

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ – ΤΟΜΕΑΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Μελέτη της βιοποικιλότητας του παράκτιου
φυτοπλαγκτού στον κόλπο της Καβάλας»**



Γαϊτάνης Κωνσταντίνος
AM:1113201000136

Επιβλέπων Καθηγητής
Θεοφάνης Κωνσταντινίδης

ΑΘΗΝΑ 2017

Περιεχόμενα

1.	Ευχαριστίες	9
2.	Εισαγωγή	
	• Τα Φύκη	10
	• Τα Διάτομα	11
	• Τα Δινομαστιγωτά	15
	• Φυσικοχημικές Παράμετροι	21
3.	Περιοχή Μελέτης – Υλικά & Μέθοδοι	
	• Γεωγραφική Θέση	26
	• Περιοχή Μελέτης	26
	• Υλικά & Μέθοδοι	29
4.	Αποτελέσματα	
	• Καταγραφή των ειδών	31
	• Φωτογραφικό Υλικό	45
5.	Συζήτηση	59
6.	Βιβλιογραφία	63

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή είναι αποτέλεσμα μιας άριστης συνεργασίας με τον αποθανόντα Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Οικολογίας και Ταξινόμικης του Τμήματος Βιολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Ζανιήλ Ζανηλίδη, αρχικό μου επιβλέποντα. Η συλλογή των δειγμάτων και των απαραίτητων μετρήσεων από τον ίδιο, η προσπάθεια για εξασφάλιση των καλύτερων δυνατών συνθηκών για την περάτωση αυτής της εργασίας αλλά και γενικότερα για τις εργασίες των προπτυχιακών φοιτητών του Τομέα, σε καιρούς τόσο δύσκολους για το δημόσιο πανεπιστήμιο, υπήρξαν παράγοντες για τους οποίους του ευχαριστώ βαθύτατα. Μετά τον απρόσμενο θάνατο του κ. Ζανηλιδη, με απόφαση της Γενικής Συνέλευσης του Τμήματος Βιολογίας η επίβλεψη της διπλωματικής εργασίας ανατέθηκε στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Θεοφάνη Κωνσταντινίδη.

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης την κ. Βασίλεια Λαμπρινού για την ανεξάντλητη υπομονή και προθυμία της να βοηθά τόσο εμένα όσο και άλλους φοιτητές με οποιοδήποτε τρόπο αυτά τα δύο χρόνια και να αφιερώνει χρόνο από την δικιά της εργαστηριακή δουλειά για να γίνουμε εμείς καλύτεροι.

Θερμές ευχαριστίες αξίζουν επίσης στην κ. Θεοφάνη Κωνσταντινίδη και την κ. Ιωάννα Λούβρου για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζει στην οικογένειά μου για την αμείωτη υποστήριξη τους αυτά τα έξι χρόνια της φοίτησης μου στο Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ.

Εισαγωγή

ΤΑ ΦΥΚΗ

Τα φύκη είναι μια ετερογενής ομάδα οργανισμών, το μέγεθος των οποίων εμφανίζει μεγάλη διακύμανση, ανήκουν δε σε ποικίλες εξελικτικές σειρές. Ως εκ τούτου, τα φύκη καθορίζονται κυρίως μέσω οικολογικών γνωρισμάτων. Είναι κατά κύριο λόγο φωτοσυνθετικά είδη που παράγουν οξυγόνο και ζουν σε υδατικά ενδιαιτήματα. Σχηματίζουν σπόρια αντί για σπέρματα. Ορισμένα έχουν πολύπλοκους βιολογικούς κύκλους ή κύκλους ζωής (Graham *et al.* 2011). Διαφέρουν πολύ από τα Σπερματοφύτα, τόσο από τα χερσαία όσο και από τα θαλάσσια. Τα τελευταία, εξαιτίας άγνοιας, οι περισσότεροι Έλληνες τα αποκαλούν «φύκια». Ως προς την ονομασία της ομάδας, αξίζει να αναφερθεί ότι στα ελληνικά ο όρος είναι «φύκη» και όχι «άλγες» όπως αναφέρονται λανθασμένα σε ορισμένα έντυπα.



Από πλευρά μορφολογίας, τα φύκη εμφανίζονται με διάφορους τύπους κυτταρικού σώματος (θαλλού). Κοκκοειδείς θαλλοί, αποικίες κοκκοειδών κυττάρων, κοινοβιακές αποικίες και μαστιγιοφόρες αποικίες, μονόσερα διακλαδιζόμενα ή μη νήματα και κοινοκυτταρικοί θαλλοί είναι οι μορφές με τις οποίες εμφανίζονται τα φύκη. Ορισμένα μοιάζουν με μικροσκοπικούς θάμνους, με τσαμπιά σταφυλιού, άλλα μοιάζουν με φύλλα, με δίχτυ, με σωλήνες, κ.ά. Επιπλέον, κατηγοριοποιούνται σε μακροφύκη και μικροφύκη ανάλογα με την δυνατότητα παρατήρησής τους δια γυμνού οφθαλμού ή όχι. Παραδείγματα μικροσκοπικών φυκών είναι τα φύκη που συμμετέχουν στο φυτοπλαγκτό ενώ υπάρχουν μακροφύκη που μπορεί να φτάσουν δεκάδες μέτρα μήκος όπως για παράδειγμα τα Φαιοφύκη που σχηματίζουν τα κελποδάση (Kelps). Μικροσκοπικά είναι τα Κυανοβακτήρια, τα Διάτομα, τα Δινομαστιγωτά, αρκετά Χλωροφύκη, λίγα Ροδοφύκη κ.α. Τα κυανοβακτήρια είναι οι μοναδικοί προκαρυωτικοί εκπρόσωποι των φυκών.

ΔΙΑΤΟΜΑ

Γενικά χαρακτηριστικά

Τα Διάτομα εμφανίζουν κάποια μοναδικά χαρακτηριστικά που τα διακρίνουν από τα υπόλοιπα φωτοσυνθετικά σταχυομαστιγωτά. Σε αυτά περιλαμβάνονται η χαρακτηριστική θήκη που αποτελεί έναν δύσκαμπτο κλειστό θαλαμίσκο που τα περιβάλλει, κύριο συστατικό του οποίου είναι το ένυδρο οξείδιο του πυριτίου και ο γαμετικός βιολογικός τους κύκλος που είναι ασυνήθιστος μεταξύ των πρώτιστων.

Μορφολογία θηκών

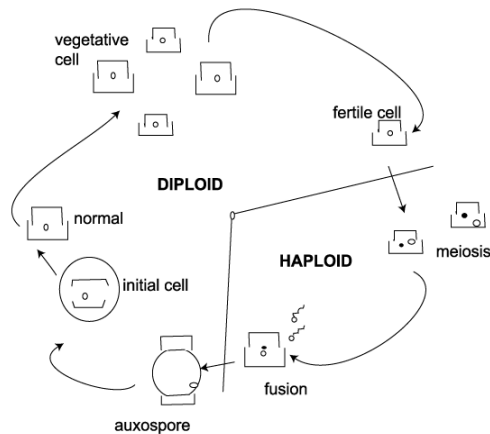
Ο πυθμένας και η άνω επιφάνεια της θήκης ονομάζονται υποθήκη και επιθήκη, αντίστοιχα. Η επιθήκη καλύπτει ελαφρώς την υποθήκη και ως εκ τούτου είναι ελάχιστα μεγαλύτερη σε μέγεθος. Τόσο η επιθήκη όσο και η υποθήκη αποτελούνται από μία πεπλατυσμένη θυρίδα που περιφερειακά περιβάλλεται από ζώνες πυριτίου. Ανάλογα με τον τρόπο παρατήρησης της θήκης των Διατόμων, διακρίνουμε την θυριδική όψη (παρατήρηση της επιφάνειας των θυρίδων) και την ζωνοειδή όψη (πλευρική παρατήρηση). Τέλος, η θήκη των Διατόμων φέρει συχνά μικρούς πόρους γνωστούς ως αρεόλες που βοηθούν στην πλευστότητα και την ελάφρυνση της θήκης, παρέχουν μεγαλύτερη επαφή μεταξύ κυτοπλάσματος και περιβάλλοντος, ενώ συχνά συμβάλλουν και στην κινητικότητα των κυττάρων.

Βιολογικός κύκλος

Όσον αφορά την αναπαραγωγή των διατόμων, αυτή γίνεται τόσο αγενώς με βλαστητική διαίρεση όσο και εγγενώς. Κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό το περιεχόμενο του κυττάρου αυξάνει σταδιακά σε μέγεθος και τα δύο τμήματα του κυτταρικού τοιχώματος αποχωρίζονται. Στη συνέχεια ο πρωτοπλάστης διαιρείται σχηματίζοντας δύο θυγατρικά κύτταρα, το καθένα από τα οποία σχηματίζει ένα νέο τμήμα πυριτικού τοιχώματος, που προσαρμόζεται στο εσωτερικό του παλαιού. Αναλυτικότερα, όταν ένα κύτταρο διαιρείται, κάθε νέο κύτταρο λαμβάνει ως επιθήκη το ένα τμήμα της μητρικής θήκης και μέσα σε δέκα έως είκοσι λεπτά χτίζει την δικιά του επιθήκη. Αυτή η διαδικασία μπορεί να συμβεί από μία έως οκτώ φορές τη μέρα. Η διαθεσιμότητα του διαλυμένου διοξειδίου του πυριτίου είναι ο καθοριστικός παράγοντας που περιορίζει το ρυθμό της αναπαραγωγής. Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι σταδιακά μειώνεται το μέσο μέγεθος της θήκης σε έναν πληθυσμό, υπάρχει ένα συγκεκριμένο όριο στο οποίο η αποκατάσταση του μεγέθους της θήκης είναι απαραίτητη. Αυτό συμβαίνει χάρη στην εγγενή αναπαραγωγή (Εικόνα 1).

Στην εγγενή αναπαραγωγή παράγονται τα Αυξοσπόρια, τα οποία στερούνται πυριτικής θήκης και διογκώνονται μέχρι να φτάσουν ένα μέγιστο μέγεθος. Τότε, το Αυξοσπόριο σχηματίζει ένα αρχικό κύτταρο με μια νέα θήκη να το περιβάλλει.

Πολλά πλαγκτικά είδη διατόμων εναλλάσσονται μεταξύ μιας αγενούς πολλαπλασιαστικής φάσης και ενός σταδίου ηρεμίας με παχιά τοιχώματα (στάδιο έμμουνου σπορίου). Το στάδιο ηρεμίας επέρχεται συνήθως μιας ενεργούς αγενούς αναπαραγωγικής περιόδου όταν τα επίπεδα των θρεπτικών έχουν εξαντληθεί. Τα έμμουνα σπόρια μπορούν να παραμείνουν στο εσωτερικό του μητρικού κυττάρου ή να απομονωθούν από αυτό. Μία πιθανή αύξηση των θρεπτικών κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να προκαλέσει τη βλάστηση του έμμουνου σπορίου.



Εικόνα 1- Απλοποιημένο διάγραμμα που απεικονίζει τον κύκλο ζωής ενός τυπικού Διατόμου. Η μείωση στο μέσο μέγεθος της θήκης του πληθυσμού απαιτεί σε κάποιο σημείο την παραγωγή ενός Αυξοσπορίου που οδηγεί στον σχηματισμό ενός νέου κυττάρου με μέγιστο μέγεθος θήκης και στην επανατροφοδότηση του κύκλου (Πηγή: www.ucl.ac.uk).

Βιολογία του κυττάρου

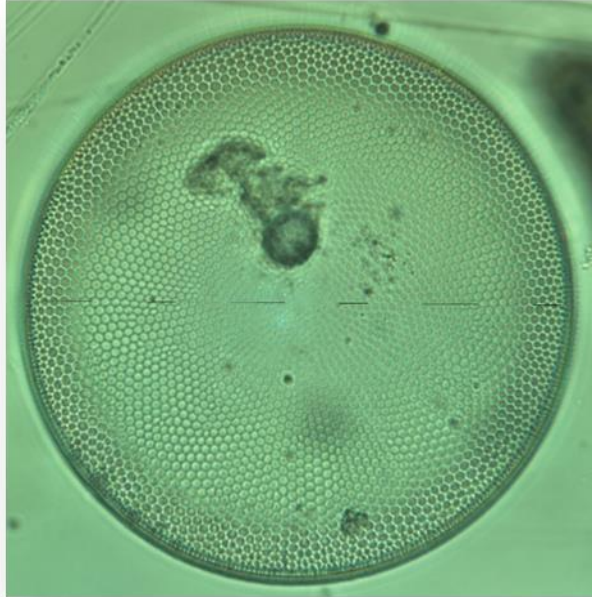
Τα κύτταρα των διατόμων είναι μονοπύρηνα και ανάλογα με το είδος τους φέρουν στο εσωτερικό τους λίγα ευμεγέθη ή πολλά μικρά χρωματοφόρα πλαστίδια. Οι χρωστικές που συνήθως απαντώνται είναι οι χλωροφύλλες α και c, καροτένια και ξανθοφύλλες (λουτεΐνη και φυκοξανθίνη). Συχνά επίσης τα κύτταρά τους περιέχουν πυρηνοειδή, ενώ ως αποταμιευτικό προϊόν σχηματίζουν σταγόνες ελαίων, λευκοσίνη κ.ά αλλά ποτέ άμυλο.

Συστηματική κατάταξη

Τα Διάτομα ανήκουν στο βασίλειο των Χρώμιστων (Chromista) και στην υπερομάδα (superphylum) των φωτοσυνθετικών Σταχυομαστιγωτών (Stramenopiles). Διακρίνονται πολλές κλάσεις εντός της υπερομάδας: α) Coscinodiscophyceae, β) Fragilariophyceae και γ) Bacillariophyceae, σύμφωνα με τους Round *et al.* (1990).

Βασικό κριτήριο για την συστηματική ταξινόμηση των Διατόμων αποτελεί η δομή και η μορφή του πυριτικού τοιχώματός τους, η οποία πολλές φορές είναι πολύπλοκη και παρουσιάζει ποικιλία αυλακώσεων χαρακτηριστικών για κάθε είδος (Εικόνα 2).

Έχουν περιγραφεί περίπου 285 γένη (κατά Round *et al.* 1990) και 10.000-12.000 είδη (Norton *et al.* 1996).



Εικόνα 2 - *Coscinodiscus radiates*, ένα είδος διατόμου.

Με βάση τα μορφολογικά τους κυρίως γνωρίσματα και ειδικά τη συμμετρία της επιφάνειας των θυρίδων τους, τα διάτομα παλαιότερα διαιρούνταν σε δύο τάξεις. Ακόμα και σήμερα χρησιμοποιούμε αυτή τη κατάταξη για εκπαιδευτικούς κυρίως σκοπούς:

Τα Centrales, που διαθέτουν θυρίδες με ακτινωτή συμμετρία και

Τα Pennales, τα οποία έχουν θυρίδες επιμήκεις με αμφίπλευρη συμμετρία.

Οικολογία

Τα Διάτομα εμφανίζονται ως μονήρη μη μαστιγιοφόρα κύτταρα ή σχηματίζουν αποικίες. Το 35%-50% είναι θαλάσσια, ενώ τα υπόλοιπα ζουν σε υφάλμυρα και γλυκά νερά, ακόμη και σε υγρά εδάφη. Δεν διαθέτουν ικανότητα κίνησης ή διαθέτουν περιορισμένη ικανότητα κίνησης κατά μήκος ενός υποστρώματος με έκκριση πηκτωματώδους υλικού μέσω μιας σχισμής που μοιάζει με αυλάκι ή κανάλι και ονομάζεται ραφή. Όντας αυτότροφα, είναι περιορισμένα στην ευφωτική ζώνη, δηλαδή σε βάθος μέχρι περίπου τα 200m, σε άμεση σχέση πάντα και με την διαύγεια του νερού. Υπάρχουν τόσο περιφυτικά όσο και πλαγκτικά είδη.

Ωστόσο, νέα είδη ανακαλύπτονται συνεχώς από απολιθωμένα κοιτάσματα και από τα σύγχρονα ενδιαιτήματα. Η πληθυσμιακή αφθονία των Διατόμων είχε ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση πυριτίου στα ιζήματα των υδάτινων μαζών. Τα υπολείμματα Διατόμων χρησιμοποιούνται επίσης για την αξιολόγηση προηγούμενων περιβαλλοντικών συνθηκών, δηλαδή των συνθηκών του περιβάλλοντος που επικρατούσαν όταν οι οργανισμοί βρίσκοντας στη ζωή.

Η διαβίωση των Διατόμων λαμβάνει χώρα σε ποικίλους βιοτόπους. Παρατηρούνται αιωρούμενα στο πλαγκτόν αλλά και εδραζόμενα σε έμβιους οργανισμούς ή μη έμβια υποστρώματα, ενώ σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να σχηματίζουν επιβλαβείς αναπτύξεις. Μερικά Διάτομα είναι επιζωικά, αναπτυσσόμενα σε επιφάνειες υδρόβιων

ζώων, όπως π.χ, καρκινοειδών και θαλάσσιων κητών. Άλλα, είναι ενδοσυμβιωτικά και αναπτύσσονται στο εσωτερικό των κυττάρων άλλων πρώτιστων.

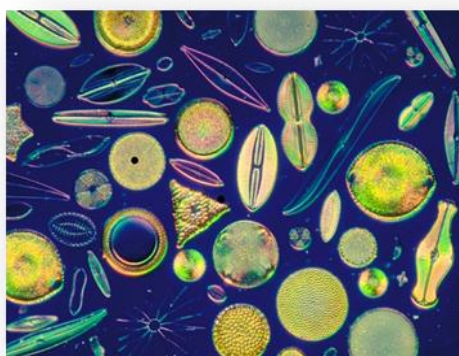
Τα Διάτομα έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο παρελθόν, αλλά και σήμερα επηρεάζοντας σημαντικά την παγκόσμια ανακύκλωση πυριτίου και άνθρακα και καθορίζοντας τις σχέσεις των υδατικών τροφικών πλεγμάτων.

Έχουν δημιουργηθεί τεράστιες αποθέσεις πυριτικών τοιχωμάτων που οφείλονται στην έντονη παρουσία των διατόμων κατά τη Τριτογενή και Τεταρτογενή περίοδο. Στο βυθό των θαλασσών σε διάφορες ωκεάνιες περιοχές οι θήκες των νεκρών διατόμων καθιζάνουν, συσσωρεύονται και σχηματίζουν μεγάλες αποθέσεις, γνωστές ως γη των διατόμων. Τα ιζήματα αυτά έχουν πολλές εμπορικές εφαρμογές, όπως κατασκευή φίλτρων, ηχομονωτικών και θερμομονωτικών υλικών, καθαριστικών, αποσμητικών, λειαντικών και πολλών άλλων υλικών.

Τα διάτομα συμμετέχουν συχνά σε φαινόμενα «άνθισης του νερού» (ή φυτοπλαγκτικής «άνθισης») – ο αντίστοιχος αγγλικός όρος είναι «waterbloom», δηλαδή φαινόμενα κατά τα οποία ορισμένα φύκη αυξάνονται ανά περιόδους σε αφθονία και βιομάζα, εξ' αιτίας της επικράτησης ευνοϊκών συνθηκών στο νερό (διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, θερμοκρασία και άλλοι παράγοντες). Τότε το νερό χρωματίζεται ανάλογα με τις φωτοσυνθετικές χρωστικές των οργανισμών που επικρατούν. Τα διάτομα εμφανίζουν φαινόμενα άνθισης τόσο σε λίμνες όσο και σε παράκτιες αλλά και ωκεάνιες περιοχές (για παράδειγμα στον Ατλαντικό ωκεανό) συνήθως κατά την άνοιξη.

Ρόλος

Τα διάτομα είναι σημαντικοί πρωτογενείς παραγωγοί στα υδάτινα οικοσυστήματα. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται ότι το 20% (Graham *et al.*,2011) της συνολικής δέσμευσης του άνθρακα πραγματοποιείται από αυτά και θεωρούνται οι σημαντικότεροι πλαγκτικοί πρωτογενείς παραγωγοί της ανοικτής θάλασσας στις εύκρατες και πολικές περιοχές.



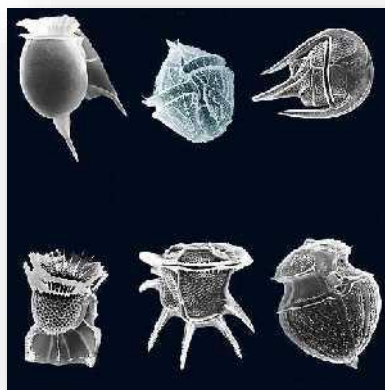
ΔΙΝΟΜΑΣΤΙΓΩΤΑ

Γενικά χαρακτηριστικά

Ο όρος Δινομαστιγωτά προέρχεται από την ελληνική λέξη δινέω, που σημαίνει περιδινούμαι (στροβιλίζομαι). Το στροβίλισμα των οργανισμών αυτών οφείλεται στην κίνηση των δύο μαστίγιων τους. Ωστόσο, τα δινομαστιγωτά εμφανίζονται επίσης με αρκετούς τύπους μη-μαστιγοφόρων μονοκύτταρων ή νηματοειδών μορφών, των οποίων οι σχέσεις συγγένειας με τα άλλα δινομαστιγωτά αποκαλύπτονται από την χαρακτηριστική δομή των αναπαραγωγικών τους κυττάρων (Graham *et al.* 2011).

Συστηματική

Τα Δινομαστιγωτά από κοινού με τα κολποδελλίδια, τα γεγαρίνια, το γένος *Chromeravelia*, τα ακροσύνθετα και τα βλεφαριδωτά διαμορφώνουν μια υπερομάδα (ή υπεράθροισμα, superphylum) γνωστή ως φατνωτά (επισήμως Alveolata), επειδή τα κύτταρα τους συνήθως φέρουν περιφερειακά κυστίδια, γνωστά ως φάντια (alveoli). Τα φατνωτά φαίνεται να είναι οι πιο στενοί συγγενείς των Σταχυομαστιγωτών (Stramenopiles), μια εξελικτική σειρά χαρακτηριζόμενη από ποικιλότητα μελών πρώιμης διαφοροποίησης, ετερότροφων και καταφανώς άνευπλαστιδίων (Graham *et al.* 2011).

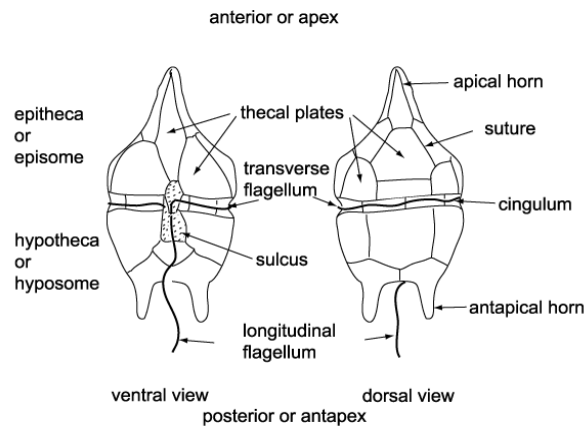


Μορφολογία

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των Δινομαστιγωτών είναι η σύνθετη δομή του τοιχώματος. Η πρώιμη κατάταξη των Δινομαστιγωτών βασίστηκε στην παρουσία ή απουσία ενός συμπαγούς εξωτερικού κυτταρικού καλύμματος, της θήκης. Το σχέδιο των πλακών που σχηματίζουν την θήκη είναι ένα καθοριστικό στοιχείο για την κατάταξη τόσο των Δινομαστιγωτών όσο και δινοκύστεων που σχηματίζουν.

Τα Δινομαστιγωτά διαθέτουν δύο μαστίγια. Το ένα (εγκάρσιο μαστίγιο) μπορεί να περιέχεται σε μια δομή που μοιάζει με αυλάκι γύρω από τον ισημερινό του οργανισμού, υποβοηθώντας την εμπρόσθιο κίνηση και την περιστροφή των

Δινομαστιγωτών. Το άλλο μαστίγιο λειτουργεί κυρίως ως πηδάλιο και υστερεί στην ικανότητα προώθησης σε σχέση με το πρώτο (Εικόνα 3).

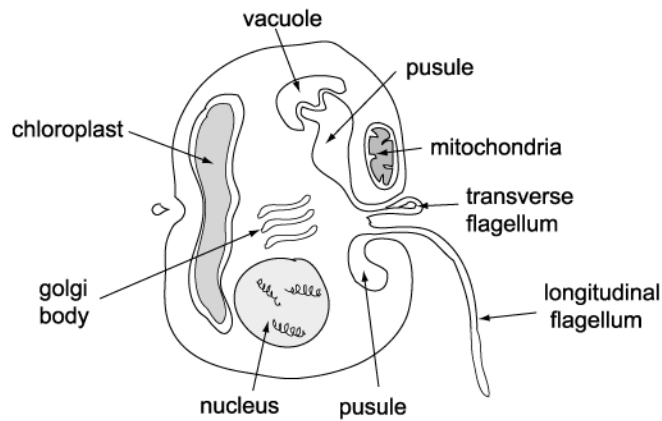


Εικόνα 3 – Κύρια χαρακτηριστικά της εξωτερικής μορφολογίας ενός τυπικού Δινομαστιγωτού(www.ucl.ac.uk).

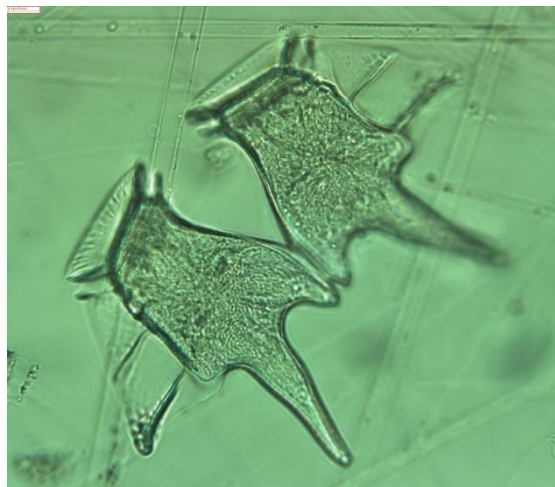
Βιολογία του κυττάρου

Το κυτταρόπλασμα των Δινομαστιγωτών περιέχει τυπικά ευκαρυωτικά οργανίδια, συμπεριλαμβανομένων του αδρού και λείου ενδοπλασματικού δικτύου, της συσκευής Golgi, μιτοχονδρίων, λιπιδικών και αμυλούχων αποθέσεων, αποταμιευτικών κενотоπιών κ.ά (Εικόνα 4). Επίσης, μπορεί να περιέχουν χαρακτηριστικά οργανίδια όπως:

- Μια κοιλότητα που έχει προταθεί ότι μπορεί να λειτουργεί ως ωσμορυθμιστής, να επιτελεί αποβολή αποβλήτων και να βοηθά στην επίπλευση ή/και τη διατροφή και η οποία καλείται 'pusule'.
- Φωτοευαίσθητα οργανίδια ή οφθαλμικές κηλίδες ή οφθαλμίδια.
- Χλωροπλάστες που οριοθετούνται από τρεις αντί για δύο μεμβράνες όπως συνηθίζεται, γεγονός που εξηγείται από τα γεγονότα ενδοσυμβίωσης (δευτερογενή και τριτογενή ενδοσυμβίωση).
- Τα δύο ανόμοια μαστίγια, τα οποία εμφανίζει η μεγάλη πλειοψηφία των Δινομαστιγωτών κατά τη διάρκεια ενός τουλάχιστον σταδίου του κύκλου ζωής τους. Συνήθως εκφύονται από την κοιλιακή επιφάνεια και κάποιες φορές από το πρόσθιο άκρο.



Εικόνα 4 – Οργανίδια ενός τυπικού Δινομαστιγωτού (www.ucl.ac.uk)



Εικόνα 5– Δύο άτομα του γένους *Dinophysis*.

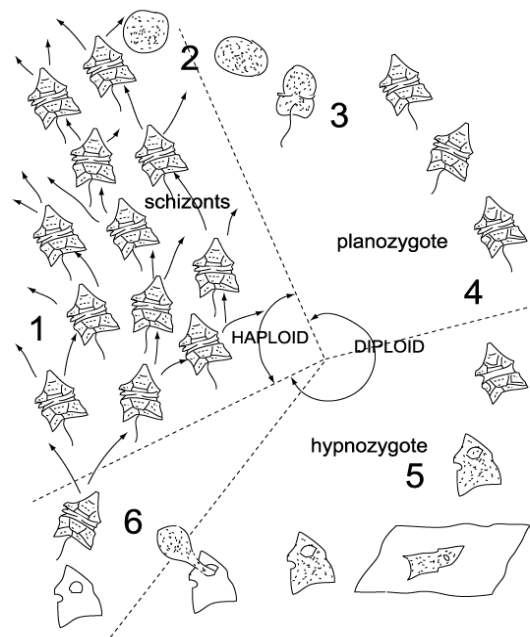
Βιολογικός κύκλος

Ο κύκλος ζωής των Δινομαστιγωτών είναι πολλαπλών σταδίων. Ο Evitt (1985) αναγνώρισε έξι στάδια στην ομοταξία Peridinales των Δινομαστιγωτών (Εικόνα 6).

1. Κατά τη διάρκεια των περιόδων που ευνοείται η ταχεία ανάπτυξη και η επέκταση του πληθυσμού κυριαρχεί η αγενής σχάση δίνοντας κινητά απλοειδή άτομα.
2. Αυτά τα απλοειδή άτομα δρουν ως γαμέτες με την επίδραση κάποιου άγνωστου ερεθίσματος, ζευγαρώνουν και σχηματίζουν διπλοειδείς γαμέτες. Ένα ή περισσότερα μέρη της θήκης μπορούν να χαθούν κατά την παραπάνω διαδικασία.
3. Ο διπλοειδής ζυγώτης κατασκευάζει νέα θήκη και συνεχίζει να διαθέτει κινητικότητα ως πλανοζυγώτης.
4. Σε πολλά είδη η θήκη του ζυγώτη γίνεται πολύ πιο παχιά και σημαντικά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του απλοειδούς ατόμου. Το περίγραμμά της γίνεται πιο ακανόνιστο, ο πρωτοπλάστης γίνεται πιο κοκκώδης, τα επίπεδα δραστηριότητας μειώνονται και ύστερα από περίπου δεκαπέντε μέρες τα μαστίγια χάνονται και το κύτταρο μετατρέπεται σε υπνοζυγώτη. Ο

- πρωτοπλάστης συρρικνώνεται και απομακρύνεται από τα τοιχώματα της θήκης. Οι πλάκες της σπάνε και το εσωτερικό είναι πλέον εκτεθειμένο.
5. Ο υπνοζυγώτης ή το κύτταρο που βρίσκεται σε λήθαργο κατακάθεται στον πυθμένα της θάλασσας.
 6. Ύστερα από μια περίοδο λήθαργου ο πρωτοπλάστης αποकुστηδιώνεται τυπικά μέσω μιας αρχαιοπύλης και ο κύκλος κλείνει με μειωτική διαίρεση που παράγει ξανά απλοειδή κινητά κύτταρα με θήκη.

Εγγενής αναπαραγωγή μπορεί να επιτευχθεί εργαστηριακά με κατάλληλη παροχή θρεπτικών συστατικών, θερμοκρασίας και φωτός. Στη φύση η εγγενής αναπαραγωγή είναι γνωστό ότι συμβαίνει στα τέλη του καλοκαιριού και του φθινοπώρου.



Εικόνα 6– Κύκλος ζωής ενός τυπικού Δινομαστιγωτού (www.ucl.ac.uk).

Οικολογία

Η πλειοψηφία των Δινομαστιγωτών είναι θαλάσσια και μαζί με τα κοκκολιθοφόρα και τα διάτομα αποτελούν τους πιο σημαντικούς πρωτογενείς παραγωγούς στους ωκεανούς. Τα Δινομαστιγωτά είναι επίσης κοινά σε λίμνες του γλυκού νερού, ποτάμια, βάλτους και μπορεί να φτάνουν σε υψηλές συγκεντρώσεις. Τα Δινομαστιγωτά μελετώνται συνήθως κατά τη διάρκεια του κινητού σταδίου τους. Δινομαστιγωτά που σχηματίζουν κύστες βρίσκονται σε όλα τα ωκεάνια οικοσυστήματα, ωστόσο, κυριαρχούν σε ρηχά παράκτια ύδατα όπου οι κύστες μπορεί να σχηματίσουν μεγάλους πληθυσμούς. Η κατανομή των δινοκύστεων ακολουθεί συνήθως πρότυπα που βασίζονται σε συστήματα γεωγραφικού πλάτους, θερμοκρασίας, αλατότητας και βάθος υδάτων.

Τα Δινομαστιγωτά παρουσιάζουν μια ποικιλία στις διατροφικές τους στρατηγικές. Περίπου τα μισά είδη είναι μιξότροφοι οργανισμοί δηλαδή φωτοσυνθέτουν και ταυτόχρονα είναι δυνητικά ετερότροφοι. Η ικανότητα τους να μεταναστεύουν κατακόρυφα στην υδάτινη στήλη σημαίνει ότι μπορούν να επωφεληθούν από τα αυξημένα επίπεδα θρεπτικών σε μεγαλύτερα βάθη κατά τη διάρκεια της νύχτας και να επιστρέψουν κοντά στην επιφάνεια για να φωτοσυνθέσουν κατά τη διάρκεια της

μέρας. Αποκλειστικά ετερότροφα δινομαστιγωτά είναι γνωστό ότι τρέφονται με φύκη, μεταξύ άλλων και με άλλα δινομαστιγωτά, αυγά και τις προνύμφες άλλων πλαγκτικών οργανισμών (Εικόνα 7).

Τα δινομαστιγωτά έχουν πιο αργό χρόνο μετάβασης από γενιά σε γενιά απ' ό,τι τα διάτομα και γι' αυτό συνήθως ακολουθούν τις αναπτύξεις των διατόμων.



Εικόνα 7-*Protoperidinium* θηρέει αποικία διατόμων(http://www.icm.csic.es/bio/projects/gezm/microzoo/fotos_micro/Protop.jpg).

Δεδομένα από θαλάσσια ύδατα και γλυκά ύδατα υποστηρίζουν ότι τα Δινομαστιγωτά βρίσκονται τόσο σε πελαγικά όσο και σε βενθικά ενδιαιτήματα, όπως στην άμμο του πυθμένα. Εκεί όμως αντιμετωπίζουν ορισμένους οικολογικούς περιορισμούς, όπως η ευαισθησία τους στην τύρβη και το σχετικά μεγάλο τους μέγεθος με τον επακόλουθο χαμηλό λόγο επιφανείας προς όγκο, παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα τους να προσλάβουν θρεπτικά.

Πληθυσμιακές εξάρσεις ή 'ανθίσεις' (blooms)

Αρκετές προσαρμογές που διαθέτουν ως επί το πλείστον τα φωτοσυνθετικά είδη των Δινομαστιγωτών τους δίνουν την ικανότητα να σχηματίσουν επιβλαβείς πληθυσμιακές εξάρσεις (blooms) όταν βρίσκονται σε άφθονα θρεπτικά. Τα blooms είναι φαινόμενα ταχείας αύξησης κάποιου οργανισμού του φυτοπλαγκτού, των αλμυρών, γλυκών και υφάλμυρων υδάτων, με αποτέλεσμα τον χρωματισμό των επιφανειακών νερών. Στη περίπτωση των δινομαστιγωτών, ο χρωματισμός οφείλεται στις μεγάλες συγκεντρώσεις ξανθοφύλλης των χλωροπλαστών και παρατηρείται συχνά σε παράκτιες περιοχές με θερμά ύδατα όπως στον κόλπο του Μεξικού (Εικόνα 8), στην ανατολική ακτή της Β. Αμερικής. Οι ανθίσεις στον κόλπο του Μεξικού είναι αποτέλεσμα υψηλών συγκεντρώσεων του είδους *Karenia brevis*. Σε υψηλές συγκεντρώσεις οι τοξίνες του παραλύουν το κεντρικό νευρικό σύστημα των ψαριών και αυτά πεθαίνουν από ασφυξία. Επίσης, είδη του γένους *Alexandrium* παράγουν επικίνδυνες για τον άνθρωπο τοξίνες.



Εικόνα 8-Άνθιση Δινομαστιγωτών στον κόλπο του Μεξικού.

Στην Ελλάδα το πιο γνωστό παράδειγμα άνθισης είναι αυτό του Θερμαϊκού κόλπου, με πρώτη εμφάνιση το 1988. Τα αίτια που προκαλούν τα φαινόμενα αυτά στον Θερμαϊκό κόλπο είναι κυρίως ανθρωπογενή. Αστικά λύματα και γεωργικά λιπάσματα καταλήγουν, ακόμη και χωρίς να έχουν υποστεί επεξεργασία, στη θάλασσα προκαλώντας ευτροφισμό, ο οποίος σε συνδυασμό με άλλες ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια) καθώς και τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής (μικρό βάθος, μικρός ρυθμός ανανέωσης του νερού), πληροί τις ικανές προϋποθέσεις για να υπάρξει φυτοπλαγκτική άνθιση (Εικόνα 9).

Η μετέπειτα αποσύνθεση του φυτοπλαγκτού δημιουργεί υποξικές συνθήκες στα νερά του κόλπου με αποτέλεσμα να κινδυνεύει η ιχθυοπανίδα της περιοχής καθώς και οι κοντινές καλλιέργειες μυδιών.



Εικόνα 9-Άνθιση Δινομαστιγωτών στον Θερμαϊκό κόλπο.

Παλαιο-οικολογία

Τα Δινομαστιγωτά θεωρούνται από τους πιο πρωτόγονους οργανισμούς ανάμεσα στους ευκαρυώτες. Η πρώτη συνεχής καταγραφή δινοκύστεων προέρχεται από τα μέσα του Τριαδικού από αποθέσεις που βρέθηκαν στην Αυστραλία, ενώ τα πρώτα καταγεγραμμένα απολιθώματα δινοκύστεων προέρχονται από στρώματα του Σιλούριου. Πιστεύεται ότι τα πρώτα Δινομαστιγωτά δεν παρήγαγαν κύστες, ή

παρήγαγαν κύστες ικανές να απολιθωθούν αλλά δεν αναγνωρίστηκαν ως τέτοιες. Λόγω του πολύπλοκου κύκλου ζωής που περιλαμβάνει πολλά στάδια και την ικανότητά τους να μεταπηδούν από στρατηγικές παραγωγής κύστεων σε μη παραγωγή κύστεων, φαίνεται σχεδόν ακατόρθωτο να αναπαραστήσουμε την εξελικτική τους ιστορία. Από την άποψη της γενικής τάσης της ποικιλότητας των ειδών, υπάρχει μια απότομη αύξηση κατά τη διάρκεια του Ιουρασσικού και τις αρχές της Κρητιδικής περιόδου, με αποκορύφωμα τα μέσα της τελευταίας. Μια απότομη πτώση σημειώθηκε από τα μέσα της Κρητιδικής περιόδου και ακολουθείται από μια εξίσου απότομη αύξηση φτάνοντας σε κορύφωση κατά τη διάρκεια του Μαστρίχτιου. Από το σημείο αυτό έως και τα τέλη του Παλαιόκαινου η ποικιλομορφία μειώθηκε ξανά μέχρι να φτάσουμε στις αρχές του Ηώκαινου. Από το Ηώκαινο έως σήμερα η ποικιλομορφία έχει μειωθεί σχεδόν στο ένα τρίτο της αντίστοιχης που επετεύχθει κατά την Κρητιδική περίοδο.

Ιστορικά στοιχεία

Το πρώτο Δινομαστιγωτό περιγράφηκε από τον Baker το 1753, ενώ το πρώτο είδος ονομάστηκε επίσημα από τον Muller το 1773. Οι πρώτες μορφές απολιθωμάτων περιγράφηκαν από τον Ehrenberg το 1830 από πυριτόλιθο της Κρητιδικής εποχής. Το 1933 ο Wetzel ονόμασε το γένος *Hystrichosphaera* λόγω της αγκαθωτής σφαιρικής μορφής του, δίνοντας αφορμή για τον γενικό όρο 'hystricosphere'. Στις αρχές του 1900 ο Kofoid διατύπωσε μια τυποποιημένη περιγραφή των Δινομαστιγωτών, η οποία είναι σε χρήση ακόμη και σήμερα. Το 1961 ο Evitt διέκρινε ότι τα ανοίγματα στα τοιχώματα των κύστεων αντιστοιχούν στις πλάκες της θήκης ενός Δινομαστιγωτού και ονόμασε τα ανοίγματα αυτά αρχαιοπύλες (archeopyles).

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Οι φυσικοχημικές παράμετροι διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της σύστασης των υδρόβιων ενδιαιτημάτων, τόσο σε φυτικούς όσο και σε ζωικούς οργανισμούς. Ειδικότερα για τους υδρόβιους φυτικούς οργανισμούς, όπως το φυτοπλαγκτόν, οι παράμετροι αυτοί αποτελούν συνήθως περιοριστικούς παράγοντες αύξησης και για την επιβίωση πολλών ειδών συχνά οι τιμές τους πρέπει να βρίσκονται εντός συγκεκριμένων ορίων.

Φυσικές παράμετροι: Θερμοκρασία, Αλατότητα, Πυκνότητα (sigma-t)

Χημικές παράμετροι: Συγκεντρώσεις χλωροφύλλης α, φαιοφυτίνης, περιεκτικότητες σε NO₃, NO₂, PO₄, SiO₂, NH₃, Tot-P και Tot-N.

- Σήμερα η μέτρηση της αλατότητας γίνεται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά συστήματα με ενσωματωμένους υπολογιστές που μετρούν την αγωγιμότητα και καθορίζουν την αλατότητα κάνοντας τις απαραίτητες διορθώσεις για θερμοκρασία και πίεση.
- Γιά την μέτρηση της διαύγειας των υδάτων συνήθως χρησιμοποιείται ο δίσκος Secchi.



ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Αλατότητα

Το 1909 το Διεθνές Συμβούλιο για την εξερεύνηση της Θάλασσας (ICES) καθιέρωσε τον ορισμό της αλατότητας ως εξής:

«Αλατότητα είναι το συνολικό ποσό σε γραμμάρια των διαλυμένων ουσιών που περιέχονται σε 1kg θαλασσινού νερού, όταν όλα τα ανθρακικά έχουν μετατραπεί σε οξείδια, το βρώμιο και το ιώδιο έχουν αντικατασταθεί από χλώριο και όλα τα οργανικά έχουν οξειδωθεί τελείως».

Sigma-t

Ο παράγοντας sigma-t αναφέρεται ουσιαστικά στην πυκνότητα των υδάτων. Η πυκνότητα είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την κίνηση στην υδάτινη στήλη.

Η πυκνότητα του θαλασσινού νερού εξαρτάται από:

1. Την θερμοκρασία
2. Την αλατότητα και
3. Την πίεση, η οποία αυξάνεται όσο αυξάνεται το βάθος.

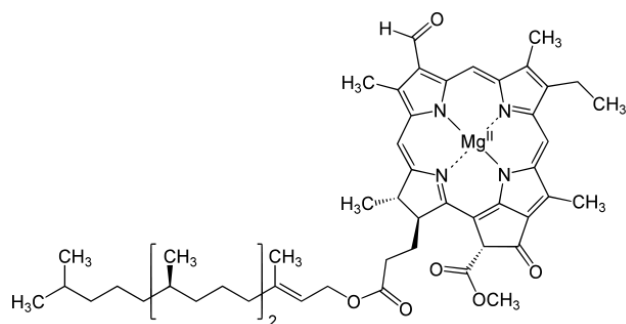
Ο παράγοντας sigma-t προσδιορίζεται σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Sigma-t} = (\text{πυκνότητα θαλασσινού νερού} - 1) \times 1000$$

ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Χλωροφύλλη α

Η χλωροφύλλη α (Εικόνα 10) είναι μια χημική ένωση που χρησιμοποιείται για την μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε χημική. Απορροφά κυρίως στη μπλε και στην κόκκινη περιοχή του ορατού φάσματος του φωτός και εκπέμπει πράσινη ακτινοβολία, στην οποία οφείλεται το πράσινο χρώμα των περισσότερων φυτών. Η χλωροφύλλη α έχει κομβικό ρόλο στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων ως πρωταρχικός δότης e⁻. Επίσης, μεταφέρει ενέργεια συντονισμού στο σύμπλοκο της κεραίας που καταλήγει στο ενεργό κέντρο των συμπλόκων P700 και P680.

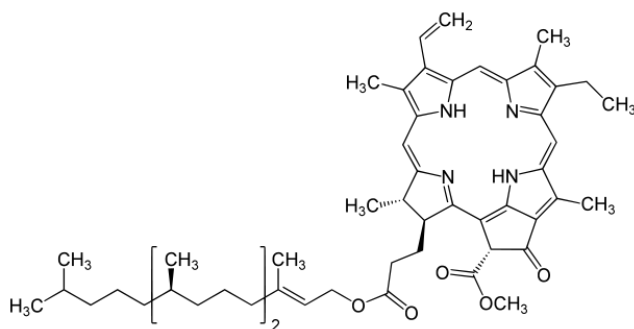


Εικόνα 10– Το μόριο της χλωροφύλλης.

Τα επίπεδα της χλωροφύλλης α είναι ένας από τους πιο σημαντικούς δείκτες που καθορίζουν αν ένα παράκτιο υδάτινο οικοσύστημα είναι υγιές ή όχι. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένδειξη της βιομάζας του φυτοπλαγκτού και συνεπώς του βαθμού επούκισης του.

Φαιοφυτίνη

Η φαιοφυτίνη (Εικόνα 11) είναι μια χημική ένωση που χρησιμεύει ως ο πρώτος ενδιάμεσος φορέας ηλεκτρονίων στο μονοπάτι μεταφοράς του φωτοσυστήματος II στα φυτά. Το μόριο της φαιοφυτίνης είναι το ίδιο με αυτό της χλωροφύλλης αφού προηγουμένως αφαιρεθεί το ιόν Mg^{2+} .



Εικόνα 11– Το μόριο της φαιοφυτίνης.

Ο ρόλος της φαιοφυτίνης είναι επομένως καθοριστικός για την αξιοποίηση της φωτεινής ενέργειας και τη μετατροπή της σε χημική απότο φυτοπλαγκτόν.

Θρεπτικά

Εκτός από τους παραπάνω παράγοντες, η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού εξαρτάται και από τη διαθεσιμότητα διοξειδίου του άνθρακα, ηλιακού φωτός και θρεπτικών ουσιών. Το φυτοπλαγκτόν, όπως τα φυτά της στεριάς, απαιτεί θρεπτικά συστατικά όπως νιτρικά, φωσφορικά και πυριτικά άλατα, καθώς και ασβέστιο σε διάφορα επίπεδα, ανάλογα με το είδος.

NO₃ και NO₂

Το άζωτο, συντελεί στην δημιουργία ευτροφισμού των νερών και ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικά συστατικά αζώτου προκαλεί εκρηκτικές αυξήσεις του φυτοπλαγκτού.

Οι ενώσεις αζώτου είναι παρούσες στα υδάτινα οικοσυστήματα και οι κυριότερες μορφές τους είναι:

- Νιτρικά ιόντα (NO_3^-)
- Αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+ ή NH_4OH)
- Νιτρώδη ιόντα (NO_2^-)
- Οργανικό άζωτο (N_2)

Όλες αυτές οι ενώσεις, ακόμη και το διαλυμένο αέριο άζωτο, είναι αφομοιώσιμες από τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στη διαμόρφωση του κύκλου του αζώτου. Τα νιτρικά είναι ουσιώδες θρεπτικό συστατικό πολλών φωτοσυνθετικών αυτότροφων οργανισμών και σε ορισμένες περιπτώσεις περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης.

PO₄

Ο φώσφορος είναι απαραίτητο στοιχείο των ζώντων οργανισμών και συχνά αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη τους. Ανήκει στα θρεπτικά συστατικά και συντελεί στον ευτροφισμό των νερών. Ο φώσφορος βρίσκεται στα νερά με τη μορφή διαφόρων φωσφορικών ενώσεων.

Οι μορφές αυτές διαιρούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Ορθοφωσφορικά ιόντα (PO_4^{-3})
- Πολυφωσφορικά ιόντα ($\text{P}_2\text{O}_7^{-4}$, $\text{P}_3\text{O}_{10}^{-5}$, $\text{P}_3\text{O}_9^{-3}$ κ.ά.)
- Οργανικός φώσφορος (P)

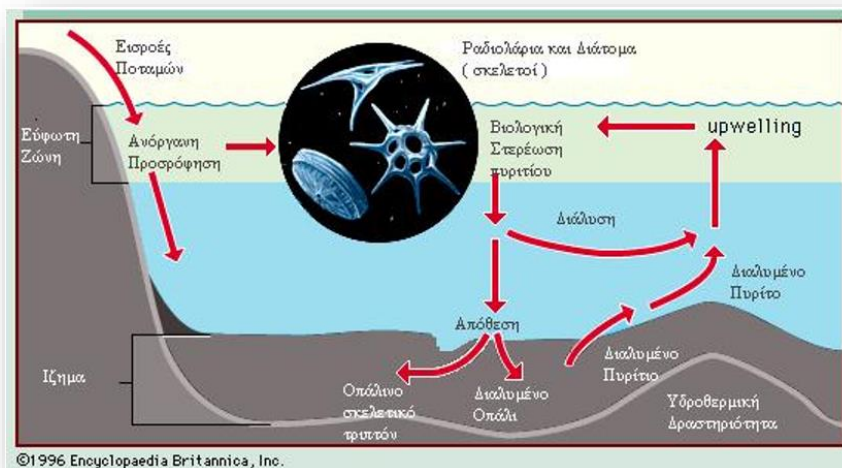
Οι παραπάνω τρεις κατηγορίες των φωσφορικών ενώσεων βρίσκονται στα νερά ως:

1. Διαλυτές ενώσεις, κυρίως άλατα (των αλκαλίων)
2. Αδιάλυτες ενώσεις, κυρίως άλατα του ασβεστίου, οι οποίες υπάρχουν στα αιωρούμενα στερεά.

Πυρίτιο και SiO₂

Το θρεπτικό στοιχείο με τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις λόγω της συμμετοχής του σε βιολογικές και γεωλογικές διεργασίες είναι το πυρίτιο που μπορεί να κυμαίνεται πρακτικά από 0 έως 140 $\mu\text{mol/l}$, ανάλογα με το βάθος και το γεωγραφικό πλάτος. Στα επιφανειακά ύδατα οι συγκεντρώσεις πυριτίου είναι συνήθως μικρές, ενώ στα βαθύτερα στρώματα συνήθως αυξάνονται. Το SiO_2 είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό της θήκης των διατόμων και ορισμένων θαλάσσιων ζώων όπως οι σπόγγοι. Αυτοί οι οργανισμοί και ειδικά τα διάτομα μπορούν να εξαντλήσουν πλήρως το διαλυμένο SiO_2 από τα επιφανειακά νερά. Όταν τα διάτομα πεθαίνουν, βυθίζονται στα ιζήματα σχηματίζοντας λάσπη από διάτομα. Μέχρι και 60% των ανόργανων υλικών των διατόμων είναι SiO_2 .

Στο θαλασσινό νερό το πυρίτιο βρίσκεται είτε σε διαλυτή μορφή του ορθοπυριτικού οξέος $\text{Si}(\text{OH})_4$ ή ιόντων πυριτίου Si_4^+ , είτε ως αιώρημα διοξειδίου του πυριτίου SiO_2 , σε ελεύθερη μορφή, είτε στα διάτομα και άλλους οργανισμούς. Στα παράκτια νερά είναι αυξημένη η περιεκτικότητα σε πυρίτιο λόγω της μεταφοράς ορυκτών μέσω ποταμών και επιφανειακών νερών (Εικόνα 12).



Εικόνα 123–Ο κύκλος του πυρίτιου στο θαλάσσιο περιβάλλον. (opencourses.uoa.gr).

Αμμωνία

Η αμμωνία με την μορφή NH_4^+ ή NH_4OH ή NH_3 βρίσκεται σε όλα τα επιφανειακά νερά. Προέρχεται κυρίως από την υδρόλυση της ουρίας και την αποικοδόμηση οργανικών αζωτούχων ενώσεων. Επειδή είναι και προϊόν μικροβιακών δράσεων, η παρουσία της αμμωνίας αποτελεί ένδειξη ρύπανσης των νερών από οργανικές ενώσεις καθώς και παρουσίας μικροοργανισμών.

Η αναλογία ανάμεσα στα κατιόντα και την ελεύθερη αμμωνία καθορίζεται κατά κύριο λόγο από το pH του νερού. Η ελεύθερη αμμωνία (NH_3) είναι τοξική για τα ψάρια, με όριο ανοχής τη συγκέντρωση των 0,02mg/l για τα ψάρια του γλυκού νερού.

Ολικά φωσφορικά

Η ποσότητα του φωσφόρου, ο οποίος βρίσκεται στη μορφή διαφόρων φωσφορικών ενώσεων αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού.

Ολικά νιτρικά

Η συνολική ποσότητα των χημικών ενώσεων που περιέχουν άζωτο και βρίσκονται στα νερά ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος αποτελεί κι αυτή έναν περιοριστικό παράγοντα για την αύξηση του φυτοπλαγκτού, καθώς το άζωτο είναι απαραίτητο για την αύξηση και χρησιμοποιείται ευρύτατα στις βιοχημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό των πλαγκτικών φυτικών οργανισμών.

Περιοχή Μελέτης – Υλικά & Μέθοδοι

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Γενικά στοιχεία

Η Καβάλα είναι η πρωτεύουσα του νομού Καβάλας και γεωγραφικά βρίσκεται στην ανατολική Μακεδονία. Είναι χτισμένη στους πρόποδες του όρους Σύμβολου και είναι η τρίτη μεγαλύτερη πόλη της Μακεδονίας με πληθυσμό που φτάνει τους 54.000 κατοίκους.

Ο νομός Καβάλας είναι παραθαλάσσιος και διαθέτει μεγάλο μήκος ακτών (περίπου 200 km). Η ακτογραμμή του νομού αρχίζει στα δυτικά, κοντά στις εκβολές του Στρυμόνα και καταλήγει, στα ανατολικά, στις εκβολές του ανατολικού βραχίονα του Νέστου. Η ακτογραμμή διαγράφει αρχικά την περιοχή του κόλπου Ορφανού, όπου η μεγάλη καμπύλη καταλήγει στο ακρωτήριο Βρασίδας, που αποτελεί το δυτικό κέρασ του μεγάλου ανοικτού κόλπου της Καβάλας. Μετά το ακρωτήριο αυτό σχηματίζονται ο όρμος των Ελευθερών και η χερσόνησος της Νέας Ηρακλείτσας. Στον μυχό του κόλπου βρίσκεται το λιμάνι της Καβάλας, μετά το οποίο η ακτή συνεχίζεται αμμώδης μέχρι ανατολικά της Νέας Καρβάλης, όπου αρχίζει το Δέλτα του Νέστου. Πριν από τις εκβολές του Νέστου, όπου τερματίζεται η ακτογραμμή του νομού, σχηματίζεται ο όρμος της Κεραμωτής, έξω από τον οποίο βρίσκεται η νήσος Θασοπούλα.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο ΚΟΛΠΟΣ ΤΗΣ ΚΑΒΑΛΑΣ

Ο κόλπος της Καβάλας είναι ένας ημίκλειστος θαλάσσιος κόλπος, έκτασης περίπου $461 \times 10^6 \text{ m}^2$ και μήκους ακτής 62,8 km. Επικοινωνεί με το Αιγαίο πέλαγος μέσω του διαύλου της Θάσου ανατολικά και μέσω της θαλάσσιας λεκάνης της Θάσου δυτικά. Η ανανέωση των υδάτων γίνεται μέσω του διαύλου της Θάσου με φορά αντίθετη του ρολογιού.

Ο κόλπος μπορεί να χωριστεί σε 10 περιοχές βάση μορφολογίας, οι οποίες είναι:

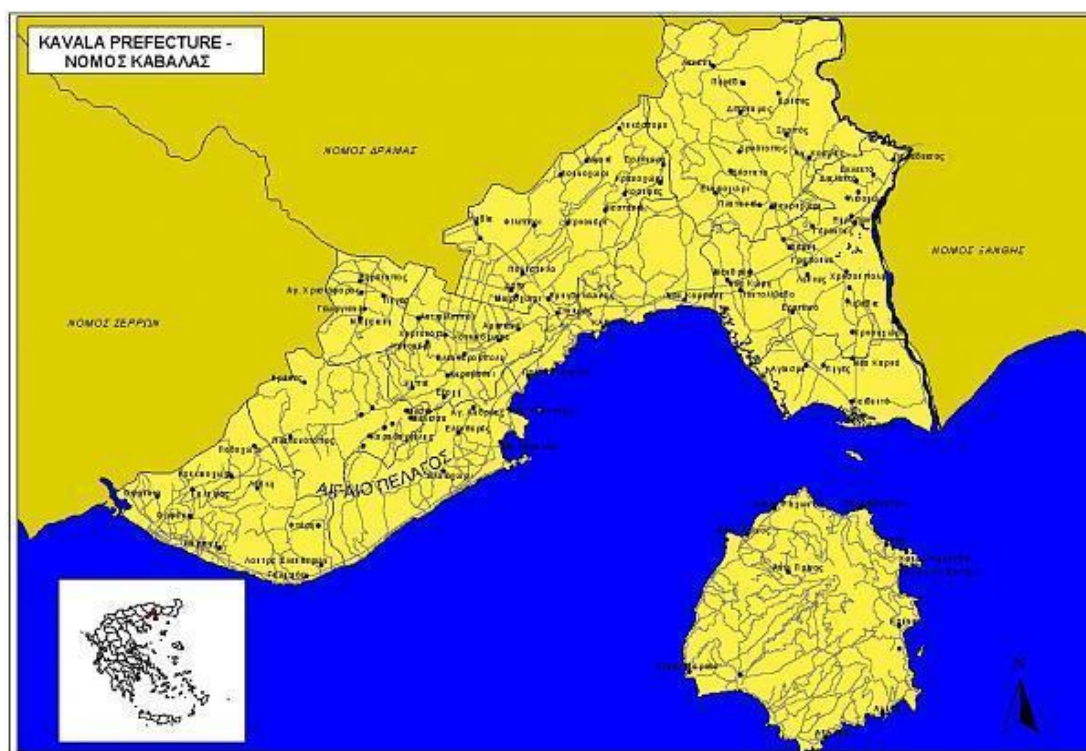
- Ο όρμος Κεραμωτής
- Οι λιμοθάλασσες Αγιάσματος, Ερατεινού και Βάσσοβας
- Το λιμάνι της Καβάλας
- Οι όρμοι της Καρβάλης, της Ραψάνης του Παληού, της Ηρακλείτσας και των Ελευθερών.

Η ανατολική ακτή του κόλπου είναι αμμώδης και χωρίς υψομετρικές διαφορές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία λιμνοθαλασσών. Αμμώδεις είναι επίσης η βόρεια και η δυτική ακτή, οι οποίες ωστόσο διακόπτονται από τμήματα με σκληρό υπόστρωμα. Το μέσο βάθος του κόλπου είναι περίπου 32m, ενώ το μέγιστο 60m.

Η περιοχή περιλαμβάνει τους όρμους του Παληού, της Ηρακλείτσας και των Ελευθερών, που αποτελούν τμήματα της ευρύτερης περιοχής του κόλπου της Καβάλας. Οι κόλποι Παληού και Ηρακλείτσας χαρακτηρίζονται από πλούσια χλωρίδα και βλάστηση. Σημαντικές είναι οι αποικίες Ποσειδωνίας που εξαπλώνονται μέχρι και βάθος 30 μέτρων στη θάλασσα, καθώς και οι βιοκοινότητες που αναπτύσσονται σ' αυτές. Τα τελευταία χρόνια όμως, η περιοχή παρουσιάζει μεγάλη

τουριστική ανάπτυξη με έντονη ανοικοδόμηση. Στον κόλπο Ελευθερών υπάρχει έντονη κίνηση εμπορικών και επιβατηγών πλοίων.

Σημαντικό ρόλο στο χαρακτήρα του κόλπου της Καβάλας παίζουν η νήσος Θάσος και οι εκβολές του ποταμού Νέστου στα ανατολικά του. Ο ποταμός Νέστος τροφοδοτεί με ίζημα και γλυκό νερό τη θαλάσσια περιοχή, αλλά παράλληλα μεταφέρει και ρύπους. Τα τελευταία χρόνια η μείωση της ποσότητας του νερού από τη Βουλγαρία και η δημιουργία φραγμάτων της ΔΕΗ έχουν μειώσει την επίδραση του δέλτα του Νέστου στη φυσιογνωμία του κόλπου.



Ποιότητα υδάτων

Στις παράκτιες περιοχές του νομού Καβάλας και ειδικότερα στην περιοχή της Νέας Καρβάλης είναι εγκατεστημένες πολλές βιομηχανικές μονάδες, τα απόβλητα των οποίων καταλήγουν μέσω των υδάτινων αποδεκτών (χείμαρροι, παραπόταμοι) στα παράκτια οικοσυστήματα. Τα απόβλητα των βιομηχανικών μονάδων περιλαμβάνουν μεγάλο εύρος ενώσεων, τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: οργανική ύλη, προϊόντα πετρελαίου και μέταλλα. Παρά το γεγονός ότι η υπάρχουσα νομοθεσία καθορίζει τιμές για κάθε κατηγορία αποβλήτων στο θαλάσσιο περιβάλλον, στις περισσότερες περιπτώσεις η απόρριψη γίνεται ανεξέλεγκτα και χωρίς καμία επεξεργασία. Τα βιομηχανικά απόβλητα, τα αστικά λύματα του οικιστικού συγκροτήματος της Καβάλας και η έκπλυση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις αποτελούν τις κυριότερες πηγές ρύπανσης των παράκτιων οικοσυστημάτων.

Τα παρακάτω αποτελέσματα από τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν από το ΥΠΕΧΩΔΕ μέσα στο 1998, δείχνουν μια καλή ποιότητα των νερών κολύμβησης για τις ακτές του κόλπου της Καβάλας.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΗ-ΜΕΙΟΥ ΑΚΤΗΣ	ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΙΚΡΩΒ/ΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ
ΠΑΛΗΟ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
ΠΑΛΗΟ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
ΜΠΑΤΗΣ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΤΣΑ	Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΤΣΑΣ	13	G1	A
Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΤΣΑ	Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΤΣΑΣ	13	G1	A
Ν. ΠΕΡΑΜΟΣ	Ν. ΠΕΡΑΜΟΥ	13	G1	A
Ν. ΠΕΡΑΜΟΣ	Ν. ΠΕΡΑΜΟΥ	13	G1	A
ΑΣΠΡΗ ΑΜΜΟΣ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
ΑΣΠΡΗ ΑΜΜΟΣ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
ΑΜΜΟΛΟΦΟΙ	Ν. ΠΕΡΑΜΟΥ	13	G1	A
ΚΕΡΑΜΩΤΗ	ΚΕΡΑΜΩΤΗΣ	13	G1	A
ΚΕΡΑΜΩΤΗ	ΚΕΡΑΜΩΤΗΣ	13	G1	A
ΚΑΛΑΜΙΤΣΑ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
ΚΑΛΑΜΙΤΣΑ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
ΡΑΨΑΝΗ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A
ΝΕΑ ΚΑΡΒΑΛΗ	ΝΕΑΣ ΚΑΡΒΑΛΗΣ	13	G1	A
ΝΕΑ ΚΑΡΒΑΛΗ	ΝΕΑΣ ΚΑΡΒΑΛΗΣ	13	G1	A
ΤΟΣΚΑ	ΚΑΒΑΛΑΣ	13	G1	A

Πηγή : ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996

Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις του ΥΠΕΧΩΔΕ, παρότι δείχνουν μία πολύ καλή ποιότητα των νερών στον κόλπο της Καβάλας, λόγω του μικρού αριθμού των δειγματοληψιών, δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματική κατάσταση. Οι κάτοικοι της πόλης της Καβάλας και των γύρω περιοχών πολλές φορές διαμαρτύρονται για ρύπανση της θάλασσας κατά περιόδους και ανάλογα με τα ρεύματα που επικρατούν, από βιομηχανικές μονάδες της περιοχής. Είναι γεγονός ότι η ποιότητα των νερών έχει βελτιωθεί σημαντικά με τη λειτουργία των δύο μονάδων επεξεργασίας λυμάτων στο Δήμο της Καβάλας. Παρόλα αυτά, τα βιομηχανικά απόβλητα, τα αστικά λύματα των οικισμών που δεν έχουν μονάδες επεξεργασίας λυμάτων, καθώς και η έκλυση φυτοφαρμάκων από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις αποτελούν σημαντικές πηγές ρύπανσης του θαλάσσιου οικοσυστήματος του κόλπου της Καβάλας

ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Δορυφορική απεικόνιση των 2 σταθμών K1 & K5 σε χάρτη από το 'Googlemaps'.



Εικόνα 13-Δορυφορική απεικόνιση του κόλπου της Καβάλας από το 'Googlemaps'. Σήμανση των θέσεων K1 & K5.

Συντεταγμένες σημείου K1: N40 54.566 E24 28.133.

Συντεταγμένες σημείου K5: N40 49.525 E24 36.058.

Στο σημείο δειγματοληψίας K1 το μέγιστο βάθος ήταν 33,7m, ενώ στο σημείο K5 ήταν 30m.

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Συλλογή Υλικού

Σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας έγινε συλλογή δείγματος φυτοπλαγκτού με κατακόρυφη σύρση κωνικού διχτυού φυτοπλαγκτού διαμέτρου 40 cm, μήκους 85 cm, κωδωνοειδούς διαμέτρου 6 cm, με διάμετρο πόρου 55μm. Η κατακόρυφη σύρση έγινε από βάθος διπλάσιο του βάθους Secchi στους βαθείς σταθμούς ή από τον πυθμένα στους αβαθείς σταθμούς ως την επιφάνεια.



Επεξεργασία Υλικού

Το δείγμα χρησιμοποιήθηκε για μικροσκοπική, ποιοτική κυρίως ανάλυση αλλά και εκτίμηση της σχετικής αφθονίας των ειδών. Όλα τα δείγματα συντηρήθηκαν in situ με διάλυμα εξουδετερωμένης φορμόλης και ιωδιούχου διαλύματος Lugol σε αναλογία 6:1. Η εξουδετέρωση του διαλύματος φορμόλης 37% έγινε με $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ σε τελικό pH 7.0-7.5.

Παρατήρηση Υλικού

Η παρατήρηση και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα από τον Νοέμβριο του 2014 έως και τον Μάιο του 2016. Το μικροσκόπιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν οπτικό, της εταιρίας Zeiss West Germany και ήταν εξοπλισμένο με την κάμερα AmScope MA1000 και το λογισμικό που τη συνοδεύει.



Μέτρηση Φυσικοχημικών Παραμέτρων

Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων σε διαφορετικά βάθη. Στον σταθμό K1 τα βάθη αυτά ήταν 1m, 20m και 33m, ενώ στον σταθμό K5 τα βάθη ήταν 1m, 19m (δύο επαναλήψεις) και 28m.

Επίσης, κατά τη διαδικασία της δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε και μέτρηση θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας των υδάτων καθώς και μετρήσεις σε περιεκτικότητες θρεπτικών (για τα οποία θα αναφερθούμε αναλυτικά παρακάτω) από τον Αναπληρωτή Καθηγητή Δ. Δανηλίδη.

Θερμοκρασία

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και στους δύο σταθμούς σε τρία διαφορετικά βάθη. Τα αποτελέσματα δεν εμφανίζουν σημαντική διακύμανση των τιμών της θερμοκρασίας στα δύο σημεία. Η θερμοκρασία κυμαίνεται από περίπου 25°C κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας έως περίπου 17°C σε βάθος περίπου 30m και στους

δύο σταθμούς δειγματοληψίας. Ο μέσος όρος βρίσκεται κοντά στους 20oC και θεωρείται αναμενόμενος και φυσιολογικός.

Αλατότητα

Τα επίπεδα της αλατότητας κυμαίνονται από 34‰ κοντά στην επιφάνεια έως 40‰ περίπου σε βάθος 28m στον σταθμό K5. Στο σταθμό K1 ο δίσκος Secchi ήταν ορατός μέχρι τα 20m, ενώ στο σταθμό K5 μέχρι τα 19m. Στη συνέχεια παραθέτονται τα δεδομένα προερχόμενα από τις μετρήσεις που πραγματοποίησε ο πρώτος επιβλέπων της πτυχιακής μου εργασίας κ. Δανιήλ Δανηλίδης (Πίνακες 1 & 2).

Πίνακας 1. Μετρήσεις φυσικο-χημικών παραγόντων από τους δύο σταθμούς δειγματοληψίας.

Station	Latitude	Longitude	Depth	temp	salinity	sigma_t	chl a	pheophytin	NO3	NO2	PO4	SiO2	NH3	Tot-P	Tot-N
			m	°C	‰		mg/m3	mg/m3	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
KV1	N40 54.566	E24 28.133	1	25,9976	34,05	22,3194	0,01	0,01	18,08590118	0,454639	0,01	69,77112	0,860094	16,24893	722,9421
KV1	N40 54.566	E24 28.133	20	18,9469	37,7339	27,1281	0,01	0,01	4,837742958	0,353608	0,01	93,81388	0,950735	2,620796	730,1
KV1	N40 54.566	E24 28.133	33	16,8776	38,5142	28,2452	0,5	1,5	4,121379079	0,328351	0,46598	80,61393	0,804519	17,29725	937,6774
			M.O	20,607367	36,76603333	25,89756667	0,1733333333	0,5066666667	9,015007738	0,378866	0,161993	81,39964	0,871783	12,05566	796,9065
KV5	N40 49.525	E24 36.058	1	25,8976	34,0586	22,357	0,01	0,01	19,01347409	1,01031	0,01	73,07111	0,983024	7,338228	264,8402
KV5	N40 49.525	E24 36.058	19	18,1638	37,7361	27,3329	0,01	0,01	20,80090201	1,818557	0,01	60,34259	1,590121	6,28991	343,5765
KV5	N40 49.525	E24 36.058	19	18,1638	37,7361	27,3329	0,01	0,01	7,097012657	1,060825	0,01	44,31409	1,292712	6,28991	357,8921
KV5	N40 49.525	E24 36.058	28	17,1801	39,7018	29,0847	0,4	1,5	10,31716833	1,919588	0,01	84,85677	1,354591	6,28991	329,2608
			M.O	19,851325	37,30815	26,526875	0,1075	0,3825	14,30713927	1,45232	0,01	65,64614	1,305112	6,551989	323,8974

Πίνακας 2. Πίνακας στον οποίο έχει γίνει μετατροπή των μονάδων και τα αποτελέσματα είναι εκφρασμένα σε µmol/l.

	NO3	NO2	PO4	SiO2	NH3	Tot-P	Tot-N
	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l
	1,291232	0,032459	0,000323	2,48424	0,061435	0,524603	51,61402
	0,345388	0,025246	0,000323	3,340296	0,06791	0,084613	52,12505
	0,294243	0,023442	0,015044	2,870304	0,057466	0,558449	66,94492
M.O	0,643621	0,027049	0,00523	2,89828	0,06227	0,389222	56,89466
	1,357456	0,07213	0,000323	2,601738	0,070216	0,236918	18,90811
	1,485068	0,129835	0,000323	2,148532	0,11358	0,203072	24,52944
	0,506687	0,075737	0,000323	1,577828	0,092337	0,203072	25,5515
	0,736588	0,137048	0,000323	3,021373	0,096757	0,203072	23,50738
M.O	1,02145	0,103688	0,000323	2,337368	0,093222	0,211534	23,1241

Αποτελέσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Η παρουσία των ταξινομικών μονάδων στους σταθμούς δειγματοληψίας συνοπτικά, καθώς και οικολογικά και βιογεωγραφικά δεδομένα.

Taxa	K1	K5	Οικολογικές παρατηρήσεις	Βιογεωγραφικές παρατηρήσεις
<i>Acanthocystis turfacea</i> (Carter, 1863)	+	-	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια και Νότια Αμερική, Νοτιο-δυτική Ασία, Νησιά Ειρηνικού, Νέα Ζηλανδία, Αυστραλία
<i>Asterionella formosa</i> (Hassal, 1850)	-	+	Pl, M, Tw	C
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Round, 1990)	+	+	Pl, M, Tw	C
<i>Asteromphalus marylandica</i> (Leuduger-Fortmorel, 1879)	+	-	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια και Νότια Αμερική, Νοτιο-δυτική Ασία, Νησιά Ειρηνικού, Νέα Ζηλανδία, Αυστραλία
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> (Jorgensen, 1920)	+	+	Pl, M, Tw	C
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> (Lauder, 1864)	+	+	Pl, M, Tw	C
<i>Bacteriastrum furcatum</i> (Shadbolt, 1854)	+	+	Pl	C

<i>Ceratium arietinum</i> var. <i>gracilentum</i> (Cleve, 1900)	+	-	Pl, Ww	Μεσόγειος θάλασσα
<i>Ceratium candelabrum</i> (Stein, 1883)	-	+	Pl, Ww, Tw	Αδριατική θάλασσα, Βαλτική θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Αφρική, Ασία
<i>Ceratium carriense</i> (Gourret, 1883)	+	+	Pl, Tw	Αδριατική θάλασσα, Βαλτική θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Κανάρια νησιά, Μαδέιρα, Νοτιο-δυτική Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium contrarium</i> (Pavillard, 1905)	+	-	Pl, Ww, Tw	Μεσόγειος θάλασσα, Κανάρια νησιά, Μαδέιρα, Νοτιο-δυτική Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium declinatum</i> (Jorgensen, 1911)	-	+	Pl, Ww, Tw	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Κανάρια Νησιά, Μαδέιρα, Ινδικός Ωκεανός, Νοτιο-δυτική Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium extensum</i> (Cleve, 1900)	+	+	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Κανάρια Νησιά, Μαδέιρα, Ινδικός Ωκεανός, Νοτιο-δυτική Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium furca</i> (Claparede & Lachmann, 1859)	+	-	Pl, M	Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Νησιά Καραϊβικής, Αφρική, Νοτιο-δυτική Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium furca</i> var. <i>furca</i> (Claparede & Lachmann, 1859)	-	+	Pl, M	Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Νησιά Καραϊβικής, Αφρική, Νοτιο-δυτική Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium fusus</i> (Dujardin,	+	+	Pl, M, H	Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Νησιά Καραϊβικής, Αφρική, Νοτιο-δυτική Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία,

1841)				Ανταρκτική και περι-ανταρκτικά νησιά
<i>Ceratium gibberum</i> (Gourret, 1883)	+	-	Pl, M, Tw	Αδριατική θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Νησιά Ατλαντικού, Ινδικός Ωκεανός, Νοτιο-δυτική Ασία, Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium hexacanthum</i> (Gourret, 1883)	+	+	Pl, M	STr
<i>Ceratium horridum</i> (Gran, 1902)	+	+	Pl, M	C
<i>Ceratium longirostrum</i> (Gourret, 1883)	+	+	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Νήσοι Μεσογείου & Ατλαντικού, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία, Νότια Αμερική
<i>Ceratium macroceros</i> (Vanhoffen, 1897)	-	+	Pl, M, Ww, Tw	Αδριατική θάλασσα, Βαλτική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Νήσοι Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium macrocheros</i> var. <i>gallicum</i> (Sournia, 1966)	+	-	M, Ww, Tw	Μεσόγειος, Νησιά Ατλαντικού, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία
<i>Ceratium massiliense</i> (Karsten, 1906)	+	+	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Νήσοι Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία

<i>Ceratium massiliense</i> var. <i>armatum</i> (Jorgensen, 1911)	+	-	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Νήσοι Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Ceratium pentagonum</i> (Gourret, 1883)	-	+	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία, Ανταρκτική και τα περι-ανταρκτικά νησιά
<i>Ceratium pentagonum</i> var. <i>tenerum</i> (Jorgensen, 1920)	+	-	Pl, M	Μεσόγειος θάλασσα, Νησιά Ατλαντικού
<i>Ceratium peruvianus</i> (Gourret, 1883)	-	+	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Νοτιοανατολική Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία, Νησιά του Ειρηνικού, Ανταρκτική και τα περι-ανταρκτικά νησιά
<i>Ceratium teres</i> (Kofoid, 1907)	-	+	Pl, M	Tr/STr
<i>Ceratium trichoceros</i> (Jorgensen, 1911)	+	+	Pl, M	STr
<i>Ceratium tripos</i> (Nitzsch, 1817)	+	+	Pl, M	C
<i>Ceratocorys gourretii</i> (Kofoid, 1907)	+	+	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μεσόγειος, Ατλαντικά νησιά, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία

<i>Ceratocorys horrida</i> (Stein, 1883)	+	+	Pl, M	Μεσόγειος, Αδριατική, Νησιά Ατλαντικού, Μεξικό, Βραζιλία, Κολομβία, Νησιά Ινδικού, Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία
<i>Chaetoceros affinis</i> (Lauder, 1864)	+	+	Pl, M	C
<i>Chaetoceros affinis</i> var. <i>affinis</i> (Hustedt, 1930)	+	-	Pl, M	C
<i>Chaetoceros affinis</i> var. <i>willei</i> (Hustedt, 1930)	+	-	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Νοτιοανατολική Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Chaetoceros anastomosans</i> (Gourret, 1883)	+	-	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Chaetoceros contortus</i> (Schutt, 1895)	-	+	Pl, M	Βαλτική θάλασσα, Μεσόγειος, Νότια Αμερική, Νοτιοδυτική Ασία, Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Chaetoceros compressus</i> (Lauder, 1864)	+	-	Pl, M, Ww, Tw	C
<i>Chaetoceros decipiens</i> (Cleve, 1873)	+	+	Pl, M	C
<i>Chaetoceros diadema</i> (Gran, 1897)	-	+	Pl, M	C
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	+	-	Pl, M	C

(Schutt, 1895)				
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> (Grunow, 1863)	+	+	Pl, Ww	C
<i>Chaetoceros peruvianus</i> (Brightwell, 1856)	+	+	Pl, Ww, Tw	C
<i>Coscinodiscus radiatus</i> (Ehrenberg, 1840)	+	-	Pl, M	C
<i>Cymbella</i> sp.	+	-	Περίφυτο	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Hasle, 1996)	+	+	Pl, M	C
<i>Dinophysis caudata</i> (Kent, 1881)	+	+	Pl, M, Bw	C
<i>Dinophysis rotundata</i> (Levander, 1894)	+	-	Pl, M, Bw	C
<i>Dinophysis tripos</i> (Gourret, 1883)	+	-	Pl, Tw	C
<i>Ditylum brightwelli</i> (Grunow, 1863)	-	+	Pl, M	C
<i>Epithemia</i> sp.	+	-	Περίφυτο	

<i>Gonyaulax polygramma</i> (Stein, 1883)	+	-	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Goniodoma polyedricom</i>	+	-	Pl, M	C
<i>Guinardia flaccida</i> (Peragallo, 1892)	+	-	Pl, M	C
<i>Guinardia striata</i> (Hasle, 1996)	+	+	Pl, M	C
<i>Hasleawa wriakae</i>	+	+	Pl, M, Ww	C
<i>Hemialus haucki</i> (Grunow, 1882)	-	+	Pl, M, Ww, Tw	C
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Hasle, 1975)	+	+	Pl, M	C
<i>Leptocylindrus minimus</i> (Gran, 1915)	+	-	Pl, M	C
<i>Neocalyptrella robusta</i> (Hernández-Becerril & Meave del Castillo, 1997)	+	-	Pl, M	C
<i>Noctiluca scintillans</i> (Ehrenberg, 1834)	+	-	Pl, M	C

<i>Ornithocerus manificus</i> (Stein, 1883)	+	+	Pl, M	C
<i>Pachyspaera pelagica</i> (Taylor, 1998)	+	-	Pl, M	C
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Kofoid, 1911)	-	+	Pl, M	Βαλτική θάλασσα, Μεσόγειος θάλασσα, Ινδικός Ωκεανός, Ειρηνικός Ωκεανός, Ατλαντικός Ωκεανός
<i>Pleurosigma normanii</i> (George, 1906)	-	+	Pl, M, Fw	C
<i>Pronocticula pelagica</i> (Fabre, 1889)	+	-	Pl, M	Βόρεια θάλασσα, Μεσόγειος, Ολλανδία, Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Νοτιοδυτική Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Proboscia alata</i> (Sundstorm, 1986)	+	+	Pl, M	Αδριατική θάλασσα, Μαύρη θάλασσα, Μεσόγειος, Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Αφρική, Νοτιοδυτική Ασία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία
<i>Prorocentrum compressum</i> (Dodge, 1975)	+	-	Pl, M	C
<i>Prorocentrum micans</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	Pl, M	C
<i>Protoperidinium grande</i> (Balech, 1974)	-	+	Pl, M	C
<i>Protoperidinium depressum</i> (Balech, 1974)	-	+	Pl, M	C

<i>Protoperidinium crassipes</i> (Balech, 1974)	+	-	Pl, M, Tw	C
<i>Protoperidinium oviforme</i> (Balech, 1974)	+	+	Pl, M	C
<i>Protoperidinium pyriforme</i> (Balech, 1974)	+	+	Pl, M	C
<i>Protoperidinium quarnerense</i> (Balech, 1974)	+	-	Pl, M	C
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Hasle, 1993)	+	+	Pl, M	C
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Peragallo, 1889)	+	+	Pl, M	C
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Sundstorm, 1986)	+	+	Pl, Ww, Tw	C
<i>Pyrophacus horologium</i> (Stein, 1883)	+	+	Pl, M	C
<i>Pyrophacus steinii</i> (Stein, 1883)	+	-	Pl, M	C
<i>Rhizosolenia castracanei</i>	-	+	Pl, M	Κόλπος Μεξικού, Λίβανος

(Peragallo, 1886)				
<i>Rhizosolenia curvata</i> (Zacharias, 1905)	-	+	Pl, M	C
<i>Rhizosolenia hebetata</i> (Bailey, 1856)	+	+	Pl, M	C
<i>Rhizosolenia hebetata</i> forma <i>semispina</i> (Gran, 1908)	+	-	Pl, M	C
<i>Rhizosolenia hyalina</i> (Schmidt, 1901)	-	+	Pl, M	C
<i>Rhizosolenia imbricata</i> (Brightwell, 1858)	+	+	Pl, M	C
<i>Rhizosolenia pungens</i> (Cleve, 1937)	+	+	Pl, M	C
<i>Rhizosolenia setigera</i> (Brightwell, 1858)	+	+	Pl, M	C
<i>Schuetiella mitra</i> (Kent, 1881)	+	+	Pl, M	C
<i>Synedra</i> sp.	+	-	Περίφυτο	
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Tempere, 1910)	+	+	Pl, Ww, Tw	Αδριατική θάλασσα, Βαλτική θάλασσα, Μαύρη Θάλασσα, Κροατία, Γαλλία, Helgoland, Ολλανδία, Ρουμανία, Νησιά Ατλαντικού, Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Αυστραλία και

				Νέα Ζηλανδία
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	-	+	Pl, M	C
<i>Thalassiosira mediterranea</i> (Hasle, 1972)	+	+	Pl, Ww, Tw, H	Μεσόγειος θάλασσα, Αγγλία, Καλιφόρνια, Αργεντινή, Χιλή, Ασία, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία

Επεξήγηση: M=Θαλάσιος οργανισμός (marine), Bw= (υφάλμηρα νερά, Brackishwater), Fw=(γλυκά νερά, Freshwater), H=(επιβλαβής, Harmful, Pl=Πλανκτικός οργανισμός (Planctonic), P=Περιφυτικός οργανισμός, (Periphytic), C=Cosmopolitan, Tw=Εύκρατα νερά (Temperate water), Ww=Warmwater, Tr=Tropical, STr=Subtropical.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα δεδομένα για τις οικολογικές και βιογεωγραφικές παρατηρήσεις έχουν αντληθεί από τον ιστοτόπο www.algaebase.org.

Φωτογραφικό Υλικό

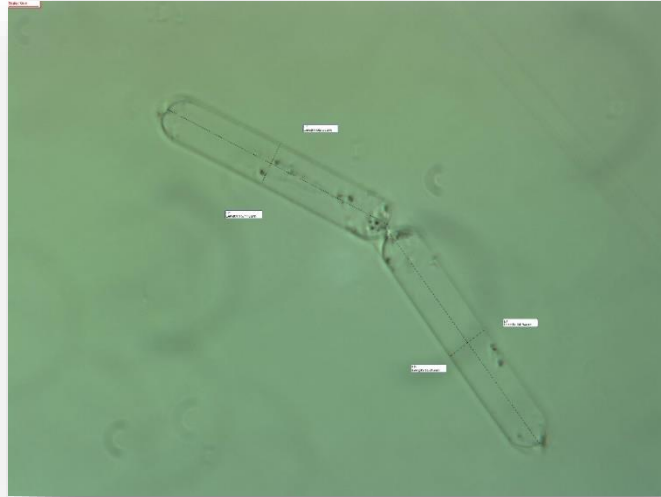
Ενδεικτικά παραθέτουμε το εξής πρωτότυπο φωτογραφικό υλικό από το δείγμα που εξετάσαμε, το οποίο περιέχει αντιπροσώπους των γενών που παρατηρήσαμε στο φωτονικό μικροσκόπιο.



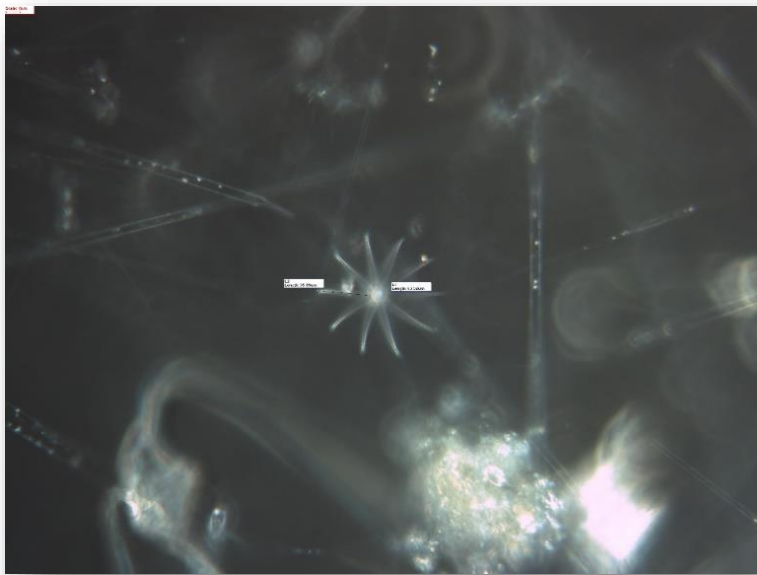
Εικόνα 4– *Asterionellopsis glacialis*



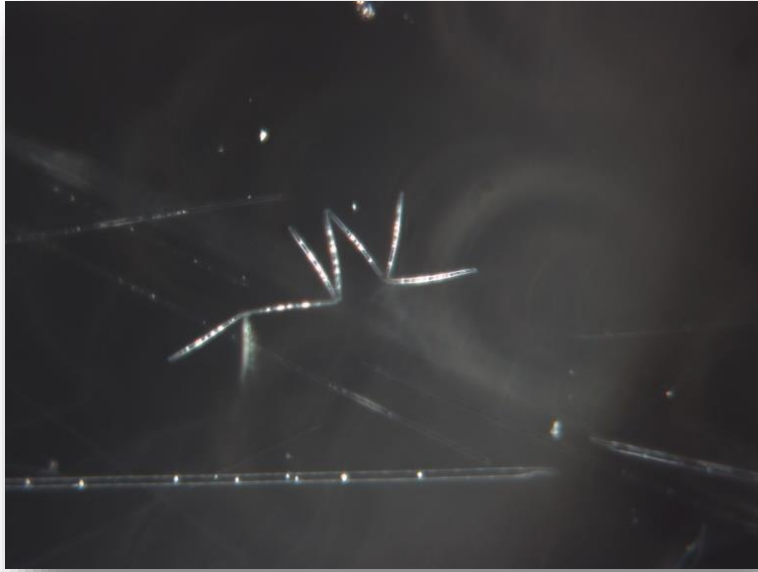
Εικόνα 14– *Asterionella formosa*



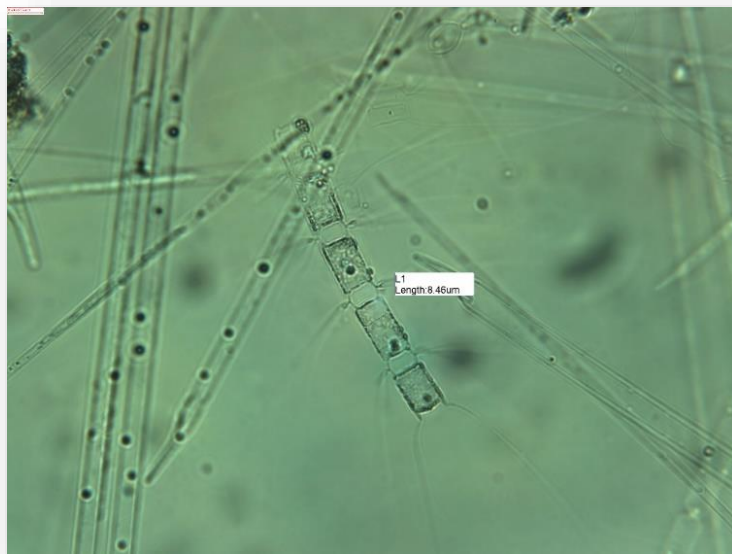
Εικόνα 15–*Dactylosolen fragilissimus*



Εικόνα16–*Bacteriastrum hyalinum*



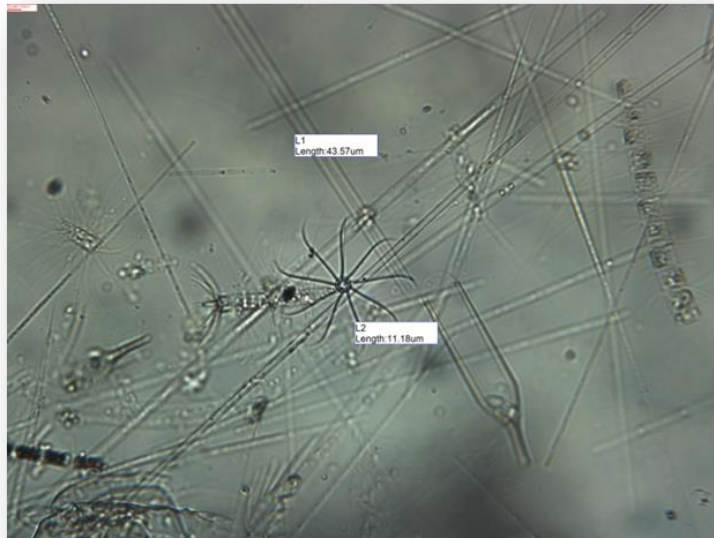
Εικόνα 17–*Thalassionemanitzschioides*



Εικόνα 18–*Chaetoceros affinis*



Εικόνα 195–*Schuetziella mitra*



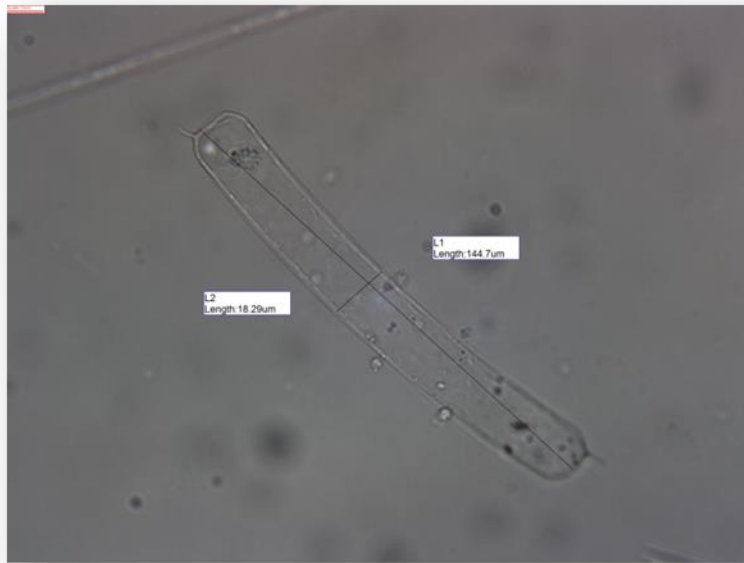
Εικόνα 6–*Bacteriastrum furcatum*



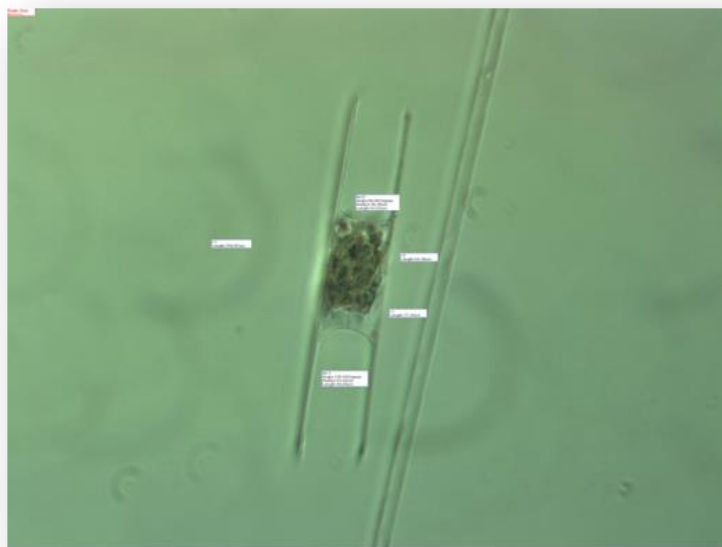
Εικόνα 71–*Ceratocorys horrida*



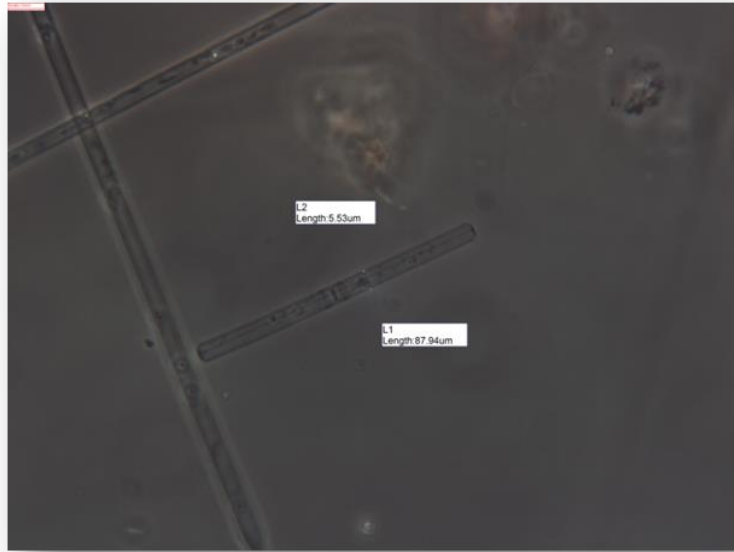
Εικόνα 22–*Diophysis caudata*



Εικόνα 23–*Guinardia delicatula*



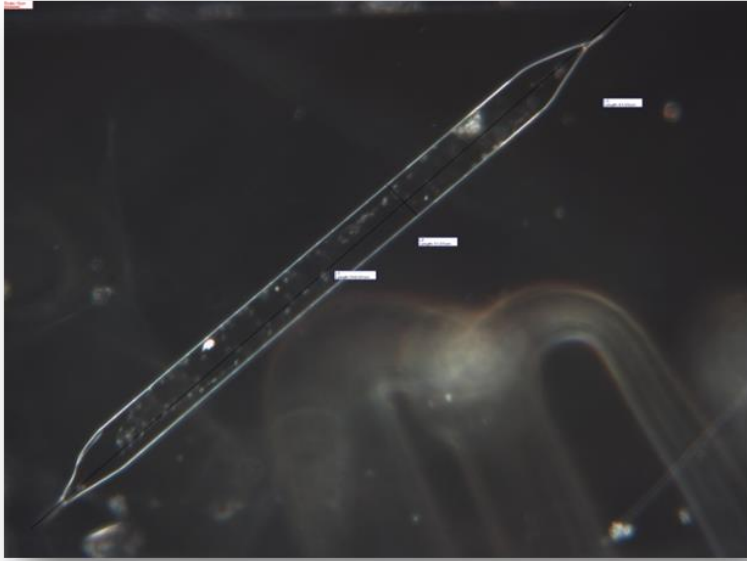
Εικόνα 8–*Hemialus hauckii*



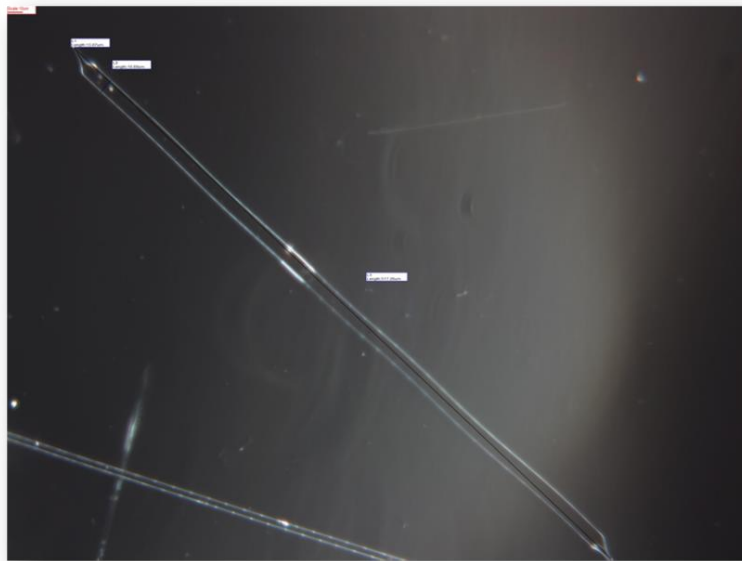
Εικόνα 9–*Leptocylindrus minimus*



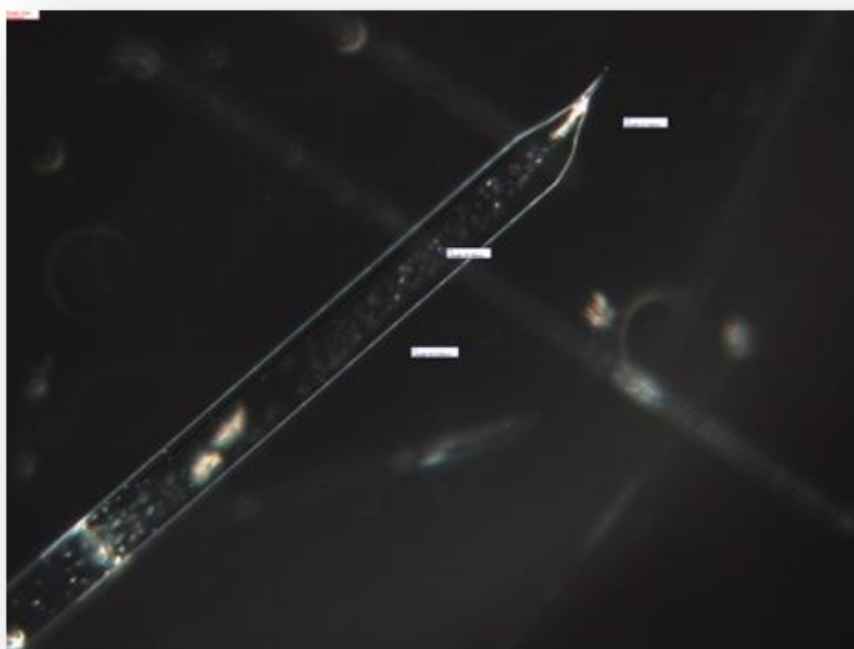
Εικόνα 26–*Orithocercus magnificus*



Εικόνα 27–*Rhizosolenia hebetata*



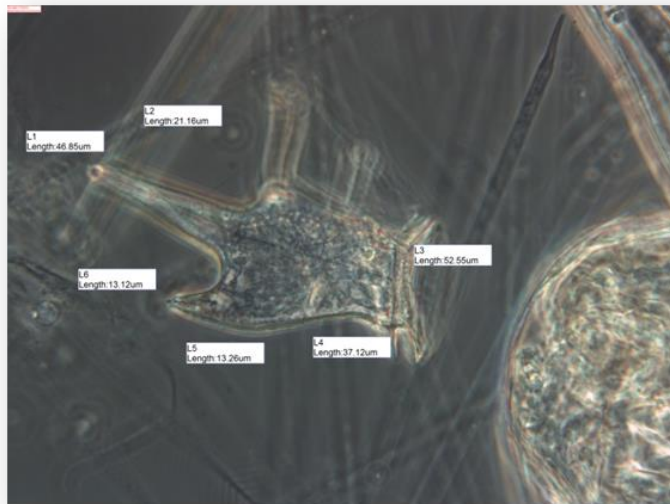
Εικόνα 28–*Proboscia alata*



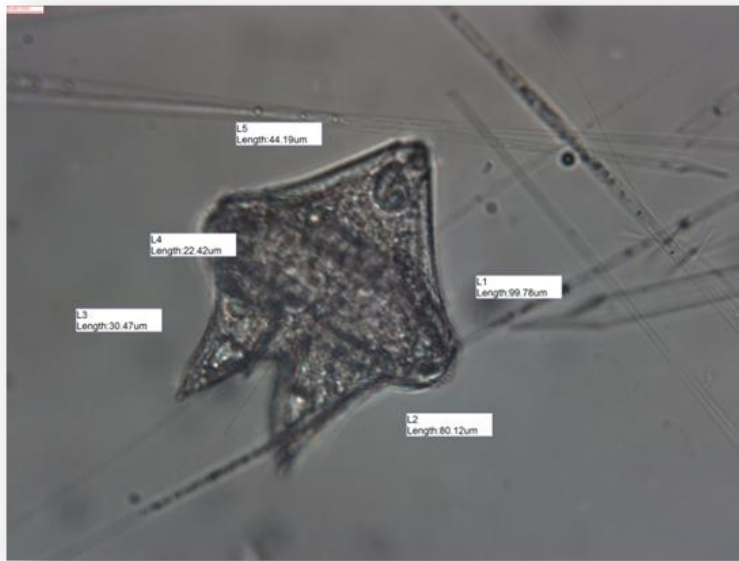
Εικόνα 29 – *Pseudosolenia calcavaris*



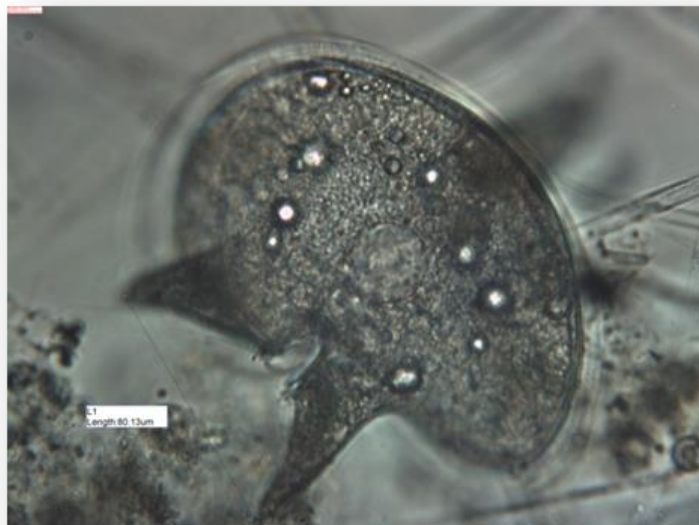
Εικόνα 30 - *Ceratium candelabrum*



Εικόνα 31–*Dinophysis tripos*



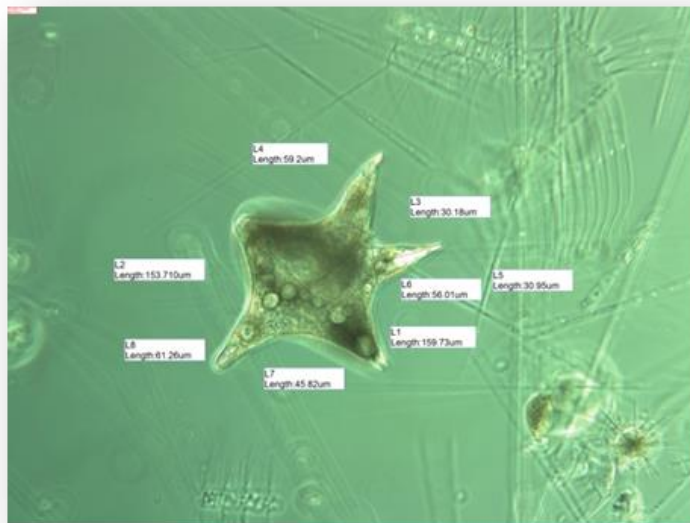
Εικόνα 32 –*Protoperidinium conicum*



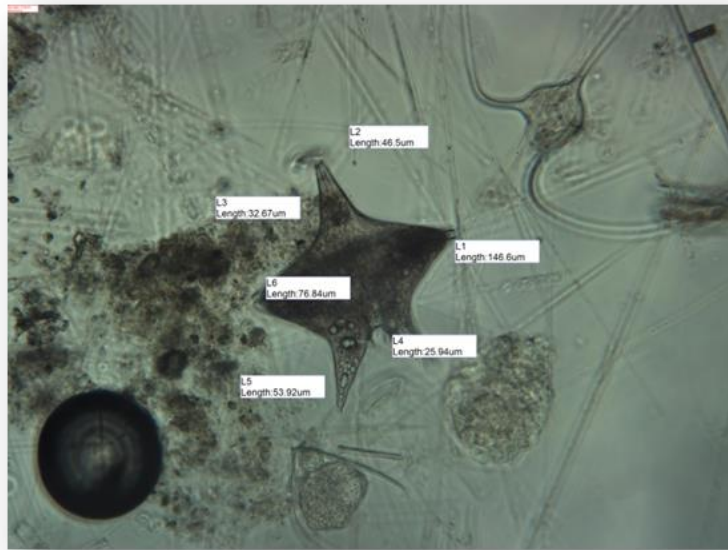
Εικόνα 33 –*Protoperidinium grande*



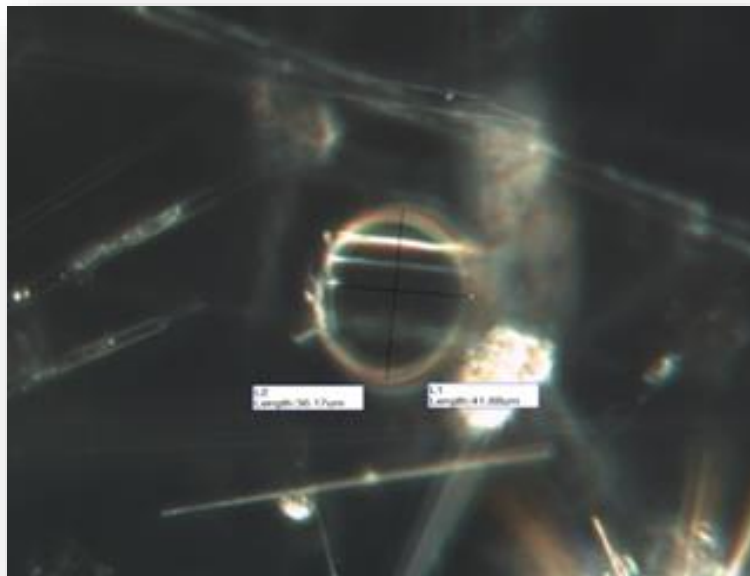
Εικόνα 34 –*Protoperidinium oviforme*



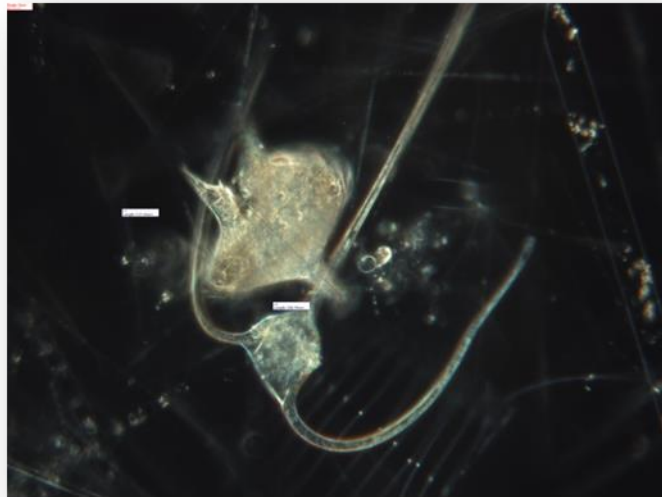
Εικόνα 35 –*Protoperidinium venustum*



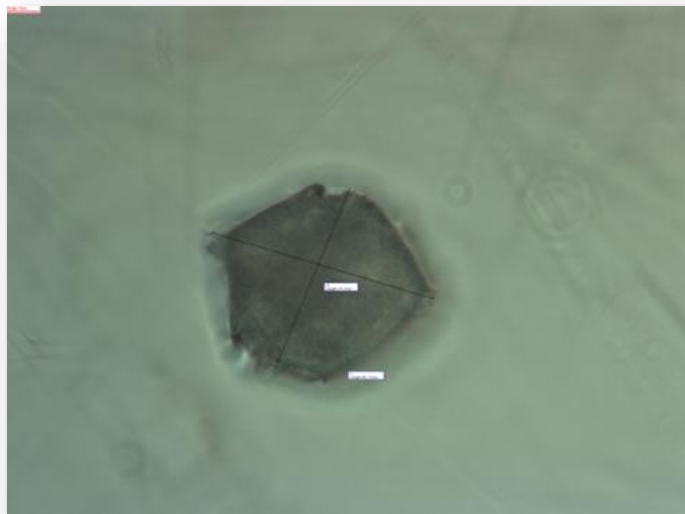
Εικόνα 36 –*Protoperidinium divergens*



Εικόνα 37 –*Phalacroma rotundatum*



Εικόνα 38 – *Protoperidinium depressum* (αιχμή βέλους)



Εικόνα 39 – *Protoperidinium thorianum*

Συζήτηση - Συμπεράσματα



Εικόνα 40 - Οι σταθμοί δειγματοληψίας απεικονίζονται με βέλη. Αριστερά βρίσκεται ο σταθμός K1 και δεξιά ο σταθμός K5.

1. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις

Ο σταθμός K1 βρίσκεται εσωτερικά του κόλπου της Καβάλας σε σχετικά μικρή απόσταση από το λιμάνι της πόλης, ενώ ο σταθμός K5 βρίσκεται σε ανοιχτή θάλασσα, στα όρια του κόλπου και στο ενδιάμεσο μεταξύ της ηπειρωτικής Ελλάδας και της νήσου της Θάσου. Ο σταθμός K5 βρίσκεται κυριολεκτικά σε ένα στενό υδάτινο πέρασμα, όπου τα ύδατα προερχόμενα από το Αιγαίο πέλαγος, περνούν πρώτα από αυτό το πέρασμα και στη συνέχεια εισέρχονται στο εσωτερικό του κόλπου.

Βάσει των παραπάνω γεωμορφολογικών δεδομένων, τα ύδατα στον σταθμό K5 εμφανίζουν μεγαλύτερη κινητικότητα απ' ό τι αυτά του σταθμού K1.

2. Φυσικοχημικές παρατηρήσεις

- **Sigma-t**

Όσον αφορά τους δύο σταθμούς δειγματοληψίας δεν παρατηρούμε ουσιαστική διαφορά στις μετρήσεις του sigma-t, με τις ελάχιστες τιμές να βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια (περίπου 22,3) και τις μέγιστες σε μεγαλύτερα βάθη (28,4 για K1 και 29,0 για K5). Οι μέσοι όροι για τους δύο σταθμούς προσεγγίζουν και οι δύο την τιμή 26.

- **Αλατότητα**

Συνολικά οι δύο σταθμοί δεν εμφανίζουν μεγάλες διαφορές και ο μέσος όρος της αλατότητας προσεγγίζει το 37‰ και στα δύο σημεία.

Η κατακόρυφη κατανομή της αλατότητας δεν ακολουθεί κάποιο εύκολα αναγνωρίσιμο πρότυπο. Οι μεταβολές της σε αντίθεση με τη θερμοκρασία, είναι πολύ μικρές για να επηρεάσουν την πυκνότητα, η οποία είναι ο καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει την κατακόρυφη μετακίνηση των υδάτων.

Στις παράκτιες περιοχές, όπως στην δική μας, η επίδραση των ποταμών που απορρέουν στην θάλασσα είναι σημαντική και το επιφανειακό παράκτιο νερό είναι μειωμένης αλατότητας σε σχέση με αυτό των βαθύτερων στρωμάτων αφού προέρχεται κυρίως από τη χέρσο.

- **Χλωροφύλλη α**

Η μέγιστη τιμή που καταγράψαμε και στα δύο σημεία προσεγγίζει τα $0,5 \text{ mg/m}^3$ σε βάθος περίπου 30m, ενώ η ελάχιστη ήταν $0,01 \text{ mg/m}^3$. Οι μέσοι όροι των τιμών για τους σταθμούς K1 και K5 είναι $0,17 \text{ mg/m}^3$ και $0,1 \text{ mg/m}^3$ αντίστοιχα.

Από τις μετρήσεις του κ. Δανιηλίδη φαίνεται ότι η χλωροφύλλη α εμφανίζει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα μεγαλύτερα βάθη και συγκεκριμένα στα 30m. Επιπλέον, το γεγονός ότι και ο παράγοντας sigma-t αυξάνεται όσο αυξάνεται και το βάθος μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι και στους δύο σταθμούς δειγματοληψίας η βιομάζα του φυτοπλαγκτού αυξάνεται κοντά στα 30m σε σχέση με τα επιφανειακά νερά.

- **Φαιοφυτίνη**

Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα των αποτελεσμάτων, η συγκέντρωση της φαιοφυτίνης αυξάνεται όσο το βάθος πλησιάζει τα 30m και παίρνει μέγιστη τιμή $1,5 \text{ mg/m}^3$ και στους δύο σταθμούς δειγματοληψίας. Η ελάχιστη τιμή που μετρήθηκε ήταν $0,01 \text{ mg/m}^3$ και οι μέσοι όροι των δύο σταθμών δεν εμφανίζουν διαφορές. Η άμεση σχέση της φαιοφυτίνης και της χλωροφύλλης δεν θα μπορούσε να μην αντικατοπτρίζεται και στις κατανομές των δύο αυτών φωτοσυνθετικών χρωστικών.

- **NO⁻³ και NO⁻²**

Τόσο στον σταθμό K1 όσο και στον K5 παρατηρούμε μια μείωση των συγκεντρώσεων των νιτρικών και των νιτρωδών όσο αυξάνεται το βάθος. Εφόσον τα νιτρικά αποτελούν μερικά από τα πιο σημαντικά θρεπτικά του φυτοπλαγκτού και σε συνδυασμό με τις προαναφερθείσες μετρήσεις χλωροφύλλης α, φαιοφυτίνης και sigma-t οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η μικρότερη συγκέντρωση θρεπτικών, οφείλεται στην μεγαλύτερη κατανάλωση από το φυτοπλαγκτόν, το οποίο εμφανίζεται αυξημένο στα κατώτερα στρώματα της λίμνης.

Αυτό που πρέπει επίσης να σημειώσουμε είναι η ελάχιστη αυξημένη συγκέντρωση τους στον σταθμό K5 έναντι του K1 σε κάθε βάθος. Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, ο σταθμός K5 βρίσκεται σε σημείο που αποτελεί πέρασμα των υδάτων με κατεύθυνση από το Αιγαίο πέλαγος στο εσωτερικό του κόλπου της Καβάλας. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην ανακύκλωση των υδάτων και ανανέωση των θρεπτικών με αποτέλεσμα τα νιτρικά να εμφανίζουν ελάχιστη αυξημένη συγκέντρωση.

- **Αμμωνία**

Η περιεκτικότητα των υδάτων σε αμμωνία είναι πρακτικά σταθερή και ανεξάρτητη του βάθους. Ωστόσο, στον σταθμό K5 παρατηρούμε ελαφρά μεγαλύτερη συγκέντρωση, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στην ανακύκλωση των θρεπτικών στο σημείο εκείνο, λόγω του ρεύματος που προέρχεται από το Αιγαίο πέλαγος και εισέρχεται στον κόλπο της Καβάλας.

Η αναλογία ανάμεσα στα κατιόντα αμμωνίου και την ελεύθερη αμμωνία καθορίζεται κατά κύριο λόγο από το pH του νερού. Η ελεύθερη αμμωνία είναι τοξική για τα ψάρια, με όριο ανοχής για τα ψάρια του γλυκού νερού τη συγκέντρωση των $0,02 \text{ mg/l}$.

- **Ολικό Άζωτο**

Με βάση τις μετρήσεις μας παρατηρούμε μια σχετική αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στα μεσαία και βαθύτερα στρώματα του κόλπου και στους δύο σταθμούς δειγματοληψίας. Επιπλέον η συγκέντρωση του εμφανίζεται αυξημένη στον σταθμό

K1, έναντι του K5 με μέσους όρους 796,9 µg/l και 323,8 µg/l αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στο ότι ο σταθμός K1 βρίσκεται εσωτερικά του κόλπου και άρα δέχεται ποσότητες αζώτου που προέρχονται από τη χέρσο, είτε από απορρέοντα ύδατα, είτε ως προϊόντα της ανθρώπινης δραστηριότητας της ευρύτερης περιοχής.

- **PO₄⁻³**

Όσον αφορά τις μετρήσεις μας, παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση των PO₄⁻³ παραμένει πρακτικά σταθερή και φαίνεται ανεξάρτητη από το βάθος και στους δύο σταθμούς, εκτός από την μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα 33m στον σταθμό K1, όπου το PO₄⁻³ παρουσιάζεται αυξημένο κατά 40 φορές έναντι όλων των άλλων μετρήσεων.

Επειδή ο φώσφορος είναι στοιχείο βιολογικά ενεργό, η συγκέντρωση του εξαρτάται από το βαθμό του μεταβολισμού της σύνθεσης ή της αποσύνθεσης σ' ένα υδάτινο οικοσύστημα. Έτσι αναμένουμε χαμηλές συγκεντρώσεις σε βάθη που αντιστοιχούν σε υψηλή παραγωγικότητα.

- **Ολικός Φώσφορος**

Η μέτρηση του ολικού φωσφόρου εμφανίζει μια ομαλή κατανομή στα διάφορα βάθη των δύο σταθμών. Ωστόσο παρατηρούμε συγκέντρωση σχεδόν διπλάσια στο σταθμό K1 έναντι του σταθμού K5 με μέσους όρους 12,0 µg/l και 6,5 µg/l αντίστοιχα. Η διαφορά αυτή είναι πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι το εσωτερικό του κόλπου της Καβάλας δέχεται κατά πάσα πιθανότητα ύδατα που προέρχονται από ανθρωπογενή δραστηριότητα όπως επίσης και γλυκό νερό που απορρέει από τη χέρσο. Έτσι εφοδιάζεται με πλήθος ενώσεων του φωσφόρου σε αντίθεση με τα ύδατα του σταθμού K5 που βρίσκονται πιο ανοιχτά στον κόλπο, μακριά από το αστικό κέντρο της Καβάλας.

- **Πυρίτιο και SiO₂**

Η διακύμανση του πυριτίου εμφανίζει μια αυξητική τάση καθώς κατευθυνόμαστε σε μεγαλύτερα βάθη. Επίσης παρατηρούμε αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του πυριτίου στον σταθμό K1 σε σχέση με τον σταθμό K5.

3. Βιοποικιλότητα στις θέσεις δειγματοληψίας

Ταυτοποιήθηκαν 72 taxa στο σταθμό δειγματοληψίας K1 και 62 taxa στο σταθμό K5. Τα κοινά είδη είναι 38, ενώ ο δείκτης Sorensen είναι 0,28.

4. Ταξινομικές παρατηρήσεις

Ταυτοποιήθηκαν 83 πλαγκτικοί οργανισμοί σε επίπεδο είδους και 6 σε επίπεδο ποικιλίας ενώ προσδιορίστηκαν μόνο μέχρι το επίπεδο γένους 3 περιφυτικοί οργανισμοί –τυχοπλαγκτόν– με σπάνια ανεύρεση στο υλικό μας (μία ανεύρεση).

5. Οικολογικές παρατηρήσεις

Τα είδη που αναγνωρίσαμε είναι στην πλειοψηφία τους (κατά ~98%) πλακτικά και εμφανίζονται σε εύκρατα και θερμά ύδατα όπως αυτά της Μεσογείου (*Thalassiosira mediterranea*)(Park *et al.*, 2016). Εξαιρέση αποτελούν οι περιφυτικοί οργανισμοί γλυκών νερών των γενών *Cymbella*, *Epithemia* και *Synedra* (Round *et al.* 1990), η ανεύρεση των οποίων στο υλικό μας αποδόθηκε στη τυχαιότητα (αποκολλήθηκαν από το υπόστρωμα τους και παγιδεύτηκαν στο δίχτυ).

Επιπλέον, αναγνωρίσαμε 2 οργανισμούς που απαντούν και σε υφάλμυρα ύδατα (*Dinophysis caudata* και *Dinophysis rotundata*) (Gómez, 2003).

Τέλος, καταγράψαμε 2 είδη το *Ceratium fusus* και το *Thalassiosira mediterranea*, τα οποία θεωρούνται επιβλαβή για τον άνθρωπο ή κάποιους θαλάσσιους οργανισμούς, όπως τα ψάρια (Gómez, 2003).

6. Βιογεωγραφικές παρατηρήσεις

Τα είδη που αναγνωρίσαμε είναι κατά 85-90% περίπου κοσμοπολιτικά και τα περισσότερα από αυτά εμφανίζονται σε πολλές διαφορετικές ηπείρους της Γης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα *Chaetoceros affinis* (Hasle & Syvertsen, 1996), *Protoperidinium oviforme* (Gómez, 2005), *Dactyliosolen fragilissimus* (Hasle & Syvertsen, 1996) και το *Ceratium furca* (Gómez, Moreira, & López-García, 2010). Επίσης, καταγράψαμε 3 τα οποία εμφανίζονται σε τροπικά ή υποτροπικά ενδιαιτήματα (*Ceratium hexacanthum*, *Ceratium teres* και *Ceratium trichoceros*) (Gómez 2003).

Τέλος, ένα taxon παρουσιάζει πιο περιορισμένη εξάπλωση και συγκεκριμένα η ποικιλία *Ceratium arietinum* var. *gracilentum*, η οποία εμφανίζεται μόνο στη Μεσόγειο θάλασσα (Weisse *et al.*, 2007).

Βιβλιογραφία

- Gómez, F. 2003. Checklist of Mediterranean free-living Dinoflagellates. *Botanica Marina* 46: 215-242.
- Gómez, F. 2005. A list of free-living dinoflagellate species in the world's oceans. *Acta Botanica Croatica* 64: 129-212.
- Gómez, F., Moreira, D. & López-García, P. 2010. *Neoceratium* gen. nov., a new genus for all marine species currently assigned to *Ceratium* (Dinophyceae). *Protist* 161: 35-54.
- Graham L., Graham J.E. & Wilcox L.W. 2009. *Algae*, 2nd edition, Pearson Education, Inc, publishing as Benjamin Cummings, 1301 Sansome St., San Francisco, CA 94111. (Μεταφράστηκε στα ελληνικά με την επιμέλεια της Α. Οικονόμου-Αμίλλη από τις εκδόσεις Κωσταράκη, Αθήνα 2011), '.
- Hasle, G.R. & Syvertsen, E.E. 1996. Marine diatoms. In: *Identifying Marine Phytoplankton*. (Tomas, C.R. Eds), pp. 5-385. San Diego: Academic Press
- Hillebrand H., Dürselen C., Kirschtel D., Zohary T., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology* 35: 403-424.
- Park, J.S., Jung, S.W., Lee, S.D., Yun, S.M. & Lee, J.H. 2016. Species diversity of the genus *Thalassiosira* (Thalassiosirales, Bacillariophyta) in South Korea and its biogeographical distribution in the world. *Phycologia* 55(4): 403-423.
- Round, F. E., Crawford, R. M., Mann, D. G. 1990. *The Diatoms*. Cambridge University Press. New York, NY.

- Steidinger, K.A. & Tangen, K. 1996. Dinoflagellates. In: Identifying Marine Phytoplankton. (Tomas, C.R. Ed), pp. 387-584. San Diego: Academic Press.
- Sun & Liu 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 35(11): 1331-1346.
- Sylaios G., Stamatis N., Kallianiotis A. *et al.* 2005. Monitoring water quality and assessment of land-based nutrient loadings and cycling in Kavala Gulf. *Water Resources Management* 19: 713-735.
- Weisse T. *et al.*, 2007. *European Journal of Protistology*

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις:

- <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Phytoplankton>
- http://eol.org/pages/4757/hierarchy_entries/20658179/details
- <http://eol.org/pages/3685/details>
- <http://www.ucl.ac.uk/GeolSci/micropal/diatom.html>
- <http://www.ucl.ac.uk/GeolSci/micropal/dinoflagellate.html>