	0.08	0.08	0.07	0.34			0.24	0.06	0.03	0.15	
S9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.03	0.06	0.05	0.13	0.38			0.14	0.15		0.20	
S10	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.06	0.06	0.06	0.11	0.39			0.21	0.08	0.01	0.16	
S25	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.07	0.06	0.07	0.06	0.21			0.24	0.04	0.01	0.11	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98			0.06								0.16	0.11
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998													
S6	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.12	0.09	0.11	0.15	0.25			0.05	0.02		0.12	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98		0.29	0.29	0.26	0.33			0.07	0.03	0.01	0.14	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.16	0.18	0.17	0.22	0.21				0.01		0.15	
S20	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.11	0.09	0.10	0.08	0.40			0.09	0.03	0.01	0.12	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.25	0.17	0.21	0.26	0.36		0.07		0.03		0.18	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	0.21	0.18	0.20	0.15	0.14			0.14	0.01	0.00	0.09	
S25	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04			0.08	0.03		0.05	
	M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98			0.16								0.12	0.14
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999													
S6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.23	0.26	0.25	0.18	0.24			0.02	0.01	0.01	0.09	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.28	0.43	0.36	0.44	0.54			0.24	0.03		0.31	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.29	0.29	0.29	0.25	0.38			0.18	0.04	0.02	0.17	
S20	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.16	0.20	0.18	0.26	0.18			0.06	0.01	0.01	0.10	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.25	0.22	0.24	0.35	0.14			0.09	0.12	0.01	0.14	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	0.24	0.22	0.23	0.22	0.31			0.17	0.07	0.01	0.16	
S4	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.28	0.29	0.29	0.19	0.28			0.23	0.08		0.20	
S9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.03	0.43	0.23	0.38	0.40			0.33	0.48		0.40	
S10	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.23	0.21	0.22	0.19	0.20			0.24	0.10		0.18	
S14	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99		0.28	0.28	0.39	0.29		0.32	0.12	0.03		0.23	
S25	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.18	0.22	0.20	0.17	0.21			0.14	0.22		0.19	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99			0.25								0.20	0.22
ΑΝΟΙΞΗ 1999													
S6	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.12	0.09	0.11	0.11	0.28			0.06	0.02	0.01	0.10	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.08	0.09	0.09	0.11	0.76			0.11	0.08	0.01	0.21	
S20	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	0.31	0.17	0.24	0.17	0.19		0.04		0.03	0.01	0.09	
	ΜΑΙΟΣ '99	0.11	0.08	0.10	0.06	0.27			0.14	0.04	0.00	0.10	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99			0.13								0.13	0.13

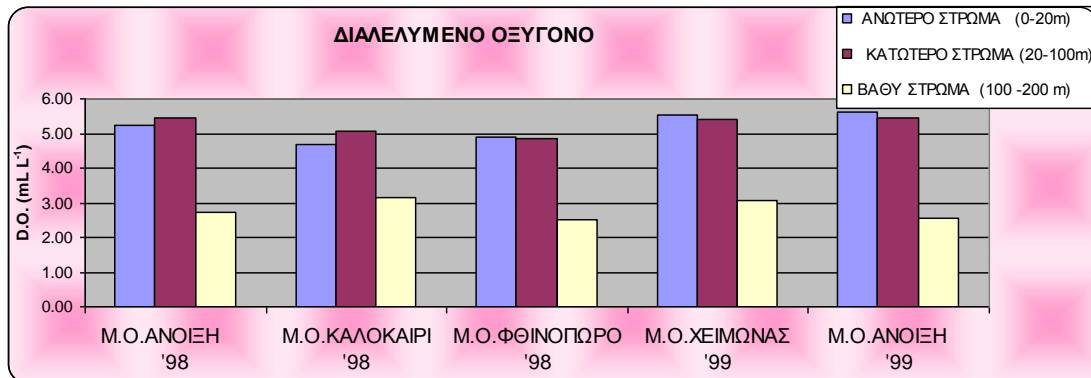


Εικόνα Π.5: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-05/1999)

ΔΥΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Πίνακας Π.38: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ D.O. (mL L ⁻¹) (S6,20 & S4,5,9,10,25) Δυτικής Λεκάνης Σαρωνικού κόλπου													ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-100m)				ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100 -200 m)				
		2m	10m	M.O.	20m	50m	75m	M.O.	100m	150m	200m	M.O.	
ΑΝΟΙΞΗ 1998													
S6	ΜΑΙΟΣ '98	5.34	5.78	5.56	5.67	5.65	5.35	5.56	4.98	1.78	1.44	2.73	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	4.96	4.96	4.96	5.04	5.79	5.16	5.33	4.72	2.06	1.38	2.72	
S20	ΜΑΙΟΣ '98	5.41	5.49	5.45	5.68	5.64	5.26	5.53	4.83	1.76	1.52	2.70	
	ΙΟΥΝΙΟΣ '98	4.93	5.03	4.98	5.04	5.65	5.24	5.31	4.37	1.84	1.78	2.66	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '98			5.24				5.43				2.71	4.46
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 1998													
S6	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	4.75	4.72	4.74	4.85	5.54	5.12	5.17	4.77	1.98	1.44	2.73	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.58	4.66	4.62	4.85	5.49	4.71	5.02	4.25	1.70	1.37	2.44	
S20	ΙΟΥΛΙΟΣ '98	4.71	4.91	4.81	4.83	5.61	5.22	5.22	4.72	2.06	1.76	2.85	
	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.58	4.62	4.60	4.67	5.47	4.89	5.01	4.39	1.92	1.64	2.65	
S4	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.65	4.67	4.66	4.82	5.24	4.80	4.95					
S5	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.65	4.63	4.64	4.86	5.38	4.80	5.01	4.30	4.02		4.16	
S9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.66	4.69	4.68	4.87	5.09	4.77	4.91	4.81			4.81	
S10	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.74	4.76	4.75	5.06	5.29	4.88	5.08	4.37	1.77		3.07	
S25	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.61	4.67	4.64	4.73	5.74	4.86	5.11	4.20	1.94	1.51	2.55	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98			4.68				5.05				3.16	4.30
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ 1998													
S6	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	4.66	4.64	4.65	4.81	4.92	4.38	4.70	3.87	1.62	1.40	2.30	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.91	4.91	4.91	4.91	4.97	4.54	4.81	4.03	1.71	1.43	2.39	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	5.07	5.05	5.06	5.04	5.01	4.60	4.88	4.09	1.75	1.39	2.41	
S20	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	4.63	4.65	4.64	4.67	4.88	4.66	4.74	4.38	1.85	1.66	2.63	
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '98	4.95	4.92	4.94	4.92	5.03	4.61	4.85	4.44	1.93	1.52	2.63	
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ '98	5.13	5.13	5.13	5.15	5.13	4.80	5.03	4.35	1.94	1.61	2.63	
	M.O.ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ '98			4.89				4.84				2.50	4.07
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1999													
S6	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.38	5.38	5.38	5.37	5.36	4.46	5.06	4.04	1.62	1.35	2.34	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.52	5.48	5.50	5.43	5.51	5.05	5.33	3.58	1.58	1.27	2.14	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	5.52	5.61	5.57	5.60	5.54	5.16	5.43	4.07	2.11	1.50	2.56	
S20	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.38	5.38	5.38	5.37	5.38	5.33	5.36	4.10	1.92	1.51	2.51	
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.54	5.54	5.54	5.53	5.58	5.42	5.44	5.06	1.69	1.50	2.75	
	ΜΑΡΤΙΟΣ '99	5.75	5.71	5.73	5.76	5.57	5.58	5.64	5.36	1.93	1.71	3.00	
S4	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.44	5.55	5.50	5.50	5.34	5.44	5.43	3.98			3.98	
S9	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.50	5.52	5.51	5.27	5.40	5.18	5.28	4.94			4.94	
S10	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.55	5.55	5.55	5.47	5.56	5.52	5.52	4.84	1.46		3.15	
S14	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.55	5.53	5.54	5.54	5.52	5.39	5.48	3.69			3.69	
S25	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.59	5.59	5.59	5.57	5.55	5.31	5.48	4.93	2.01	1.42	2.79	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99			5.53				5.40				3.08	4.67
ΑΝΟΙΞΗ 1999													
S6	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	5.68	5.73	5.71	5.74	5.42	5.04	5.40	4.24	1.47	1.32	2.34	
	ΜΑΙΟΣ '99	5.54	5.59	5.57	5.70	5.56	5.14	5.47	5.56	1.32	1.14	2.67	
S20	ΑΠΡΙΛΙΟΣ '99	5.73	5.72	5.73	5.71	5.42	5.12	5.42	4.58	1.81	1.34	2.58	
	ΜΑΙΟΣ '99	5.40	5.61	5.51	5.66	5.72	5.21	5.53	4.72	1.55	1.50	2.59	
	M.O.ΑΝΟΙΞΗ '99			5.63				5.45				2.55	4.54



Εικόνα Π.6: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

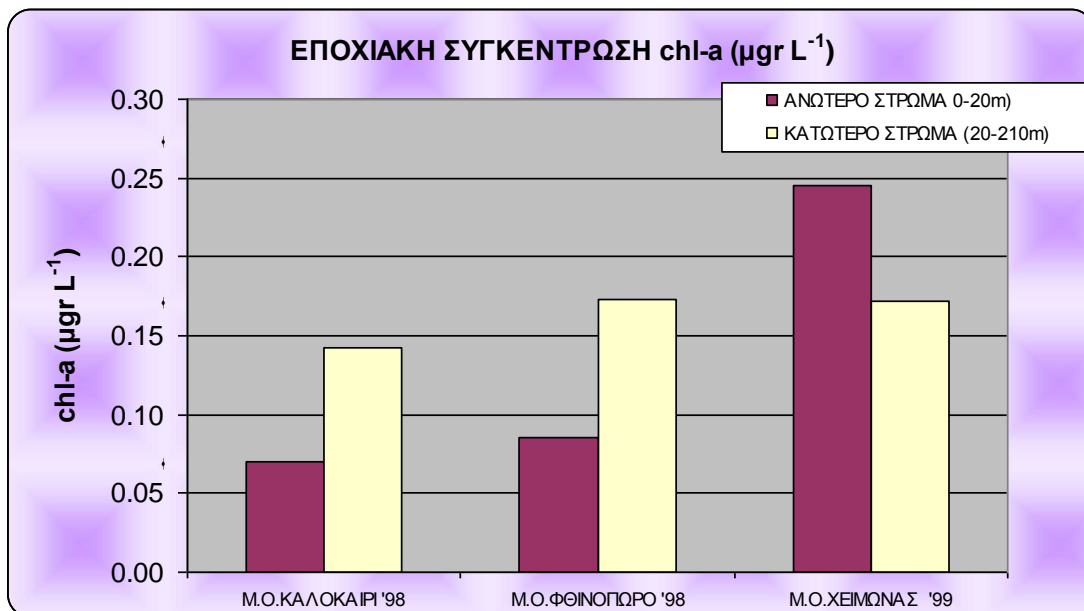
Πίνακας Π.39: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης φωσφορικών, πυριτικών, νιτρωδών, νιτρικών και αμμωνιακών (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ PO ₄ ³⁻ (μg/L) (S21) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)						ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)				ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	20m	50m	75m	M.O.	100m	150m	210m	M.O.	
S21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.06	0.03	0.02	0.08	0.03	0.04	0.06	0.07	0.16	0.10	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.04				0.10	0.07
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						0.04				0.06	0.05
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ SiO ₄ ²⁻ (μg/L) (S21) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)						ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)				ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	50m	75m	M.O.	100m	150m	210m	M.O.	
S21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	2.67	2.29	2.32	1.20	3.16	2.33	3.40	3.45	5.56	4.14	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						2.33				4.14	3.23
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	2.54	2.37	2.21	1.98	2.06	2.23	2.06	1.68	2.22	1.99	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						2.23				1.99	2.11
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₂ ⁻ (μg/L) (S21) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)						ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)				ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	50m	75m	M.O.	100m	150m	200m	M.O.	
S21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.06	0.03	0.07	0.05	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.02				0.05	0.03
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.20	0.19	0.20	0.16	0.16	0.18	0.18	0.17	0.22	0.19	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						0.18				0.19	0.19
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NO ₃ ⁻ (μg/L) (S21) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)						ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)				ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	50m	75m	M.O.	100m	150m	200m	M.O.	
S21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	1.52	0.14	0.00	0.34	0.36	0.47	0.80	1.68	2.92	1.80	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.47				1.80	1.14
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	1.34	0.59	0.37	0.17	0.19	0.53	0.33	0.23	0.29	0.28	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						0.53				0.28	0.41
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ NH ₄ ⁺ (μg/L) (S21) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου												
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-100m)						ΒΑΘΥ ΣΤΡΩΜΑ (100-210m)				ΥΔ.ΣΤΗΛΗ
		0m	10m	20m	50m	75m	M.O.	100m	150m	200m	M.O.	
S21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.21	0.12	0.10	0.17	0.21	0.16	0.14	0.16	0.17	0.16	
	M.O.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98						0.16				0.16	0.16
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.08	0.04	0.07	0.10	0.07	
	M.O.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99						0.08				0.07	0.07

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας Π.40: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a ($\mu\text{gr L}^{-1}$) (S21) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου											
		ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-210m)						ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
		2m	10m	Μ.Ο.	20m	50m	75m	100m	150m	Μ.Ο.	
S21	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	0.06	0.08	0.07	0.08	0.39	0.14	0.08	0.02	0.14	
	Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98			0.07						0.14	0.11
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ '98	0.08	0.09	0.09		0.33	0.27	0.07	0.02	0.17	
	Μ.Ο.ΦΘΙΝΟΠΟΡΟ '98			0.09						0.17	0.13
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	0.30	0.19	0.25	0.39	0.24	0.16	0.06	0.01	0.17	
	Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99			0.25						0.17	0.21

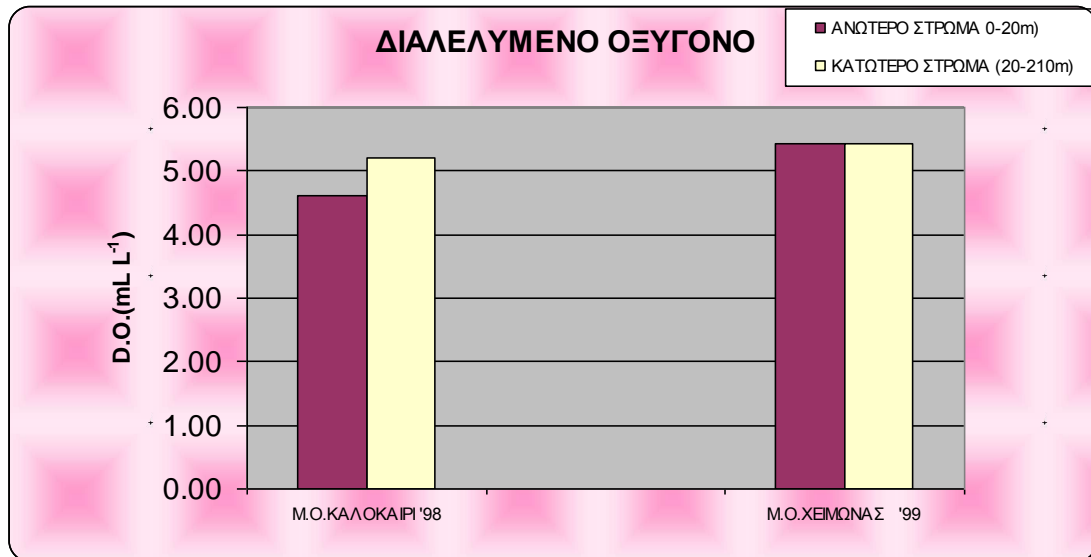


Εικόνα Π.7: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (05/1998-05/1999)

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας ΙΙ.41: Εποχιακές μεταβολές της συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ και ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ chl-a (µgr L ⁻¹) (S21) εξωτερικού Σαρωνικού κόλπου											
	ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (0-20m)			ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΣΤΡΩΜΑ (20-210m)							ΥΔ. ΣΤΗΛΗ
	2m	10m	Μ.Ο.	20m	50m	75m	100m	150m	200m	Μ.Ο.	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ '98	4.62	4.61	4.62	4.70	5.93	5.49	5.17	5.04	4.84	5.20	
Μ.Ο.ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ '98			4.62							5.20	4.91
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ '99	5.47	5.41	5.44	5.45	5.48	5.46	5.48	5.41	5.30	5.43	
Μ.Ο.ΧΕΙΜΩΝΑΣ '99			5.44							5.43	5.44



Εικόνα ΙΙ.8: Γράφημα εποχιακών μεταβολών συγκέντρωσης διαλελυμένου οξυγόνου (05/1998-05/1999)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Πίνακας ΙΙΙ 1: Σταθμοί Δειγματοληψίας Εσωτερικού Σαρωνικού Κόλπου
Χρ. Περιόδων α) 04/1989 έως 03/1990 και β) 05/1998 έως 05/1990

ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ		
1. ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 04/1989 ΕΩΣ 03/1990		
	Φ (γ.πλάτος)	λ (γ.μήκος)
ΣΑΡ 2	37° 55'00''	23° 35'00''
ΣΑΡ 3	37° 50'00''	23° 27'00''
ΣΑΡ 4	37° 52'50''	23° 38'50''
ΣΑΡ 5	37° 48'00''	23° 41'50''
ΣΑΡ 10	37° 53'00''	23° 31'00''
2. ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 05/1998 ΕΩΣ 05/1990		
	Φ (γ.πλάτος)	λ (γ.μήκος)
S3	37° 57'00''	23° 34'48''
S7	37° 55'50''	23° 35'40''
S11	37° 52'92''	23° 38'10''
S13	37° 50'28''	23° 27'12''
S16	37° 47'46''	23° 42'06''
S8	37° 52'80''	23° 31'50''
S12	37° 50'00''	23° 34'00''
S18	37° 46'08''	23° 35'40''

Πίνακας ΙΙΙ 2: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ στρώματος επιφανείας

χρ. περιόδου 08/1989

NO₃⁻ d:0m (ΣΑΡ) 08/89

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.03778286960747	0.018891434803735	
	0.43864			
Residual:	2	0.086137130392531	0.043068565196265	
Total:	4	0.12392		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.30489726926622**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.060155274421516
Z 25%-tile:	0.16980753619613
Z Median:	0.20377549378865
Z 75%-tile:	0.24708069859114
Z Maximum:	0.4785654940215
Z Midrange:	0.26936038422151
Z Range:	0.41841021959998
Z Interquartile Range:	0.077273162395009
Z Median Abs. Deviation:	0.038663864379419
Z Mean:	0.21209899043545
Z Trim Mean (10%):	0.20945568761277
Z Standard Deviation:	0.070329994942479
Z Variance:	0.0049463081886091
Z Coef. of Variation:	0.33159042764931
Z Coef. of Skewness:	0.6252293352698
Z Root Mean Square:	0.22345534214323
Z Mean Square:	0.049932289932346

Πίνακας ΙΙΙ 3: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ στρώματος επιφανείας

χρ. περιόδου 08/1998

NO₃⁻ d:2m (S) 08/98

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.88994159217562	0.44497079608781	
	0.42823			
Residual:	5	5.1954584078244	1.0390916815649	
Total:	7	6.0854		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.14624208633379**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.53538030402168
Z 25%-tile:	1.0969538932712
Z Median:	1.5305464843086
Z 75%-tile:	2.0479705518255
Z Maximum:	3.2951864533126
Z Midrange:	1.9152833786671
Z Range:	2.7598061492909

Z Interquartile Range:	0.95101665855433
Z Median Abs. Deviation:	0.48215259889166
Z Mean:	1.6049716181225
Z Trim Mean (10%):	1.58645470897
Z Standard Deviation:	0.61446215672245
Z Variance:	0.377563742044
Z Coef. of Variation:	0.38284923532869
Z Coef. of Skewness:	0.36558527509217
Z Root Mean Square:	1.7185743036083
Z Mean Square:	2.9534976370228

Πίνακας ΙΙΙ 4: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ βάθους 50 m

χρ. περιόδου 08/1989

NO₃⁻ d:50m (ΣΑΡ) 08/89

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.044098000037803	0.022049000018901	
Residual:	0.52384			
Total:	2	0.084181999962197	0.042090999981099	
	4	0.12828		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.34376364232774**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.020159202308375
Z 25%-tile:	0.071604570680617
Z Median:	0.16121067526109
Z 75%-tile:	0.27121899103592
Z Maximum:	0.45651720098235
Z Midrange:	0.23833820164536
Z Range:	0.43635799867397
Z Interquartile Range:	0.19961442035531
Z Median Abs. Deviation:	0.095366031047107
Z Mean:	0.17873502381135
Z Trim Mean (10%):	0.17443324984864
Z Standard Deviation:	0.11621943509456
Z Variance:	0.013506957093699
Z Coef. of Variation:	0.65023313627233
Z Coef. of Skewness:	0.44658293103993
Z Root Mean Square:	0.21319748082597
Z Mean Square:	0.045453165830542

Πίνακας ΙΙΙ 5: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ βάθους 50 m

χρ. περιόδου 08/1998

NO₃⁻ d:50m (S) 08/98

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
--------	----	----------------	-------------	---

Regression:	2	0.12284412690147	0.061422063450737
	2.1199		
Residual:	4	0.11589873024138	0.028974682560346
Total:	6	0.23874285714286	

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.51454576849588**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.011296422432213
Z 25%-tile:	0.19107480291842
Z Median:	0.3673363987787
Z 75%-tile:	0.45612804183934
Z Maximum:	0.60823773911815
Z Midrange:	0.30976708077518
Z Range:	0.59694131668593
Z Interquartile Range:	0.26505323892092
Z Median Abs. Deviation:	0.098920148306691
Z Mean:	0.32196812429355
Z Trim Mean (10%):	0.32593472668757
Z Standard Deviation:	0.15972383206816
Z Variance:	0.025511702530539
Z Coef. of Variation:	0.49608585451937
Z Coef. of Skewness:	-0.55070110677311
Z Root Mean Square:	0.3594094817776
Z Mean Square:	0.12917517559164

Πίνακας ΙΙΙ 6: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO₄³⁻ επιφανειακού στρώματος
 χρ. περιόδου 08/1989

PO₄³⁻ d:0m (ΣΑΡ) 08/89

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.089655540195715	0.044827770097857	
	0.85824			
Residual:	2	0.10446445980429	0.052232229902143	
Total:	4	0.19412		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.46185627547762**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.023039342703688
Z 25%-tile:	0.047896475122029
Z Median:	0.070411115008018
Z 75%-tile:	0.15037070705808
Z Maximum:	0.54722564916366
Z Midrange:	0.28513249593367
Z Range:	0.52418630645997
Z Interquartile Range:	0.10247423193605
Z Median Abs. Deviation:	0.031360847362797
Z Mean:	0.1129508033296
Z Trim Mean (10%):	0.10162331687933
Z Standard Deviation:	0.096138846363984
Z Variance:	0.0092426777801978
Z Coef. of Variation:	0.85115681810108
Z Coef. of Skewness:	1.745441806462
Z Root Mean Square:	0.1483258633988

Z Mean Square: 0.022000561753

Πίνακας ΙΙΙ 7: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO_4^{3-} επιφανειακού στρώματος
 χρ. περιόδου 08/1989

PO_4^{3-} d:2m (S) 08/98

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	8.4442984052465E-005	4.2221492026233E-005	
Residual:	0.1022			
Residual:	5	0.0020655570159475	0.00041311140318951	
Total:	7	0.00215		

Coefficient of Multiple Determination (R^2): **0.03927580653603**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.010347780096569
Z 25%-tile:	0.024549181261099
Z Median:	0.029647712555953
Z 75%-tile:	0.038578622241569
Z Maximum:	0.050061211504474
Z Midrange:	0.030204495800522
Z Range:	0.039713431407905
Z Interquartile Range:	0.014029440980469
Z Median Abs. Deviation:	0.0070416042559765
Z Mean:	0.030923239956854
Z Trim Mean (10%):	0.030972140371729
Z Standard Deviation:	0.0091288350998945
Z Variance:	8.3335630281067E-005
Z Coef. of Variation:	0.2952095289055
Z Coef. of Skewness:	0.030731180945614
Z Root Mean Square:	0.032242555725473
Z Mean Square:	0.0010395823997103

Πίνακας ΙΙΙ 8: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO_4^{3-} βάθους 50 m
 χρ. περιόδου 08/1989

PO_4^{3-} d:50m (ΣΑΡ) 08/89

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.00063034779877345	0.00031517389938672	
Residual:	0.17659			
Residual:	2	0.0035696522012265	0.0017848261006133	
Total:	4	0.0042		

Coefficient of Multiple Determination (R^2): **0.15008280923177**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.050059761035814
Z 25%-tile:	0.083663096630396
Z Median:	0.087880626294089
Z 75%-tile:	0.10042119403484
Z Maximum:	0.139556637493
Z Midrange:	0.094808199264407
Z Range:	0.089496876457185
Z Interquartile Range:	0.016758097404449
Z Median Abs. Deviation:	0.0058045387008142
Z Mean:	0.092379016998762
Z Trim Mean (10%):	0.092160124465237
Z Standard Deviation:	0.015306837003738
Z Variance:	0.00023429925905899
Z Coef. of Variation:	0.16569603683857
Z Coef. of Skewness:	0.51084947966548
Z Root Mean Square:	0.093638571329963
Z Mean Square:	0.0087681820407165

<p>Πίνακας ΙΙΙ 9: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO₄³⁻ βάθους 50 m χρ. περιόδου 08/1998</p>

PO₄³⁻ d:50m (S) 08/98

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.0072226260644185	0.0036113130322093	
Residual:	4	0.025863088221296	0.0064657720553239	
Total:	6	0.033085714285714		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.21830044236153**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.050240231931847
Z 25%-tile:	0.11853170901133
Z Median:	0.13393391529264
Z 75%-tile:	0.16077639140333
Z Maximum:	0.23871842399848
Z Midrange:	0.14447932796517
Z Range:	0.18847819206664
Z Interquartile Range:	0.042244682392002
Z Median Abs. Deviation:	0.020057235286561
Z Mean:	0.13808554531801
Z Trim Mean (10%):	0.13772797506295
Z Standard Deviation:	0.03222469875169
Z Variance:	0.0010384312096371
Z Coef. of Variation:	0.23336764668218
Z Coef. of Skewness:	0.24085932762658
Z Root Mean Square:	0.1417958004858
Z Mean Square:	0.02010604903541

Πίνακας ΙΙΙ 10: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ στρώματος επιφανείας
 χρ. περιόδου 02/1990

NO₃⁻ d:0 (ΣΑΡ) 02/90

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.24868114898851	0.12434057449426	
Residual:	1.1066			
Total:	4	0.22471885101149	0.11235942550574	

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.52530872198672**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.21040320684275
Z 25%-tile:	0.59287918625435
Z Median:	0.70672142338377
Z 75%-tile:	0.82150442322101
Z Maximum:	1.1136605286028
Z Midrange:	0.66203186772279
Z Range:	0.90325732176007
Z Interquartile Range:	0.22862523696666
Z Median Abs. Deviation:	0.114591403105
Z Mean:	0.70068733222048
Z Trim Mean (10%):	0.70516669726418
Z Standard Deviation:	0.18439889492993
Z Variance:	0.034002952451378
Z Coef. of Variation:	0.26316858668697
Z Coef. of Skewness:	-0.27715639246853
Z Root Mean Square:	0.72454516076338
Z Mean Square:	0.52496568998564

Πίνακας ΙΙΙ 11: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ στρώματος επιφανείας
 χρ. περιόδου 02/1990

NO₃⁻ d:2m (S) 02/99

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.66660486126739	0.3333024306337	
Residual:	2.4308			
Total:	5	0.6855826387326	0.13711652774652	
	7	1.3521875		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.49298256437617**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.93289351560431
Z 25%-tile:	1.3519380117704
Z Median:	1.6197428840438
Z 75%-tile:	1.9215996102623
Z Maximum:	2.1494899576388

Z Midrange:	1.5411917366215
Z Range:	1.2165964420344
Z Interquartile Range:	0.5696615984919
Z Median Abs. Deviation:	0.2887929825632
Z Mean:	1.6196172039525
Z Trim Mean (10%):	1.6248715265498
Z Standard Deviation:	0.32581690957695
Z Variance:	0.10615665856627
Z Coef. of Variation:	0.20116908414027
Z Coef. of Skewness:	-0.13123955225923
Z Root Mean Square:	1.652064328622
Z Mean Square:	2.7293165459053

Πίνακας ΙΙΙ 12: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ βάθους 50 m
 χρ. περιόδου 02/1990

NO₃⁻ d:50 (ΣΑΡ) 02/90

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.019835074931192	0.0099175374655961	
	11.772			
Residual:	2	0.0016849250688078	0.0008424625344039	
Total:	4	0.02152		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.92170422542715**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.48000000000031
Z 25%-tile:	0.53454599636516
Z Median:	0.55998940146747
Z 75%-tile:	0.5985193714129
Z Maximum:	0.67981010548346
Z Midrange:	0.57990505274188
Z Range:	0.19981010548315
Z Interquartile Range:	0.063973375047743
Z Median Abs. Deviation:	0.030478479703556
Z Mean:	0.56747812707803
Z Trim Mean (10%):	0.56617256048626
Z Standard Deviation:	0.0436923170512
Z Variance:	0.0019090185693026
Z Coef. of Variation:	0.076993834592663
Z Coef. of Skewness:	0.46274336006192
Z Root Mean Square:	0.56915766118123
Z Mean Square:	0.32394044328129

Πίνακας ΙΙΙ 13: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής NO₃⁻ βάθους 50 m
 χρ. περιόδου 02/1999

NO₃⁻ d:50m (S) 02/99

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.035513604214543	0.017756802107272	
Residual:	4	0.70265782435689	0.17566445608922	
Total:	6	0.73817142857143		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.048110239491756**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.55570716865575
Z 25%-tile:	0.91578395887751
Z Median:	1.073440405663
Z 75%-tile:	1.21691547311
Z Maximum:	1.4467476548822
Z Midrange:	1.001227411769
Z Range:	0.89104048622649
Z Interquartile Range:	0.30113151423253
Z Median Abs. Deviation:	0.14949772310115
Z Mean:	1.0646968094885
Z Trim Mean (10%):	1.0667587577038
Z Standard Deviation:	0.1871684361897
Z Variance:	0.035032023505699
Z Coef. of Variation:	0.17579505688537
Z Coef. of Skewness:	-0.15574425365407
Z Root Mean Square:	1.0810232743289
Z Mean Square:	1.1686113196407

Πίνακας ΙΙΙ 14: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO₄³⁻ επιφανειακού στρώματος
χρ. περιόδου 02/1990

PO₄³⁻ d:0m (ΣΑΡ) 02/90

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.028408739709847	0.014204369854924	
Residual:	4	0.050271260290153	0.025135630145076	
Total:	6	0.07868		

Coefficient of Multiple Determination (R²): **0.36106684938799**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.10015531711251
Z 25%-tile:	0.23505394338266
Z Median:	0.2716312051178
Z 75%-tile:	0.31117676779584
Z Maximum:	0.46817081920116
Z Midrange:	0.28416306815684
Z Range:	0.36801550208865
Z Interquartile Range:	0.076122824413185
Z Median Abs. Deviation:	0.037756112684845
Z Mean:	0.27610013027563
Z Trim Mean (10%):	0.27568153248459
Z Standard Deviation:	0.065896004273863
Z Variance:	0.004342283379261

Z Coef. of Variation:	0.23866705244971
Z Coef. of Skewness:	0.23207111049728
Z Root Mean Square:	0.28385483141472
Z Mean Square:	0.080573565317478

Πίνακας ΙΙΙ 15: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO_4^{3-} επιφανειακού στρώματος
 χρ. περιόδου 02/1999

PO_4^{3-} d:2m (S) 02/99

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.2217500058316	0.1108750029158	
Residual:	1.8144			
Total:	5	0.3055374941684	0.061107498833679	
	7	0.5272875		

Coefficient of Multiple Determination (R^2): **0.42054857327663**

Grid Statistics

Z Minimum:	0.019806763182991
Z 25%-tile:	0.084013399128345
Z Median:	0.16158041577775
Z 75%-tile:	0.31373758724766
Z Maximum:	0.85442486239838
Z Midrange:	0.43711581279069
Z Range:	0.83461809921539
Z Interquartile Range:	0.22972418811931
Z Median Abs. Deviation:	0.094441644896748
Z Mean:	0.21630282391484
Z Trim Mean (10%):	0.202383781032
Z Standard Deviation:	0.1650159618575
Z Variance:	0.027230267667755
Z Coef. of Variation:	0.76289323861284
Z Coef. of Skewness:	1.1205583064401
Z Root Mean Square:	0.27206098452606
Z Mean Square:	0.07401717930129

Πίνακας ΙΙΙ 16: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO_4^{3-} βάθους 50 m
 χρ. περιόδου 02/1990

PO_4^{3-} d:50m (ΣΑΡ) 02/90

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.0050927817490896	0.0025463908745448	
Residual:	1.2773			
	2	0.0039872182509104	0.0019936091254552	

Total: 4 0.00908

Coefficient of Multiple Determination (R^2): **0.56087904725657**

Grid Statistics

Z Minimum: 0.14607439559101
 Z 25%-tile: 0.15151460093765
 Z Median: 0.16218920192148
 Z 75%-tile: 0.18154500125468
 Z Maximum: 0.25956140493323

Z Midrange: 0.20281790026212
 Z Range: 0.11348700934222
 Z Interquartile Range: 0.030030400317036
 Z Median Abs. Deviation: 0.012237250181661

Z Mean: **0.16991980608578**
 Z Trim Mean (10%): 0.16771132552264
 Z Standard Deviation: **0.022754837569782**
 Z Variance: 0.00051778263282716

Z Coef. of Variation: 0.13391515735543
 Z Coef. of Skewness: 1.2884271840454

Z Root Mean Square: 0.17143664466227
 Z Mean Square: 0.029390523133056

Πίνακας ΙΙΙ 17: Αποτελέσματα χωρικής παρεμβολής PO ₄ ³⁻ βάθους 50 m
χρ. περιόδου 02/1999

PO₄³⁻ d:50m (S) 02/99

Gridding Report

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.017424267526267	0.0087121337631333	
Residual:	2.1971			
Residual:	4	0.015861446759448	0.0039653616898619	
Total:	6	0.033285714285714		

Coefficient of Multiple Determination (R^2): **0.52347584842861**

Grid Statistics

Z Minimum: 0.050073101881624
 Z 25%-tile: 0.11863969715251
 Z Median: 0.15030497650963
 Z 75%-tile: 0.19032278437244
 Z Maximum: 0.24965005720382

Z Midrange: 0.14986157954272
 Z Range: 0.19957695532219
 Z Interquartile Range: 0.071683087219932
 Z Median Abs. Deviation: 0.035322231371609

Z Mean: **0.15308842322059**
 Z Trim Mean (10%): 0.15327858611378
 Z Standard Deviation: **0.044909329897601**
 Z Variance: 0.0020168479118515

Z Coef. of Variation: 0.29335549320337
 Z Coef. of Skewness: 0.028849123402799

Z Root Mean Square: 0.15953969172597
 Z Mean Square: 0.025452913236017

