

ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΟΥ ΚΑΪΆΦΑ (Δ/ΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)

Μπούζος Δ. & Κοντόπουλος Ν.

Εργαστήριο Ιζηματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών 265 04 Ρίο, ogian@tee.gr,
kontorou@upatras.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή μελετά τις φυσικές και χημικές παραμέτρους των νερών της λιμνοθάλασσας του Καϊάφα. Η μεταβολή της θερμοκρασίας ορίζει ως αναμένετο μια ψυχρή και μια θερμή περίοδο. Η μεταβολή της αλατότητας ορίζει σε αντιστοιχία προς τη ψυχρή και θερμή περίοδο περιόδους χαμηλής και υψηλής αλατότητας, ενώ καθ' όλη τη διάρκεια του έτους η λιμνοθάλασσα παραμένει υφάλμυρη. Επιπλέον απουσιάζει η οριζόντια ζώνωση της αλατότητας και στις δύο αυτές περιόδους. Οι τιμές pH κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα για την υδρόβια ζωή. Το διαλυμένο οξυγόνο απαντά με χαμηλές τιμές στη διάρκεια του θέρους και του φθινόπωρου.

Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων δεν παρουσιάζουν χωρικές αλλά μόνο εποχιακές διακυμάνσεις. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων βρίσκονται σε κανονικά επίπεδα, ενώ των νιτρικών αλάτων είναι υψηλές στη διάρκεια της ψυχρής περιόδου και στο υπόλοιπο διάστημα του χρόνου χαμηλές. Οι τιμές της αμμωνίας είναι αυξημένες σε όλη τη διάρκεια του έτους και μπορεί να καταστεί τοξική για τα υδρόβια ζώα. Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων είναι χαμηλές και μόνο στο τέλος του θέρους παρατηρούνται υψηλές τιμές στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας και παράλληλα ευτροφικές συνθήκες.

Οι χωρικές και χρονικές μεταβολές των μελετηθέντων φυσικοχημικών παραμέτρων συνδέονται άμεσα με την εκφόρτιση στη λιμνοθάλασσα ενός ψυχρού και ενός θερμού καρστικού υδροφόρου ορίζοντα.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λιμνοθάλασσα του Καϊάφα είναι ένα παράκτιο οικοσύστημα που απαντά στις ακτές του Κυπαρισσιακού Κόλπου στη Δ/κή Πελοπόννησο. Η λιμνοθάλασσα αυτή θα μπορούσε να ενταχθεί στο λιμνοθαλάσσιο σύστημα του ποταμού Αλφειού. Το σύστημα αυτό από το 8000 BP και εντεύθεν προήλασε στη σημερινή του θέση σε τέσσερα ευδιάκριτα επεισόδια προέλασης (Kraft et al, 1999). Όμως η λιμνοθάλασσα αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως η επιφανειακή εκδήλωση και συνέχεια ενός ψυχρού καρστικού υδροφόρου ορίζοντα (Δημόπουλος & Μουντράκης, 1988). Ο ορίζοντας αυτός σχηματίζεται στους Ανωκρηπιδικούς ασβεστόλιθους του όρους Λάπηθα που βρίσκεται αμέσως ανατολικά της λιμνοθάλασσας, όπου ακριβώς εκεί απαντούν τα καρστικά σπήλαια των πηγών των Ανιγρίδων Νυμφών και του Γεράνιου. Τα θερμομεταλλικά νερά των πηγών αυτών δηλώνουν την παρουσία και ενός επιπλέον θερμού υδροφόρου ορίζοντα (Δημόπουλος & Μουντράκη, 1999). Τα νερά των πηγών αυτών με αποστραγγιστικές αύλακες εκφορτίζονται μέσα στη λιμνοθάλασσα (Σχ. 1). Επιπλέον στη νησίδα των τουριστικών εγκαταστάσεων υπάρχουν πηγάδια με γλυκό νερό προφανώς λόγω της εκφόρτισης του καρστ.

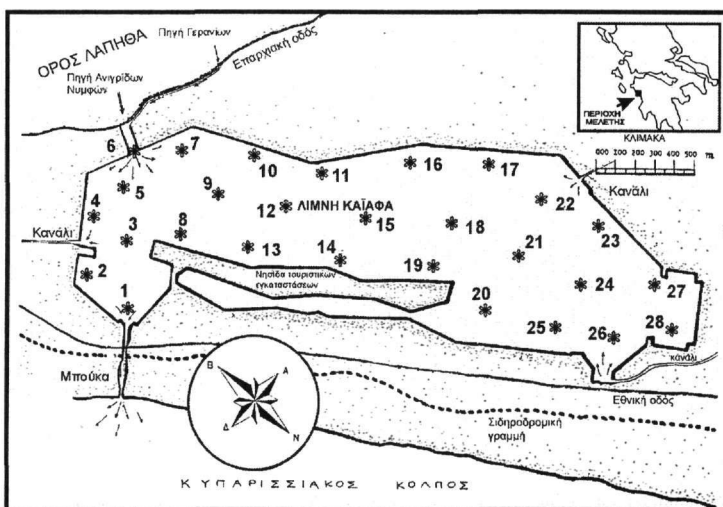
Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τη χωρική και χρονική κατανομή των φυσικοχημικών παραμέτρων των επιφανειακών υδάτων της λιμνοθάλασσας σε μια προσπάθεια απόκτησης δεδομένων που απουσιάζουν και που θα αποτελέσουν βάση για περαιτέρω έρευνα στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης διαχειριστικής προσέγγισης της λιμνοθάλασσας.

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σε ένα δίκτυο 28 σταθμών δειγματοληψίας (Σχ. 1), οι θέσεις των οποίων προσδιορίστηκε με φορητό GPS, έγινε δειγματοληψία νερού και συγχρόνως έγιναν απ' ευθείας μετρήσεις των ακόλουθων αβιοτικών παραμέτρων στα επιφανειακά ύδατα:

- α. Οξυγόνου (με τη χρήση φορητού οξυγονομέτρου OXI 991, Aquaatic, ακρίβεια: $\pm 1\%$).
- β. Θερμοκρασίας(με τη χρήση φορητού οξυγονομέτρου OXI 991, Aquaatic, ακρίβεια: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$).
- γ. pH (με τη χρήση φορητού pH-μέτρου τύπου MICRO Checkit pH+, Lovibond, ακρίβεια: $\pm 0,1$).
- δ. Αλατότητας (με τη χρήση διαθλασίμετρου, ακρίβεια: $\pm 0,1\%$).

Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων (νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά, φωσφορικά) προσδιορίστηκαν με τη χρήση εορητού φασματοφωτομέτρου τύπου Hack 2000 (ακρίβεια: $\pm 0,01 \text{ mg/l}$, $\pm 0,0007 \text{ mg/l}$, $\pm 0,015 \text{ mg/l}$ και $\pm 0,01 \text{ mg/l}$ αντίστοιχα). Η περίοδος δειγματοληψίας καλύπτει το χρονικό διάστημα 1994-1995 και ειδικότερα τέλος Οκτωβρίου/ αρχές Νοεμβρίου 1994 (10/94), αρχές Μαρτίου 1995 (3/95), αρχές Μαΐου 1995 (5/95) και τέλος Αυγούστου / αρχές Σεπτεμβρίου 1995 (8-9/95).



Σχήμα 1. Σχηματικό σκαρίφημα κάτοψης Λ/Θ Καΐφα. Διακρίνονται οι θέσεις της πραγματοποιηθείσας δειγματοληψίας

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Θερμοκρασία

Σύμφωνα με τον πίνακα 1 στον οποίο αναγράφονται για κάθε θέση και για κάθε περίοδο δειγματοληψίας οι τιμές της θερμοκρασίας προκύπτουν τα εξής:

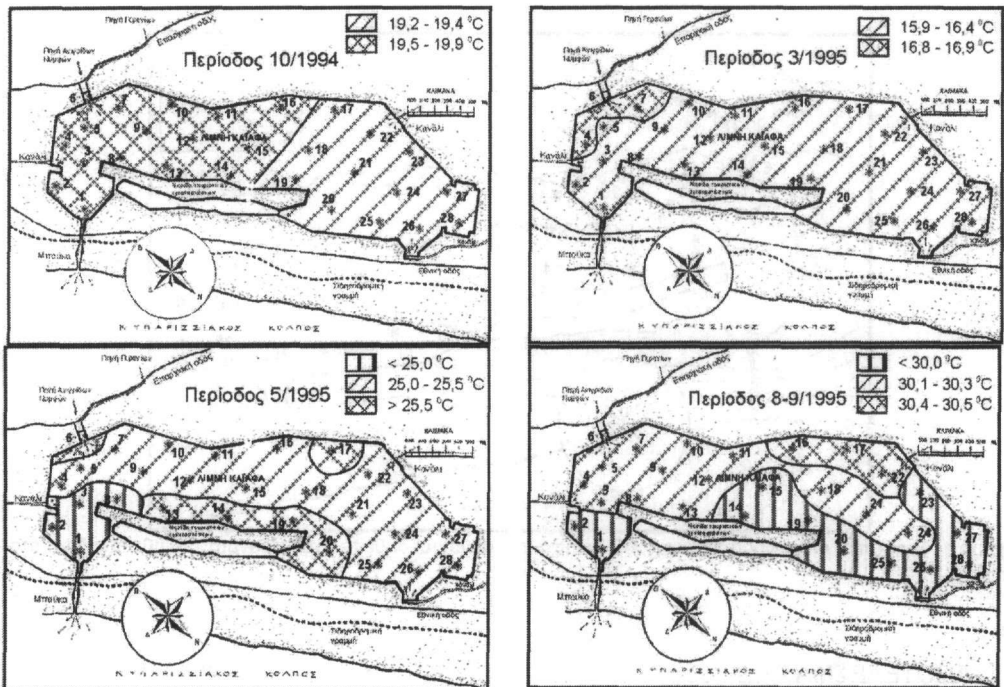
- α. Η θερμοκρασία την περίοδο 10/94 έχει μέση τιμή $19,6^{\circ}\text{C}$ και κυμαίνεται από 19°C μέχρι $20,7^{\circ}\text{C}$, την περίοδο 3/95 έχει μέση τιμή $16,3^{\circ}\text{C}$ και κυμαίνεται από $15,9^{\circ}\text{C}$ μέχρι $16,9^{\circ}\text{C}$, την περίοδο 5/95 έχει μέση τιμή $25,3^{\circ}\text{C}$ και κυμαίνεται από $24,6^{\circ}\text{C}$ μέχρι $26,2^{\circ}\text{C}$ και την περίοδο 8-9/95 έχει μέση τιμή $30,1^{\circ}\text{C}$ και κυμαίνεται από $29,7^{\circ}\text{C}$ μέχρι $30,4^{\circ}\text{C}$. Η μέγιστη θερμοκρασία για κάθε περίοδο δειγματοληψίας, πλην της περιόδου 8-9/95, σημειώνεται στη θέση 6 πλησίον της θέσεως αποβίβασης και επιβίβασης του Σπηλαίου Νιγριδίων Νυμφών.
- β. Για κάθε περίοδο δειγματοληψίας η θερμοκρασία των λιμνοθαλάσσιων υδάτων σε όλη την έκταση της λιμνοθάλασσας παραμένει πρακτικά σταθερή μια και η διακύμανση της θερμοκρασίας κάθε φορά είναι πολύ μικρή. Εν τούτοις η μικρή αυτή διακύμανση δείχνει ότι **i)** στην περίοδο 10/94 το βόρειο μισό τμήμα της λιμνοθάλασσας είναι λίγο θερμότερο του υπολοίπου νοτίου τμήματος. **ii)** στην περίοδο 3/95, όλη σχεδόν η λιμνοθάλασσα έχει ύδατα της ίδιας περιόδου θερμοκρασίας εκτός ενός μικρού τμήματος πλησίον της πηγής Ανιγριδίων Νυμφών που έχει ελαφρώς

θερμότερα ύδατα. **iii**) στην περίοδο 5/95 οι ελαφρώς χαμηλότερες θερμοκρασίες από την υπόλοιπη λιμνοθάλασσα απαντούν στο τμήμα που βρίσκεται πλησίον του διαύλου και **iv**) στην περίοδο 8-9/95 οι χαμηλότερες θερμοκρασίες απαντούν τόσο κοντά στο διάυλο όσο και στο μεγαλύτερο τμήμα του δυτικού περιθωρίου καθώς και στο νότιο περιθώριο.

γ. οι χαμηλότερες θερμοκρασίες των λιμνοθαλάσσιων υδάτων σημειώνονται στην περίοδο 3/95 και οι υψηλότερες στην περίοδο 8-9/95 (Σχ. 2). Επομένως, διαπιστώνεται η αναμενόμενη παρουσία δύο θερμοκρασιακών φάσεων. Μία φάση μείωσης της θερμοκρασίας από την περίοδο 10/94 μέχρι την περίοδο 3/95 και μία φάση συνεχούς αύξησής της μετά την περίοδο 3/95 διαμέσου της περιόδου 5/95 μέχρι την περίοδο 8-9/95 (Σχ. 2).

3.2 Αλατότητα

Σύμφωνα με τον πίν.ικα 1 στον οποίο αναγράφονται για κάθε θέση και για κάθε περίοδο δειγματοληψίας οι τιμές της αλατότητας προκύπτουν τα εξής:



Σχήμα 2. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας στις τέσσερις περιόδους δειγματοληψίας.

- α. Η αλατότητα την περίοδο 3/95 έχει μέση τιμή 7,3‰ και κυμαίνεται από 7,2‰ μέχρι 7,5‰, την περίοδο 5/95 έχει μέση τιμή 8,5‰ και κυμαίνεται από 8,4‰ μέχρι 8,7‰, την περίοδο 8-9/95 έχει μέση τιμή 9,1‰ και κυμαίνεται από 9,00‰ μέχρι 9,2‰ και την περίοδο 10/94 έχει μέση τιμή 9,0‰ και κυμαίνεται από 8,7‰ μέχρι 9,1‰. Με βάση τις προαναφερθείσες τιμές η λιμνοθάλασσα του Καϊάφα χαρακτηρίζεται ως υφάλμυρη.
- β. Για κάθε περίοδο δειγματοληψίας η αλατότητα των λιμνοθαλασσίων υδάτων παραμένει πρακτικά σταθερή σε όλη την έκταση της λιμνοθάλασσας μια και η διακύμανση της αλατότητας κάθε φορά είναι πολύ μικρή κι απουσιάζει η χωρική ζώνωση.
- γ. Οι χαμηλότερες τιμές αλατότητας των λιμνοθαλάσσιων υδάτων σημειώνονται στην περίοδο 3/95 και οι υψηλότερες στις περιόδους 10/94 και 8-9/95. Επομένως, διαπιστώνεται η αναμενόμενη παρουσία δύο φάσεων αλατότητας. Μία φάση μείωσης της αλατότητας από την περίοδο 10/94 μέχρι την περίοδο 3/95 και μία φάση συνεχούς αύξησής της μετά το τέλος της περιόδου αυτής μέχρι και την περίοδο 8-9/95 διαμέσου της περιόδου 5/95.

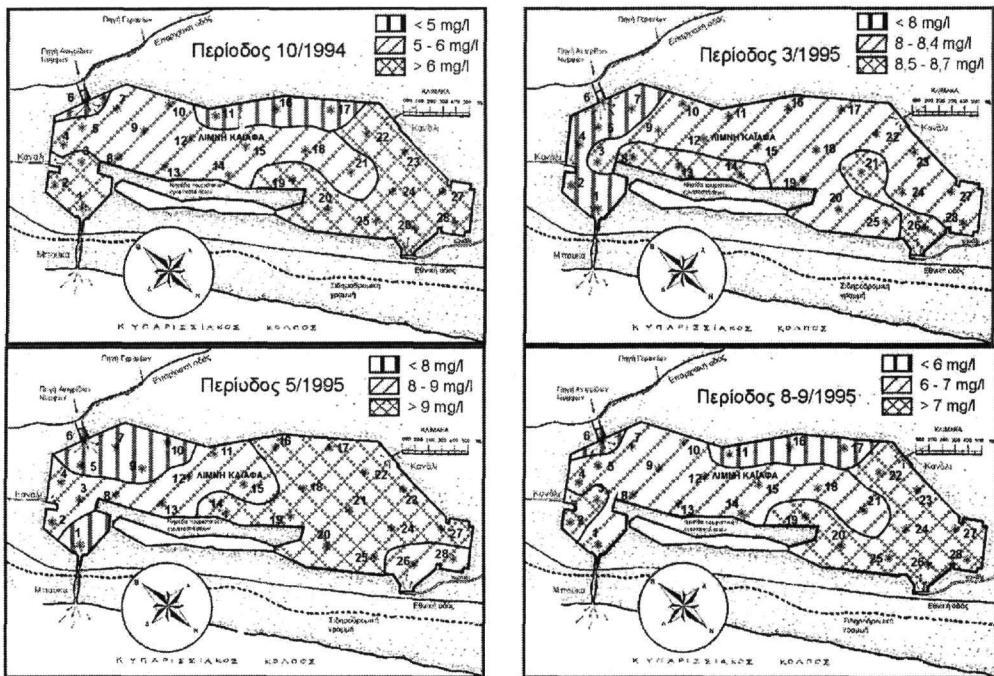
3.3 pH

Σύμφωνα με τον πίνακα 1 την περίοδο 3/95 οι τιμές pH κυμαίνονται από 7,60 μέχρι 8,40 και έχουν μια μέση τιμή 7,80 ,την περίοδο 5/95 οι τιμές pH κυμαίνονται από 7,30 μέχρι 7,90 και έχουν μια μέση τιμή 7,70 και την περίοδο 8-9/95 οι τιμές pH κυμαίνονται από 6,70 μέχρι 7,60 και έχουν μια μέση τιμή 7,30. Είναι σαφές ότι την περίοδο 8-9/95 παρατηρούνται ελαφρώς χαμηλότερες τιμές pH σε σχέση με τις υπόλοιπες περιόδους δειγματοληψίας.

3.4 Διαλυμένο Οξυγόνο

Σύμφωνα με τον πίνακα 1 την περίοδο 3/95 οι τιμές O₂ κυμαίνονται από 6,70mg/l μέχρι 8,70 mg/l και έχουν μια μέση τιμή 8,10 mg/l, την περίοδο 5/95 οι τιμές O₂ κυμαίνονται από 7,40 mg/l μέχρι 10 mg/l και έχουν μια μέση τιμή 8,74 mg/l, την περίοδο 8-9/95 οι τιμές O₂ κυμαίνονται από 4,30 mg/l μέχρι 8,40 mg/l και έχουν μια μέση τιμή 6,90 mg/l και την περίοδο 10/94 οι τιμές O₂ κυμαίνονται από 3,30 mg/l μέχρι 7,40 mg/l και έχουν μια μέση τιμή 5,9 mg/l .

Με βάση τα προηγούμενα στις περιόδους 10/94 και 8-9/95 οι συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου είναι σχετικά χαμηλές (Σχ. 3), ενώ στις άλλες δύο περιόδους καταγράφονται υψηλότερες τιμές και ειδικότερα στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας στην περίοδο 5/95 (Σχ. 3). Επιπλέον η απεικόνιση χωρικά των τιμών O₂ είναι όμοια για τις περιόδους 8-9/95 και 10/94 (Σχ. 3).

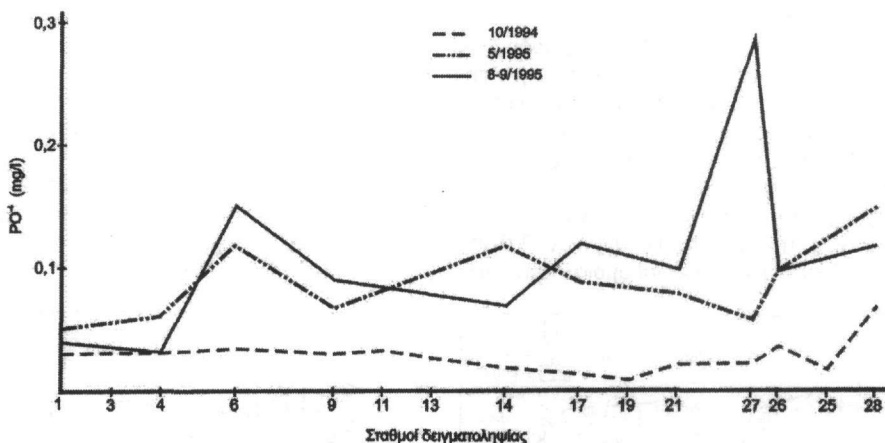


Σχήμα 3. Χωρική κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου στις τέσσερις περιόδους δειγματοληψίας.

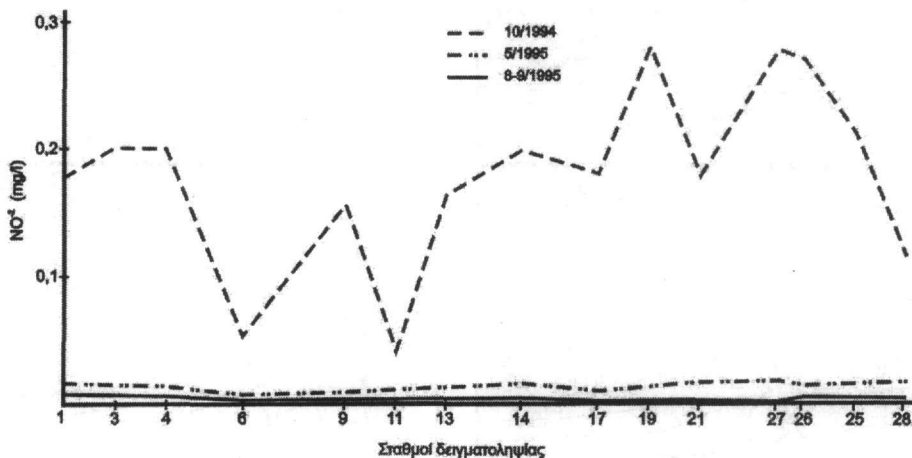
3.5 Θρεπτικά Άλατα

Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων σύμφωνα με τον πίνακα 1 και 2 είναι σε χαμηλά επίπεδα στην περίοδο δειγματοληψίας 10/94 και κυμαίνονται μεταξύ 0,010mg/l και 0,070 mg/l και έχουν μέση τιμή 0,029 mg/l (Σχ. 4). Αντιθέτως στην περίοδο δειγματοληψίας 8-9/95 οι συγκεντρώσεις αυτές είναι υψηλές στο πλείστον των θέσεων δειγματοληψίας ιδιαίτερως του νότιου τμήματος της λιμνοθάλασσας (Σχ.4) και κυμαίνονται μεταξύ 0,03 mg/l και 0,29 mg/l και έχουν μέση τιμή 0,111 mg/l. Η περίοδος δειγματοληψίας 5/95 έχει ένα ενδιάμεσο περίπου χαρακτήρα στις τιμές των συγκεντρώσεων των φωσφορικών αλάτων για κάθε θέση δειγματοληψίας σε σχέση προς τις δύο άλλες περιόδους. Οι τιμές αυτές κυμαίνονται από 0,05 mg/l μέχρι 0,15 mg/l και η μέση τιμή τους είναι 0,09 mg/l (Σχ. 4).

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων κινούνται σε κανονικά επίπεδα στις περιόδους δειγματοληψίας 5/95 και 8-9/95 αλλά σε υψηλά επίπεδα στην περίοδο δειγματοληψίας 10/94 (Πίν. 2) (Σχ. 5). Συγκεκριμένα στην περίοδο αυτή η παρουσία των νιτρικών αλάτων κυμαίνεται από 0,041 mg/l μέχρι 0,28 mg/l και η μέση τιμή αυτών είναι 0,18 mg/l. Αντιθέτως στις περιόδους δειγματοληψίας 5/95 και 8-9/95 οι διακυμάνσεις στη συγκέντρωση των νιτρικών αλάτων είναι 0,007 mg/l μέχρι 0,019 mg/l και 0,001 mg/l μέχρι 0,009 mg/l αντιστοίχως και οι αντίστοιχες μέσες τιμές είναι 0,014 mg/l και 0,004 mg/l (Πίν. 1) (Σχ. 5).



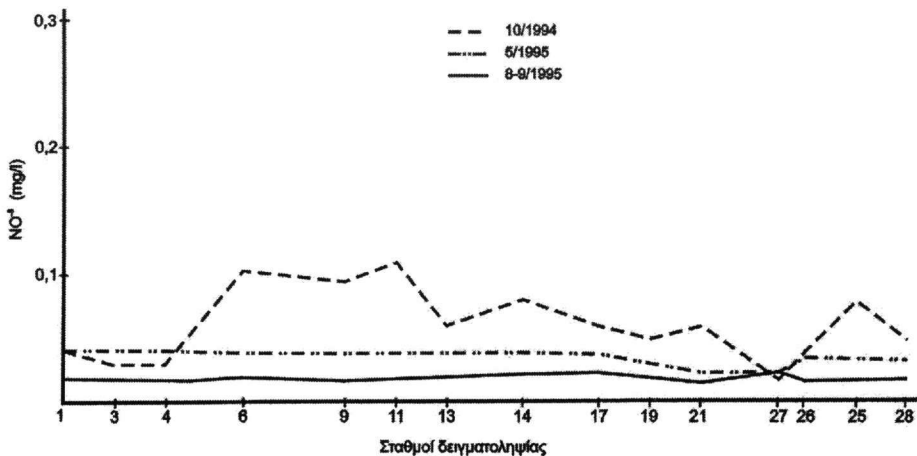
Σχήμα 4. Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων ανά σταθμό και περίοδο δειγματοληψίας.



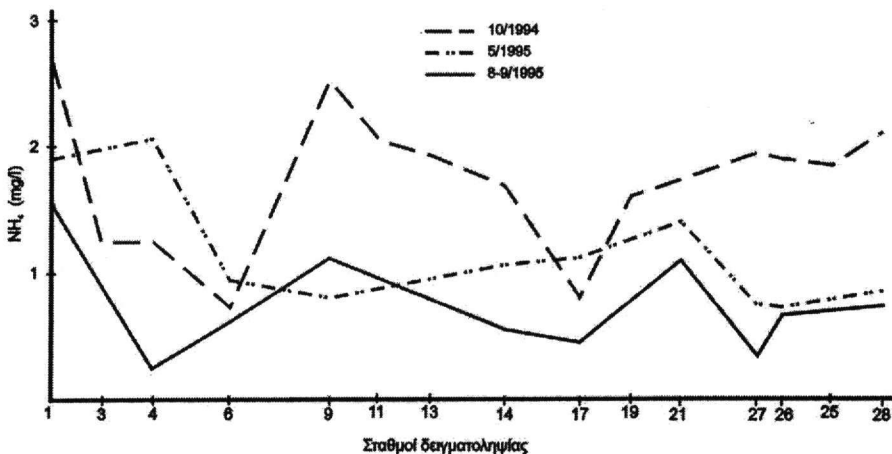
Σχήμα 5. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων ανά σταθμό και περίοδο δειγματοληψίας

Σύμφωνα με τον πίνακα 1 και 2 και σχήμα 6 οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων βρίσκονται σε κανονικά επίπεδα. Ειδικότερα την περίοδο 10/94 οι συγκεντρώσεις αυτές κυμαίνονται από 0,02 mg/l μέχρι 0,11 mg/l και έχουν μέση τιμή 0,06 mg/l, την περίοδο 5/95 από 0,024mg/l μέχρι 0,040 mg/l και έχουν μέση τιμή 0,035 mg/l και την περίοδο 8-9/95 από 0,018 mg/l μέχρι 0,024 mg/l και έχουν μέση τιμή 0,020 mg/l.

Σύμφωνα με τον πίνακα 1 και 2 και Σχ. 7 οι συγκεντρώσεις της αμμωνίας βρίσκονται σε αξιοσημείωτα υψηλά επίπεδα. Συγκεκριμένα την περίοδο 10/94 οι συγκεντρώσεις αυτές κυμαίνονται από 0,74 mg/l μέχρι 2,68 mg/l και έχουν μέση τιμή 1,74 mg/l, την περίοδο 5/95 κυμαίνονται από 0,72 mg/l μέχρι 2,05 mg/l και έχουν μέση τιμή 1,16 mg/l και την περίοδο 8-9/95 από 0,24 mg/l μέχρι 1,55 mg/l και έχουν μέση τιμή 0,74 mg/l.



Σχήμα 6. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων ανά σταθμό και περίοδο δειγματοληψίας.



Σχήμα 7. Οι συγκεντρώσεις της αμμωνίας ανά σταθμό και περίοδο δειγματοληψίας

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων των μετρήσεων των προαναφερθέντων περιβαλλοντικών δεικτών (Πίν. 2) οδηγήθηκε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

Η θερμοκρασία και η αλατότητα των νερών της λιμνοθάλασσας δείχνουν την αναμενόμενη εποχιακή διακύμανση. Στις περιόδους 5/95 και 8-9/95 οι χαμηλότερες θερμοκρασίες απαντούν πλησίον του διαύλου λόγω γεινιάσής του με την ανοιχτή θάλασσα στην οποία επικρατούν πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες 16,5°C-18,5°C και 24,5°C-25,5°C αντίστοιχα, από αυτές των προαναφερθέντων περιόδων (Medatlas, 1997). Αντίθετα στη θέση που είναι απέναντι από τον δίαυλο και είναι το σημείο αποβίβασης και επιβίβασης των Σπηλαίων Νιγριδίων Νυμφών απαντά η υψηλότερη θερμοκρασία σε όλη τη διάρκεια του έτους (Πίν. 1). Αυτό οφείλεται στην εκφόρτιση με τη βοήθεια αποστραγγιστικής αύλακας στη θέση αυτή του θερμομεταλλικού νερού των πηγών του Σπηλαίου Νιγριδίων Νυμφών στο οποίο έχουν καταγραφεί θερμοκρασίες από 29°C μέχρι 35°C (Kallergis & Lambrakis, 1992). Αντίθετα το νερό της πηγής Γερανίου έχει χαμηλότερες θερμοκρασίες από 25°C έως 28°C (Kallergis & Lambrakis, 1992).

Η λιμνοθάλασσα σε όλη τη διάρκεια του έτους χαρακτηρίζεται ως υφάλμυρη. Όμως, γενικά οι χαμηλές τιμές της αλατότητας δείχνουν περιορισμένη επίδραση του θαλασσινού νερού ενώ αντιθέτως η δράση της καρστικής υδροφορίας συμβάλλει ουσιαστικά στην διατήρηση αυτών των τιμών με τις χαμηλότερες τιμές στις περιόδους 3/95 και 5/95 λόγω εμπλοπισμού του καρστικού υδροφόρου

ορίζοντα με ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και τις υψηλότερες στις περιόδους 8-9/95 και 10-11/94 με τη μείωση ή και απουσία του προαναφερθέντος εμπλουτισμού. Η δράση αυτή αφορά το σύνολο των νερών της λιμνοθάλασσας και εξηγεί την απουσία ζώνωσης της αλατότητας σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Οι τιμές pH των λιμνοθαλασσιών υδάτων είναι σχετικά υψηλότερες στις περιόδους 3/95 (μέση τιμή pH=7,8) και 5/95 (μέση τιμή pH=7,7) σε σχέση με τις τιμές pH της περιόδου 8-9/95 (μέση τιμή pH=7,30). Όμως, όπως προαναφέρθηκε, στις περιόδους 3/95 και 5/95 υπάρχει αυξημένη εκφόρτιση του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα στη λίμνη με νερό που έχει τιμές pH που κυμαίνονται από 6,6 μέχρι 7,4 (Kallergis & Lambrakis, 1992). Κατά συνέπεια οι υψηλότερες τιμές pH των περιόδων αυτών θα πρέπει να οφείλονται σε αυξημένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα στη διάρκεια της άνοιξης (Κουσουρή, 1998). Οι τιμές pH των νερών της λιμνοθάλασσας που βρίσκονται σχεδόν πάντα μεταξύ 7 και 8 (Πιν. 1) μπορούν να θεωρηθούν ως ακίνδυνες για τους υδρόβιους οργανισμούς (Κουσουρή, 1998).

Η παρατηρηθείσα χαμηλή τιμή διαλυμένου οξυγόνου στην περίοδο 8-9/95 οφείλεται στην αυξημένη θερμοκρασία των νερών (αριθμ. μέσος: 30,1°C), στους ασθενείς πλέοντες ανέμους (1-2 Baufort) που κυριαρχούν (80% συχνότητα) (Γκίνης, 1974; Γκιώνης, 2000) και στην απουσία εμπλουτισμού του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα με ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Αντίθετα οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στην περίοδο 10-11/94 που είναι και οι πλέον χαμηλότερες που σημειώθηκαν, παρά το γεγονός ότι οι μέτριοι (3-5 Baufort) και ορμητικοί άνεμοι (>8 Baufort) όλων των διευθύνσεων συμμετέχουν τώρα με 40% (Γκίνης, 1974; Γκιώνης, 2000), θα πρέπει να αποδοθούν σε ευτροφικές συνθήκες. Σε αυτό συνηγορεί η αυξημένη παρουσία αμμωνίας στην περίοδο αυτή. Αυτό οφείλεται στην αποστράγγιση των καλλιεργούμενων εκτάσεων στο βόρειο και νότιο περιθώριο της λιμνοθάλασσας με τη βοήθεια αποστραγγιστικών αυλάκων που υπάρχουν εκεί (Σχ. 1). Επιπλέον η χαμηλή παρουσία στην περίοδο αυτή των νιτρικών αλάτων μπορεί να αποδοθεί στην παρουσία μικρών συγκεντρώσεων οξυγόνου και αυξημένων συγκεντρώσεων αμμωνίας ενώ αντίθετα η αυξημένη παρουσία νιτρικών στην περίοδο αυτή μπορεί να ευνοείται από τη μικρή περιεκτικότητα των νερών σε διαλυμένο οξυγόνο (Κουσουρή, 1998).

Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων δεν παρουσιάζουν χωρικές αλλά μόνο εποχιακές διακυμάνσεις. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων βρίσκονται σε κανονικά επίπεδα. Οι τιμές των νιτρικών αλάτων είναι υψηλές στη διάρκεια της ψυχρής περιόδου ενώ στο υπόλοιπο διάστημα του χρόνου παραμένουν χαμηλές. Οι συγκεντρώσεις της αμμωνίας είναι αυξημένες σε όλη τη διάρκεια του έτους και μπορεί να καταστεί τοξική για τα υδρόβια ζώα (Hotos & Abramidou 1997). Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων είναι χαμηλές και μόνο στο τέλος του θέρους παρατηρούνται υψηλές τιμές στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας υποδηλώνοντας έτσι, σε συνδυασμό με τις υψηλές τιμές αμμωνίας, ευτροφικές συνθήκες.

Πίνακας 2. Η διακύμανση των φυσικοχημικών παραμέτρων στις τέσσερις περιόδους δειγματοληψίας στα επιφανειακά ύδατα της λιμνοθάλασσας του Καϊάφα.

Περίοδος δειγμ/ψίας	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	pH	S‰	°C
10-11/94	0,020 0,110	0,041 0,280	0,010 0,070	0,740 2,680	3,30 7,40	-	8,70 9,10	19,00 20,70
Αριθμητικός μέσος	0,060	0,180	0,029	1,740	5,90	-	9,00	19,60
3/95	-	-	-	-	6,70 8,70	7,60 8,40	7,20 7,50	15,90 16,90
Αριθμητικός μέσος	-	-	-	-	8,10	7,80	7,30	16,30
5/95	0,024 0,040	0,007 0,019	0,050 0,150	0,720 2,050	7,40 10,00	7,30 7,90	8,40 8,70	24,60 26,20
Αριθμητικός μέσος	0,035	0,014	0,090	1,160	8,74	7,70	8,50	25,30
8-9/95	0,018 0,024	0,001 0,009	0,030 0,290	0,240 1,550	4,30 8,40	6,70 7,60	9,00 9,20	29,70 30,40
Αριθμητικός μέσος	0,020	0,004	0,111	0,740	6,90	7,30	9,10	30,10

Πίνακας 1. Μετρήσεις αβιοτικών παραμέτρων και θερεπτικών αλάτων ανά σταθμό και περίοδο δειγματοληψίας.

Περ. δειγμάτωσης	10/1994			3/1995			5/1995			8-9/1995																					
	ΔΕΙΓΜΑ	BAΘΟΣ	NO ⁻³	NO ⁻²	PO ⁻⁴	NH ₄	O ₂	pH	S [‰] °C	O ₂	mg/l	S [‰] °C	O ₂	mg/l	S [‰] °C	O ₂	mg/l	S [‰] °C	O ₂	mg/l	pH	NH ₄	PO ⁻⁴	NO ⁻²	NO ⁻³	NO ⁻²	PO ⁻⁴	NH ₄	pH	O ₂	mg/l
ka28	3,30		0,050	0,116	0,070	2,10	6,90	9,1	19,2	7,6	8,00	7,2	16,4	0,034	0,018	0,15	0,85	7,80	8,90	8,4	25,3	0,020	0,004	0,12	0,75	7,40	7,90	9,2	29,7		
ka27	3,15		0,020	0,278	0,024	1,96	7,00	9,1	19,3	8,40	8,40	7,2	1,6	0,024	0,019	0,06	0,75	7,80	9,10	8,4	25,4	0,024	0,003	0,29	0,35	7,40	8,00	9,2	29,6		
ka26	3,30		0,040	0,271	0,038	1,90	7,40	9,1	19,2	7,6	8,70	7,2	16,0	0,039	0,017	0,10	0,72	7,80	8,90	8,4	25,2	0,018	0,007	0,10	0,68	7,40	8,40	9,2	29,7		
ka25	2,40		0,080	0,212	0,020	1,85	6,70	9,1	19,3	7,6	8,10	7,3	16,3				7,90	9,40	8,4	25,4					7,50	7,70	9,2	29,7			
ka24	3,50					7,40	9,1	19,2	8,30	7,3	16,2						7,80	9,80	8,4	25,3					7,50	8,40	9,2	30,3			
ka23	3,15					6,60	9,1	19,2	7,7	8,30	7,2	16,1					7,90	9,60	8,4	25,5					7,30	7,60	9,0	29,7			
ka22	2,85					6,60	9,1	19,2	8,30	7,3	16,2						7,80	9,60	8,4	25,3					7,40	7,60	9,2	30,4			
ka21	3,00		0,060	0,177	0,022	1,75	5,40	9,1	19,4	7,7	8,60	7,3	16,3	0,024	0,018	0,08	1,40	7,80	9,60	8,5	25,1	0,016	0,002	0,10	1,10	7,60	6,40	9,2	30,3		
ka20	2,90					7,10	9,0	19,2	8,30	7,2	16,4						7,80	9,50	8,4	25,2					7,60	8,10	9,2	29,8			
ka19	2,45		0,050	0,280	0,010	1,60	6,40	9,1	19,0	8,00	7,3	16,3					7,80	9,40	8,5	25,6					7,40	7,40	9,1	29,7			
ka18	2,80					5,40	9,0	19,4	8,30	7,3	16,2						7,80	9,40	8,5	25,2					7,40	6,40	9,2	30,2			
ka17	2,60		0,060	0,170	0,015	0,80	4,50	9,0	19,4	8,20	7,3	16,3	0,038	0,010	0,09	1,12	7,80	10,00	8,5	25,8	0,024	0,001	0,12	0,45	7,40	5,50	9,2	30,4			
ka16	2,70									8,4	8,00	7,4	16,2				7,70	9,00	8,6	25,5					7,20	5,80	9,1	30,5			
ka15	2,95					5,80	9,1	19,7	8,00	7,4	16,2						7,70	8,80	8,6	25,2					7,40	6,80	9,1	29,8			
ka14	2,80		0,080	0,198	0,020	1,70	5,30	9,1	19,7	8,50	7,3	16,2	0,039	0,016	0,12	1,06	7,80	9,10	8,6	25,9	0,024	0,003	0,07	0,55	7,40	6,30	9,1	29,9			
ka13	2,70		0,060	0,163	0,028	1,94	5,60	9,0	19,7	8,60	7,2	16,3					7,70	8,40	8,6	26,0					7,30	6,60	9,1	30,2			
ka12	3,05					5,00	9,0	19,9	7,8	8,20	7,3	16,2					7,60	8,10	8,6	25,2					7,30	6,00	9,1	30,1			
ka11	2,70		0,110	0,041	0,034	2,04	4,70	9,0	19,9	7,90	7,3	16,3					7,60	8,10	8,6	25,4					7,30	5,70	9,1	30,1			
ka10	2,90					5,10	9,0	19,8	8,00	7,3	16,2						7,60	7,60	8,6	25,4					7,30	6,10	9,1	30,2			
ka9	3,10		0,096	0,155	0,030	2,52	5,10	9,0	19,8	8,20	7,3	16,2	0,038	0,009	0,07	0,80	7,60	7,90	8,6	25,1	0,018	0,004	0,09	1,10	7,20	6,10	9,1	30,3			
ka8	2,55					5,20	8,6	19,7	7,8	8,60	7,2	15,9					7,80	8,50	8,6	24,8					7,40	6,20	9,1	30,1			
ka7	8,10					5,20	9,0	19,8	7,40	7,3	16,8						7,60	7,90	8,5	25,5					7,30	6,20	9,1	30,3			
ka6	2,85		0,103	0,053	0,036	0,74	3,30	9,1	20,7	7,6	6,80	7,4	16,9	0,039	0,007	0,12	0,95	7,30	7,40	8,6	26,2	0,020	0,005	0,15	0,60	6,70	4,30	9,1	30,3		
ka5	3,35					5,70	9,0	19,7	7,80	7,3	16,2						7,70	7,90	8,6	25,0					7,20	6,70	9,1	30,2			
ka4	8,00		0,030	0,200	0,032	1,25	5,50	8,7	20,0	7,7	6,70	7,5	16,9	0,038	0,013	0,06	2,05	7,70	8,20	8,6	25,0	0,018	0,006	0,03	0,24	7,30	6,50	9,1	30,2		
ka3	3,00		0,030	0,200	0,032	1,25	6,20	9,0	19,7	7,8	8,00	7,3	16,1				7,70	8,20	8,6	24,9					7,40	7,20	9,1	30,2			
ka2	2,95					6,70	8,9	19,6	7,90	7,3	16,1						7,70	8,80	8,7	24,7					7,30	7,70	9,1	29,9			
ka1	3,05		0,040	0,177	0,030	2,68	6,30	8,9	19,7	7,8	7,90	7,3	16,2	0,040	0,015	0,05	1,90	7,60	7,70	8,7	24,6	0,018	0,009	0,04	1,55	7,30	6,80	9,1	29,8		

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Hotos, G., and Avramidou, D., 1997. A one year water monitoring study of Klisova lagoon (Mesolongi, W. Greece), *Geojournal*, 41(1), 15-23.
- Δημόπουλος, Γ. και Μουντράκης, Δ. (1988). Υδρογεωλογική και Υδροχημική συμπεριφορά των θερμών πηγών Καϊάφα (Δ. Πελοπόννησος). *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, ΧΧΙΙΙ (3), 49-60.
- Γκίνη, Στ. (1994). Αι ανεμολογικοί συνθήκαι του Ιόνιου Πελάγους. Διατριβή επί διδακτορία, Παν/μιο Αθηνών.
- Γκιώνης, Γ. (2000). Μορφοδυναμικές μεταβολές της ακτής του Κυπαρισσιακού Κόλπου σε σχέση με το Κυματικό Καθεστώς. Διατριβή επί διδακτορία, Παν/μιο Πατρών.
- Kallergis, G.A. and Lambrakis, N.J. (1992). Contribution à l'étude des sources thermominérales de Grèce. Les sources thermominérales de Kaïfe. *Hydragéologie*, V.3, 127-136.
- Kraft, J.C., Rapp, George, Jr, Gifford, J.A. and Aschenbrenner St, E (1999). Mid-late Holocene epoch variance in coastal depositional morphologies in the N.W. Peloponnesse, Greece. A scientific research conference, Honolulu, Hawaii, November 9-12, 1999. <http://www.soest.hawaii.edu/Coastal-Conf/>
- Κουσουρής, Θ. (1998). Το Νερό στη Φύση, στην Ανάπτυξη, στην Προστασία του Περιβάλλοντος. Μονογραφίες Θαλασσίων Επιστημών. Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, σελ. 188.
- Medatlas (1997): <http://www.shom.fr/fr-page/fr.act-oceano/medatlas/anim/ANIMSOHTM>.

ABSTRACT

OCEANOGRAPHIC OBSERVATIONS IN THE LAGOON OF KAIIFA (W PELOPONNESE)

Bouzos D., Kontopoulou N.

Laboratory of Sedimentary Geology, University of Patras, 265 04 Río, ogian@tee.gr, kontopou@upatras.gr

The Kaifa lagoon is a coastal marine ecosystem located in the Kyparisiakos Bay. The purpose of this study is to: (a) To determine the spatial and temporal changes of the physicochemical parameters in the water column of the Kaifa lagoon and (b). To create a base of information for future use for the restoration of the lagoon. Temperature, salinity, pH and dissolved oxygen were measured in-situ in 28 stations. Furthermore, water samples were taken for the determination of NO₂, NO₃, NH₄ and PO₄ on seasonal basis from November '94 to September '95. The temperature was fluctuating from 15,90 °C in March to 30,41 °C in late August and late September. Further the seasonal variation of the temperature showed the expected two thermal periods. The first period is a hot period showing a continuous increase of temperature from March to September. The second period is a cold period showing a continuous decrease of temperature from the September to March. For each period of sampling the temperature of lagoonal water in all the extent of the lagoon remains practically constant because the fluctuation of temperature is very small each time. The salinity varied between 7,2‰ and 9,20‰. The salinity like the temperature presented seasonal fluctuation patterns but the lagoon is brackish all the year round. The spatial changes of salinity were absent for every sampling period.

The pH values ranged from 6,70 to 8,40. So, the pH values fluctuated in the normal levels for aquatic animals. Further, these are relatively high in spring (arithmetic mean=7.8) owing probably to higher photosynthesis rate. Dissolved oxygen ranges from 3,30 mg/l to 10,00 mg/l. In the sampling periods of September and November the oxygen values were less than 7,00mg/l for a large part of the lagoon except southern margins. This evidence suggests dangerous conditions for the fish life. Phosphate concentrations were low (0,010 mg/l - 0,07 mg/l), in November. On the contrary the phosphate levels were high (on the average 0,111 mg/l) in the sampling period of September and in particular in the southern part of the lagoon. So, this part indicated photosynthetic activity. Further, In March the phosphate concentrations have an intermediate value for every sampling station in relation to the other sampling periods. Ammonia concentrations were considered high (0,24 mg/l - 2,68 mg/l) all the year round. Nitrate levels fluctuated around normal values (0,018 mg/l - 0,11mg/l) during the year. The high amount of the ammonia nitrite and nitrate in November suggests the pollution of lagoon from the fertilizers into lagoon through two drainage canals. Nitrite concentrations were high during the cold period (0,041mg/l - 0,280 mg/l).

The spatial and temporal variability of the abiotic parameters of the lagoonal water must be attributed mainly to the strong influence of fresh water which is discharged into the lagoon from an adjacent karst with hot springs.