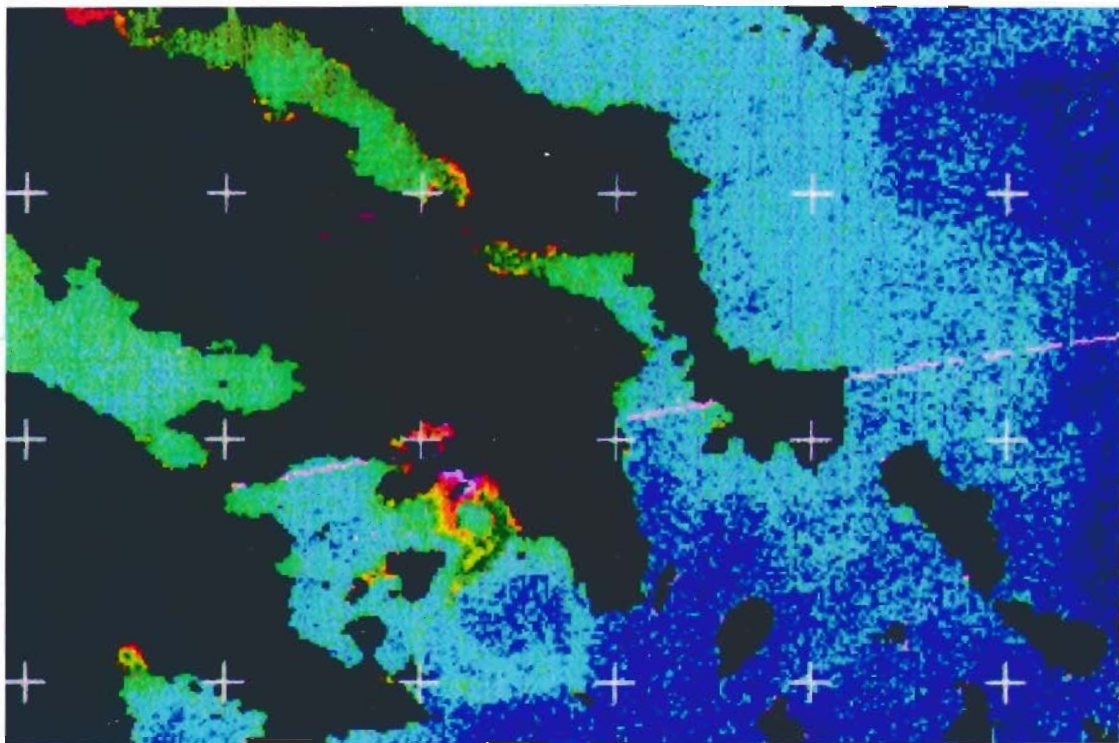


ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΕΚΘΕ)  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΤΗΣ Α-ΝΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΡΜΟ ΤΟΥ ΜΑΡΑΘΩΝΑ  
ΩΣ ΤΟΝ ΟΡΜΟ ΤΗΣ ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ



*Δεύτερη Έκδοση*

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ (Ε.ΥΔ.ΑΠ.)

ΑΘΗΝΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 1997

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΕΚΘΕ)  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΤΗΣ Α-ΝΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΡΜΟ ΤΟΥ ΜΑΡΑΘΩΝΑ  
ΩΣ ΤΟΝ ΟΡΜΟ ΤΗΣ ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ**

**Δεύτερη Εκθεση**

Ερευνα για την Εταιρεία Υδρευσης και Αποχέτευσης (Ε.ΥΔ.ΑΠ.)

**Υπεύθυνος Προγράμματος**

**Δρ. Ε. Χρήστου, Βιολόγος - Ωκεανογράφος**

**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ**

**Επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό του ΕΚΘΕ:**

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Ανδρονή, Α                 | Τεχνικός - Χημικός      |
| Ασημακοπούλου, Γ.          | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Γκότση-Σκρέτα, Ο.          | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Ζενέτου, Α.                | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Κοντογιάννης, Χ.           | Φυσικός - Ωκεανογράφος  |
| Μητάς, Γ.                  | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Παναγιωτίδης, Π.           | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Παπαδόπουλος, Β.           | Γεωλόγος - Ωκεανογράφος |
| Παυλίδου, Α.               | Χημικός - Ωκεανογράφος  |
| Ρειζοπούλου, Σ.            | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Ρενιέρης, Π.               | Ηλεκτρονικός            |
| Σαμαρά, Π.                 | Τεχνικός - Χημικός      |
| Φραντζής, Α.               | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Χατζηανέστης, Ι.           | Χημικός - Ωκεανογράφος  |
| Χρυσοβέργη-Μπακογιάννη, Φ. | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Ψυλλίδου, Ρ.               | Χημικός - Ωκεανογράφος  |

**Αθήνα, Ιανουάριος 1997**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|   |     |
|---|-----|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 1   |
| 2. ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΑΖΩΝ .....         | 7   |
| (Κοντογιάννης Χ., Παπαδόπουλος Β.)                                      |     |
| 2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....  | 7   |
| 2.2. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....  | 9   |
| 2.3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ, ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ)..... | 11  |
| 2.4. ΡΕΥΜΑΤΑ-ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ .....   | 23  |
| 2.5. ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ .....  | 35  |
| 2.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....   | 41  |
| 3. ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΑΛΑΤΑ .....                           | 43  |
| (Παυλίδου Α., Ψυλλίδου-Γκιουράνοβιτς Ρ., Ανδρονή Α.)                    |     |
| 3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 43  |
| 3.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....  | 44  |
| 3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....                                      | 47  |
| 3.3.1. Διαλυμένο οξυγόνο .....  | 47  |
| 3.3.2. Νιτρικά άλατα .....  | 50  |
| 3.3.3. Νιτρώδη άλατα .....  | 57  |
| 3.3.4. Φωσφορικά άλατα .....  | 59  |
| 3.3.5. Πυριτικά άλατα .....   | 69  |
| 3.3.6. Αμμωνιακά άλατα .....  | 70  |
| 3.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....                                   | 75  |
| 4. ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ.....                                 | 82  |
| (Κρασσακοπούλου Ε., Χατζηανέστης Γ.)                                    |     |
| 4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....  | 82  |
| 4.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....   | 83  |
| 4.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....  | 83  |
| 4.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....   | 91  |
| 5. ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ .....                      | 96  |
| (Γκότση-Σκρέτα Ο., Ασημακοπούλου Γ.)                                    |     |
| 5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 96  |
| 5.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....  | 96  |
| 5.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....   | 96  |
| 5.3.1 Χλωροφύλλη α.....   | 96  |
| 5.3.2. Βιοκοινωνίες του φυτοπλαγκτού .....                              | 109 |
| 5.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ .....                                     | 122 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6. ΑΦΘΟΝΙΑ, ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΒΙΟΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΤΟΥ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....</b> | <b>126</b> |
| <b>(Χρήστου Ε., Μητάς Γ.)</b>                                    |            |
| 6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....   | 126        |
| 6.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....  | 126        |
| 6.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....   | 128        |
| 6.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....   | 146        |
| <b>7. ΦΥΤΟΒΕΝΘΙΚΕΣ ΒΙΟΚΟΙΝΩΝΙΕΣ.....</b>                         | <b>151</b> |
| <b>(Παναγιωτίδης Π., Χρυσοβέργη-Μπακογιάννη Φ., Φραντζής Α.)</b> |            |
| 7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....   | 151        |
| 7.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....                                 | 153        |
| 7.3. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....                             | 157        |
| <b>8. ΖΩΟΒΕΝΘΙΚΕΣ ΒΙΟΚΟΙΝΩΝΙΕΣ.....</b>                          | <b>160</b> |
| <b>(Ζενέτου Α., Ρειζοπούλου Σ.)</b>                              |            |
| 8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....   | 160        |
| 8.2. ΥΛΙΚΑ-ΜΕΘΟΔΟΙ.....  | 160        |
| 8.3. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....                             | 164        |
| <b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....</b>                         | <b>166</b> |

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί τη **Δεύτερη Εκθεση** εργασιών και αποτελεσμάτων του ερευνητικού προγράμματος “ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ Α-ΝΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΡΜΟ ΤΟΥ ΜΑΡΑΘΩΝΑ ΩΣ ΤΟΝ ΟΡΜΟ ΤΗΣ ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ”. Το ερευνητικό αυτό πρόγραμμα εκπονείται από το ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΕΚΘΕ) για την ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ (ΕΥΔΑΠ), σύμφωνα με τους όρους της σύμβασης, που έχει υπογραφεί μεταξύ των δύο οργανισμών.

Για το οικοσύστημα του Ν Ευβοικού δεν υπάρχει ολοκληρωμένη μελέτη. Οι διαθέσιμες πληροφορίες, που είναι λίγες και αποσπασματικές, προέρχονται κυρίως από ερευνητικές δραστηριότητες του ΕΚΘΕ και μελέτες της Υδρογραφικής Υπηρεσίας και του Πολυτεχνείου και αφορούν επί μέρους μετρήσεις συγκεκριμένων παραμέτρων. Ετσι, η παρούσα έρευνα αποτελεί την πρώτη συστηματική προσπάθεια διερεύνησης της δομής και λειτουργίας του οικοσυστήματος του Ν Ευβοικού.

Οι στόχοι αυτής της έρευνας είναι:

- Να προσφέρει βάση δεδομένων για την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου.
- Να εκτιμήσει την περιβαλλοντική κατάσταση κατά μήκος της παράκτιας ζώνης της Α-ΝΑ Αττικής, η οποία δέχεται την ανθρωπογενή επίδραση της συνεχώς αυξανόμενης οικιστικής ανάπτυξης.
- Να δημιουργήσει βάση δεδομένων έτσι ώστε στο μέλλον να είναι δυνατή η διερεύνηση πιθανών αλλαγών στη δομή και λειτουργία του οικοσυστήματος της περιοχής, μετά από τη κατασκευή των αγωγών και της μεταβολής της σύστασης των λυμάτων και του τρόπου και χώρου διάχυσής τους.
- Να διερευνήσει τη χρονική εξέλιξη των κύριων οικολογικών φαινομένων σε χαρακτηριστικά χρονικά διαστήματα (14 ημερών), οπότε συνήθως αυτά τα φαινόμενα παρουσιάζουν αυξημένη ένταση (π.χ. “blooms” πλαγκτού). Με αυτό τον τρόπο αναμένεται να εκτιμηθεί η συνεισφορά της υπό μελέτη περιοχής στην εμφάνιση τέτοιων φαινομένων και γενικότερα να δοθεί μια καλύτερη εκτίμηση της δυναμικής του οικοσυστήματος.
- Να εντοπίσει πιθανές υποπεριοχές μεγαλύτερης ή μικρότερης οικολογικής ευαισθησίας.
- Τέλος, να δώσει τη δυνατότητα εισηγητικών προτάσεων σχετικά με τη μελλοντική εκτέλεση των έργων επεξεργασίας των λυμάτων με σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης πόρων.

Για την πραγματοποίηση της έρευνας γίνεται προσδιορισμός των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων στην υδάτινη στήλη, με ιδιαίτερη έμφαση σε τρεις χαρακτηριστικές χρονικές περιόδους (ψυχρή-ομοιογενής στήλη, θερμή-στρωματοποιημένη

στήλη, και μεταβατική περίοδος διάλυσης του θερμοκλινούς). Επίσης γίνεται μελέτη βιολογικών και γεωλογικών παραμέτρων στον πυθμένα.

Ως σήμερα έχουν γίνει 3 ωκεανογραφικοί πλόες: ο 1ος 18 - 31 Μαρτίου 1996, ο 2ος 6 - 19 Σεπτεμβρίου 1996 και ο 3ος 18 Νοεμβρίου - 5 Δεκεμβρίου 1996. Επίσης έγιναν και άλλες εργασίες πεδίου με ολιγοήμερους πλόες το 1996 και το 1997, που πρόκειται να ολοκληρωθούν τους επόμενους μήνες.

Λόγω απουσίας του ωκεανογραφικού σκάφους "ΑΙΓΑΙΟ" που βρισκόταν στα ναυπηγεία για εργασίες μετασκευής, ο 2ος ωκεανογραφικός πλόας έγινε με το ωκεανογραφικό σκάφος "ΦΙΛΙΑ" του Ινστιτούτου Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης, που έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Μήκος                      | 26 m    |
| Χωρητικότητα               | 200 ton |
| Ταχύτητα                   | 9 kn    |
| Πλήρωμα                    | 7       |
| Εύρος                      | 7.15 m  |
| Επιβαίνον Επιστ. Προσωπικό | 8       |

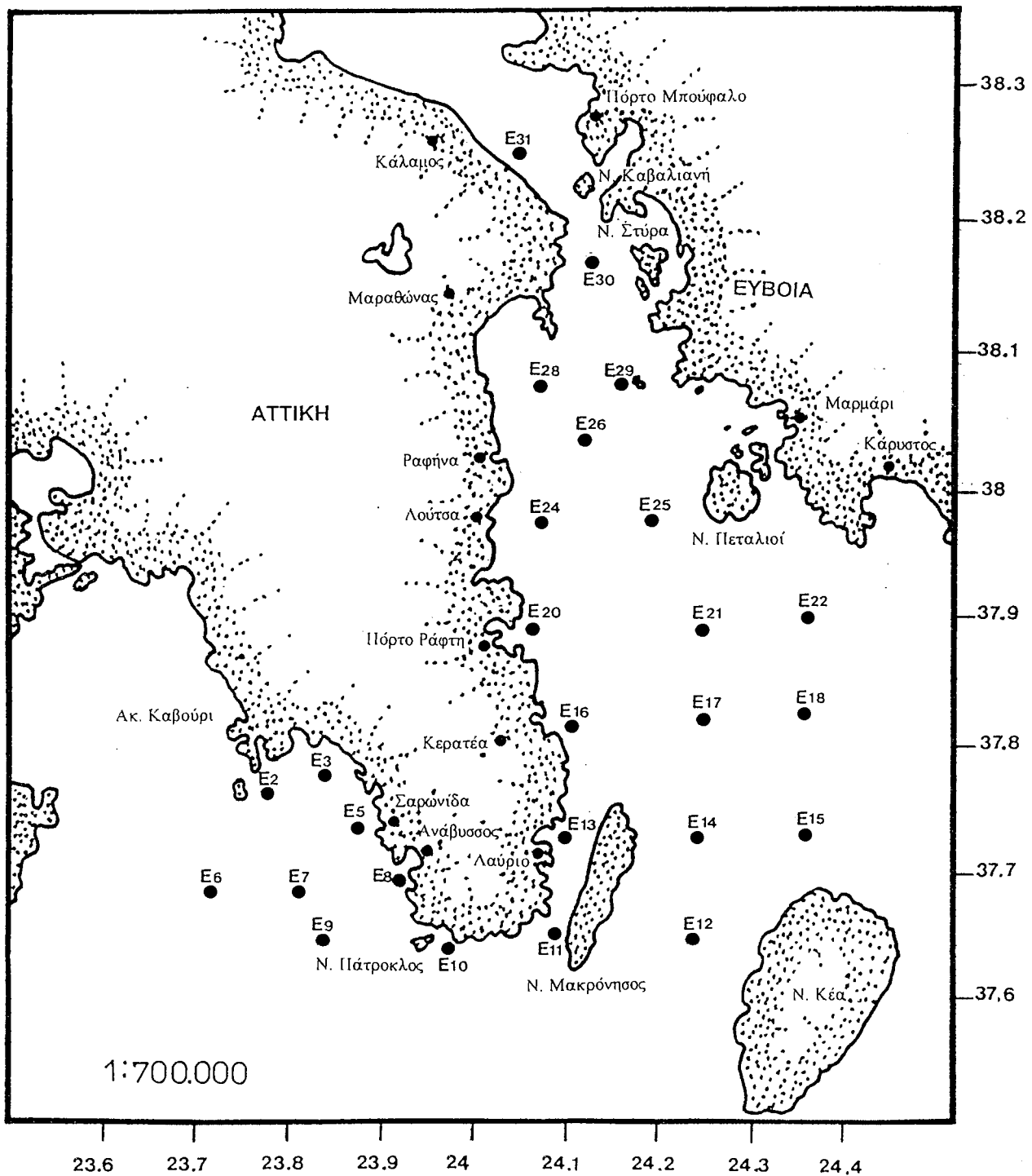
Το σκάφος διαθέτει τον αντίστοιχο για κάθε περίπτωση εξοπλισμό για τις εργασίες πεδίου.

Οι εργασίες πεδίου του 2ου ωκεανογραφικού πλόα έγιναν με μετρήσεις και συλλογή δειγμάτων για ανάλυση, σε ένα πλέγμα σταθμών και σε διάφορα βάθη. Το πλέγμα σταθμών, που έγιναν οι μετρήσεις και δειγματοληψίες, φαίνεται στην Εικ. 1. Στην εικόνα αυτή φαίνεται η ακριβής έκταση της υπό μελέτη θαλάσσιας περιοχής, που εκτείνεται νότια από τον Κάλαμο (Αττική) και το Πόρτο Μπούφαλο (Εύβοια) ως τη νοητή γραμμή Σούνιο-Κέα-Κάρυστος στο Ν Ευβοικό, και νότια από το ακρωτήριο Καβούρι ως το νησί Πάτροκλος στο ΝΑ Σαρωνικό.

Στον Πίνακα 1 δίνονται τα στοιχεία των σταθμών μετρήσεων και των δειγματοληψιών καθώς και οι εργασίες που έγιναν σε κάθε σταθμό, στον Ν Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, κατά τη διάρκεια του 2ου ωκεανογραφικού πλόα.

Οι μετρήσεις των **φυσικών παραμέτρων** (θερμοκρασίας, αλατότητας, ρευμάτων, διαφάνειας) έγιναν επί τόπου με CTD (αυτόματος καταγραφέας θερμοκρασίας και αγωγιμότητας συναρτήσεως του βάθους), ADCP (Acoustic Doppler Current Profile) και δίσκο Secchi.

Για τον προσδιορισμό των **χημικών παραμέτρων** (οξυγόνο, θρεπτικά άλατα, σωματιδιακός άνθρακας) συλλέχθηκαν δείγματα νερού από 2 βάθη (2 και 40 m), με δειγματολήπτες τύπου NISKIN χωρητικότητας 5 l. Πρέπει να αναφέρουμε ότι επειδή αυτή την περίοδο υπάρχει θερμοκλινές, το δεύτερο βάθος επιλέχθηκε στη μέση περίπου του θερμοκλινούς που ήταν στα 40 m (στον 1ο κύκλο επιλέχθηκαν τα 30 m, αλλά λόγω



Εικ. 1. Η περιοχή μελέτης με τους σταθμούς δειγματοληψίας.

Πίνακας 1. Στοιχεία των σταθμών μετρήσεων και δειγματοληψιών καθώς και εργασίες για κάθε σταθμό, στο Ν Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

| Σταθμός | Γεωγραφικό      | Γεωγραφικό      | Βάθος<br>(m) | ΕΡΓΑΣΙΕΣ   |            |        |         |         |
|---------|-----------------|-----------------|--------------|------------|------------|--------|---------|---------|
|         | Μήκος           | Πλάτος          |              | Φυσικές    | Χημικές    | Χλωρο- | Φυτο-   | Ζωο-    |
|         | dec.<br>Degrees | dec.<br>Degrees |              | Παράμετροι | Παράμετροι | φύλλη  | πλαγκτό | πλαγκτό |
| E2      | 23.47.1         | 37.47.5         | 50           | +          | +          | +      |         |         |
| E3      | 23.50.6         | 37.47.5         | 50           | +          | +          | +      | +       |         |
| E5      | 23.53.3         | 37.44.9         | 55           | +          | +          | +      | +       | +       |
| E6      | 23.47.0         | 37.43.0         | 200          | +          |            |        |         |         |
| E7      | 23.50.5         | 37.41.5         | 150          | +          |            |        |         |         |
| E8      | 23.54.9         | 37.42.0         | 50           | +          | +          | +      | +       |         |
| E9      | 23.52.5         | 37.38.8         | 120          | +          | +          | +      |         |         |
| E10     | 23.59.0         | 37.38.9         | 70           | +          |            |        |         |         |
| E11     | 24.04.2         | 37.38.6         | 65           | +          |            |        |         |         |
| E12     | 24.09.5         | 37.38.6         | 220          | +          | +          | +      |         |         |
| E13     | 24.05.0         | 37.43.8         | 55           | +          | +          | +      | +       | +       |
| E14     | 24.11.5         | 37.43.6         | 120          | +          |            |        |         |         |
| E15     | 24.18.5         | 37.43.6         | 110          | +          | +          |        |         |         |
| E16     | 24.03.6         | 37.49.4         | 75           | +          | +          | +      | +       |         |
| E17     | 24.09.8         | 37.49.0         | 135          | +          | +          | +      |         |         |
| E18     | 24.18.5         | 37.49.0         | 145          | +          | +          | +      |         |         |
| E20     | 24.02.7         | 37.53.0         | 70           | +          | +          | +      | +       | +       |
| E21     | 24.10.0         | 37.52.5         | 125          | +          |            |        |         |         |
| E22     | 24.18.5         | 37.52.5         | 130          | +          | +          |        |         |         |
| E24     | 24.02.8         | 37.57.6         | 60           | +          | +          | +      |         | +       |
| E25     | 24.12.3         | 37.57.8         | 80           | +          | +          | +      |         |         |
| E26     | 24.06.5         | 38.01.5         | 60           | +          |            |        |         |         |
| E28     | 24.04.4         | 38.05.0         | 35           | +          | +          | +      | +       | +       |
| E29     | 24.10.4         | 38.05.0         | 55           | +          | +          | +      |         |         |
| E30     | 24.07.9         | 38.10.2         | 50           | +          | +          | +      |         | +       |
| E31     | 23.59.5         | 38.16.0         | 65           | +          | +          | +      |         |         |

μετακίνησης των πάνω ορίων του θερμοκλινούς επιλέχθηκαν τελικά τα 40 m, που φαίνεται ως βάθος αναφοράς για όλους τους κύκλους). Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου έγινε στο εργαστήριο του σκάφους. Για τον προσδιορισμό των άλλων παραμέτρων τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο.

Τέλος, έγιναν δειγματοληψίες και ανάλυση δειγμάτων για τον προσδιορισμό της βιομάζας, αφθονίας και σύνθεσης του **φυτοπλαγκτού** σε 2 βάθη (2 και 40 m), και του **ζωοπλαγκτού** στο στρώμα 0 - 50 m.

### Ερευνητική Ομάδα

Η ερευνητική ομάδα αποτελείται από το παρακάτω προσωπικό του ΕΚΘΕ (αλφαβητικά):



## Α. Υπεύθυνος του προγράμματος:

Χρήστου, Ε. Βιολόγος - Ωκεανογράφος

## Β. Επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Ανδρονή, Α.                | Τεχνικός - Χημικός      |
| Ασημακοπούλου, Γ.          | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Γκότση-Σκρέτα, Ο.          | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Ζενέτου, Α.                | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Κοντογιάννης, Χ.           | Φυσικός - Ωκεανογράφος  |
| Μητάς, Γ.                  | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Παναγιωτίδης, Π.           | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Παπαδόπουλος, Β.           | Γεωλόγος - Ωκεανογράφος |
| Παυλίδου, Α.               | Χημικός - Ωκεανογράφος  |
| Ρειζοπούλου, Σ.            | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Ρενιέρης, Π.               | Ηλεκτρονικός            |
| Σαμαρά, Π.                 | Τεχνικός - Χημικός      |
| Φραντζής, Α.               | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Χατζηανέστης, Ι.           | Χημικός - Ωκεανογράφος  |
| Χρυσοβέργη-Μπακογιάννη, Φ. | Βιολόγος - Ωκεανογράφος |
| Ψυλλίδου, Ρ.               | Χημικός - Ωκεανογράφος  |

## Γ. Στις εργασίες πεδίου συμμετείχαν:

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| Κουγιούφας, Π. | Τεχνικός - Βιολόγος    |
| Σκληβάγκου, Ε. | Χημικός - Ωκεανογράφος |

Η παρούσα έκθεση περιέχει περιγραφή, συζήτηση, αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων μετρήσεων και αναλύσεων του 2ου ωκεανογραφικού πλόα (6 -19 Σεπτεμβρίου 1996). Επίσης περιλαμβάνει δύο εισαγωγικά κεφάλαια σχετικά με τις, σε εξέλιξη, μετρήσεις βιολογικών παραμέτρων στον πυθμένα (φυτοβένθος και ζωοβένθος), που μαζί με τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν αναλυτικά στην Τελική Έκθεση. Όλες οι αναλυτικές μετρήσεις των φυσικών και χημικών παραμέτρων έχουν δοθεί στα "ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 2ΟΥ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΛΟΑ" τον Νοέμβριο 1996.

Η διάρκεια του πλόα ήταν 14 ημέρες. Κάθε δύο ημέρες ολοκληρωνόταν μια πλήρης σειρά δειγματοληψιών σε όλο το πλέγμα των σταθμών (Εικ. 1). Ετσι, κάθε δύο ημέρες είχαμε μια επανάληψη ή **κύκλο** όλων των σταθμών, με αποτέλεσμα στο τέλος της περιόδου να έχουν ολοκληρωθεί **7 κύκλοι**. Σε πολλές περιπτώσεις χάρη του αναγνώστη, για να υποδηλωθούν οι σταθμοί χρησιμοποιήθηκαν ενδεικτικά γεωγραφικές περιοχές οι

οποίες μπορεί να μην ανταποκρίνονται με ακρίβεια στις πραγματικές θέσεις, διευκολύνουν όμως στη κατανόηση της εικόνας στην περιοχή (πχ το βόρειος Ν Ευβοικός αναφέρεται στους βορειότερους σταθμούς του τμήματος του Ν Ευβοικού, που περιλαμβάνεται στην υπό μελέτη περιοχή).

Πρέπει τέλος να αναφερθεί ότι την δεύτερη μέρα του 4ου κύκλου επικράτησαν θυελλώδεις νότιοι άνεμοι (7-8 μπωφόρ). Έτσι δεν πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στους σταθμούς του κεντρικού τμήματος του Ν Ευβοικού στο 4ο κύκλο, και στους σταθμούς του Σαρωνικού στην αρχή του 5ου κύκλου.

### ***Ευχαριστίες***

Στον πλοίαρχο και το πλήρωμα του ΩΚ/ΦΙΛΙΑ για την υποστήριξη στις εργασίες πεδίου και στην συνάδελφο Δρ. Α. Γιαννακούρου για τη βοήθεια στην έκδοση της παρούσας έκθεσης.

## 2. ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΑΖΩΝ

Κοντογιάννης, Χ., Παπαδόπουλος, Β.

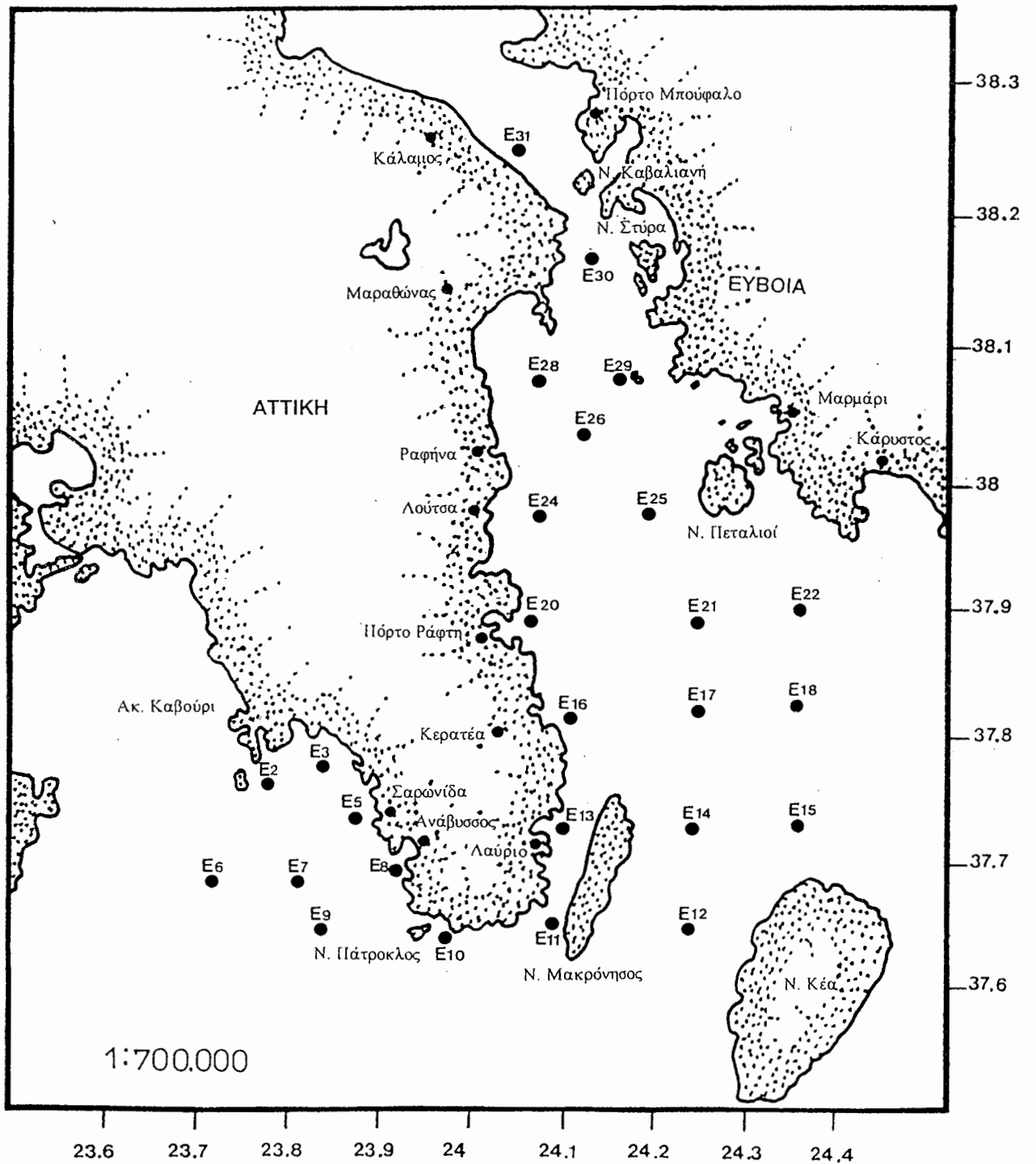
### 2.1. Εισαγωγή - Μεθοδολογία

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η ανάλυση των φυσικών ωκεανογραφικών δεδομένων, που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια του ταξιδιού από 6 ως 19/9/96, στο πλέγμα των 26 συνολικά σταθμών, που φαίνονται στην Εικ. 2.1. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν την καταγραφή της κατακόρυφης δομής (α) των υδρολογικών χαρακτηριστικών (θερμοκρασία, αλατότητα, πυκνότητα) και (β) της ταχύτητας και διεύθυνσης των ρευμάτων, καθώς επίσης και της διαφάνειας.

Η συλλογή των υδρολογικών δεδομένων έγινε με πόντιση του αυτογραφικού όργανου CTD (conductivity, temperature, depth) τύπου SBE-9 της Sea Bird Electronics. Η μέτρηση της διαφάνειας έγινε με δίσκο Secchi. Ο δίσκος αυτός είναι διάμετρου 40 cm και λευκού χρώματος. Η διαφάνεια αντιστοιχεί στο βάθος στο οποίο ο δίσκος (προσανατολισμένος οριζόντια) παύει να είναι ορατός από παρατηρητή που βρίσκεται στην επιφάνεια.

Οι ρευματομετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με ακουστικό ρευματογράφο που μετρά την ταχύτητα και διεύθυνση του ρεύματος με βάση την αλλαγή συχνότητας ανακλώμενου ακουστικού σήματος (150 kHz) από κινούμενα σωματίδια, τα οποία παρασύρονται με την κίνηση του νερού (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP). Για να ανιχνεύσει το ανακλώμενο ακουστικό σήμα πρέπει να παρεμβληθεί μια ελάχιστη απόσταση της τάξεως των 10 περίπου μέτρων, μεταξύ του οργάνου και των σωματιδίων που ανακλούν το σήμα. Έτσι, τα κατακόρυφα διαγράμματα των ρευματομετρήσεων με το ADCP ξεκινούν από το βάθος των 10 μέτρων. Οι ρευματομετρήσεις αυτές, επειδή έχουν ληφθεί σε μεμονωμένες χρονικές στιγμές δεν αποτελούν συνεχή χρονοσειρά. Για το λόγο αυτό, δεν παρέχουν τη δυνατότητα απομόνωσης και αξιολόγησης της παλιρροιακής συνιστώσας από κινήσεις με μεγαλύτερη χρονική κλίμακα, οι οποίες όμως είναι σαφώς μεγαλύτερης σημασίας και είναι αυτές που καθορίζουν την κυκλοφορία και την ανανέωση των νερών στην περιοχή μελέτης.

Ταυτόχρονα με τα υδρολογικά δεδομένα, έγινε καταγραφή των ανέμων σε όλη την έκταση της περιοχής έρευνας. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, οι άνεμοι ήταν γενικά ασθενείς ως μέτριοι με εξαίρεση τη δεύτερη μέρα του 4ου κύκλου, όταν επικράτησαν θυελλώδεις νότιοι άνεμοι (7-8 μπωφόρ). Έτσι δεν πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στους σταθμούς του κεντρικού τμήματος του Ν Ευβοϊκού στο 4ο κύκλο και στους σταθμούς του Σαρωνικού στην αρχή του 5ου κύκλου, λόγω του υψηλού κυματισμού, που επικράτησε και μετά την εξασθένηση των ανέμων. Πιο συγκεκριμένα, την πρώτη μέρα του 1ου κύκλου οι άνεμοι έπνεαν δυτικοί-βορειοδυτικοί (Δ-ΒΔ) μέτριοι, ταχύτητας ~15 κόμβων, ενώ τη



Εικ. 2.1. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για προσδιορισμό των φυσικών παραμέτρων.

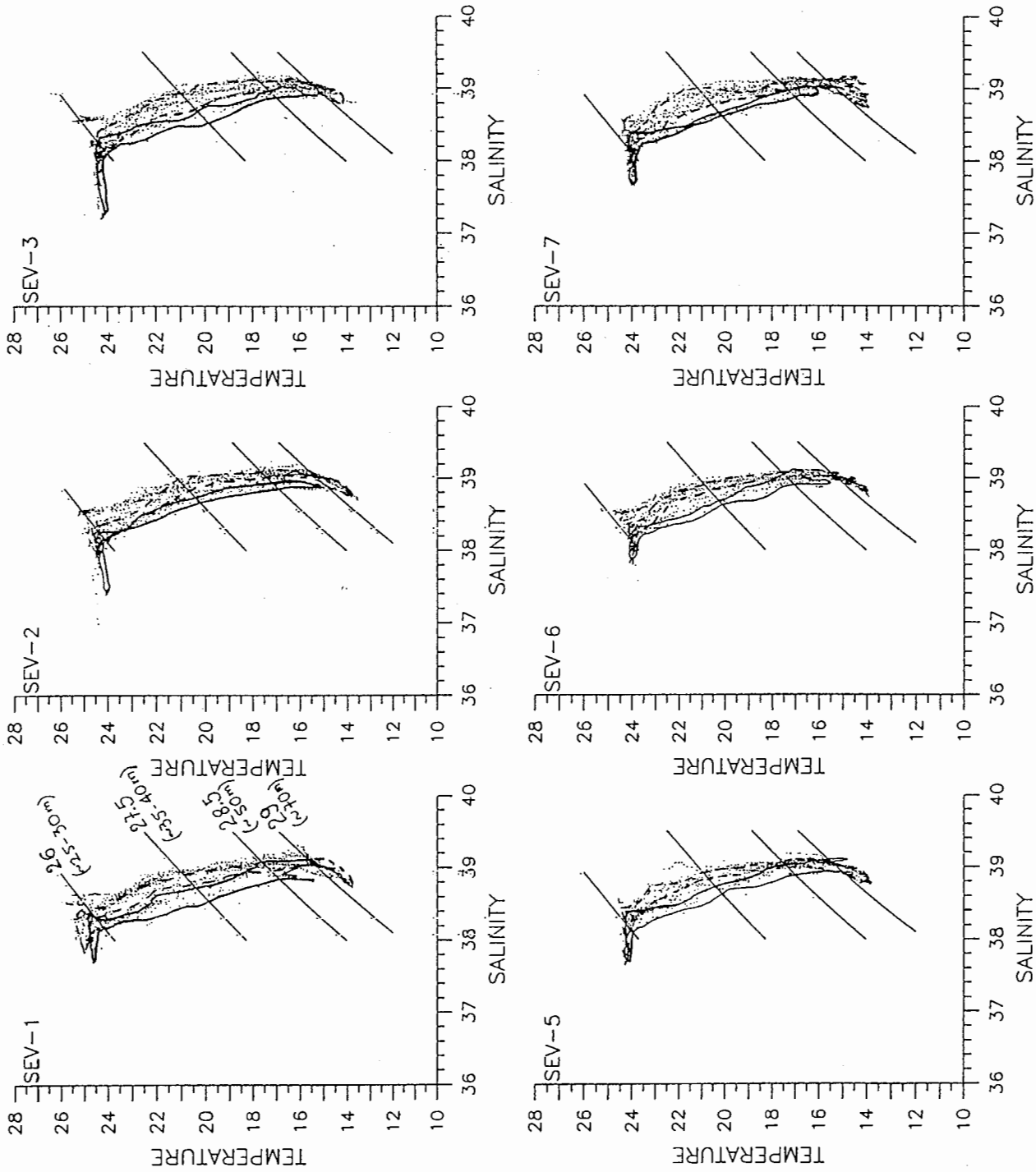
δεύτερη μέρα του 1ου και την αρχή του 2ου κύκλου έπνεαν από βόρειες διευθύνσεις (ΒΑ-Β-ΒΔ) με την ίδια περίπου ένταση. Στη συνέχεια ως και τον 3ο κύκλο ήταν ασθενείς μεταβλητοί, ενώ στον 4ο ήταν αρχικά ασθενείς νότιοι, που εξελίχθηκαν τη δεύτερη μέρα σε θυελλώδεις. Στο 5ο ήταν νότιοι-νοτιοδυτικοί ασθενείς και αργότερα βόρειοι μέτριοι. Στον 6ο κύκλο ήταν ασθενείς μεταβλητοί, και στον 7ο νότιοι ασθενείς.

## 2.2. Γενικά χαρακτηριστικά

Στα αποτελέσματα του Μαρτίου (Πρώτη Εκθεση) ήταν εμφανές ότι στο Ν Ευβοικό, νότια από Ραφήνα και Μαρμάρι, συναντώνται τα νερά που προέρχονται από το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης με τα νερά που προέρχονται από το Αιγαίο και διεισδύουν στην περιοχή μελέτης βόρεια της Κέας. Η ύπαρξη διαφορετικών χαρακτηριστικών ανάμεσα σε αυτά τα νερά είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μετώπου, το οποίο σε σημαντικό βαθμό προκαλούσε τη μεταβλητότητα στα υδρολογικά χαρακτηριστικά και στην κυκλοφορία με τους μαιανδρισμούς, που αναπτύσσονταν σε αυτό λόγω εσωτερικών ασταθειών.

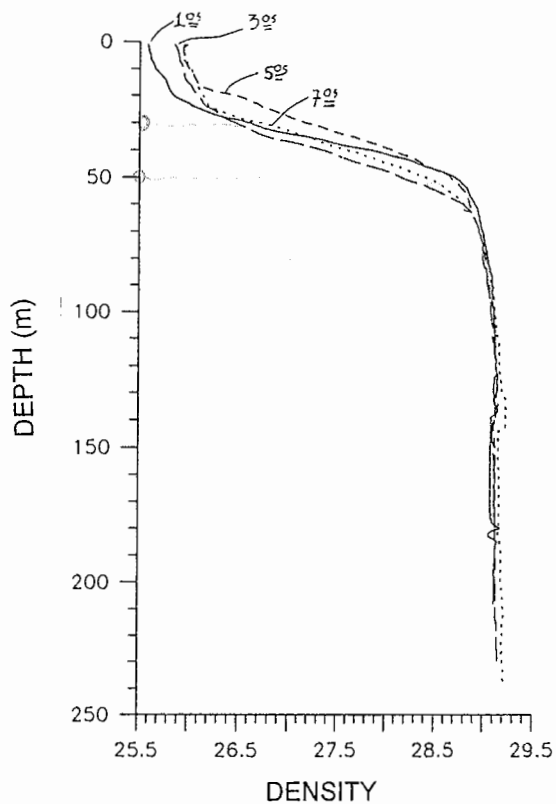
Στην Εικ. 2.2/1 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διασποράς θερμοκρασίας και αλατότητας (T/S) για όλους τους κύκλους μετρήσεων πλην του 4ου ο οποίος, όπως ήδη αναφέρθηκε, ήταν ελλιπής λόγω θαλασσοταραχής. Υπάρχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στη θερμοκρασία και στην αλατότητα, υποδηλώνοντας την ανάμειξη που γίνεται μεταξύ των μαζών με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Είναι ωστόσο εμφανής η διαφοροποίηση μεταξύ των νερών του βόρειου τμήματος της περιοχής μελέτης (E31, E30, E28, E29, E26) των οποίων τα T/S χαρακτηριστικά περικλείονται από τη συνεχή γραμμή, και των νερών που επηρεάζονται άμεσα από το Αιγαίο (E22, E18, E15, E12) με χαρακτηριστικά που περικλείονται από τη διακεκομμένη γραμμή. Τα νερά που επηρεάζονται από το Αιγαίο έχουν υψηλότερες αλατότητες και είναι και πυκνότερα, όπως θα δούμε παρακάτω στην οριζόντια δομή των πυκνοτήτων. Ορισμένα σημεία στα T/S διαγράμματα, με ακόμα μεγαλύτερες τιμές στην αλατότητα από τα νερά του Αιγαίου, ανήκουν σε σταθμούς του Σαρωνικού, ενώ το ελάχιστο στις αλατότητες, που παρουσιάζεται στο 2ο και 6ο κύκλο, προέρχεται από επιφανειακά νερά μειωμένης αλατότητας που, όπως θα δούμε παρακάτω, εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή του κόλπου του Μαρμαρίου δυτικά από τους Πεταλιούς (E25).

Οι αλλαγές στην ολική μορφή (περίγραμμα) των T/S διαγραμμάτων είναι μικρές από κύκλο σε κύκλο (Εικ. 2.2/1), παρ' ότι εσωτερικά υπάρχει έντονη μεταβλητότητα. Κύριο χαρακτηριστικό είναι η αύξηση της πυκνότητας, που εμφανίζεται λόγω ψύξης στα πάνω 20 m από τον 1ο προς τον 5ο και 7ο κύκλο, με πιο έντονη τη ψύξη από το 1ο στον 2ο κύκλο εξαιτίας των βορείων ανέμων που έπνεαν για περίπου 30 ώρες με μέση ταχύτητα περίπου 15 κόμβων.



Εικ. 2.2/1. Διασπορά της θερμοκρασίας και της αλατιότητας (T/S), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος-5ος-6ος-7ος κύκλος. Η διακεκομμένη γραμμή περικλείει τα χαρακτηριστικά των νερών του βόρειου τμήματος της περιοχής, ενώ η συνεχής γραμμή περικλείει τα χαρακτηριστικά των νερών που επηρεάζονται από το Αιγαίο.

Η μεταβολή που παρατηρήθηκε στα προφίλ της πυκνότητας στους περισσότερους από τους σταθμούς στη διάρκεια του ταξιδιού φαίνεται σχηματικά στην Εικ. 2.2/2.



Εικ. 2.2/2. Κατακόρυφη κατανομή της πυκνότητας, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-3ος-5ος-7ος κύκλος.

Από τον 1ο στο 3ο κύκλο συντελείται ψύξη στην επιφάνεια λόγω των βορείων ανέμων και τα επιφανειακά νερά αναμιγνύονται προς τα κάτω υπό την επίδραση των ανέμων, όπου και ελαττώνουν την πυκνότητα των νερών του θερμοκλινούς με αποτέλεσμα το θερμοκλινές να βαθαίνει. Από τον 3ο στον 5ο κύκλο η πυκνότητα αυξάνεται σε όλο το θερμοκλινές και στα πάνω απ' αυτό στρώματα διατηρώντας τη βασική δομή του προφίλ, υποδηλώνοντας κατ' αυτό τον τρόπο ότι πυκνότερες μάζες εισρέουν σε όλα τα βάθη από την επιφάνεια μέχρι τη βάση του θερμοκλινούς (lateral advection). Παρόμοιος μηχανισμός προκαλεί τη μικρή ελάττωση της πυκνότητας από τον 5ο στον 7ο κύκλο. Οι μεταβολές από τον 3ο στον 5ο και από τον 5ο στον 7ο κύκλο, που υποδηλώνουν μηχανισμούς εισροής, είναι εντονότερες προς τα νότια όρια της υπό μελέτη περιοχής, όπου πυκνές μάζες με χαρακτηριστικά των νερών του Αιγαίου εισρέουν επί το πλείστον βόρεια από την Κέα και εκρέουν από το στενό Μακρονήσου-Κέας.

### 2.3. Υδρολογικά χαρακτηριστικά (θερμοκρασία, αλατότητα, πυκνότητα)

Σε αντίθεση με τις συνθήκες ομογενοποίησης και τις μικρές μεταβολές με το βάθος στην οριζόντια δομή των υδρολογικών χαρακτηριστικών, που παρατηρήθηκαν το Μάρτιο, η ύπαρξη ισχυρού θερμοκλινούς το Σεπτέμβριο δημιουργεί έντονη εξάρτηση από το βάθος

στις οριζόντιες δομές της θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας. Γι' αυτό το λόγο, αλλά και για καλύτερη εποπτεία παρουσιάζουμε ξεχωριστά για κάθε ένα από τα βάθη (2, 20, 50 και 100 m), από κοινού τους χάρτες με την οριζόντια δομή της θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας, για τους επτά κύκλους μετρήσεων. Ακόμα, γίνονται προκαταβολικά ορισμένα σχόλια, που αφορούν την κυκλοφορία, θεωρώντας ότι υπάρχει γεωστροφή σε σημαντικό βαθμό και ότι το νερό έχει τη τάση να κινείται έχοντας τις μεγαλύτερες πυκνότητες στ' αριστερά της διεύθυνσης της κίνησης. Όπως θα φανεί, η υπόθεση της γεωστροφίας επαληθεύεται σε ικανοποιητικό βαθμό αφού η κυκλοφορία, όπως παρατηρείται από τις απ' ευθείας μετρήσεις με το ADCP, συμφωνεί σε μεγάλο βαθμό με την κυκλοφορία, όπως διαφαίνεται από το πεδίο των πυκνοτήτων, τουλάχιστον όταν αυτό παρουσιάζει έντονη βαθμίδα (χωρική πύκνωση των ισοπύκνων). Απόκλιση από τη γεωστροφή παρουσιάζεται κοντά σε ακτές και μέσα σε στενώσεις (π.χ. Αγία Μαρίνα- Στύρα), όπου αναπτύσσονται στρώματα τριβής και άλλες ισορροπίες.

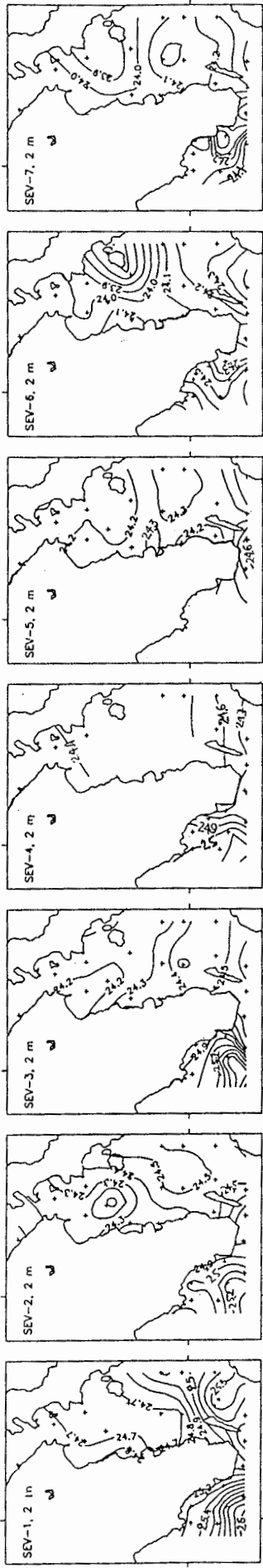
### Οριζόντιες κατανομές στα 2 m (Εικ. 2.3/1)

**1ος κύκλος:** Νερά υψηλότερης θερμοκρασίας (25.5-26°C) και αλατότητας (>38) βρίσκονται μακριά από τις ακτές της Αττικής, στο νότιο και νοτιοδυτικό άκρο της περιοχής μελέτης, κοντά στην περιοχή όπου εμφανίζονται τα νερά που προέρχονται από το Αιγαίο. Νερά με μικρότερη αλατότητα (37.8) και ελαφρώς μειωμένη θερμοκρασία φαίνονται να προέρχονται από τις ακτές της Εύβοιας, βόρεια από τους Πεταλιούς στο βόρειο άκρο του κόλπου του Μαρμαρίου. Το πεδίο των πυκνοτήτων είναι σχετικά ομαλό χωρίς έντονες διαβαθμίσεις, με πυκνά νερά εγκλωβισμένα στο βόρειο τμήμα από τον κόλπο του Μαραθώνα ως τα Στύρα.

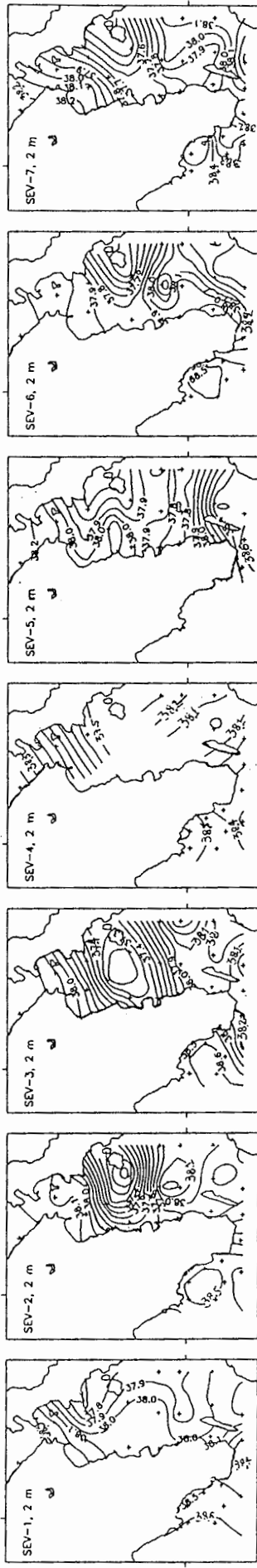
**2ος κύκλος:** Έχει σημειωθεί ψύξη σε όλο το πεδίο, ενώ έντονη πτώση της αλατότητας εμφανίζεται δυτικά από τους Πεταλιούς. Αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός τοπικού ελάχιστου στην πυκνότητα (αντικυκλώνα) γύρω από τους Πεταλιούς, με τάση να στρέφει τα επιφανειακά ρεύματα δυτικά και μετά βόρεια κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού (αντικυκλωνικά). Τα μειωμένης αλατότητας επιφανειακά νερά, που εμφανίζονται δυτικά από τους Πεταλιούς και εξαπλώνονται ως τις ακτές της Αττικής, θεωρείται απίθανο να έχουν χερσαία προέλευση. Το ευρείας έκτασης μέτωπο αλατότητας δεν μπορεί να δικαιολογηθεί από τις μικρές χερσαίες παροχές της περιοχής, οι οποίες ούτως ή άλλως κατά το μήνα Σεπτέμβριο είναι μειωμένες ως μηδενικές. Ακόμα, όπως θα φανεί στη συνέχεια, τα νερά αυτά έχουν μεγάλη διαφάνεια, που χαρακτηρίζει τα νερά της ανοιχτής θάλασσας. Τα μειωμένης αλατότητας και θερμοκρασίας επιφανειακά νερά στην ανοιχτή θάλασσα του Αιγαίου έχουν προέλευση από τη Μαύρη Θάλασσα και εισέρχονται στο Αιγαίο μέσω του Στενού των Δαρδανελλίων. Η παροχή των νερών της Μαύρης Θάλασσας



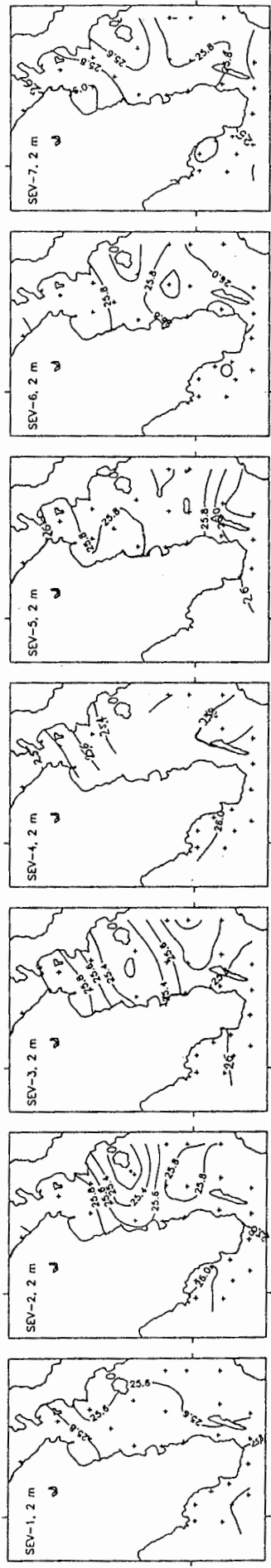
TEMPERATURE (° C)



SALINITY



DENSITY



Εικ. 2.3/1. Κατανομή των τιμών θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας (2m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος-5ος-6ος-7ος κύκλος.

αποκτά μέγιστες τιμές κατά τον Ιούνιο και Ιούλιο (Uluata 1986). Τοπικό ελάχιστο στην αλατότητα εξαιτίας αυτών των νερών ανιχνεύεται και στις ανατολικές ακτές της Ελλάδας και ενίοτε εμφανίζεται εντονότερο στις αρχές με μέσα του φθινόπωρου (Lacombe *et al.* 1958, Theocharis *et al.* 1993). Η ερμηνεία λοιπόν για το παραπάνω φαινόμενο είναι ότι νερά του Αιγαίου, που μεταφέρουν και ποσότητες νερών από τα Δαρδανέλλια, αφού διέλθουν από το Στενό Ανδρου-Εύβοιας, να στρέφονται βόρεια κοντά στις ακτές της Εύβοιας και μπροστά από τους Πεταλιούς και να εκτρέπονται δυτικά στην περιοχή του E25. Νότια από τον επιφανειακό αντικυκλώνα των Πεταλιών εμφανίζεται γλώσσα υψηλής αλατότητας, που διεισδύει από το Αιγαίο και δημιουργεί ένα ασθενές μέγιστο στην πυκνότητα (κυκλώνα), που έχει την τάση να δημιουργεί κυκλοφορία αντίθετη με τους δείκτες του ρολογιού (κυκλωνικά).

**3ος κύκλος:** Η ψύξη των επιφανειακών νερών συνεχίζεται με ελαφρά μειωμένη ένταση. Η μεταβολή στην επιφανειακή θερμοκρασία είναι ομαλή με αύξηση γενικά από τα βόρεια προς τα νότια, δηλαδή προς την ανοιχτή θάλασσα, ενώ στο Σαρωνικό η θερμοκρασία εξακολουθεί να αυξάνεται όσο απομακρυνόμαστε από τις ακτές. Η αλατότητα παίζει τον κύριο ρόλο στον καθορισμό της πυκνότητας σε σχέση με τη θερμοκρασία. Εξακολουθεί να εμφανίζεται το μέτωπο εξαιτίας της χαμηλής αλατότητας δυτικά από τους Πεταλιούς αλλά τώρα έχει αποκτήσει κλίση από νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά. Η επανάληψη της εμφάνισης αυτού του μετώπου στον 6ο κύκλο και η αντίστοιχη κλίση που αποκτά στον 7ο όπως και στον 3ο αποτελούν ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά της υδρολογίας, που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση. Νότια από τον αντικυκλώνα των Πεταλιών υπάρχει η κυκλωνική γλώσσα με τα αυξημένης αλατότητας και πυκνότητας νερά του Αιγαίου, που διεισδύουν βόρεια από την Κέα.

**4ος κύκλος:** Εξαιτίας του μεγάλου κενού στις μετρήσεις στο κεντρικό κομμάτι του Ν Ευβοικού, στο 4ο κύκλο παρουσιάζονται οι τιμές των υδρολογικών χαρακτηριστικών περισσότερο ενδεικτικά παρά προς περιγραφή και ερμηνεία των δομών, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν με πιστότητα.

**5ος κύκλος:** Ο 5ος κύκλος ακολουθεί μετά το επεισόδιο των θυελλωδών νοτίων ανέμων, που έπνεαν για περίπου 20 ώρες. Μικρές μόνο βαθμίδες (χωρικές μεταβολές) παρατηρούνται στη θερμοκρασία. Μία γλώσσα ελάχιστα θερμότερη (24.3°C) εισέρχεται από νοτιοανατολικά και εκτείνεται μέχρι την περιοχή του Πόρτο Ράφτη. Κατά μήκος όλων των ανατολικών ακτών της Αττικής βόρεια από Κερατέα παρατηρείται πτώση της θερμοκρασίας και αύξηση της αλατότητας σε σχέση με τον 3ο και 4ο κύκλο. Στην περιοχή ανάμεσα στη Ραφήνα και τη Λούτσα παρατηρείται ένα τοπικό μέγιστο στην αλατότητα,

πιθανότητα λόγω ανάβλυσης εξαιτίας των νοτίων ανέμων. Το ελάχιστο της επιφανειακής αλατότητας δυτικά από τους Πεταλιούς εξακολουθεί να εμφανίζεται, ενώ αυξημένης αλατότητας νερά φαίνεται να εισβάλλουν από το νότιο τμήμα ανάμεσα στη Μακρόνησο και την Κέα. Η πυκνότητα καθορίζεται κύρια από την κατανομή της αλατότητας. Αρκετά εξασθενημένος παρουσιάζεται ο αντικυκλώνας γύρω από τους Πεταλιούς, ενώ ένα κυκλωνικό μέτωπο με πυκνά νερά αναπτύσσεται προς το νότο ανάμεσα στη Μακρόνησο και την Κέα.

**6ος κύκλος:** Παρατηρείται ενίσχυση του αντικυκλωνικού κέντρου δυτικά από τους Πεταλιούς με νέα πτώση στη θερμοκρασία και στην αλατότητα, που προκαλείται από χαμηλής αλατότητας και ψυχρά νερά που πιθανότατα εισέρχονται από την περιοχή νότια και ανατολικά από τους Πεταλιούς και περιέχουν ποσότητες νερού από τα Δαρδανέλλια. Νοτιότερα εμφανίζεται τοπικό μέγιστο στην αλατότητα με νερά που έχουν προέλευση από το Αιγαίο, ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται ένα κυκλωνικό κέντρο πυκνών νερών, που φαίνεται να συνδέεται και να αλληλεπιδρά με το κυκλωνικό μέτωπο που εμφανίστηκε ανάμεσα στη Μακρόνησο και την Κέα στον 5ο κύκλο.

**7ος κύκλος:** Η εξέλιξη των δομών στη θερμοκρασία, την αλατότητα, και την πυκνότητα από τον 6ο στον 7ο κύκλο είναι ανάλογη των αντίστοιχων εξελίξεων που παρατηρήθηκαν από το 2ο στον 3ο κύκλο. Η γλώσσα μειωμένης αλατότητας γύρω από τους Πεταλιούς αποκτά κλίση από νοτιοδυτικά, κοντά στις ακτές της Απτικής, προς βορειοανατολικά, κοντά στην Εύβοια. Η βαθμίδα (πύκνωση των ισοκαμπυλών) γενικά σε όλα τα υδρολογικά χαρακτηριστικά εξασθενεί, ενώ εξακολουθεί να διατηρείται, έστω και εξασθενημένη, η κυκλωνική δομή στα νοτιοανατολικά της περιοχής μελέτης.

### **Οριζόντιες κατανομές στα 20 m (Εικ. 2.3/2)**

Τα 20 m αντιπροσωπεύουν την αρχή του θερμοκλινούς. Το πεδίο των υδρολογικών χαρακτηριστικών παρουσιάζει έντονη βαθμίδα και μεταβλητότητα. Από τους δύο κύριους σχηματισμούς, που εμφανίστηκαν στα 2 m, το χαμηλής αλατότητας κέντρο (αντικυκλώνας) δυτικά από τους Πεταλιούς εμφανίζεται σημαντικά εξασθενημένο στα 20 m, ένδειξη ότι οφείλεται σε επιφανειακή εισροή νερού μειωμένης αλατότητας, ενώ ο κυκλώνας νότια από αυτό, που περικλείει πυκνά νερά από το Αιγαίο, εμφανίζεται πολύ πιο έντονος. Εξαιτίας της μείωσης, με το βάθος, των επιφανειακών ψυχρών και μειωμένης αλατότητας νερών από την περιοχή των Πεταλιών στα 20 m τα πλέον ψυχρά νερά προέρχονται από τις νότιες και ανατολικές περιοχές, που επηρεάζονται άμεσα από το Αιγαίο.

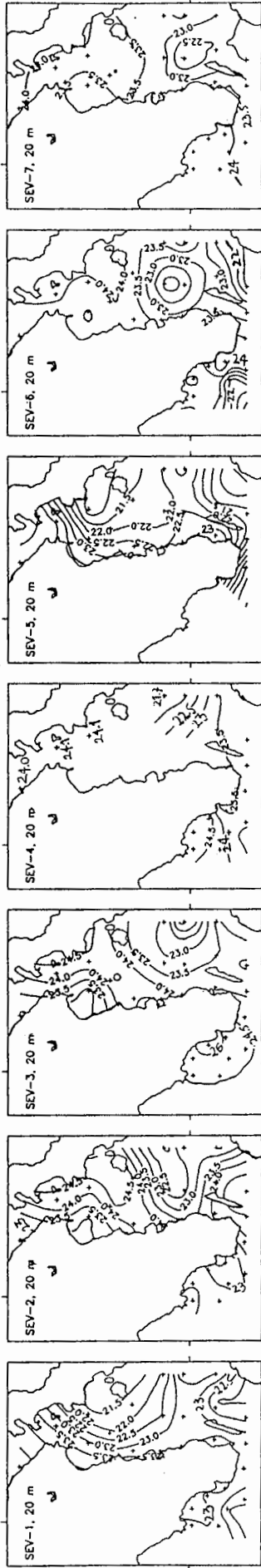
**1ος κύκλος:** Τα ψυχρά και αυξημένης αλατότητας νερά με προέλευση από το Αιγαίο εμφανίζονται να έχουν εισχωρήσει από την περιοχή κοντά στις ακτές της Εύβοιας νότια από τους Πεταλιούς και να σχηματίζουν πυκνή (κυκλωνική) γλώσσα στο κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης. Η δομή αυτή, όπως θα δούμε στις ρευματομετρήσεις, έχει την τάση να κατεβάξει τα νερά από τη περιοχή του κόλπου του Μαραθώνα και των Στύρων προς το νότο, να τα στρέφει προς τις ακτές της Αττικής και μετά, στο ύψος του Πόρτο Ράφτη, να τα γυρίζει νοτιοανατολικά προς το κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης. Στη περιοχή αυτή, βόρεια από το στενό Μακρονήσου-Κέας, συναντώνται με νέες μάζες και στρέφονται νότια προς το ανατολικό τμήμα της Μακρονήσου από το κυκλωνικό μέτωπο, που εμφανίζεται από τα πυκνά νερά που βρίσκονται ανάμεσα στην Μακρονήσο και την Κέα. Αντίθετα στο Σαρωνικό, η ελάτπωση της πυκνότητας μακριά από τις ακτές έχει τη τάση να στρέφει τα ρεύματα προς το Σούνιο.

**2ος κύκλος:** Εντονη αλλαγή παρατηρείται από τον 1ο στο 2ο κύκλο. Η γλώσσα πυκνών νερών, που καταλάμβανε σχεδόν όλη την περιοχή μελέτης βόρεια από τη Μακρόνησο, έχει εξαφανιστεί. Στην ίδια περιοχή εμφανίζεται εξασθενημένο το σήμα του επιφανειακού νερού μειωμένης αλατότητας από την περιοχή δυτικά από τους Πεταλιούς. Νότια απ' αυτό παρατηρείται ένα κυκλωνικό κέντρο με ψυχρά, αυξημένης αλατότητας και πυκνά νερά από το Αιγαίο, το οποίο τείνει να εγκολπώσει το μέτωπο, που υπήρχε στον 1ο κύκλο ανάμεσα στη Μακρόνησο και την Κέα. Ένα ενδιαφέρον ερώτημα, που τίθεται, αφορά το μηχανισμό σχηματισμού, ενίσχυσης και εξασθένησης, και την εν γένει εξέλιξη της κυκλωνικής δομής, που παρατηρείται ανοιχτά από την Κερατέα και βόρεια από τη Μακρόνησο.

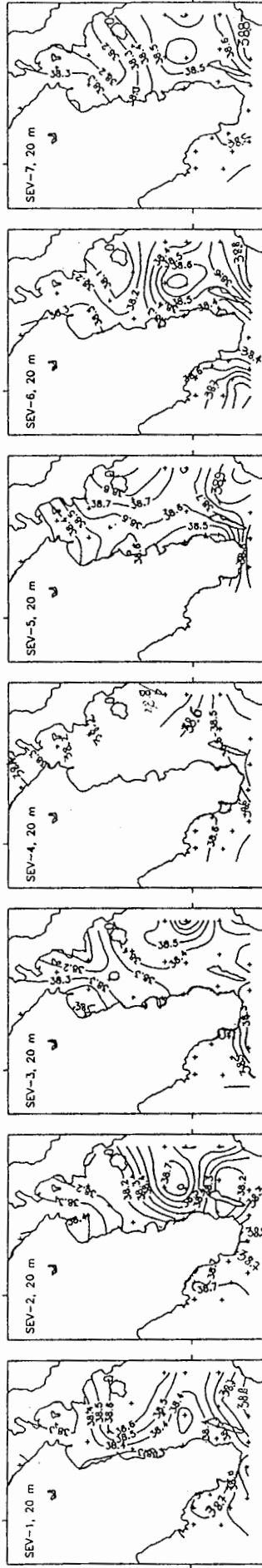
**3ος κύκλος:** Στον 3ο κύκλο η μάζα των πυκνών νερών ανοιχτά από το Πόρτο Ράφτη και την Κερατέα έχει διαπλατυνθεί και μετατοπιστεί ανατολικά προς το Ε18 (μεταξύ Εύβοιας και Κέας), ενώ έχει ολοκληρωθεί η εγκόλπωση του μετώπου ανάμεσα σε Μακρόνησο και Κέα, με αποτέλεσμα οι βαθμίδες στην περιοχή αυτή να εμφανίζονται πολύ ασθενείς. Ταυτόχρονα η γλώσσα των μειωμένης αλατότητας νερών, που προέρχονται από την επιφάνεια, έχει αποκτήσει κλίση ανάλογη με αυτή που είδαμε στα 2 m, δηλαδή, κοντά στις ακτές της Αττικής έχει στραφεί νότια και στις ακτές της Εύβοιας βόρεια.

**4ος κύκλος:** Αν και η εικόνα είναι ελλειπής υπάρχουν ενδείξεις ότι, εξακολουθεί να εμφανίζεται η γλώσσα μειωμένης αλατότητας βόρεια από τον κόλπο του Μαρμαρίου και ότι, ο κυκλωνικός στρόβιλος με τα πυκνά νερά στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης έχει μετατοπιστεί βόρεια και επηρεάζει ασθενέστερα, απ' ότι στον 3ο κύκλο, την περιοχή κοντά στη βόρεια ακτή της Κέας.

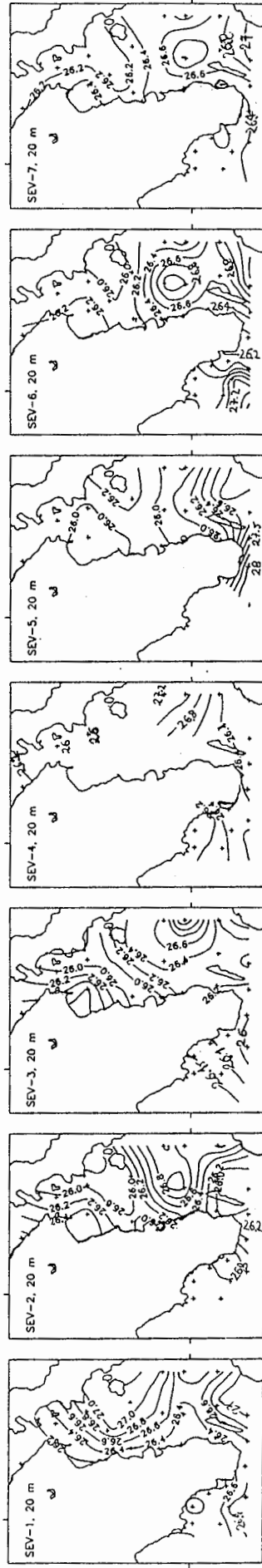
# TEMPERATURE (° C)



# SALINITY



# DENSITY



Εικ. 2.3/2. Κατανομή των τιμών θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας (20m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος-5ος-6ος-7ος κύκλος.

**5ος κύκλος:** Η παρουσία των ψυχρών, αυξημένης αλατότητας και πυκνών νερών στην περιοχή του E22 (νοτιοανατολικά των Πεταλιών), που ήταν εμφανής στο 4ο κύκλο, έχει ως αποτέλεσμα η δομή της θερμοκρασίας και αλατότητας στον 5ο κύκλο να είναι παρόμοια με αυτή που εμφανίστηκε στον 1ο κύκλο. Ως ένα σημείο προμηνύεται ότι η εξέλιξη στον 6ο και 7ο κύκλο μπορεί να είναι αντίστοιχη με εκείνη του 2ου και 3ου κύκλου. Στη συνέχεια θα φανεί ότι, πράγματι υπάρχουν πολλές ομοιότητες μεταξύ 2ου και 6ου καθώς και μεταξύ 3ου και 7ου κύκλου. Τα ψυχρά και αυξημένης αλατότητας και πυκνότητας νερά στον 5ο κύκλο εμφανίζονται κοντά στις ακτές της Εύβοιας, ενώ στην περιοχή της Λούτσας υπάρχει ένα τοπικό μέγιστο στην αλατότητα και πυκνότητα, το οποίο εμφανίζεται και στα 2 m και ίσως είναι αποτέλεσμα ανάβλυσης, που προκλήθηκε από τους ισχυρούς νότιους άνεμους στον 4ο κύκλο. Τέλος, εμφανίζεται ένα κυκλωνικό μέτωπο ανάμεσα στη Μακρόνησο και την Κέα, αντίστοιχο με αυτό που υπήρξε στον 1ο κύκλο.

**6ος κύκλος:** Είναι εντυπωσιακή η επανεμφάνιση του κυκλωνικού κέντρου με ψυχρά, αυξημένης αλατότητας και πυκνά νερά στην κεντρική περιοχή του νότιου τμήματος της περιοχής μελέτης ανοιχτά από το Πόρτο Ράφτη και την Κερατέα. Ο κυκλώνας αυτός συνδέεται και αλληλεπιδρά με το μέτωπο που υπάρχει ανάμεσα στη Μακρόνησο και την Κέα. Είναι ακόμα πιθανό ο σχηματισμός του κυκλώνα να οφείλεται σε αστάθεια αυτού του μετώπου. Δυτικά από τους Πεταλιούς εμφανίζεται η επιρροή της επιφανειακής μάζας μειωμένης αλατότητας και πυκνότητας από ασθενή αντικυκλωνικό μετωπικό σχηματισμό, αντίστοιχο αυτού του 2ου κύκλου προερχόμενο από την περιοχή του κόλπου του Μαρμαρίου και των Πεταλιών.

**7ος κύκλος:** Παρατηρείται εξασθένηση στη βαθμίδα των σχηματισμών, που εμφανίστηκαν στον 6ο κύκλο. Το αντικυκλωνικό μέτωπο, που προέρχεται από τον κόλπο του Μαρμαρίου, έχει εξαπλωθεί και το άκρο του κοντά στην Αττική έχει μετατοπιστεί νότια. Ο κυκλώνας ανοιχτά από την Κερατέα μετατοπίζεται και αυτός νότια και επηρεάζει, όπως θα δούμε στις ρευματομετρήσεις, τους E14 και E15, που στον 6ο κύκλο ήταν πιο κοντά στο μέτωπο Μακρονήσου- Κέας.

### **Οριζόντιες κατανομές στα 50 m (Εικ. 2.3/3)**

Το βάθος των 50 m αντιστοιχεί περίπου στο κάτω όριο του θερμοκλινούς. Υπάρχει μικρή μόνο συσχέτιση στις δομές της θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας στα 50 m με τις αντίστοιχες δομές που εμφανίζονται στα 2 m. Από όλους τους σχηματισμούς, που ήδη περιγράψαμε στα 20 m, μόνο το κυκλωνικό κέντρο με πυκνά νερά βόρεια από τη Μακρόνησο και την Κέα και ανοιχτά από Πόρτο Ράφτη και Κερατέα εμφανίζεται με ασθενή βαθμίδα στα 50 m αλλά μόνο στους κύκλους 2 και 5, οπότε είναι

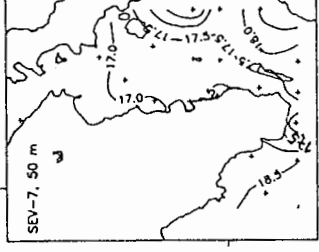
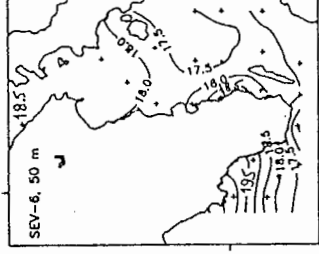
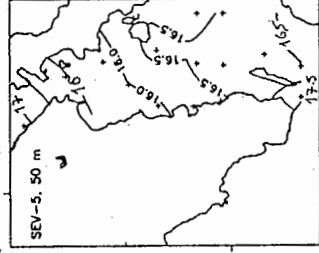
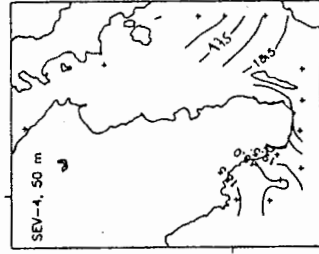
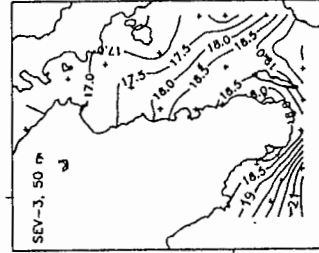
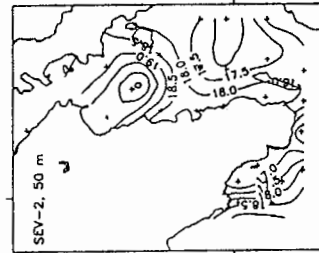
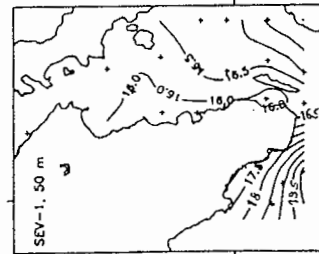
πλέον ενισχυμένο στα 20 m. Γενικά στα 50 m, όπως και στα 20 m, υπάρχει η τάση στα ανατολικά-νοτιοανατολικά τμήματα της περιοχής μελέτης να παρατηρούνται νερά με μειωμένη θερμοκρασία και αυξημένη αλατότητα και πυκνότητα. Τέλος οι αλλαγές, που γίνονται στους σχηματισμούς στα 50 m από τον ένα κύκλο στον επόμενο, συντελούνται ταχύτερα απ' ό τι στα 2m και στα 20 m και εμφανίζονται σαν να μην αποτελούν συνέχεια, δηλαδή έχουν μικρή έως καθόλου συσχέτιση από τον ένα κύκλο στον αμέσως επόμενο ή τον αμέσως προηγούμενο.

**1ος κύκλος:** Η δομή που παρουσιάζεται στον 1ο κύκλο, είναι εντυπωσιακή και απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση αφού είναι αντίθετη απ' ό τι θα περίμενε κάποιος, σύμφωνα με τη φαινομενολογία της υδρογραφίας στην περιοχή. Τα αυξημένης αλατότητας, ψυχρά και πυκνά νερά, που ως αυτό το σημείο εμφανίζονταν κοντά στα όρια με την ανοιχτή θάλασσα του Αιγαίου, βρίσκονται τώρα κοντά στις ακτές της Αττικής στο Ν Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, ενώ ένα τοπικό μέγιστο στην αλατότητα παρατηρείται στην περιοχή του Πόρτο Ράφτη και της Κερατέας (E20 και E16). Το γεγονός ότι δεν υπάρχουν προηγούμενες παρατηρήσεις δυσχεραίνει την αιτιολόγηση της δομής του 1ου κύκλου. Ωστόσο, όπως θα φανεί παρακάτω, η εξέλιξη από τον 6ο στον 7ο μπορεί να σχηματίσει μία εν μέρει ανάλογη δομή με αυτή του 1ου και να αποτελέσει ένα πιθανό "σενάριο" για τη δημιουργία της.

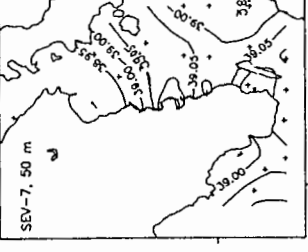
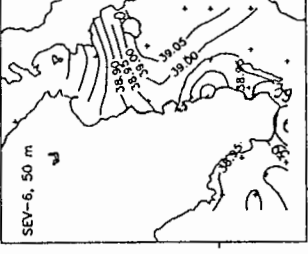
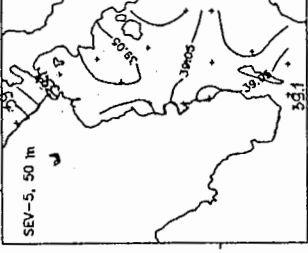
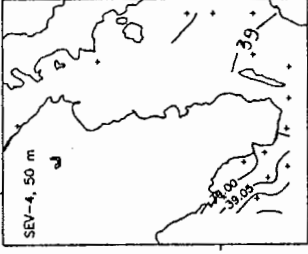
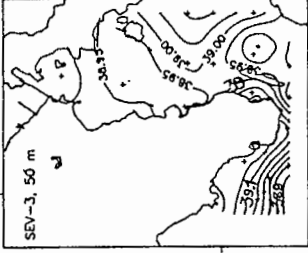
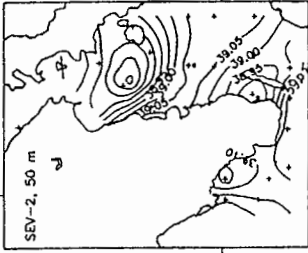
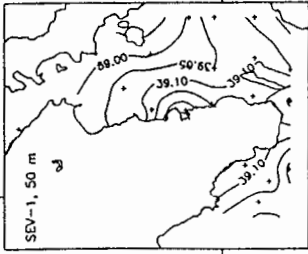
**2ος κύκλος:** Στο 2ο κύκλο παρατηρείται και στα 50 m το κυκλωνικό κέντρο βόρεια από Μακρόνησο και Κέα, στο γεωγραφικό πλάτος της Κερατέας. Στα βόρεια της περιοχής μελέτης εμφανίζεται γύρω από το E26 μία μάζα με μειωμένη αλατότητα και αυξημένη θερμοκρασία, που δημιουργεί τοπικά μια αντικυκλωνική δομή, που έχει την τάση να κατεβάζει τα νερά από την περιοχή των Στύρων προς νότο και να τα στρέφει δυτικά προς Πόρτο Ράφτη και μετά βόρεια προς Ραφήνα.

**3ος κύκλος:** Η μάζα με μειωμένη αλατότητα και αυξημένη θερμοκρασία, που δημιούργησε το αντικυκλωνικό κέντρο γύρω από το E26 στο 2ο κύκλο, διατηρεί την ταυτότητά της μόνο ως προς την αλατότητα, ενώ έχει αποκτήσει προσανατολισμό από νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά. Στα ανατολικά εμφανίζεται η επιρροή των αυξημένης αλατότητας και μειωμένης θερμοκρασίας πυκνών νερών του Αιγαίου, που δημιουργούν αύξηση της πυκνότητας προς ανατολικά σε συμφωνία με την αντιπροσωπευτική εικόνα της φαινομενολογίας της περιοχής. Άξια προσοχής είναι η δομή που αναπτύσσεται γύρω από τις νότιες ακτές της Αττικής, από την Ανάβυσσο μέχρι την περιοχή της Κερατέας, όπου πυκνά νερά "αγκαλιάζουν" την παράκτια ζώνη και η πυκνότητα ελαττώνεται προς την ανοιχτή θάλασσα, με αποτέλεσμα τα ρεύματα να στρέφονται κυκλωνικά γύρω από το Σούνιο με κατεύθυνση από το Σαρωνικό προς τον Ευβοικό.

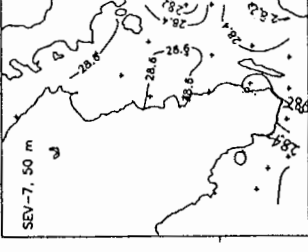
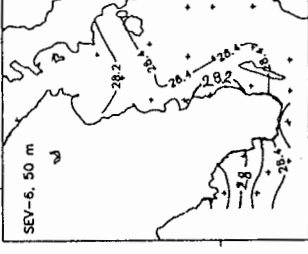
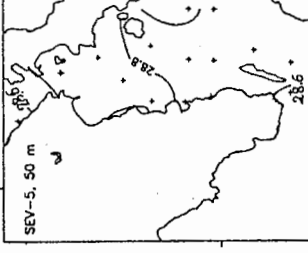
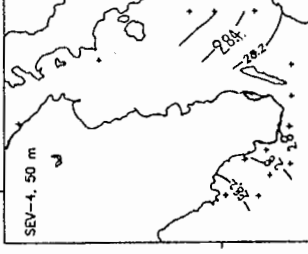
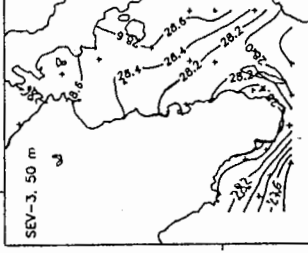
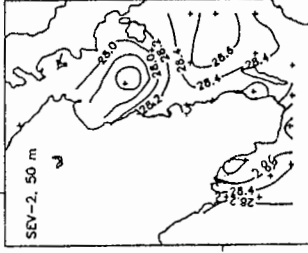
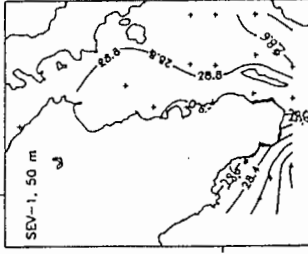
TEMPERATURE (° C)



SALINITY



DENSITY



Εικ. 2.3/3. Κατανομή των τιμών θερμοκρασίας, αλατότητας και πυκνότητας (50m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος-5ος-6ος-7ος κύκλος.



**4ος κύκλος:** Η εικόνα που παρουσιάζεται στον 4ο κύκλο είναι ελλειπής και ασαφής και δεν είναι δυνατόν να εξακριβωθεί η υπάρχουσα δομή στην θερμοκρασία, αλατότητα και πυκνότητα. Φαίνεται ωστόσο ότι στο Σαρωνικό έχει μεταβληθεί η κατάσταση που επικρατούσε στον 3ο κύκλο.

**5ος κύκλος:** Είναι χαρακτηριστικές οι πολύ μικρές διακυμάνσεις που υπάρχουν στη θερμοκρασία, αλατότητα και πυκνότητα σε όλο το εύρος του πεδίου μελέτης, σε σχέση με όλους τους άλλους κύκλους. Πιθανότατα, τα 50 m κατά τον 5ο κύκλο υφίστανται δευτερογενείς επιδράσεις, πέρα από τη μεταφορά στα δεξιά της διεύθυνσης του ανέμου (μεταφορά Ekman) και τη συσσώρευση μάζας στο βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης κοντά στις ακτές της Εύβοιας από τους ισχυρούς νοτιάδες. Στην ανάλυση των ρευματομετρήσεων θα δούμε ότι, η εικόνα των ρευμάτων παρέχει περισσότερες πληροφορίες, που βοηθούν στην κατανόηση των διεργασιών κατά τον 5ο κύκλο.

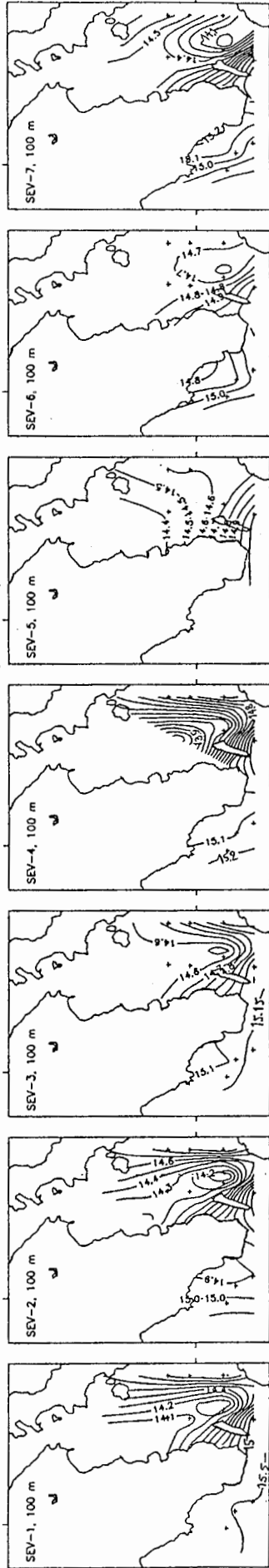
**6ος κύκλος:** Στον 6ο κύκλο, ανάμεσα στους Πεταλιούς και τη Μακρόνησο, επανεμφανίζονται δομές στα υδρολογικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τον κυκλωνικό στρόβιλο, που σχηματίζεται από πυκνά νερά του Αιγαίου στην ίδια περιοχή και που φαίνεται περισσότερο έντονα στα 20 m.

**7ος κύκλος:** Στην περιγραφή των 20 m είδαμε ότι από τον 6ο στον 7ο κύκλο ο κυκλώνας στο νότιο-κεντρικό τμήμα εξασθενεί. Οι κατανομές υποδεικνύουν ότι τα ασθενή μέτωπα της θερμοκρασίας και της αλατότητας, που εμφανίστηκαν στα 50 m στον 6ο κύκλο και που σχετίζονταν με τον κυκλώνα στην ίδια περιοχή, έχουν πλέον σπάσει. Επίσης τα αυξημένης αλατότητας και μειωμένης θερμοκρασίας νερά, που στον 6ο κύκλο ήταν ανατολικά, έχουν εξαπλωθεί στις ακτές της Αττικής δημιουργώντας δομές που μοιάζουν με αυτές του 1ου κύκλου, δηλαδή με πυκνότερα νερά στις ακτές της Αττικής και λιγότερα πυκνά ανατολικά και νότια προς την ανοιχτή θάλασσα.

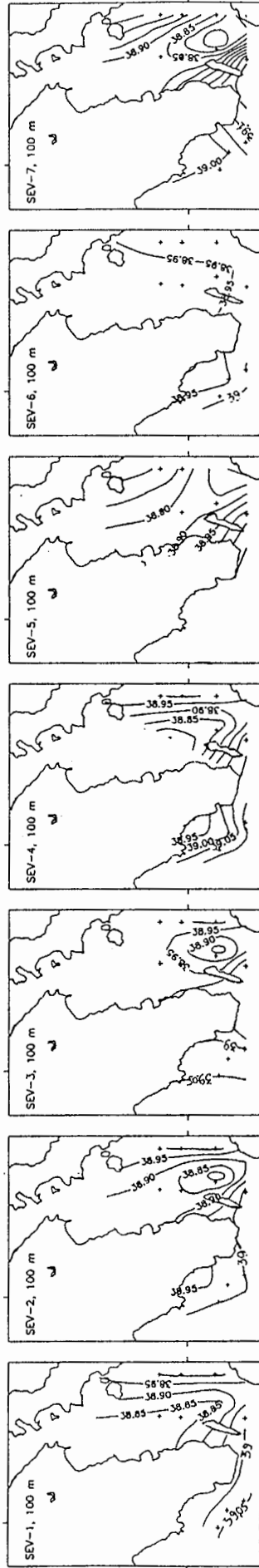
#### **Οριζόντιες κατανομές στα 100 m (Εικ. 2.3/4)**

Στα T/S διαγράμματα (Εικ. 2.2/1) φαίνεται ότι σε βάθη μεγαλύτερα από περίπου 70 m οι υψηλότερες θερμοκρασίες σχετίζονται με μικρότερες αλατότητες. Έτσι αφού οι υψηλότερες αλατότητες προέρχονται από τη γειτονία με την ανοιχτή θάλασσα, είναι εμφανές ότι οι μικρότερες θερμοκρασίες προέρχονται από τα νερά στο εσωτερικό του κόλπου. Είναι πιθανό ότι το σύστημα σε βάθη κάτω από το θερμοκλινές (>~70 m) διατηρεί χαρακτηριστικά από την υδρολογία του Μαρτίου, όπου είχαμε δει νερά πυκνά, με μειωμένη αλατότητα και χαμηλή θερμοκρασία να βρίσκονται στο εσωτερικό του κόλπου στους παράκτιους εσωτερικούς σταθμούς. Στα 100 m, στους κύκλους 1 ως 3 και 4 ως 5,

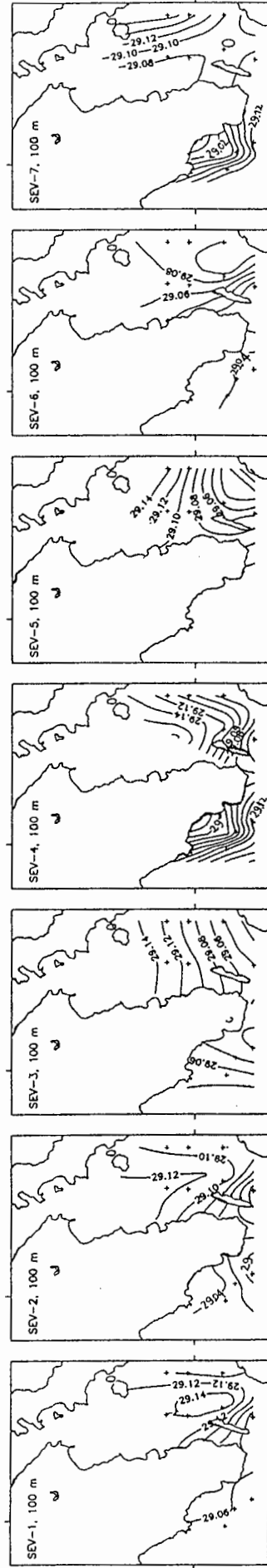
TEMPERATURE (° C)



SALINITY



DENSITY



Εικ. 2.3/4. Κατανομή των τιμών θερμοκρασίας, αλατιότητας και πυκνότητας (100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος-5ος-6ος-7ος κύκλος.

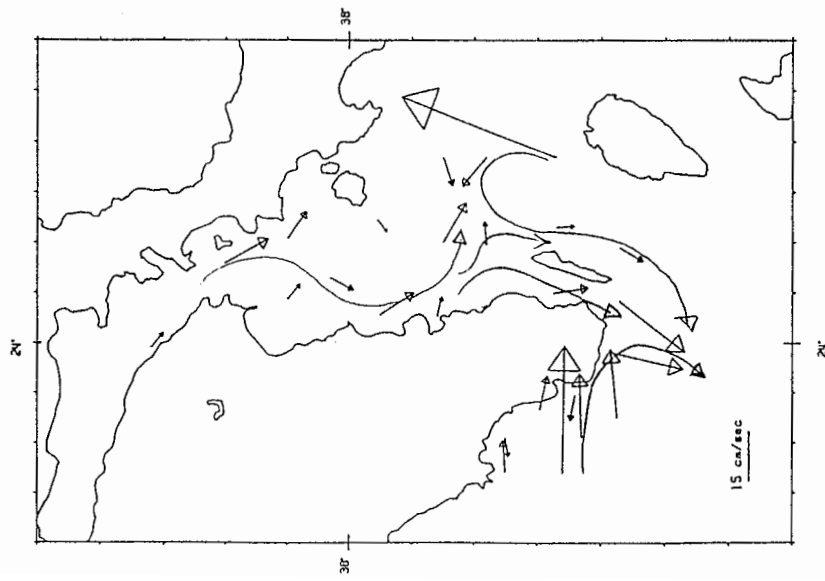
εμφανίζονται δύο επεισόδια κίνησης μάζας μειωμένης θερμοκρασίας και αλατότητας από το εσωτερικό του κόλπου προς τα νότια μεταξύ Μακρόνησου και Κέας. Είναι χαρακτηριστική η μεταβολή στα πεδία πυκνοτήτων στους κύκλους 3 και 5, στη συμπλήρωση του κάθε επεισοδίου, όταν η μάζα από το εσωτερικό του κόλπου φτάνει στο νότιο άκρο και χάνεται το σήμα της από το πεδίο των πυκνοτήτων επειδή θερμαίνεται, όταν έρχεται σε επαφή με τα θερμότερα νερά της ανοιχτής θάλασσας. Από τον 5ο στον 6ο κύκλο η αλλαγή δεν είναι εμφανής. Στον 6ο κύκλο εμφανίζεται στον Ε14 μια μάζα κρύου νερού, που προέρχεται από το εσωτερικό του κόλπου. Δεν είναι ωστόσο εμφανές γιατί η αλατότητα έχει τόσο εξασθενημένη βαθμίδα και δεν παρουσιάζει το αντίστοιχο της θερμοκρασίας σήμα. Στον 7ο κύκλο εμφανίζεται νέα μάζα νερού από το εσωτερικό, με νέα ελάττωση στη θερμοκρασία και στην αλατότητα.

#### 2.4. Ρεύματα - Κυκλοφορία

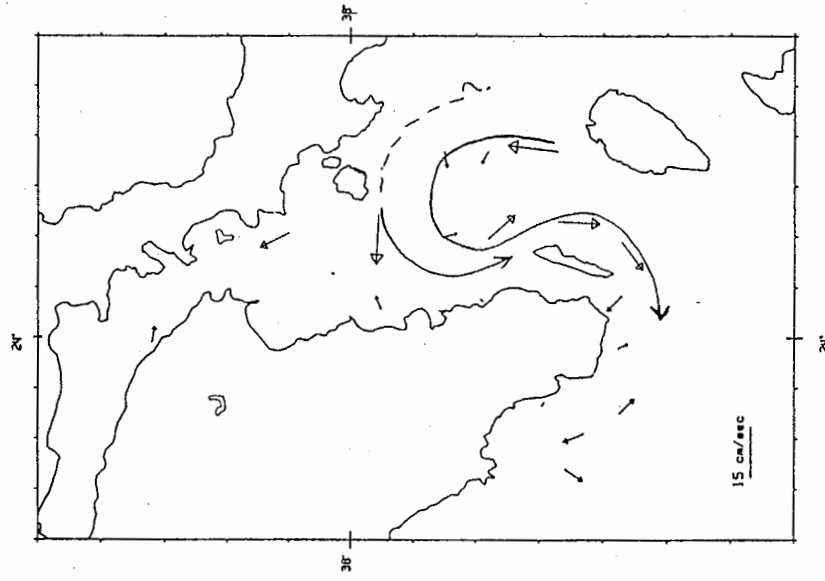
Όπως προαναφέρθηκε, στο εισαγωγικό σχόλιο της παρουσίασης των υδρολογικών χαρακτηριστικών, η κυκλοφορία σχετίζεται άμεσα με την οριζόντια δομή της πυκνότητας μέσω της γεωστροφικής ισορροπίας, η οποία καθορίζει ότι, η ροή γίνεται παράλληλα στις ισόπυκνες κατά προσέγγιση έχοντας τις μεγαλύτερες πυκνότητες στα αριστερά της διεύθυνσης της κίνησης. Επομένως η μορφή και η μεταβλητότητα των μετώπων πυκνότητας αντικατοπτρίζονται στη μορφή και στη μεταβλητότητα της κυκλοφορίας. Αυτό είναι εμφανές στα βάθη των 20 και 50 m, ενώ στα 100 m η κυκλοφορία καθορίζεται κυρίως από τη βαθυμετρία της περιοχής και γίνεται κατά προσέγγιση παράλληλα με τις ισοβαθείς. Εκτός από την κυκλοφορία στα 20, 50 και 100 m, που είναι τα “βασικά” βάθη της ανάλυσης, θα παρουσιάσουμε σε συντομία και την κυκλοφορία στα 35 m, προς διευκόλυνση της επεξήγησης των κατανομών των χημικών και βιολογικών παραμέτρων στα 30 και 40 m. Όπως θα φανεί, η κυκλοφορία στα 35 m παρουσιάζει πολλά όμοια χαρακτηριστικά με την κυκλοφορία στα 20 m.

##### Κυκλοφορία στα 20 m

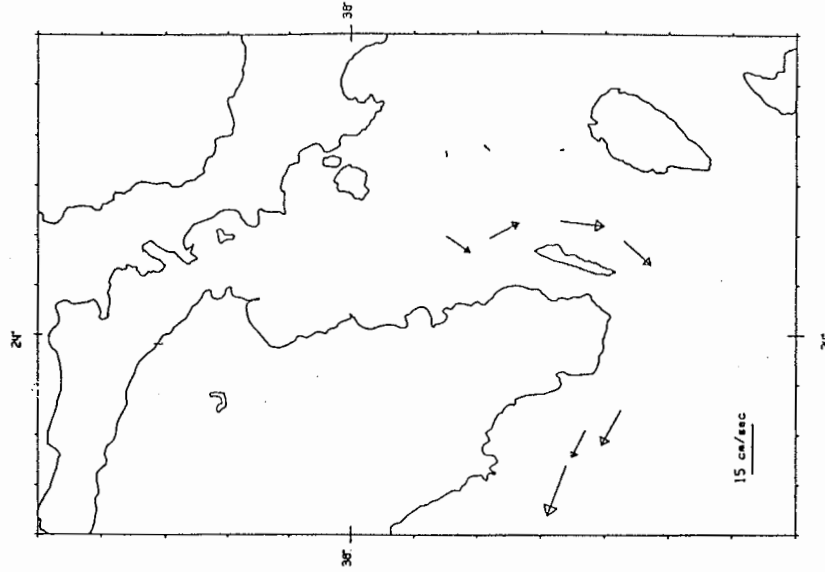
**1ος κύκλος (Εικ. 2.4/1):** Στο βόρειο και στο κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης υπάρχει καθοδικό ρεύμα από την περιοχή των Στύρων και Μαραθώνα, το οποίο κατόπιν στρέφεται προς τις ακτές της Αττικής και περίπου στο γεωγραφικό πλάτος του Πόρτο Ράφτη γυρίζει ανατολικά προς το κεντρικό τμήμα της περιοχής. Στην περιοχή αυτή ο κυκλωνικός σχηματισμός πυκνών νερών (βλέπε υδρολογικά χαρακτηριστικά) φέρνει νερά από το βόρειο μέρος της Κέας προς τα δυτικά και ακολούθως τα στρέφει νότια στο ανατολικό μέρος της Μακρονήσου, όπου τελικά συναντώνται με τα νερά που διέρχονται



CRUISE: SARSEV2/R-1 current vectors at 20m



CRUISE: SARSEV2/R-1 current vectors at 50m



CRUISE: SARSEV2/R-1 current vectors at 100m

Εικ. 2.4/1. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος κύκλος.

μεταξύ Αττικής και Μακρονήσου αλλά και με τα νερά των έξω σταθμών του Σαρωνικού (Ε6, Ε7, Ε9, Ε10), που ρέουν ανατολικά και νότια προς το Σούνιο.

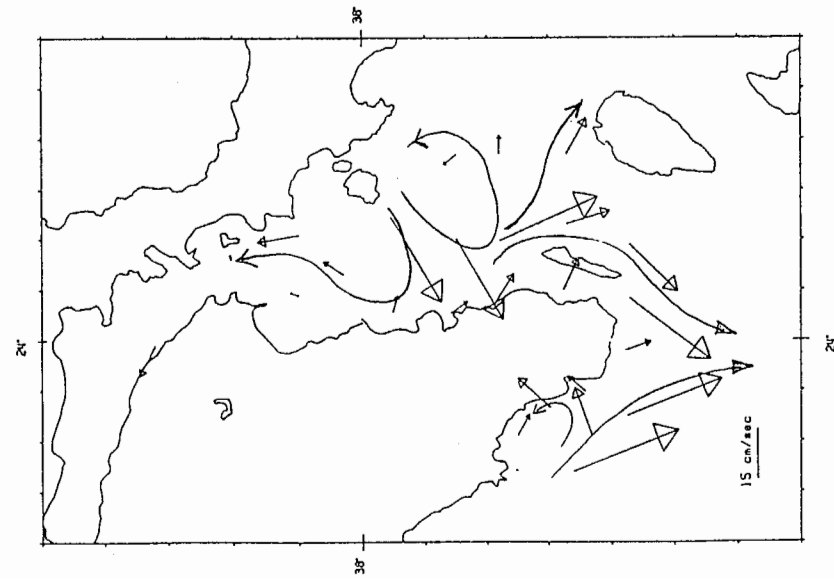
**2ος κύκλος (Εικ. 2.4/2):** Υπάρχει ο κυκλωνικός στρόβιλος στο κεντροανατολικό τμήμα, ανοιχτά από Πόρτο Ράφτη και Κερατέα και το αντικυκλωνικό κέντρο από τα μειωμένης αλατότητας νερά που εμφανίζονται στην επιφάνεια δυτικά από τους Πεταλιούς (βλέπε υδρολογικά χαρακτηριστικά). Ο αντικυκλώνας έχει την τάση να μεταφέρει νερά από το ύψος των Πεταλιών και λίγο νότια προς την απέναντι ακτή της Αττικής και μετά να τα στρέφει βόρεια προς την περιοχή των Στύρων. Ανατολικά της Μακρονήσου εξακολουθεί να υπάρχει ροή προς το νότο, η οποία εν μέρει τροφοδοτείται και από τον κυκλώνα του κεντροανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης. Στο Σαρωνικό η ροή εξακολουθεί ποιοτικά να είναι ίδια με αυτή που παρατηρήθηκε στον 1ο κύκλο.

**3ος κύκλος (Εικ. 2.4/3):** Ο κυκλωνικός στρόβιλος του κεντροανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης έχει μετατοπιστεί νοτιότερα και ανατολικότερα σε σχέση με τον 2ο κύκλο. Το αντικυκλωνικό κέντρο, που παρατηρήθηκε δυτικά από τους Πεταλιούς στο 2ο κύκλο, εξακολουθεί να διατηρεί τη ροή προς βορρά στο τμήμα βόρεια από  $\sim 38^\circ \text{N}$ . Στο Σαρωνικό η κυκλοφορία αποκτά μικρότερες κλίμακες και εξασθενεί σε ένταση ώστε να γίνεται ασαφής.

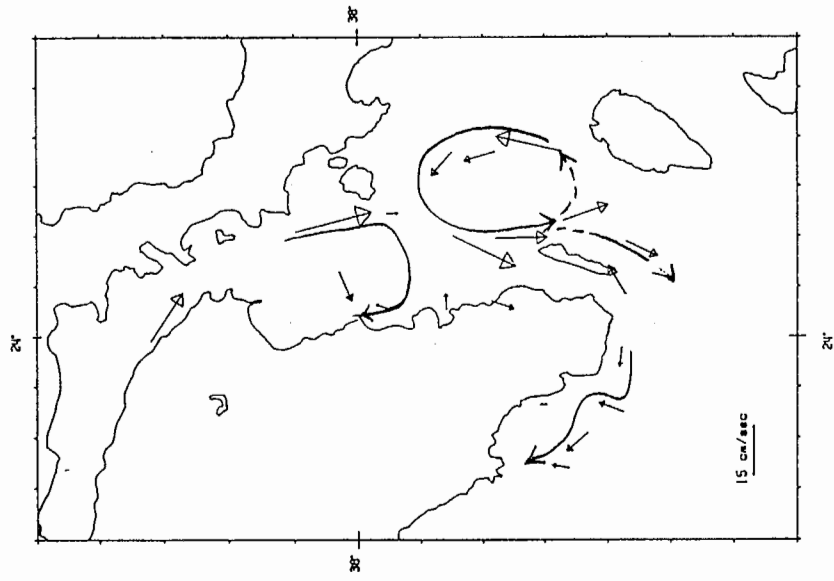
**4ος κύκλος (Εικ. 2.4/4):** Στο βόρειο τμήμα τα ρεύματα είναι ασθενή και έχουν στραφεί προς νότιες διευθύνσεις. Ο κυκλώνας στο κεντροανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης μετατοπίζεται βόρεια και επηρεάζει ασθενέστερα το τμήμα βορειοανατολικά της Μακρονήσου και βόρεια της Κέας. Στην περιοχή του Σουνίου τα ρεύματα εξακολουθούν να κατευθύνονται ανατολικά και μετά τη Μακρόνησο να στρέφονται νότια.

**5ος κύκλος (Εικ. 2.4/5):** Υπάρχει ισχυρή ροή προς νότο από το βορειοανατολικό τμήμα, όπου οι δυνατοί νότιοι άνεμοι και η μεταφορά Ekman συγκέντρωσαν ποσότητα νερού από το επιφανειακό στρώμα στον 4ο κύκλο. Η προς νότο ροή εκτρέπεται δυτικά, στο πλάτος περίπου των Πεταλιών και σχηματίζει ένα αντικυκλωνικό βρόγχο έξω από τη Ραφήνα. Εξακολουθεί να εμφανίζεται ο κυκλωνικός στρόβιλος στο κεντροανατολικό κομμάτι της περιοχής μελέτης.

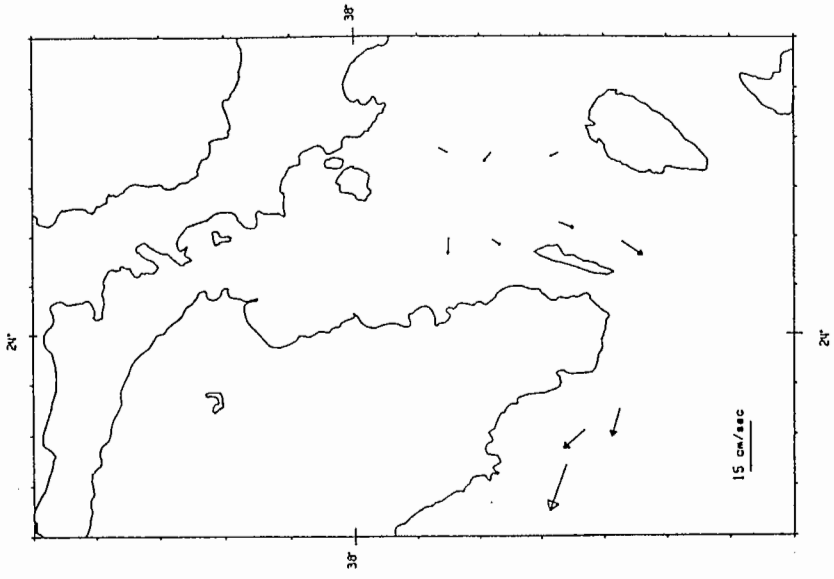
**6ος κύκλος (Εικ. 2.4/6):** Όπως φαίνεται και στη δομή της πυκνότητας, υπάρχει ενίσχυση και διαπλάτυνση του κυκλωνικού σχηματισμού βόρεια από Μακρόνησο και ανοιχτά από Πόρτο Ράφτη και Κερατέα. Στον 6ο κύκλο ο κυκλώνας αυτός φαίνεται να επηρεάζει ακόμα και τις ακτές της Αττικής. Ο ασθενής αντικυκλώνας, που αναπτύχθηκε βορειοδυτικά από



CRUISE: SARSEV2/R-2 current vectors at 20m

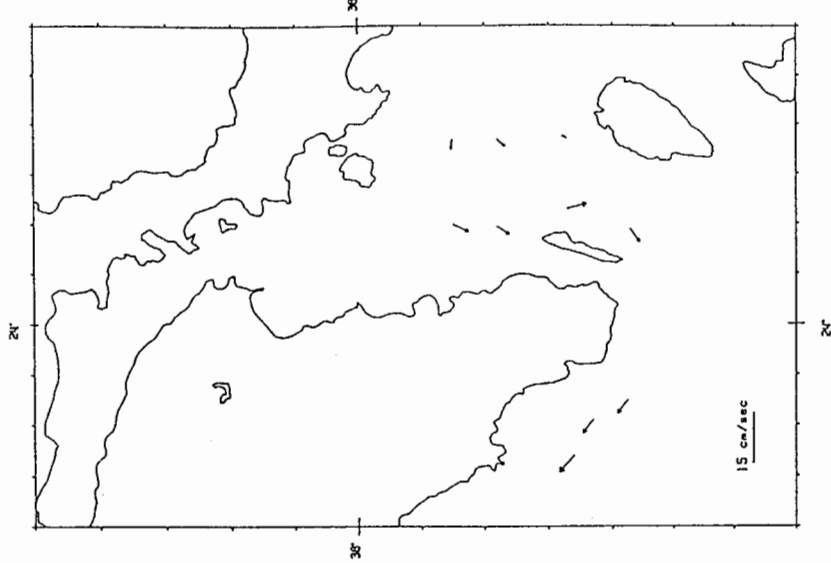


CRUISE: SARSEV2/R-2 current vectors at 50m

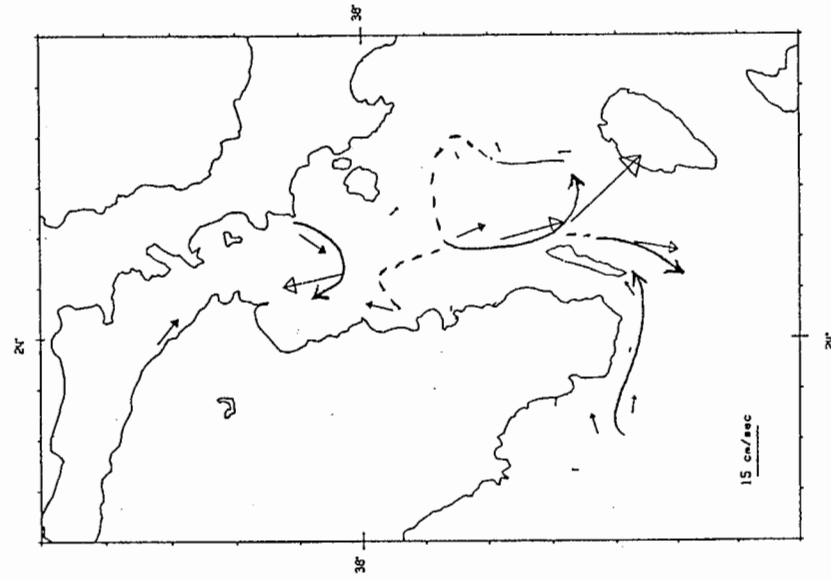


CRUISE: SARSEV2/R-2 current vectors at 100m

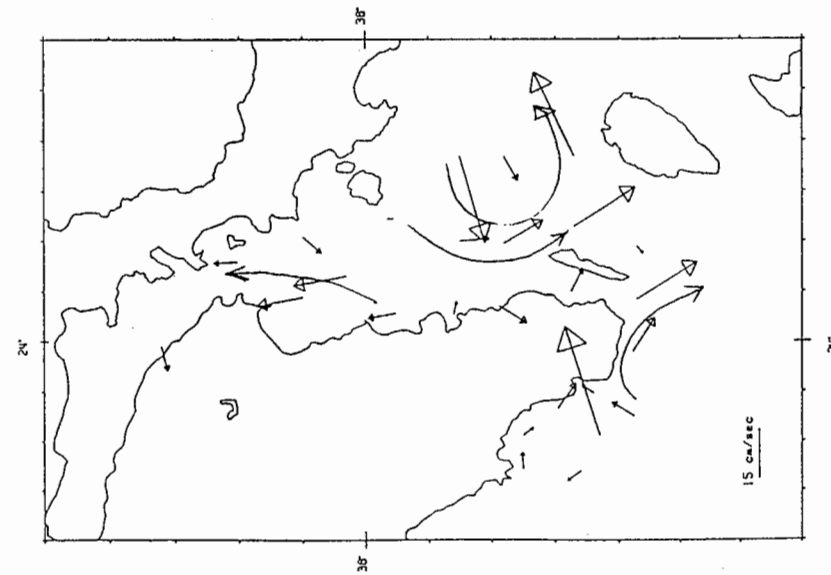
Εικ. 2.4/2. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευστομετρήσεις με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 2ος κύκλος.



CRUISE: SARSEV2/R-3 current vectors at 100m

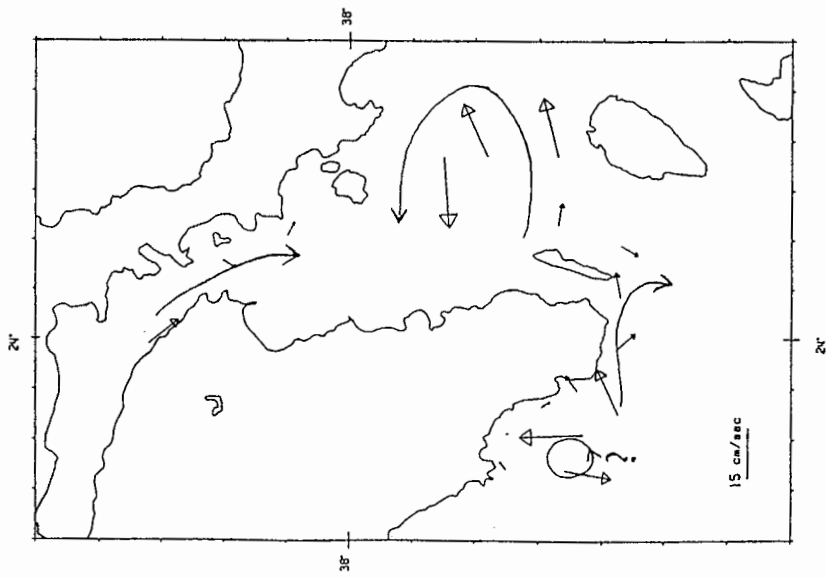


CRUISE: SARSEV2/R-3 current vectors at 50m

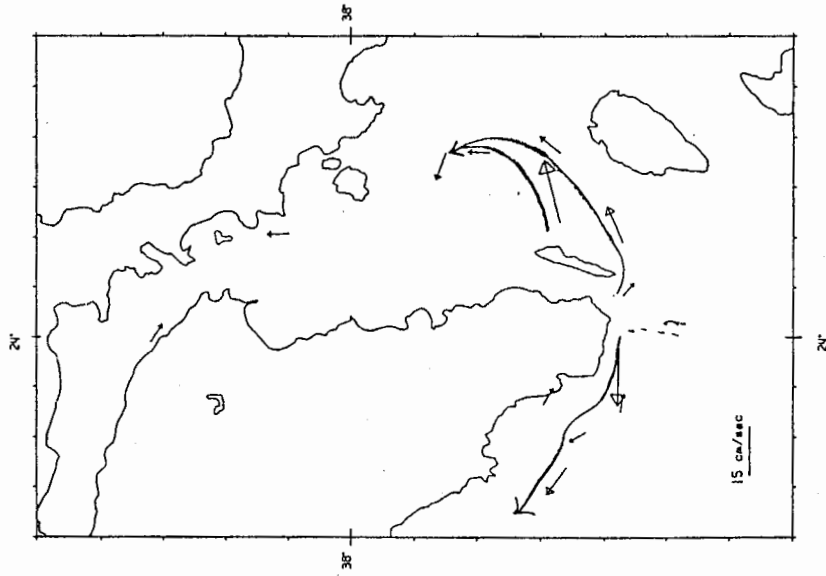


CRUISE: SARSEV2/R-3 current vectors at 20m

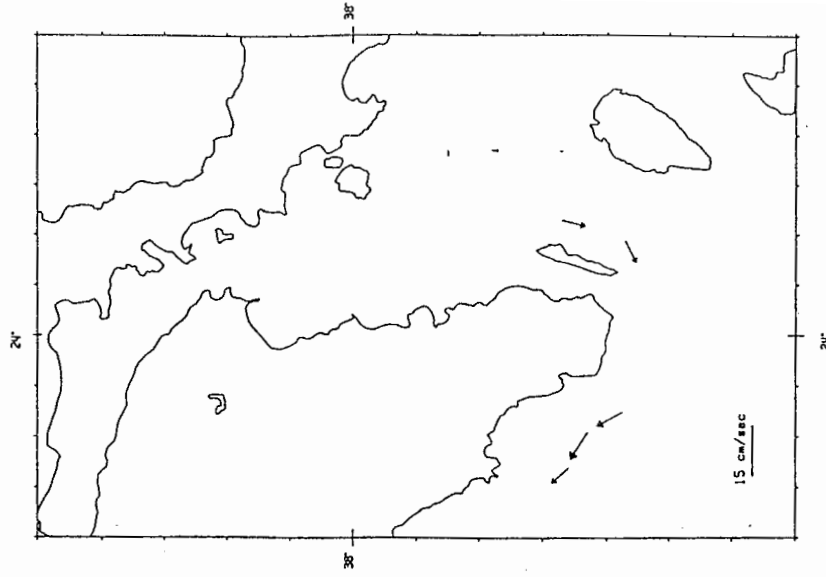
Εικ. 2.4/3. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος κύκλος.



CRUISE: SARSEV2/R-4 current vectors at 20m



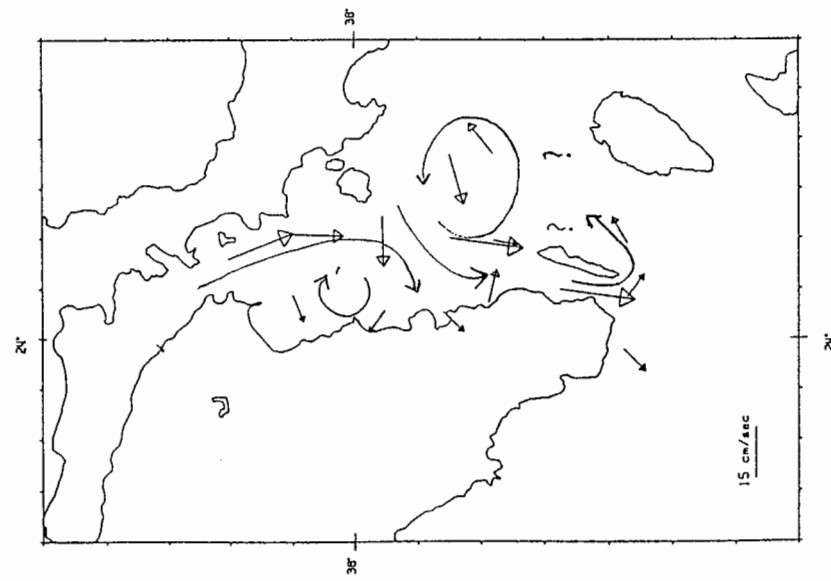
CRUISE: SARSEV2/R-4 current vectors at 50m



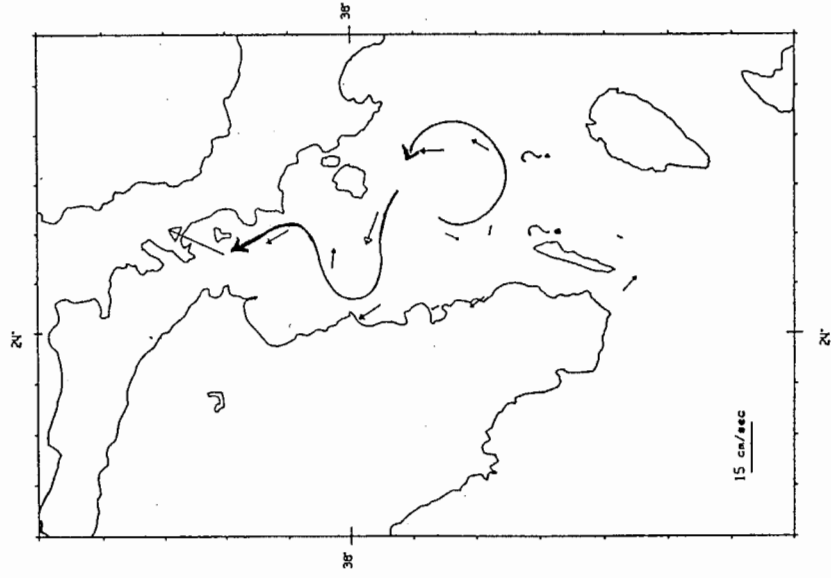
CRUISE: SARSEV2/R-4 current vectors at 100m

Εικ. 2.4/4. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 4ος κύκλος.

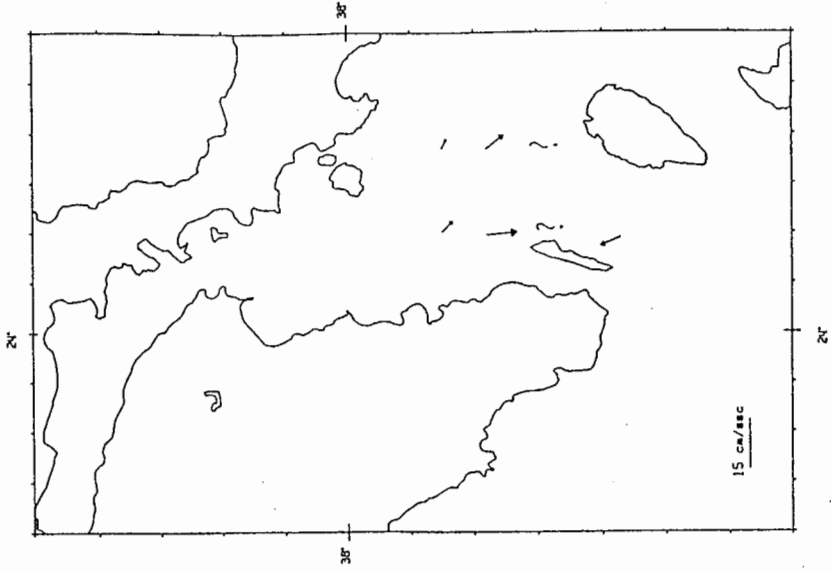




CRUISE: SARSEV2/R-5 current vectors at 20m

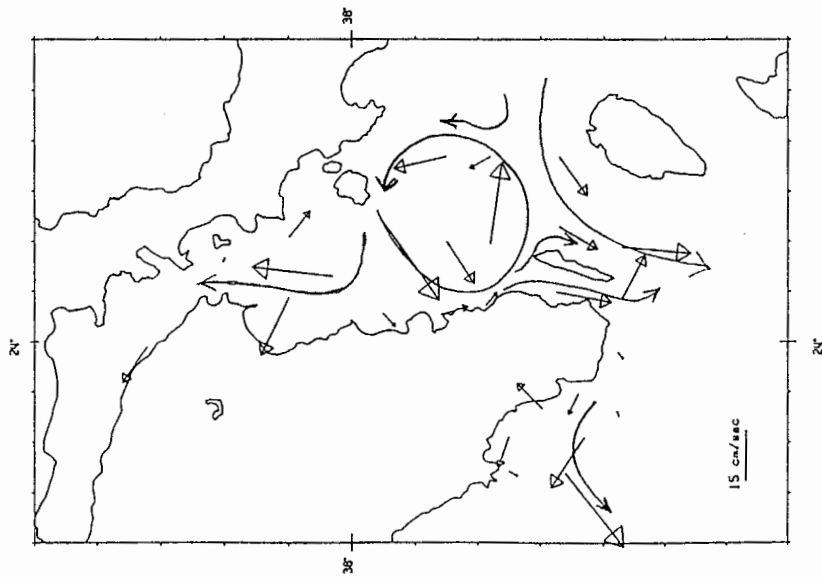


CRUISE: SARSEV2/R-5 current vectors at 50m

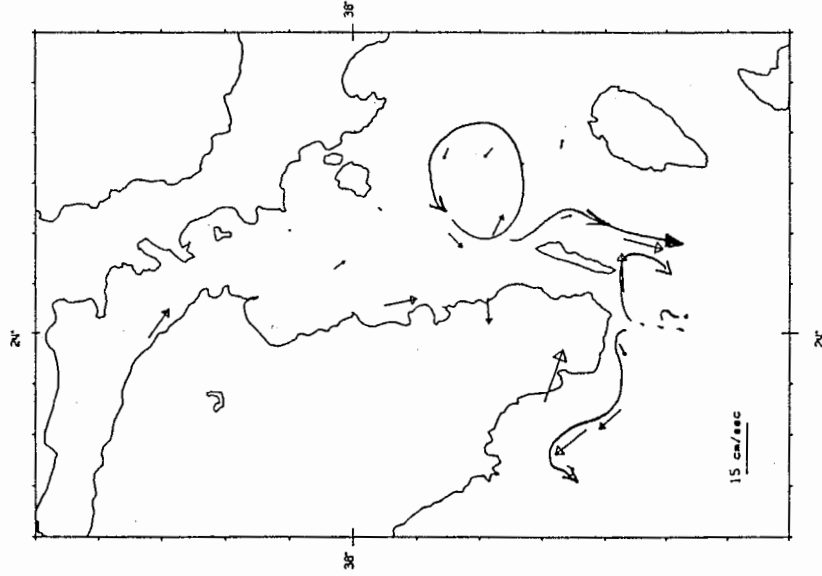


CRUISE: SARSEV2/R-5 current vectors at 100m

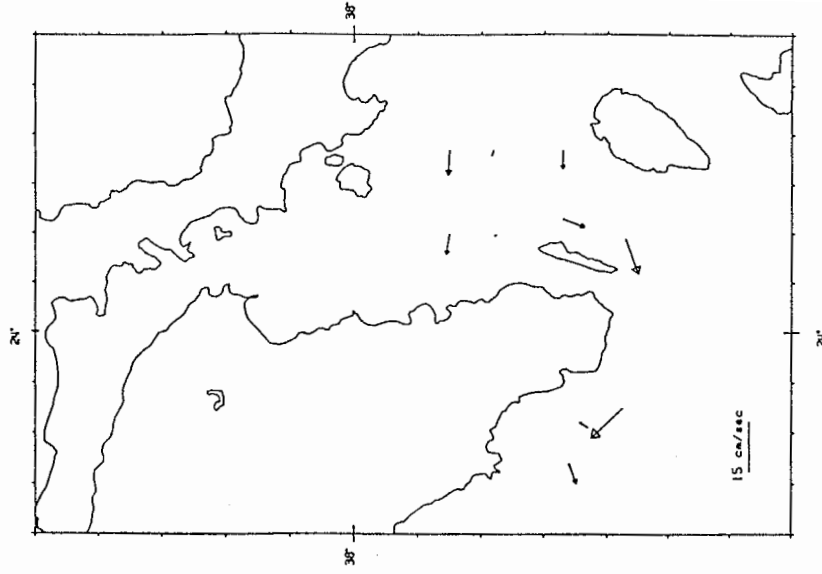
Εικ. 2.4/5. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος κύκλος.



CRUISE: SARSEV2/R-6 current vectors at 20m



CRUISE: SARSEV2/R-6 current vectors at 50m



CRUISE: SARSEV2/R-6 current vectors at 100m

Εικ. 2.4/6. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 6ος κύκλος.

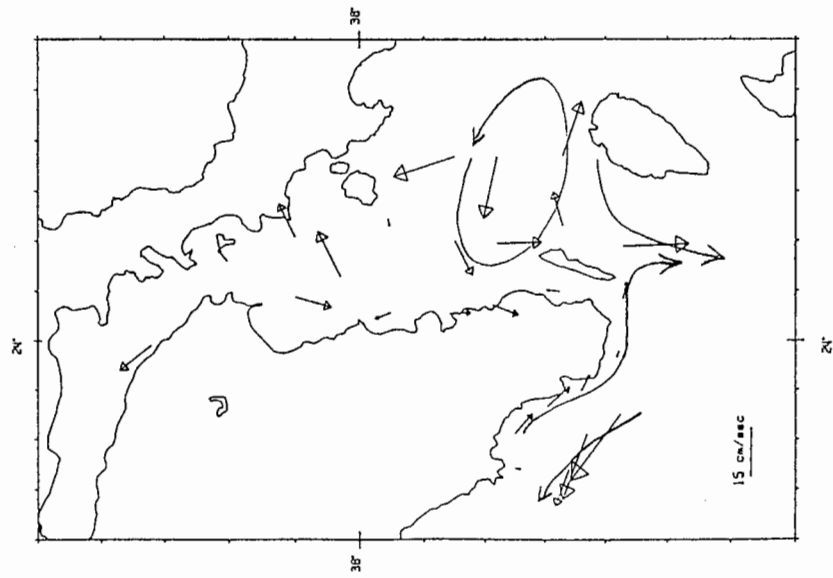
τους Πεταλιούς από τα μειωμένης αλατότητας επιφανειακά νερά, στρέφει προς βορρά τα ρεύματα της περιοχής νότια από τον κόλπο του Μαραθώνα. Το μέτωπο ανάμεσα στη Μακρόνησο και την Κέα, με το οποίο συνδέεται ο κυκλώνας του κεντρικού τμήματος της περιοχής μελέτης, φέρνει νερά από το βόρειο τμήμα της Κέας προς το νότιο τμήμα της Μακρονήσου. Στο Σαρωνικό τα ρεύματα έχουν αντιστραφεί προς βορειοδυτικές κατευθύνσεις.

**7ος κύκλος (Εικ. 2.4/7):** Ο κυκλώνας έχει μετατοπιστεί νοτιότερα και επηρεάζει το τμήμα βορειοανατολικά της Μακρόνησου και βόρεια της Κέας, όπως φαίνεται και στην αντίστοιχη εικόνα της δομής στην πυκνότητα. Τα παράκτια ρεύματα του Σαρωνικού έχουν καλά οργανωμένη δομή και κατευθύνονται προς το Σούνιο, ενώ στους έξω σταθμούς εξακολουθούν να ρέουν αντίθετα, δηλαδή προς τα βορειοδυτικά. Στην περιοχή βόρεια από τους Πεταλιούς η εικόνα είναι ασαφής με μικρότερες κλίμακες και όχι καλά οργανωμένη δομή.

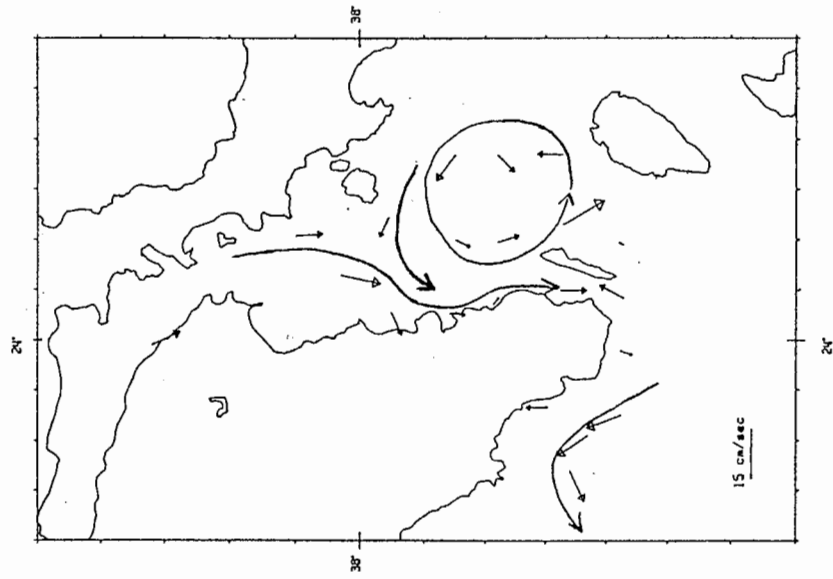
**Μέσες τιμές (Εικ. 2.4/8):** Επικρατεί ξεκάθαρα η κυκλωνική κυκλοφορία στο κεντροανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης νότια από Πεταλιούς. Στην ακτή της Αττικής από Πόρτο Ράφτη ως Λαύριο η μέση ροή κατευθύνεται προς νότο, αφού είχε αυτή την κατεύθυνση στους περισσότερους από τους επτά κύκλους. Στην περιοχή του Μαραθώνα, Ραφήνας, Στύρων και Μαρμαρίου οι διευθύνσεις των ρευμάτων ήταν περισσότερο ευμετάβλητες, με αποτέλεσμα στη μέση εικόνα να επικρατεί λιγότερο η συχνότητα εμφάνισης και περισσότερο η ένταση του ρεύματος, όταν παρατηρείται να έχει μία συγκεκριμένη διεύθυνση. Ετσι, στα Στύρα και βόρεια των Πεταλιών η μέση ροή είναι προς νότο εξαιτίας της εικόνας στο 1ο και ιδιαίτερα στο 5ο κύκλο μετά την παύση των νοτίων ανέμων. Νότια από τον κόλπο του Μαραθώνα και ανοιχτά από τη Ραφήνα το μέσο ρεύμα είναι προς βορρά εξαιτίας του ασθενούς αντικυκλώνα από τα μειωμένης αλατότητας επιφανειακά νερά στο 2ο και 6ο κύκλο. Χαρακτηριστική είναι και η μεταβλητότητα που παρατηρήθηκε στα ρεύματα του Σαρωνικού. Θα μπορούσε κανείς να διακρίνει δύο περιόδους: μια πρώτη κατά τον 1ο, 2ο, και ίσως 3ο κύκλο, όπου η μέση ροή είναι προς το Σούνιο, και μια κατά τον 6ο και 7ο κύκλο, όπου στους έξω σταθμούς η ροή αντιστρέφεται προς βορειοδυτικά, ενώ κοντά στην ακτή υπάρχει ασθενές παράκτιο ρεύμα με κατεύθυνση προς το Σούνιο. Καμμία από τις δύο διαφορετικές δομές δεν υπερισχύει και η μέση ροή είναι ασαφής.

### **Κυκλοφορία στα 50 m**

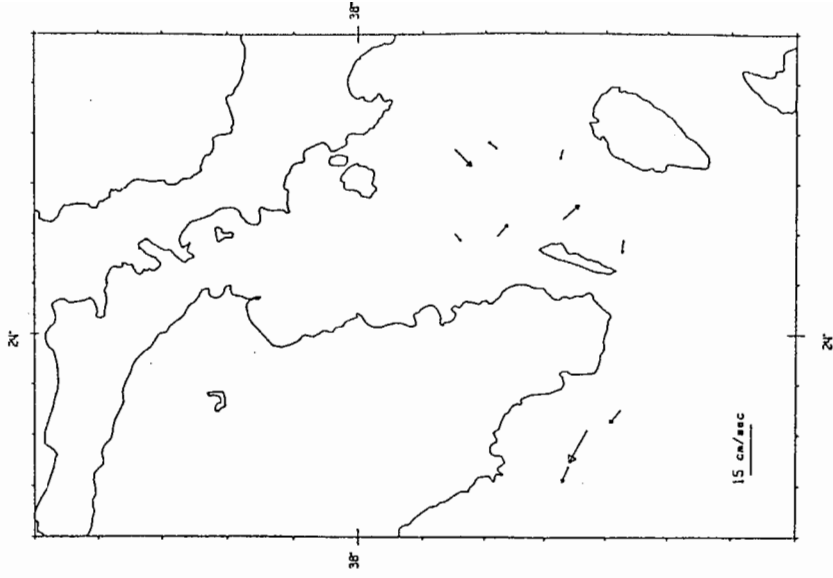
**1ος κύκλος (Εικ. 2.4/1):** Υπάρχει και στα 50 m, όπως και στα 20m, ένας κυκλωνικός σχηματισμός που ανεβάζει προς βορρά νερά από την περιοχή μεταξύ Κέας και Εύβοιας,



CRUISE: SARSEV2/R-7 current vectors at 20m

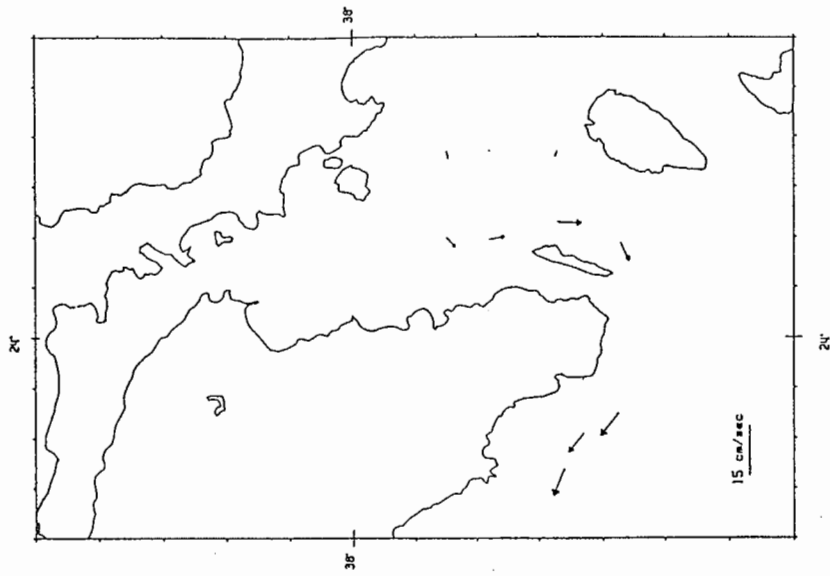


CRUISE: SARSEV2/R-7 current vectors at 50m

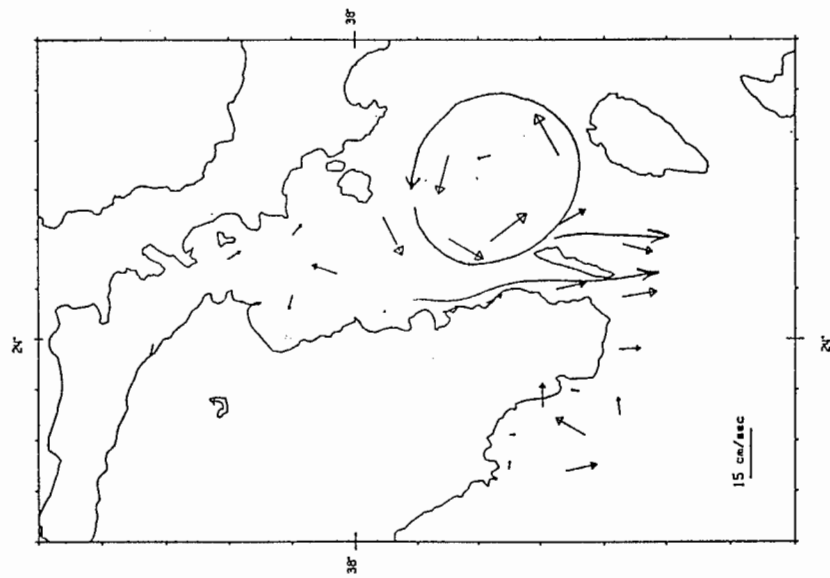


CRUISE: SARSEV2/R-7 current vectors at 100m

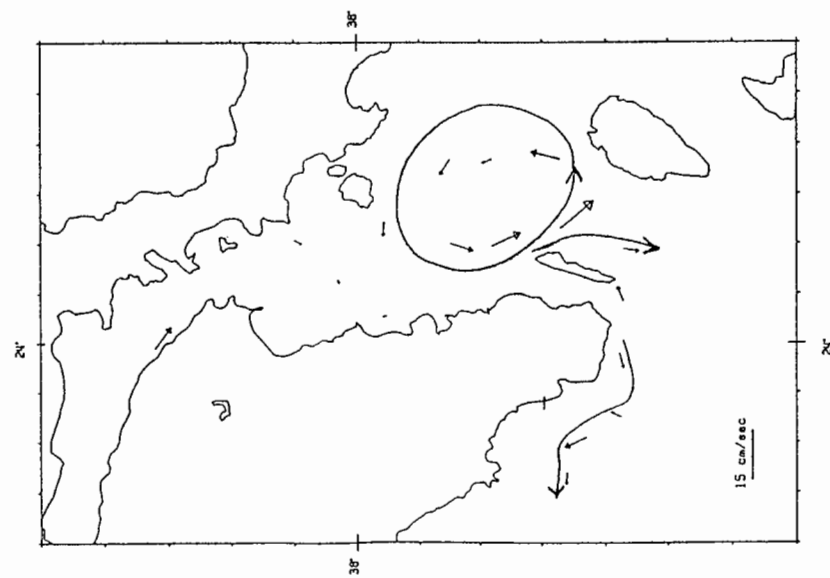
Εικ. 2.4/7. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.



CRUISE: SARSEV2 mean current vectors at 100m



CRUISE: SARSEV2 mean current vectors at 20m



CRUISE: SARSEV2 mean current vectors at 50m

Εικ. 2.4/8. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις (μέση τιμή όλων των κύκλων) με το ADCP (20, 50 και 100m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

ακολουθώντας τα στεφεί δυτικά και μετά τα κατεβάζει νότια από τη ανατολική πλευρά της Μακρονήσου. Εκτός από αυτή την καλά οργανωμένη δομή, τα ρεύματα στις υπόλοιπες περιοχές εμφανίζονται ασθενή και η εικόνα είναι ασαφής.

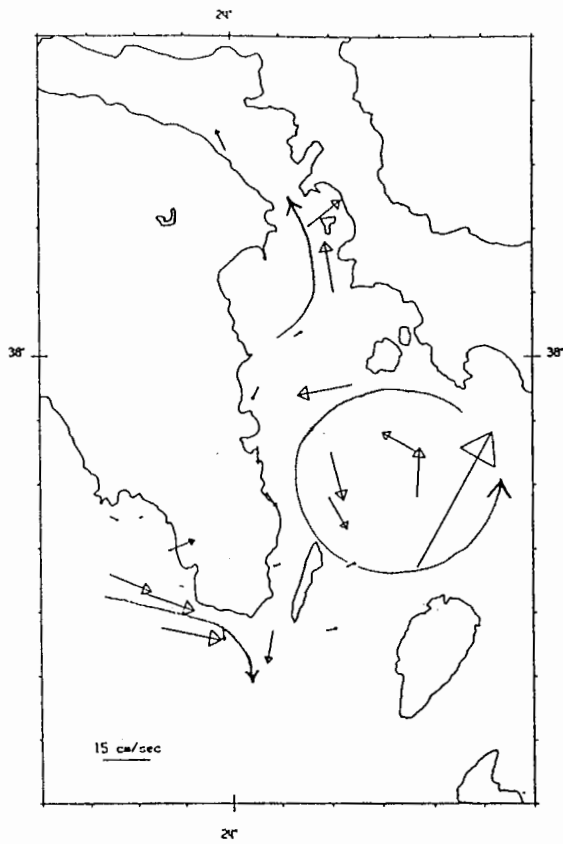
**2ος κύκλος (Εικ. 2.4/2):** Εξακολουθεί να υπάρχει ο ίδιος κυκλωνικός σχηματισμός στην περιοχή νότια από τους Πεταλιούς. Σε αυτόν τον κύκλο το νερό εμφανίζεται αφενός να κινείται σε κλειστή κυκλωνική πορεία, και αφετέρου να διαφεύγει νότια από το βορειοανατολικό τμήμα της Μακρονήσου. Στην περιοχή νότια από τα Στύρα και κοντά στον κόλπο του Μαραθώνα το ασθενές αντικυκλωνικό κέντρο, που φαίνεται να σχηματίζεται στο πεδίο των πυκνοτήτων, έχει την τάση να κατεβάζει τα νερά από την περιοχή μεταξύ Στύρων και Πεταλιών και να τα στρέφει δυτικά προς την περιοχή της Ραφήνας. Στο Σαρωνικό η κυκλοφορία αποκτά μια περισσότερο σαφή εικόνα με κατεύθυνση βορειοδυτική περίπου παράλληλα στην ακτή.

**3ος κύκλος (Εικ. 2.4/3):** Ο κυκλωνικός βρόγχος εξασθενεί, καθώς στο ανατολικό του τμήμα, βόρεια από την Κέα, ελαττώνεται σημαντικά η ταχύτητα των ρευμάτων, ενώ το δυτικό του τμήμα τροφοδοτείται και από την περιοχή μεταξύ Λούτσας και Πόρτο Ράφτη, όπως διαφαίνεται και από το πεδίο των πυκνοτήτων. Η κυκλοφορία στο Σαρωνικό και γύρω από το Σούνιο είναι επίσης σε συμφωνία με αυτή που προβλέπεται από την κατανομή της πυκνότητας σε αυτή την περιοχή.

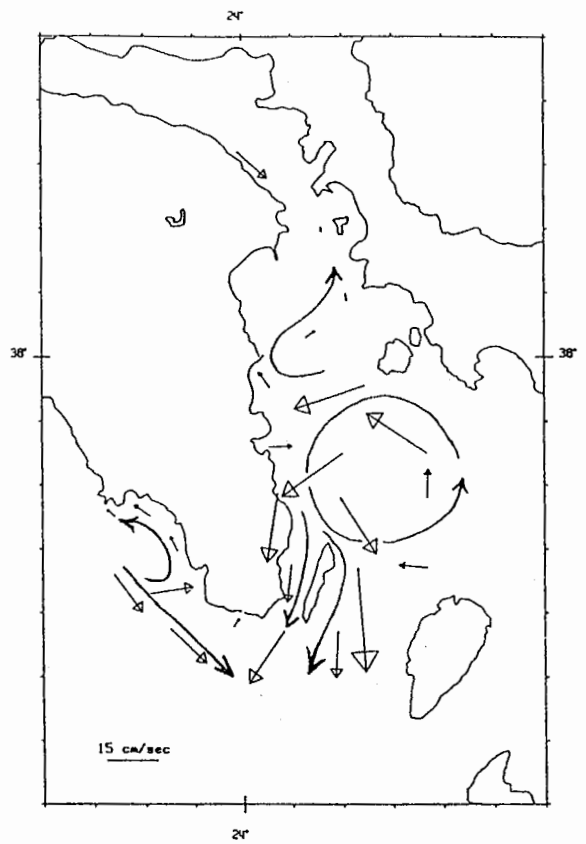
**4ος κύκλος (Εικ. 2.4/4):** Υπάρχει ενίσχυση των ρευμάτων στην περιοχή βόρεια της Κέας, ενώ στο Σαρωνικό εμφανίζεται βορειοδυτική ροή.

**5ος κύκλος (Εικ. 2.4/5):** Στο κεντροανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης εξακολουθεί να υπάρχει κυκλωνική κίνηση στο πεδίο ροής αλλά με ασθενή ρεύματα, γεγονός που είναι σε ποιοτική συμφωνία με την έλλειψη βαθμίδας στο πεδίο πυκνότητας. Δυτικά από τους Πεταλιούς η ροή σχηματίζει ένα αντικυκλωνικό μαϊάνδρο, που στρέφεται βόρεια αναπληρώνοντας την προς νότο εκροή που παρατηρείται στα 20 m έξω από τα Στύρα και στην περιοχή βορειοανατολικά των Πεταλιών.

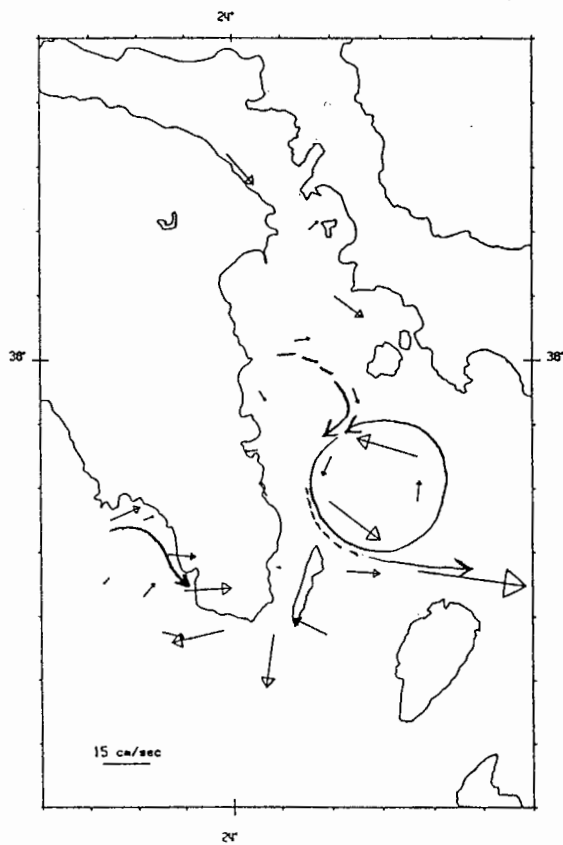
**6ος κύκλος (Εικ. 2.4/6):** Στην περιοχή νότια από Πεταλιούς υπάρχει μεγάλη ομοιότητα στη δομή της κυκλοφορίας με αυτή των 20 m. Όμως στα 50 m τα μεγέθη εξασθενούν και οι οριζόντιες κλίμακες μικραίνουν. Στο Σαρωνικό η κίνηση εξακολουθεί να είναι βορειοδυτική.



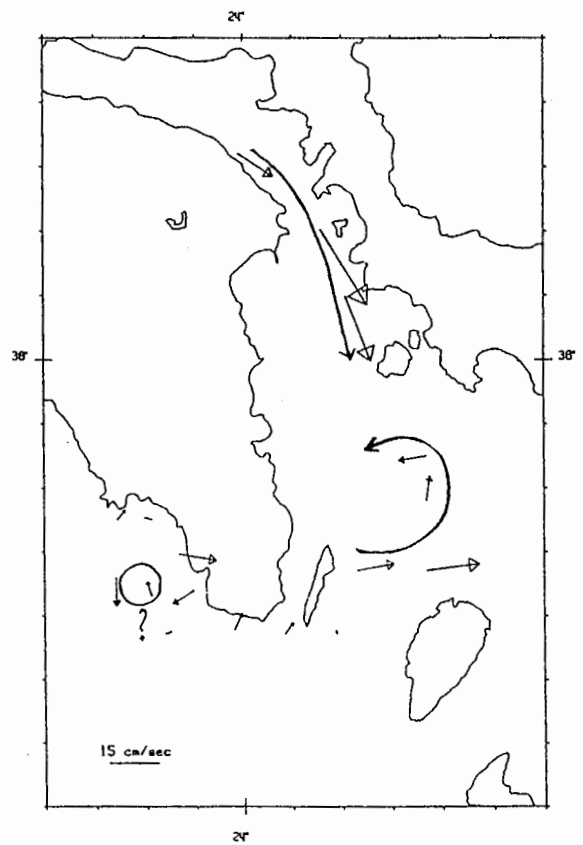
CRUISE: SARSEV2/R-1 current vectors at 35m



CRUISE: SARSEV2/R-2 current vectors at 35m

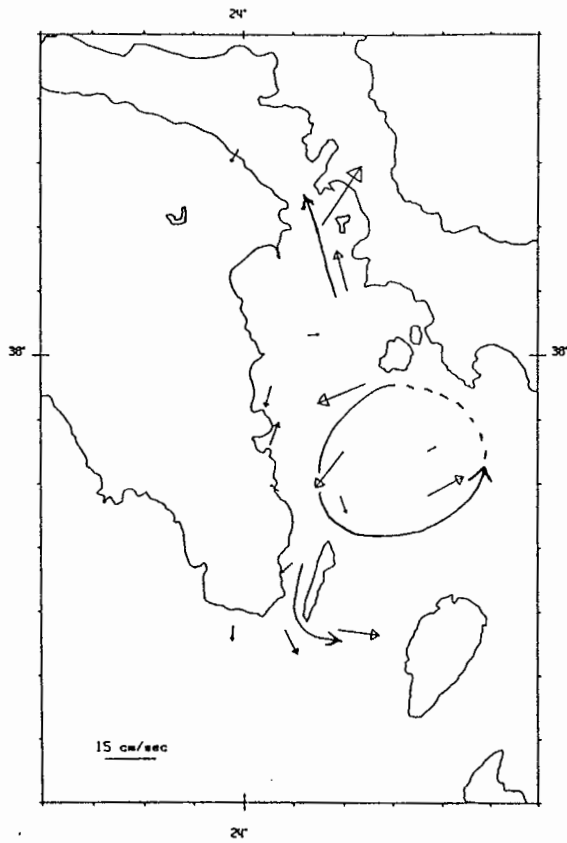


CRUISE: SARSEV2/R-3 current vectors at 35m

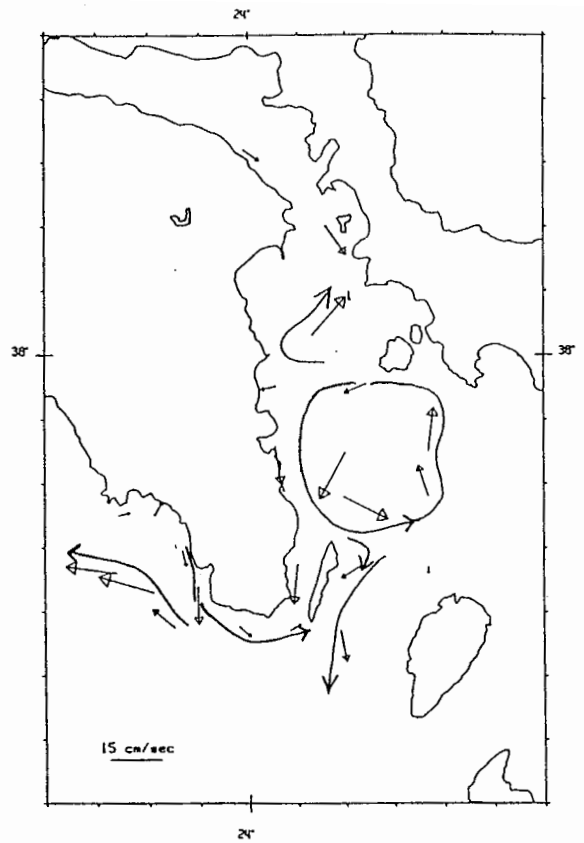


CRUISE: SARSEV2/R-4 current vectors at 35m

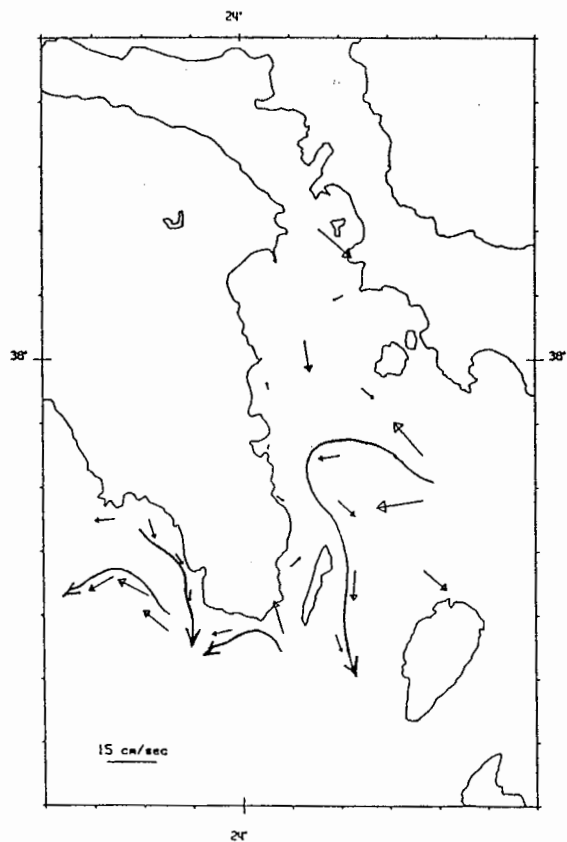
Εικ. 2.4/9. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευτομετρήσεις με το ADCP (35m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος κύκλος.



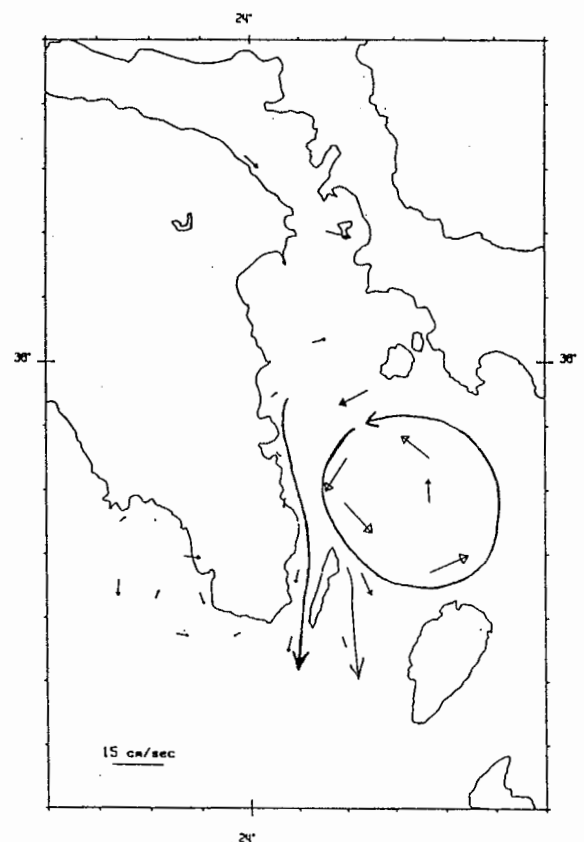
CRUISE: SARSEV2/R-5 current vectors at 35m



CRUISE: SARSEV2/R-6 current vectors at 35m



CRUISE: SARSEV2/R-7 current vectors at 35m



CRUISE: SARSEV2 mean current vectors at 35m

Εικ. 2.4/10. Κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών από ρευματομετρήσεις με το ADCP (35m), στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος-7ος κύκλος και μέση τιμή όλων των κύκλων.



παρουσίας και κίνησης των θαλάσσιων μαζών στην επιφάνεια. Εκτός από το μειωμένο πλέγμα μετρήσεων κατά τον 4ο και 5ο κύκλο λόγω καιρού, στους υπόλοιπους κύκλους δεν μετρήθηκε η διαφάνεια στους E13, E14, E15, E18, και E22 αφού οι εργασίες στους σταθμούς αυτούς έγιναν νυχτερινές ώρες. Έτσι οι κατανομές της διαφάνειας καλύπτουν το τμήμα του Σαρωνικού, ενώ από τον Ευβοικό δεν καλύπτουν το νοτιοανατολικό τμήμα, όπου είναι γνωστό ότι η διαφάνεια έχει γενικά τις υψηλότερες τιμές λόγω επικράτησης επί το πλείστον μαζών του Αιγαίου με μεγάλη διαύγεια, εκτός από τον E13 που είναι κοντά στο Λαύριο.

**1ος κύκλος (Εικ. 2.5/1):** Μεγάλες τιμές διαφάνειας εμφανίζονται βορειοδυτικά κοντά στον κόλπο του Μαραθώνα, όπου αντίστοιχα υπάρχουν και υψηλές τιμές αλατότητας (βλέπε υδρολογικά χαρακτηριστικά), φανερώνοντας ότι στην περιοχή αυτή έχουν εισχωρήσει νερά με προέλευση από το Αιγαίο. Ο Σαρωνικός έχει σημαντικά χαμηλότερη διαφάνεια, η οποία ελαττώνεται προς τα βορειοδυτικά από όπου φαίνεται να προέρχεται και η ροή στα 20 m.

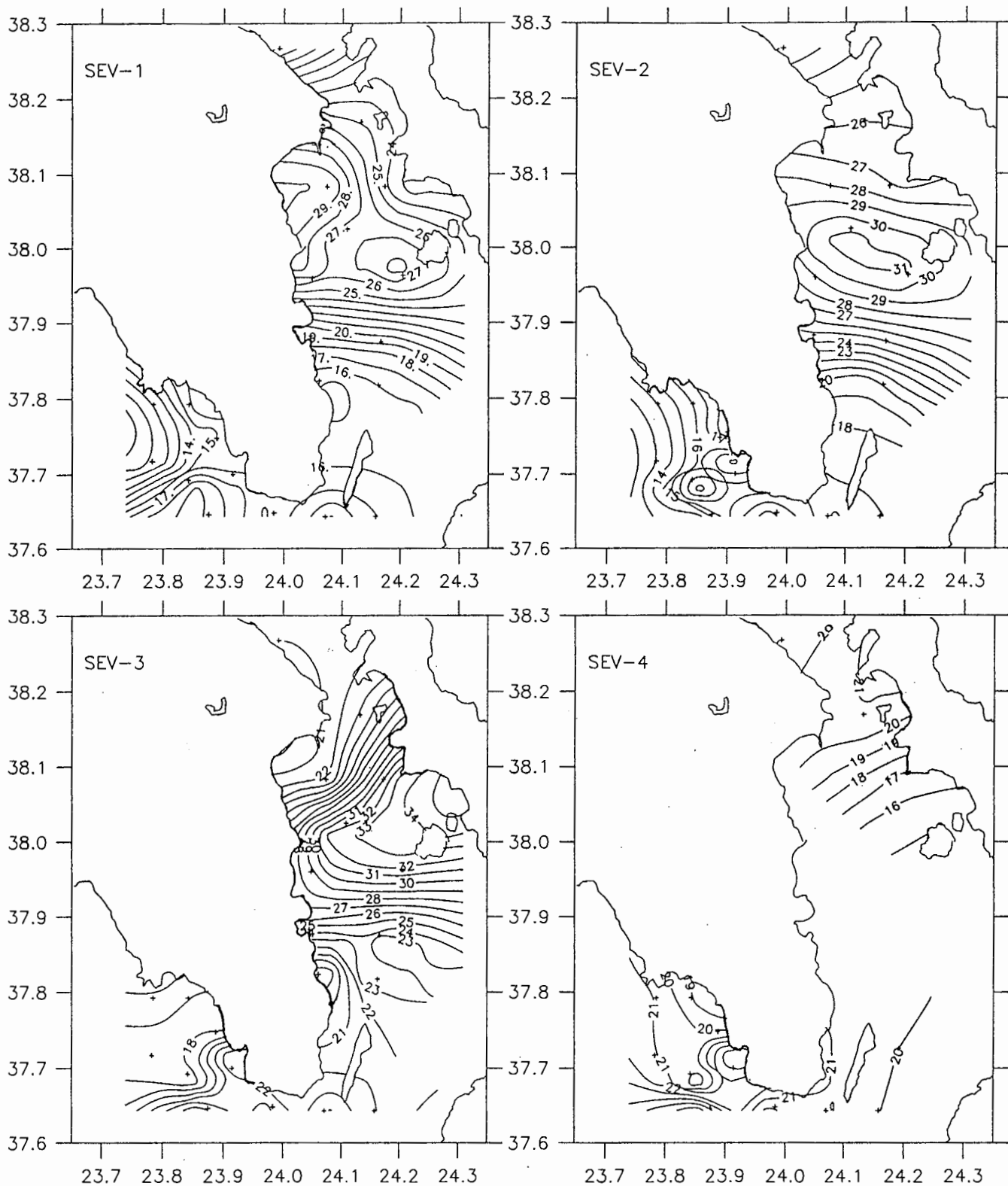
**2ος κύκλος (Εικ. 2.5/1):** Είναι εντυπωσιακή η μεγάλη διαφάνεια στο επιφανειακό στρώμα, που δημιουργείται από τα χαμηλής αλατότητας νερά που εμφανίζονται δυτικά από τους Πεταλιούς. Στο Σαρωνικό η κατανομή της διαφάνειας παραμένει ίδια.

**3ος κύκλος (Εικ. 2.5/1):** Η κατανομή της διαφάνειας στον Ν Ευβοικό εξακολουθεί να καθορίζεται από το μέτωπο που σχηματίζεται από τα μειωμένης αλατότητας νερά στην περιοχή δυτικά από τους Πεταλιούς. Στο Σαρωνικό παρατηρείται αύξηση της διαφάνειας.

**4ος κύκλος (Εικ. 2.5/1):** Η διαφάνεια έχει ελαττωθεί στην περιοχή των Στύρων και των Πεταλιών, ενώ εξακολουθεί η αύξηση της διαφάνειας στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του πλέγματος στον Σαρωνικό.

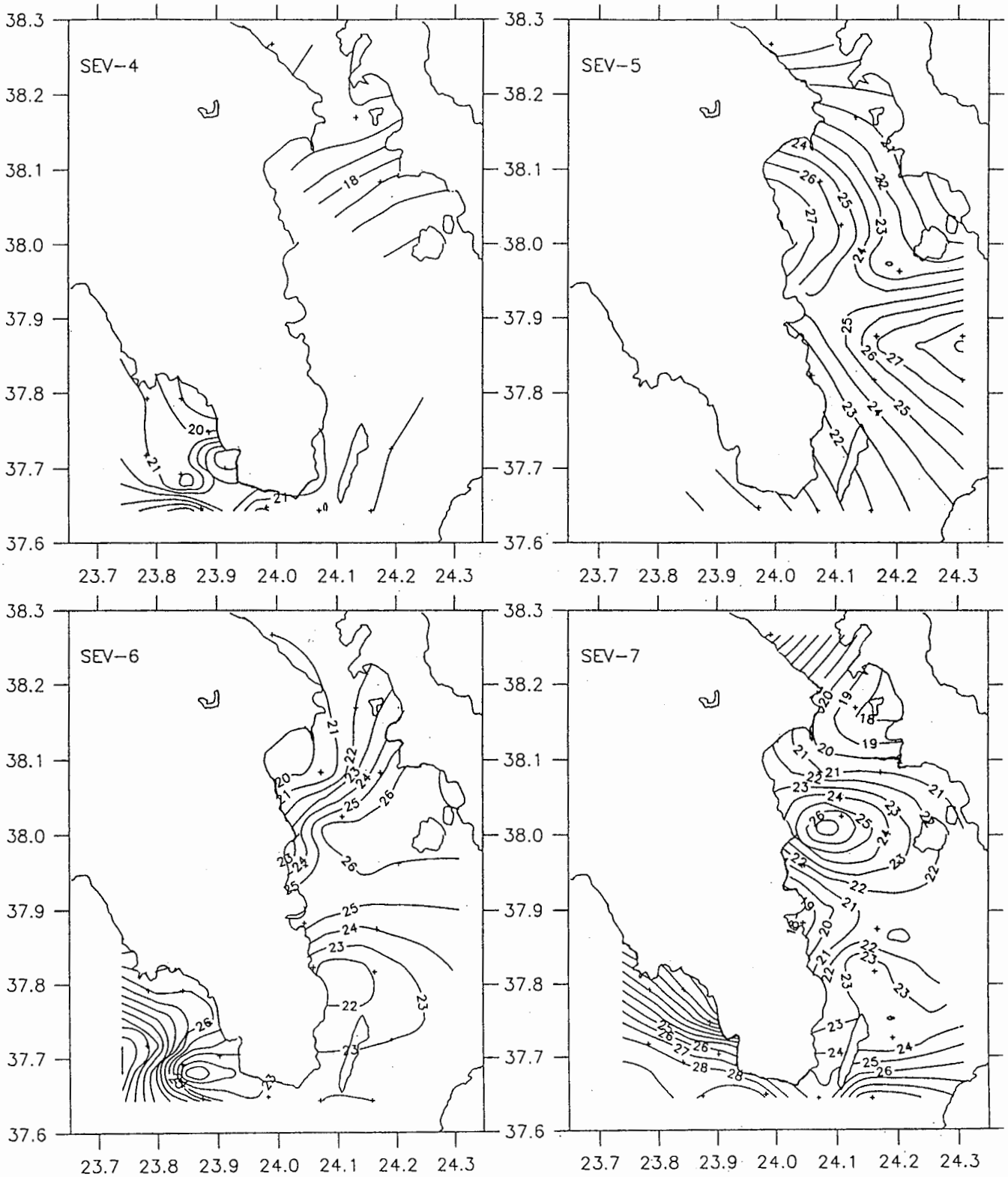
**5ος κύκλος (Εικ. 2.5/2):** Υπάρχει ισχυρή ένδειξη ανάβλυσης στην περιοχή της Ραφήνας με τιμές διαφάνειας συγκρίσιμες με αυτές που εμφανίζονται στο νοτιοανατολικό τμήμα, όπου υπάρχει η άμεση επίδραση των νερών του Αιγαίου. Στα υδρολογικά χαρακτηριστικά έχει ήδη σχολιαστεί το αντίστοιχο μέγιστο στην αλατότητα, που εμφανίζεται στην ίδια περιοχή. Στην περιοχή των Στύρων και Πεταλιών η διαφάνεια έχει αυξηθεί σε σχέση με το 4ο κύκλο, μετά τη συγκέντρωση μαζών από τις νότιες περιοχές εξαιτίας των ισχυρών νοτίων ανέμων στον 4ο κύκλο. Στο Σαρωνικό οι τιμές της διαφάνειας εξακολουθούν να αυξάνουν.

# TRANSPARENCY (Secchi disc)



Εικ. 2.5/1. Κατανομή των τιμών διαφάνειας, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος κύκλος.

# TRANSPARENCY (Secchi disc)



Εικ. 2.5/2. Κατανομή των τιμών διαφάνειας, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 4ος-5ος-6ος-7ος κύκλος.

**6ος κύκλος (Εικ. 2.5/2):** Στον Ν Ευβοικό παρατηρείται εικόνα αντίστοιχη του 2ου κύκλου, όπου τιμές μεγάλης διαφάνειας συνδέονται με τη μάζα χαμηλής αλατότητας που επανεμφανίζεται δυτικά από τους Πεταλιούς. Στο Σαρωνικό η διαφάνεια εξακολουθεί να αυξάνει, αφού τα ρεύματα στα 20 m έχουν στραφεί βορειοδυτικά και μεταφέρουν μάζες από την ανοιχτή θάλασσα και όχι από το εσωτερικό του κόλπου (βλέπε κυκλοφορία).

**7ος κύκλος (Εικ. 2.5.2):** Στο Ν Ευβοικό υπάρχει ένα τοπικό μέγιστο διαφάνειας κοντά στη Ραφήνα με νερά μειωμένης αλατότητας, που εμφανίστηκαν στον 6ο κύκλο δυτικά από τους Πεταλιούς. Στην περιοχή των Στύρων παρατηρείται πτώση της διαφάνειας μετά τον 6ο κύκλο. Από τα νότια και ανατολικά γίνεται εμφανής η είσοδος νερών από το Αιγαίο στο επιφανειακό στρώμα με αντίστοιχη αύξηση στις τιμές της διαφάνειας. Η δομή της διαφάνειας στην περιοχή αυτή σχετίζεται με την δομή του κυκλώνα και την ενίσχυσή του στα επιφανειακά νερά (20 m σε σχέση με τα 35 m) στον 6ο και 7ο κύκλο, όπως ήδη αναφέρθηκε στην περιγραφή των ρευμάτων στα 35 m. Η διαφάνεια στους έξω σταθμούς του Σαρωνικού έχει επιπλέον αυξηθεί και φανερώνει νερά του Αιγαίου που ανεβάζει το βορειοδυτικό ρεύμα, ενώ αντίθετα στους βόρειους και παράκτιους σταθμούς έχει ελαττωθεί λόγω των νερών που μεταφέρονται από το νοτιοδυτικό παράκτιο ρεύμα (βλέπε κυκλοφορία).

## 2.6. Συμπεράσματα

Στη περιοχή μελέτης του Ν Ευβοικού, νότια από το Πόρτο-Μπούφαλο και τον Κάλαμο, συναντώνται νερά που προέρχονται από το εσωτερικό του κόλπου με τα νερά που προέρχονται από την ανοιχτή θάλασσα του Αιγαίου στα νοτιοανατολικά. Τον Σεπτέμβριο 1996 τα νερά του Αιγαίου είναι πυκνότερα από τα νερά του εσωτερικού τμήματος του κόλπου λόγω αυξημένης αλατότητας. Η διαφορά πυκνότητας ανάμεσα σε αυτά τα νερά έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μετώπου με εσωτερική δυναμική (internal dynamics), αστάθειες (frontal instabilities), και μεταβλητότητα. Η ύπαρξη ισχυρού θερμοκλινούς έχει ως αποτέλεσμα τις έντονες μεταβολές με το βάθος στη δομή των υδρολογικών χαρακτηριστικών αλλά και την ισχυρή συνοπτική μεταβλητότητα από κύκλο σε κύκλο, σε σύγκριση με την εικόνα που παρουσίασε η περιοχή τον Μάρτιο 1996.

Τα βασικά χαρακτηριστικά και οι παράγοντες που καθορίζουν την κυκλοφορία το Σεπτέμβριο είναι:

- Ο κυκλώνας στο κεντροανατολικό τμήμα (νότια από Πεταλιούς ως Μακρόνησο και Κέα και ανοιχτά από Πόρτο Ράφη και Κερατέα) ο οποίος επικεντρώνεται στο θερμοκλινές ανάμεσα στα 20 και τα 50 m. Ο σχηματισμός αυτός δημιουργείται από τα πυκνά και αλμυρά νερά του Αιγαίου, που εισέρχονται στη περιοχή μελέτης, και εμφανίζεται σχεδόν σε όλους τους κύκλους. Παρουσιάζει μεταβλητότητα στη ταχύτητα των

ρευμάτων, στην μετωπική βαθμίδα, και στη θέση, μετακινούμενος στην ίδια ευρύτερη περιοχή.

- Το επιφανειακό αντικυκλωνικό μέτωπο, που εκτείνεται περίπου ως τα 20 με 30 m, δημιουργείται από μειωμένης αλατότητας και θερμοκρασίας νερά που εμφανίζονται στο 2ο και 6ο κύκλο δυτικά από τους Πεταλιούς και φαίνεται να περιέχουν σημαντικές ποσότητες νερών προέλευσης από τη Μαύρη Θάλασσα. Έχει την τάση να φέρνει νερά από την περιοχή νότια από τους Πεταλιούς προς τα δυτικά και μετά να τα στρέφει βόρεια προς τα Στύρα. Δεν γίνεται ωστόσο εμφανές στο διανυσματικό μέσο όρο των ρευμάτων.
- Η τοπογραφία, η οποία επηρεάζει τα ρεύματα σε βάθη μεγαλύτερα από περίπου 70 m. Τα βαθιά νερά κινούνται κυκλωνικά γύρω από την ισοβαθή των 100 m στο Ν Ευβοϊκό και παράλληλα με την ίδια ισοβαθή προς τα βορειοδυτικά στο ΝΑ Σαρωνικό.
- Η επίδραση των ανέμων είναι ασθενής ως ασαφής, αφού οι άνεμοι στο μεγαλύτερο μέρος του ταξιδιού ήταν ασθενείς ως μέτριοι, εκτός από τους θυελλώδεις νότιους ανέμους στη δεύτερη μέρα του 4ου κύκλου. Αποτελέσματα της συγκέντρωσης μάζας νερού στη βορειοανατολική περιοχή εξαιτίας των νοτίων ανέμων στον 4ο κύκλο είναι η ανάβλυση στην περιοχή της Ραφήνας στον 5ο κύκλο, η ροή προς νότο (έξοδος) στα πάνω 20 m στην περιοχή των Στύρων και των Πεταλιών και η ροή προς βορρά (είσοδος) στα 35 και 50 m στην ίδια περιοχή.
- Μειωμένη κινητικότητα εμφανίζεται στο εσωτερικό του κόλπου, βόρεια από τη Λούτσα και τους Πεταλιούς, ενώ σαφής έξοδος προς νότο εμφανίζεται σε όλη τη δυτική ζώνη νότια από το Πόρτο Ράφτη.

### Βιβλιογραφία

- Lacombe, H., P. Tchernia and G. Benoist, 1958. Contribution a l'etude Hydrologique de la Mer Egee en Periode d'ete. Bulletin d' information COEC, 8, pp. 454-468.
- Theocharis, A., D. Georgopoulos, A. Lascaratos, K. Nittis, 1993. Water masses and circulation in the central region of the Eastern Mediterranean (E. Ionian, S. Aegean and NW. Levantine). Deep Sea Res.,ii, 40, (6) pp. 1121-1142.
- Unluata, U., 1986. A review of the Physical Oceanography of the Levantine and the Aegean basins of the Eastern Mediterranean, in relation to monitoring and control of pollution, Institute of Marine Sciences, METU Technical Report, 55 p.

### 3. ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΑΛΑΤΑ

Παυλίδου, Α., Ψυλλίδου-Γκιουράνοβιτς, Ρ., Ανδρονή, Α.

#### 3.1. Εισαγωγή

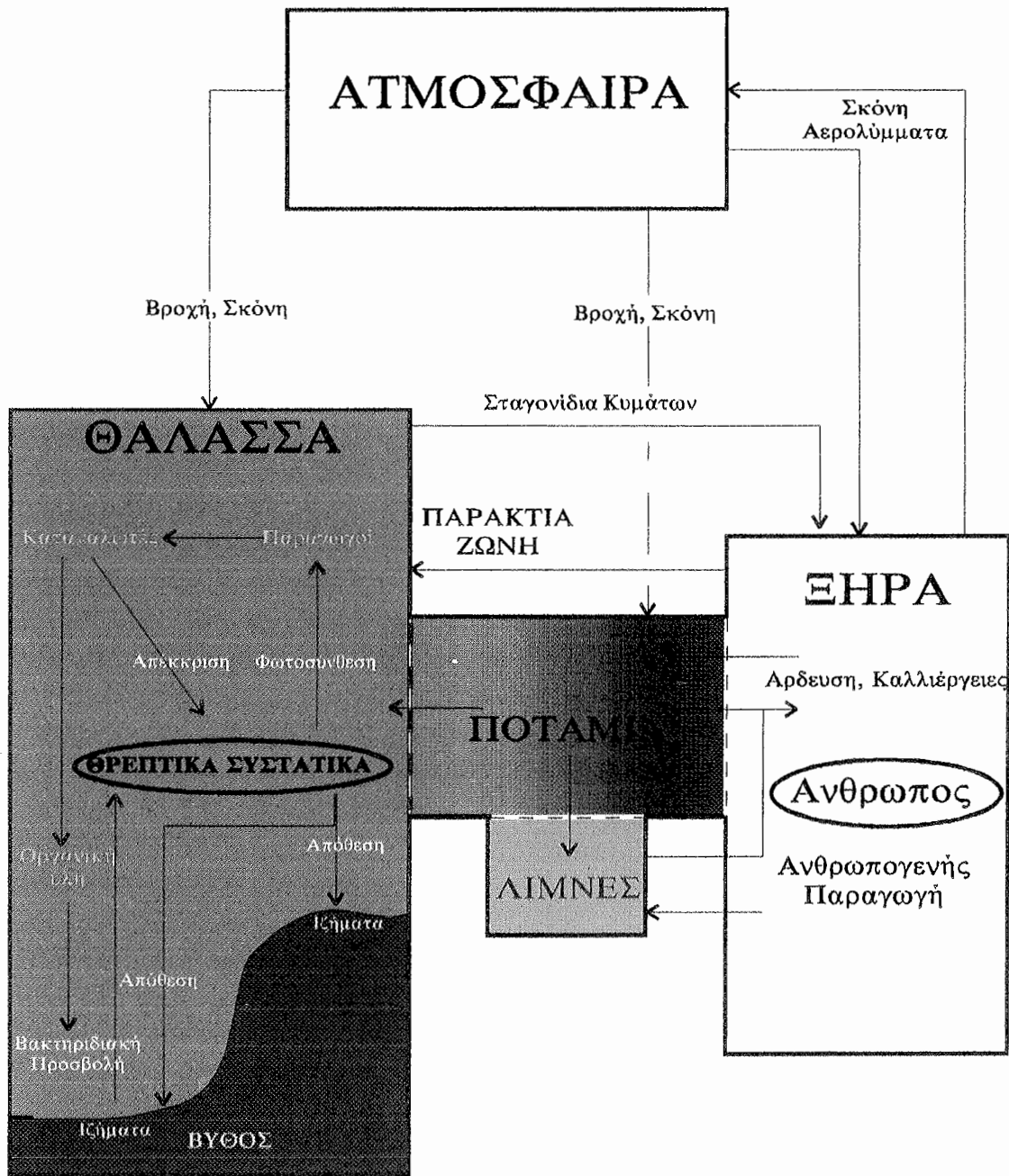
##### Διαλυμένο οξυγόνο

Το διαλυμένο στο θαλασσινό νερό οξυγόνο συνδέεται με τις βιολογικές διεργασίες που συμβαίνουν σε αυτό. Σχηματίζεται κατά τη φωτοσύνθεση και καταναλώνεται κατά την αναπνοή, την αποσύνθεση και τη βιοχημική οξείδωση της οργανικής ύλης. Η διαλυτότητά του μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου αναμένονται χαμηλότερες συγκεντρώσεις, σε σχέση με τις αντίστοιχες του Μαρτίου.

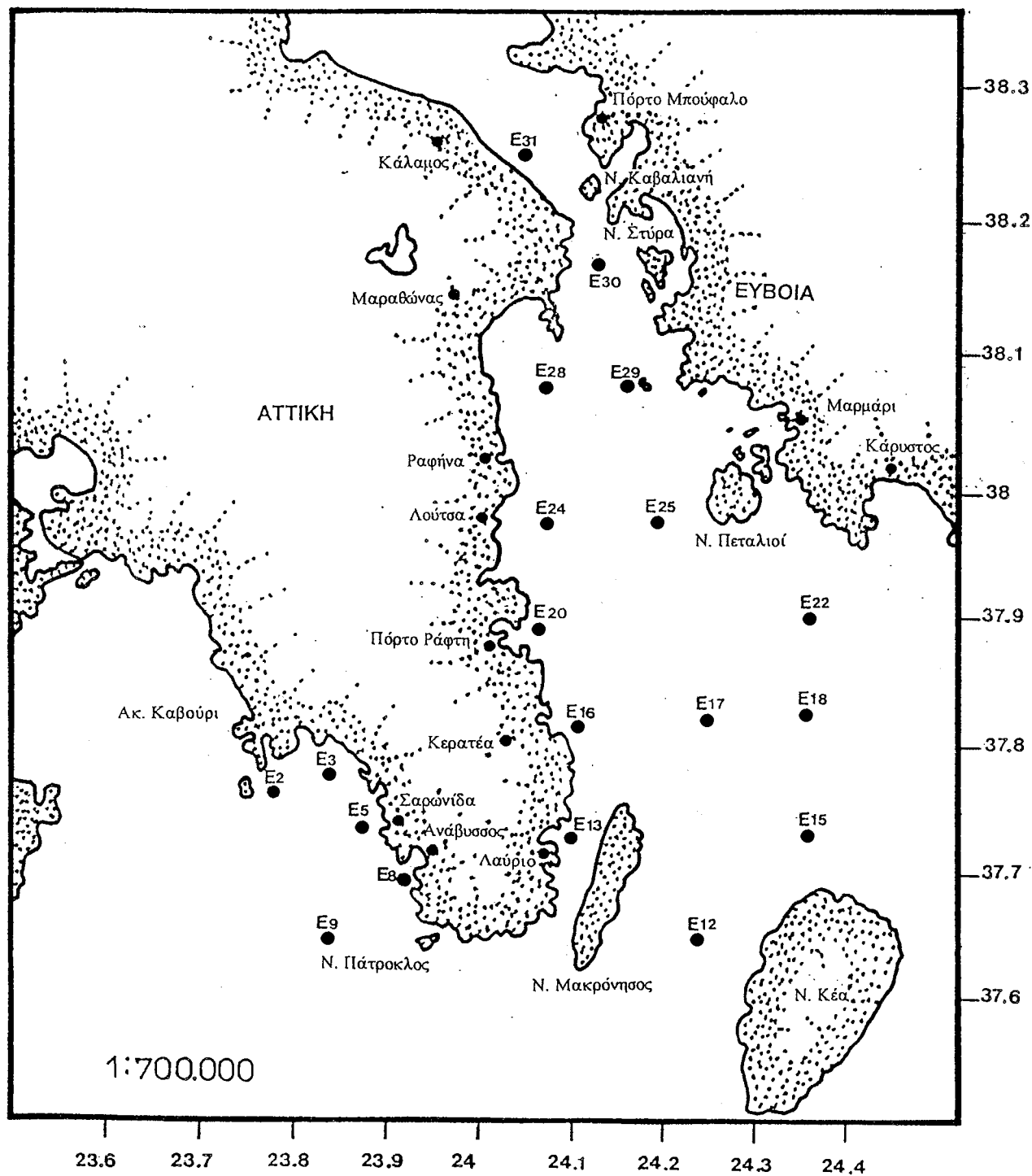
Κατά τους θερινούς μήνες, λόγω θέρμανσης του επιφανειακού στρώματος, δημιουργείται μια στρωμάτωση των θαλάσσιων μαζών, η οποία δυσκολεύει την κατακόρυφη ανάμιξη και ομογενοποίησή τους. Λόγω των αυξημένων αυτών επιφανειακών θερμοκρασιών, αλλά και της έντονης ηλιοφάνειας, παρατηρούνται υποεπιφανειακά μέγιστα διαλυμένου οξυγόνου σε βάθη 30-50 μέτρα περίπου, οφειλόμενα στο γεγονός ότι στο στρώμα αυτό οι συνθήκες είναι ευνοϊκότερες για τη φωτοσύνθεση (Scoullis, 1987). Κάτω από τα βάθη αυτά η συγκέντρωση μειώνεται και πάλι λόγω μειωμένης φωτοσύνθεσης και συγχρόνως λόγω κατανάλωσης του οξυγόνου για την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης, που συσσωρεύεται στον πυθμένα. Αν το οργανικό αυτό φορτίο αυξηθεί υπέρμετρα τότε, λόγω μειωμένης κυκλοφορίας και μικρής δυνατότητας ανανέωσης των νερών από γειτονικές μάζες φτωχότερες σε οργανική ύλη, είναι δυνατόν να φθάσουμε σε πλήρη εξάντληση του οξυγόνου, όπως συμβαίνει στον κόλπο της Ελευσίνας. Η εξάντληση αυτή ακολουθείται από επικράτηση των αμμωνιακών έναντι των άλλων αζωτούχων θρεπτικών και αναγωγή των θειϊκών σε υδρόθειο.

##### Θρεπτικά άλατα

Τα θρεπτικά άλατα είναι οι ενώσεις του φωσφόρου, του αζώτου και του πυριτίου, οι οποίες χρησιμοποιούνται στη φωτοσυνθετική διεργασία και ενσωματώνονται στους φυτικούς ιστούς. Οι κύριες ενώσεις ανόργανου αζώτου στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι τα νιτρικά άλατα, τα νιτρώδη άλατα και η αμμωνία (αμμωνιακά άλατα). Σχετικά με την τελευταία, σε pH περίπου 8, όπως είναι αυτό της θάλασσας, το 95% βρίσκεται σε μορφή αμμωνιακών αλάτων και το 5% μόνο σε μορφή αμμωνίας. Από τις ενώσεις του φωσφόρου κυριότερες είναι τα δισόξινα, μονόξινα και απλά φωσφορικά, ενώ από τις ενώσεις του πυριτίου τα πυριτικά.



Εικ. 3.1. Κυκλοφορία Θρεπτικών Συστατικών.



Εικ. 3.2. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου και των θρεπτικών αλάτων.



(1967), τα αμμωνιακά με τη μέθοδο Solorzano (1969) και τα φωσφορικά με τη μέθοδο των Murphy και Riley (1962). Για όλους τους προσδιορισμούς των θρεπτικών χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο Perkin-Elmer UV/VIS (Lambda 2S). Τέλος σχετικά με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, αξιωματικώς σημειωθεί ότι, προκειμένου να δοθούν όσο το δυνατό πιο αντιπροσωπευτικές οριζόντιες κατανομές, σε μερικούς κύκλους έχουν αφαιρεθεί κάποιες υψηλές τιμές (περιλαμβάνονται βέβαια στους πίνακες των αποτελεσμάτων και οι περισσότεροι και στο κείμενο), που θα αλλοίωναν τη συνολική εικόνα.

### 3.3 Αποτελέσματα - Συζήτηση

#### 3.3.1 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Το διαλυμένο οξυγόνο σε όλους τους κύκλους κυμάνθηκε σχεδόν στα ίδια επίπεδα, από 4.67 ml/l ως 5.55 ml/l και ο κορεσμός έφθανε ή και ξεπερνούσε το 100%. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι συγκριτικά μικρότερες από αυτές που μετρήθηκαν τον Μάρτιο 1996, λόγω μείωσης της διαλυτότητας που προκαλείται από την άνοδο της θερμοκρασίας. Γενικά το οξυγόνο εμφανίζει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα 40 m, λόγω του ότι σε τέτοια βάθη επικρατούν ευνοϊκότερες συνθήκες για φωτοσύνθεση. Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα σε όλη την έκταση της υπό μελέτη περιοχής.

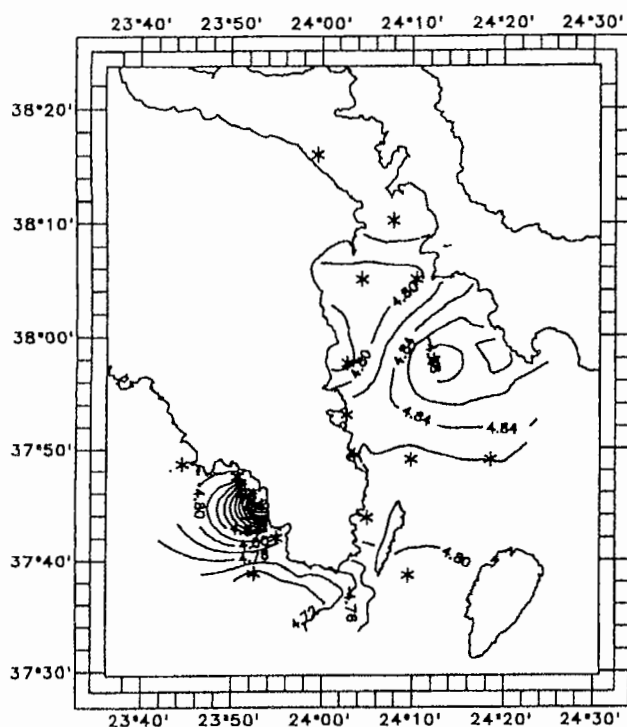
**1ος κύκλος (Εικ. 3.1.1/1):** Στις οριζόντιες κατανομές για το διαλυμένο οξυγόνο, οι τιμές εμφανίζονται αυξημένες στα 30 m σε σχέση με την επιφάνεια, κάτι που παρατηρείται σε όλους τους κύκλους. Αυξημένες συγκεντρώσεις οξυγόνου παρατηρούνται στην περιοχή των Πεταλιών, όπου οι θερμοκρασίες εμφανίζονται σημαντικά χαμηλότερες (βλέπε προηγ. κεφάλαιο). Σε γενικές γραμμές το νερό είναι υπέρκορο σε οξυγόνο (κορεσμός 102-109%).

**2ος κύκλος (Εικ. 3.3.1/1):** Διαφορετική εικόνα παρουσιάζουν οι κατανομές του οξυγόνου στο δεύτερο κύκλο με γενικά αυξημένες τιμές στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοϊκού, ενώ στην περιοχή του Ε17, μεταξύ Πεταλιών και Μακρονήσου, όπου η αλατότητα έχει δημιουργήσει πυρήνα αυξημένων τιμών (βλέπε προηγ. κεφάλαιο), οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου μειώνονται σχηματίζοντας αντίστοιχο πυρήνα. Ο κορεσμός σε οξυγόνο κυμάνθηκε από 98 ως 109%.

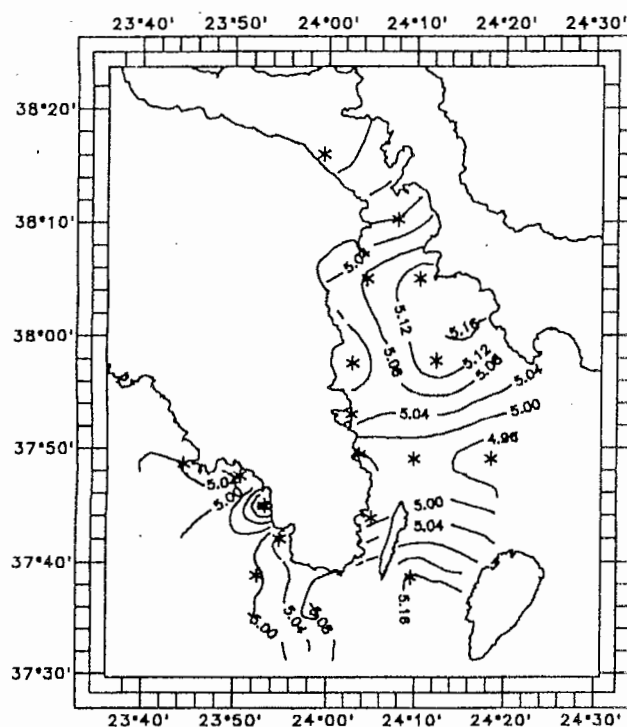
**3ος κύκλος (Εικ. 3.3.1/2):** Χαρακτηριστικός είναι ο πυρήνας με αυξημένες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου που σχηματίζεται δυτικά των Πεταλιών, όπου εμφανίζονται

## 1ος ΚΥΚΛΟΣ

DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 2 m

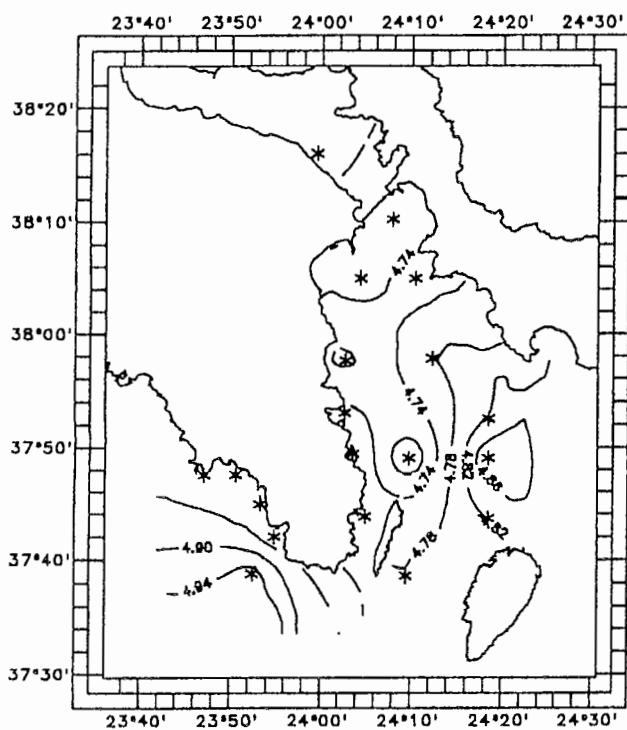


DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 30 m

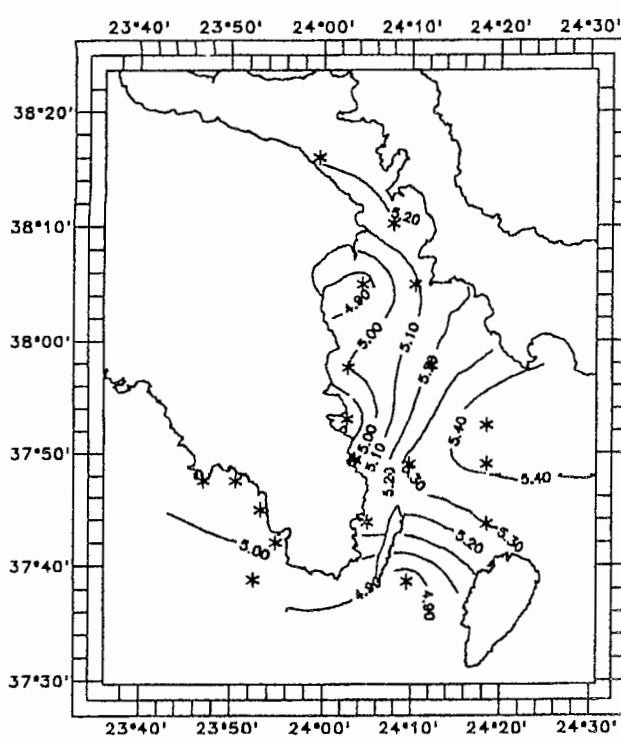


## 2ος ΚΥΚΛΟΣ

DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 2 m



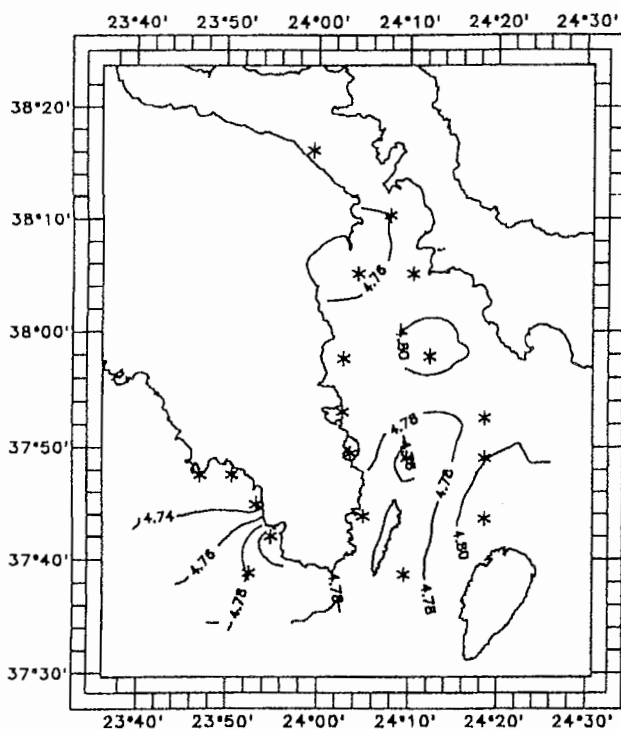
DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 30 m



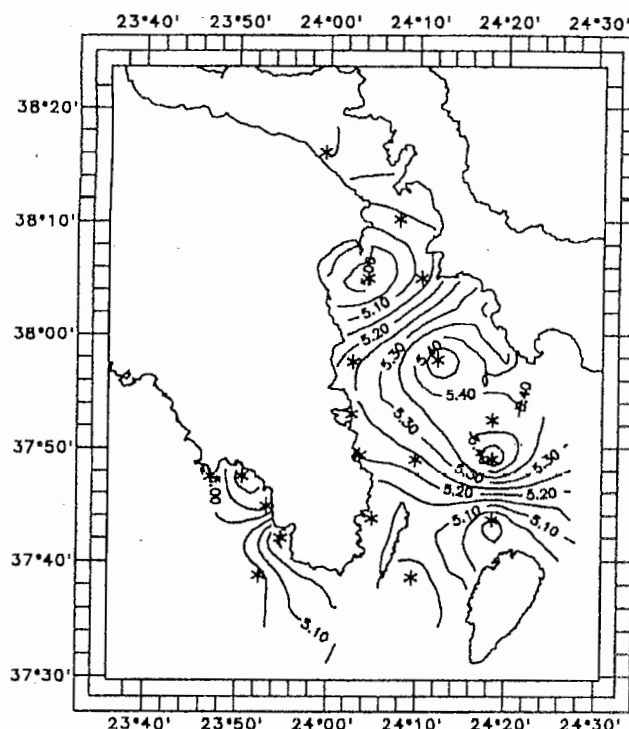
Εικ. 3.3.1/1. Κατανομή των συγκεντρώσεων διαλυμένου οξυγόνου (2 και 30 m) στον Ν Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος κύκλος.

### 3ος ΚΥΚΛΟΣ

DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 2 m

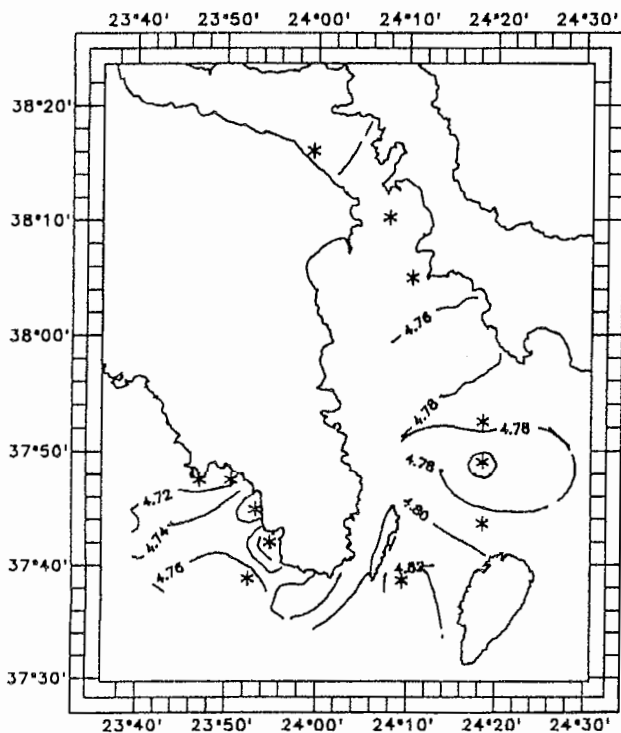


DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 40 m

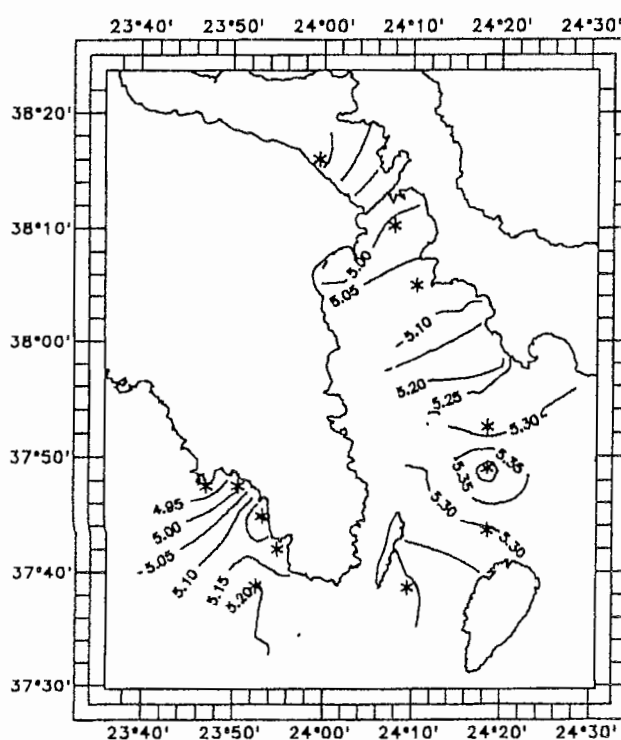


### 4ος ΚΥΚΛΟΣ

DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 2 m



DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 40 m



Εικ. 3.3.1/2. Κατανομή των συγκεντρώσεων διαλυμένου οξυγόνου (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος-4ος κύκλος.

μειωμένες τιμές αλατότητας (βλέπε προηγ. κεφάλαιο). Παραμένει το σήμα των αυξημένων τιμών στα 40 m από τον προηγούμενο κύκλο στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού.

**4ος κύκλος (Εικ. 3.3.1/2):** Στο τέταρτο κύκλο, λόγω κακών καιρικών συνθηκών, έγιναν λιγότεροι σταθμοί και η εικόνα είναι ελλειπής. Μείωση των επιφανειακών συγκεντρώσεων του διαλυμένου οξυγόνου παρατηρείται στους βόρειους σταθμούς του Ν Ευβοικού, αλλά και τους σταθμούς του Σαρωνικού, όπου οι τιμές της αλατότητας αυξάνονται (βλέπε προηγ. κεφάλαιο). Χαρακτηριστικός είναι ο σχηματισμός πυρήνα αυξημένων τιμών στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού, στην περιοχή του Ε18 μεταξύ Εύβοιας - Κέας. Ο κορεσμός σε διαλυμένο οξυγόνο κυμάνθηκε από 97 ως 107.1%.

**5ος κύκλος (Εικ. 3.3.1/3):** Οι κατανομές του διαλυμένου οξυγόνου χαρακτηρίζονται ομαλές, με τις συγκεντρώσεις να μειώνονται προς τους βόρειους σταθμούς του Ν Ευβοικού, τόσο στην επιφάνεια όσο και στα 40 m. Στην επιφάνεια επίσης μειώνονται προς στο ανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού. Ο κορεσμός κυμάνθηκε πάλι σε πολύ υψηλά επίπεδα (101 - 115%).

**6ος κύκλος (Εικ. 3.3.1/3):** Στην επιφάνεια και στα 40 m οι συγκεντρώσεις μειώνονται προς το βορειοδυτικό τμήμα του Ν Ευβοικού και προς τον Σαρωνικό. Στα 40 m ένας πυρήνας μειωμένων τιμών σχηματίζεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού, που αντιστοιχεί στον πυρήνα αυξημένων τιμών αλατότητας (βλέπε προηγ. κεφάλαιο). Ο κορεσμός κυμάνθηκε σε πολύ ικανοποιητικά επίπεδα.

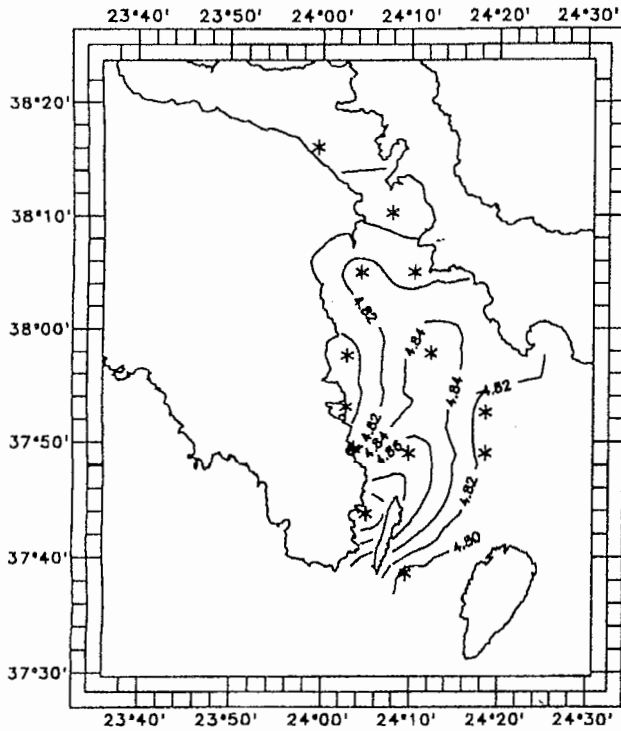
**7ος κύκλος (Εικ. 3.3.1/4):** Μείωση των επιφανειακών συγκεντρώσεων του διαλυμένου οξυγόνου παρατηρείται στα νοτιοανατολικά του Ν Ευβοικού, ενώ παρατηρούνται σχετικά πιο αυξημένες τιμές δυτικά των Πεταλιών. Αυξημένες επιφανειακές συγκεντρώσεις μετρήθηκαν και στην περιοχή Σαρωνίδας-Αναβύσσου. Στα 40 m αυξημένες συγκεντρώσεις μετρήθηκαν βόρεια της Μακρονήσου. Πάντως οι διαφοροποιήσεις δεν είναι έντονες και πρέπει να συνδέονται με την κυκλοφορία και τις βιολογικές δραστηριότητες. Ο κορεσμός κυμάνθηκε από 99 ως 111%.

### **3.3.2. ΝΙΤΡΙΚΑ ΑΛΑΤΑ**

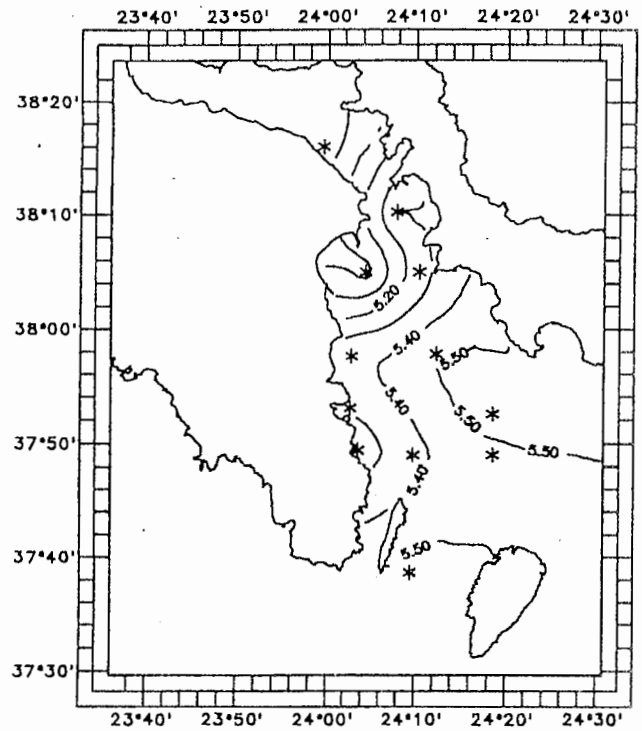
**1ος κύκλος (Εικ. 3.3.2/1):** Οι τιμές των νιτρικών αλάτων στην επιφάνεια κυμαίνονται από 0.04 (Ε16, Κερατέα) ως 0.92  $\mu\text{g-at/l}$  (Ε8, Ανάβυσσος). Σχετικά αυξημένες εμφανίζονται οι τιμές στα παράκτια και στους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοικού. Στα 30 m, οι τιμές κυμαίνονται από 0.09 (Ε13, Λαύριο) ως 0.68  $\mu\text{g-at/l}$  (Ε3, Σαρωνικός). Υψηλότερες εμφανίζονται οι τιμές στον ΝΑ Σαρωνικό, ενώ η τάση στους βορειότερους σταθμούς είναι

### 5ος ΚΥΚΛΟΣ

DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 2 m

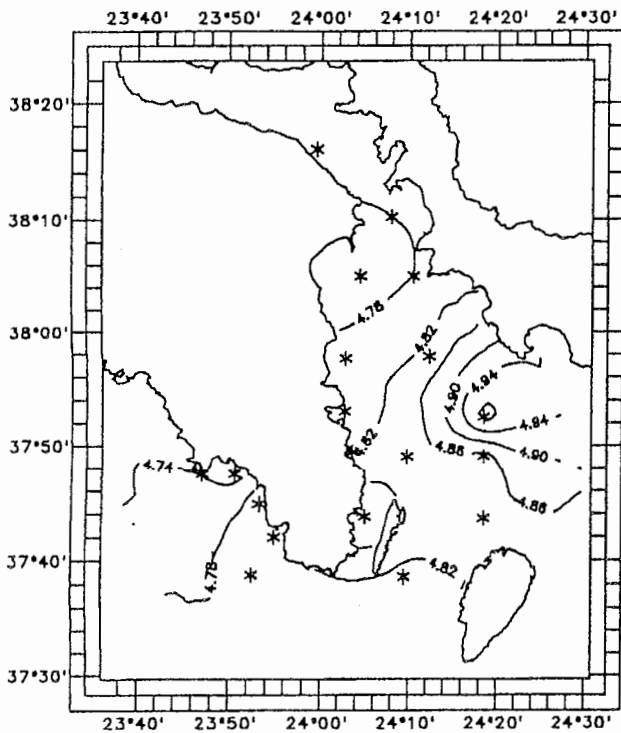


DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 40 m

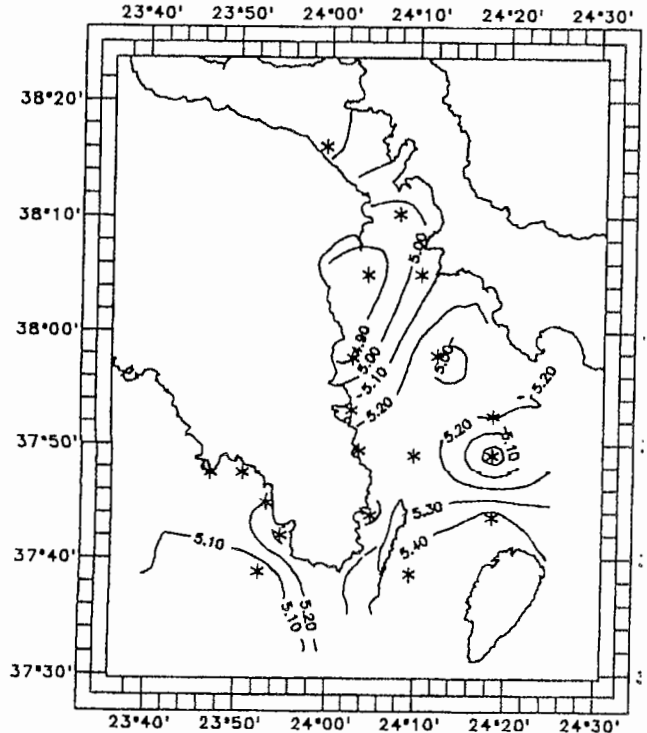


### 6ος ΚΥΚΛΟΣ

DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 2 m



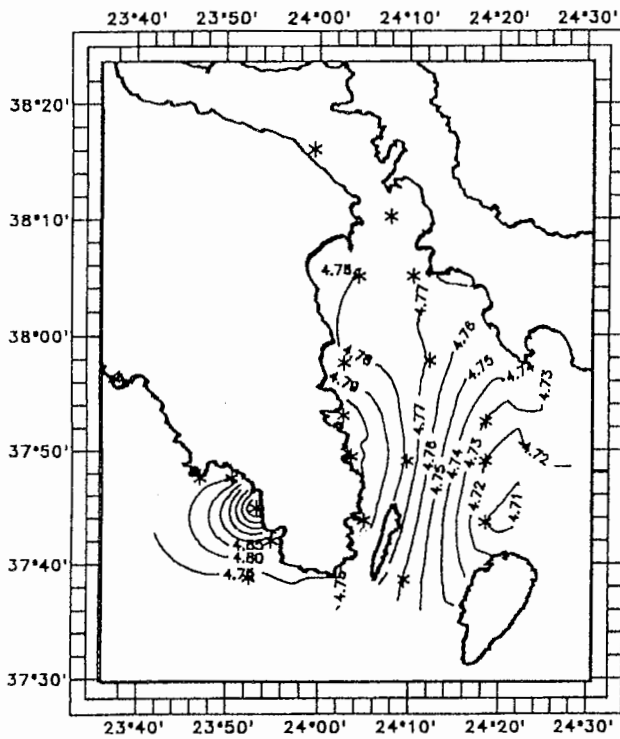
DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 40 m



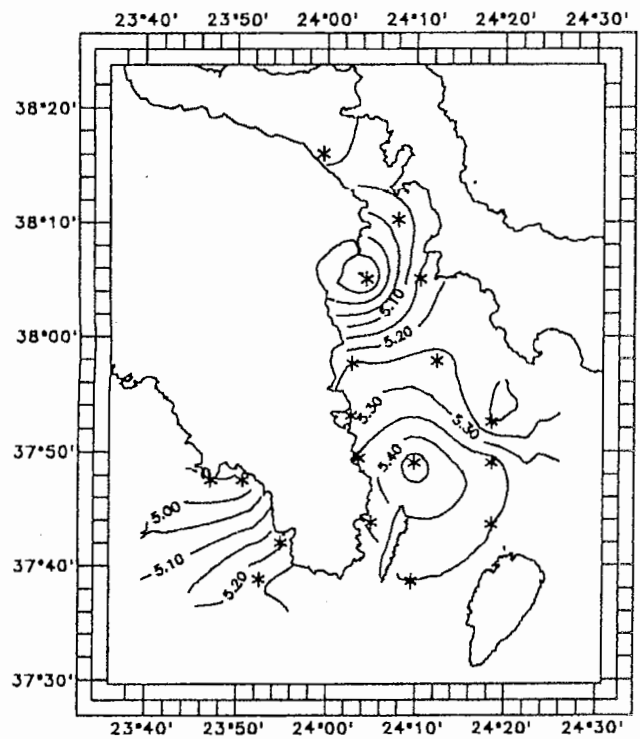
Εικ. 3.3.1/3. Κατανομή των συγκεντρώσεων διαλυμένου οξυγόνου (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος κύκλος.

### 7ος ΚΥΚΛΟΣ

DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 2 m



DISSOLVED OXYGEN (ml/l) - 40 m



Εικ. 3.3.1/4. Κατανομή των συγκεντρώσεων διαλυμένου οξυγόνου(2 και 40 m) στον Ν Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.

ίδια με αυτή της επιφάνειας. Στο ανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού, όπου έχουμε εισροή νερών από το Αιγαίο, οι τιμές των νιτρικών αλάτων κυμαίνονται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, τόσο στην επιφάνεια όσο και στα 30 m.

**2ος κύκλος (Εικ. 3.3.2/1):** Τα νιτρικά άλατα κατά τη διάρκεια του δεύτερου κύκλου κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.04 (E22, Κάρυστος) ως 3.66  $\mu\text{g-at/l}$  (E31, Κάλαμος). Φαίνεται η σταδιακή αύξηση των τιμών στους βόρειους σταθμούς του Ν Ευβοικού, αντίστοιχη με τη σταδιακή αύξηση της αλατότητας στους ίδιους σταθμούς (βλέπε προηγ. κεφάλαιο). Μπορούμε λοιπόν να συνδέσουμε την αύξηση αυτή με την κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών. Στα 30 m η κατανομή των νιτρικών αλάτων εμφανίζει διαφορετική εικόνα από αυτή της επιφάνειας, ίσως ακολουθώντας τις διαφοροποιήσεις της κυκλοφορίας. Οι τιμές των νιτρικών αλάτων στα 30 m κυμαίνονται από 0.05 (E29) ως 1.72  $\mu\text{g-at/l}$  (E18). Στα 30 m στον E18 (μεταξύ Εύβοιας και Κέας), περιοχή υψηλής αλατότητας (βλέπε προηγ. κεφάλαιο), εμφανίζεται ένας πυρήνας υψηλών συγκεντρώσεων. Χαρακτηριστικές είναι οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων στον Σαρωνικό, σε σχέση με αυτές του Ν Ευβοικού.

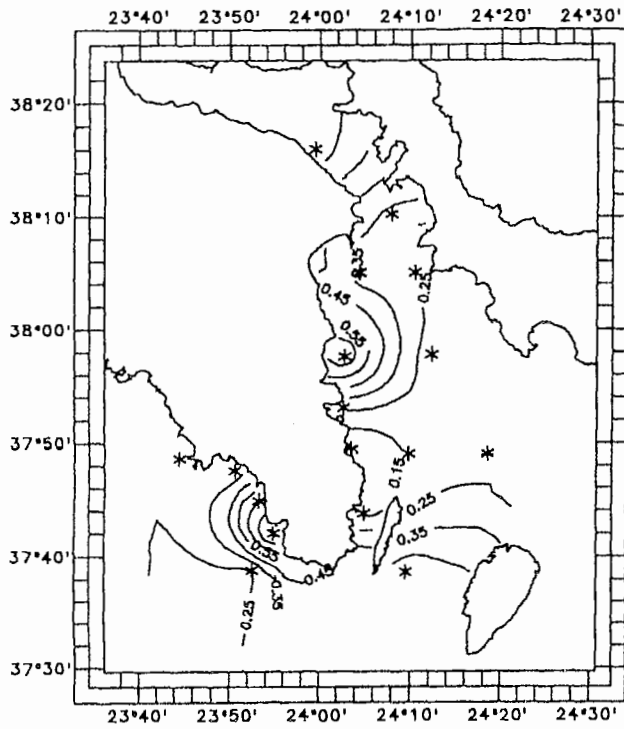
**3ος κύκλος ( Εικ. 3.3.2/2) :** Κατά τη διάρκεια του τρίτου κύκλου οι τιμές των νιτρικών αλάτων εμφανίζονται αυξημένες, (επίσης αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών αλάτων όπως θα δούμε στη συνέχεια) και κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.04 ως 9.05  $\mu\text{g-at/l}$  στον E31 (Κάλαμος), ενώ στα 40 m από 0.02 ως 9.84  $\mu\text{g-at/l}$  στον E20 (Πόρτο Ράφτη). Στην επιφάνεια σχηματίζεται πυρήνας υψηλών τιμών βόρεια της Μακρονήσου.

**4ος κύκλος ( Εικ. 3.3.2/2):** Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.12 ως 2.55  $\mu\text{g-at/l}$  (E31, Κάλαμος), ενώ στα 40 m από 0.02 ως 16.00  $\mu\text{g-at/l}$  (E18, μεταξύ Εύβοιας και Κέας). Σχηματίζεται πυρήνας στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού στα 40 m. Οι συγκεντρώσεις δείχνουν να αυξάνονται προς τις ακτές του Σαρωνικού καθώς και στους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοικού. Η αύξηση στους βορειότερους σταθμούς, που γενικότερα παρατηρείται για όλες τις παραμέτρους και στους περισσότερους κύκλους, μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση των νερών, που κινούνται νότια και προέρχονται από τα στενά της Χαλκίδας.

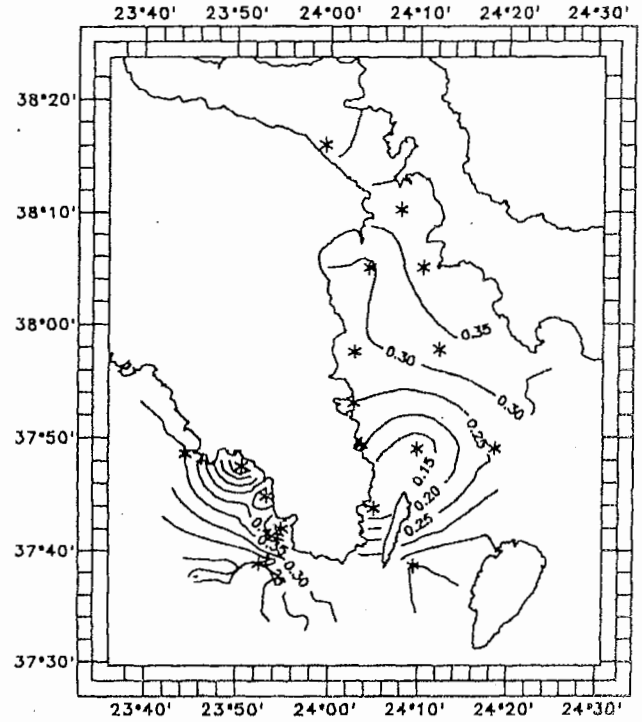
**5ος κύκλος (Εικ. 3.3.2/3):** Οι τιμές κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.05 ως 2.43  $\mu\text{g-at/l}$  (E12), ενώ στα 40 m από 0.11 ως 3.77  $\mu\text{g-at/l}$  (E16). Οι οριζόντιες κατανομές στην επιφάνεια και στα 40 m διαφέρουν. Ετσι, στην επιφάνεια φαίνεται να υπάρχει μια αύξηση των τιμών στον E12 μεταξύ Μακρονήσου και Κέας, η οποία λόγω των ισχυρών νοτίων ανέμων και με βάση την κυκλοφορία (βλέπε προηγ. κεφάλαιο) πιθανόν προέρχεται από

## 1ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

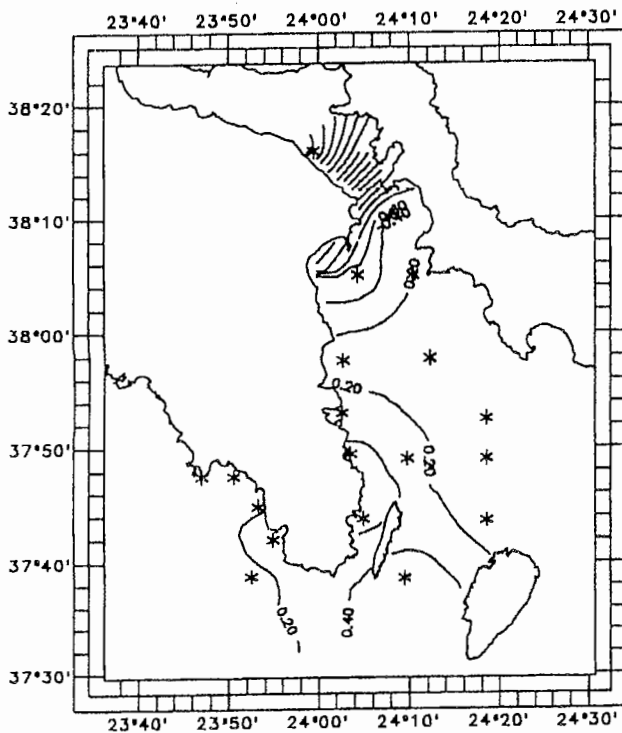


NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 30 m

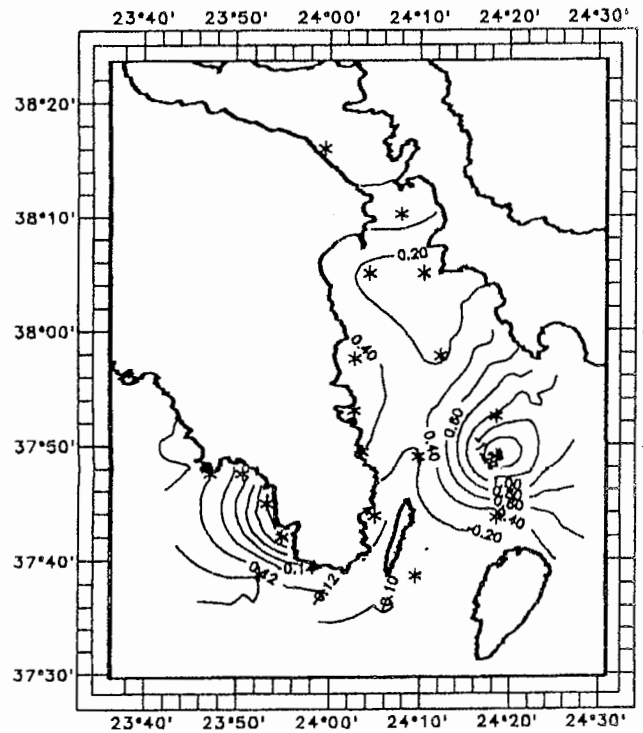


## 2ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 30 m

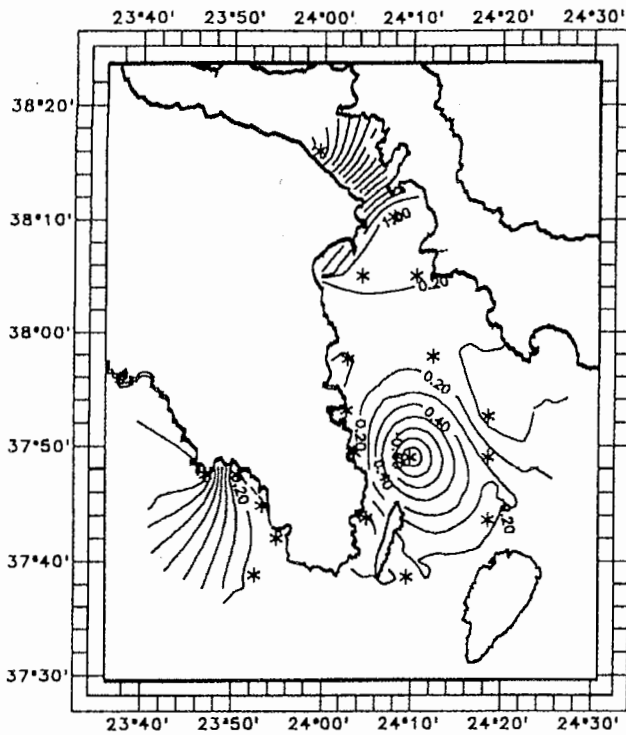


Εικ. 3.3.2/1. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρικών αλάτων (2 και 30 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος κύκλος.

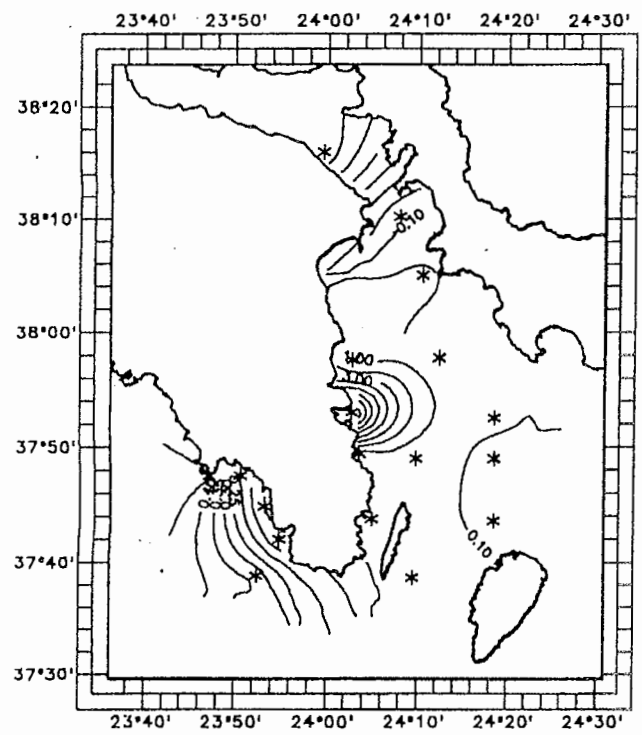


### 3ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

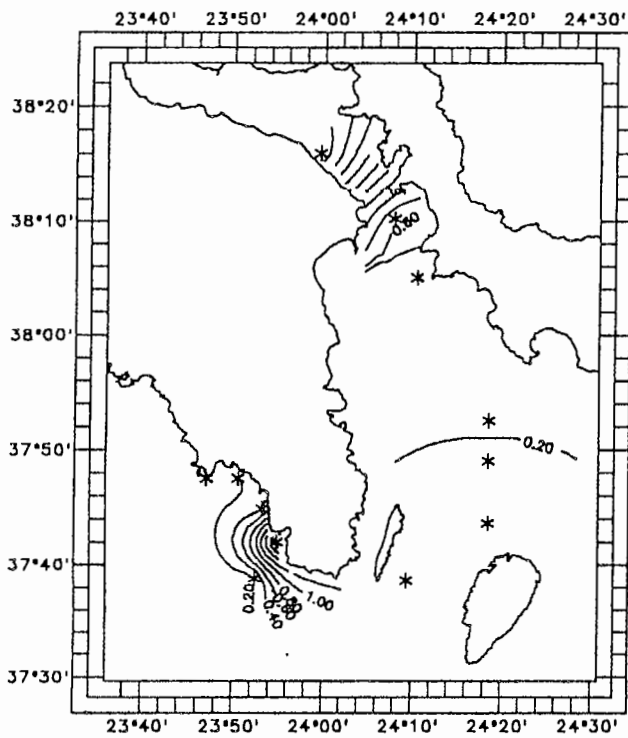


NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

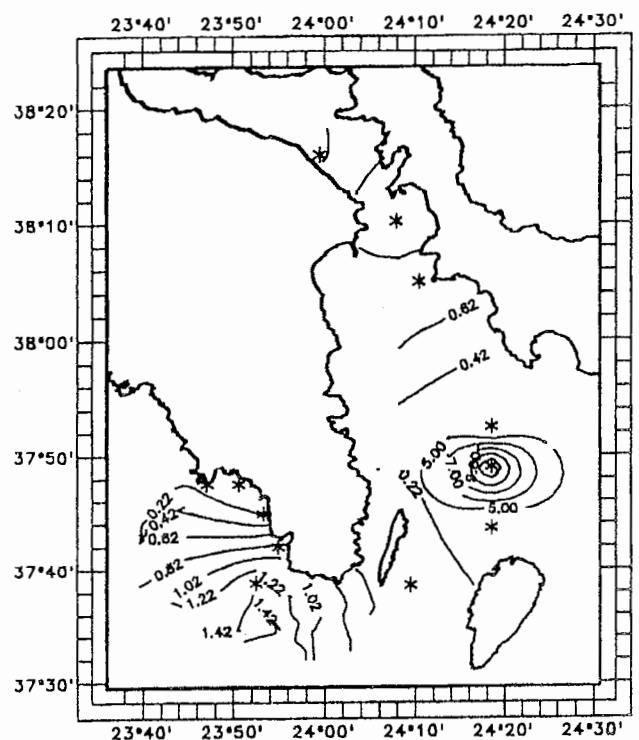


### 4ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



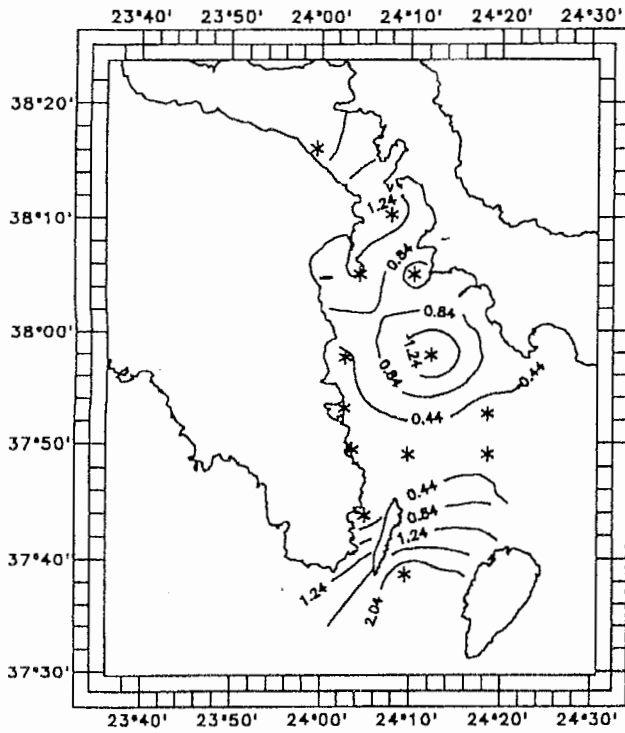
NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



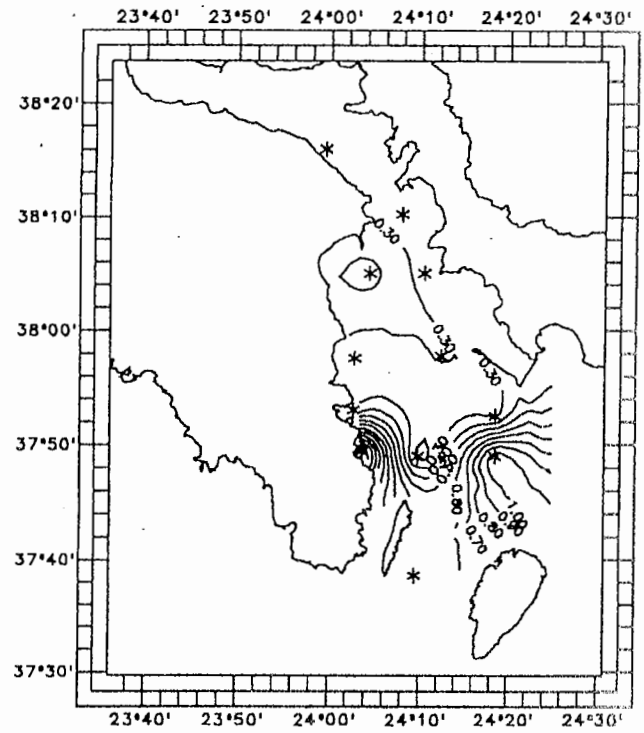
Εικ. 3.3.2/2. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος-4ος κύκλος.

### 5ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

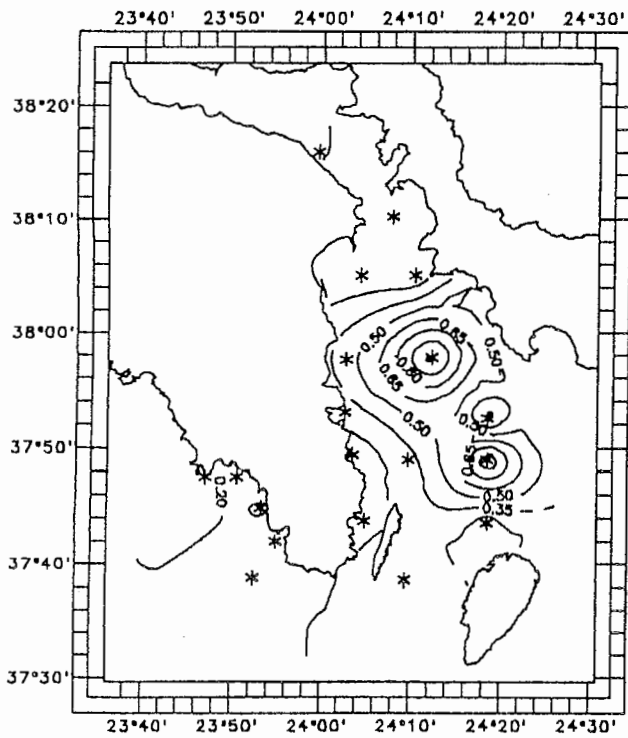


NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

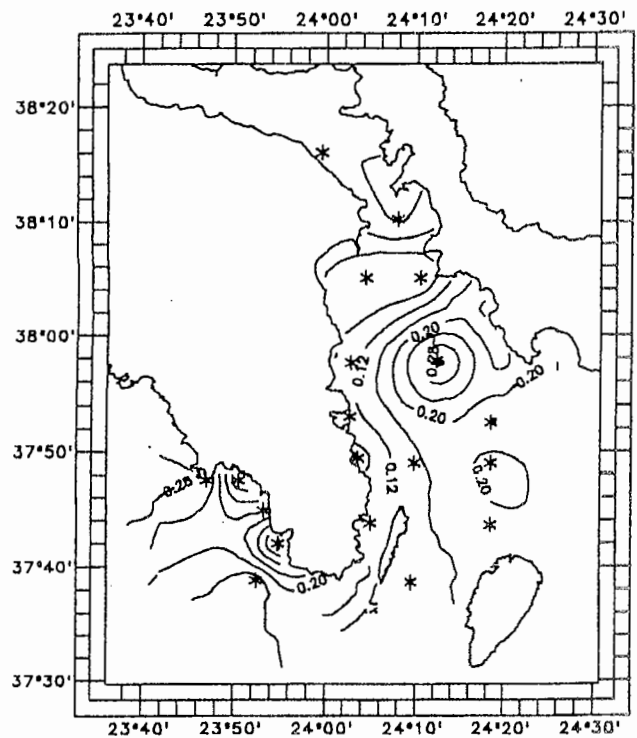


### 6ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



Εικ. 3.3.2/3. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος κύκλος.

τον Σαρωνικό. Ας σημειωθεί ότι, σε αυτό τον κύκλο δεν υπάρχουν στοιχεία για το Σαρωνικό, που θα μπορούσαν να επιβεβαιώσουν αυτή την άποψη. Χαρακτηριστικός είναι ο σχηματισμός επιφανειακού πυρήνα αυξημένων συγκεντρώσεων στην περιοχή των Πεταλιών, όπως συμβαίνει και σε προηγούμενους κύκλους αλλά και στον επόμενο και η αύξηση των τιμών προς το βόρειο τμήμα του Ν Ευβοικού. Στα 40 m εντοπίζονται αυξημένες τιμές κοντά στο Λαύριο και μεταξύ Εύβοιας- Κέας, γεγονός που ίσως συνδέεται με την κυκλοφορία.

**6ος κύκλος (Εικ. 3.3.2/3):** Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.07 ως 1.19  $\mu\text{g-at/l}$  (E25), με υψηλή τιμή και στον E18 (1.12  $\mu\text{g-at/l}$ ), ενώ στα 40 m από 0.06 ως 6.68  $\mu\text{g-at/l}$  στον E12 μεταξύ Μακρονήσου-Κέας. Οι οριζόντιες κατανομές στην επιφάνεια και στα 40 m εμφανίζονται διαφοροποιημένες. Στην επιφάνεια, φαίνεται ότι έχουν σχηματιστεί οι δύο πυρήνες υψηλών συγκεντρώσεων, τους οποίους είχαμε παρατηρήσει και σε προηγούμενους κύκλους, που αντιστοιχούν σε μέτωπα αυξημένης αλατότητας μεταξύ Εύβοιας-Κέας και χαμηλής αλατότητας στην περιοχή των Πεταλιών (βλέπε προηγ. κεφάλαιο). Η εικόνα αυτή παραμένει ίδια και στα 40 m και δείχνει πάλι τη σχέση με την κυκλοφορία. Στα 40 m παρατηρούνται πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μεταξύ Μακρονήσου-Κέας, κάτι που έχουμε ξαναδεί σε προηγούμενο κύκλο. Οι υψηλές αυτές τιμές ενδέχεται να χαρακτηρίζουν την παρουσία βαθιών νερών του Αιγαίου που έχουν "ανέλθει" στην επιφάνεια.

**7ος κύκλος (Εικ. 3.3.2/4):** Κατά τη διάρκεια του έβδομου κύκλου οι τιμές κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.07 ως 1.66  $\mu\text{g-at/l}$  (E8) και στα 40 m από 0.07 ως 0.29  $\mu\text{g-at/l}$  (E30), με σχετικά αυξημένη τιμή και στον E8 (0.28  $\mu\text{g-at/l}$ ). Γενικά ο έβδομος κύκλος χαρακτηρίζεται από κάπως αυξημένες συγκεντρώσεις στον Σαρωνικό, σε σχέση με το Ν Ευβοικό. Στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού, όπου ακόμη υπάρχει το μέτωπο υψηλών αλατοτήτων (βλέπε προηγ. κεφάλαιο), σχηματίζεται στα 40 m αντίστοιχος πυρήνας με μειωμένες συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων ενώ, όπως είδαμε προηγουμένως, οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου αυξάνονται. Στην επιφάνεια, οι τιμές μειώνονται στα νοτιοανατολικά. Οι τιμές στους βόρειους σταθμούς του Ν Ευβοικού δείχνουν και σε αυτόν τον κύκλο να αυξάνουν.

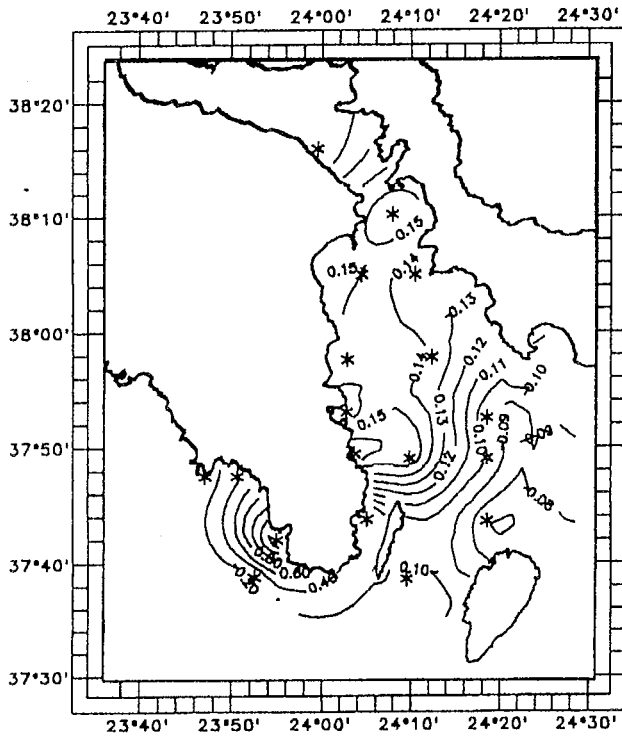
### **3.3.3 ΝΙΤΡΩΔΗ ΑΛΑΤΑ**

Χαρακτηριστική είναι η ομοιότητα στις κατανομές νιτρικών και νιτρωδών σε όλους τους κύκλους.

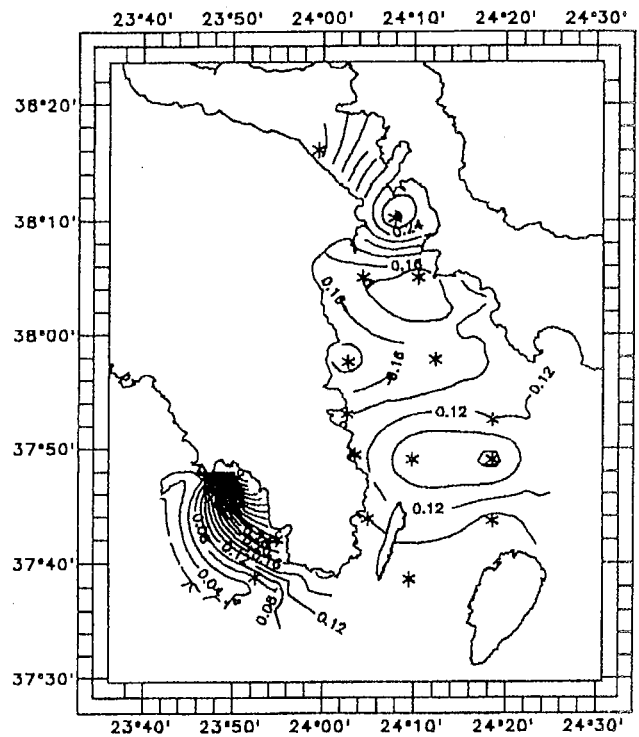
**1ος κύκλος (Εικ. 3.3.3/1):** Οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών αλάτων είναι χαμηλές. Στην επιφάνεια κυμαίνονται από 0.02 ως 0.11  $\mu\text{g-at/l}$  (E31), ενώ στα 30 m από 0.02 ως 0.05

### 7ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



Εικ. 3.3.2/4. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.

μg-at/l. Είναι χαρακτηριστική η αύξηση των επιφανειακών τιμών προς τους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοικού .

**2ος κύκλος (Εικ. 3.3.3/1):** Στην επιφάνεια, όπως και για τα νιτρικά, φαίνεται η σταδιακή αύξηση των τιμών προς τους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοικού. Οι τιμές των νιτρικών στην επιφάνεια κυμαίνονται από 0.02 ως 0.17 μg-at/l (E31, Κάλαμος). Στα 40 m οι τιμές είναι χαμηλότερες (ως 0.06 μg-at/l).

**3ος κύκλος (Εικ. 3.3.3/2):** Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.02 ως 0.21 μg-at/l (E31), ενώ στα 40 m η μέγιστη τιμή εμφανίζεται στον E20 (0.40 μg-at/l), στην περιοχή του Πόρτο Ράφτη.

**4ος κύκλος (Εικ. 3.3.3/2):** Οι τιμές στην επιφάνεια κυμαίνονται από 0.02 ως 0.14 μg-at/l (E31), ενώ στα 40 m από 0.03 ως 0.45 μg-at/l (E5).

**5ος κύκλος (Εικ. 3.3.3/3):** Παρατηρείται αύξηση των επιφανειακών συγκεντρώσεων μεταξύ Μακρονήσου-Κέας και στην περιοχή των Πεταλιών, ενώ στα 40 m, χαρακτηριστική είναι η αύξηση των τιμών στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα με μέγιστη τιμή στην επιφάνεια 0.12 μg-at/l (E12) και στα 40 m 0.08 μg-at/l (E18).

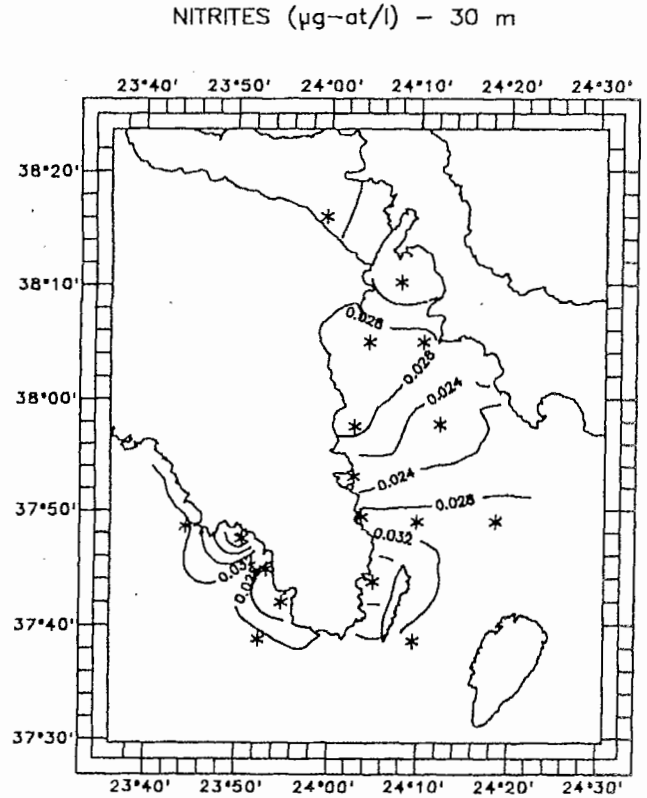
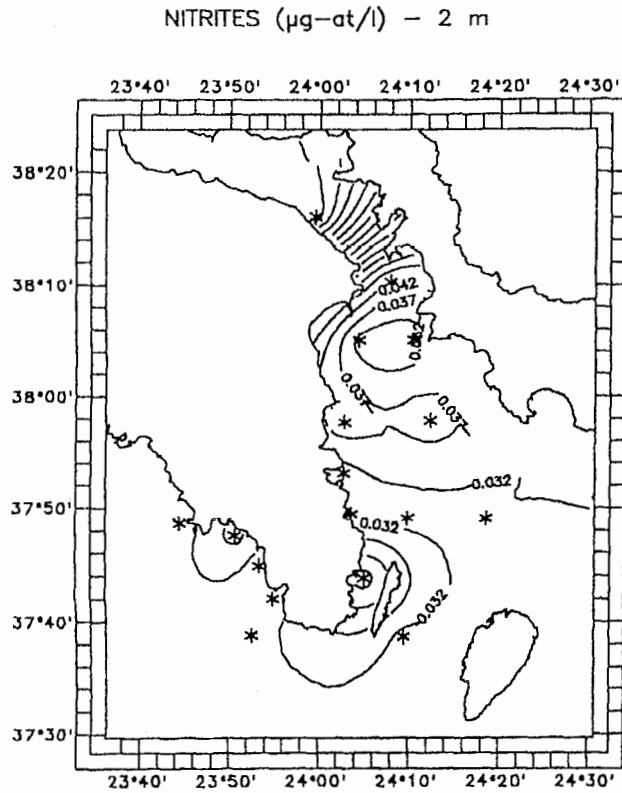
**6ος κύκλος (Εικ. 3.3.3/3):** Είναι εμφανής τόσο ο πυρήνας αυξημένων τιμών στην επιφάνεια μεταξύ Εύβοιας-Κέας, όσο και οι αυξημένες συγκεντρώσεις στα 40 m μεταξύ Μακρονήσου-Κέας. Οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 0.02 και 0.11 μg-at/l (E18) στην επιφάνεια, ενώ στα 40 m μεταξύ 0.02 και 0.30 μg-at/l (E12).

**7ος κύκλος (Εικ. 3.3.3/4):** Οι τιμές κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα μεταξύ 0.02 και 0.08 μg-at/l. Στα 40 m εμφανίζεται μέτωπο χαμηλών συγκεντρώσεων στα νοτιοανατολικά, ενώ στο Σαρωνικό οι τιμές είναι υψηλότερες.

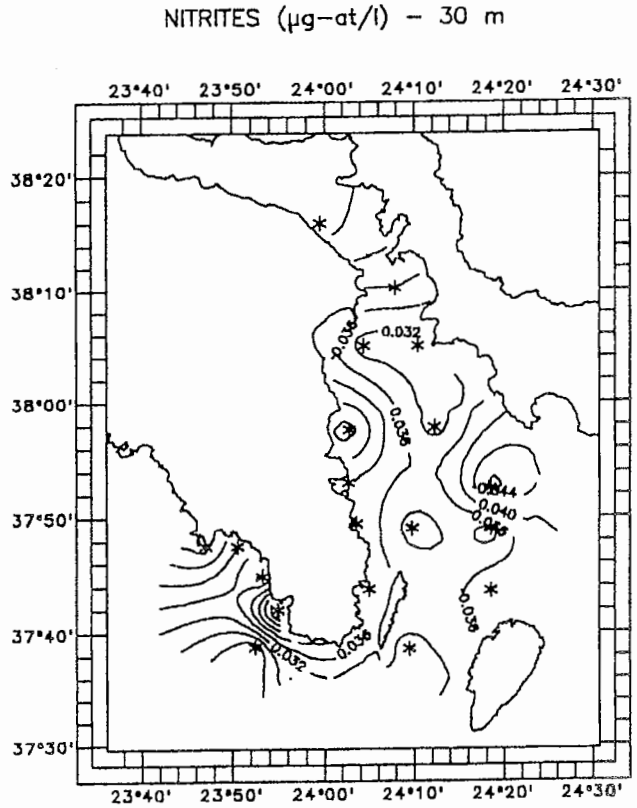
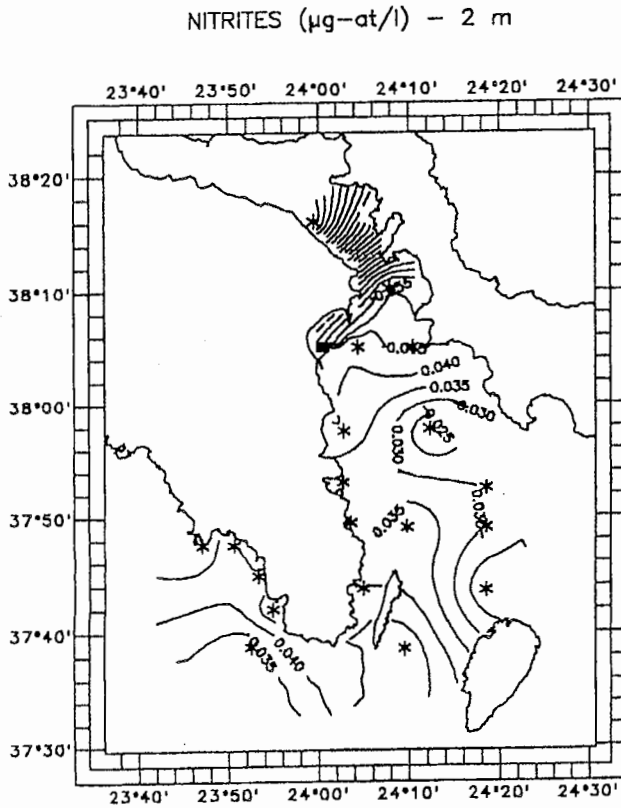
#### **3.3.4 ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ ΑΛΑΤΑ**

Οι κατανομές των φωσφορικών αλάτων είναι σχεδόν αντίστοιχες με αυτές των νιτρικών, ενώ οι συγκεντρώσεις τους κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, με εξαίρεση κάποιες μεμονωμένες υψηλότερες επιφανειακές τιμές οι οποίες θα σχολιαστούν στην συνέχεια.

## 1ος ΚΥΚΛΟΣ



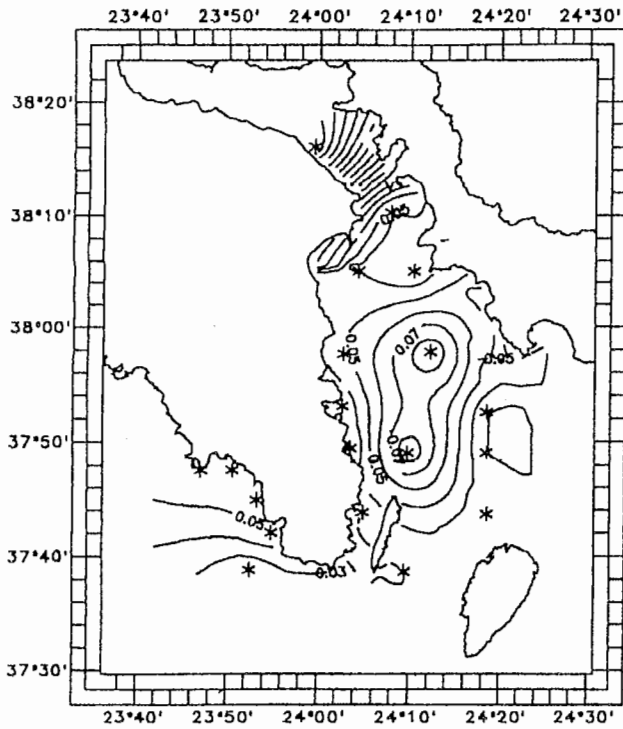
## 2ος ΚΥΚΛΟΣ



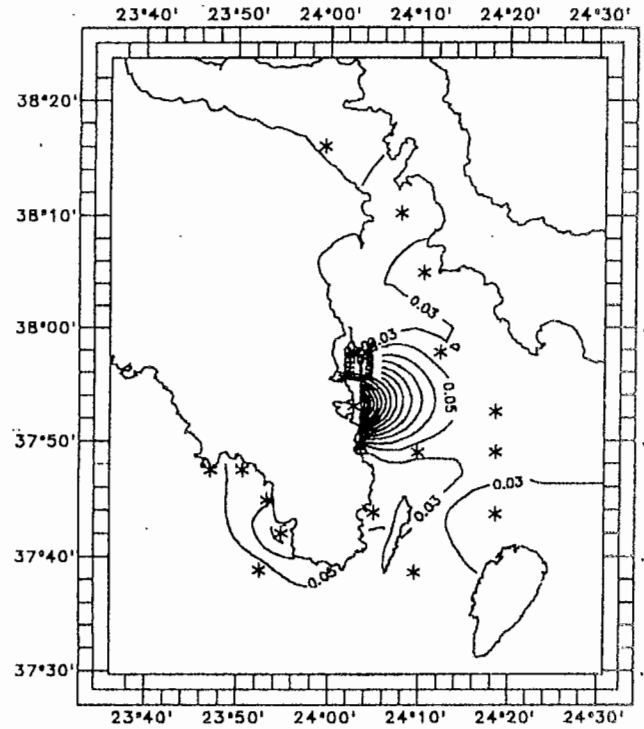
Εικ. 3.3.3/1. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρωδών αλάτων (2 και 30 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος κύκλος.

### 3ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRITES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

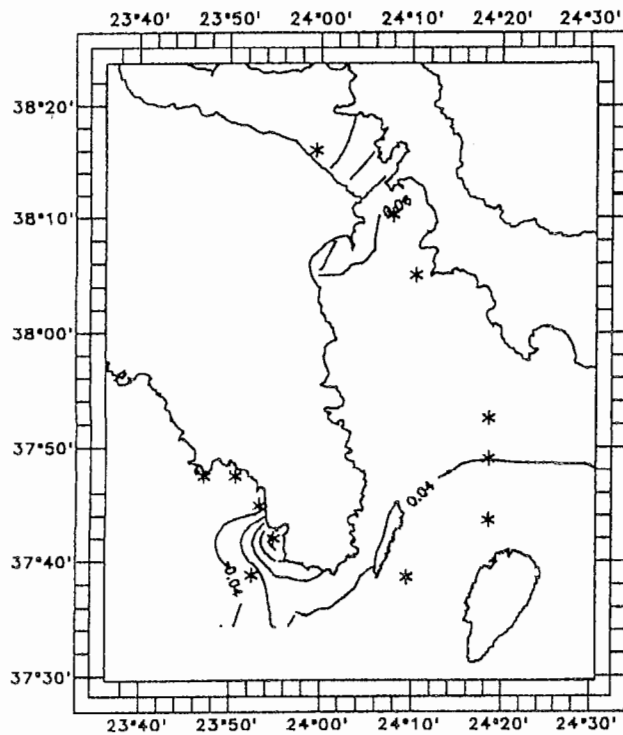


NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

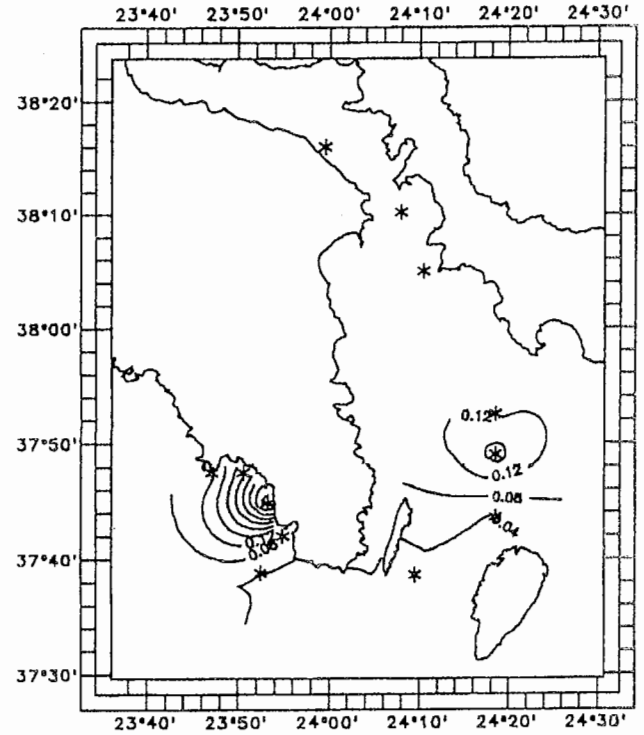


### 4ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



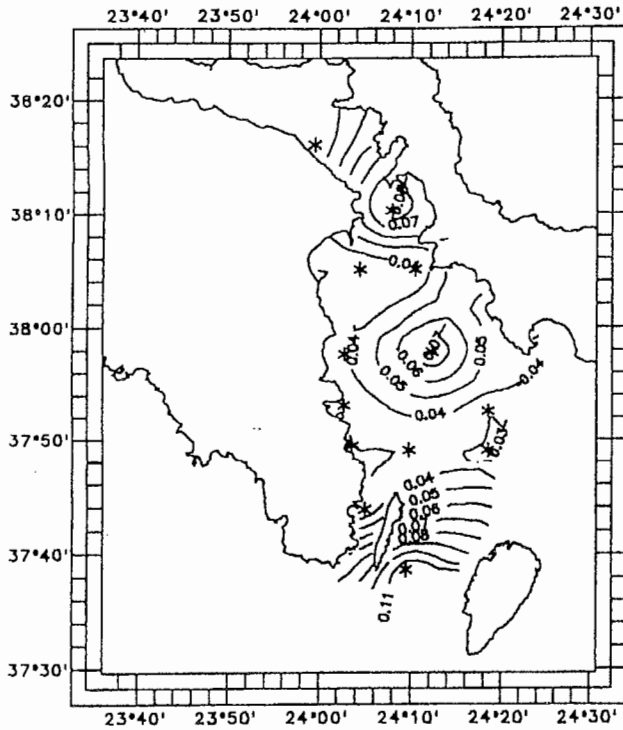
NITRATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



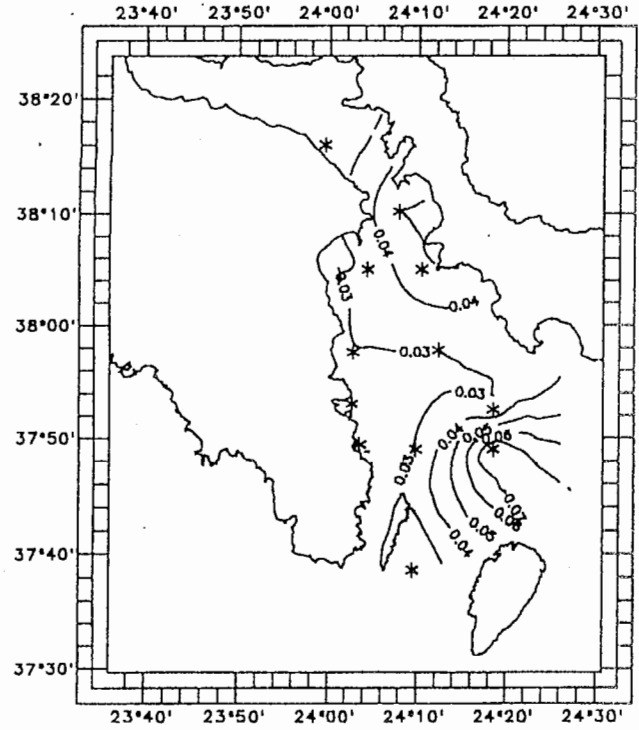
Εικ. 3.3.3/2. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος-4ος κύκλος.

### 5ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRITES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

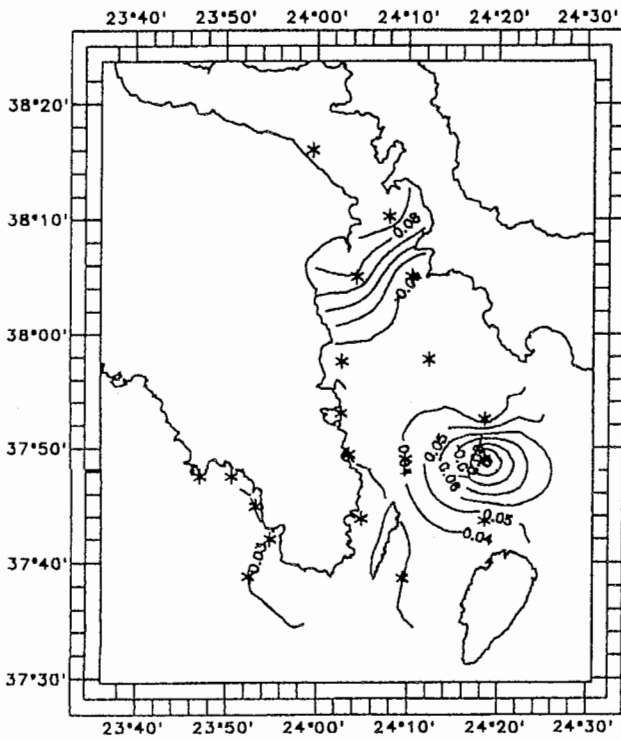


NITRITES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

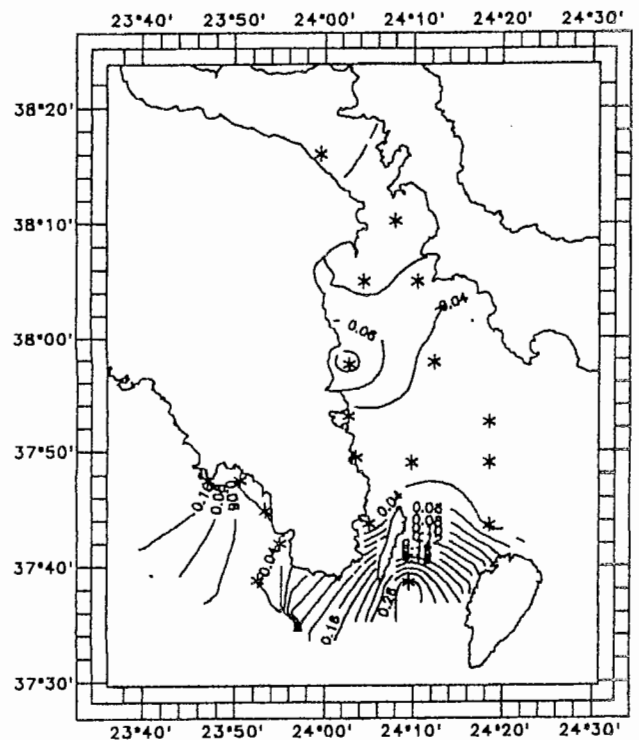


### 6ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRITES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



NITRITES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

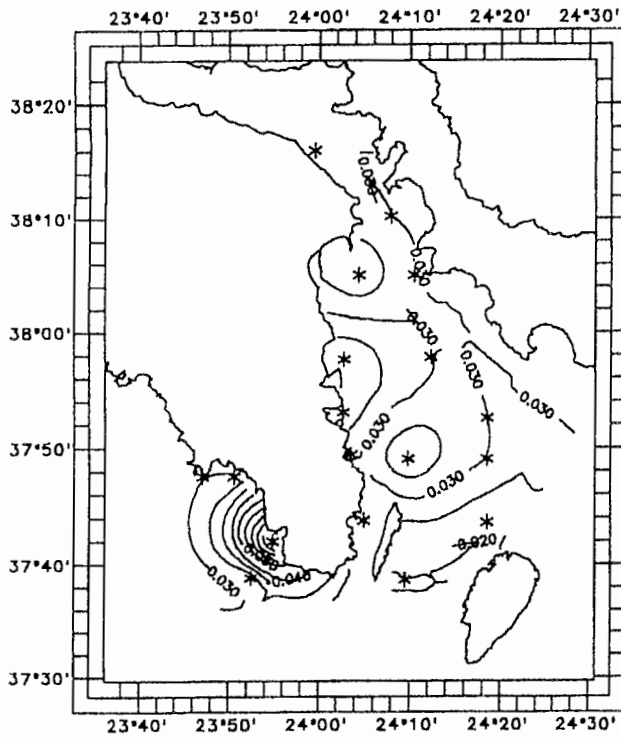


Εικ. 3.3.3/3. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρωδών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος κύκλος.

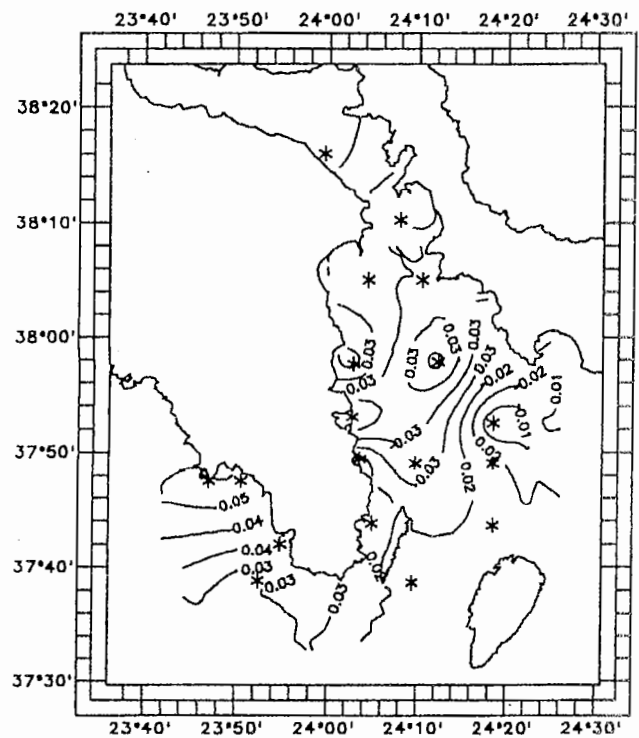


### 7ος ΚΥΚΛΟΣ

NITRITES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



NITRITES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



Εικ. 3.3.3/4. Κατανομή των συγκεντρώσεων νιτρωδών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.

**1ος κύκλος (Εικ. 3.3.4/1):** Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων κυμαίνονται από 1.10 ως 4.69  $\mu\text{g-at/l}$ . Αν και η γενική εικόνα δείχνει μια τάση σχετική μείωσης των συγκεντρώσεων στους βόρειους σταθμούς, η τάση αυτή δεν γενικεύεται και στα 30 m όπου εμφανίζονται αυξημένες τιμές στην περιοχή των Στύρων. Γενικότερα, στα 30 m οι τιμές των φωσφορικών είναι χαμηλότερες, εξακολουθεί όμως να παρατηρείται αύξηση στα νοτιοανατολικά.

**2ος κύκλος (Εικ. 3.3.4/1):** Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται σε χαμηλά σχετικά επίπεδα, από 0.02 ως 0.16  $\mu\text{g-at/l}$ , με εξαίρεση τα 0.35  $\mu\text{g-at/l}$  στον E3 (Σαρωνικός) στα 30 m και τα 0.92  $\mu\text{g-at/l}$  στην επιφάνεια του E13 (Λαύριο). Οι αυξημένες αυτές συγκεντρώσεις, κάτι που ισχύει γενικότερα στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσίας μεμονωμένων υψηλών τιμών, θα πρέπει να αποδοθούν σε ανθρωπογενή επιβάρυνση. Ο σχηματισμός πυρήνα υψηλών συγκεντρώσεων στα νοτιοανατολικά και οι μειωμένες συγκεντρώσεις στους Πεταλιούς στα 30 m, αντιστοιχούν με τις κατανομές αλατότητας (βλέπε προηγ. κεφάλαιο).

**3ος κύκλος (Εικ. 3.3.4/2):** Στον τρίτο κύκλο δεν παρατηρήθηκαν χαρακτηριστικές διαβαθμίσεις στις συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων, αλλά μάλλον τυχαίες αυξομειώσεις που ενδέχεται να σχετίζονται με ανθρωπογενείς επιδράσεις. Οι τιμές στην επιφάνεια κυμαίνονται από 0.02 ως 1.92  $\mu\text{g-at/l}$  στον E30 (Στύρα), ενώ στα 40 m από 0.02 ως 0.40  $\mu\text{g-at/l}$  στον E5 (Σαρωνικός).

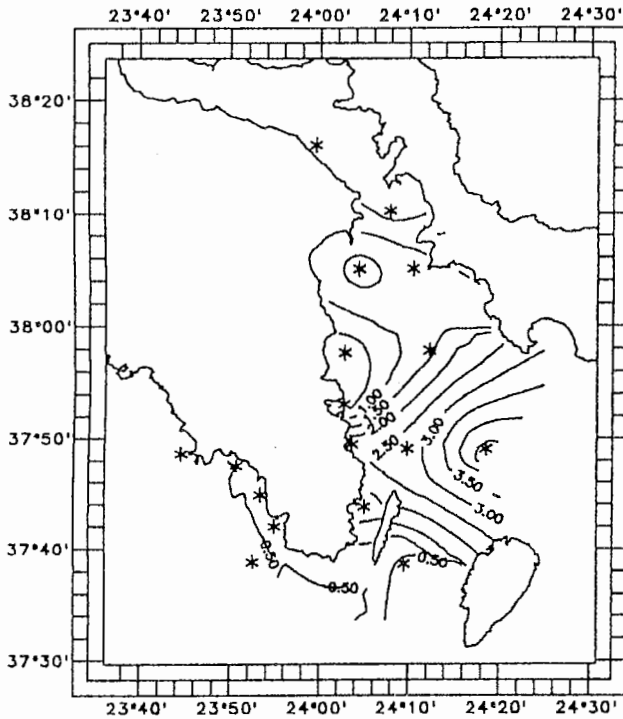
**4ος κύκλος (Εικ. 3.3.4/2):** Αν και η εικόνα είναι ελλιπής μπορούμε να πούμε ότι στην επιφάνεια οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 0.02 ως 0.63  $\mu\text{g-at/l}$  στον E31 (Κάλαμος). Στον Σαρωνικό οι τιμές κυμαίνονται σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτά του Ν Ευβοικού. Ας σημειωθεί ότι από την επιφάνεια, έχει αφαιρεθεί η τιμή 0.71  $\mu\text{g-at/l}$  στον E22.

**5ος κύκλος (Εικ. 3.3.4/3):** Κατά τη διάρκεια του πέμπτου κύκλου οι επιφανειακές τιμές κυμαίνονται από 0.02 ως 0.44  $\mu\text{g-at/l}$  στον E31 (περιοχή Καλάμου), ενώ στα 40 m από 0.02 ως 0.56  $\mu\text{g-at/l}$  στην Λούτσα (E24). Η κατανομή των επιφανειακών συγκεντρώσεων φαίνεται ομαλή, με μια τάση αύξησης προς τον E31. Στα 40 m, όπως και στην επιφάνεια, εμφανίζεται αύξηση τιμών στην Λούτσα. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με την ερμηνεία για φαινόμενο τοπικής ανάβλυσης, που δόθηκε για τις αλατότητες (βλέπε προηγ. κεφάλαιο).

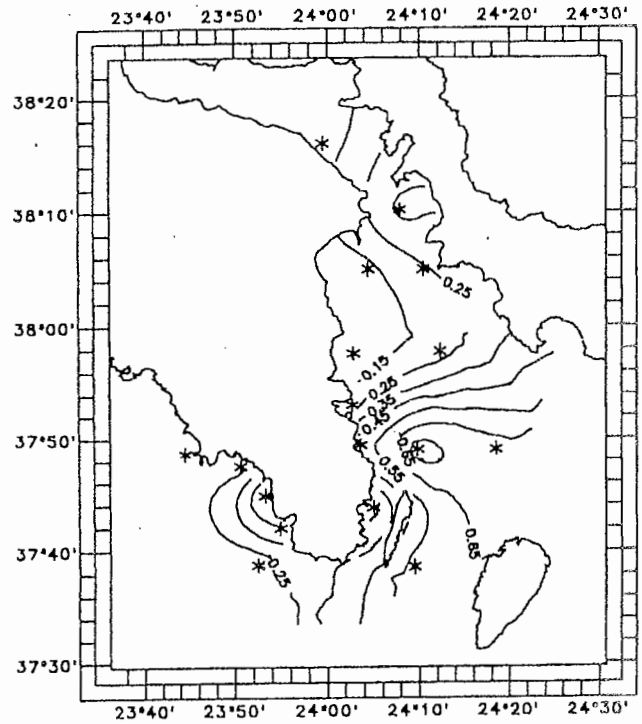
**6ος κύκλος (Εικ. 3.3.4/3):** Οι επιφανειακές συγκεντρώσεις κυμαίνονται μεταξύ 0.02 και 0.25  $\mu\text{g-at/l}$  (E5), ενώ στα 40 m ήταν υψηλότερες και κυμαίνονται από 0.02 ως 0.67  $\mu\text{g-at/l}$ .

## 1ος ΚΥΚΛΟΣ

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

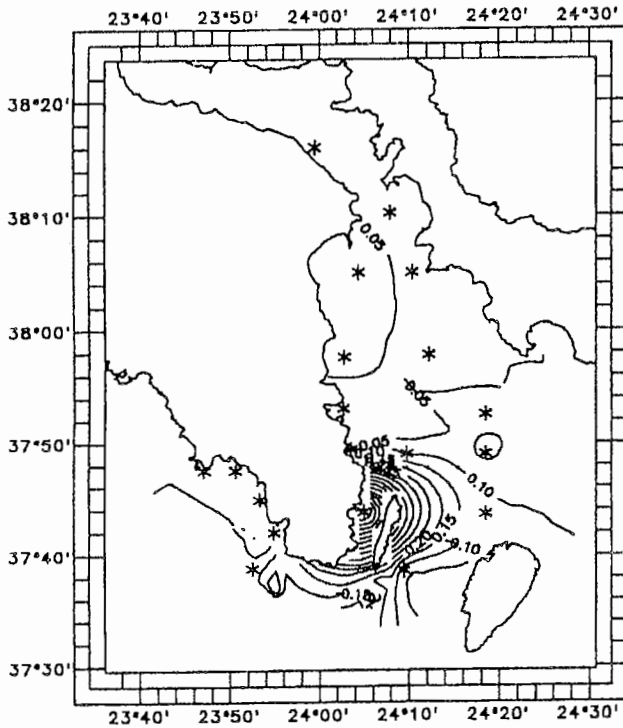


PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 30 m

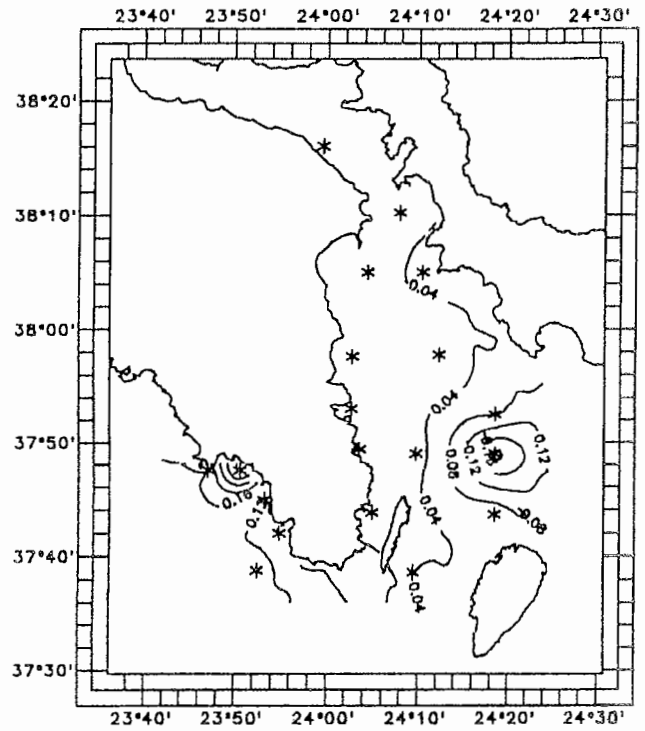


## 2ος ΚΥΚΛΟΣ

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



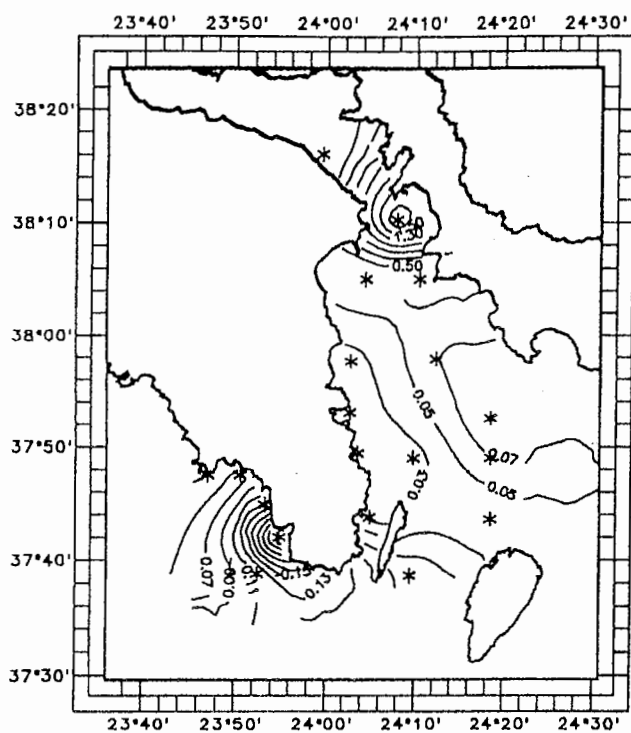
PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 30 m



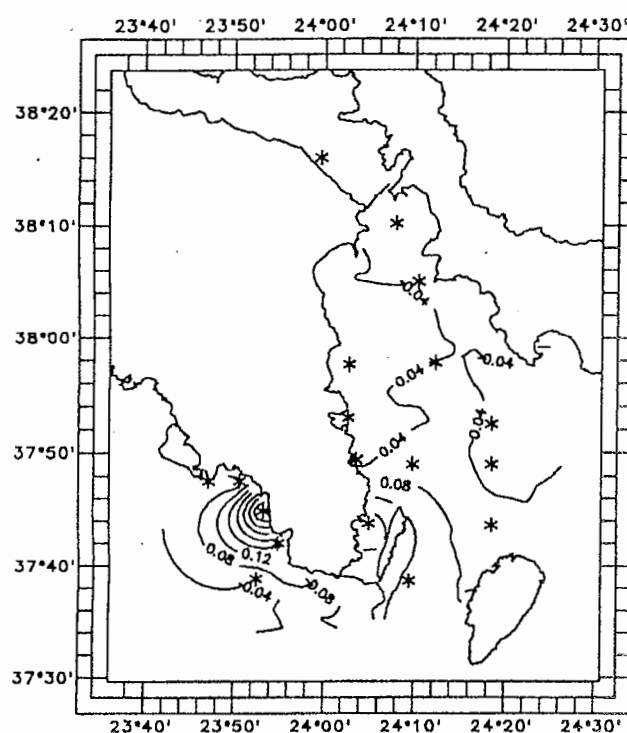
Εικ. 3.3.4/1. Κατανομή των συγκεντρώσεων φωσφορικών αλάτων (2 και 30 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος κύκλος.

### 3ος ΚΥΚΛΟΣ

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

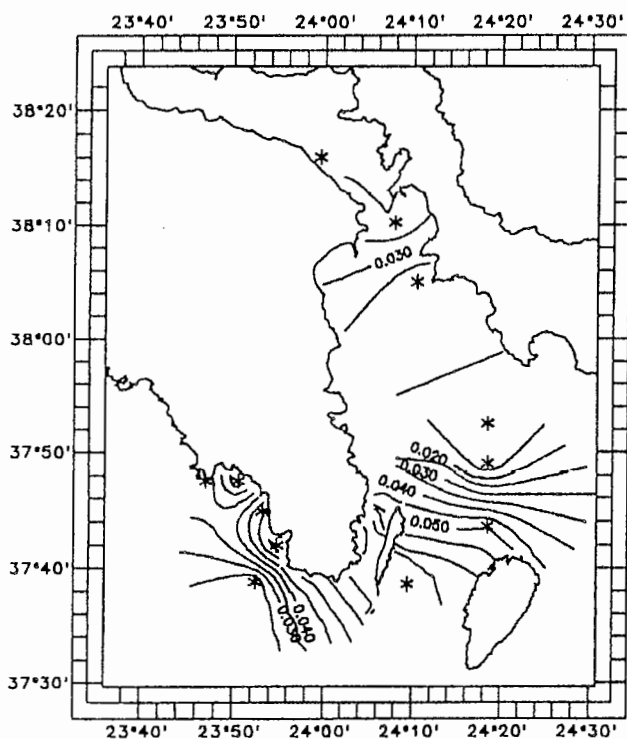


PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

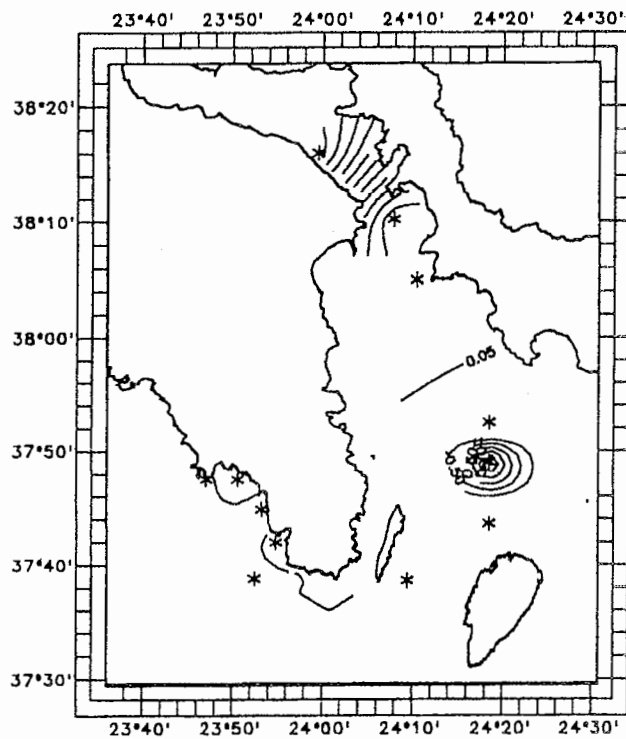


### 4ος ΚΥΚΛΟΣ

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



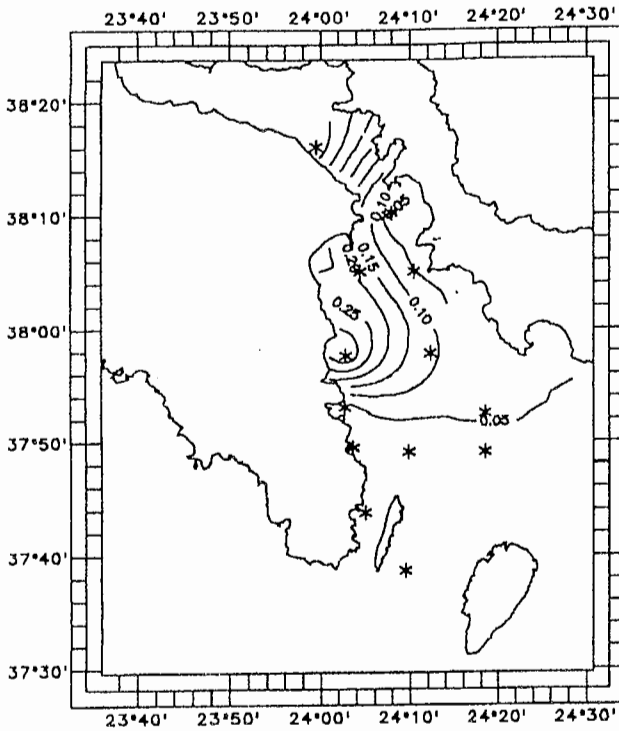
PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



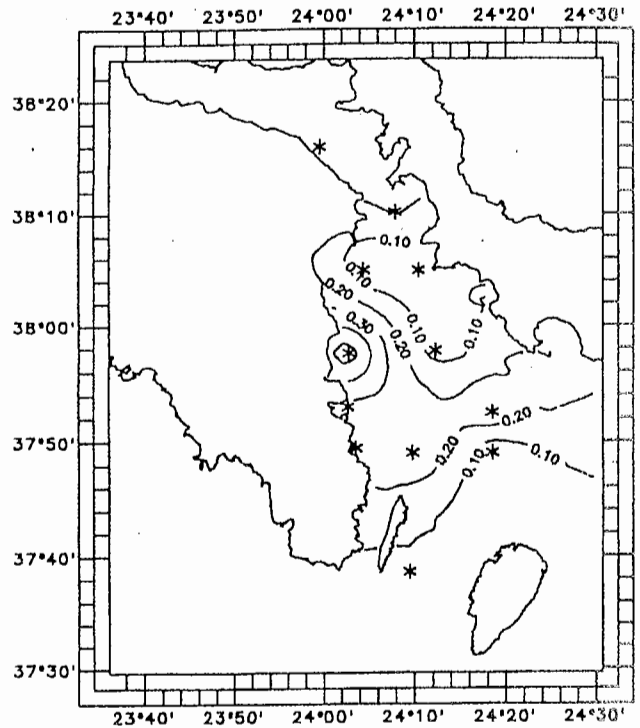
Εικ. 3.3.4/2. Κατανομή των συγκεντρώσεων φωσφορικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος-4ος κύκλος.

### 5ος ΚΥΚΛΟΣ

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

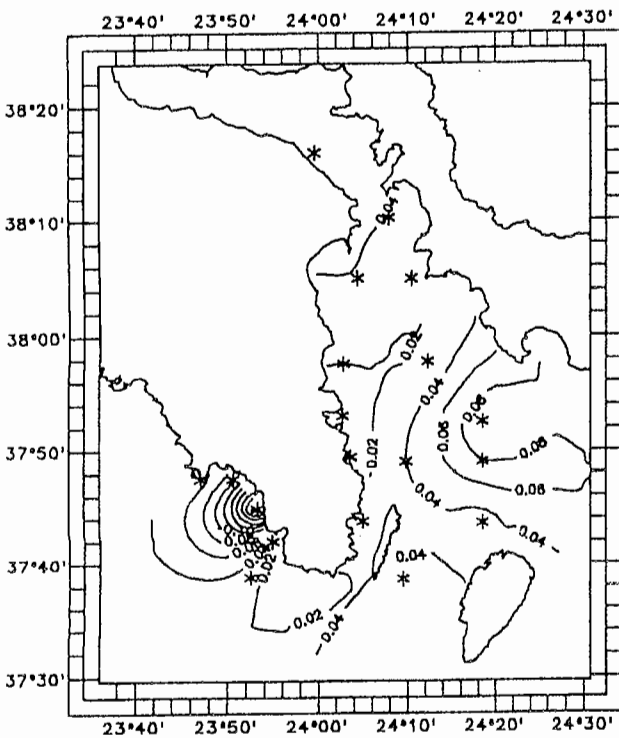


PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

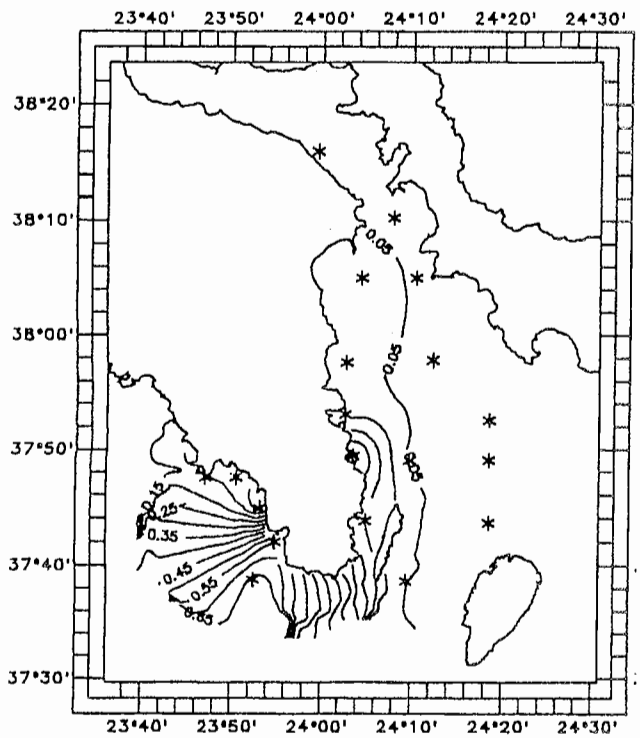


### 6ος ΚΥΚΛΟΣ

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

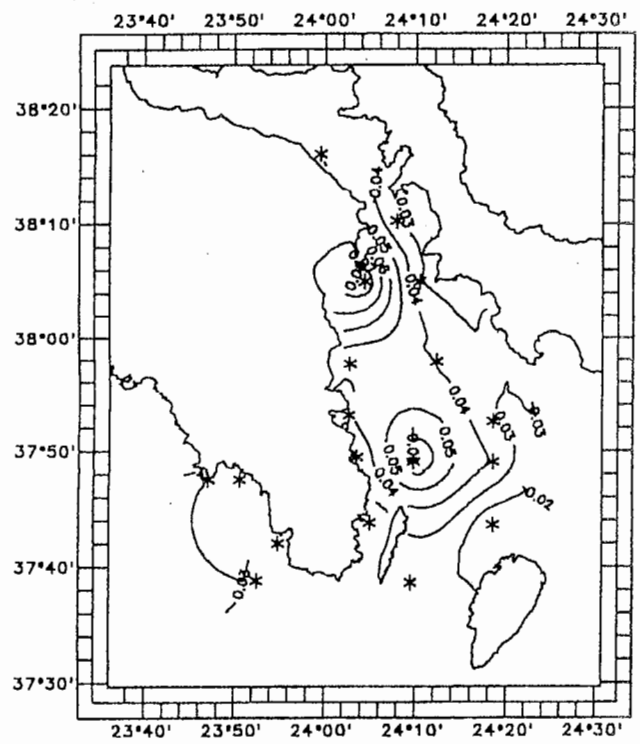
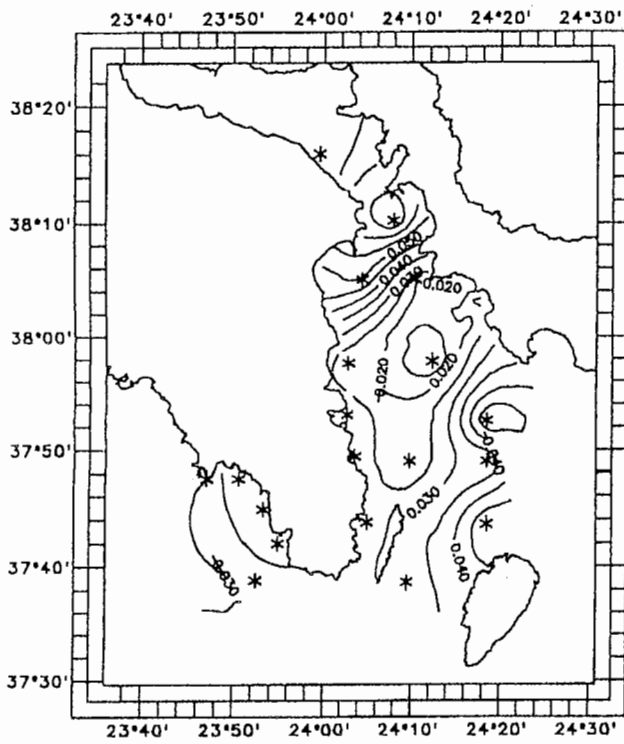


Εικ. 3.3.4/3. Κατανομή των συγκεντρώσεων φωσφορικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος κύκλος.

### 7ος ΚΥΚΛΟΣ

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

PHOSPHATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



Εικ. 3.3.4/4. Κατανομή των συγκεντρώσεων φωσφορικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.

at/l. Είναι φανερή η αύξηση των επιφανειακών συγκεντρώσεων στις ακτές του Σαρωνικού, κάτι που παρατηρείται και στα 40 m.

**7ος κύκλος (Εικ. 3.3.4/4):** Κατά τη διάρκεια του έβδομου κύκλου οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων κυμαίνονται από 0.02 ως 0.37  $\mu\text{g-at/l}$  (E16) στην επιφάνεια και από 0.02 ως 0.38  $\mu\text{g-at/l}$  (E28) στα 40 m. Στην κατανομή των 40 m φαίνεται ότι αυξημένες συγκεντρώσεις εμφανίζονται στην περιοχή του E17 σχηματίζοντας πυρήνα με αυξημένες συγκεντρώσεις, εκεί όπου σχηματίζεται αντίστοιχο μέτωπο υψηλών τιμών αλατότητας (βλέπε προηγ. κεφάλαιο). Αυξημένες συγκεντρώσεις μετρήθηκαν και στην περιοχή του Μαραθώνα. Στην περιοχή των Πεταλιών εμφανίζεται πυρήνας μειωμένων τιμών στην επιφάνεια, που συμφωνεί με την παρουσία του αντίστοιχου αντικυκλώνα στην περιοχή (βλέπε προηγ. κεφάλαιο).

### **3.3.5 ΠΥΡΙΤΙΚΑ ΑΛΑΤΑ**

Κυριότερη πηγή εισόδου πυριτικών αλάτων στο θαλασσινό νερό είναι ο στερεός φλοιός της γης, από τον οποίο μεταφέρονται στη θάλασσα ως προϊόν αποσάθρωσης. Τα νερά των ποταμών, των χειμάρρων και τα όμβρια, εμπλουτίζουν σε διαλυτά πυριτικά τις παράκτιες κυρίως περιοχές.

Είναι γνωστό, ότι, το διοξείδιο του πυριτίου είναι απαραίτητο συστατικό της στερεάς δόμησης των διατόμων καθώς και μερικών άλλων θαλάσσιων οργανισμών. Το ανόργανο τμήμα των διατόμων περιέχει πάνω από 60%  $\text{SiO}_2$ . Το διαλυμένο πυρίτιο προσλαμβάνεται από τους θαλάσσιους οργανισμούς στα επιφανειακά στρώματα και αποδεσμεύεται μερικά μετά το θάνατό τους στα βαθύτερα στρώματα.

Τα πυριτικά άλατα συσχετίζονται κατά τρόπο αντιστρόφως ανάλογο με την αλατότητα, λόγω της αυξημένης διαλυτότητας του πυριτικού οξέος σε διαλύματα χαμηλής ιονικής ισχύος. Οι εποχιακές αυξομειώσεις των πυριτικών αλάτων είναι ανάλογες με αυτές των φωσφορικών. Έτσι, την άνοιξη, η αύξηση του φυτοπλαγκτού προκαλεί μείωση των πυριτικών, ενώ τον Σεπτέμβριο οι τιμές αναμένεται να είναι αυξημένες. Γενικά η συγκέντρωση του πυριτίου στα επιφανειακά στρώματα αναμένεται να είναι μικρότερη από αυτή στον πυθμένα ή κοντά σε αυτόν, εκτός αν πρόκειται για περιοχές ανάβλυσης.

**1ος κύκλος (Εικ. 3.3.5/1):** Σχετικά χαμηλές εμφανίζονται οι επιφανειακές συγκεντρώσεις των πυριτικών αλάτων, που κυμαίνονται από 0.38 (E9) ως 1.47  $\mu\text{g-at/l}$  (E3), με αυξημένες συγκεντρώσεις στο E31 (περιοχή Καλάμου). Στα 30 m κυμαίνονται από 0.52 (E9) ως 1.22  $\mu\text{g-at/l}$  (E31). Φαίνεται η αύξηση των συγκεντρώσεων τόσο στους βόρειους σταθμούς του Ν Ευβοικού, όσο και στο Σαρωνικό.

**2ος κύκλος (Εικ. 3.3.5/1):** Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.46 (E9) ως 1.40  $\mu\text{g-at/l}$  (E31), ενώ στα 30 m από 0.46 ως 2.21  $\mu\text{g-at/l}$  (E31). Είναι φανερή η αύξηση των συγκεντρώσεων προς τους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοικού, ενώ οι συγκεντρώσεις στον Σαρωνικό είναι σχετικά χαμηλότερες.

**3ος κύκλος (Εικ. 3.3.5/2):** Οι συγκεντρώσεις στο τρίτο κύκλο κυμαίνονται στην επιφάνεια μεταξύ 0.22 (E24) και 0.78  $\mu\text{g-at/l}$  (E31), ενώ στα 40 m από 0.37 (E12) ως 1.36  $\mu\text{g-at/l}$  (E24). Οι τιμές είναι γενικά αυξημένες στα 40 m σε σχέση με την επιφάνεια, ενώ οι οριζόντιες κατανομές είναι ομαλές, με αυξημένες τιμές στους βόρειους σταθμούς.

**4ος κύκλος (Εικ. 3.3.5/2):** Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 0.24 (E15, E18, E22) ως 0.86  $\mu\text{g-at/l}$  (E31) στην επιφάνεια, και από 0.48 (E8) ως 3.29  $\mu\text{g-at/l}$  (E31) στα 40 m, όπου οι συγκεντρώσεις είναι υψηλότερες. Στο Σαρωνικό οι συγκεντρώσεις των πυριτικών αλάτων είναι σχετικά χαμηλότερες.

**5ος κύκλος (Εικ. 3.3.5/3):** Κατά τον πέμπτο κύκλο οι τιμές κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.22 ως 0.65  $\mu\text{g-at/l}$  (E30), ενώ στα 40 m που ήταν υψηλότερες, από 0.48 ως 1.77  $\mu\text{g-at/l}$  (E29). Οι οριζόντιες κατανομές παρουσιάζουν ίδια περίπου μορφή με αυτή των άλλων παραμέτρων. Έτσι, στην επιφάνεια εμφανίζεται αύξηση στην περιοχή μεταξύ Μακρονήσου-Κέας, καθώς και στο βόρειο τμήμα του Ν Ευβοικού. Στα 40 m χαρακτηριστική είναι η αύξηση προς το βόρειο τμήμα του Ν Ευβοικού .

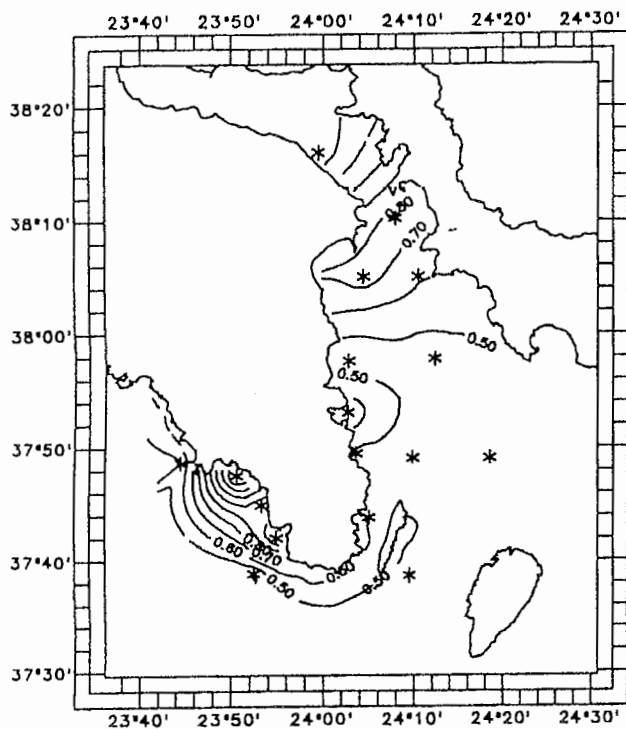
**6ος κύκλος (Εικ. 3.3.5/3):** Οι συγκεντρώσεις των πυριτικών αλάτων κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.22 (E9) ως 0.96  $\mu\text{g-at/l}$  (E17), ενώ στα 40 m από 0.38 (E18) ως 1.35  $\mu\text{g-at/l}$  (E24, Λούτσα), με αρκετά υψηλές τιμές και στους βόρειους σταθμούς του Ν Ευβοικού. Χαρακτηριστική είναι η μείωση των συγκεντρώσεων στα νοτιοανατολικά και η αύξηση τους στα βόρεια. Στην περιοχή των Πεταλιών, όπου εμφανίζεται το μέτωπο χαμηλής αλατότητας και θερμοκρασίας (βλέπε προηγ. κεφάλαιο), εμφανίζονται αυξημένες τιμές.

**7ος κύκλος (Εικ. 3.3.5/4):** Οι τιμές κυμαίνονται στην επιφάνεια από 0.21 (E20) ως 0.68  $\mu\text{g-at/l}$  (E31) και στα 40 m από 0.35 (E16) ως 1.51  $\mu\text{g-at/l}$  (E30), με σχετικά αυξημένες συγκεντρώσεις και στους E20 (1.01  $\mu\text{g-at/l}$ ) και E31 (1.33  $\mu\text{g-at/l}$ ). Στα 40 m, οι τιμές παρουσιάζονται μειωμένες στην περιοχή των Πεταλιών.

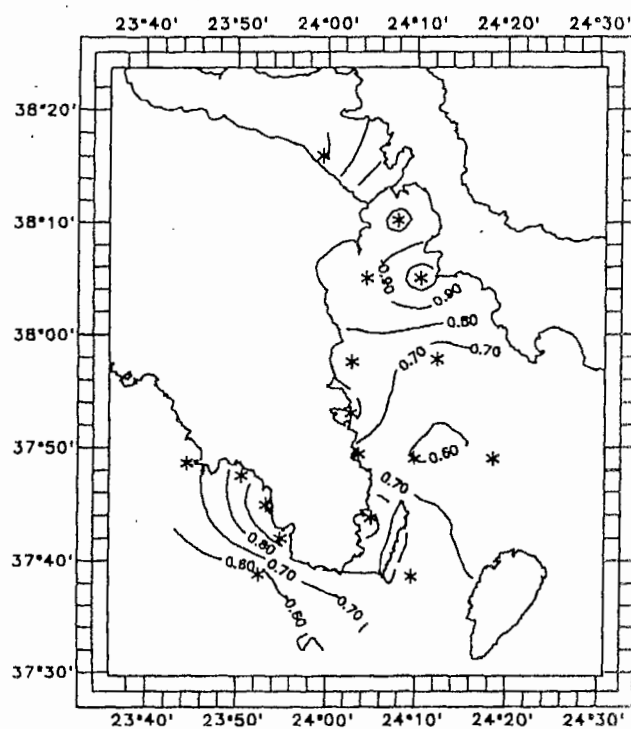


## 1ος ΚΥΚΛΟΣ

SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

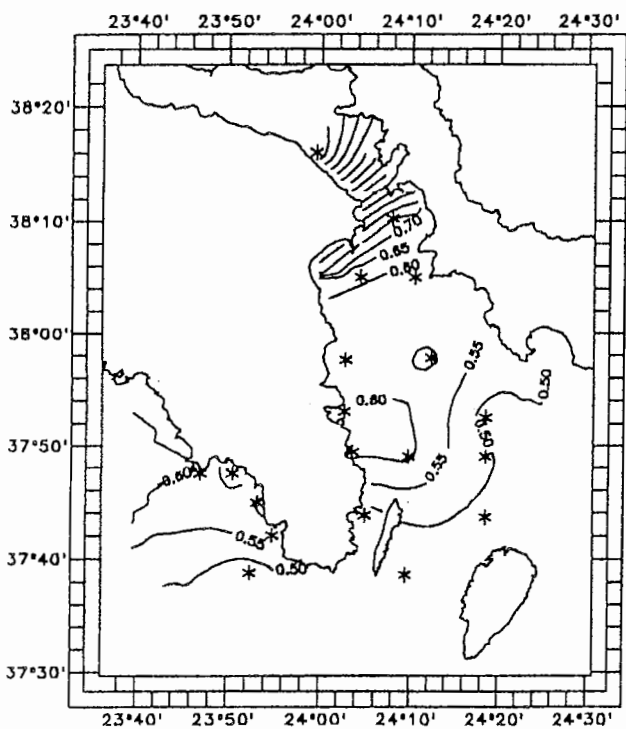


SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 30 m

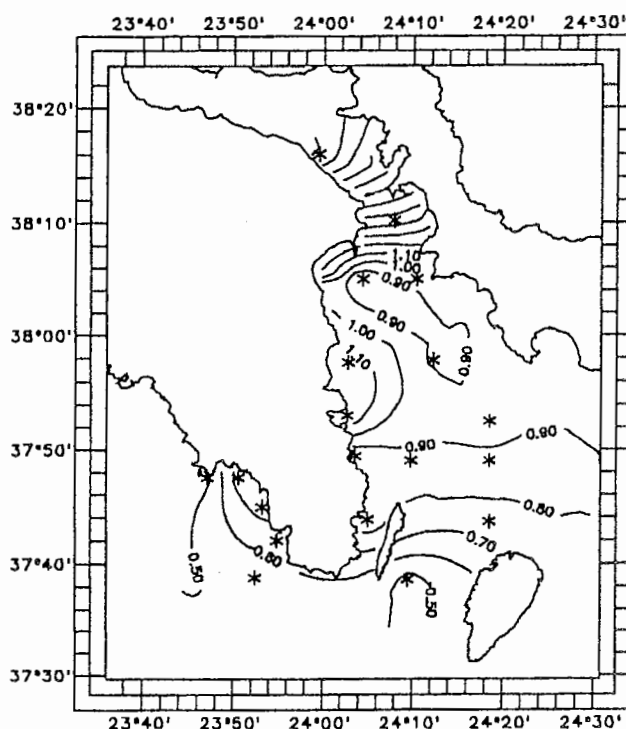


## 2ος ΚΥΚΛΟΣ

SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



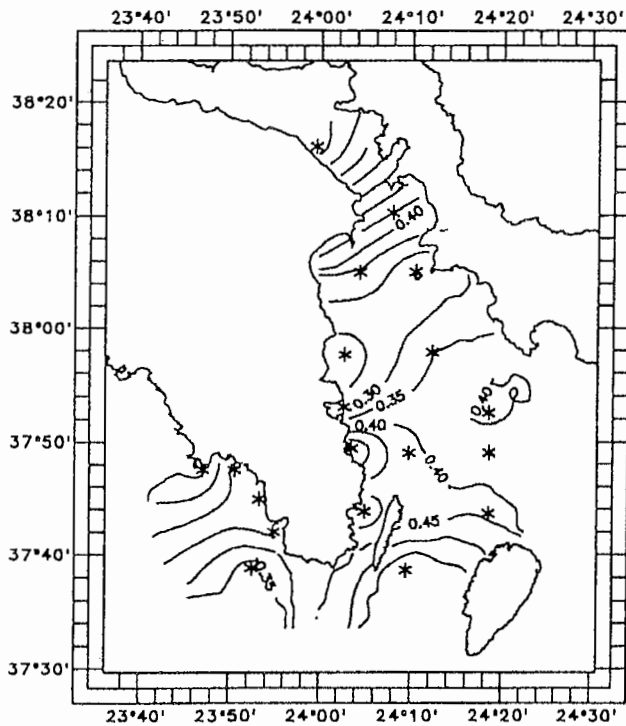
SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 30 m



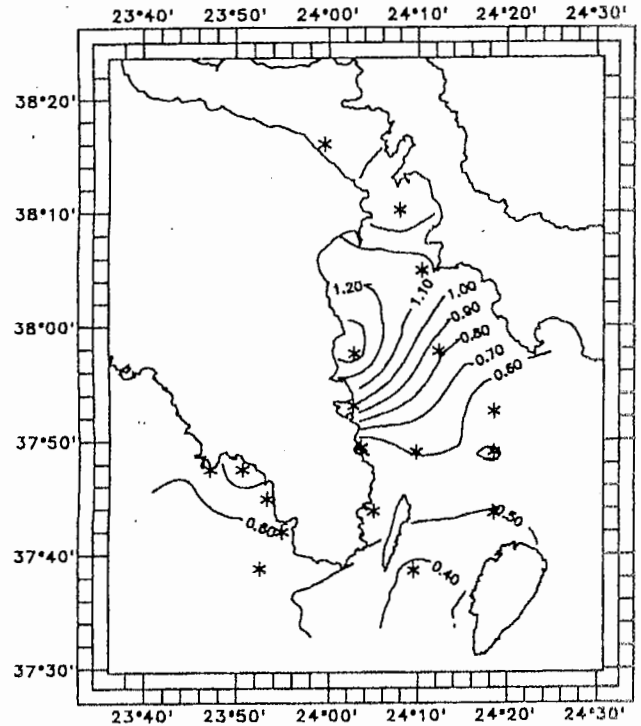
Εικ. 3.3.5/1. Κατανομή των συγκεντρώσεων πυριτικών αλάτων (2 και 30 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος κύκλος.

### 3ος ΚΥΚΛΟΣ

SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

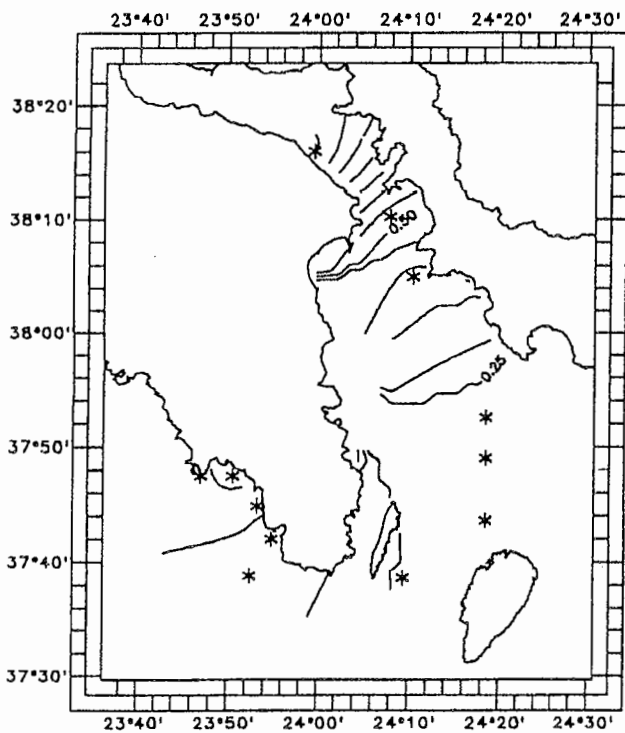


SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

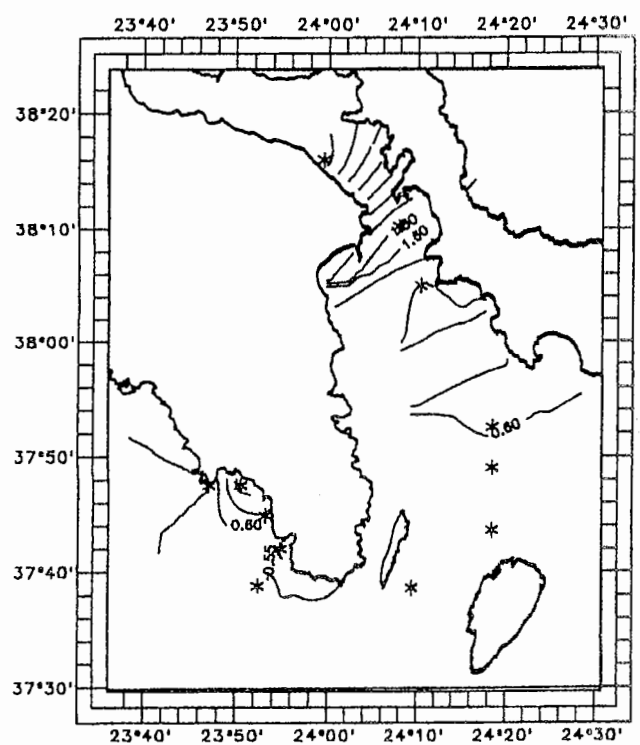


### 4ος ΚΥΚΛΟΣ

SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



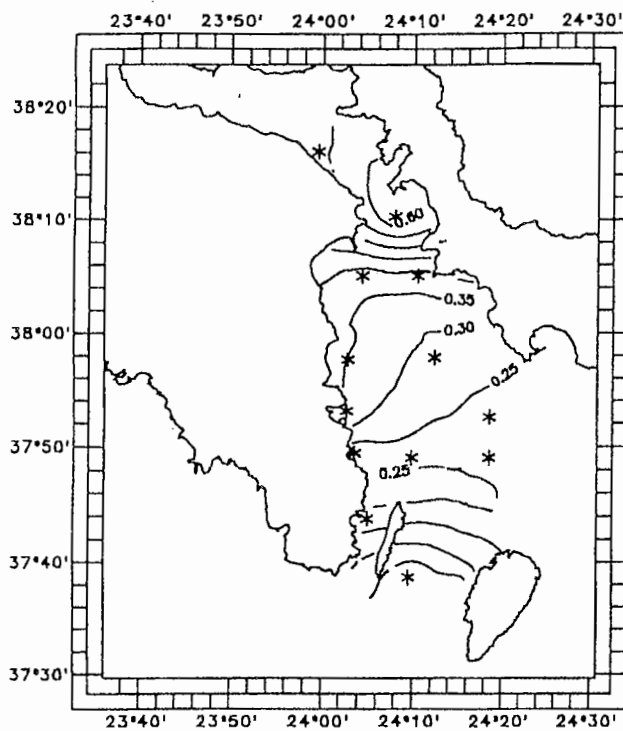
SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



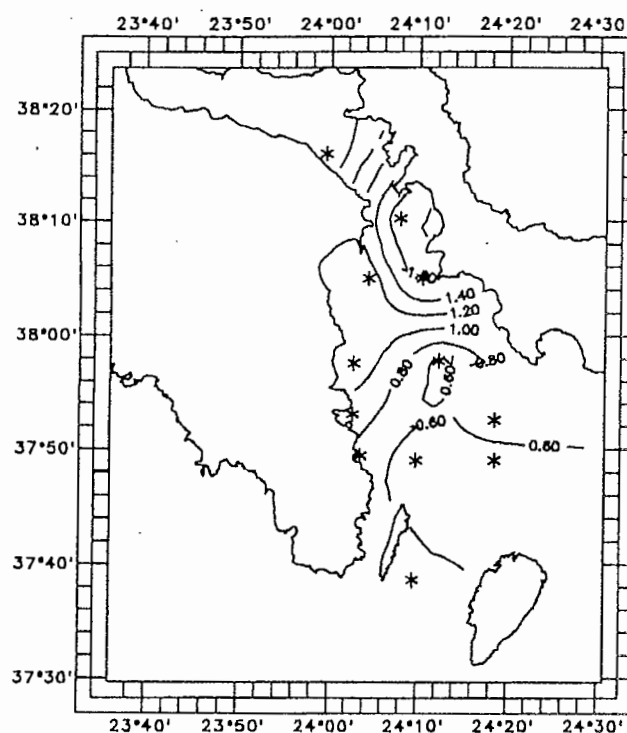
Εικ. 3.3.5/2. Κατανομή των συγκεντρώσεων πυριτικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος-4ος κύκλος.

### 5ος ΚΥΚΛΟΣ

SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m

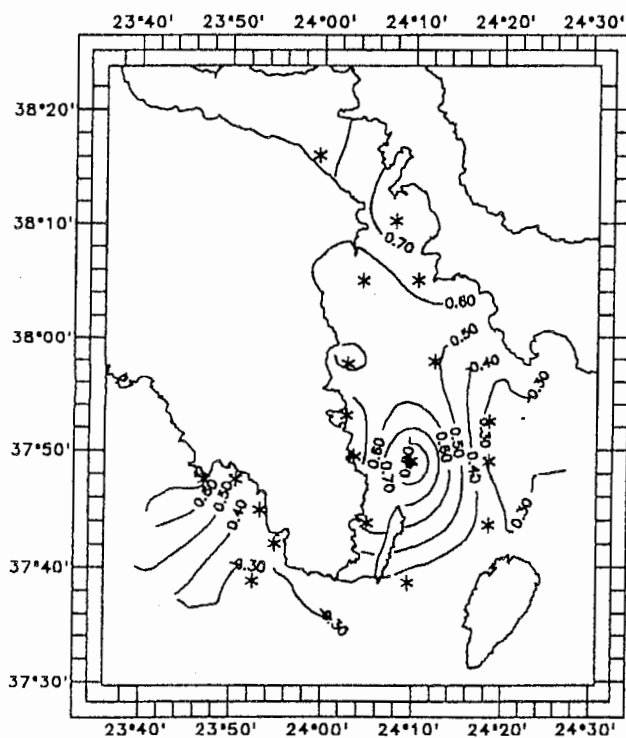


SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m

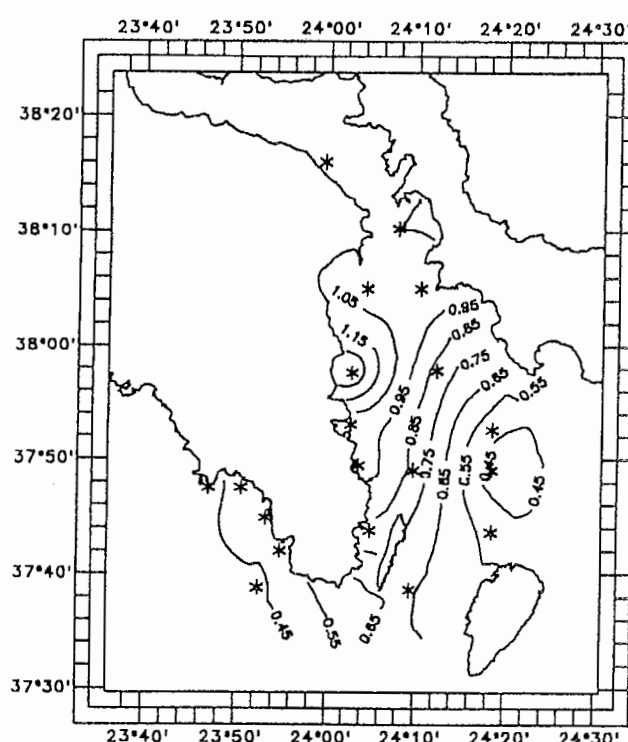


### 6ος ΚΥΚΛΟΣ

SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



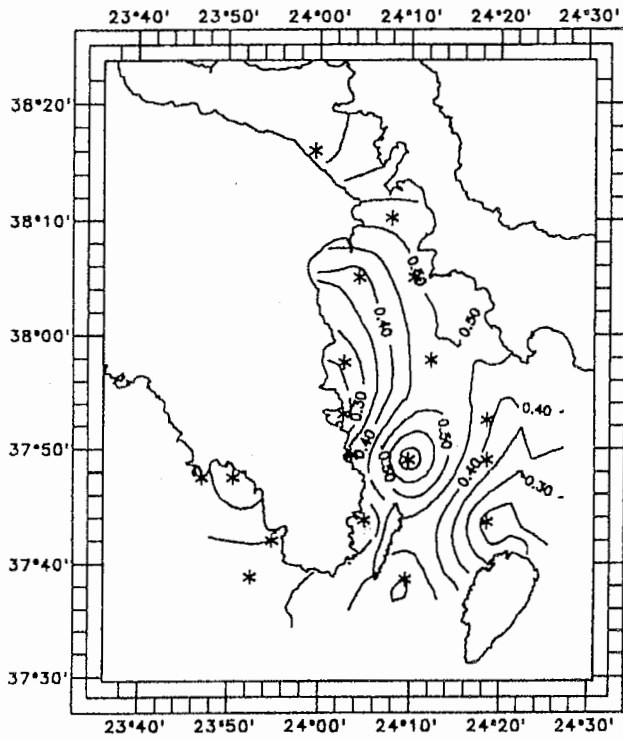
SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



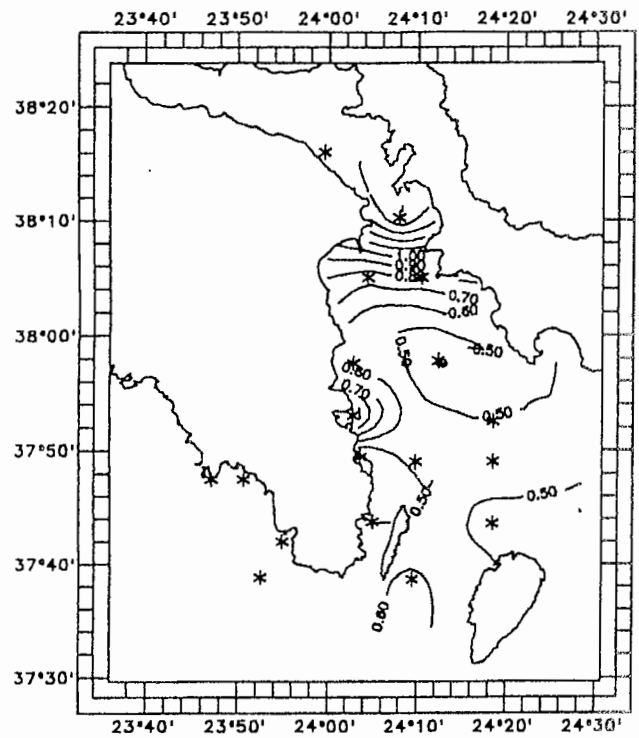
Εικ. 3.3.5/3. Κατανομή των συγκεντρώσεων πυριτικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος κύκλος.

7ος ΚΥΚΛΟΣ

SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 2 m



SILICATES ( $\mu\text{g-at/l}$ ) - 40 m



Εικ. 3.3.5/4. Κατανομή των συγκεντρώσεων πυριτικών αλάτων (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.

### 3.3.6 ΑΜΜΩΝΙΑΚΑ ΑΛΑΤΑ

Η μέτρηση των αμμωνιακών αλάτων παρουσίασε τεχνικά προβλήματα με αποτέλεσμα οι τιμές να μην θεωρούνται αντιπροσωπευτικές. Η κατανομή των αμμωνιακών θα σχολιαστεί στην Τελική Εκθεση με την συνεκτίμηση του συνόλου των δεδομένων.

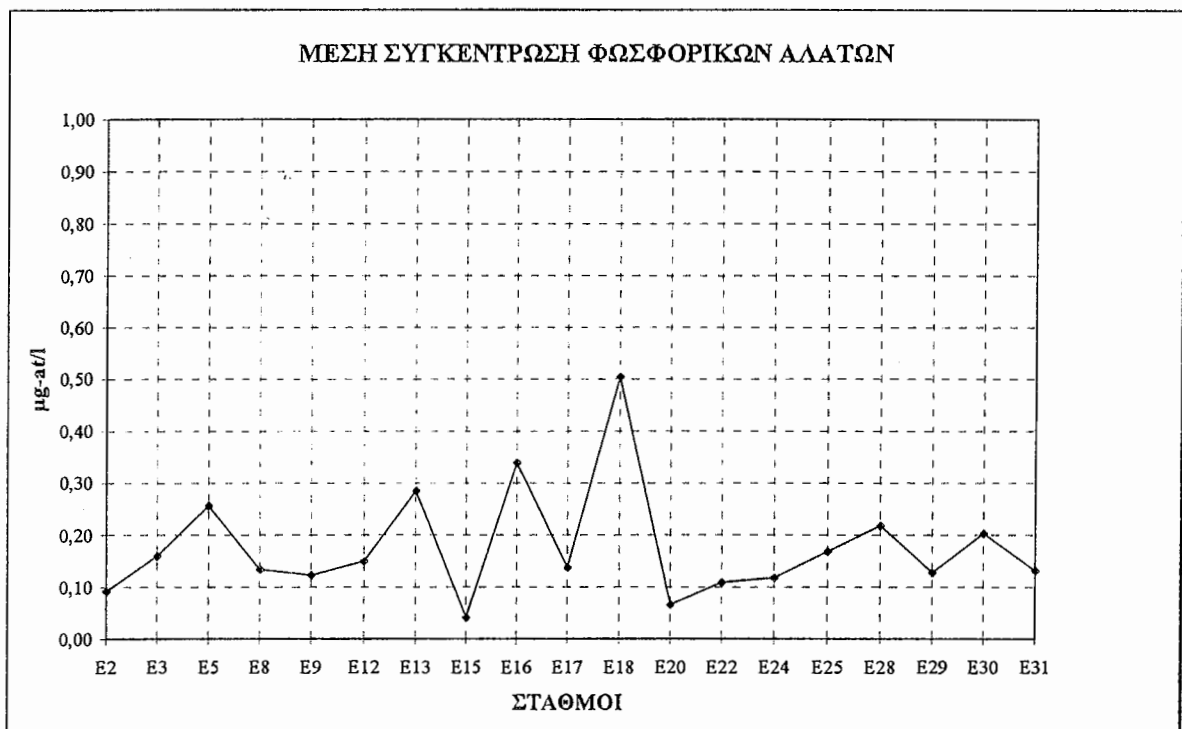
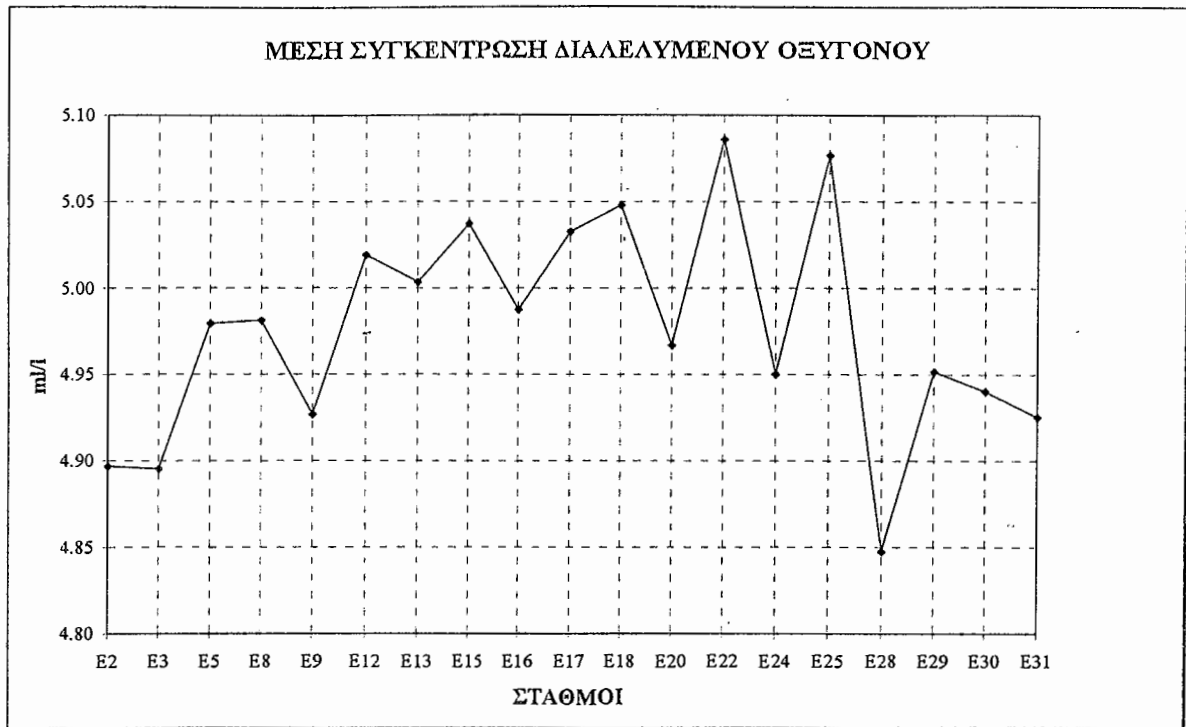
### **3.4 Ανακεφαλαίωση - Συμπεράσματα**

Οι επαναλαμβανόμενοι ανά δύο ημέρες κύκλοι έδωσαν πολύτιμες πληροφορίες για τις διακυμάνσεις των επιπέδων των συγκεντρώσεων, αλλά συγχρόνως έδειξαν σε μεγάλο βαθμό την πολυπλοκότητα του συστήματος, στο οποίο όλες οι διεργασίες έχουν άμεση συσχέτιση και εξάρτηση μεταξύ τους. Το σύστημα δείχνει να υφίσταται διαφοροποιήσεις, που είναι αποτέλεσμα τόσο της επίδρασης εξωγενών παραγόντων (τοπικές πηγές ρύπανσης) και βιολογικών διεργασιών (πχ αποικοδόμηση), όσο και της κυκλοφορίας των μαζών, που επηρεάζει τη διάχυση των ρύπων και κατ' επέκταση των συγκεντρώσεων των μελετούμενων συστατικών.

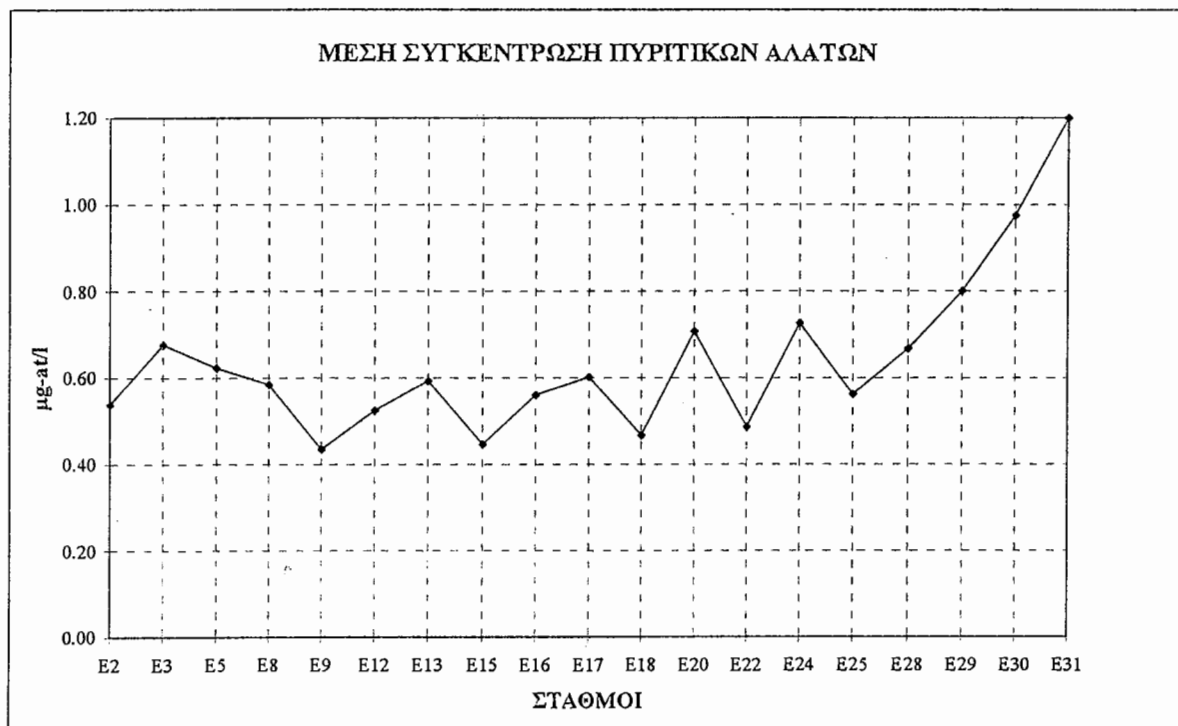
Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, που είναι ιδιαίτερα έντονες στην περιοχή αυτή την περίοδο, δημιουργούν εστίες ιδιαίτερης επιβάρυνσης, τις οποίες καλείται το σύστημα να εξουδετερώσει. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη ότι η υπό μελέτη περιοχή παρουσιάζει ιδιαίτερα έντονη κυκλοφορία πλοίων και μικρότερων σκαφών, που αυτή την περίοδο γίνεται ακόμα μεγαλύτερη, είναι πολύ πιθανό **τοπικά τυχαία περιστατικά**, όπως η ρύπανση από διέλευση πλοίων η άλλων σκαφών, να αποτελούν την κύρια αιτία για την εμφάνιση μεμονωμένων υψηλών συγκεντρώσεων. Το γεγονός ότι, οι υψηλές συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν σε κάποιους από τους κύκλους δεν επαναλήφθηκαν στον αμέσως επόμενο, δείχνει την μεγάλη ικανότητα του συστήματος για αυτοκαθαρισμό που οφείλεται στην καλή κυκλοφορία και την ανοικτή επικοινωνία με το Αιγαίο. Οσον αφορά τις αυξημένες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου στα 40 m, αυτές θεωρούνται αποτέλεσμα βιολογικών διεργασιών (αυξημένη φωτοσύνθεση).

Στις Εικ. 3.4/1, 3.4/2 και 3.4/3 φαίνονται οι μέσες συγκεντρώσεις για κάθε σταθμό των παραμέτρων που μελετήθηκαν στους επτά κύκλους. Όπως ήδη ανφέρθηκε, οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου, που βρίσκονται σε συσχέτιση με τις τιμές της θερμοκρασίας και της αλατότητας, κυμαίνονται σε επίπεδα κορεσμού για όλη την υπό μελέτη περιοχή. Αυξημένες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου μετρήθηκαν στην περιοχή των Πεταλιών, ενώ μειωμένες στους σταθμούς του Σαρωνικού και στους βόρειους σταθμούς του Ν Ευβοικού.

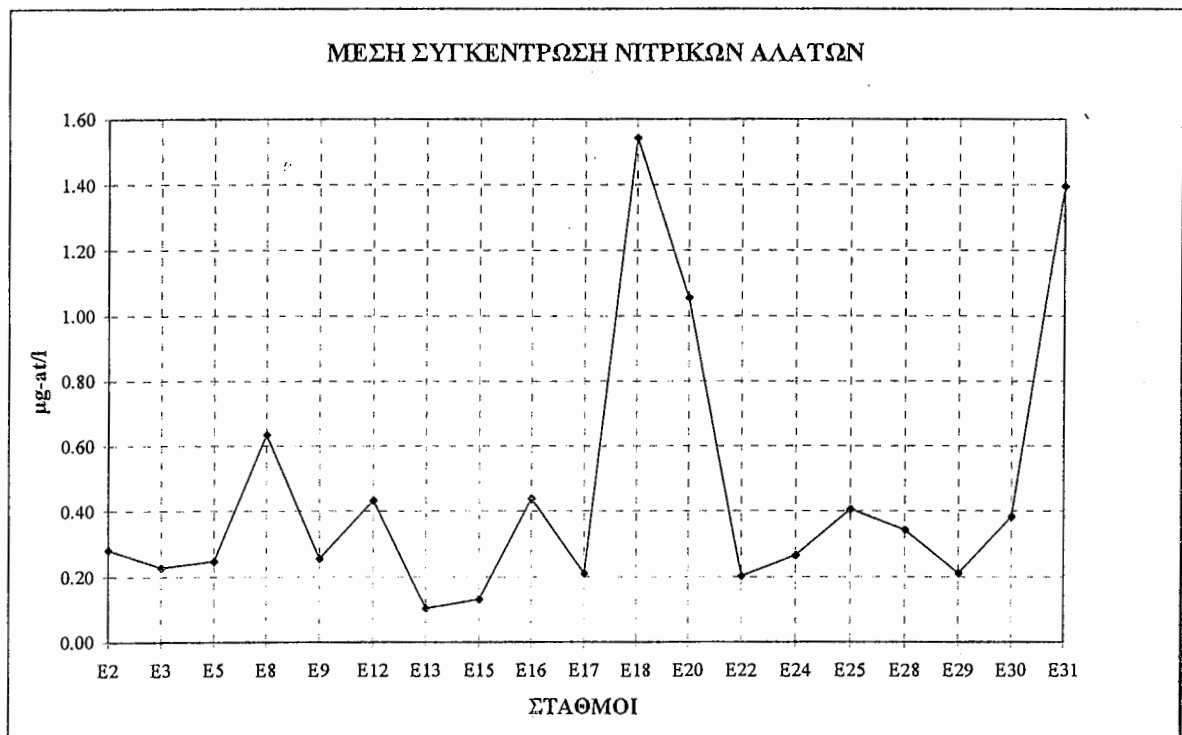
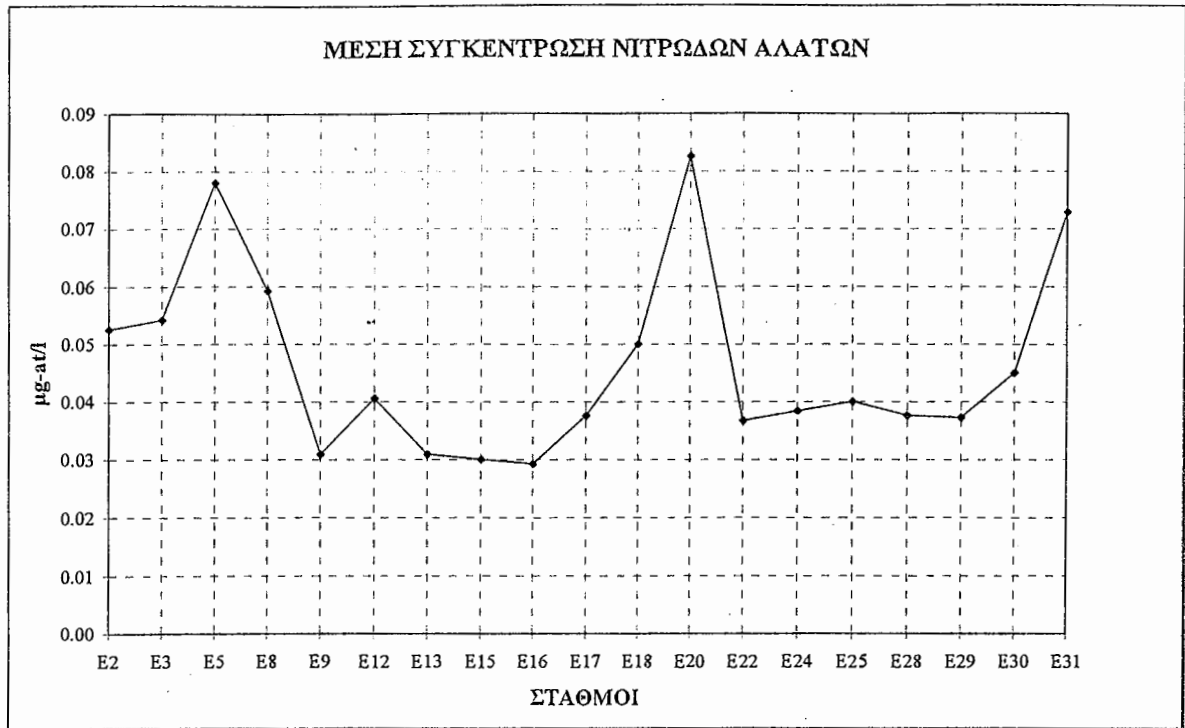
Ως προς τα θρεπτικά άλατα, πλησιάζοντας προς τους σταθμούς του βόρειου τμήματος του Ν Ευβοικού και ιδιαίτερα στον Ε31 (περιοχή Καλάμου), παρουσιάζονται αυξημένες συγκεντρώσεις, ιδιαίτερα νιτρωδών, νιτρικών και πυριτικών. Η εικόνα αυτή σε



Εικ. 3.4/1. Μέσες συγκεντρώσεις διαλελυμένου οξυγόνου και φωσφορικών αλάτων ανά σταθμό δειγματοληψίας, Σεπτέμβριος 1996.



Εικ. 3.4/2. Μέση συγκέντρωση πυριτικών αλάτων ανά σταθμό δειγματοληψίας,  
Σεπτέμβριος 1996.



Εικ. 3.4/3. Μέσες συγκεντρώσεις νιτρωδών και νιτρικών αλάτων ανά σταθμό δειγματοληψίας, Σεπτέμβριος 1996.



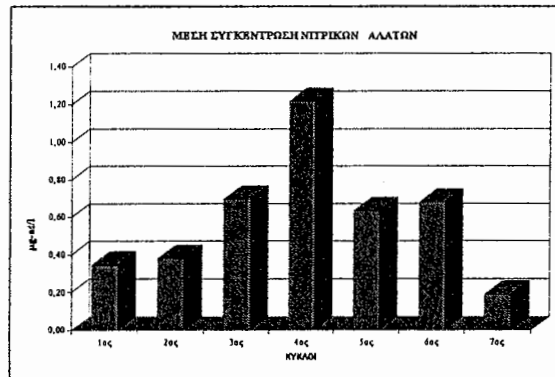
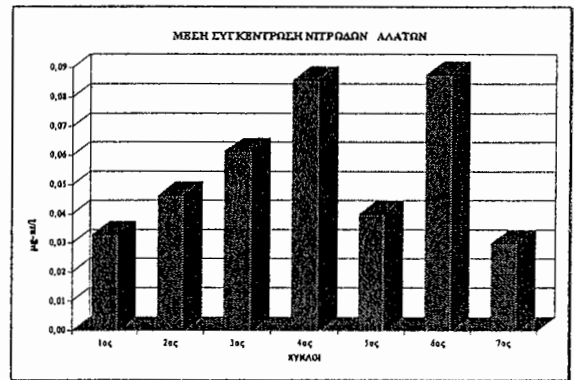
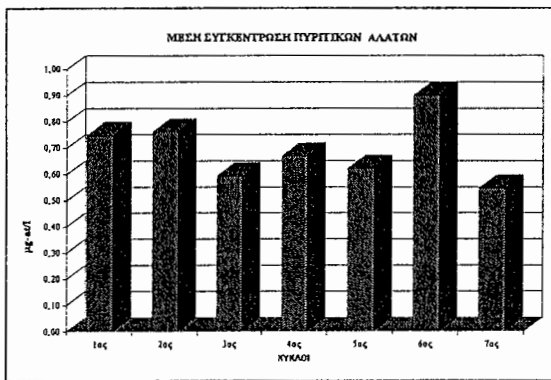
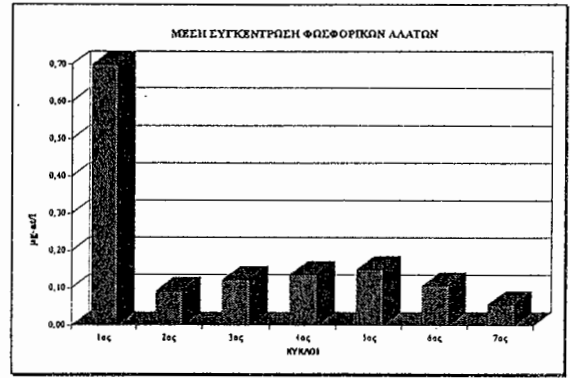
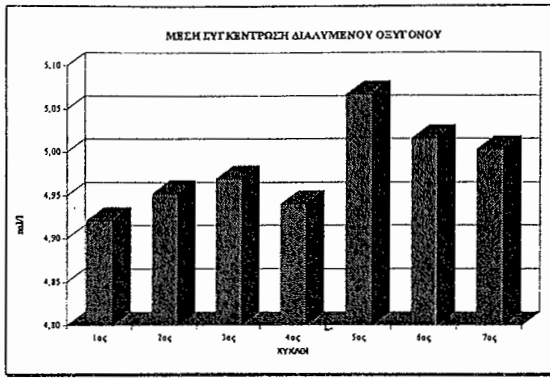
συνδυασμό με τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου, που είναι αντίθετη από αυτή του Μαρτίου, πρέπει να συνδεθεί με την επίδραση των νερών από τα στενά της Χαλκίδας, που κινούνται νότια. Αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών μετρήθηκαν στους σταθμούς του Σαρωνικού, αλλά και σποραδικά παρατηρήθηκαν κάποιες υψηλές τιμές σε περιοχές των παραλίων της Α Αττικής.

Πρέπει να σημειωθεί ότι κάποιες υψηλές τιμές θρεπτικών αλάτων ενδεχομένως αποτελούν ένδειξη τοπικής επιβάρυνσης από ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην περιοχή ή αποτελούν τυχαία περιστατικά που θα αξιολογηθούν μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων του προγράμματος. Ωστόσο, η έλλειψη περισσότερων πληροφοριών για την κατανομή των θρεπτικών στην υδάτινη στήλη, δεδομένου ότι δεν έγινε δειγματοληψία στα πρότυπα βάθη (0, 10, 20, 30, 50, 70, 100 m κλπ) αλλά σε δύο ενδεικτικά βάθη για λόγους περιορισμού του προϋπολογισμού, δυσχεραίνουν την ερμηνεία.

Στην Εικ. 3.4/4 φαίνονται οι μέσες συγκεντρώσεις των παραμέτρων ανά κύκλο για όλους τους σταθμούς. Οι αυξομειώσεις που παρατηρούνται, όπως προαναφέρθηκε, μπορούν να αποδοθούν τόσο σε ανθρωπογενείς επιδράσεις από τα παράλια της Αττικής όσο και σε τοπικά τυχαία περιστατικά (πχ ρύπανση από διέλευση πλοίων), πάντα βέβαια σε συνδυασμό με την κυκλοφορία. Η ομαλή εικόνα των πυριτικών συνδέεται με την έλλειψη εμπλουτισμού από γλυκά νερά (πχ ποτάμια, χείμαρροι).

Συγκρίνοντας τα νερά της περιοχής μελέτης με τα εκείνα του Αιγαίου (Friligos and Gotsis-Skretas 1987, Friligos 1981, 1985), φαίνεται ότι τα θρεπτικά (με εξαίρεση τις τιμές των αμμωνιακών που θα σχολιαστούν στην Τελική Εκθεση ) βρίσκονται συνολικά σε επίπεδα oligοτροφικών νερών. Μεμονωμένες τιμές νιτρικών και φωσφορικών ξεπερνούν τα όρια των oligοτροφικών νερών, χωρίς, ωστόσο, να αλλάζουν την γενική εικόνα. Γενικά οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών που μετρήθηκαν το Σεπτέμβριο, με εξαίρεση αυτές των πυριτικών, είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες του Μαρτίου. Η εμφάνιση του θερμοκλινούς αυτή την περίοδο προκαλεί τον εγκλωβισμό μεταξύ 30 και 50 m θρεπτικών, τα οποία προέρχονται από βαθιά νερά του Αιγαίου που είναι πλούσια σε θρεπτικά, ενώ οι τοπικές ανθρωπογενείς πηγές εμπλουτίζουν κυρίως τα επιφανειακά νερά. Παράλληλα παρατηρείται διατήρηση του οξυγόνου σε υψηλά επίπεδα.

Τέλος, ο λόγος του συνολικού ανόργανου αζώτου προς τον ανόργανο φωσφόρο (ΣΝ/Ρ) παρουσίασε πολύ μεγάλες διακυμάνσεις και, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων, ήταν πολύ μεγαλύτερος από την τιμή 15/1, που θεωρείται ιδανική για τη σωστή ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού. Συνεπώς περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού πρέπει να θεωρηθεί ο φωσφόρος, όπως συμβαίνει στις περισσότερες περιοχές της Μεσογείου.



Εικ. 3.4/4. Μέσες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου και θρεπτικών αλάτων ανά κύκλο δειγματοληψίας, Σεπτέμβριος 1996.

**Βιβλιογραφία**

- Armstrong, F. A. J., Stearns, C.R. and Strickland, J.D.H., 1967. The measurement of upwelling and subsequent biological processes of the Technicon Autoanalyser and associated equipment. *Deep Sea Res.*, 14:381-389.
- Carritt, D.E. and Carpenter, J.H., 1960. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater. *J. Mar. Res.*, 24: 286-318.
- Friligos, N., 1981. Enrichment by inorganic nutrients and oxygen utilisation rates in Elefsis Bay (1973-1976). *Mar. Pollut. Bull.* 12: 431-436.
- Friligos, N., 1985. Nutrient conditions in the Euboikos Gulf (West Aegean). *Mar. Pollut. Bull.* 16, 11: 435-439.
- Friligos, N. and Gotsis-Skretas O., 1987. Relationships of phytoplankton with certain environmental factors in the South Euboikos Gulf (Greece). *Marine Ecology*, 8(1): 59-73.
- Murphy, J. and Riley, J. P., 1962. A modified single solution method for phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27: 31-36.
- Scoullos, M., 1987. Chemical Oceanography, 2nd edition.
- Solorzano, L., 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 799-801.

#### 4. ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ

Κρασακοπούλου, Ε., Χατζηανέστης, Γ.

##### 4.1. Εισαγωγή

Στο θαλάσσιο περιβάλλον απαντώνται **οργανικές** και **ανόργανες** μορφές σωματιδιακού άνθρακα. Ο **ανόργανος** σωματιδιακός άνθρακας (Particulate Inorganic Carbon, PIC) περιέχεται σε βιογενή και μη-βιογενή ανθρακικά ορυκτά ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$  κλπ). Ο βιογενής ανόργανος σωματιδιακός άνθρακας προέρχεται κυρίως από ασβεστολιθικά υπολείμματα νεκρών οργανισμών (κοκκολιθοφόρα, πτερόποδα κλπ), ενώ ο μη-βιογενής από αποσάθρωση πετρωμάτων της χέρσου, από επαναίωση των ιζημάτων του πυθμένα και/ή από αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφόρων κolloειδώς διαλυτών ουσιών. Σε περιπτώσεις “blooms” (μεγάλης αύξησης) κοκκολιθοφόρων και σε περιβάλλοντα κοραλλιογενών υφάλων, ο ανόργανος σωματιδιακός άνθρακας αποτελεί σημαντικό ποσοστό του ολικού σωματιδιακού άνθρακα (Particulate Carbon, PC). Ο **οργανικός** σωματιδιακός άνθρακας (Particulate Organic Carbon, POC) προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από θαλάσσιους οργανισμούς (φυτο- και ζωοπλαγκτό, βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς) και προϊόντα του μεταβολισμού και αποσύνθεσης τους (detritus), ενώ σε παράκτια νερά σημαντική πηγή οργανικού σωματιδιακού άνθρακα αποτελούν και οι χερσόγενείς εισροές. Γενικά, η αναλογία των οργανικών συστατικών της αιωρούμενης ύλης στη θάλασσα είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των ανόργανων.

Η χημική σύσταση της αιωρούμενης ύλης στα επιφανειακά νερά εμφανίζεται παρόμοια με αυτή του φυτοπλαγκτού (C:N:P=106:16:1), αφού στην εύρωτη ζώνη τα σωματίδια είναι κυρίως βιογενούς προέλευσης: φυτοπλαγκτό και αποδομούμενοι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί και σε μικρότερο ποσοστό βακτήρια και ζωντανοί ή νεκροί ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί. Κάτω από την εύρωτη ζώνη παρατηρείται διαφοροποίηση στη χημική σύσταση των σωματιδίων, αφού τα διάφορα μοριακά συμπλέγματα υφίστανται βιοχημική αποδόμηση με διάφορους τρόπους.

Για την υπό μελέτη περιοχή δεν έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν έρευνες για σωματιδιακό άνθρακα (ολικό ή οργανικό), κάτι που γενικότερα λείπει από τον Ελλαδικό χώρο. Η παρούσα μελέτη αποτελεί μια πρώτη συστηματική καταγραφή των συγκεντρώσεων του σωματιδιακού άνθρακα στην περιοχή, που θα βοηθήσει στην εκτίμηση της λειτουργίας και της δυναμικής του οικοσυστήματος. Στην Πρώτη Έκθεση παρουσιάστηκαν τα πρώτα αποτελέσματα ολικού σωματιδιακού άνθρακα, ενώ στην παρούσα έκθεση παρουσιάζονται αποτελέσματα για τις κατανομές του οργανικού σωματιδιακού άνθρακα από τις δειγματοληψίες που έγιναν στη διάρκεια του 2ου ωκεανογραφικού πλόα, το Σεπτέμβριο 1996.

#### 4.2. Μεθοδολογία

Δείγματα για τον προσδιορισμό του σωματιδιακού άνθρακα (ολικού, Particulate Carbon, PC και οργανικού, Particulate Organic Carbon, POC ) συλλέχθηκαν από δύο βάθη (2 και 40 m) σε πλέγμα 17 σταθμών της υπό μελέτη περιοχής (Εικ. 4.2).

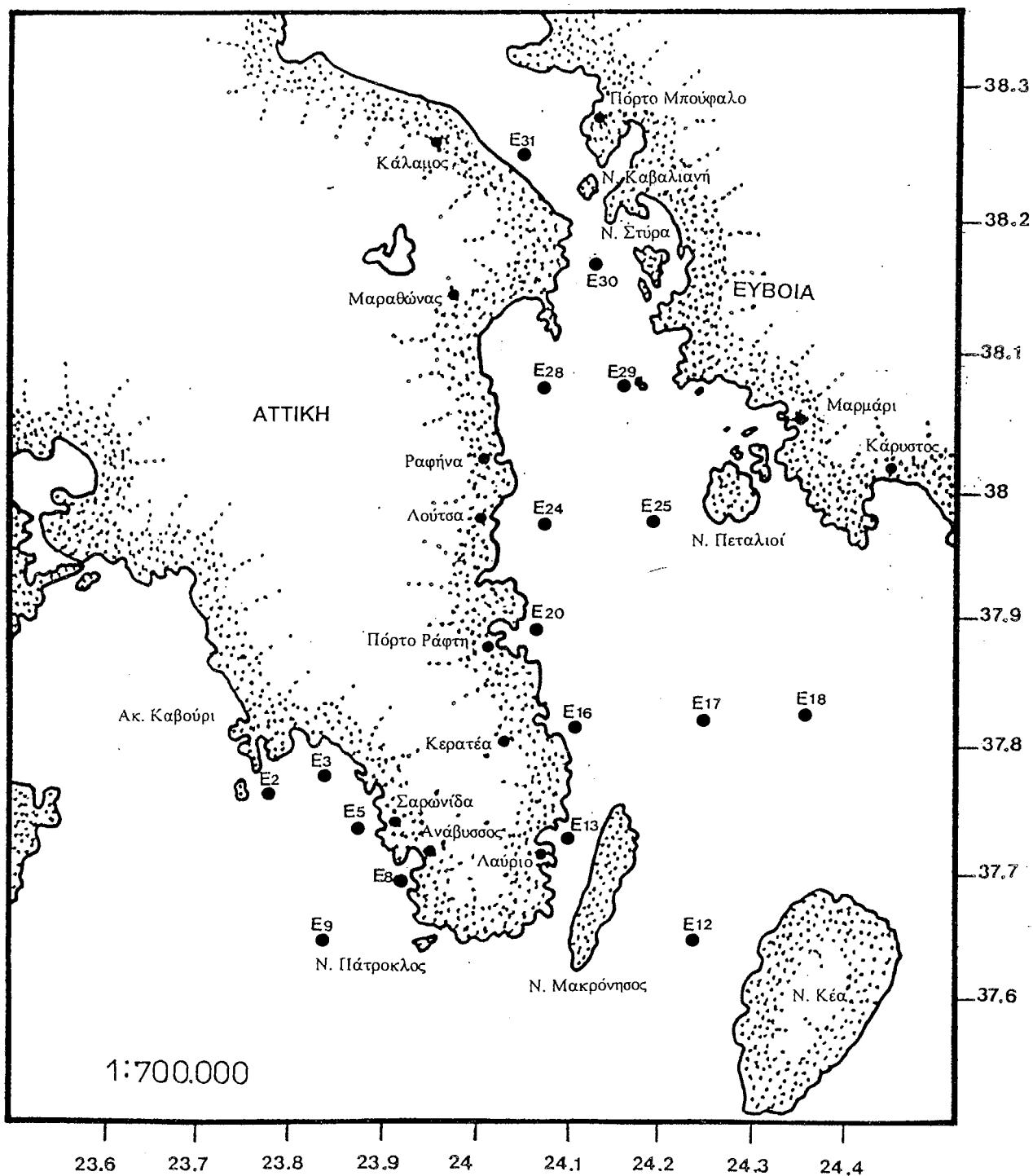
Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του σωματιδιακού άνθρακα για κάθε δείγμα έγινε διήθηση ορισμένου όγκου νερού (συνήθως 1 λίτρο), με ηθμούς Whatman GF/F (διαμέτρου 25 mm), που πριν τη δειγματοληψία είχαν παραμείνει για δύο ώρες σε πυριαντήριο στους 450°C. Στη συνέχεια και μέχρι την ανάλυση τους οι ηθμοί διατηρήθηκαν στο σκοτάδι σε -20°C, οπότε αποψύχθηκαν και ξηράθηκαν στους 60°C. Για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα, οι ηθμοί κατεργάσθηκαν με HCl 2 N (Cutter & Radford-Knoery 1991, Verardo *et al.* 1990) για την απομάκρυνση του ανόργανου σωματιδιακού άνθρακα και αναλύθηκαν σε στοιχειακό αναλυτή EA 1180 CHN της Fisons Instruments. Ο προσδιορισμός του ολικού άνθρακα έγινε χωρίς καμία προκατεργασία των δειγμάτων.

Η βαθμονόμηση του οργάνου έγινε με ανάλυση προτύπου ατροπίνης (C<sub>17</sub>H<sub>23</sub>NO<sub>3</sub>), ενώ οι συγκεντρώσεις διορθώθηκαν με την ανάλυση "λευκών" φίλτρων, που υπέστησαν την ίδια ακριβώς κατεργασία με τα φίλτρα των δειγμάτων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι τυχόν επιμολύνσεις των δειγμάτων κατά την προκατεργασία, τη δειγματοληψία, τη συντήρηση και την επεξεργασία.

#### 4.3. Αποτελέσματα

Η κατανομή του οργανικού σωματιδιακού άνθρακα από τον 1ο ως τον 7ο κύκλο, στα 2 και 40 μέτρα δίνεται στις εικόνες 4.3/1. ως 4.3/7. Στον Πίνακα 4.3.1 παρουσιάζονται τα εύρη και οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων του οργανικού άνθρακα ανά κύκλο και βάθος δειγματοληψίας. Επειδή αυτή την περίοδο (Σεπτέμβριος 1996) αναλύθηκαν δείγματα για σωματιδιακό οργανικό άνθρακα καθώς επίσης και για ολικό σωματιδιακό άνθρακα, στον Πίνακα 4.3.2 δίνονται τα εύρη και οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων του ολικού σωματιδιακού άνθρακα ανά κύκλο και βάθος δειγματοληψίας, ώστε να υπάρχει ένα κοινό σημείο αναφοράς με την πρώτη περίοδο (Μάρτιος 1996).

**1ος κύκλος (Εικ. 4.3/1):** Κατά τη διάρκεια του πρώτου κύκλου οι συγκεντρώσεις του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα στα επιφανειακά δείγματα (2 m) κυμαίνονται στα 35.9-93.5 μgC/L. Στα 40 m οι συγκεντρώσεις εμφανίζονται ελαφρά χαμηλότερες και κυμαίνονται στα 25.2-79.9 μgC/L. Και για τα δύο βάθη, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις καταγράφηκαν στους παράκτιους σταθμούς του Σαρωνικού. Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στον Ε8-Ανάβυσσος (93.5 μgC/L, 2 m), ενώ η μικρότερη στον Ε9, νοτιότερο σταθμό στον



Εικ. 4.2. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για προσδιορισμό του οργανικού σωματιδιακού άνθρακα

Σαρωνικό (25.2  $\mu\text{gC/L}$ , 40 m). Χαμηλές είναι οι συγκεντρώσεις και στους ΝΑ σταθμούς του Ν Ευβοϊκού που βρίσκονται υπό την επίδραση των ολιγοτροφικών νερών του Αιγαίου και μακριά από χερσογενείς επιρροές. Πρέπει να σημειωθεί η παρουσία ενός τοπικού μέγιστου στα 40m στον Ε17, βόρεια της Μακρονήσου, το οποίο πρέπει να σχετίζεται με τα υδρολογικά χαρακτηριστικά και την κυκλοφορία (βλέπε πρώτο κεφάλαιο).

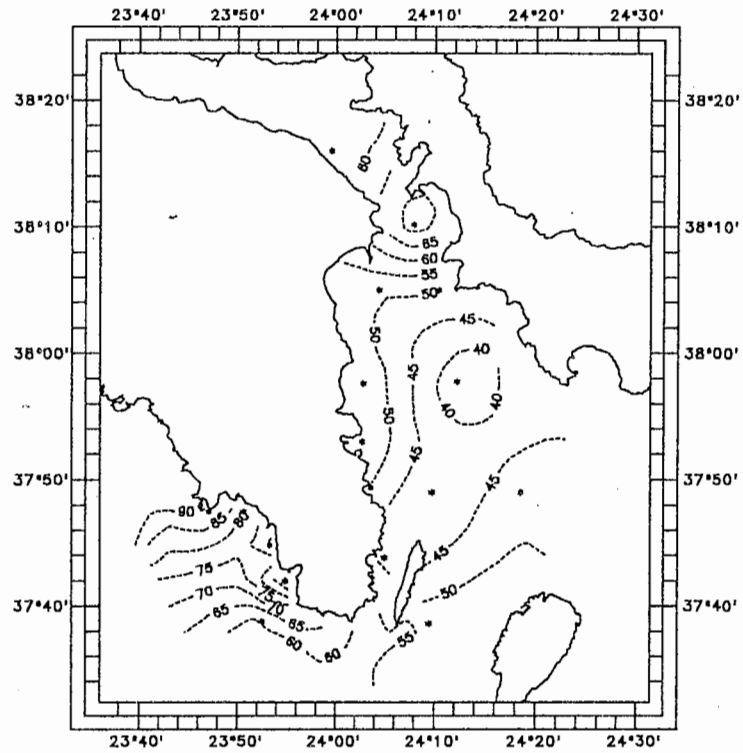
Πίνακας 4.3.1. Εύρη και μέσες τιμές (Μ.τ.) του οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{gC/L}$ ), ανά κύκλο δειγματοληψίας (2 και 40 m), στο Ν. Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

| ΚΥΚΛΟΣ | 2 m          |      | 40 m         |      |
|--------|--------------|------|--------------|------|
|        | Εύρος        | Μ.τ. | Εύρος        | Μ.τ. |
| 1ος    | 35.9 - 93.5  | 58.7 | 25.2 - 79.9  | 46.6 |
| 2ος    | 29.7 - 162.7 | 68.1 | 23.1 - 100.4 | 51.1 |
| 3ος    | 27.9 - 63.7  | 42.4 | 18.2 - 52.9  | 35.3 |
| 4ος    | 31.4 - 63.7  | 45.4 | 24.1 - 76.5  | 42.8 |
| 5ος    | 63.1 - 97.2  | 84.1 | 29.1 - 71.2  | 51.5 |
| 6ος    | 39.6 - 85.8  | 61.8 | 29.4 - 201.2 | 60.6 |
| 7ος    | 44.3 - 117.2 | 69.5 | 18.5 - 60.9  | 38.3 |

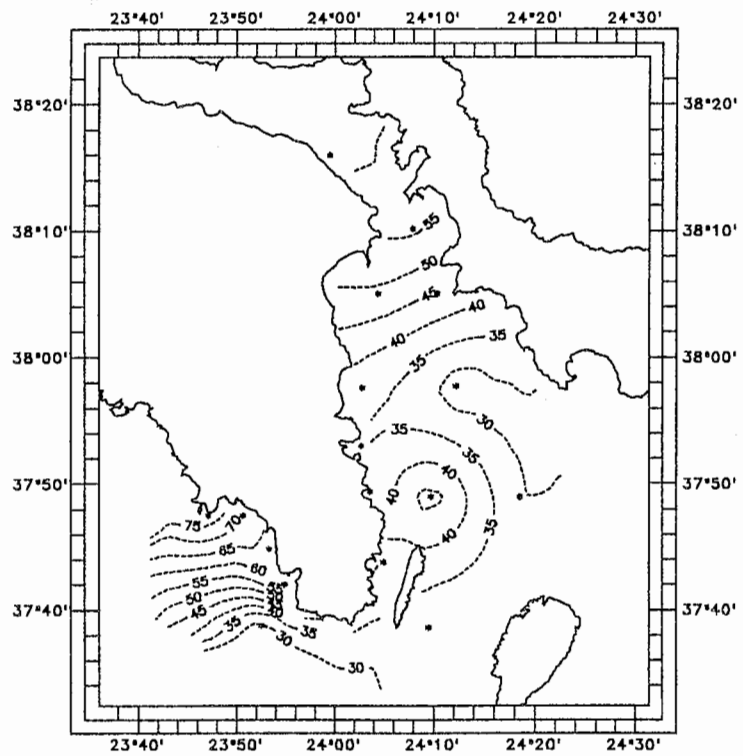
**2ος κύκλος (Εικ. 4.3/2):** Παρατηρούνται σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τον προηγούμενο κύκλο, στους σταθμούς του Σαρωνικού και ιδιαίτερα στην επιφάνεια. Ενδεικτικά αναφέρονται οι Ε3-Βάρκιζα, Ε5-Σαρωνίδα και Ε8-Ανάβυσσος όπου καταγράφηκαν συγκεντρώσεις  $>100 \mu\text{gC/L}$ . Αντίθετα, στους σταθμούς του Ν Ευβοϊκού οι συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται γενικά στα ίδια επίπεδα με τον πρώτο κύκλο. Ο Ε25-Πεταλιόι, που βρίσκεται στον αντικυκλώνα που ανιχνεύεται στην επιφάνεια (βλέπε πρώτο κεφάλαιο), χαρακτηρίζεται από ένα τοπικό μέγιστο (51.7  $\mu\text{gC/L}$ ). Προς τα βόρεια οι συγκεντρώσεις μειώνονται, ενώ εμφανίζουν βαθμιαία αύξηση στους βορειότερους Ε30-Στύρα και Ε31-Ωρωπός. Στα 40m, παρατηρούνται σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις στους σταθμούς του Ν Ευβοϊκού, ενώ ιδιαίτερα χαμηλές τιμές εμφανίζονται στα νοτιοανατολικά. Η κυκλωνική κυκλοφορία μέσης κλίμακας στην περιοχή (βλέπε πρώτο κεφάλαιο) φαίνεται να επηρεάζει την κατανομή του οργανικού άνθρακα.

**3ος κύκλος (Εικ. 4.3/3):** Κατά τον τρίτο κύκλο οι συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα τόσο στα 2 m όσο και στα 40 m χαρακτηρίζονται από μικρή διακύμανση και κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα ( $<65 \mu\text{gC/L}$ ). Στην επιφάνεια, η περιοχή γύρω από τον Ε25-Πεταλιόι

S.Evoikos - 9/96 - Rep.1  
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 2m



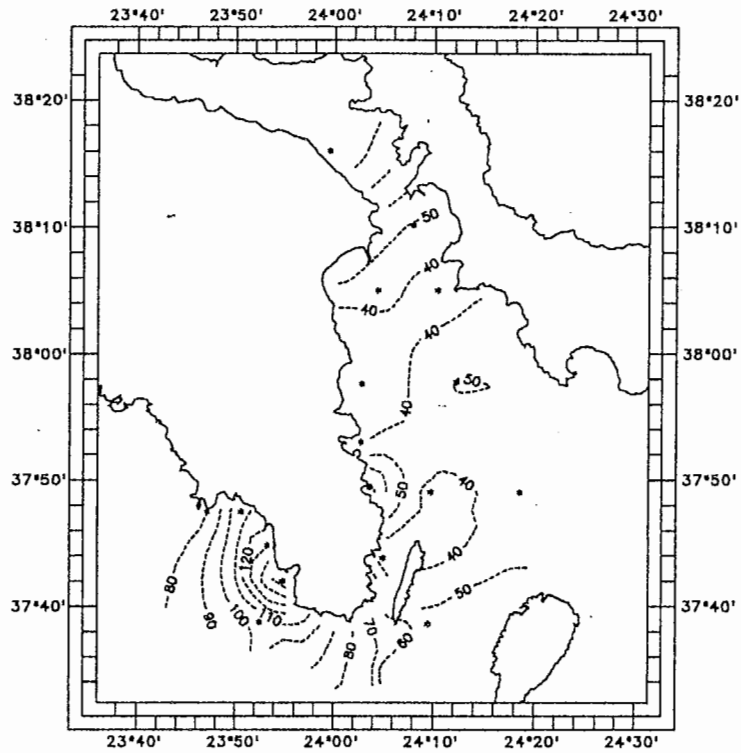
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 40m



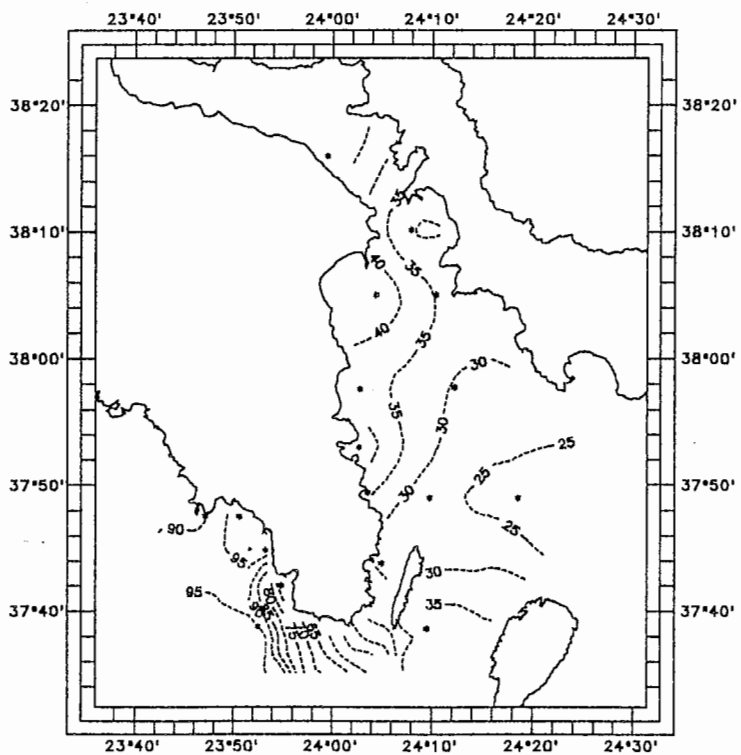
Εικ. 4.3/1. Κατανομή των συγκεντρώσεων οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{g/L}$ ) (2 και 20m) στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος κύκλος.



S.Evoikos - 9/96 - Rep.2  
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 2m

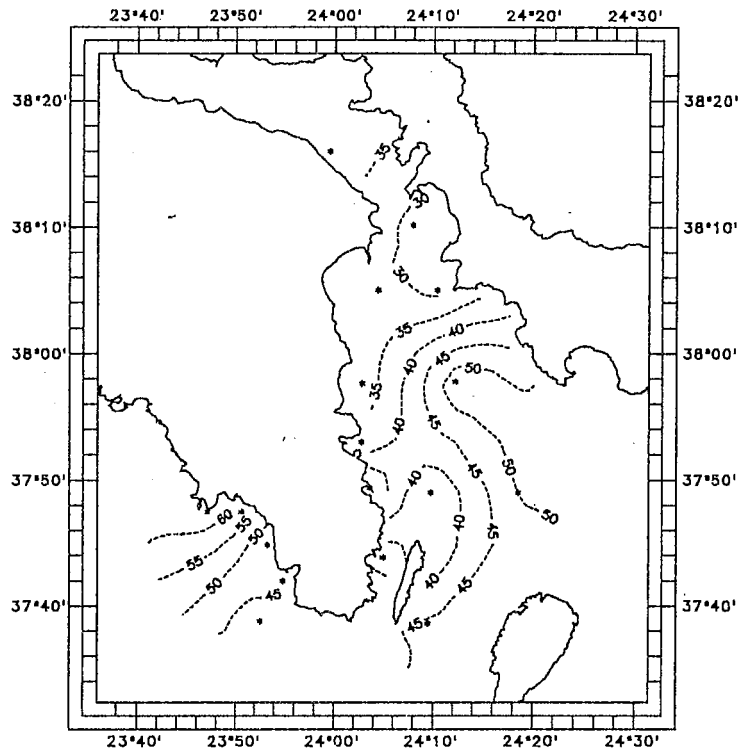


Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 40m

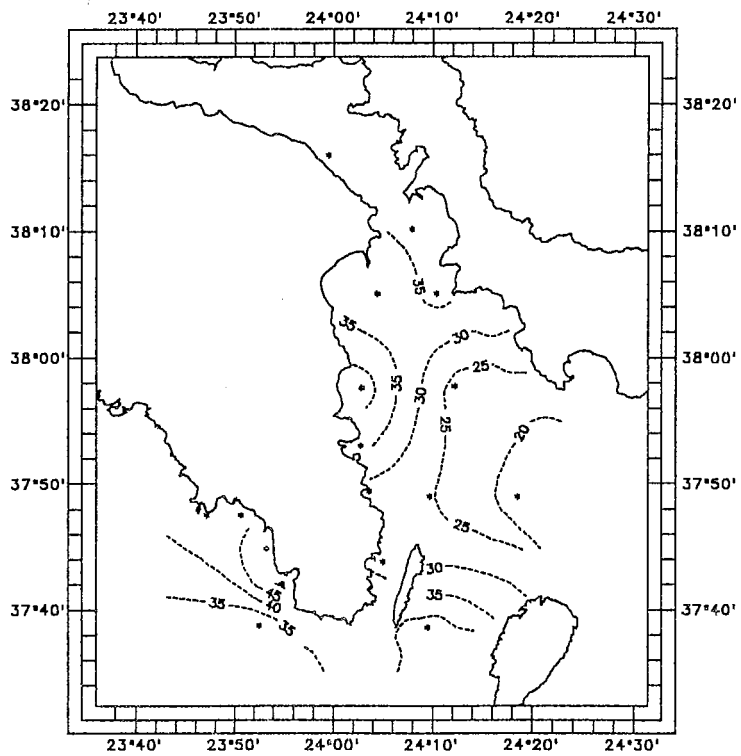


Εικ. 4.3/2. Κατανομή των συγκεντρώσεων οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{g/L}$ ) (2 και 20m) στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 2ος κύκλος.

S.Evoikos - 9/96 - Rep.3  
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 2m



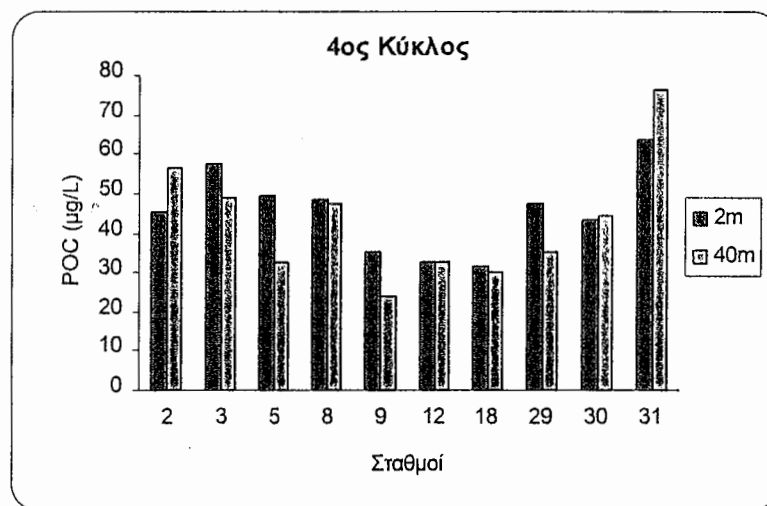
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 40m



Εικ. 4.3/3. Κατανομή των συγκεντρώσεων οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{g/L}$ ) (2 και 20m) στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος κύκλος.

που χαρακτηρίζεται από νερά χαμηλότερης αλατότητας και θερμοκρασίας (βλέπε πρώτο κεφάλαιο), εμφανίζει ελαφρά υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τον υπόλοιπο Ν Ευβοϊκό. Στα 40 m οι "πιο ανοικτοί" σταθμοί του Ν Ευβοϊκού (E25, E17 και E18), που δέχονται την επίδραση των ολιγοτροφικών νερών του Αιγαίου, χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα μικρές συγκεντρώσεις. Οι σταθμοί του ΝΑ Σαρωνικού, E2-Φλέβες και E8-Ανάβυσσος, παρουσιάζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις στα 2 (63.7  $\mu\text{gC/L}$ ) και στα 40 m (52.9  $\mu\text{gC/L}$ ), αντίστοιχα:

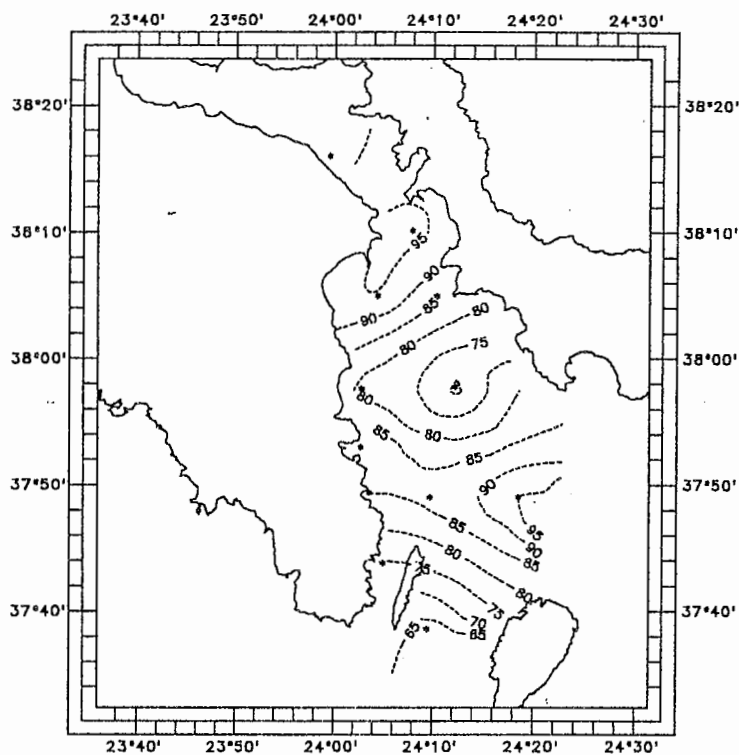
**4ος κύκλος (Εικ. 4.3/4):** Οι καιρικές συνθήκες δεν επέτρεψαν την κανονική διεξαγωγή της δειγματοληψίας και το πλέγμα των σταθμών δεν είναι επαρκές για την απεικόνιση οριζόντιων κατανομών. Στην επιφάνεια, τα επίπεδα του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 31.4 ως 63.7  $\mu\text{gC/L}$ . Οι συγκεντρώσεις στο βάθος των 40 m είναι μικρότερες από αυτές της επιφάνειας (εκτός από τους E2, E30 και E31) και κυμαίνονται από 24.1 ως 76.5  $\mu\text{gC/L}$ . Ο E31-Κάλαμος παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις.



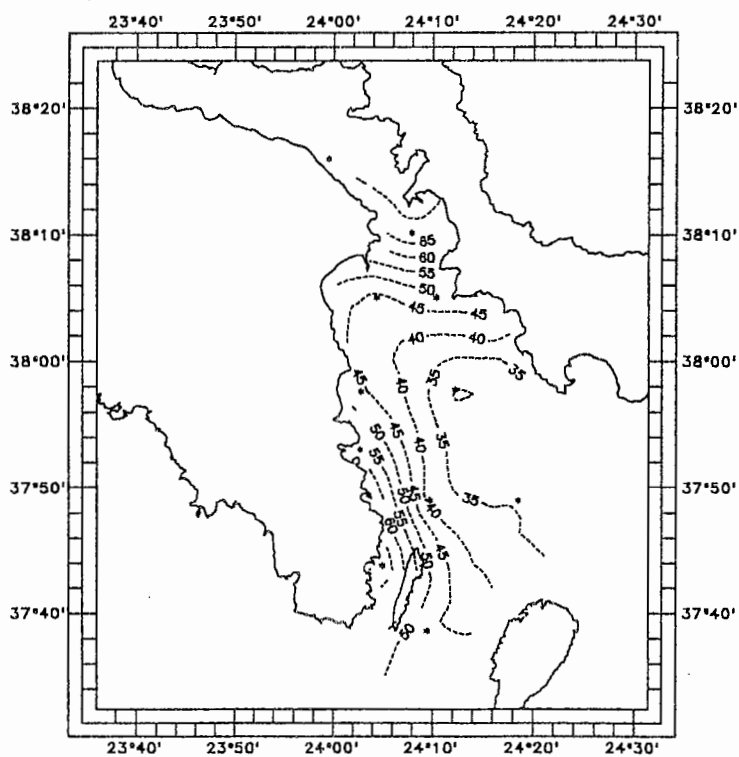
Εικ. 4.3/4. Κατανομή των συγκεντρώσεων οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{g/L}$ ) (2 και 40m) στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 4ος κύκλος.

**5ος κύκλος (Εικ. 4.3/5):** Οι συγκεντρώσεις εμφανίζονται αυξημένες, ιδιαίτερα στα 2 m (μέση τιμή 84.1  $\mu\text{gC/L}$ ). Ας σημειωθεί ότι, λείπουν οι σταθμοί του ΝΑ Σαρωνικού, που συστηματικά στους προηγούμενους κύκλους (1ος-3ος) εμφάνιζαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις. Αξιοσημείωτη είναι η εμφάνιση υψηλών επιφανειακών συγκεντρώσεων ακόμη και στους "ανοικτούς" σταθμούς E17 και E18, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί σε αυξημένη παραγωγή, που προκλήθηκε από την επικράτηση ευνοϊκών συνθηκών. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί και με τις σχετικά υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης-α, που καταγράφηκαν σε αυτή την περιοχή, E17 (βλέπε επόμενο κεφάλαιο).

S.Evoikos - 9/96 - Rep.5  
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 2m



Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 40m



Εικ. 4.3/5. Κατανομή των συγκεντρώσεων οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{g/L}$ ) (2 και 20m) στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος κύκλος.

**6ος κύκλος (Εικ. 4.3/6):** Οι συγκεντρώσεις στην επιφάνεια εμφανίζουν αρκετά ομοιογενή κατανομή και κυμαίνονται στα 39.6-85.8  $\mu\text{gC/L}$ . Στα 40 m, αξιοσημείωτη είναι η πύκνωση των καμπυλών στον Σαρωνικό, λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων που εμφανίζει ο Ε2-Φλέβες (201  $\mu\text{gC/L}$ ). Στον Ν Ευβοϊκό χαρακτηριστική είναι η αύξηση, σε σύγκριση με τον προηγούμενο κύκλο, που παρατηρείται στις συγκεντρώσεις των 40 m, γεγονός που δείχνει εμπλουτισμό των βαθύτερων νερών από βιογενούς προέλευσης σωματίδια.

**7ος κύκλος (Εικ. 4.3/7):** Κατά τον έβδομο κύκλο, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικού άνθρακα καταγράφηκαν κύρια σε σταθμούς του Ν Ευβοϊκού. Στα 2 m οι υψηλότερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται σε παράκτιους σταθμούς (Ε28-Μαραθώνας, Ε16-Κερατέα, Ε3-Σαρωνίδα: 117.2, 94.6, 104.4  $\mu\text{gC/L}$  αντίστοιχα) και μειώνονται καθώς απομακρυνόμαστε από τις ακτές. Στα 40 m οι συγκεντρώσεις, που χαρακτηρίζονται στο σύνολο τους ως χαμηλές, κυμαίνονται στα 18.5-60.9  $\mu\text{gC/L}$ . Στους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοϊκού (Ε30-Στύρα, Ε28-Μαραθώνα) καταγράφηκαν οι μεγαλύτερες τιμές, οι οποίες μειώνονται βαθμιαία προς τα νότια. Ας σημειωθεί ότι, αυτή η εικόνα που παρατηρείται και σε άλλους κύκλους, σχετίζεται με την επίδραση των εμπλουτισμένων νερών από το βόρειο τμήμα του Ν Ευβοϊκού (περιοχή Χαλκίδας), που κινούνται νότια.

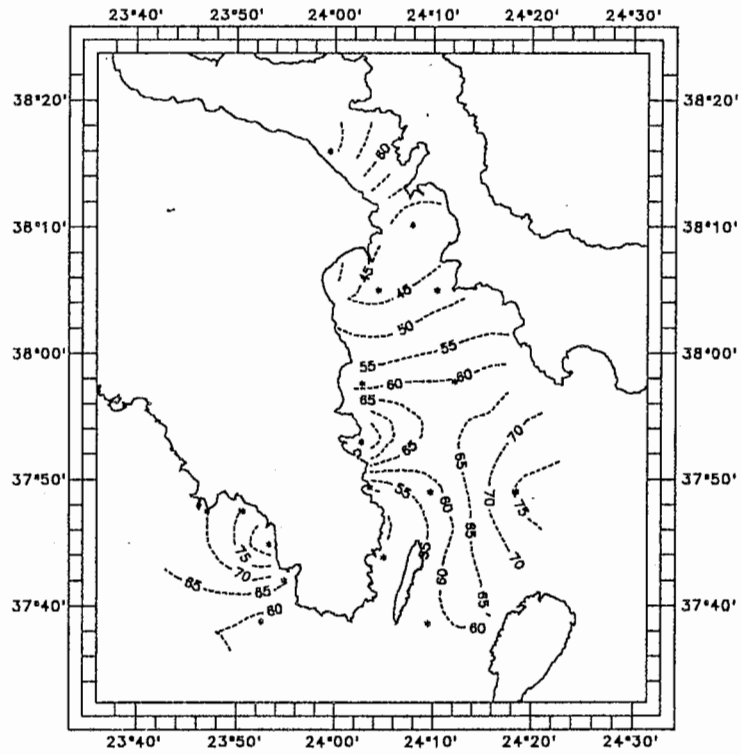
Πίνακας 4.3.2. Εύρη και μέσες τιμές (Μ.τ.) του ολικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{gC/L}$ ), ανά κύκλο δειγματοληψίας (2 και 40 m), στο Ν. Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996).

| ΚΥΚΛΟΣ | 2 m          |       | 40 m         |       |
|--------|--------------|-------|--------------|-------|
|        | Εύρος        | Μ.τ.  | Εύρος        | Μ.τ.  |
| 1ος    | 41.7 - 132.7 | 68.6  | 26.0 - 129.8 | 56.1  |
| 2ος    | 33.5 - 185.4 | 82.6  | 27.7 - 126.3 | 62.1  |
| 3ος    | 33.2 - 75.6  | 52.2  | 18.2 - 58.5  | 39.0  |
| 4ος    | 43.1 - 81.2  | 60.0  | 27.6 - 96.4  | 48.9  |
| 5ος    | 87.3 - 177.2 | 123.5 | 29.3 - 217.9 | 69.8  |
| 6ος    | 52.9 - 279.4 | 140.3 | 49.7 - 335.0 | 122.9 |
| 7ος    | 61.5 - 160.3 | 103.2 | 31.9 - 96.4  | 55.6  |

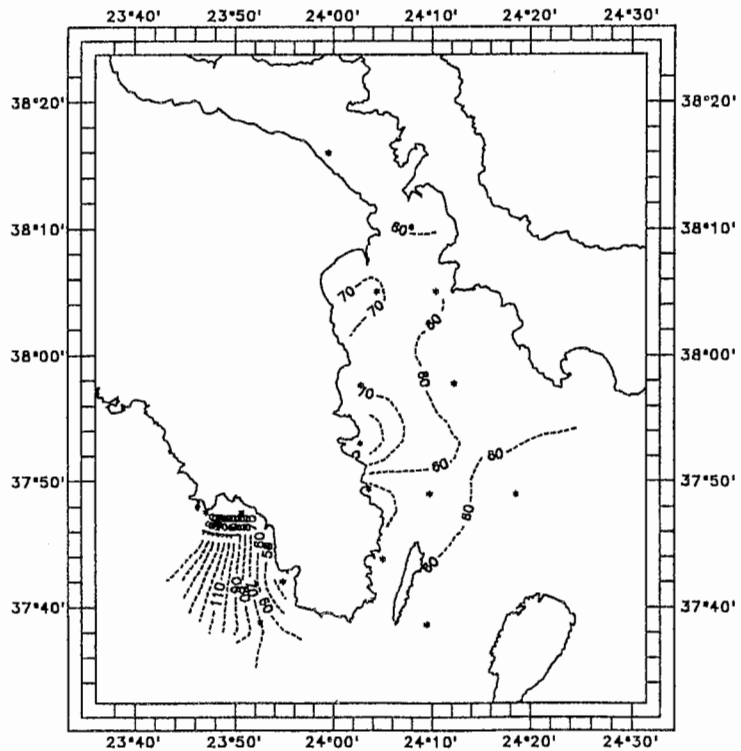
#### 4.4. Συζήτηση

Οι συγκεντρώσεις του οργανικού σωματιδιακού άνθρακα, που καταγράφηκαν στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, εμφανίζονται υψηλότερες από αυτές που αναφέρονται στην βιβλιογραφία για ωκεάνεια νερά (Gordon 1977, Sharp 1974), είναι όμως χαμηλότερες από αυτές που έχουν καταγραφεί σε άλλες περιοχές της Μεσογείου, όπως για παράδειγμα

S.Evoikos - 9/96 - Rep.6  
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 2m

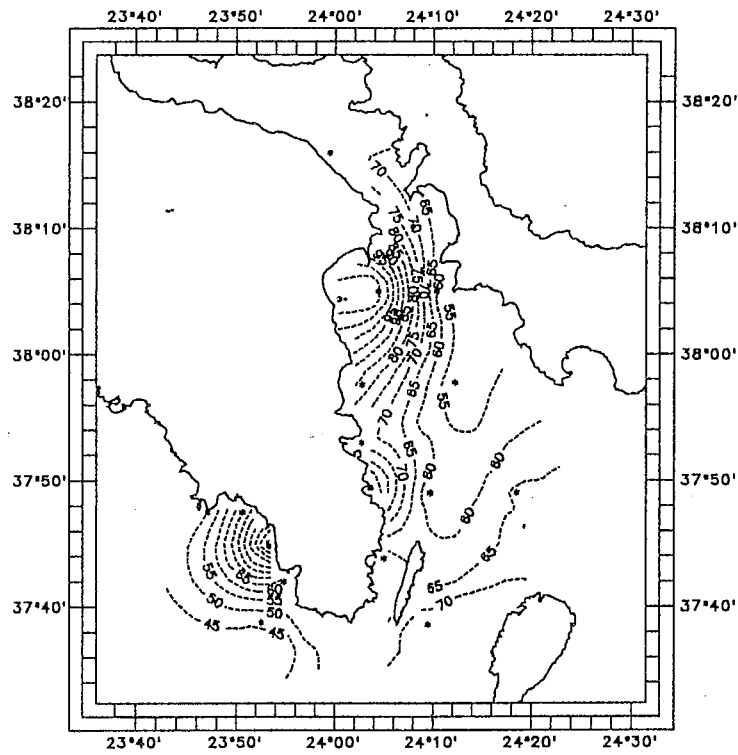


Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 40m

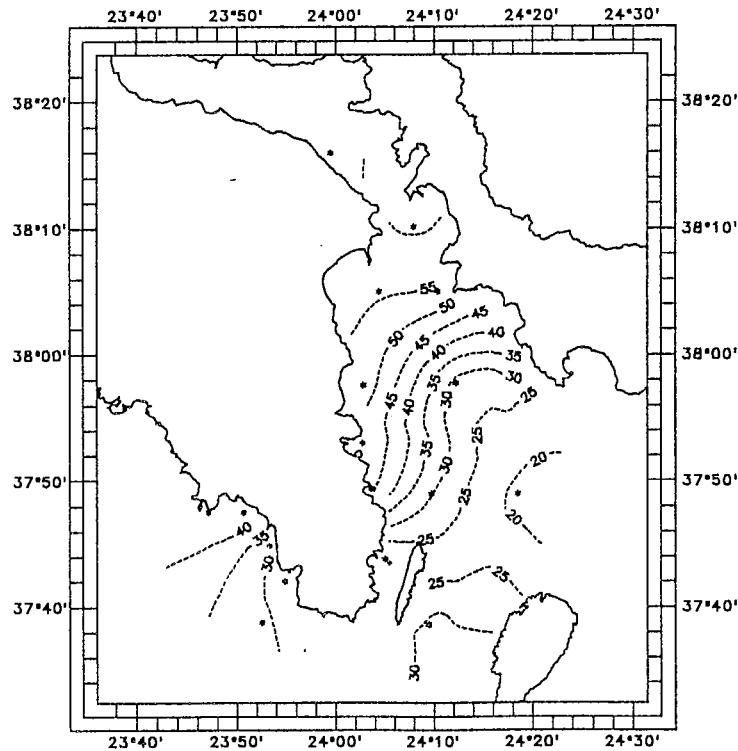


Εικ. 4.3/6. Κατανομή των συγκεντρώσεων οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{g/L}$ ) (2 και 20m) στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 6ος κύκλος.

S.Evoikos - 9/96 - Rep.7  
Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 2m



Particulate Organic Carbon ( $\mu\text{g/L}$ ) - 40m



Εικ. 4.3/7. Κατανομή των συγκεντρώσεων οργανικού σωματιδιακού άνθρακα ( $\mu\text{g/L}$ ) (2 και 20m) στο Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.

στην εύφωτη ζώνη της Δυτικής Θάλασσας του Alboran (Barlow *et al.* 1993) και στον Κόλπο του Λέοντα στη Δυτική Μεσόγειο (Cauwet *et al.* 1990).

Την προηγούμενη περίοδο (Μάρτιος 1996) προσδιορίστηκε μόνο ο ολικός σωματιδιακός άνθρακας, θεωρώντας το ποσοστό συμμετοχής του ανόργανου άνθρακα από πολύ χαμηλό ως αμελητέο. Σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο και με βάση τα στοιχεία που συνοπτικά αναφέρονται στον Πίνακα 4.3.2, οι συγκεντρώσεις του ολικού σωματιδιακού άνθρακα το Σεπτέμβριο 1996 είναι της ίδιας τάξης μεγέθους, αν και γενικά χαμηλότερες, από αυτές που παρατηρήθηκαν το Μάρτιο 1996. Την άνοιξη υπήρχε προφανώς μεγαλύτερη προσφορά σωματιδιακού υλικού από τη χέρσο, λόγω της μεταφοράς με ποταμοχειμάρρους και ρέματα, που διαρρέουν την Αττική και τη Ν Εύβοια και εκβάλλουν στην υπό μελέτη θαλάσσια περιοχή. Επίσης, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις της άνοιξης μπορούν να συσχετισθούν και με την εποχιακή ανοιξιάτικη άνθιση του φυτοπλαγκτού. Το ποσοστό του ανόργανου άνθρακα, αυτή την περίοδο, κυμαίνεται από 0% ως περίπου 75%, σε ελάχιστες περιπτώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι στο 40% του συνόλου των δειγμάτων που συλλέχθηκαν, το ποσοστό του ανόργανου άνθρακα είναι μικρότερο από 25%. Μικρότερο από 10% είναι περίπου στο 32% του συνόλου των δειγμάτων και τελικά μικρότερο από 5%, ποσοστό που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και ως αμελητέο, είναι στο 21% του συνόλου των δειγμάτων. Από τα αποτελέσματα αυτής της περιόδου φαίνεται ότι ο ανόργανος σωματιδιακός άνθρακας αποτελεί, τουλάχιστον σε ορισμένες περιπτώσεις, σημαντικό ποσοστό του ολικού σωματιδιακού άνθρακα. Αυτό συνδέεται με το γεγονός ότι οι σταθμοί της υπό μελέτη περιοχής είναι παράκτιοι και σχετικά ρηχοί και επομένως δέχονται σωματίδια που προέρχονται από αιολική ή κυματική δράση ή ακόμη και από επαναίωση των ιζημάτων του πυθμένα.

Οι επιφανειακές συγκεντρώσεις κυμαίνονται σε σχετικά υψηλότερα επίπεδα από αυτές των 40 m. Η παρατήρηση αυτή θεωρείται αναμενόμενη αφού, το βάθος των 40 m βρίσκεται κάτω από το πυκνοκλινές και είναι γνωστό ότι κάθε βαθμίδα της πυκνότητας λειτουργεί σαν "φράγμα", που συγκρατεί τα μικρότερα σωματίδια, τέτοια όπως τα μικρού μεγέθους προϊόντα μεταβολισμού και αποσύνθεσης φυτοπλαγκτονικών και ζωοπλαγκτονικών οργανισμών (fecal pellets, detritus). Έτσι την περίοδο αυτή, που επικρατούν συνθήκες στρωμάτωσης, τα επιφανειακά νερά εμφανίζονται περισσότερο εμπλουτισμένα σε οργανικό σωματιδιακό άνθρακα από αυτά των βαθύτερων στρωμάτων.

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικού άνθρακα εμφανίζονται στους παράκτιους σταθμούς και μειώνονται προς τα ανοικτά, παρατήρηση αναμενόμενη, που όμως επιβεβαιώνει την ανθρωπογενή ή/και λόγω φυσικών διεργασιών επιβάρυνση που προέρχεται από τη χέρσο. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις, που στη διάρκεια των διαφόρων κύκλων καταγράφηκαν στους παράκτιους σταθμούς του Σαρωνικού καθώς και στους E31,



E30 και E28, είναι πιθανό να είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στη ξηρά, που εμπλουτίζουν σε σωματιδιακό οργανικό άνθρακα το θαλάσσιο περιβάλλον.

Ο οργανικός άνθρακας αποτελεί παράμετρο που συνήθως δεν συσχετίζεται εύκολα με υδρολογικά και υδροδυναμικά δεδομένα, όπως ο ολικός σωματιδιακός άνθρακας, που είναι περισσότερο ευαίσθητος στις διακυμάνσεις αυτών των χαρακτηριστικών. Παρόλα αυτά από τις οριζόντιες κατανομές φαίνεται η επικράτηση χαμηλότερων συγκεντρώσεων στην περιοχή του κυκλώνα στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ν Ευβοικού και σχετικά υψηλότερων συγκεντρώσεων στην περιοχή του E25, που καταλαμβάνεται από νερά χαμηλής πυκνότητας (βλέπε πρώτο κεφάλαιο). Γενικά, η υδρολογία φαίνεται να επηρεάζει τις κατανομές του οργανικού άνθρακα εντονότερα κατά τη διάρκεια του δεύτερου, τρίτου και έβδομου κύκλου. Επιβεβαιώνεται λοιπόν η παρατήρηση, που ήδη έγινε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, ότι η κυκλοφορία στην περιοχή παίζει πρωταρχικό ρόλο στη συμπεριφορά του συστήματος.

### Βιβλιογραφία

- Barlow, R.G., A. Miller, T.W. Fileman & R.F.C. Mantoura, 1993. Deep profiles of particulate organic carbon and pigment biomarkers in the Western Alboran Sea, March 1992. Water Pollution Report 21, Commission of the European Communities, EROS 2000.
- Cauwet, G., F. Gadel, M.M. de Souza Sierra, O. Donard & M. Ewald, 1990. Contribution of the Rhone River to organic carbon inputs to the northwestern Mediterranean Sea. *Continental Shelf Research*, Vol. 10, 9-11, pp. 1025-1037.
- Cutter, G.A., J. Radford-Knoery, 1991. Determination of carbon, nitrogen, sulfur and inorganic sulfur species in marine particles. *In: Marine Particles: Analysis and Characterization*, Geophysical Monograph 63, Eds: D.C. Hurd & D.W. Derek.
- Gordon, D.C., 1977. Variability of particulate organic carbon and nitrogen along the Bermuda-Halifax section. *Deep-Sea Res.*, 24:257-270.
- Sharp, J.H., 1974. Improved analysis for "particulate" organic carbon and nitrogen from sea water. *Limnol. Oceanogr.*, 19: 984-989.
- Verardo, D.J., P.N. Froelich, A. McIntyre, 1990. Determination of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyzer. *Deep-Sea Res.* Vol. 37,1, pp. 157-165.

## 5. ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

Γκότση-Σκρέτα, Ο., Ασημακοπούλου, Γ.

### 5.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο μελετάται η βιομάζα και η ποιοτική και ποσοτική σύσταση του φυτοπλαγκτού στο Ν Ευβοικό, με έμφαση στην παράκτια ζώνη της Α-ΝΑ Αττικής. Επίσης μελετάται η χρονική εξέλιξη του φυτοπλαγκτού στο διάστημα επτά διήμερων κύκλων δειγματοληψίας, το Σεπτέμβριο 1996.

### 5.2. Μεθοδολογία

Τα δείγματα της χλωροφύλλης α συλλέχθηκαν την περίοδο από 6 ως 19 Σεπτεμβρίου 1996, σε πλέγμα σταθμών (Εικ. 5.2/1) της υπό μελέτη περιοχής. Τα δείγματα νερού για την ανάλυση της χλωροφύλλης συλλέχθηκαν στα 2 και 40 m με δειγματολήπτες τύπου NISKIN, χωρητικότητας 5 λίτρων. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την διήθηση των δειγμάτων νερού, συντήρηση και ανάλυση της χλωροφύλλης α αναφέρεται από τους Γκότση-Σκρέτα και Ασημακοπούλου (1996).

Για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού, συλλέχθηκε νερό από την επιφάνεια (2 m) σε επιλεγμένους σταθμούς της υπό μελέτη περιοχής (Εικ. 5.2/2). Το φυτοπλαγκτό συντηρήθηκε με προσθήκη 1 ml Lugol σε 100 ml δείγματος. Τα δείγματα διατηρήθηκαν στο ψυγείο. Η ανάλυση του φυτοπλαγκτού, ποιοτική (είδος κυττάρων) και ποσοτική (αριθμός κυττάρων), έγινε με ανάστροφο μικροσκόπιο μετά την παραμονή του για 24 ώρες σε σωλήνες καθίζησης των 25 ml, σύμφωνα με τη μέθοδο Utermohl (1958). Τα κύτταρα ταξινομήθηκαν σε ομάδες διατόμων, δινωμαστιγωτών, κοκκολιθοφόρων, πυριτιομαστιγωτών και σε "λοιπές ομάδες" (χλωροφύκη, χρυσοφύκη, πρασινοφύκη κλπ), μεγέθους μεγαλύτερου των 5 μm. Το σύνολο των παραπάνω ομάδων αποτελεί το ολικό φυτοπλαγκτό. Τα φυτομαστιγωτά, εκτός των δινωμαστιγωτών, με διάμετρο μικρότερη των 5 μm αναφέρονται σαν μ-μαστιγωτά (μικρο-μαστιγωτά).

### 5.3. Αποτελέσματα

#### 5.3.1 Χλωροφύλλη α

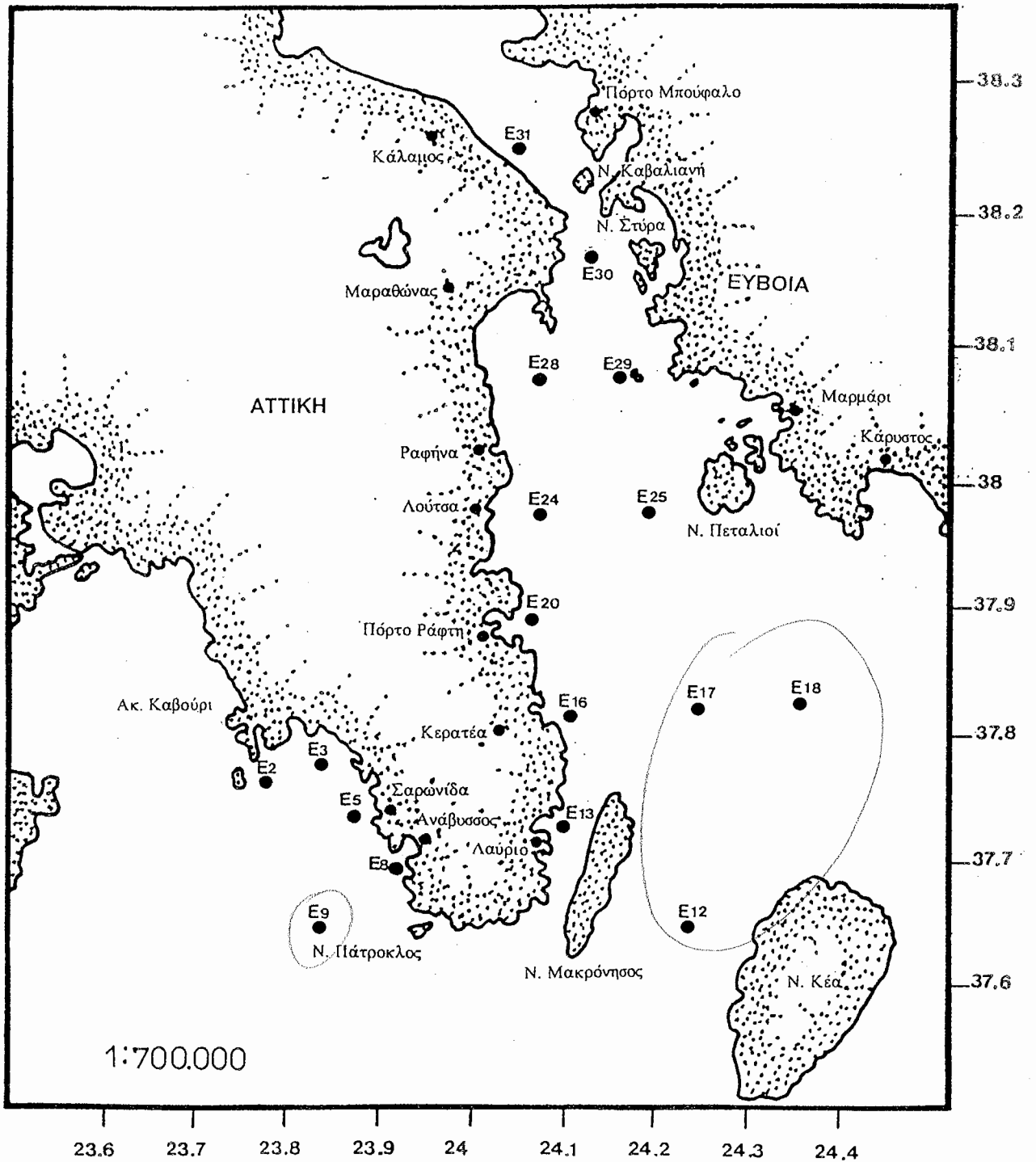
Η περιοχή μελέτης (Εικ. 5.2/1) χωρίστηκε στις παρακάτω υποπεριοχές:

**Περιοχή Α:** E2, E3, E5, E8 - όρμος Αναβύσσου

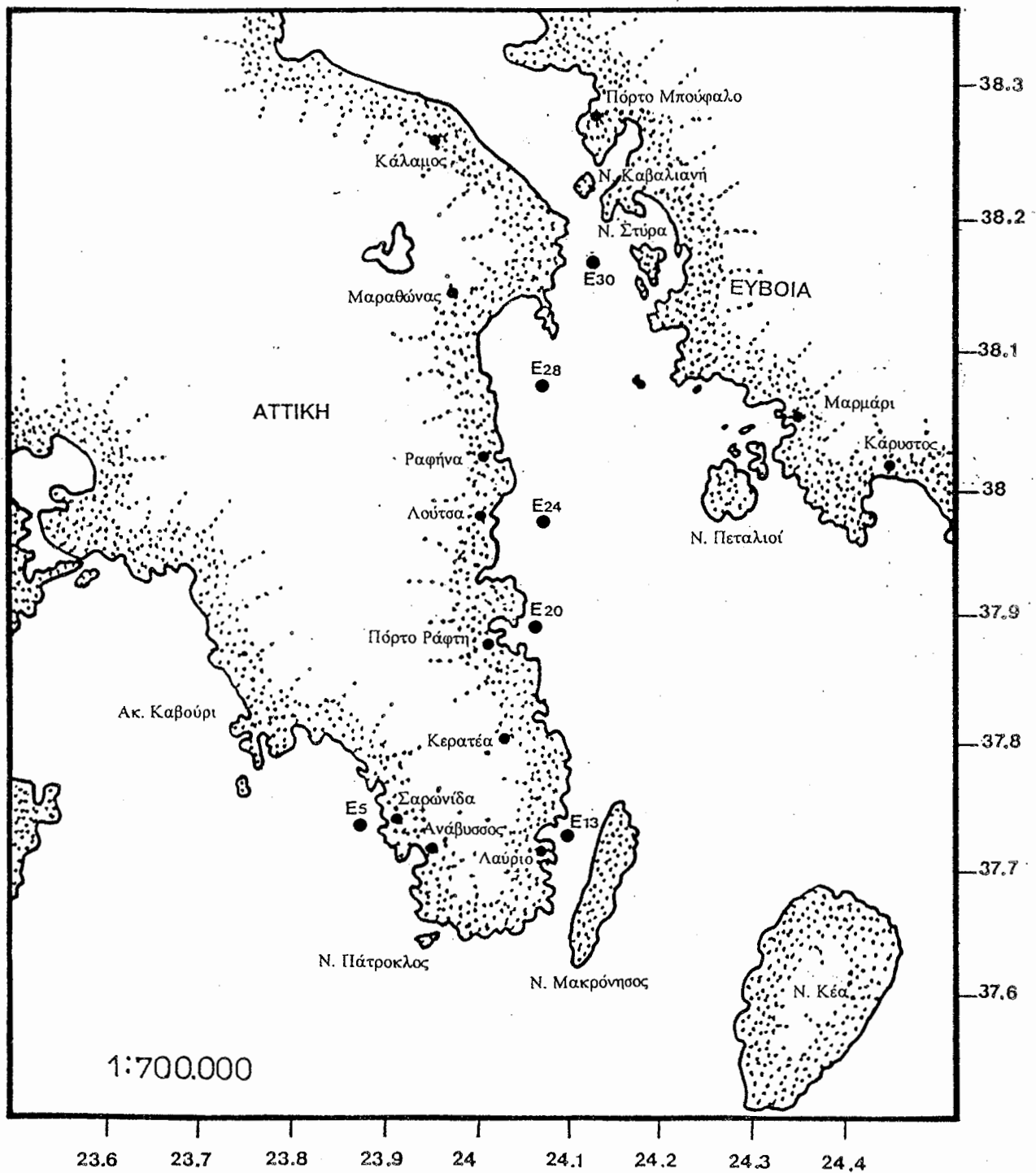
**Περιοχή Β:** E13, E16, E20, E24, E28 - παράλια Α Αττικής

**Περιοχή Γ:** E12, E17, E18, E25 - κεντρικός Ν Ευβοικός

**Περιοχή Δ:** E29, E30 - παράλια Δ Εύβοιας



Εικ. 5.2/1. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για προσδιορισμό της χλωροφύλλης.



Εικ. 5.2/2. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για προσδιορισμό των βιοκοινωνιών του φυτοπλαγκτού.

**Περιοχή Ε:** Ε31 - βόρειος Ν Ευβοικός

**Περιοχή Ζ:** Ε9 - "ανοικτός" Σαρωνικός

Η κατανομή της χλωροφύλλης από τον 1ο ως τον 7ο κύκλο, στα 2 και 40 m, δίνεται στις Εικόνες 5.3.1/1 ως 5.3.1/7, ενώ στον Πίνακα 5.3.1/1 παρουσιάζονται τα εύρη και οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης ανά περιοχή και κύκλο.

**1ος κύκλος (Εικ. 5.3.1/1):** Οι μεγαλύτερες μέσες τιμές χλωροφύλλης στην επιφάνεια κυμάνθηκαν από 0.075 (ανοικτός Σαρωνικός) ως 0.196  $\mu\text{g/l}$  (όρμος Αναβύσσου), ενώ στο βάθος των 30 m κυμάνθηκαν από 0.130 ως 0.381  $\mu\text{g/l}$ , αντίστοιχα (Πίνακας 5.3.1/1). Υψηλές συγκεντρώσεις σημειώθηκαν επίσης στο βόρειο Ν Ευβοϊκό (Ε31), ενώ παρατηρήθηκε προοδευτική μείωση από τον Ε31 προς τα νοτιότερα παράλια της Α και ΝΑ Αττικής. Σε όλους τους σταθμούς οι τιμές στο βάθος στα 30 m ήταν σχεδόν διπλάσιες των αντίστοιχων τιμών στην επιφάνεια.

**2ος κύκλος (Εικ. 5.3.1/2):** Εικόνα σχετική με αυτή του 1ου κύκλου φαίνεται να επικρατεί και στον 2ο κύκλο, με την περιοχή Α (όρμος Αναβύσσου) και την περιοχή Ε (Ε31) να εμφανίζουν τις μέγιστες συγκεντρώσεις και την περιοχή Ζ (Ε9) τις ελάχιστες. Οι τιμές χλωροφύλλης, με εξαίρεση τις περιοχές Β και Γ που εμφανίστηκε μείωση, σημείωσαν αύξηση (1.2 ως 2 φορές) σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές του 1ου κύκλου.

**3ος κύκλος (Εικ. 5.3.1/3):** Στον 3ο κύκλο οι τιμές χλωροφύλλης σε όλους σχεδόν τους σταθμούς κυμαίνονται σε υψηλότερα επίπεδα (1.4 ως 1.9 φορές μεγαλύτερες) σε σύγκριση με τον 2ο κύκλο. Χαρακτηριστικές είναι οι υψηλές για την περιοχή τιμές στον Ε31 και στον όρμο της Αναβύσσου στην επιφάνεια (0.304  $\mu\text{g/l}$  και 0.367  $\mu\text{g/l}$ , αντίστοιχα) και στα 40 m (0.983  $\mu\text{g/l}$  και 0.973  $\mu\text{g/l}$ , αντίστοιχα). Σημειώθηκε επίσης μείωση της χλωροφύλλης (2-3 φορές) από τον Ε31 προς τον Ε9.

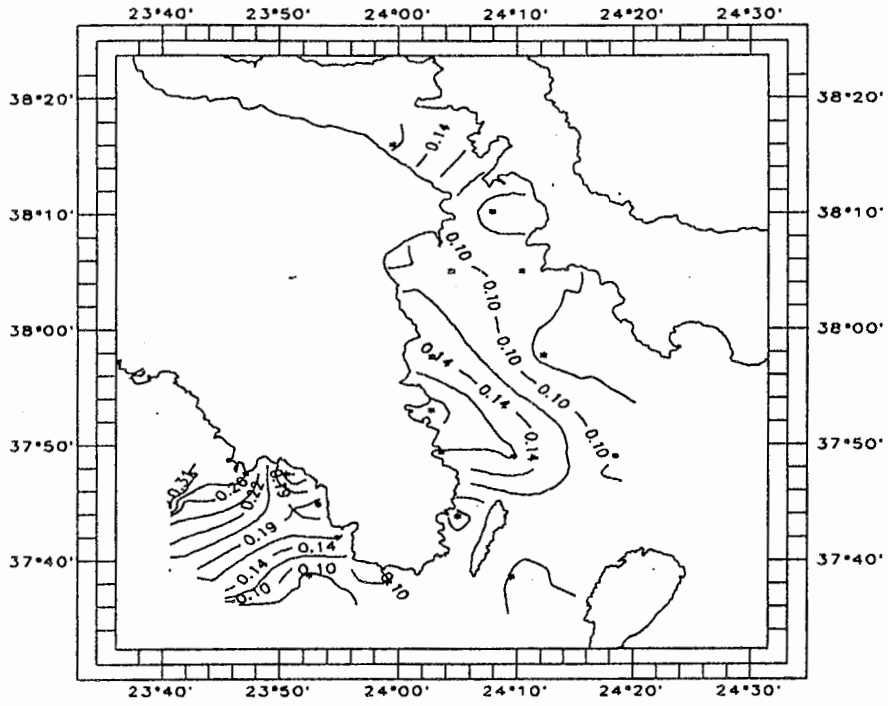
**4ος κύκλος (Εικ. 5.3.1/4):** Παρατηρείται εικόνα σχετική με αυτή του 3ο κύκλου και ελαφρώς αυξημένες τιμές χλωροφύλλης. Οι μέγιστες τιμές μετρήθηκαν στον Ε31 και στον όρμο της Αναβύσσου (επιφάνεια: 0.332  $\mu\text{g/l}$  και 0.329  $\mu\text{g/l}$ , αντίστοιχα, 40 m: 1.130  $\mu\text{g/l}$  και 1.013  $\mu\text{g/l}$ , αντίστοιχα).

**5ος κύκλος (Εικ. 5.3.1/5):** Δεν σημειώθηκε αξιόλογη μεταβολή στις τιμές χλωροφύλλης. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις μετρήθηκαν στους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοϊκού (Ε31, Ε30, Ε29), ενώ οι ελάχιστες στον κεντρικό Ν Ευβοϊκό. Οι τιμές χλωροφύλλης στο βάθος των 40 m εμφανίστηκαν πάλι 2-3 φορές μεγαλύτερες σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές στην επιφάνεια.

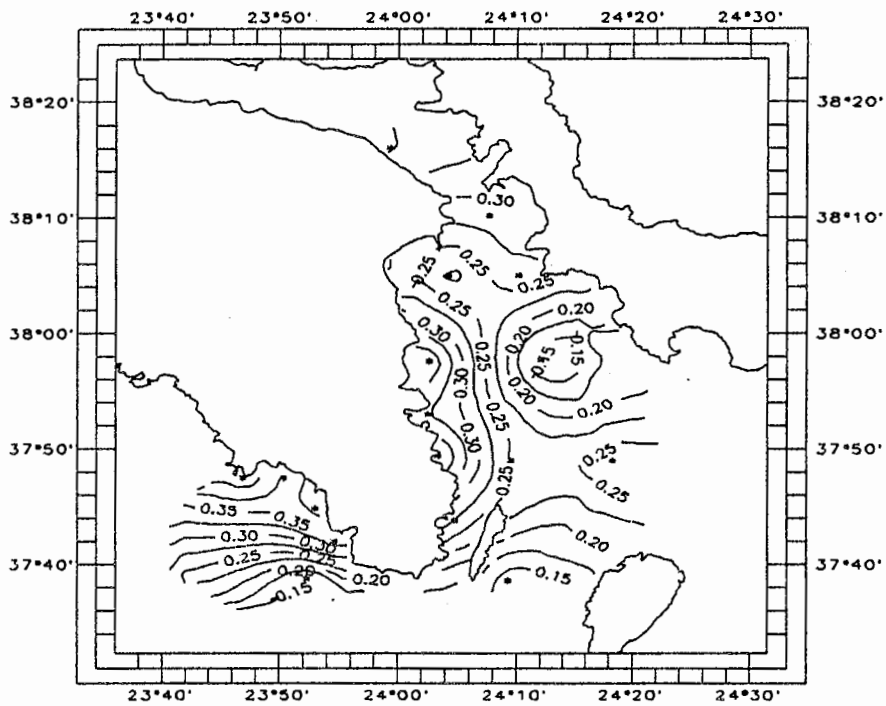
Πίνακας 5.3.1/1. Εύρη και μέσες τιμές (Μ. τ.) της χλωροφύλλης α ανά κύκλο και υποπεριοχή μελέτης στην επιφάνεια και στα 40 m, το Σεπτέμβριο 1996. Α = Ε2, Ε3, Ε5, Ε8, Β = Ε13, Ε16, Ε20, Ε24, Ε28, Γ = Ε12, Ε17, Ε18, Ε25, Δ = Ε29, Ε30, Ε = Ε31, Ζ = Ε9.

| ΚΥΚΛΟΣ | ΠΕΡΙΟΧΗ | ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ Α (μg/l) |       |            |       |
|--------|---------|---------------------|-------|------------|-------|
|        |         | 2 m                 |       | 40 m       |       |
|        |         | Εύρος               | Μ.τ.  | Εύρος      | Μ. τ. |
| 1ος    | Α       | 0.116-0.30          | 0.196 | 0.350-0.42 | 0.381 |
|        | Β       | 0.075-0.19          | 0.139 | 0.214-0.38 | 0.312 |
|        | Γ       | 0.077-0.16          | 0.117 | 0.116-0.27 | 0.190 |
|        | Δ       | 0.074-0.09          | 0.087 | 0.275-0.28 | 0.282 |
|        | Ε       |                     | 0.170 |            | 0.352 |
|        | Ζ       |                     | 0.075 |            | 0.130 |
| 2ος    | Α       | 0.191-0.31          | 0.230 | 0.623-0.70 | 0.662 |
|        | Β       | 0.061-0.13          | 0.091 | 0.157-0.26 | 0.213 |
|        | Γ       | 0.057-0.09          | 0.080 | 0.135-0.23 | 0.176 |
|        | Δ       | 0.120-0.12          | 0.124 | 0.185-0.27 | 0.231 |
|        | Ε       |                     | 0.116 |            | 0.607 |
|        | Ζ       |                     | 0.096 |            | 0.273 |
| 3ος    | Α       | 0.247-0.47          | 0.367 | 0.903-1.01 | 0.973 |
|        | Β       | 0.097-0.20          | 0.134 | 0.236-0.48 | 0.331 |
|        | Γ       | 0.099-0.20          | 0.145 | 0.202-0.30 | 0.255 |
|        | Δ       | 0.188-0.20          | 0.198 | 0.425-0.43 | 0.430 |
|        | Ε       |                     | 0.304 |            | 0.983 |
|        | Ζ       |                     | 0.164 |            | 0.387 |
|        | ΣΥΝΟΛΟ  | 0.097-0.47          | 0.208 | 0.202-1.01 | 0.495 |
| 4ος    | Α       | 0.201-0.46          | 0.329 | 0.906-1.14 | 1.013 |
|        | Γ       | 0.176-0.18          | 0.180 | 0.290-0.31 | 0.303 |
|        | Δ       | 0.239-0.25          | 0.245 | 0.565-0.77 | 0.669 |
|        | Ε       |                     | 0.332 |            | 1.130 |
|        | Ζ       |                     | 0.150 |            | 0.184 |
|        | ΣΥΝΟΛΟ  | 0.150-0.46          | 0.247 | 0.184-1.14 | 0.660 |
| 5ος    | Β       | 0.108-0.23          | 0.180 | 0.340-0.55 | 0.470 |
|        | Γ       | 0.128-0.23          | 0.195 | 0.286-0.42 | 0.334 |
|        | Δ       | 0.251-0.27          | 0.264 | 0.864-0.96 | 0.916 |
|        | Ε       |                     | 0.349 |            | 0.803 |
|        | ΣΥΝΟΛΟ  | 0.108-0.34          | 0.250 | 0.286-0.96 | 0.632 |
| 6ος    | Α       | 0.250-0.48          | 0.342 | 0.592-1.30 | 0.813 |
|        | Β       | 0.126-0.16          | 0.152 | 0.353-0.68 | 0.520 |
|        | Γ       | 0.108-0.18          | 0.133 | 0.162-0.35 | 0.263 |
|        | Δ       | 0.231-0.24          | 0.237 | 0.551-0.58 | 0.569 |
|        | Ε       |                     | 0.221 |            | 0.601 |
|        | Ζ       |                     | 0.167 |            | 0.185 |
|        | ΣΥΝΟΛΟ  | 0.108-0.48          | 0.214 | 0.162-1.30 | 0.490 |
| 7ος    | Α       | 0.118-0.36          | 0.246 | 0.293-0.48 | 0.429 |
|        | Β       | 0.147-0.19          | 0.174 | 0.255-0.55 | 0.432 |
|        | Γ       | 0.127-0.18          | 0.146 | 0.232-0.42 | 0.302 |
|        | Δ       | 0.177-0.39          | 0.286 | 0.491-0.52 | 0.509 |
|        | Ε       |                     | 0.258 |            | 0.674 |
|        | Ζ       |                     | 0.081 |            | 0.178 |
|        | ΣΥΝΟΛΟ  | 0.081-0.36          | 0.202 | 0.178-0.67 | 0.423 |

### 1<sup>ος</sup> Κύκλος - 2 m

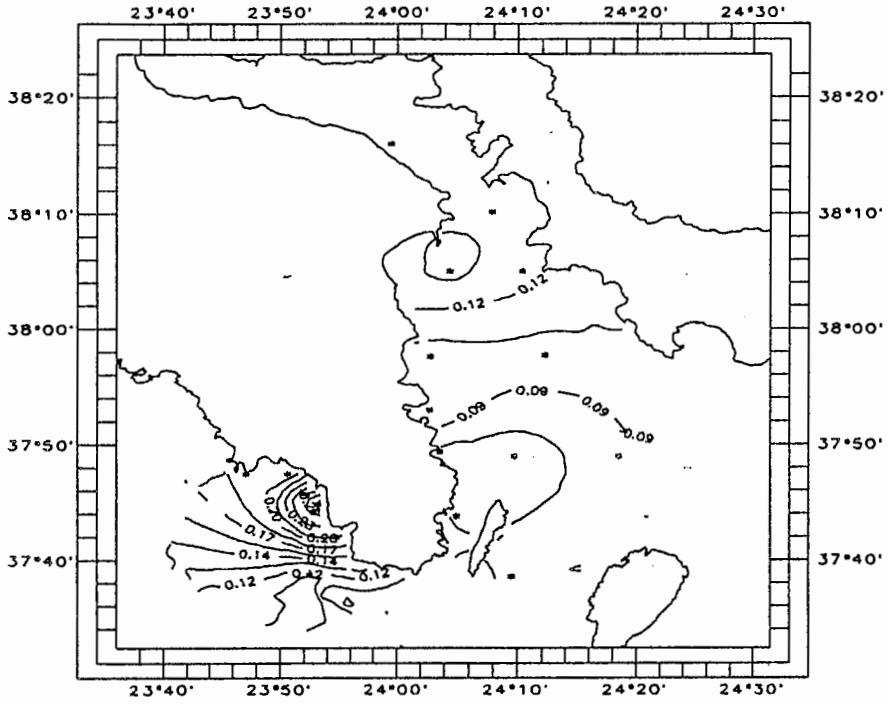


### 1<sup>ος</sup> Κύκλος - 30 m

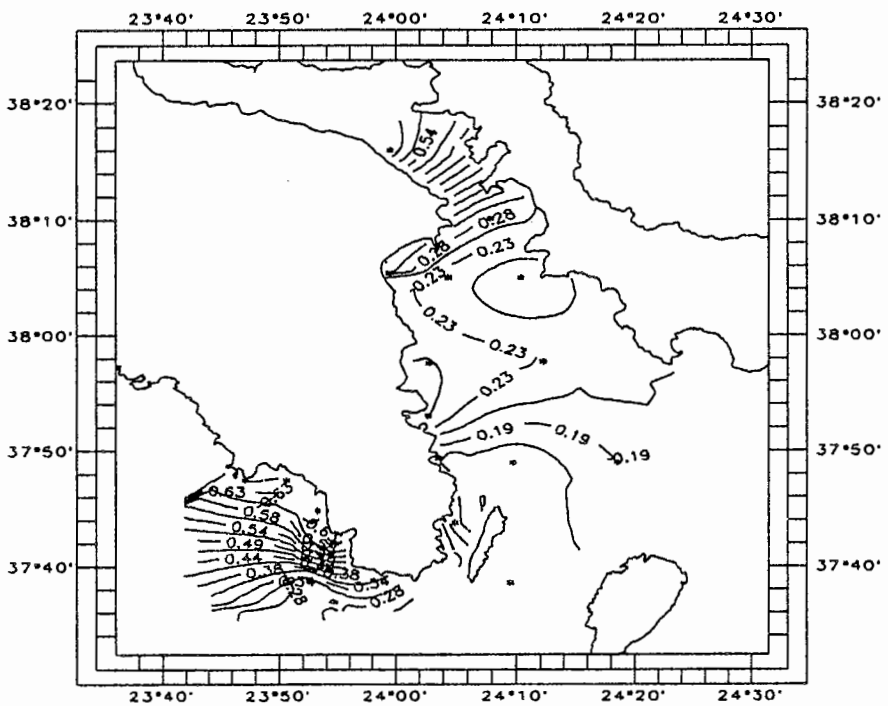


Εικ. 5.3.1/1. Κατανομή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (2 και 30 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος κύκλος.

### 2<sup>ος</sup> Κύκλος - 2 m



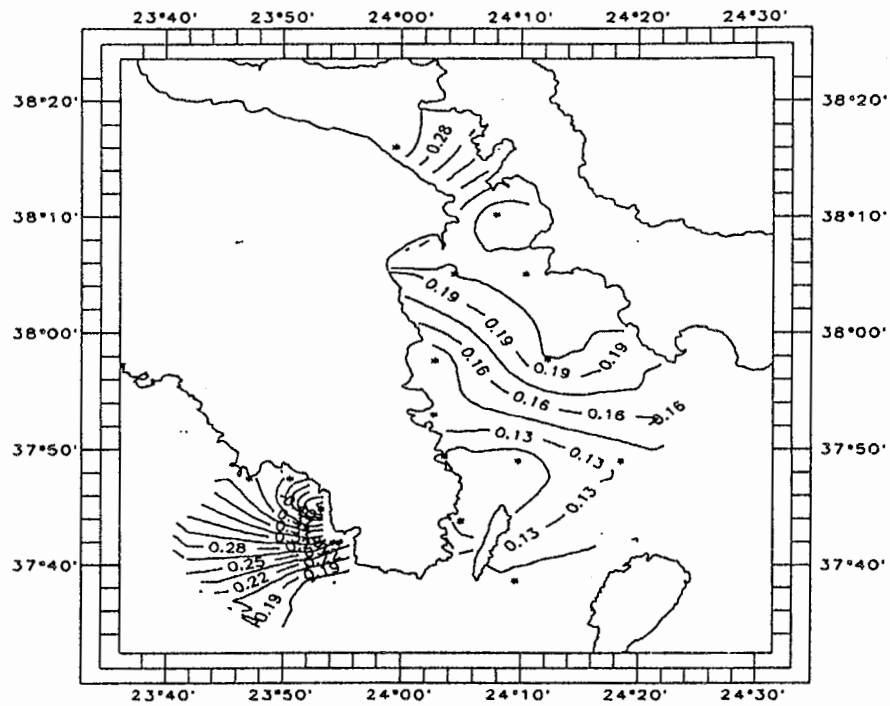
### 2<sup>ος</sup> Κύκλος - 40 m



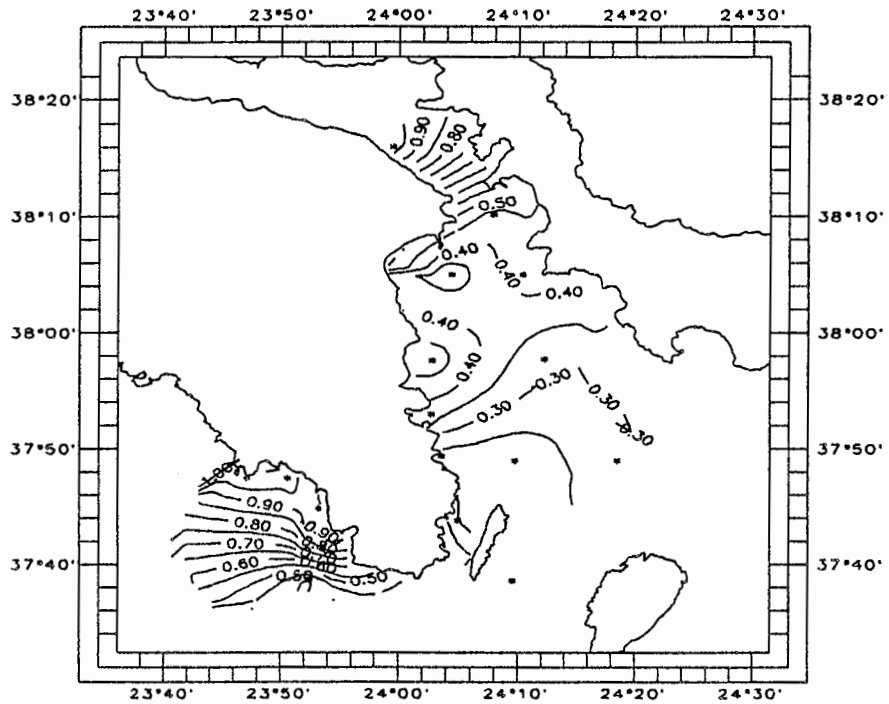
Εικ. 5.3.1/2. Κατανομή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 2ος κύκλος.



### 3<sup>ος</sup> Κύκλος - 2 m

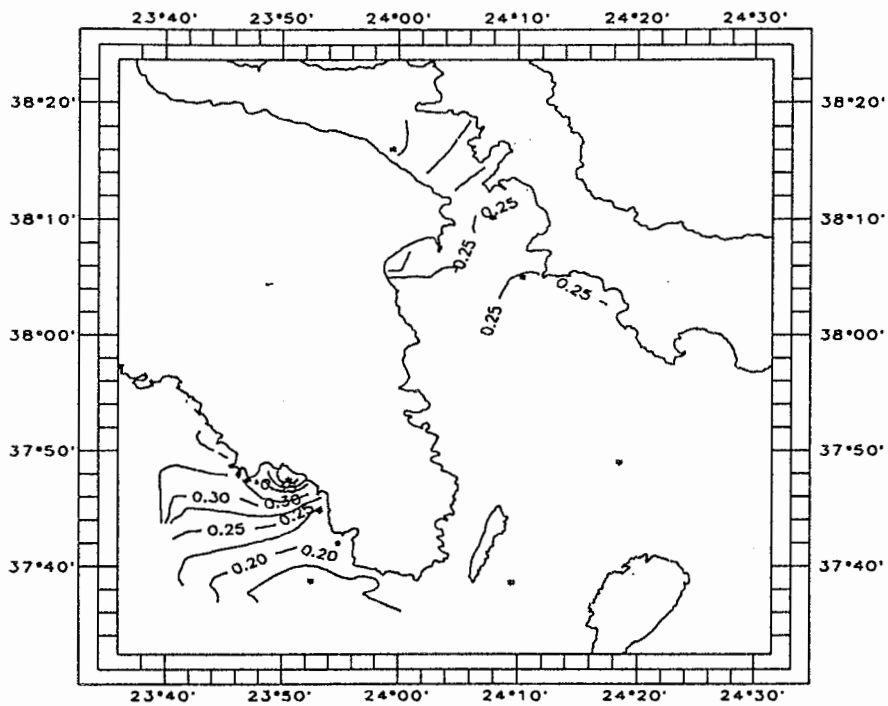


### 3<sup>ος</sup> Κύκλος - 40 m

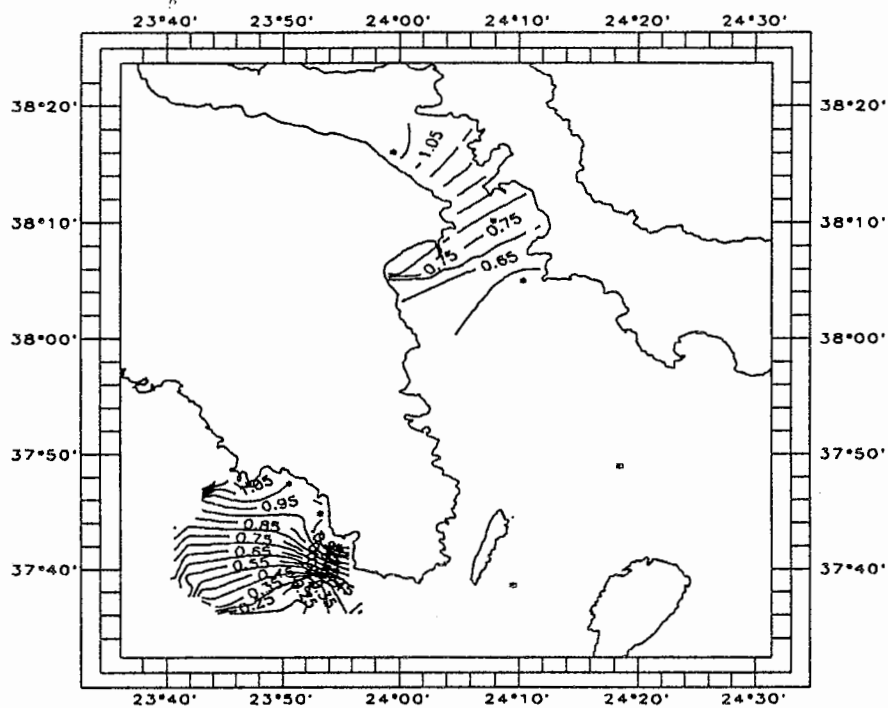


Εικ. 5.3.1/3. Κατανομή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α (2 και 40 m) N Ευβοικό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 3ος κύκλος.

### 4<sup>ος</sup> Κύκλος - 2 m

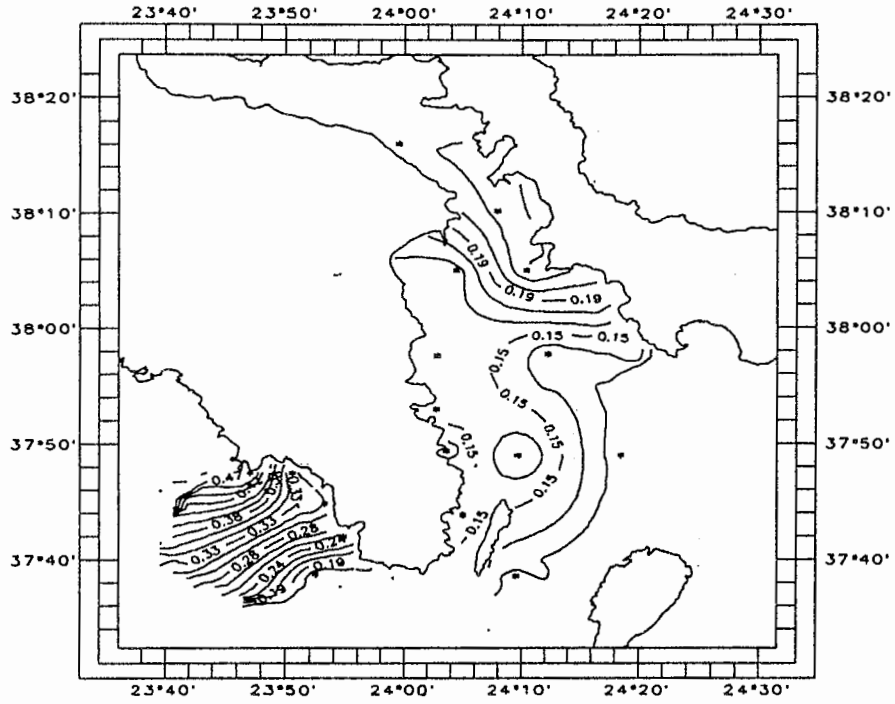


### 4<sup>ος</sup> Κύκλος - 40 m

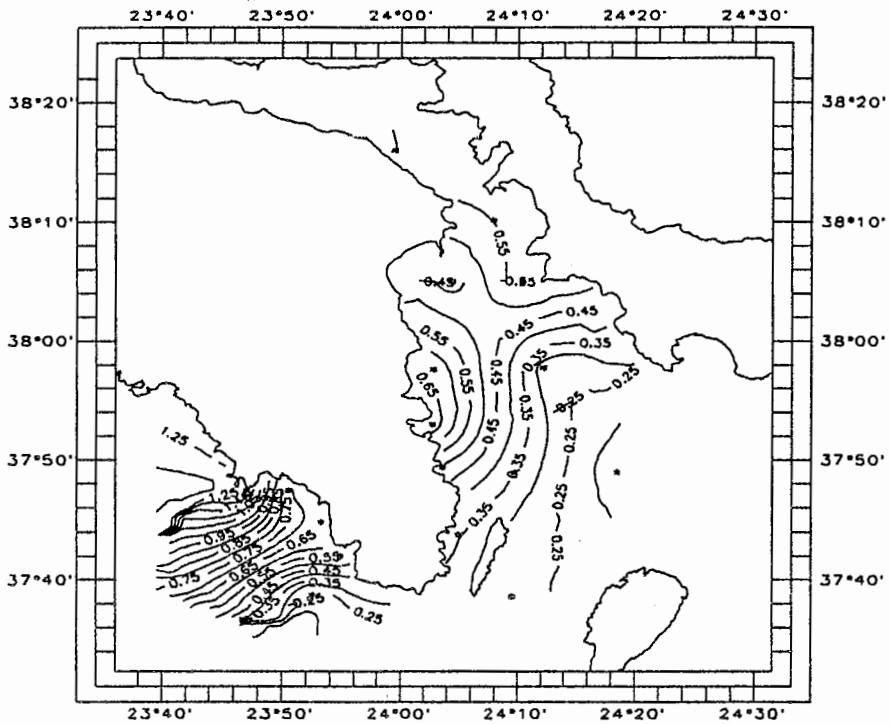


Εικ. 5.3.1/4. Κατανόμη της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 4ος κύκλος.

### 6<sup>ος</sup> Κύκλος - 2 m

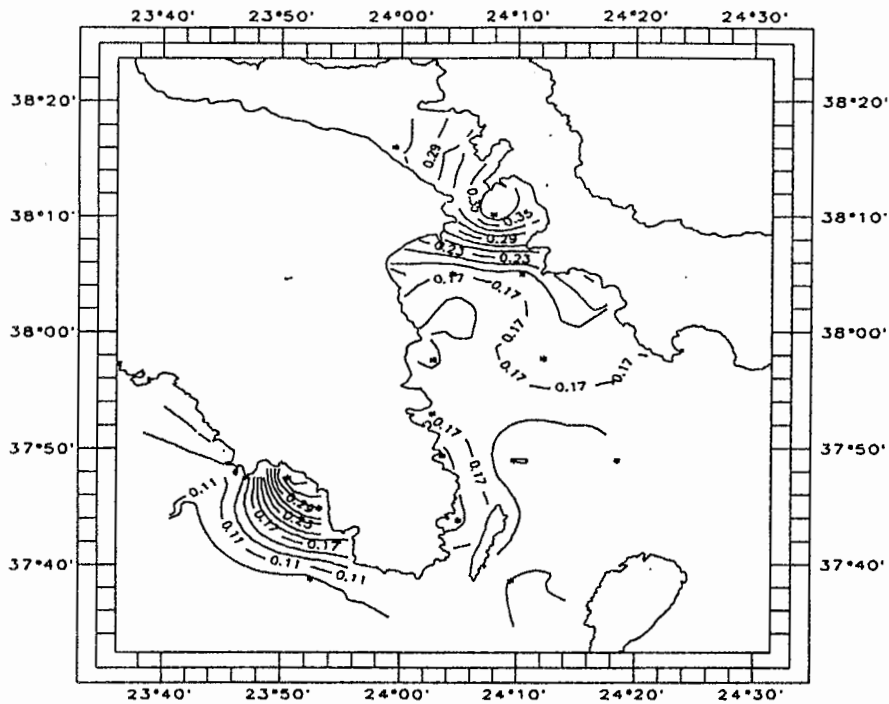


### 6<sup>ος</sup> Κύκλος - 40 m

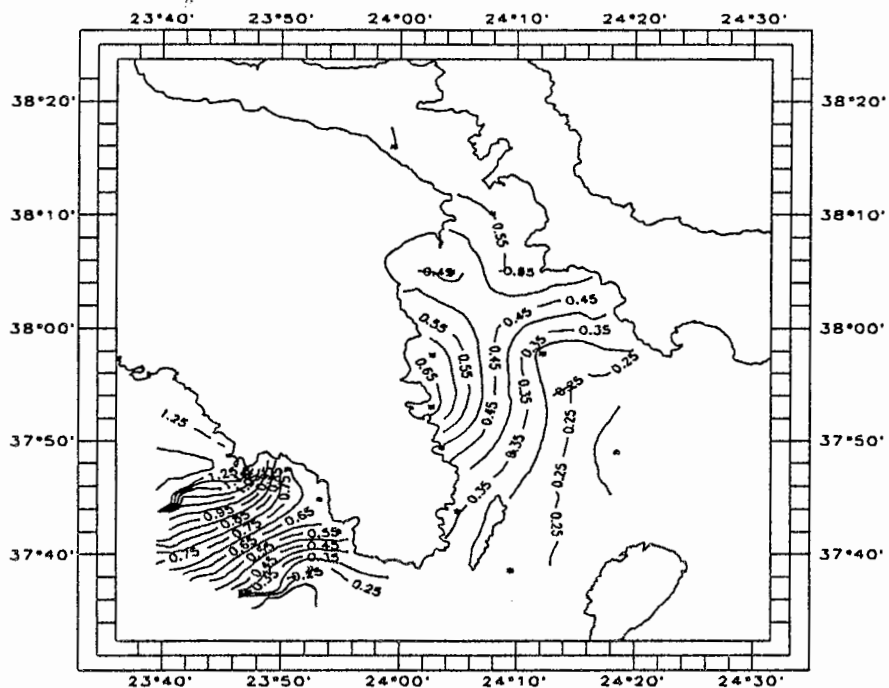


Εικ. 5.3.1/6. Κατανομή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (2 και 40 m) στον Ν.Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 6ος κύκλος.

### 7<sup>ος</sup> Κύκλος - 2m

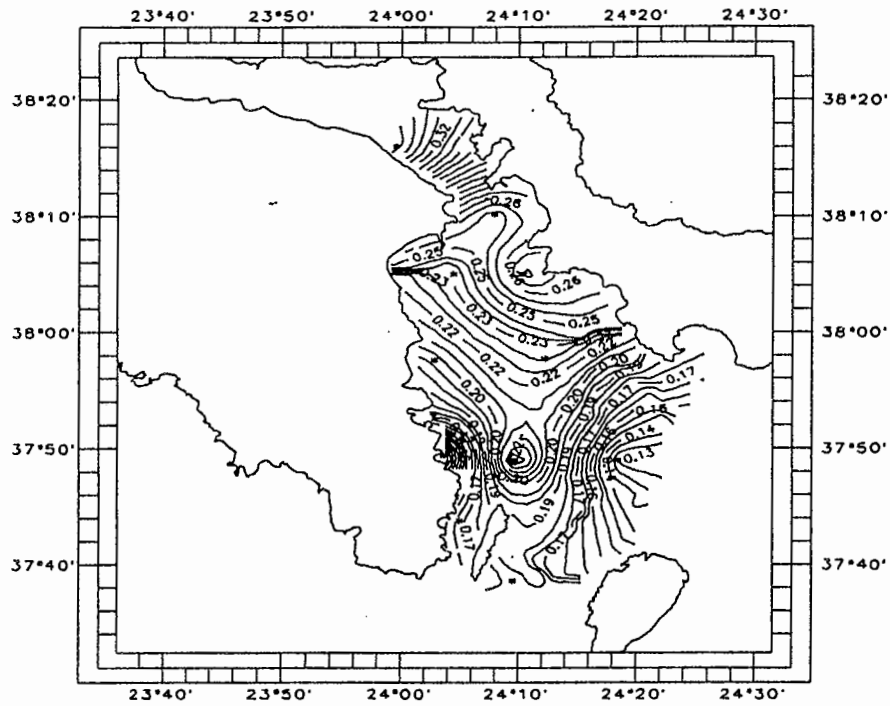


### 7<sup>ος</sup> Κύκλος - 40 m

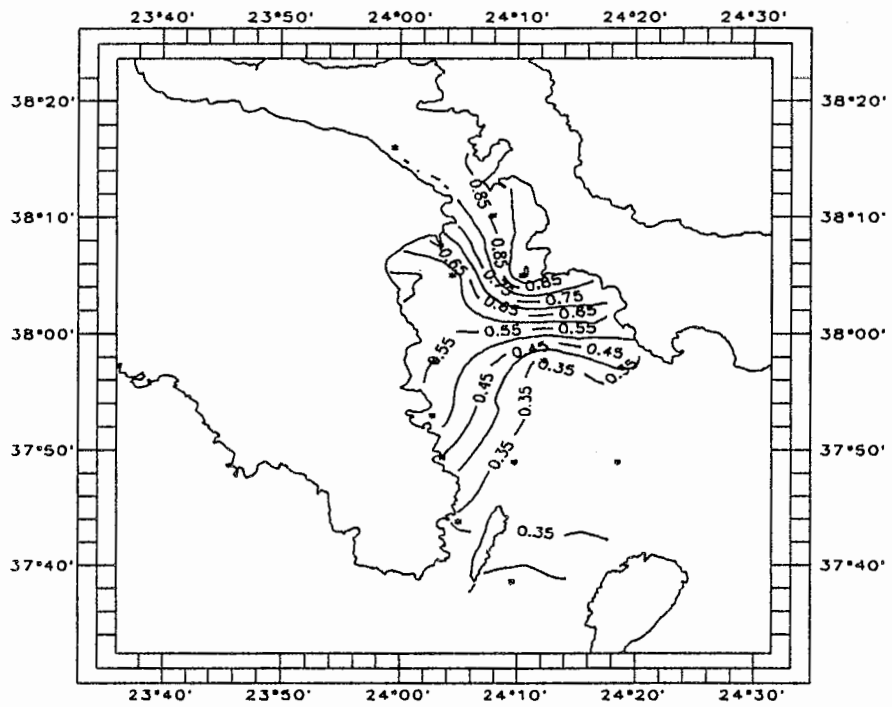


Εικ. 5.3.1/7. Κατανομή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 7ος κύκλος.

### 5<sup>ος</sup> Κύκλος - 2 m



### 5<sup>ος</sup> Κύκλος - 40 m



Εικ. 5.3.1/5. Κατανομή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (2 και 40 m) στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ. Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος κύκλος.

**6ος κύκλος (Εικ. 5.3.1/6):** Εμφανίστηκε τάση μείωσης των τιμών χλωροφύλλης σε όλες τις περιοχές. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση μετρήθηκε στον όρμο της Αναβύσσου (0.342 µg/l στην επιφάνεια και 0.813 µg/l στα 40 m). Οι υπόλοιπες περιοχές εμφάνισαν προοδευτική μείωση από τον Ε31 (0.221 στην επιφάνεια, 0.601 µg/l στα 40 m) ως τον Ε9 (0.167 µg/l στην επιφάνεια, 0.185 µg/l στα 40 m).

**7ος κύκλος (Εικ. 5.3.1/7):** Στον τελευταίο κύκλο, και σε σχέση με τον 6ο, οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης ήταν μειωμένες στον όρμο της Αναβύσσου (0.246 µg/l στην επιφάνεια και 0.429 µg/l στα 40 m) και στον Ε9 (0.081 µg/l στην επιφάνεια και 0.178 µg/l στα 40 m). Στις υπόλοιπες υποπεριοχές οι τιμές ήταν ελαφρά αυξημένες σε σχέση με αυτές του 6ου κύκλου.

Από τον Πίνακα 5.3.1/2, όπου παρουσιάζονται τα εύρη και οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης ανά περιοχή, είναι φανερά τα μέγιστα χλωροφύλλης στον όρμο της Αναβύσσου (0.28 µg/l) και στον Ε31 (0.25 µg/l), η βαθμιαία μείωση της χλωροφύλλης από τον Ε31 (περιοχή Ε) προς τον Ε9 (περιοχή Ζ), καθώς και οι μέγιστες συγκεντρώσεις στο βάθος των 40 m, σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές στην επιφάνεια (2-3 φορές μεγαλύτερες).

Πίνακας 5.3.1/2. Εύρη και μέσες τιμές (Μ.τ.) της χλωροφύλλης α (µg/l) ανά περιοχή, στην επιφάνεια και στα 40 m το Σεπτέμβριο 1996. **A** = Ε2, Ε3, Ε5, Ε8, **B** = Ε13, Ε16, Ε20, Ε24, Ε28, **Γ** = Ε12, Ε17, Ε18, Ε25, **Δ** = Ε29, Ε30, **Ε** = Ε31, **Ζ** = Ε9.

| ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ Α (µg/l) |           |        |           |        |
|---------------------|-----------|--------|-----------|--------|
| ΠΕΡΙΟΧΗ             | 2 m       |        | 40 m      |        |
|                     | Εύρος     | Μ. τ.  | Εύρος     | Μ. τ.  |
| A                   | 0.12-0.48 | ✓ 0.28 | 0.29-1.30 | ✓ 0.71 |
| B                   | 0.06-0.24 | ✓ 0.15 | 0.16-0.69 | ✓ 0.38 |
| Γ                   | 0.06-0.24 | ✓ 0.14 | 0.12-0.42 | 0.26   |
| Δ                   | 0.07-0.40 | ✓ 0.21 | 0.19-0.97 | 0.51   |
| Ε                   | 0.12-0.35 | ✓ 0.25 | 0.35-1.13 | 0.74   |
| Ζ                   | 0.08-0.17 | ✓ 0.12 | 0.13-0.39 | 0.22   |
| ΣΥΝΟΛΟ              | 0.06-0.48 | 0.19   | 0.12-1.30 | 0.47   |

*inflow*  
 → 0.50  
 → 0.27  
 → 0.20  
 → 0.50  
 → 0.17  
 0.38  
 0.22  
 S. Sarin

Πίνακας 5.3.1/3. Εύρη και μέσες τιμές (Μ. τ.) της χλωροφύλλης α (µg/l) ανά κύκλο στην επιφάνεια και στα 40 m, το Σεπτέμβριο 1996.

| ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ Α (µg/l) |           |        |           |        |
|---------------------|-----------|--------|-----------|--------|
| ΚΥΚΛΟΣ              | 2m        |        | 40m       |        |
|                     | Εύρος     | Μ. τ.  | Εύρος     | Μ. τ.  |
| 1ος                 | 0.07-0.30 | ✓ 0.13 | 0.12-0.42 | ✓ 0.27 |
| 2ος                 | 0.05-0.31 | ✓ 0.12 | 0.13-0.70 | ✓ 0.36 |
| 3ος                 | 0.10-0.48 | ✓ 0.22 | 0.20-1.01 | ✓ 0.56 |
| 4ος                 | 0.15-0.46 | ✓ 0.25 | 0.18-1.24 | ✓ 0.66 |
| 5ος                 | 0.11-0.35 | ✓ 0.25 | 0.27-0.97 | ✓ 0.63 |
| 6ος                 | 0.11-0.48 | ✓ 0.21 | 0.16-1.31 | ✓ 0.49 |
| 7ος                 | 0.08-0.39 | 0.20   | 0.18-0.67 | ✓ 0.42 |

Πίνακας 5.3.2/2. Εύρη και μέσες τιμές του φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), των μ-μαστιγωτών (κυτ./λ) και της χλωροφύλλης α (μg/l), ανά κύκλο, το Σεπτέμβριο 1996.

| ΠΕΡΙΟΧΗ | ΟΛΙΚΟ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟ |       | Μ-ΜΑΣΤΙΓΩΤΑ |      | ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ Α |     |
|---------|-------------------|-------|-------------|------|--------------|-----|
|         | Εύρος             | Μ. τ. | Εύρος       | Μ.   | Εύρος        | Μ.  |
| 1ος     | 13360-265         | 16230 | 52520-1684  | 1004 | 0.074-0.197  | 0.1 |
| 3ος     | 12880-276         | 19270 | 51640-1518  | 895  | 0.097-0.478  | 0.2 |
| 5ος     | 12890-252         | 18370 | 32600-1634  | 827  | 0.173-0.315  | 0.2 |
| 7ος     | 11760-240         | 16900 | 50070-1119  | 874  | 0.147-0.395  | 0.2 |

Στον Ε20 (Πόρτο Ράφτη) το φυτοπλαγκτό κυμάνθηκε στα ίδια περίπου επίπεδα (Μ.τ. 17790 κυτ./λ) σε σχέση με τον Ε13. Η μέγιστη τιμή (27680 κυτ./λ) σημειώθηκε τον 3ο κύκλο και η ελάχιστη (13360 κυτ./λ) τον 1ο κύκλο. Τα μ-μαστιγωτά παρουσίασαν μείωση (μ.τ. 90040 κυτ./λ) από τον 1ο προς τον 5ο κύκλο ενώ η χλωροφύλλη παρουσίασε κάποιες αυξομειώσεις στην διάρκεια της μελέτης.

Στον Ε24 (Λούτσα) η εικόνα μοιάζει με αυτή του Ε20, με ακόμη χαμηλότερες τιμές φυτοπλαγκτού (17100 κυτ./λ), μ-μαστιγωτών (68530 κυτ./λ) και χλωροφύλλης (0.156 μg/l). Τα μέγιστα του φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγωτών εμφανίστηκαν τον 7ο κύκλο, ενώ τα μέγιστα της χλωροφύλλης στον 5ο κύκλο.

Στον Ε28 (Μαραθώνας) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στους πληθυσμούς του φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγωτών, οι οποίοι κυμάνθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα των προηγούμενων σταθμών (Μ. τ. 18240 κυτ./λ φυτοπλαγκτό, 58090 κυτ./λ. μ-μαστιγωτά). Το εύρος των συγκεντρώσεων του φυτοπλαγκτού ήταν 13760 κυτ./λ (7ος κύκλος) ως 25200 κυτ./λ (5ος κύκλος). Σε σχέση με τον Ε5, οι τιμές μ-μαστιγωτών και χλωροφύλλης στον Ε28 παρουσιάστηκαν σημαντικά μειωμένες (στο μισό περίπου).

Στον Ε30 (Στύρα) οι πληθυσμοί του φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγωτών κυμάνθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα με τον Ε28, ενώ ήταν αυξημένες οι τιμές χλωροφύλλης. Οι συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού και μ-μαστιγωτών παρουσίασαν σχετικά μικρές διακυμάνσεις (σχεδόν σταθερή αφθονία κατά τη διάρκεια των κύκλων), σε αντίθεση με την χλωροφύλλη, που εμφάνισε αυξητική τάση από την αρχή μέχρι το τέλος της μελέτης.

Γενικά, από την ποσοτική σύσταση φυτοπλαγκτού και μ-μαστιγωτών φαίνεται ότι, ο Ν Ευβοικός χαρακτηρίζεται από νερά φτωχά σε θρεπτικά άλατα, με συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού παρόμοιες με αυτές του Αιγαίου. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού στον Ε5 (Ανάβυσσος) ήταν ελαφρώς μεγαλύτερες σε σύγκριση με τους άλλους σταθμούς δειγματοληψίας, πιθανότατα λόγω σχετικού εμπλουτισμού των νερών σε θρεπτικά άλατα. Στους υπόλοιπους σταθμούς οι μέσες τιμές δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές.

5.3.2. Βιοκοινωνίες του φυτοπλαγκτού

Ποσοτική σύσταση

Η κατανομή του ολικού φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγωτών παρουσιάζεται στην Εικ. 5.3.2/1. Τα εύρη και οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων ανά περιοχή και ανά κύκλο, δίνονται στους Πίνακες 5.3.2/1 και 5.3.2/2, αντίστοιχα. Για λόγους σύγκρισης αναφέρονται και οι αντίστοιχες τιμές χλωροφύλλης.

Στον Ε5 (όρμος Αναβύσσου) η υψηλότερη συγκέντρωση φυτοπλαγκτού καταγράφηκε στον 1ο κύκλο (26560 κυτ./λ) και η μικρότερη στον 5ο κύκλο (18240 κυτ./λ) (Εικ. 5.3.2/1), ενώ η μέση τιμή στο διάστημα των 14 ημερών ήταν 21493 κυτ./λ (Πίνακας 5.3.2/1). Τα μ-μαστιγωτά, τα οποία, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι πολύ μικρά φυτομαστιγωτά με διάμετρο < 5 μm, παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις (εύρος: 118420 κυτ./λ στον 5ο κύκλο ως 168440 κυτ./λ στον 1ο κύκλο). Το φυτοπλαγκτό και τα μ-μαστιγωτά παρουσίασαν τάση μείωσης από τον 1ο στον 5ο κύκλο, ενώ η χλωροφύλλη μετά από αύξηση στον 3ο κύκλο μειώθηκε στον 5ο κύκλο.

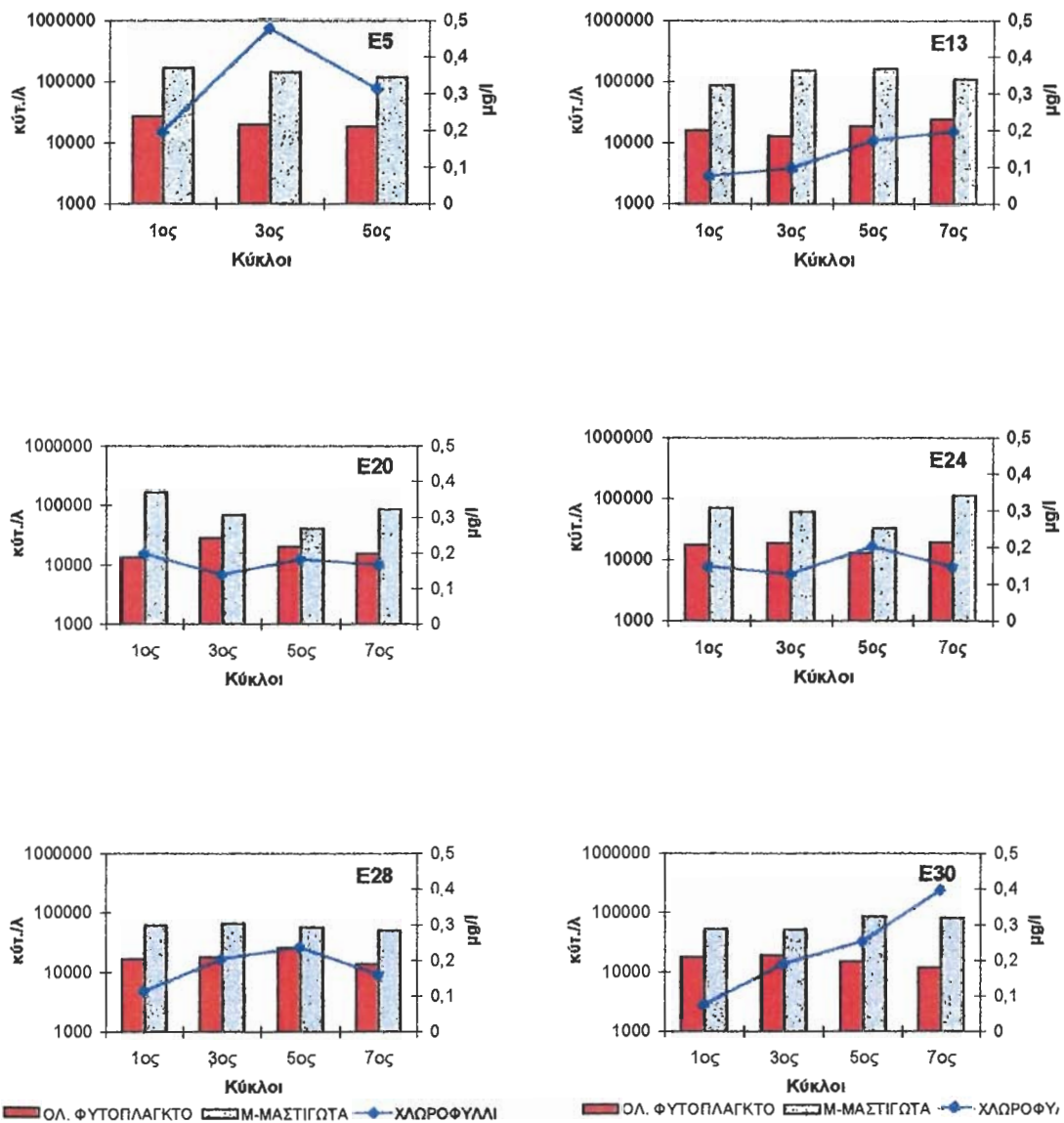
Στον Ε13 (Λαύριο) οι μέσες συγκεντρώσεις του ολικού φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγωτών ήταν 17880 κυτ./λ και 127330 κυτ./λ, αντίστοιχα. Το φυτοπλαγκτό κυμάνθηκε από 12880 κυτ./λ (3ος κύκλος) ως 24080 κυτ./λ (7ος κύκλος), ενώ τα μ-μαστιγωτά είχαν ελάχιστη τιμή (86070 κυτ./λ) στον 1ο κύκλο και μέγιστη (163480 κυτ./λ) στον 5ο κύκλο. Η εικόνα στο σταθμό αυτό παρουσιάζει κάποια αυξητική τάση στη χλωροφύλλη, φυτοπλαγκτό και μ-μαστιγωτά, από την αρχή μέχρι το τέλος της χρονικής περιόδου της μελέτης.

Πίνακας 5.3.2/1. Εύρη και μέσες τιμές (Μ. τ.) του ολικού φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), των μ-μαστιγωτών (κυτ./λ) και της χλωροφύλλης α (μg/l), ανά σταθμό (2 m), το Σεπτέμβριο 1996.

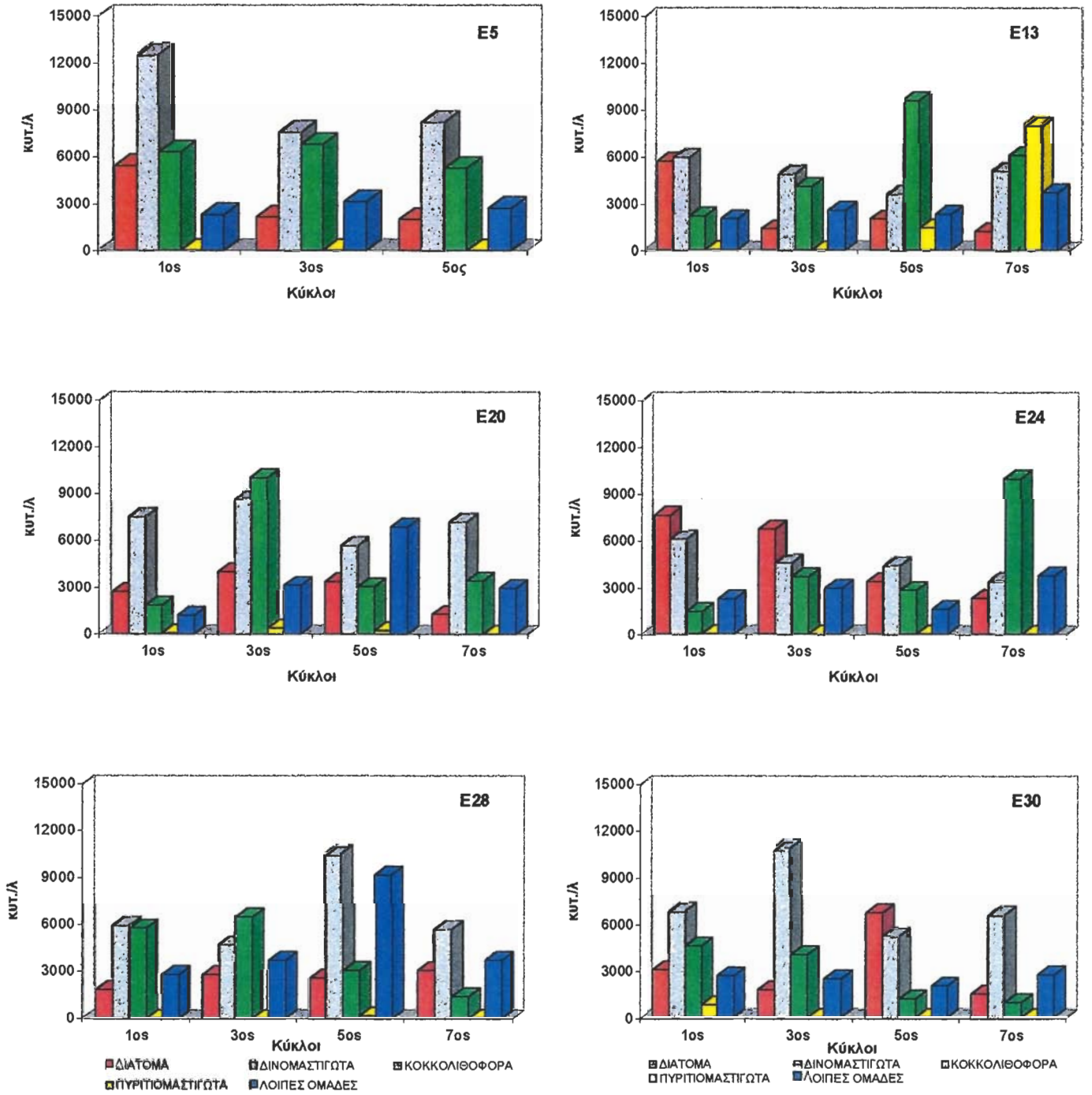
| ΠΕΡΙΟΧΗ | ΟΛΙΚΟ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟ |       | Μ-ΜΑΣΤΙΓΩΤΑ  |         | ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ Α |       |
|---------|-------------------|-------|--------------|---------|--------------|-------|
|         | Εύρος             | Μ. τ. | Εύρος        | Μ.      | Εύρος        | Μ. τ. |
| E5      | 18240-26560       | 2149  | 118420-1684  | 142,170 | 0.195-0.478  | 0.32  |
| E13     | 12880-24080       | 1788  | 86070-163480 | 127,330 | 0.075-0.197  | 0.13  |
| E20     | 13360-27680       | 1914  | 40250-165290 | 90040   | 0.139-0.197  | 0.17  |
| E24     | 12890-19360       | 1710  | 32590-11192  | 68530   | 0.126-0.202  | 0.15  |
| E28     | 13760-25200       | 1824  | 50070-64800  | 58090   | 0.112-0.236  | 0.17  |
| E30     | 11760-18960       | 1592  | 51640-86410  | 67850   | 0.074-0.395  | 0.22  |

7217660

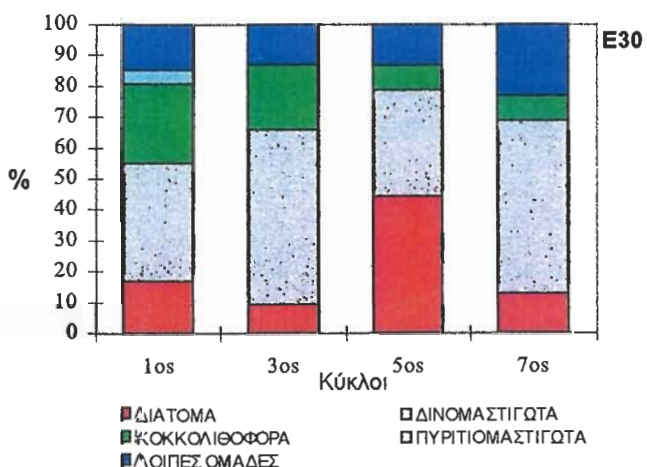
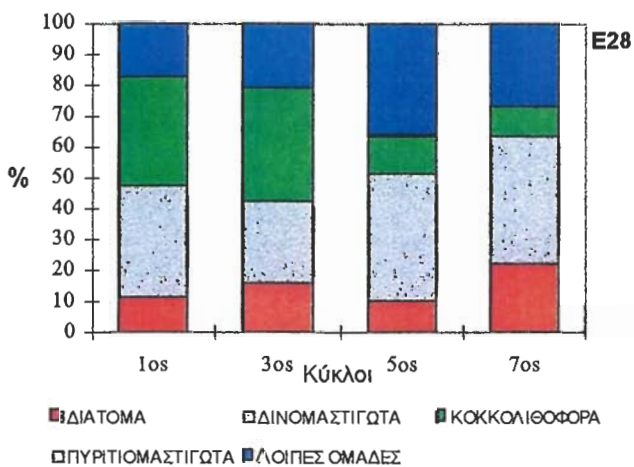
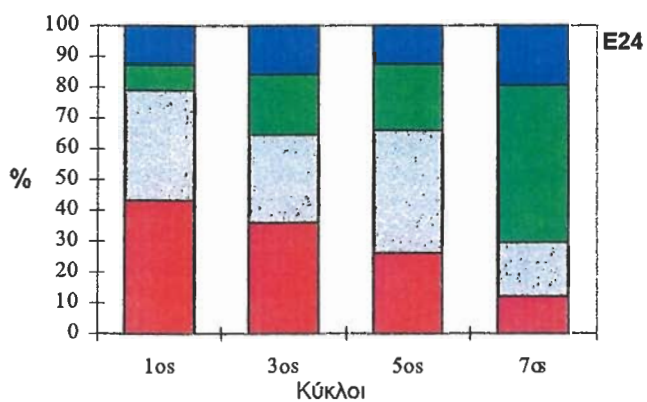
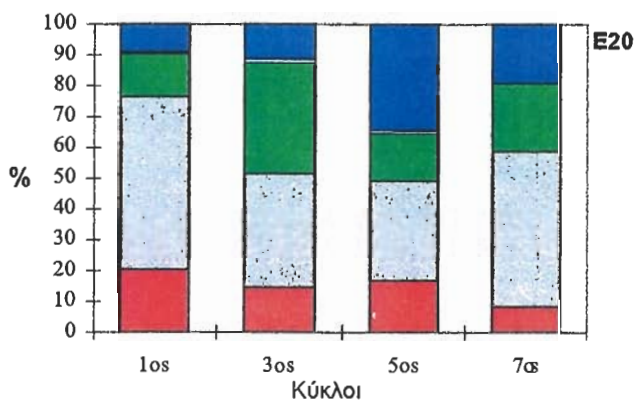
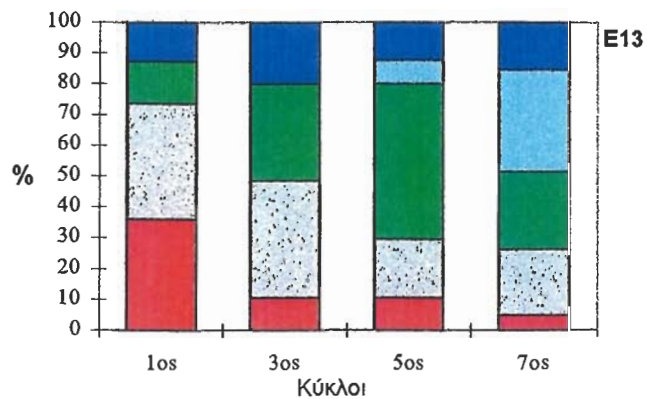
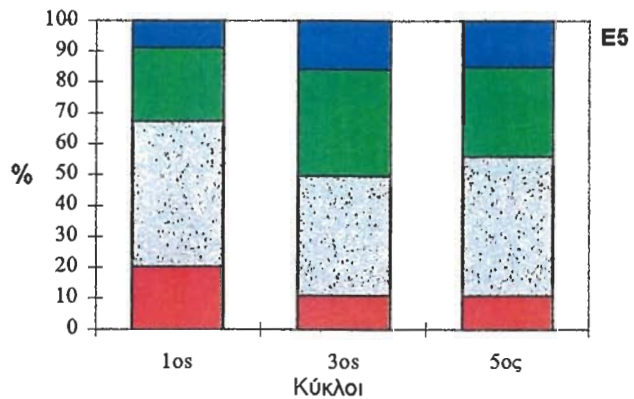




Εικ. 5.3.2/1. Κατανομή των συγκεντρώσεων ολικού φυτοπλαγκτού, μ-μαστιγωτών (κυτ./Λ) και χλωροφύλλης-α (μg/l) σε βάθος 2m ανά κύκλο δειγματοληψίας στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.



Εικ 5.3.2/2. Κατανομή των συγκεντρώσεων των κυρίαρχων ομάδων φυτοπλαγκτού σε βάθος 2 m ανά κύκλο δειγματοληψίας στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.



Εικ. 5.3.2/3. Ποσοστό συμμετοχής(%) των κυρίαρχων ομάδων φυτοπλαγκτού σε βάθος 2 m ανά κύκλο δειγματοληψίας στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.



Πίνακας 5.3.2/4. Εύρη και μέσες συγκεντρώσεις (Μ. τ.) των επικρατέστερων ομάδων φυτοπλαγκτού (κυτ./λ) και % αναλογία (παρενθέσεις), ανά κύκλο για το σύνολο της περιοχής, το Σεπτέμβριο 1996.

| Κύκλος | ΔΙΑΤΟΜΑ       |         | ΔΙΝΟΜΑΣΤΙΓΩΤΑ |         | ΚΟΚΚΟΛΙΘΟΦΟΡΑ |         | ΠΥΡΙΠΙΟΜΑΣΤΙΓΩΤ |        | ΛΟΙΠΕΣ ΟΜΑΔΕΣ |         |
|--------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|-----------------|--------|---------------|---------|
|        | Εύρος         | Μ. τ.   | Εύρος         | Μ. τ.   | Εύρος         | Μ. τ.   | Εύρος           | Μ. τ.  | Εύρος         | Μ. τ.   |
| 1ος    | 1840-7600     | 4390    | 5920-12480    | 7450    | 1440-6320     | 3680    | 0-800           | 146    | 1200-2800     | 2200    |
|        | (11.27-43.38) | (24.76) | (35.62-56.29) | (41.80) | (8.22-35.29)  | (20.06) | (0.0-4.48)      | (0.85) | (8.73-17.16)  | (12.52) |
| 3ος    | 1360-6720     | 3130    | 4560-10720    | 6850    | 3680-9920     | 5830    | 0-400           | 66     | 2480-3680     | 2956    |
|        | (9.28-36.05)  | (16.19) | (26.70-56.54) | (37.51) | (19.74-35.84) | (28.88) | (0.0-1.45)      | (0.24) | (11.27-20.81) | (16.13) |
| 5ος    | 2000-6720     | 3330    | 3600-10400    | 6250    | 1200-9440     | 4130    | 0-1440          | 306    | 1600-9040     | 4090    |
|        | (10.16-44.44) | (19.84) | (19.15-45.18) | (35.36) | (7.94-50.21)  | (22.68) | (0.0-7.66)      | (1.58) | (12.34-35.87) | (20.53) |
| 7ος    | 1200-3040     | 2250    | 3440-7200     | 5610    | 960-9840      | 4340    | 0-8000          | 1600   | 2720-3760     | 3360    |
|        | (4.98-22.09)  | (12.34) | (19.72-55.78) | (36.88) | (8.16-56.42)  | (24.37) | (0.0-3.22)      | (6.64) | (15.28-26.74) | (21.16) |

Στον Ε13 επικράτησαν τα κοκκολιθοφόρα με εύρος συγκέντρωσης από 2160 ως 9440 κυτ./λ (Μ.τ. 5440 κυτ./λ και μέσο ποσοστό συμμετοχής 30.21%). Ακολούθησαν τα δινόμαστιγωτά, τα διάτομα, οι "λοιπές ομάδες" και τα πυριπιομαστιγωτά με 28.97%, 15.56%, 15.05% και 10.22%, αντίστοιχα. Οι

διακυμάνσεις των ομάδων μεταξύ των κύκλων σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσίασαν έντονες αυξομειώσεις. Στον 5ο κύκλο η επικρατούσα ομάδα ήταν τα κοκκολιθοφόρα (9440 κυτ./λ, 50.21%), ενώ στον 7ο κύκλο ήταν τα πυριπιομαστιγωτά (8000 κυτ./λ, 33.22%) τα οποία στους άλλους κύκλους και σταθμούς είχαν σποραδική μόνο παρουσία.

Στον Ε20 (Πόρτο Ράφτη) οι φυτοπλαγκτονικές ομάδες κυμάνθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα με τον Ε13, με μέσες τιμές 2840, 7260, 4560 και 3540 κυτ./λ για τα διάτομα, δινόμαστιγωτά, κοκκολιθοφόρα και "λοιπές ομάδες" αντίστοιχα. Το ποσοστό συμμετοχής των δινόμαστιγωτών παρέμεινε σχεδόν σταθερό κατά την διάρκεια όλων των κύκλων και σχετικά υψηλό (43.02%), με δεύτερα τα κοκκολιθοφόρα (21.74%). Τα δινόμαστιγωτά επικράτησαν τον 1ο, 5ο και 7ο κύκλο, ενώ τα κοκκολιθοφόρα τον 3ο κύκλο.

Στον Ε24 (Λούτσα) τα διάτομα αυξήθηκαν (29.73%), ενώ μειώθηκαν τα δινόμαστιγωτά (30.85%). Χαρακτηριστική είναι η κυριαρχία των διατόμων τον 1ο (43.38%) και τον 3ο (36.05%) κύκλο και των κοκκολιθοφόρων τον 7ο κύκλο (56.42%).

Στον Ε28 (Μαραθώνας) η επικρατέστερη ομάδα ήταν τα δινόμαστιγωτά (Μ.τ. 36.38%), με εξαίρεση τον 3ο κύκλο όπου επικράτησαν τα κοκκολιθοφόρα. Η μεγάλη συμμετοχή των κοκκολιθοφόρων (36%) στον 1ο και 3ο κύκλο μειώθηκε στο 10-12% κατά

τον 5ο και 7ο κύκλο. Χαρακτηριστική είναι επίσης η αύξηση των “λοιπών ομάδων” (25.15%).

Στον E30 (Στύρα) η εικόνα μοιάζει με αυτή του E28 με υψηλά ποσοστά συμμετοχής των δινωμαστιγωτών Μ.τ. (46.31%). Εξαιρέση αποτελεί ο 5ος κύκλος όπου επικράτησαν τα διάτομα (44.44%). Η διακύμανση των ομάδων ήταν ανάλογη αυτής του ολικού φυτοπλαγκτού.

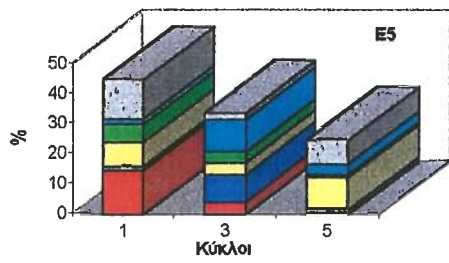
Ανακεφαλαιώνοντας, είναι φανερό ότι οι συγκεντρώσεις των φυτοπλαγκτονικών ομάδων ήταν χαμηλές και παρόμοιες με αυτές του Αιγαίου. Τα δινωμαστιγωτά ήταν η επικρατέστερη ομάδα σχεδόν σε όλους τους σταθμούς, με σχεδόν σταθερή παρουσία σε όλους τους κύκλους. Τα κοκκολιθοφόρα ήταν η δεύτερη σημαντικότερη ομάδα με τα διάτομα και τις “λοιπές ομάδες” να ακολουθούν. Οι μέσες τιμές κάθε ομάδας στη διάρκεια όλων των κύκλων δεν παρουσίασαν σημαντικές μεταβολές μεταξύ των σταθμών. Αντίθετα, μεταξύ των κύκλων παρατηρήθηκαν κάποιες αυξομειώσεις στους πληθυσμούς των φυτοπλαγκτονικών ομάδων χωρίς όμως καθορισμένη τάση εμφάνισης είτε των μεγίστων ή των ελαχίστων τιμών μεταξύ των σταθμών.

#### Φυτοπλαγκτονικά είδη

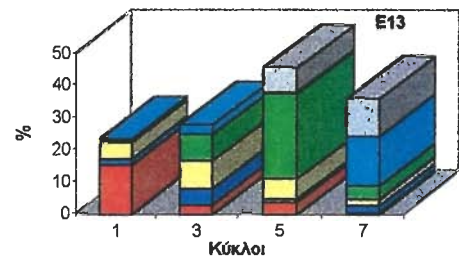
Στον Πίνακα 5.3.2/5 παρουσιάζονται τα δέκα επικρατέστερα φυτοπλαγκτονικά είδη ανά κύκλο στον E5 (όρμος Αναβύσσου), ενώ στην Εικόνα 5.3.2/4 δίνεται, για την ίδια περιοχή, το ποσοστό συμμετοχής των 6 περισσότερο σημαντικών ειδών με κριτήριο επιλογής την μεγαλύτερη μέση συμμετοχή τους σε όλη τη διάρκεια της περιόδου.

Το διάτομο *Nitzschia closterium* (14.46%) επικράτησε στον 1ο κύκλο, το δινωμαστιγωτό *Gymnodinium sp.* στον 1ο και 3ο κύκλο, τα κοκκολιθοφόρα *Pontosphaera haeckeli* στον 3ο (10.57%), το *Rhabdosphaera sp.1* στον 5ο (12.28%) και το *Rhabdosphaera tubulosa* (12.95%) στον 1ο κύκλο. Μεταξύ των κύκλων δεν φαίνεται να υπάρχουν διαφορές αν και ορισμένα είδη είχαν πολύ καλή ανάπτυξη σε ορισμένους κύκλους που πιθανότατα οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες οι οποίοι προκάλεσαν την ανάπτυξη των συγκεκριμένων ειδών.

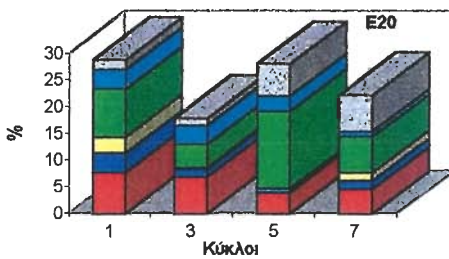
Στον E13 (Πίνακας 5.3.2/6.) τα διάτομα *Rhizosolenia alata*, *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Thalassiothrix mediterranea* είχαν εντονότερη παρουσία στον 1ο κύκλο (15.23%, 9.14%, 8.63%, αντίστοιχα), το δινωμαστιγωτό *Gymnodinium sp* (8.70%) και το κοκκολιθοφόρο *Pontosphaera haeckeli* (8.70%) στον 3ο κύκλο, το *Rhabdosphaera sp1* στον 5ο κύκλο, ενώ χαρακτηριστική ήταν η κυριαρχία των πυριτιομαστιγωτών *Dictyocha fibula* (21.59%) και *Distephanus speculum* (11.63%) στον 7ο κύκλο. Τα υπόλοιπα είδη κυμάνθηκαν σε χαμηλά ποσοστά, ενώ ο αριθμός των ειδών που μετρήθηκε ανά δείγμα ήταν σχετικά υψηλός σε σχέση με την κυτταρική συγκέντρωση (42 είδη στον 7ο κύκλο ως 64 είδη στον 1ο ανά 25 ml δείγματος).



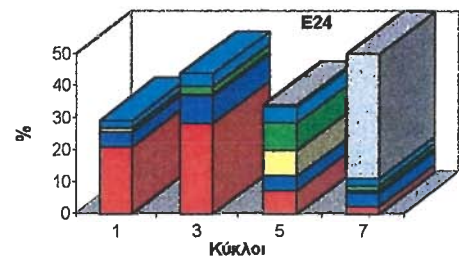
■ *Nitzschia closterium*   ■ *Peridinium sp. 1*   ■ *Gymnodinium sp.*  
 ■ *Coccolithus huxleyi*   ■ *Pontosphaera haeckeli*   ■ *Rhabdosphaera tubulosa*



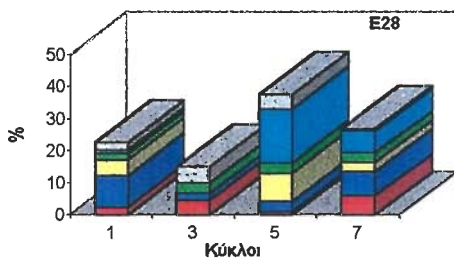
■ *Rhizosolenia alata*   ■ *Gymnodinium sp. (>20µm)*  
 ■ *Gymnodinium sp.*   ■ *Rhabdosphaera sp. 1*  
 ■ *Rhabdosphaera sp. 2*   ■ *Distephanus speculum*



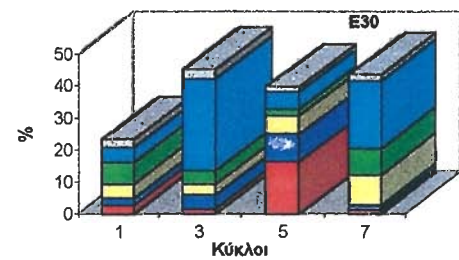
■ *Rhizosolenia alata*   ■ *Gymnodinium sp. (>20µm)*  
 ■ *Gymnodinium sp. 3*   ■ *Gymnodinium sp.*  
 ■ *Pontosphaera haeckeli*   ■ *Hillea sp.*



■ *Rhizosolenia alata*   ■ *Gymnodinium sp. (10-20µm)*  
 ■ *Proocentrum sp. 2*   ■ *Calyptrosphaera globosa*  
 ■ *Pontosphaera haeckeli*   ■ *Rhabdosphaera sp. 1*



■ *Rhizosolenia alata*   ■ *Gymnodinium sp. (10-20µm)*  
 ■ *Gymnodinium sp.*   ■ *Cryptomonas erosa*  
 ■ *Exuviella baltica*   ■ *Pavlova sp.*



■ *Nitzschia closterium*   ■ *Rhizosolenia alata*  
 ■ *Gymnodinium sp. (10-20µm)*   ■ *Gymnodinium sp. (>20µm)*  
 ■ *Gymnodinium sp.*   ■ *Cryptomonas erosa*

Εικ. 5.3.2/4. Ποσοστό συμμετοχής των 6 επικρατέστερων φυτοπλαγκτονικών ειδών ανά σταθμό και κύκλο δειγματοληψίας σε βάθος 2m στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

Πίνακας 5.3.2/5. Κατανομή των 10 επικρατέστερων ειδών φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), ανά κύκλο, στον σταθμό Ε5 (2 m) στον ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

+ = παρουσία του είδους.

| ΚΥΚΛΟΣ                            | 1ος  | 3ος  | 5ος  |
|-----------------------------------|------|------|------|
| ΕΙΔΟΣ                             |      |      |      |
| <i>Nitzschia closterium</i>       | 3840 | 800  | 240  |
| <i>Nitzschia delicatissima</i>    | 640  | 400  |      |
| <i>Gymnodinium pygmaeum</i>       |      |      | 720  |
| <i>Gymnodinium sp. (10-20μm)</i>  | 800  | 320  | +    |
| <i>Gymnodinium sp. (&gt;20μm)</i> | 400  | +    | +    |
| <i>Gymnodinium sp.1</i>           | +    | +    | 720  |
| <i>Peridinium sp.1</i>            | +    | 1760 |      |
| <i>Prorocentrum micans</i>        | 1120 |      | +    |
| <i>Gymnodinium sp.</i>            | 2160 | 800  | 2000 |
| <i>Calyptrosphaera globosa</i>    |      | 640  |      |
| <i>Coccolithus huxleyi</i>        | 1600 | 720  | +    |
| <i>Pontosphaera haeckeli</i>      | 480  | 2080 | 640  |
| <i>Rhabdosphaera sp. 1</i>        |      |      | 2240 |
| <i>Rhabdosphaera sp. 2</i>        |      | 400  |      |
| <i>Rhabdosphaera tubulosa</i>     | 3440 | 400  | 1440 |
| <i>Chrysochromulina</i>           | 640  |      | 1040 |
| <i>Cryptomonas erosa</i>          |      | 560  | 400  |
| <i>Hillea sp.</i>                 | +    | +    | +    |
| <i>Pavlova sp.</i>                |      | +    | 400  |
| <i>Phaeocystis poucheti</i>       | +    | 1040 |      |

%

4890

4960

5220

Total 21492

Πίνακας 5.3.2/6. Κατανομή των 10 επικρατέστερων ειδών φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), ανά κύκλο, στο σταθμό Ε13 (2 m) στο Ν Ευβοικό, Σεπτέμβριος 1996.

+ = παρουσία του είδους.

| ΚΥΚΛΟΣ                             | 1ος  | 3ος  | 5ος  | 7ος  |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| ΕΙΔΟΣ                              |      |      |      |      |
| <i>Navicula spp.</i>               | 240  |      | 880  | +    |
| <i>Rhizosolenia alata</i>          | 2400 |      | 720  | +    |
| <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> | 1440 |      |      |      |
| <i>Thalassiothrix mediterranea</i> | 1360 | 400  | +    |      |
| <i>Pennate sp.</i>                 | +    | +    |      | 480  |
| <i>Amphidinium sp.3</i>            | 480  |      |      |      |
| <i>Gymnodinium sp. (10-20μm)</i>   | 480  | +    | +    |      |
| <i>Gymnodinium sp. (&gt;20μm)</i>  | 320  | 640  | +    | 480  |
| <i>Gymnodinium sp. 4</i>           | +    | 400  | +    | +    |
| <i>Peridinium sp.</i>              |      |      |      | 2400 |
| <i>Prorocentrum micans</i>         | 320  | +    |      | +    |
| <i>Gymnodinium sp.</i>             | 800  | 1120 | 1200 | 480  |
| <i>Pontosphaera haeckeli</i>       | +    | 1120 | +    | +    |
| <i>Rhabdosphaera sp. 1</i>         | +    | 1040 | 4960 | 1040 |
| <i>Rhabdosphaera sp. 2</i>         | +    |      | +    | 3680 |
| <i>Rhabdosphaera hispida</i>       |      |      | +    | 560  |
| <i>Rhabdosphaera mult.</i>         |      |      | 1120 |      |
| <i>Rhabdosphaera sp.</i>           |      |      | +    |      |
| <i>Syracosphaera sp. 1</i>         | +    |      | 640  |      |
| <i>Dictyocha fibula</i>            |      |      |      | 5200 |
| <i>Distephanus speculum</i>        |      |      | 1440 | 2800 |
| <i>Chlamydomonas spp.</i>          | +    | 320  | 720  | +    |
| <i>Cryptomonas erosa</i>           | 480  | +    | +    | +    |
| <i>Exuviella baltica</i>           |      |      | +    | 1120 |
| <i>Hillea sp.</i>                  | 240  | 560  | 400  | +    |
| <i>Micromonas</i>                  |      | +    | 560  |      |
| <i>Pavlova sp.</i>                 | +    | 400  |      |      |
| <i>Phaeocystis poucheti</i>        | 320  |      |      |      |



Ο Ε20 (Πίνακας 5.3.2/7 και Εικ. 5.3.2/4), χαρακτηρίζεται από τα *Rhizosolenia alata* (7.78%), και *Gymnodinium sp.* (8.98%) στον 1ο κύκλο και *Rhabdosphaera sp3.* (13.01%) στον 3ο. Στον 5ο κύκλο τα σημαντικότερα είδη ήταν το *Gymnodinium sp.* (14.40%), το χρυσοφύκος *Chrysochromulina sp.* (7.20%) και το δινομαστιγωτό *Exuviella baltica* (6.80%), ενώ στον 6ο κύκλο πάλι το *Gymnodinium sp.* (6.70%), το κοκκολιθοφόρο *Syracosphaera corii* και το μαστιγωτό *Hillea sp.* (6.70%).

Στον Ε24 (Πίνακας 5.3.2/8 και Εικ. 5.3.2/4) κυρίαρχα είδη ήταν τα *Rhizosolenia alata* (21.0%) και *Thalassiothrix frauenfeldii* στον 1ο κύκλο, *Rhizosolenia alata* (21.0%), *Gymnodinium sp* και *Pontosphaera sp.*, (11.16%) στον 3ο κύκλο, το κοκκολιθοφόρο *Calyptosphaera globosa* και *Prorocentrum sp.* στον 5ο κύκλο, ενώ στον 7ο κύκλο το κοκκολιθοφόρο *Rhabdosphaera sp1* ανήλθε στο 42% του συνολικού φυτοπλαγκτονικού πληθυσμού.

Πίνακας 5.3.2/7. Κατανομή των 10 επικρατέστερων ειδών φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), ανά κύκλο στο σταθμό Ε20 (2 m) στο Ν Ευβοϊκό, Σεπτέμβριος 1996.

+ = παρουσία του είδους.

| ΚΥΚΛΟΣ                             | 1ος  | 3ος  | 5ος  | 7ος  |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| ΕΙΔΟΣ                              |      |      |      |      |
| <i>Cyclotella sp. (small)</i>      |      |      | 720  |      |
| <i>Navicula spp.</i>               | 480  | +    | +    | +    |
| <i>Rhizosolenia alata</i>          | 1040 | 1920 | 800  | 720  |
| <i>Thalassiothrix mediterranea</i> | 320  | 1120 | +    | +    |
| <i>Amphidinium sp. 2</i>           | 400  |      | +    | +    |
| <i>Gymnodinium sp. (10-20μm)</i>   | 720  | 1200 | 640  | 400  |
| <i>Gymnodinium sp. (&gt;20μm)</i>  | 480  | +    | +    | +    |
| <i>Gymnodinium sp. 1</i>           | +    | +    | +    | 640  |
| <i>Gymnodinium sp. 2</i>           | +    | +    | +    | 400  |
| <i>Gymnodinium sp. 3</i>           | +    | 800  | +    | +    |
| <i>Gymnodinium sp. 4</i>           | +    | +    | +    | +    |
| <i>Peridinium sp.</i>              | 800  | 2000 |      | +    |
| <i>Prorocentrum micans</i>         | +    |      | +    | 480  |
| <i>Prorocentrum minimum</i>        |      |      |      | +    |
| <i>Prorocentrum sp. 2</i>          | +    | +    | 320  | 880  |
| <i>Gymnodinium sp.</i>             | 1200 | 1200 | 2880 | 1040 |
| <i>Calyptosphaera globosa</i>      |      | 880  | +    | 400  |
| <i>Coccolithus huxleyi</i>         | 560  | +    | 560  | 320  |
| <i>Pontosphaera haeckeli</i>       | 480  | 960  | 560  | +    |
| <i>Rhabdosphaera tubulosa</i>      | +    | 1120 |      |      |
| <i>Rhabdosphaera sp. 3</i>         |      | 3600 |      |      |
| <i>Syracosphaera corii</i>         |      |      |      | 880  |
| <i>Chrysochromulina</i>            |      | +    | 1440 | +    |
| <i>Exuviella baltica</i>           |      |      | 1360 | +    |
| <i>Hillea sp.</i>                  | +    | +    | 1200 | 1040 |
| <i>Pavlova sp.</i>                 | +    | +    | 960  | +    |
| <i>Phaeocystis poucheti</i>        | +    | +    |      |      |

Πίνακας 5.3.2/8. Κατανομή των 10 επικρατέστερων ειδών φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), ανά κύκλο στο σταθμό E24 (2 m) στο Ν. Ευβοϊκό, Σεπτέμβριος 1996.

+ = παρουσία του είδους.

| ΚΥΚΛΟΣ                             | 1ος  | 3ος  | 5ος  | 7ος  |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| ΕΙΔΟΣ                              |      |      |      |      |
| <i>Cyclotella sp. (small)</i>      |      |      |      | 880  |
| <i>Navicula spp.</i>               | 480  | +    | 640  | +    |
| <i>Rhizosolenia alata</i>          | 3680 | 5280 | 960  | 480  |
| <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> | 1280 | 560  | 240  | +    |
| <i>Gymnodinium sp. (10-20μm)</i>   | 800  | 1600 | 560  | 800  |
| <i>Gymnodinium sp. 3</i>           | 720  | +    | +    | +    |
| <i>Gyrodinium sp. 3</i>            |      |      |      | +    |
| <i>Peridinium sp.</i>              |      | 1040 |      |      |
| <i>Peridinium sp. 1</i>            | 800  | +    | 80   |      |
| <i>Prorocentrum sp. 3</i>          | +    | +    | 1040 | +    |
| <i>Prorocentrum sp.2</i>           |      |      | 320  |      |
| <i>Gymnodinium sp.</i>             |      | 1120 |      | 400  |
| <i>Calyptrosphaera globosa</i>     |      | 480  | 1120 | +    |
| <i>Pontosphaera haeckeli</i>       | 400  | 720  | 640  | 400  |
| <i>Pontosphaera sp.</i>            |      | 2080 |      |      |
| <i>Rhabdosphaera sp. 1</i>         |      |      | +    | 8240 |
| <i>Rhabdosphaera sp.</i>           | 800  |      |      |      |
| <i>Carteria sp.</i>                |      |      |      | 800  |
| <i>Chlamydomonas spp.</i>          | +    | +    | 720  | +    |
| <i>Cryptomonas erosa</i>           | 400  | 1120 |      | 320  |
| <i>Exuviella baltica</i>           | 560  | +    | +    | 560  |
| <i>Hillea sp.</i>                  | +    | 720  |      | 1040 |
| <i>Pavlova sp.</i>                 |      | +    | 400  | +    |

Ο E28 (Πίνακας 5.3.2/9 και Εικ. 5.3.2/4) χαρακτηρίζεται από τα ίδια περίπου είδη των προηγούμενων σταθμών με επιπλέον σημαντική συνεισφορά του δινομαστιγωτού *Exuviella baltica* στον 5ο (16.83%) και 7ο κύκλο(6.98%). Το *Gymnodinium sp. (10-20 μm)* είχε σταθερή συμμετοχή σε όλους τους κύκλους, ενώ στον 3ο κύκλο σημαντική ανάπτυξη είχε το *Rhabdosphaera sp. (14.93%)*.

Στον E30 (Πίνακας 5.3.2/10 και Εικ. 5.3.2/4) έντονη ήταν η παρουσία του κοκκολιθοφόρου *Rhabdosphaera stylifer (23.32%)* στον 1ο κύκλο, του *Gymnodinium sp.* στον 3ο (28.69%) και 7ο κύκλο (21.09%) και του *Nitzschia closterium (16.40%)* στον 5ο κύκλο.

Ανακεφαλαιώνοντας σχετικά με την ποιοτική σύσταση του φυτοπλαγκτού, είναι φανερό ότι γενικά τα δινομαστιγωτά ήταν η επικρατέστερη ομάδα σχεδόν σε όλους τους σταθμούς και κύκλους με επικρατέστερα είδη το *Gymnodinium spp.*, *Exuviella baltica*, και *Prorocentrum sp.* Ακολούθησαν τα κοκκολιθοφόρα, με τα είδη *Rhabdosphaera sp.*, *Calyptrosphaera globosa*, *Pontosphaera hackeli*, *Pontosphaera sp.* και τα διάτομα με κύρια είδη τα *Nitzschia closterium*, *Rhizosolenia alata*, *Thalassiothrix frauenfeldii*. Ορισμένα είδη όπως π.χ. τα κοκκολιθοφόρα *Rhabdosphaera stylifer*, *Rhabdosphaera sp1* και τα πυριτιομαστιγωτά *Dictyocha fibula* και *Distephanus speculum* έδειξαν ευκαιριακή

ανάπτυξη σε ορισμένους μόνο κύκλους, πιθανότατα λόγω κάποιων τοπικών περιβαλλοντικών παραμέτρων που ευνόησαν στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή την ανάπτυξή τους. Η σύσταση των ομάδων και των ειδών φυτοπλαγκτού δεν δείχνει κάποια σημαντική διαφοροποίηση ούτε μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας αλλά και ούτε και μεταξύ των διαφόρων κύκλων μελέτης με εξαίρεση κάποια ευκαιριακή σχετικά έντονη ανάπτυξη ορισμένων ειδών σε μερικούς κύκλους. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις ανά είδος και τα χαμηλά ποσοστά συμμετοχής τους σε συνδυασμό με το μεγάλο αριθμό ειδών που βρέθηκαν, δείχνουν υψηλή βιοποικιλότητα που είναι χαρακτηριστική καθαρών νερών.

Πίνακας 5.3.2/9. Κατανομή των 10 επικρατέστερων ειδών φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), ανά κύκλο στο σταθμό E28 (2 m) στο Ν Ευβοικό, Σεπτέμβριος 1996.

+ = παρουσία του είδους.

| ΚΥΚΛΟΣ                            | 1ος  | 3ος  | 5ος  | 7ος |
|-----------------------------------|------|------|------|-----|
| ΕΙΔΟΣ                             |      |      |      |     |
| <i>Asterionella</i> spp.          |      | 560  |      |     |
| <i>Navicula</i> spp.              | +    | +    |      | 400 |
| <i>Nitzschia closterium</i>       |      |      | +    | 720 |
| <i>Nitzschia seriata</i>          | +    | +    |      |     |
| <i>Pennate</i> sp.                |      |      | 640  | +   |
| <i>Rhizosolenia alata</i>         | 400  | 800  | +    | 800 |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> |      |      | +    | +   |
| <i>unidentified pennate</i>       | 480  | +    | +    |     |
| <i>Gymnodinium simplex</i>        | 880  |      | +    | +   |
| <i>Gymnodinium</i> sp. (10-20μm)  | 1600 | 400  | 800  | 104 |
| <i>Gymnodinium</i> sp. (>20μm)    | 400  | +    | 640  | +   |
| <i>Gymnodinium</i> sp. ?          | +    | 400  | +    | +   |
| <i>Gymnodinium</i> sp. 3          | +    | +    | +    | 400 |
| <i>Gyrodinium</i> sp. 2           | +    |      | +    | +   |
| <i>Prorocentrum micans</i>        |      | 480  | 720  |     |
| <i>Gymnodinium</i> sp.            | 800  |      | 2240 | 400 |
| <i>Calyptrosphaera globosa</i>    | +    |      | +    | 400 |
| <i>Coccolithus huxleyi</i>        | 480  | 320  | 560  | +   |
| <i>Pontosphaera haeckeli</i>      | +    | 880  | +    |     |
| <i>Rhabdosphaera</i> sp. 3        |      | 2640 |      |     |
| <i>Rhabdosphaera tubulosa</i>     | 880  |      |      |     |
| <i>Chlamydomonas</i> spp.         | +    | 320  | 880  | +   |
| <i>Chrysochromulina</i>           |      |      | +    | +   |
| <i>Cryptomonas erosa</i>          | 320  | 560  | 800  | 400 |
| <i>Exuviella baltica</i>          | +    |      | 4240 | 960 |
| <i>Hillea</i> sp.                 | 400  | +    | +    | 480 |
| <i>Pavlova</i> sp.                | 400  | 880  | 1120 | +   |
| <i>Rhodomonas</i> sp.             | +    | 480  |      | +   |

Πίνακας 5.3.2/10. Κατανομή των 10 επικρατέστερων ειδών φυτοπλαγκτού (κυτ./λ), ανά κύκλο στο σταθμό E30 (2 m) στο Ν Ευβοικό, Σεπτέμβριος 1996.

+ = παρουσία του είδους.

| ΚΥΚΛΟΣ                             | 1ος  | 3ος  | 5ος  | 7ος  |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| ΕΙΔΟΣ                              |      |      |      |      |
| <i>Navicula</i> spp.               | +    |      | 640  | +    |
| <i>Nitzschia closterium</i>        | 480  | +    | 2480 | +    |
| <i>Rhizosolenia alata</i>          | +    | 800  | 1280 | +    |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>  | 480  |      | +    |      |
| <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> | +    |      | 640  |      |
| <i>Thalassiothrix mediterranea</i> | 560  | +    | +    |      |
| <i>Pennate</i> sp.                 | +    |      |      | 800  |
| <i>Gymnodinium</i> sp. (10-20μm)   | 800  | 640  | 880  | 1120 |
| <i>Gymnodinium</i> sp. (>20μm)     | 1200 | 800  | +    | 960  |
| <i>Gymnodinium</i> sp. 1           | +    | +    | 400  | +    |
| <i>Gymnodinium</i> sp. 2           | +    | +    | +    | 320  |
| <i>Mesoporus globulus</i>          |      |      | 400  |      |
| <i>Prorocentrum</i> sp. 2          | 480  |      | +    |      |
| <i>Gymnodinium</i> sp.             | 800  | 5440 | 800  | 2480 |
| <i>Coccolithus huxleyi</i>         | +    | 480  |      |      |
| <i>Pontosphaera haeckeli</i>       |      | 2080 | +    |      |
| <i>Pontosphaera inermis</i>        |      |      |      | 320  |
| <i>Rhabdosphaera</i> sp.1          |      | 400  | +    | 240  |
| <i>Rhabdosphaera</i> sp.2          |      | 400  | +    | +    |
| <i>Rhabdosphaera stylifer</i>      | 4160 | +    |      |      |
| <i>Dictyocha fibula</i>            | 480  |      |      |      |
| <i>Chlamydomonas</i> spp.          | +    | +    |      | 800  |
| <i>Cryptomonas erosa</i>           | 480  | 560  | +    | 240  |
| <i>Cryptomonas acuta</i>           |      |      | +    | 400  |
| <i>Eutreptiella</i> sp.            | +    | 400  | 320  | +    |
| <i>Exuviella baltica</i>           | 560  |      | +    | +    |
| <i>Hillea</i> sp.                  | +    | 400  | 480  |      |
| <i>Pyramimonas</i> sp.             |      |      |      | 320  |

#### 5.4. Συζήτηση - Ανακεφαλαίωση

Η χλωροφύλλη α παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές στο βορειότερο σταθμό του Ν Ευβοικού (E31) και στον όρμο της Αναβύσσου, εμφανίζοντας μία φανερή μειωτική τάση από τον E31 προς τα νοτιότερα παράλια της Α Απτικής. Οι ανοικτοί σταθμοί του Ν Ευβοικού και ΝΑ Σαρωνικού (E9) παρουσίασαν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις, πιθανότατα λόγω της επίδρασης των ολιγοτροφικών νερών του Αιγαίου. Υπήρξαν σημαντικές διαφορές των συγκεντρώσεων στην επιφάνεια και στα 40 m, όπου στη δεύτερη περίπτωση οι τιμές ήταν 2-3 φορές μεγαλύτερες, γεγονός που οφείλεται στην στρωμάτωση της υδάτινης στήλης.

Όσον αφορά την χρονική εξέλιξη μεταβολής της χλωροφύλλης, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων (π.χ. στον όρμο της Αναβύσσου τον 7ο κύκλο και στον E31 τον 2ο κύκλο), επικράτησε σχεδόν η ίδια τάση είτε μείωσης ή αύξησης των τιμών χλωροφύλλης από τον ένα κύκλο στον άλλο. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι οι παράγοντες που επηρέασαν χρονικά

την βιομάζα του φυτοπλαγκτού ήταν μάλλον η γενικότερη κατάσταση της υδάτινης στήλης, παρά κάποιες τοπικές περιβαλλοντικές αλλαγές. Κατά την διάρκεια των 7 κύκλων, τις σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις χλωροφύλλης στον 1ο και 2ο κύκλο ακολούθησε αύξηση τον 3ο και 4ο κύκλο, σταθεροποίηση των τιμών στον 5ο και στη συνέχεια μείωση στον 6ο και 7ο κύκλο. Αυτές οι μεταβολές σε γενικές γραμμές αφορούν σχεδόν όλους τους σταθμούς.

Γενικά, από την ποσοτική σύσταση φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγιωτών φαίνεται ότι ο Ν Ευβοϊκός χαρακτηρίζεται από νερά φτωχά σε θρεπτικά άλατα, με συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού παρόμοιες με αυτές του Αιγαίου. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού στον Ε5 (όρμος Αναβύσσου) ήταν ελαφρώς μεγαλύτερες σε σύγκριση με τους άλλους σταθμούς δειγματοληψίας, πιθανότατα λόγω σχετικού εμπλουτισμού των νερών σε θρεπτικά άλατα. Στους υπόλοιπους σταθμούς οι μέσες τιμές για όλη την περίοδο δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, μεταξύ των κύκλων παρατηρήθηκαν κάποιες αυξομειώσεις του φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγιωτών χωρίς όμως καθορισμένη τάση εμφάνισης είτε των μεγίστων είτε των ελαχίστων τιμών. Όσον αφορά την χρονική εξέλιξη του φυτοπλαγκτού, η αφθονία του παρέμεινε σχεδόν σταθερή με μικρή άνοδο τον 3ο κύκλο, ενώ τα μ-μαστιγιωτά παρουσίασαν μικρή μείωση από τον 1ο ως τον 7ο κύκλο.

Οι συγκεντρώσεις των φυτοπλαγκτονικών ομάδων ήταν χαμηλές και παρόμοιες με αυτές του Αιγαίου. Τα δινωμαστιγιωτά ήταν η επικρατέστερη ομάδα σχεδόν σε όλους τους σταθμούς, με σχεδόν σταθερή παρουσία σε όλους τους κύκλους. Τα κοκκολιθοφόρα ήταν η δεύτερη σημαντικότερη ομάδα με τα διάτομα και τις "λοιπές ομάδες" να ακολουθούν. Οι μέσες τιμές κάθε ομάδας για όλη την περίοδο δεν παρουσίασαν σημαντικές μεταβολές μεταξύ των σταθμών. Αντίθετα, μεταξύ των κύκλων παρατηρήθηκαν κάποιες αυξομειώσεις στους πληθυσμούς των φυτοπλαγκτονικών ομάδων.

Τα δινωμαστιγιωτά, που ήταν η κυρίαρχη ομάδα, είχε επικρατέστερα είδη τα *Gymnodinium spp.*, *Exuviella baltica* και *Prorocentrum sp.*. Ακολούθησαν τα κοκκολιθοφόρα, με τα είδη *Rhabdosphaera sp.*, *Calyptosphaera globosa*, *Pontosphaera haeckeli* και *Pontosphaera sp.* και τα διάτομα με κύρια είδη τα *Nitzschia closterium*, *Rhizosolenia alata* και *Thalassiothrix frauenfeldii*. Ορισμένα είδη όπως π.χ. τα κοκκολιθοφόρα *Rhabdosphaera styliifer* και *Rhabdosphaera sp1* και τα πυριτιομαστιγιωτά *Dictyocha fibula* και *Distephanus speculum* έδειξαν ευκαιριακή ανάπτυξη σε κάποιους κύκλους. Η σύσταση των ομάδων και των ειδών του φυτοπλαγκτού δεν δείχνει κάποια σημαντική διαφοροποίηση ούτε μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας αλλά και ούτε και μεταξύ των διαφόρων κύκλων με εξαίρεση ίσως την ευκαιριακή σχετικά έντονη ανάπτυξη ορισμένων μόνο ειδών. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις ανά είδος και τα χαμηλά ποσοστά συμμετοχής τους σε συνδυασμό με το μεγάλο αριθμό των ειδών που βρέθηκαν, δείχνουν υψηλή βιοποικιλότητα που είναι χαρακτηριστική καθαρών νερών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης κάποια ασυμφωνία στις μεταβολές της χλωροφύλλης και του ολικού φυτοπλαγκτού. Γενικά, η χλωροφύλλη παρουσίασε μία αυξητική τάση από τον 1ο ως το 7ο κύκλο σχεδόν όλους τους σταθμούς όπου συλλέχτηκαν και δείγματα φυτοπλαγκτού (εξαιρέση αποτελούν ο E5 και ο E28 που παρουσίασαν μείωση από τον 3ο στον 5ο κύκλο ο πρώτος και από τον 5ο ως τον 7ο κύκλο ο δεύτερος). Η αύξηση της χλωροφύλλης ακολουθήθηκε από ανάλογη αύξηση του φυτοπλαγκτού στους E13<sup>+</sup> και E28, ενώ το αντίθετο παρατηρήθηκε στους E5 και E30. Στους E20 και E24 οι αυξομειώσεις φυτοπλαγκτού και χλωροφύλλης δεν ακολούθησαν κάποια καθορισμένη τάση. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει συχνά σε υδάτινα οικοσυστήματα όπου η αύξηση ή μείωση του φυτοπλαγκτονικού πληθυσμού δεν συνοδεύεται πάντα από ανάλογη αύξηση ή μείωση της χλωροφύλλης. Αυτό συμβαίνει επειδή η ποσότητα της χλωροφύλλης ανά κύτταρο εξαρτάται από το είδος, το μέγεθος και την ηλικία των φυτοπλαγκτονικών κυττάρων. Στην παρούσα μελέτη οι διαφορές στις μεταβολές της χλωροφύλλης και της αφθονίας του φυτοπλαγκτού δεν ήταν ιδιαίτερα έντονες.

Οι συγκεντρώσεις του φυτοπλαγκτού, των μ-μαστιγιωτών και της χλωροφύλλης είναι συγκρίσιμες αυτών που αναφέρουν οι Friligos & Gotsis-Skretas (1987) σε παλαιότερη για τον Ν Ευβοϊκό, και λίγο υψηλότερες εκείνων του ολιγοτροφικού Αιγαίου (Gotsis-Skretas *et al.* 1995). Συγκρίνοντας με τον Εσωτερικό Σαρωνικό (Gotsis-Skretas 1995, Ραγου 1995) είναι μία ως δύο τάξεις μεγέθους, χαμηλότερες.

Σε σύγκριση με την περίοδο του Μαρτίου 1996, παρατηρήθηκαν οι ακόλουθες διαφορές:

- Οι συγκριτικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, φυτοπλαγκτού και μ-μαστιγιωτών τον Σεπτέμβριο
- Η επικράτηση των δινομαστιγιωτών και κοκκολιθοφόρων τον Σεπτέμβριο σε σχέση με την επικράτηση των διατόμων τον Μάρτιο
- Η σημαντική αύξηση της χλωροφύλλης από τον 1ο στον 7ο κύκλο τον Σεπτέμβριο σε σχέση με αντίστοιχη μείωση τον Μάρτιο.
- Οι διαφορές στα επικρατούντα είδη μεταξύ των δύο εποχών.

Επίσης τα αποτελέσματα και των δύο περιόδων δείχνουν τον ολιγοτροφικό χαρακτήρα της περιοχής με ελαφρώς αυξημένες τιμές στον όρμο της Αναβύσσου και στον E31, και την προοδευτική μείωση της χλωροφύλλης από τον E31 προς τα νοτιότερα παράλια του Ν Ευβοϊκού.

### Βιβλιογραφία

- Friligos N. and Gotsis-Skretas, 1987. Relationships of phytoplankton with certain environmental factors in the South Euboikos Gulf (Greece). *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 8 (1): 59-73.

- Gotsis-Skretas O, 1995. Seasonal variability of phytoplankton in eutrophic and oligotrophic environments in Saronikos Gulf, Greece, 1983-1985. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 34: 208 p.
- Gotsis-Skretas O., K. Pagou and G. Asimakopoulou, 1995. Seasonal, spatial and vertical variability of chlorophyll  $\alpha$  and phytoplankton communities in the straits of the Cretan Arch and the adjacent seas (South Aegean, Ionian and Levantine seas). In: *CEC/MAST-Mediterranean Targeted Project, sub-project "PELAGOS" "Hydrodynamics and Biogeochemical fluxes in the Straits of the Cretan Arch Aegean Sea, Eastern Mediterranean basin". Second Annual Progress Report, September 1994 - August 1995. NCMR, Athens, Greece*, pp. 315-330.
- Γκότση-Σκρέτα Ο., Γ. Ασημακοπούλου, 1996. Βιομάζα και βιοκοινωνίες του φυτοπλαγκτού. Στην Διερεύνηση του Θαλασσίου οικοσυστήματος της Α-ΝΑ Απτικής από τον Ορμο του Μαραθώνα ως τον Ορμο της Αναβύσσου. Πρώτη Έκθεση, Έρευνα για την Εταιρεία Υδρευση και Αποχέτευσης (Ε.Υ.Δ.Α.Π.). ΕΚΘΕ. σελ. 83-110.
- Pagou K., 1995. Interannual differences in phytoplankton seasonal cycles in Saronikos Gulf. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 34: 215p.
- Utermohl H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, 9: 1-38.

## 6. ΑΦΘΟΝΙΑ, ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΒΙΟΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΤΟΥ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

Χρήστου, Ε., Μητάς, Γ.

### 6.1. Εισαγωγή

Το ζωοπλαγκτό, κύριος καταναλωτής του φυτοπλαγκτού στη θάλασσα, αποτελεί ένα πολύ βασικό τμήμα της θαλάσσιας τροφικής αλυσίδας μέσα από το οποίο γίνεται η μεταφορά της ενέργειας από τα κατώτερα προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα. Έτσι, η μελέτη της αφθονίας και της σύνθεσης του ζωοπλαγκτού, είναι απαραίτητη στην εκτίμηση των συνθηκών κάποιου θαλάσσιου οικοσυστήματος, ενώ γενικότερα αποτελεί και ένδειξη για την ποιότητα του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Στην παρούσα έκθεση παρουσιάζονται αποτελέσματα για την αφθονία και σύνθεση του ζωοπλαγκτού από δειγματοληψίες που έγιναν στη διάρκεια του 2ου ωκεανογραφικού πλόα, το Σεπτέμβριο 1996.

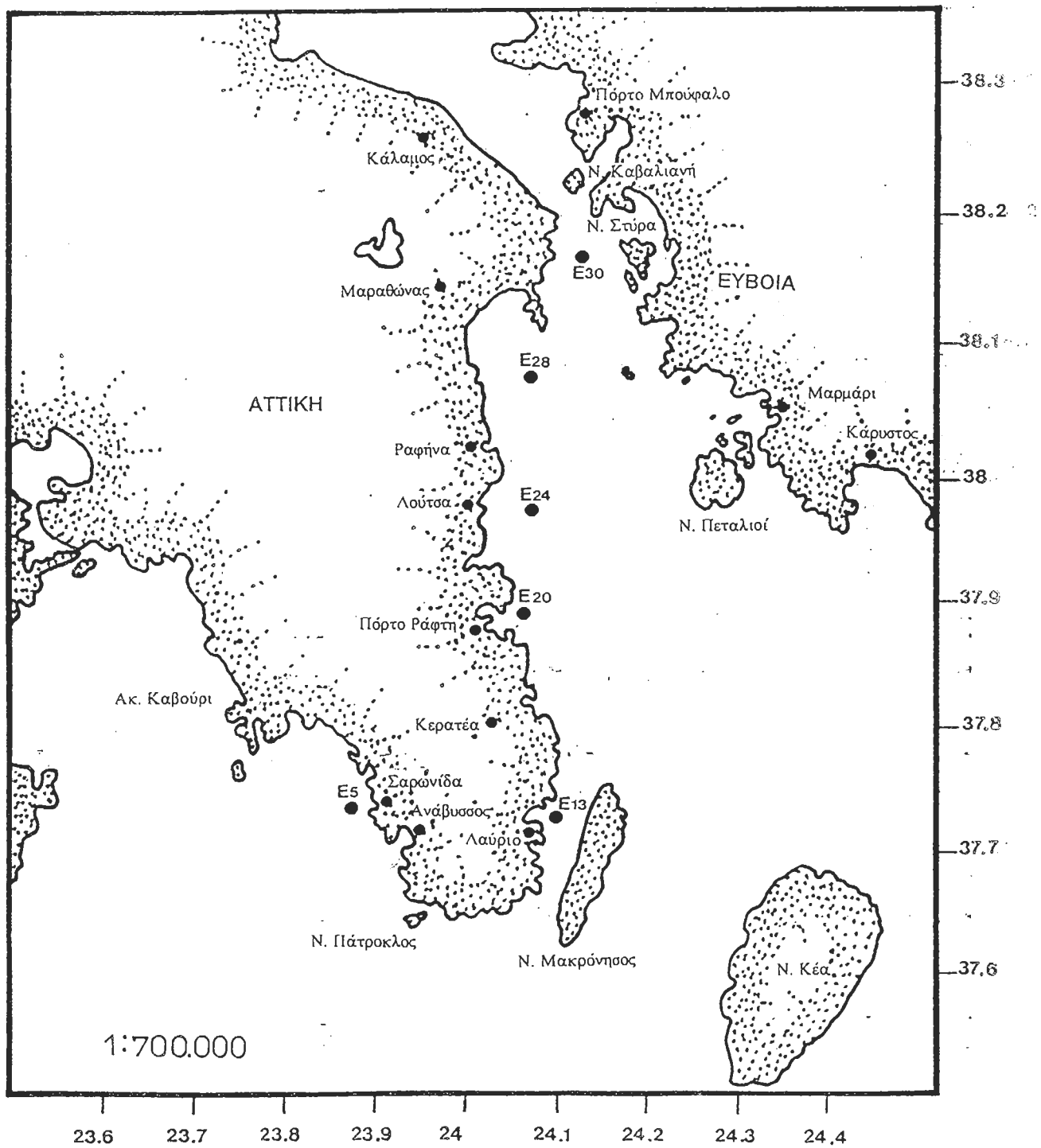
### 6.2. Μεθοδολογία

Η συλλογή του ζωοπλαγκτού πραγματοποιήθηκε στη διάρκεια 7 διήμερων κύκλων από 6 ως 19 Σεπτεμβρίου 1996, σε 6 σταθμούς για κάθε κύκλο (Εικ. 6.2). Οι σταθμοί ήταν όλοι παράκτιοι και κατά μήκος των ακτών της Αττικής, με την ακόλουθη σειρά και αντιστοιχία περιοχών: Ε5-Σαρωνίδα, Ε13 -Λαύριο, Ε20-Πόρτο-Ράφτη, Ε24-Λούτσα, Ε28-Μαραθώνας και Ε30-Στύρα (Εικ. 6.2). Εγιναν κάθετες σύρσεις, σχεδόν από τον πυθμένα ως την επιφάνεια, με δίχτυ WP-2 (διάμετρος 57 cm) ανοίγματος ματιού 200μm. Για τη συντήρηση και μεταφορά του υλικού στο εργαστήριο χρησιμοποιήθηκε διάλυμα φορμόλης 4%, ουδετεροποιημένης με βόρακα.

Κάθε δείγμα χωρίστηκε σε δύο ίσα μέρη, από τα οποία το ένα χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτική (αριθμός ατόμων ανά m<sup>3</sup> θαλασσινού νερού) και ποιοτική εκτίμηση (σύνθεση σε ομάδες, γένη και είδη) του ζωοπλαγκτού, ενώ το άλλο για την εκτίμηση της βιομάζας. Τα Κωπήποδα, είναι η σημαντικότερη και αφθονότερη ομάδα του ζωοπλαγκτού και η ανάλυση της σύνθεσης τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Αυτήν την περίοδο σημαντική αφθονία παρουσίασαν και τα κλαδοκεραιωτά. Έτσι η σύνθεση του ζωοπλαγκτού μελετήθηκε σε επίπεδο ομάδων, σε επίπεδο Κωπηπόδων και σε επίπεδο Κλαδοκεραιωτών. Τα νεαρά Κωπήποδα (άτομα που δεν είναι ώριμα) ονομάζονται κωπηποδιτές, και θα συμβολίζονται στο κείμενο με τη συντομογραφία "κωπ." πριν την λατινική ονομασία του γένους η είδους.

Για τη διερεύνηση της ομοιότητας των δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκε η πολυδιάστατη διαβάθμιση (MDS) απεικονισμένη σε δύο διαστάσεις. Σε ένα τέτοιο διάγραμμα, η απόσταση μεταξύ 2 σημείων είναι ευθέως ανάλογη του βαθμού ομοιότητάς





Εικ.6.2. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για προσδιορισμό της αφθονίας και της σύνθεσης του ζωοπλαγκτού.

τους. Τα δεδομένα, που περιλαμβάνουν τη σύνθεση όλων των δειγμάτων εκφρασμένη σε αφθονία, μετασχηματίστηκαν σε τετραγωνικές ρίζες και αναλύθηκαν με βάση το δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis.

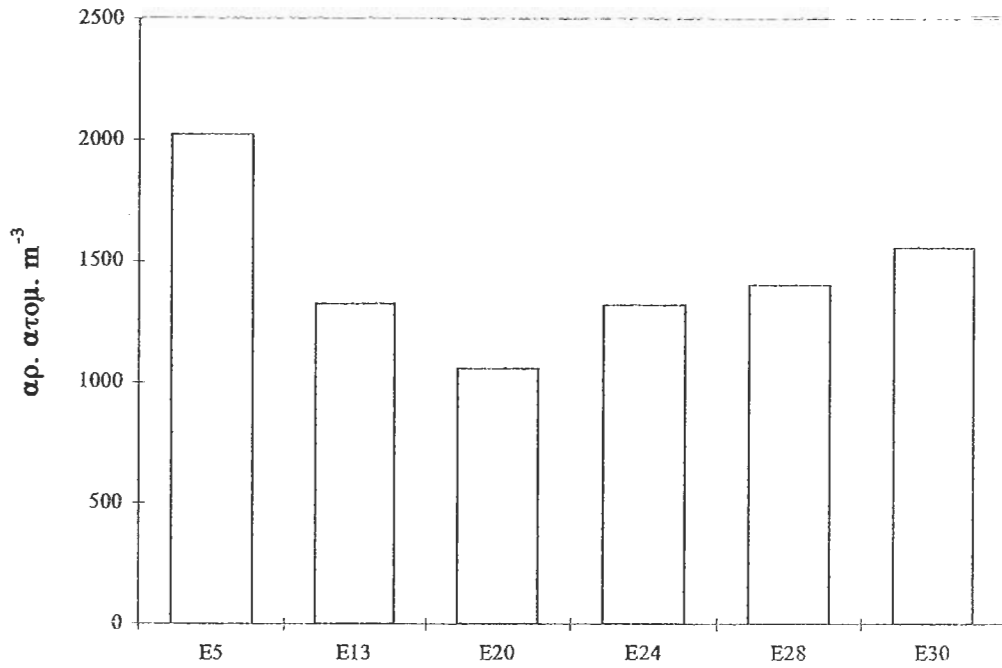
### 6.3. Αποτελέσματα

#### Συνολική αφθονία ζωοπλαγκτού

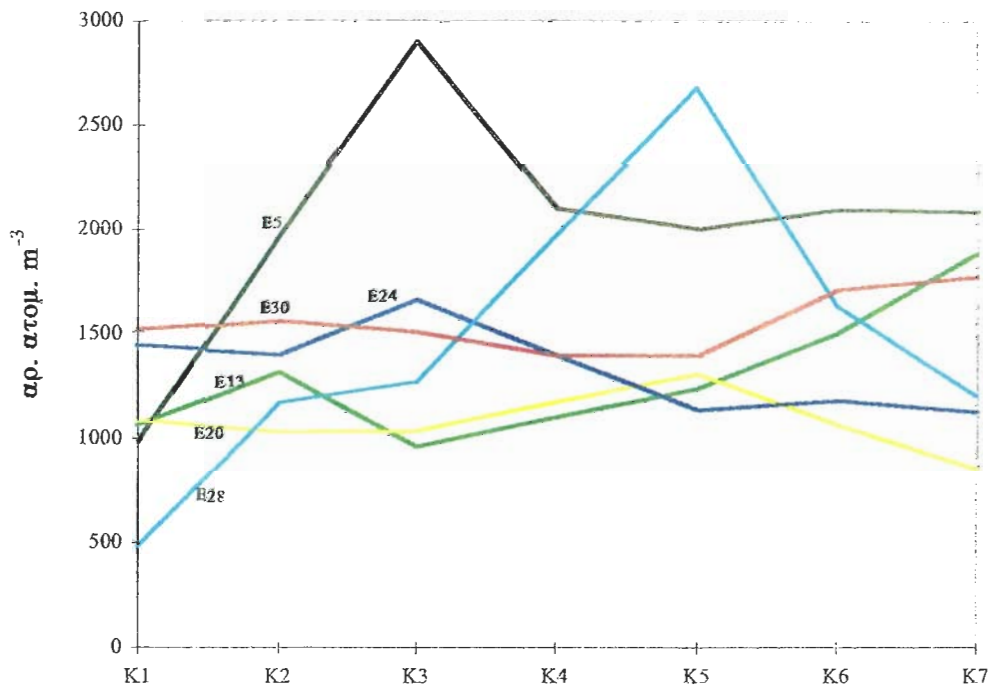
Στην Εικ. 6.3.1/1 παρουσιάζεται η κατανομή της συνολικής αφθονίας του ζωοπλαγκτού (άτομα  $m^{-3}$ ) εκφρασμένη: (α) ως **μέση τιμή ανά σταθμό** και (β) ως **τιμή ανά σταθμό ανά κύκλο**. Ο σταθμός του Σαρωνικού (E5) παρουσίασε τη μεγαλύτερη αφθονία (2023 ατ.  $m^{-3}$ , μέση τιμή), ενώ ο E20-Πόρτο-Ράφτη τη μικρότερη (1057 ατ.  $m^{-3}$ , μέση τιμή). Φανερή είναι μια αυξητική τάση από το Πόρτο-Ράφτη προς τους βορειότερους σταθμούς αλλά και προς τον Σαρωνικό. Στους περισσότερους σταθμούς οι διακυμάνσεις της αφθονίας μεταξύ των διαφόρων κύκλων ήταν σημαντικές. Η χαμηλότερη τιμή σημειώθηκε στον E28-Μαραθώνας (476 ατ.  $m^{-3}$ , 1ος κύκλος), ενώ η υψηλότερη στον E5-Σαρωνίδα (2908 ατ.  $m^{-3}$ , 3ος κύκλος). Μεταξύ των κύκλων, για τους περισσότερους σταθμούς, οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν μεταξύ 3ου και 5ου κύκλου.

#### Ομάδες ζωοπλαγκτού

Στην Εικ. 6.3.1/2 φαίνεται η σύνθεση του ζωοπλαγκτού σε ομάδες (παρουσιάζονται οι οκτώ πιο άφθονες) εκφρασμένη σε **μέση αφθονία** (αρ. ατομ.  $m^{-3}$ ) και **μέσο ποσοστό συμμετοχής** (%), για κάθε σταθμό. Όπως αναμενόταν, τα Κωπήποδα ήταν η κυρίαρχη ομάδα του ζωοπλαγκτού με μέση αφθονία που κυμάνθηκε από 569 ως 869 ατ.  $m^{-3}$ , εμφανίζοντας κατανομή παρόμοια με αυτή της μέσης αφθονίας του συνολικού ζωοπλαγκτού. Ομοια κατανομή παρουσίασαν και τα Κλαδοκεραιωτά, δεύτερη πιο άφθονη ομάδα (162 - 507 ατ.  $m^{-3}$ ). Τρίτη σημαντικότερη ομάδα ήταν οι Κωπηλάτες, ενώ ακολούθησαν τα Βυτιοειδή τα Σιφωνοφόρα, τα Πτερόποδα τα Χαιτόγναθα και οι προνύμφες Γαστεροπόδων. Ο E5-Σαρωνίδα παρουσίασε την υψηλότερη αφθονία των Κωπηπόδων αλλά και την κατά πολύ υψηλότερη αφθονία των Κλαδοκεραιωτών, Κωπηλατών και Βυτιοειδών. Η μέση ποσοστιαία συμμετοχή των Κωπηπόδων κυμάνθηκε από 42.94 ως 58.68%, των Κλαδοκεραιωτών από 15.62 ως 25.57%, των Κωπηλατών από 9.26 ως 16.31%, ενώ των άλλων ομάδων από 0.24 ως 8.6%. Πρέπει να σημειωθεί η διαφορά του E5-Σαρωνίδα από τους άλλους σταθμούς, όπως φαίνεται και στην Εικ. 6.3.1/2 (μέσα ποσοστά συμμετοχής). Σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς, χαρακτηριστική για τον E5-Σαρωνίδα είναι η χαμηλότερη παρουσία των Κωπηπόδων (43%) και η σημαντική παρουσία των Κλαδοκεραιωτών (25%), Κωπηλατών (16%), Βυτιοειδων (9%) και Σιφωνοφόρων (4%). Οι διαφορές μεταξύ των σταθμών του Ν



**A**

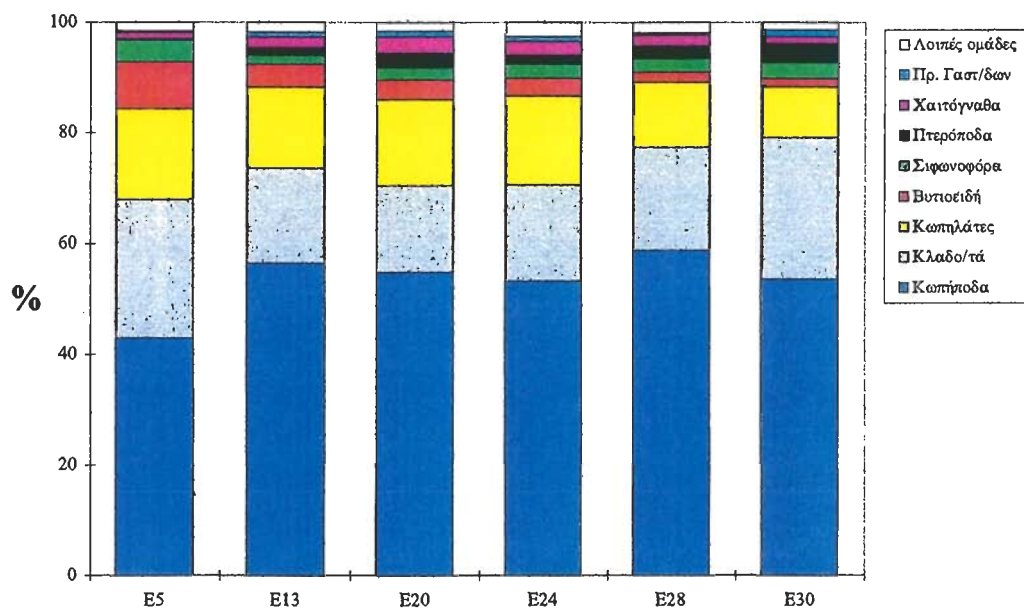
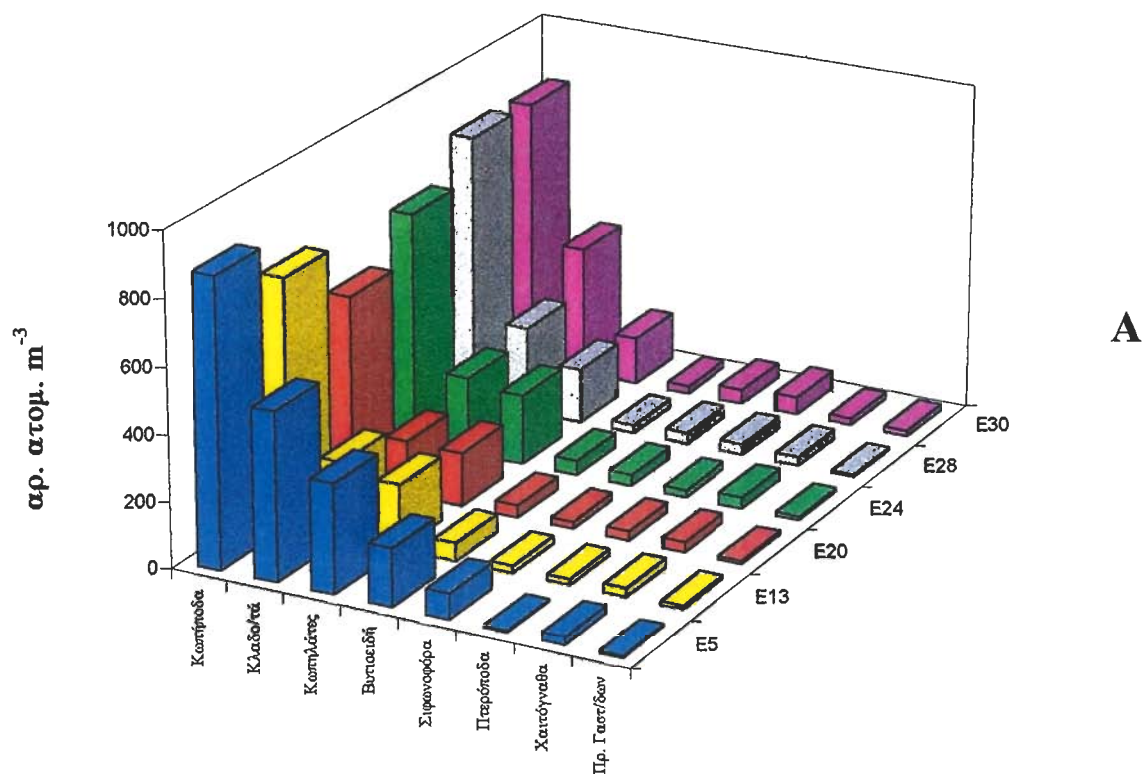


**B**

Εικ. 6.3.1/1 Αφθονία του ζωοπλαγκτού, στον Ν Έυβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

**A.** Μέση αφθονία ανά σταθμό

**B.** Αφθονία ανά σταθμό για κάθε κύκλο δειγματοληψίας.



Εικ. 6.3.1/2. Κυρίαρχες ομάδες του ζωπλαγκτού, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

A. Μέση αφθονία ανά σταθμό.

B. Μέσο ποσοστό συμμετοχής ανά σταθμό.

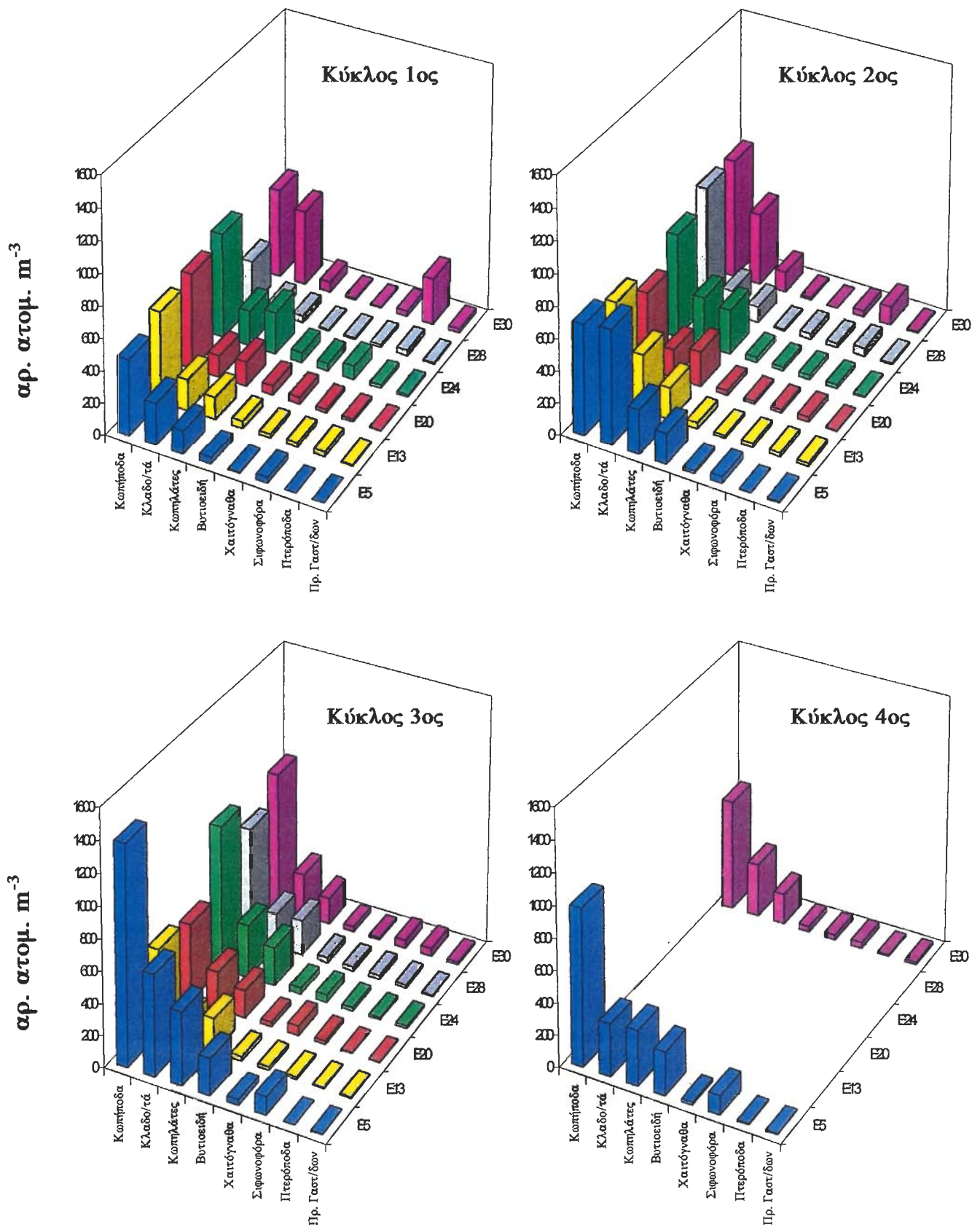
Ευβοικού δεν είναι έντονες. Η υψηλότερη συμμετοχή των Κωπηπόδων (60%) σημειώθηκε στον Ε28-Μαραθώνα. Σημαντική είναι η παρουσία των Πτεροπόδων στον Ε30-Στύρα (3.44 %) που μειώνεται σε 0.24 % στον Ε5-Σαρωνίδα. Παρατηρείται λοιπόν, όπως και για την μέση αφθονία, διαφοροποίηση του ΝΑ Σαρωνικού από τον Ν Ευβοικό στη μέση σύνθεση του ζωοπλαγκτού σε ομάδες.

Στις Εικόνες 6.3.1/3 και 6.3.1/4, παρουσιάζεται η **αφθονία** (αρ. ατομ.  $m^{-3}$ ) των ομάδων του ζωοπλαγκτού στους 7 κύκλους. Υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των κύκλων. Σε όλους σχεδόν τους κύκλους φαίνεται η μεγαλύτερη αφθονία των Κωπηπόδων. Από τον 2ο ως τον τελευταίο κύκλο εμφανής είναι η μεγαλύτερη αφθονία των Κλαδοκεραιωτών, Κωπηλατών και Βυτιοειδών στον Ε5-Σαρωνίδα. Αξιοπρόσεκτη είναι και η αυξημένη αφθονία των Πτεροπόδων στον Ε30-Στύρα στους 2 πρώτους κύκλους. Στους περισσότερους κύκλους, ο σταθμός του Σαρωνικού (Ε5-Σαρωνίδα) και οι βορειότεροι σταθμοί του Ν Ευβοικού (Ε28-Μαραθώνας και Ε30-Στύρα) παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές αφθονίας Κωπηπόδων και Κλαδοκεραιωτών. Αντίθετα, οι χαμηλότερες τιμές αφθονίας των διαφόρων ομάδων σημειώθηκαν στον Ε20-Πόρτο Ραφτη.

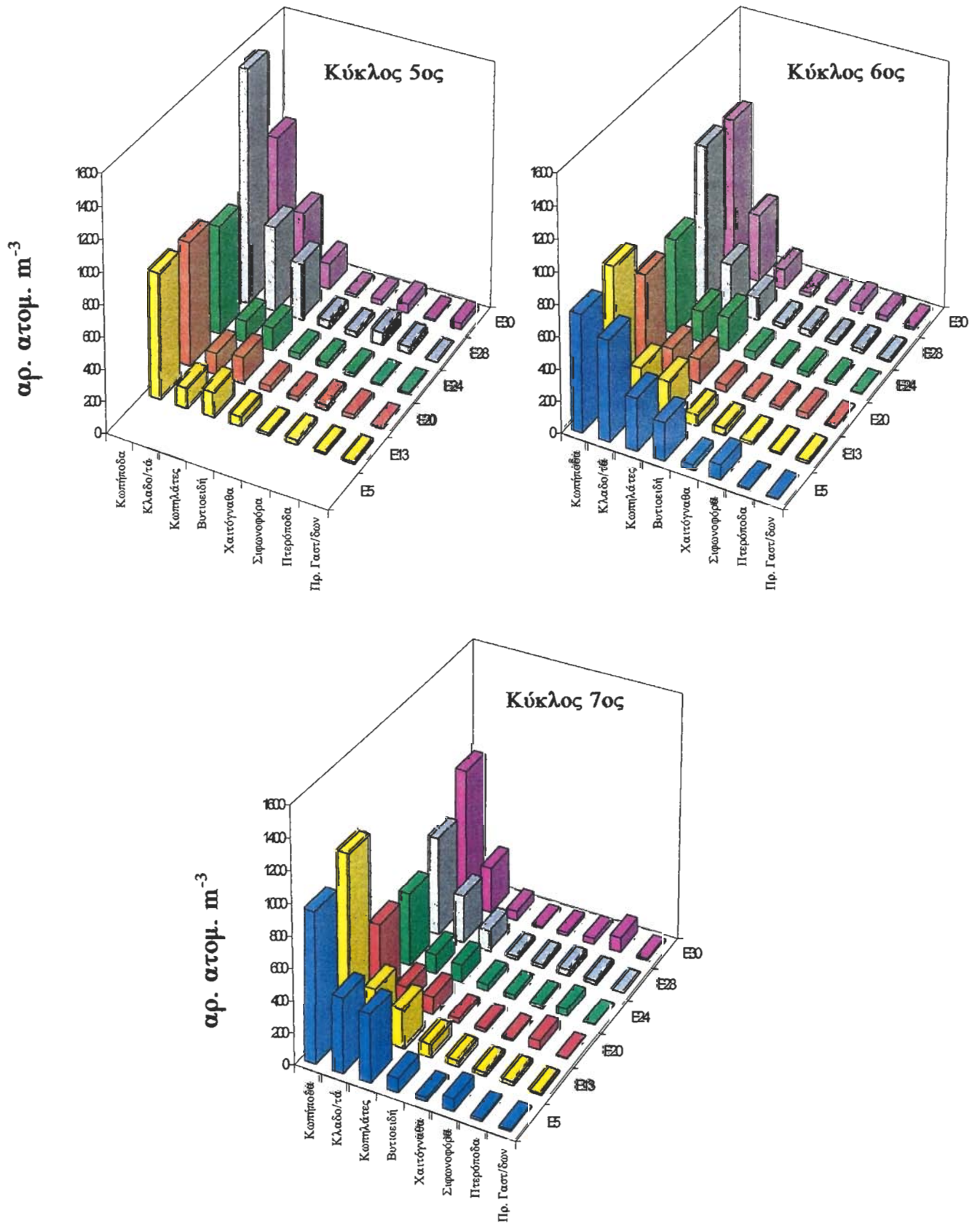
Στην Εικ. 6.3.1/5, παρουσιάζεται η συμμετοχή (%) των ομάδων του ζωοπλαγκτού στον 1ο, 3ο, 5ο και 7ο κύκλο. Η συμμετοχή των Κωπηπόδων αυξάνεται προς τους τελευταίους κύκλους και φθάνει το 65% (7ος κύκλος, Ε24-Λούτσα). Στον Ε30-Στύρα, στον 1ο κύκλο, σημειώθηκε η μεγαλύτερη παρουσία Κλαδοκεραιωτών (32%) και Χαιτόγναθων (20%). Τα μεγαλύτερα ποσοστά Κλαδοκεραιωτών καταγράφηκαν στον Ε5-Σαρωνίδα και στους βορειότερους σταθμούς (Ε28, Ε30). Τα ποσοστά των Κωπηλατών παρουσιάζουν τάση μείωσης προς τα βόρεια (Ε5-Ε30).

### Κωπήποδα

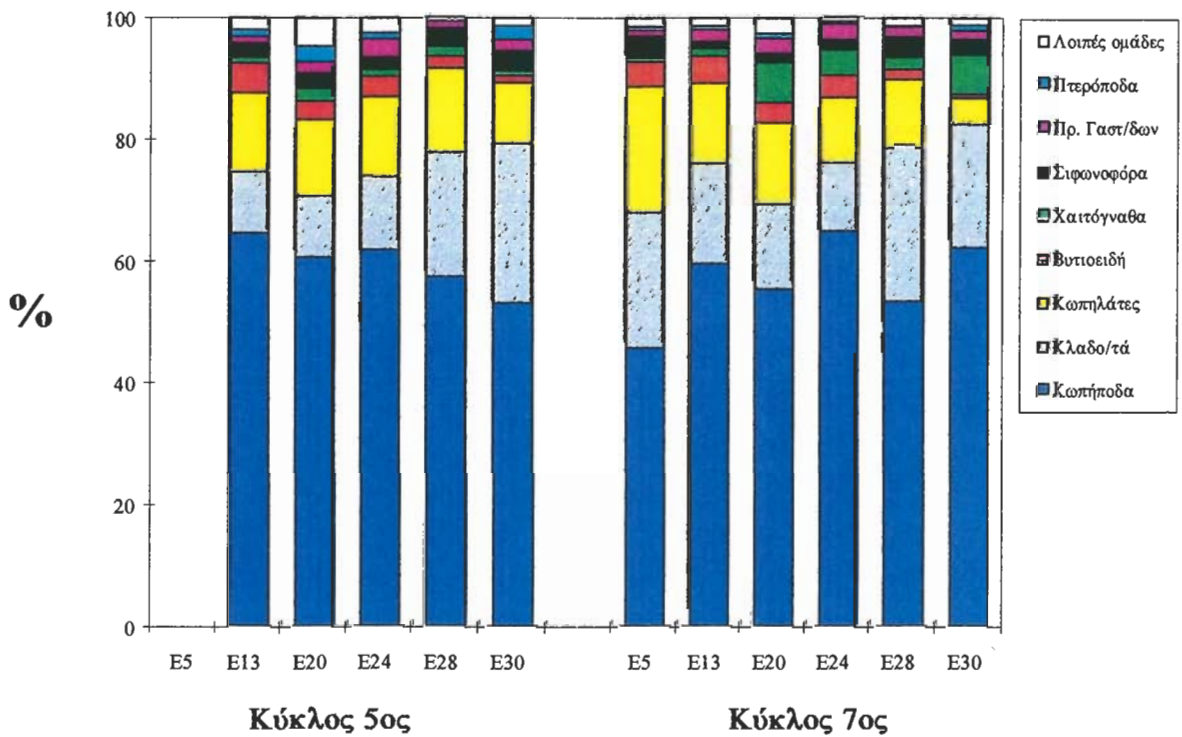
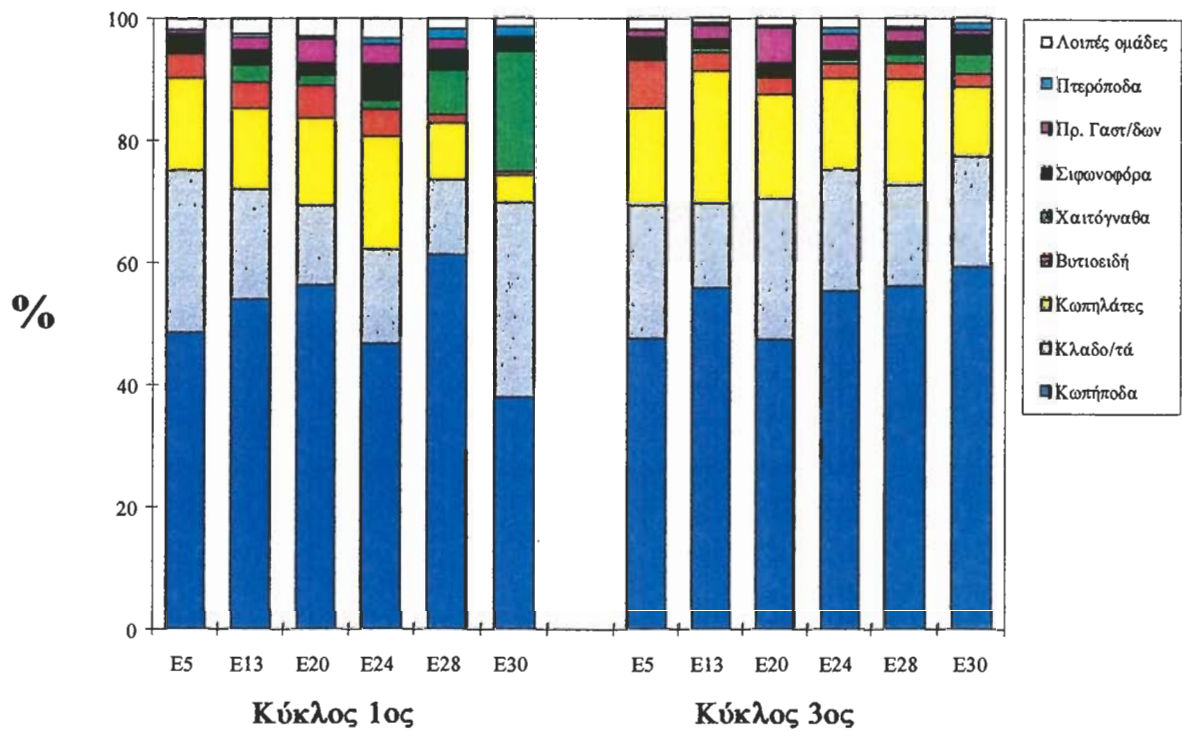
Στην Εικ. 6.3.1/6 φαίνεται η σύνθεση των Κωπηπόδων (παρουσιάζονται τα δέκα πιο άφθονα είδη ή γένη), εκφρασμένη σε **μέση αφθονία** (αρ. ατομ.  $m^{-3}$ ) και **μέσο ποσοστό συμμετοχής** (%), για κάθε σταθμό. Το *Temora stylifera*, εμφανίζοντας μια αυξητική τάση αφθονίας προς τα βόρεια (Ε5-Ε30, δηλ Σαρωνίδα-Στύρα), ήταν σε όλους τους σταθμούς το κυρίαρχο Κωπήποδο, με μέση αφθονία που κυμάνθηκε από 135 ως 267 ατ.  $m^{-3}$ . Ακολουθούν τα κωπ. *Clausocalanus* (91-178 ατ.  $m^{-3}$ ), κωπ. *Oithona* (83-112 ατ.  $m^{-3}$ ) και *Clausocalanus furcatus* (53-122 ατ.  $m^{-3}$ ), εμφανίζοντας και αυτά, λιγότερο ή περισσότερο, αυξημένες τιμές στους βορειότερους σταθμούς. Αλλα σημαντικά Κωπήποδα ήταν τα *Paracalanus parvus* (31-210 ατ.  $m^{-3}$ ), *Corycaeus* spp. (25-47 ατ.  $m^{-3}$ ), *Ctenocalanus vanus* (3-49 ατ.  $m^{-3}$ ), *Oithona plumifera* (16-31 ατ.  $m^{-3}$ ), *Oncaea media* (12-38 ατ.  $m^{-3}$ ) και *Calocalanus* spp. (8-23 ατ.  $m^{-3}$ ). Αυξητική τάση από τον πρώτο προς τον τελευταίο σταθμό παρουσίασε και το *Corycaeus* spp. Αντίθετα, τα *Paracalanus parvus*, *Ctenocalanus vanus* και *Oncaea media* ήταν αφθονότερα στον Σαρωνικό (Ε5). Οι



Εικ. 6.3.1/3. Κατανομή της αφθονίας των κυρίαρχων ομάδων ζωοπλαγκτού, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος κύκλος.

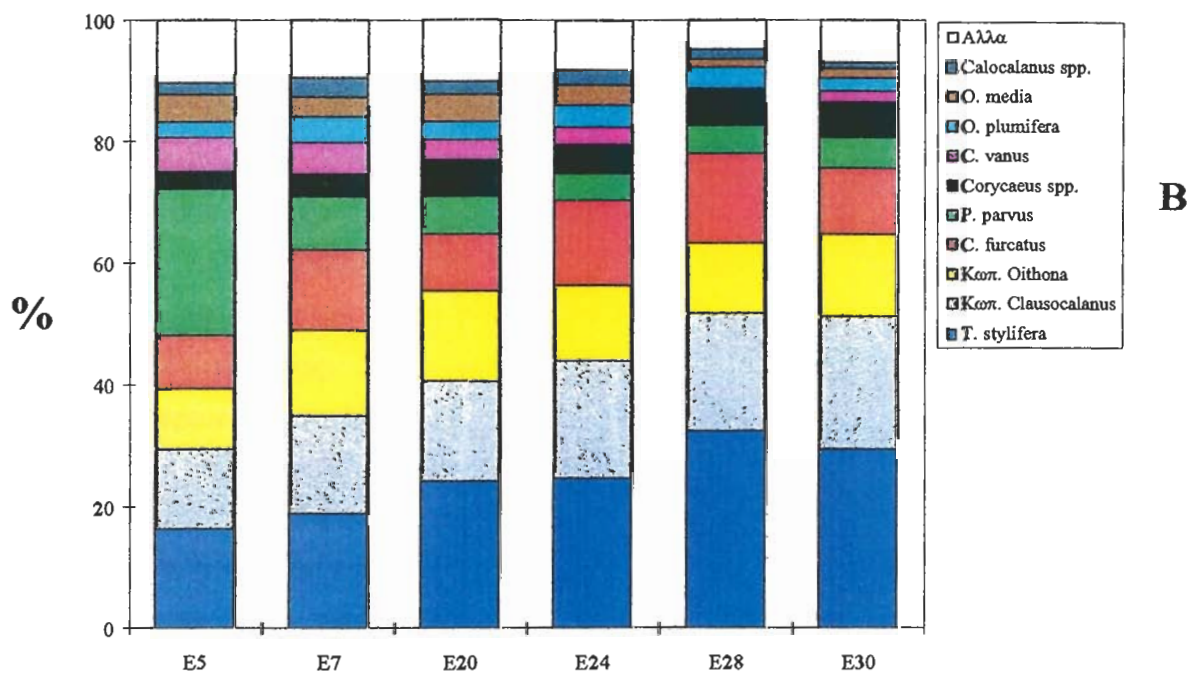
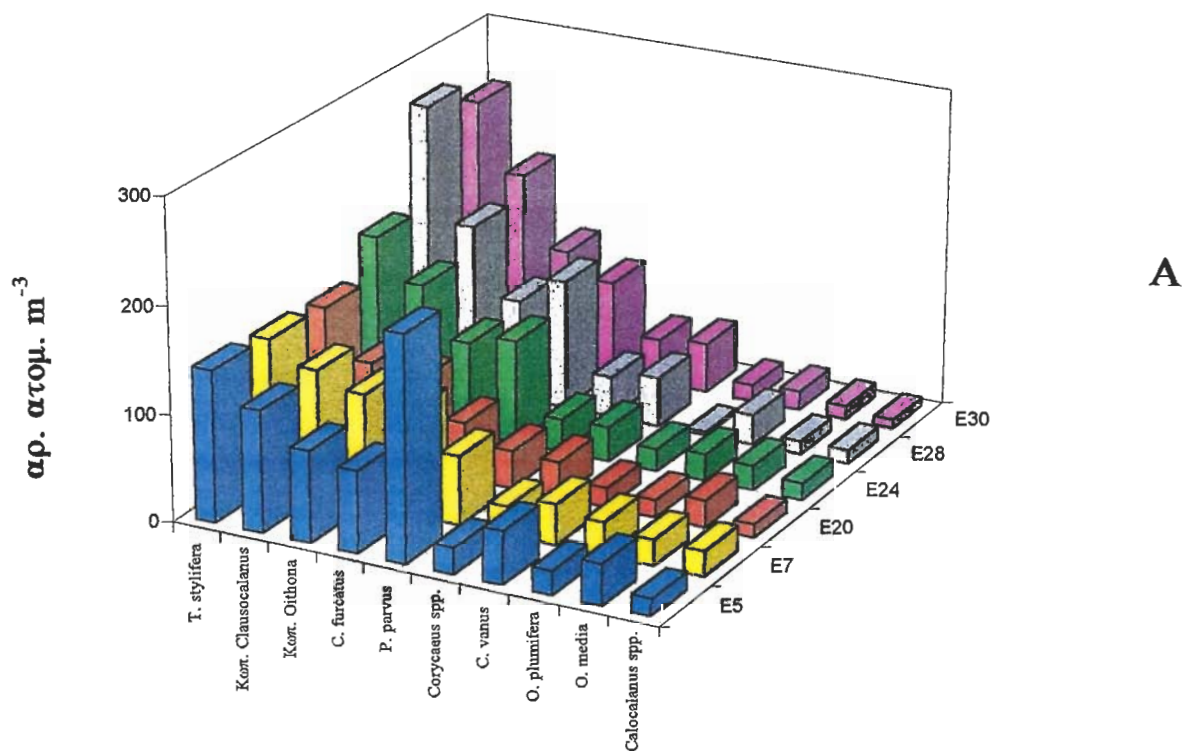


Εικ. 6.3.1/4. Κατανομή της αφθονίας των κυρίαρχων ομάδων ζωοπλαγκτού, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος-7ος κύκλος.



Εικ. 6.3.1/5. Συμμετοχή (%) των κυρίαρχων ομάδων ζωοπλαγκτού, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-3ος-5ος-7ος κύκλος.

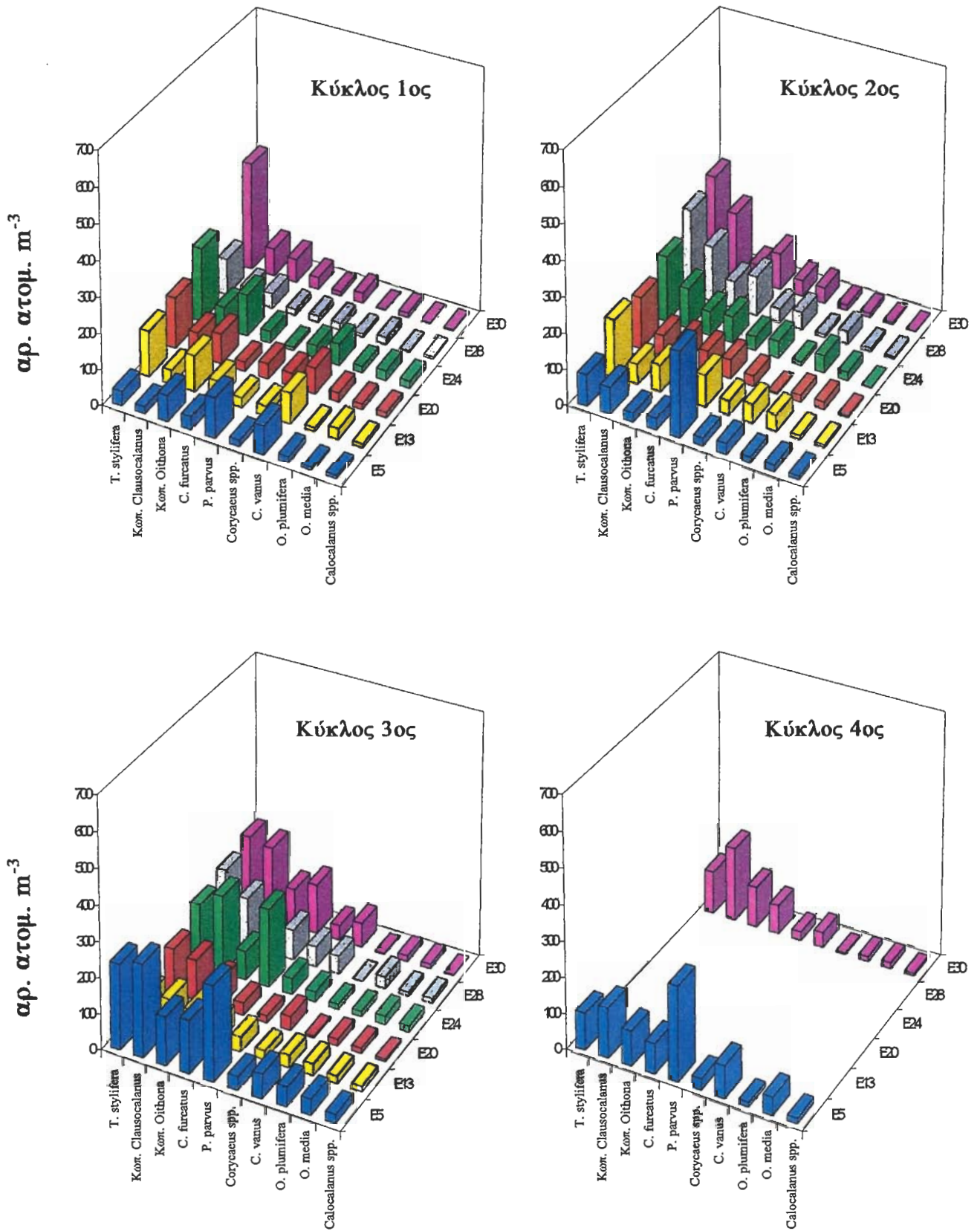




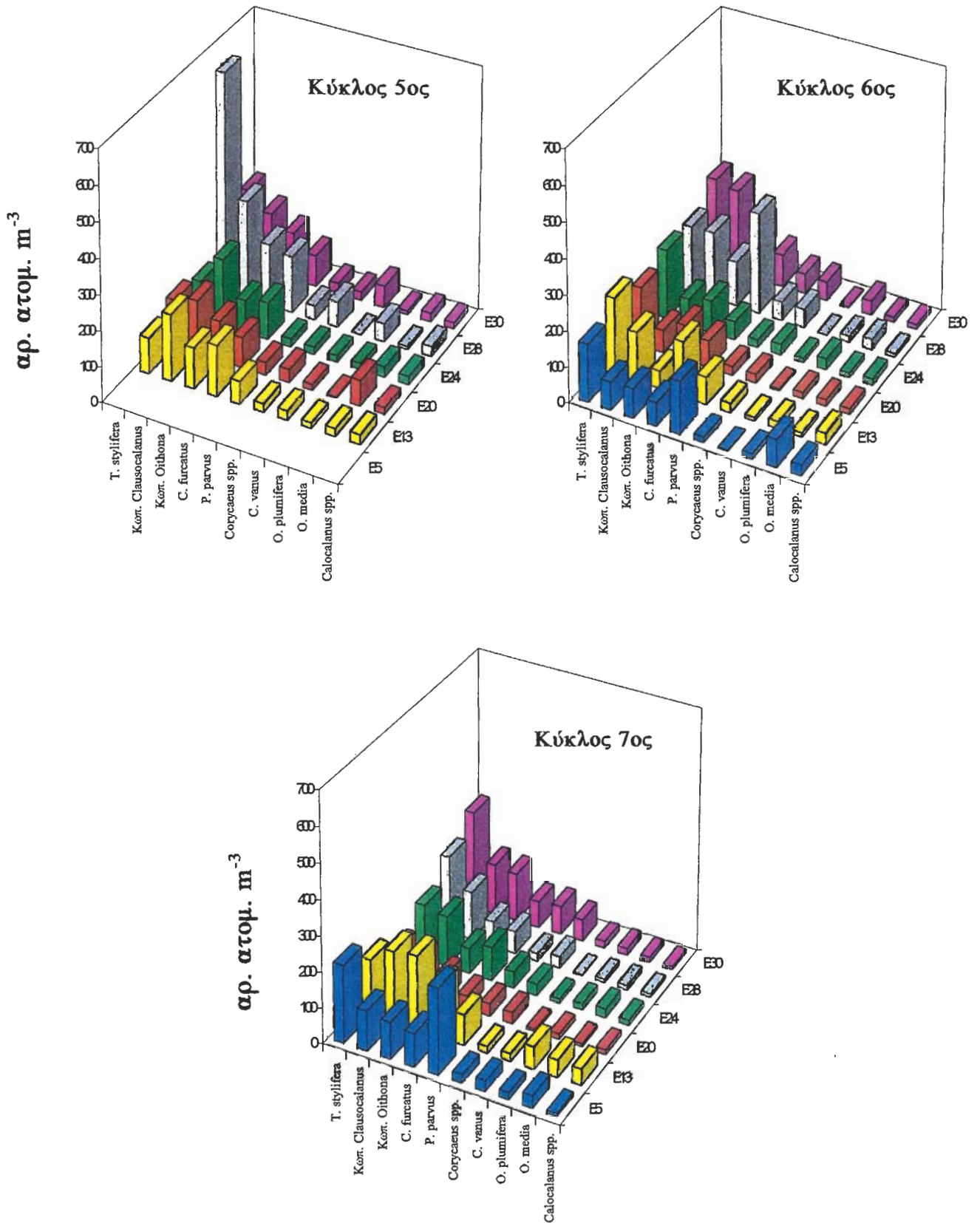
Εικ. 6.3.1/6. Κυρίαρχα Κωπήποδα, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

**A.** Μέση αφθονία ανά σταθμό.

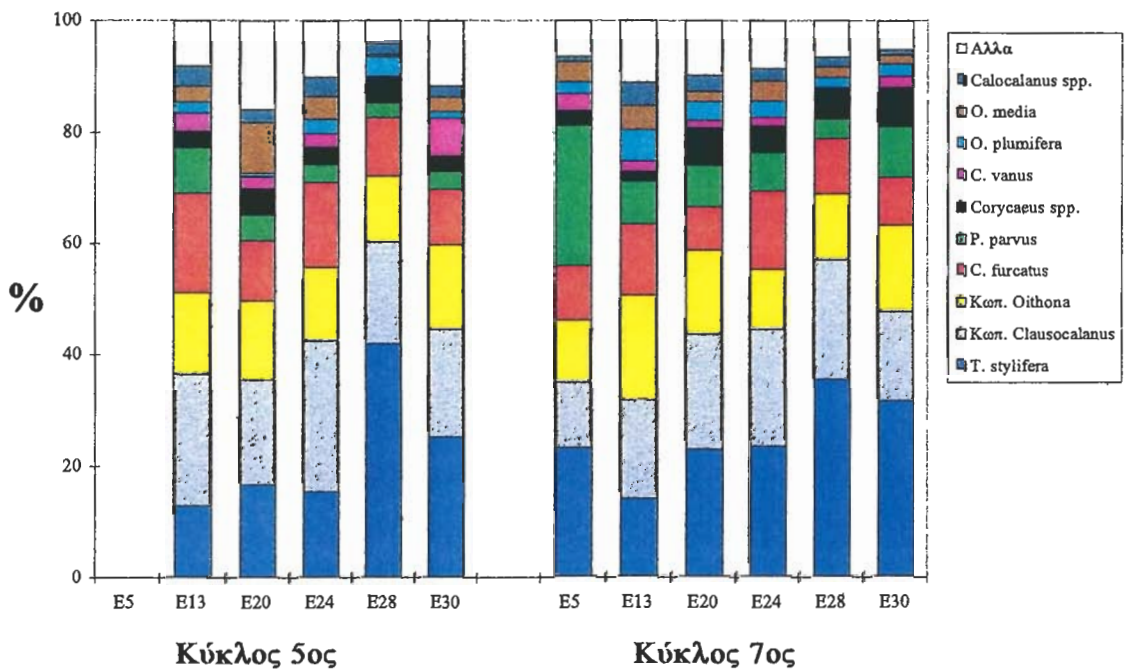
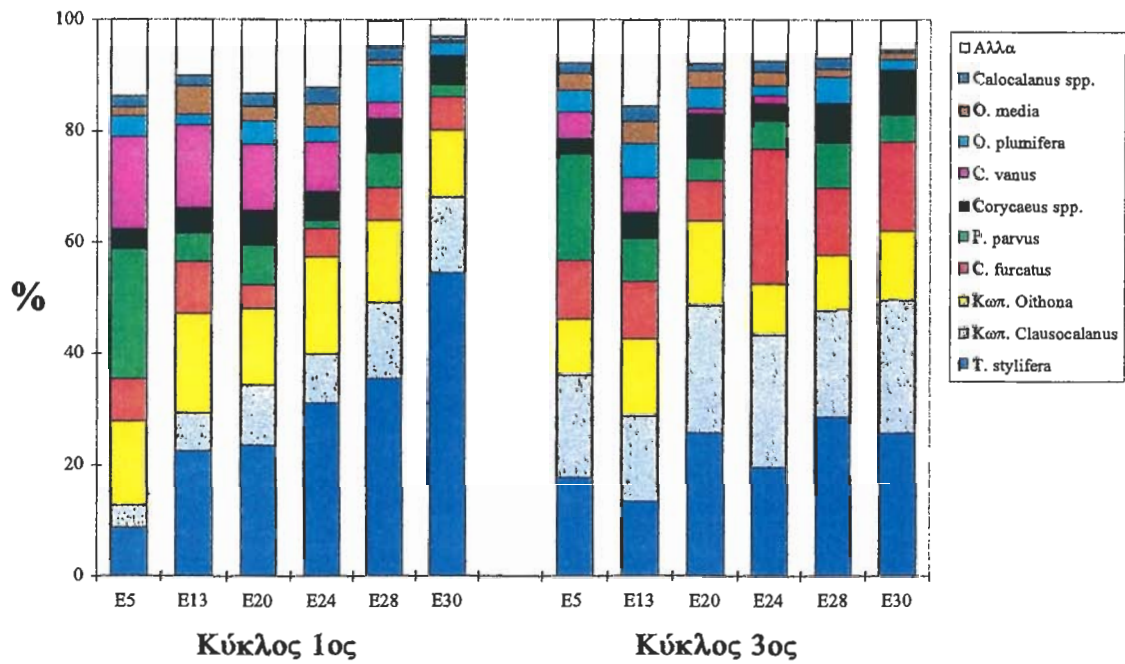
**B.** Μέσο ποσοστό συμμετοχής ανά σταθμό.



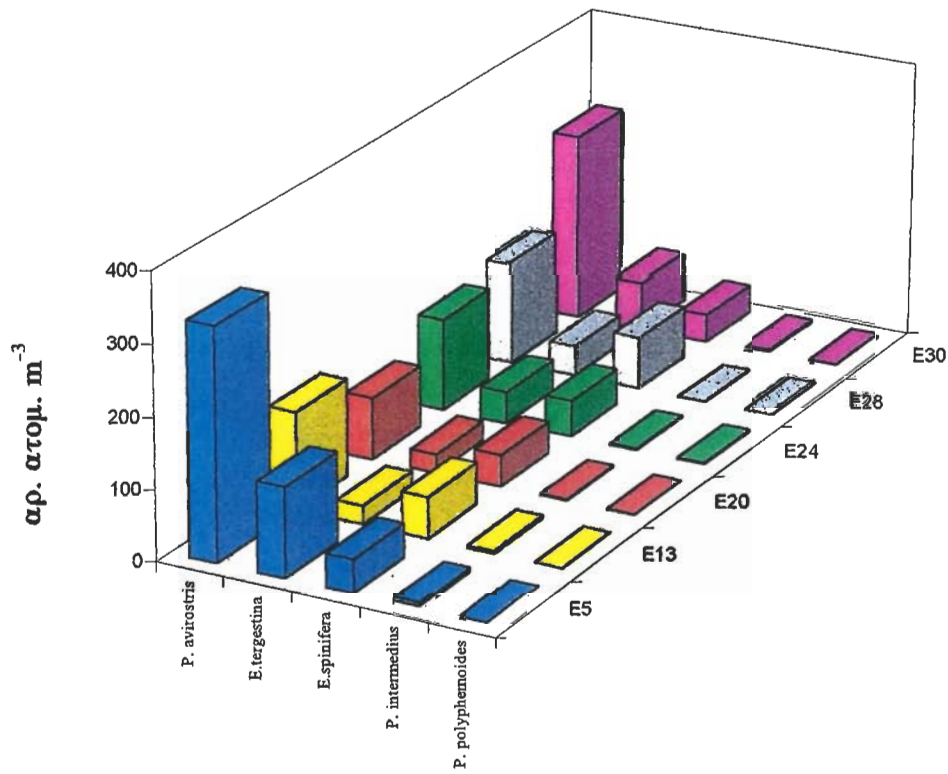
Εικ. 6.3.1/7. Κατανομή της αφθονίας των κυρίαρχων Κωπητόδων, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-2ος-3ος-4ος κύκλος.



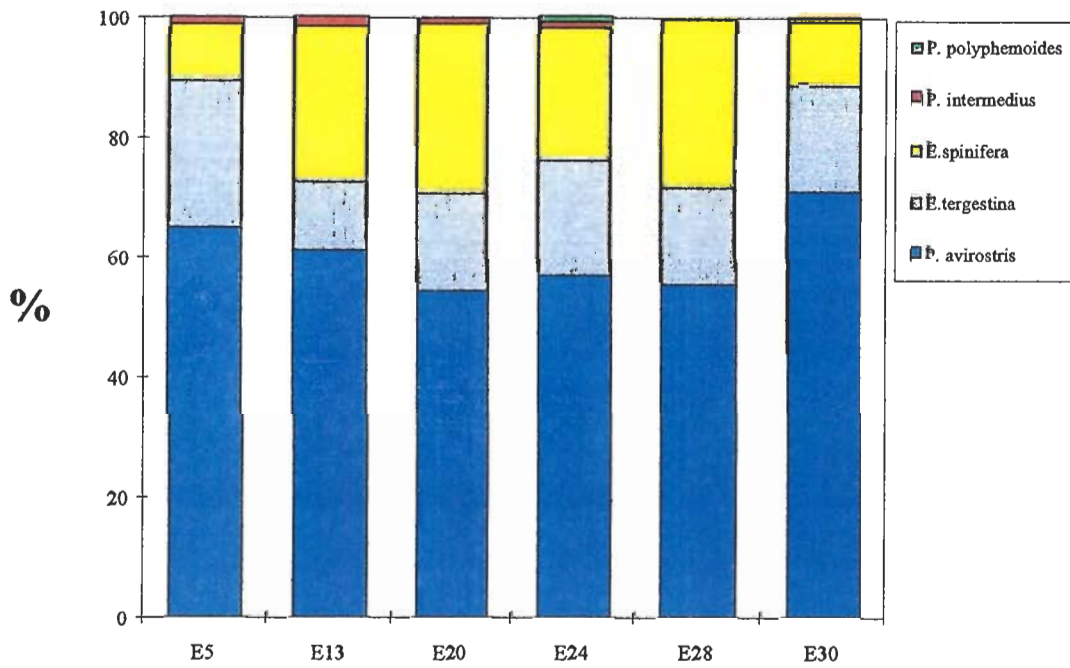
Εικ. 6.3.1/8. Κατανομή της αφθονίας των κυρίαρχων Κωπηπόδων, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 5ος-6ος-7ος κύκλος.



Εικ. 6.3.1/9. Συμμετοχή (%) των κυρίαρχων Κωπητητόδων, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-3ος-5ος-7ος κύκλος.



A



B

Εικ. 6.3.1/10. Κυρίαρχα Κλαδοκεραιωτά, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.

A. Μέση αφθονία ανά σταθμό.

B. Μέσο ποσοστό συμμετοχής ανά σταθμό.

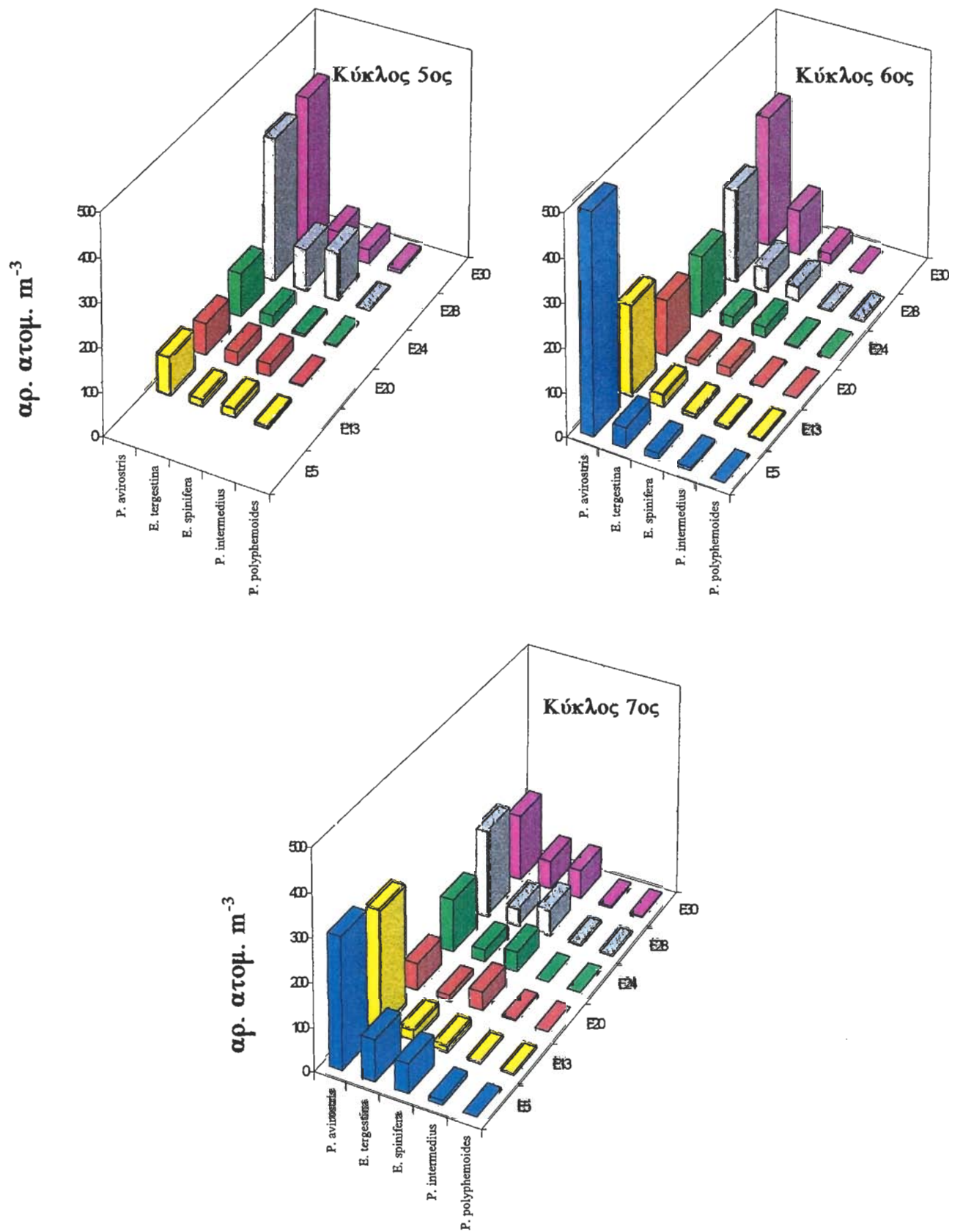
*Penilia avirostris*, εμφανίζοντας κατανομή ανάλογη με αυτή της συνολικής αφθονίας του ζωοπλαγκτού (Εικ. 6.3.1/1), είναι σε όλους τους σταθμούς και με διαφορά από τα άλλα είδη, το κυρίαρχο Κλαδοκεραιωτό. Η μέση αφθονία του κυμαίνεται από 88 ως 327 ατ.  $m^{-3}$ , ενώ χαρακτηριστικές είναι και οι υψηλές τιμές στους Ε5-Σαρωνίδα και Ε30-Στύρα. Ακολουθούν το *Evadne tergestina* (27-127 ατ.  $m^{-3}$ ) με ανάλογη κατανομή αλλά ασθενέστερες μεταβολές και το *Evadne spinifera*, που με πολύ χαμηλή διακύμανση μεταξύ των σταθμών (40-74 ατ.  $m^{-3}$ ), φαίνεται, κατά κάποιο τρόπο, να ακολουθεί αντίθετη κατανομή. Άλλα Κλαδοκεραιωτά ήταν τα *Podon intermedius* (1-6 ατ.  $m^{-3}$ ) και *Podon polyphemoides* (0-1 ατ.  $m^{-3}$ ) με πολύ μικρή παρουσία (<2%). Οι χαμηλότερες τιμές όλων των ειδών σημειώθηκαν στον Ε20-Πόρτο-Ράφτη. Η μέση ποσοστιαία συμμετοχή του *Penilia avirostris* στο σύνολο των Κλαδοκεραιωτών κυμαίνεται από 54 ως 71%, του *Evadne tergestina* από 12 ως 25% και του *Evadne spinifera* από 9 ως 28%. Η μεγαλύτερη ομοιότητα στη μέση σύνθεση των Κλαδοκεραιωτών παρουσιάζεται μεταξύ Ε5-Σαρωνίδα και Ε30-Στύρα.

Στις Εικόνες 6.3.1/11 και 6.3.1/12 παρουσιάζεται η αφθονία (αρ. ατομ.  $m^{-3}$ ) των Κλαδοκεραιωτών, στους 7 κύκλους. Το *Penilia avirostris* είναι σχεδόν πάντα το κυρίαρχο κλαδοκεραιωτό με αφθονία από 30 ως 439 ατ.  $m^{-3}$ . Οι υψηλότερες αφθονίες, για όλους σχεδόν τους κύκλους, σημειώθηκαν στους Ε5-Σαρωνίδα και Ε30-Στύρα, ενώ στους τελευταίους κύκλους αυξημένες τιμές εμφανίζονται και στους γειτονικούς τους σταθμούς. Χαρακτηριστική είναι η μεγάλη αύξηση που παρουσιάζει το *Penilia avirostris* στον Ε5 από τον 2ο κύκλο και μετά. Το *Evadne tergestina*, με μέγιστη αφθονία 314 ατ.  $m^{-3}$  (Ε5-Σαρωνίδα, 2ος κύκλος), παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές για τους περισσότερους κύκλους στον Ε5. Η υψηλότερη αφθονία για το *Evadne spinifera* σημειώθηκε στον Ε13-Λαύριο (209 ατ.  $m^{-3}$ , 2ος κύκλος).

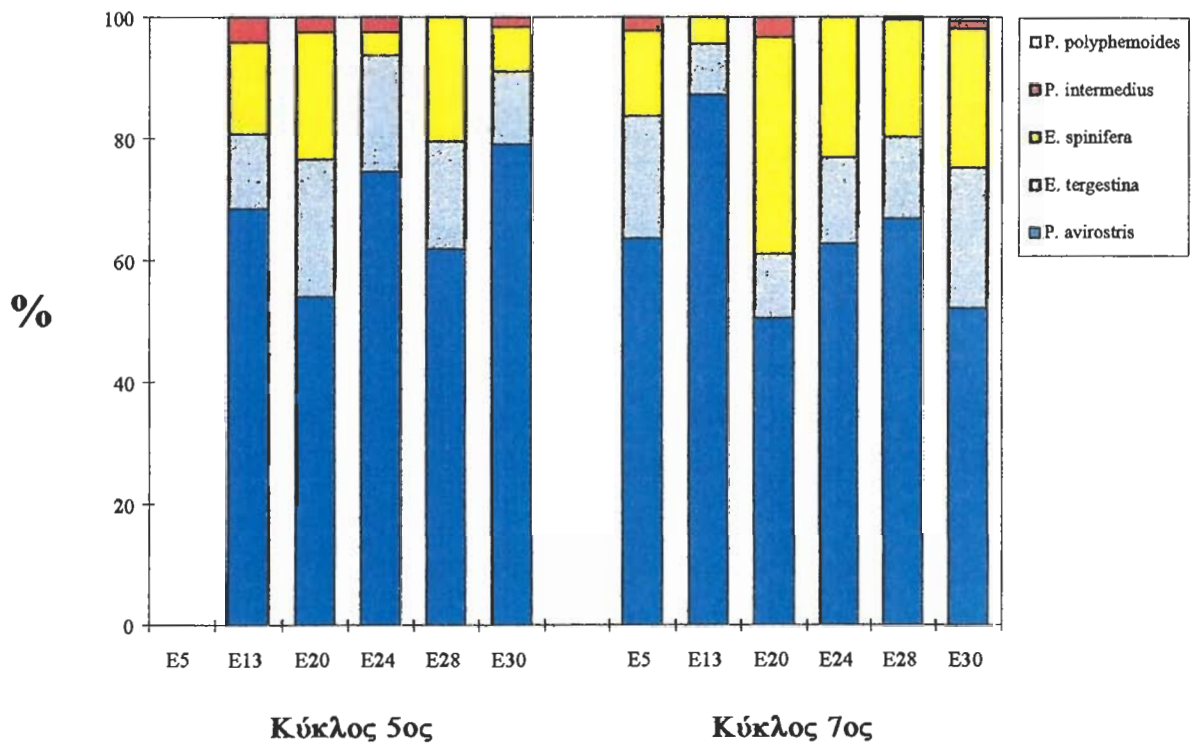
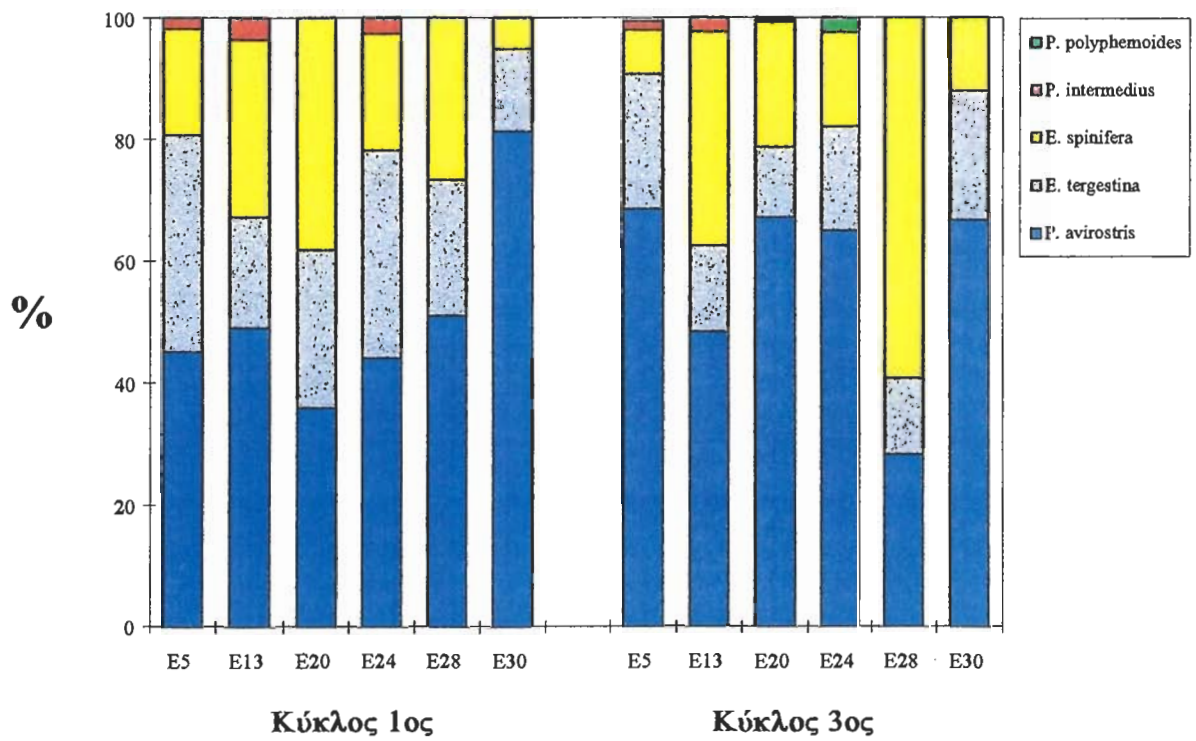
Στην Εικ. 6.3.1/13 παρουσιάζεται η συμμετοχή (%) των Κλαδοκεραιωτών στον 1ο, 3ο, 5ο και 7ο κύκλο. Χαρακτηριστική είναι η ποσοστιαία αύξηση του *Penilia avirostris* στον Ε5-Σαρωνίδα μετά τον 1ο κύκλο και η πολύ υψηλή συμμετοχή του στους Ε30-Στύρα (1ος κύκλος) και Ε13-Λαύριο (7ος κύκλος). Το *Evadne tergestina* παρουσιάζει την υψηλότερη συμμετοχή του στον 1ο κύκλο, ενώ γενικότερα εμφανίζει τις λιγότερες διαφορές μεταξύ των σταθμών. Το *Evadne spinifera* στον Ε28-Μαραθώνα (3ος κύκλος) φθάνει το 59%.

#### Διερεύνηση ομοιότητας των βιοκοινωνιών

Στην Εικ. 6.3.1/14 παρουσιάζονται τα διαγράμματα πολυδιάστατης διαβάθμισης (MDS), για κάθε σταθμό. Οι αριθμοί 1-7 συμβολίζουν τους αντίστοιχους κύκλους. Πιο χαρακτηριστική είναι η εικόνα του Ε24-Λούτσα, όπου παρατηρούνται 2 ευδιάκριτες ομάδες (1 και 2-7) με ισχυρή διαφοροποίηση μεταξύ τους. Χαρακτηριστική είναι η ισχυρή ομοιότητα των κύκλων 2 ως 7. Η μειωμένη παρουσία της ομάδας των Κωπηπόδων και η

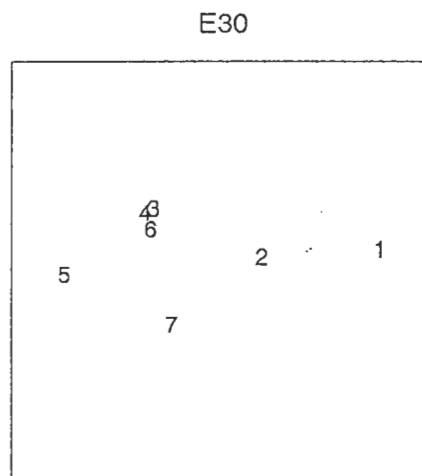
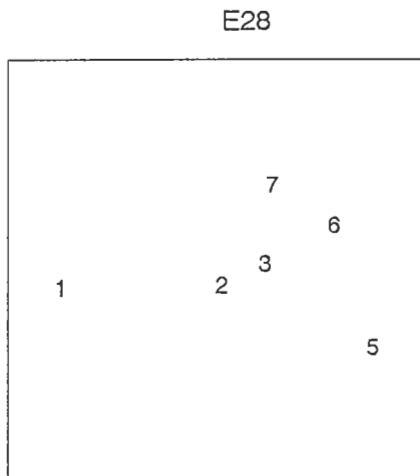
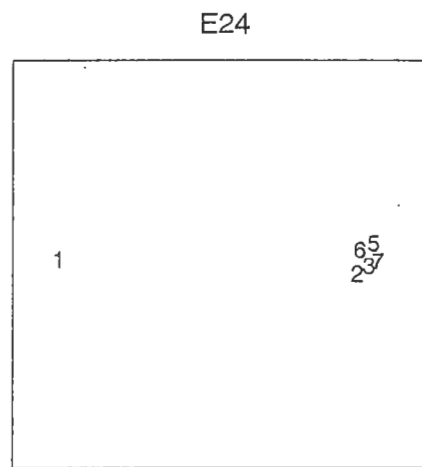
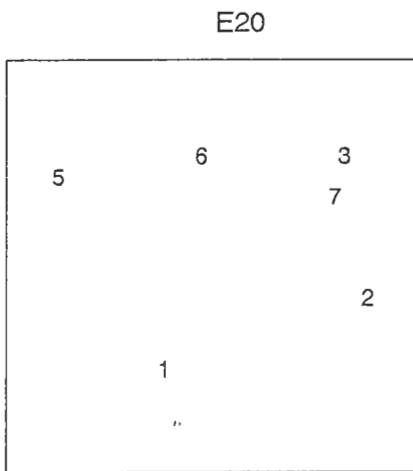
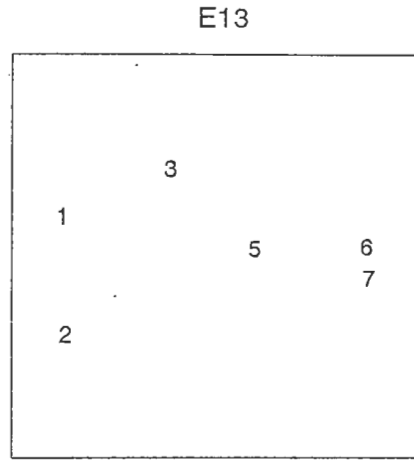
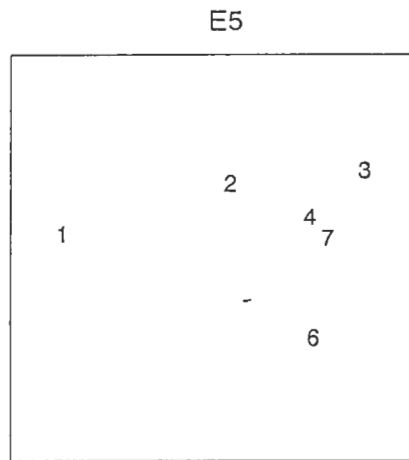


Εικ. 6.3.1/12. Κατανομή της αφθονίας των κυρίαρχων Κλαδοκεραιωτών, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριο 1996, 5ος-6ος-7ος κύκλος.



Εικ. 6.3.1/13. Συμμετοχή (%) των κυρίαρχων Κλαδοκεραιωτών, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996, 1ος-3ος-5ος-7ος κύκλος.





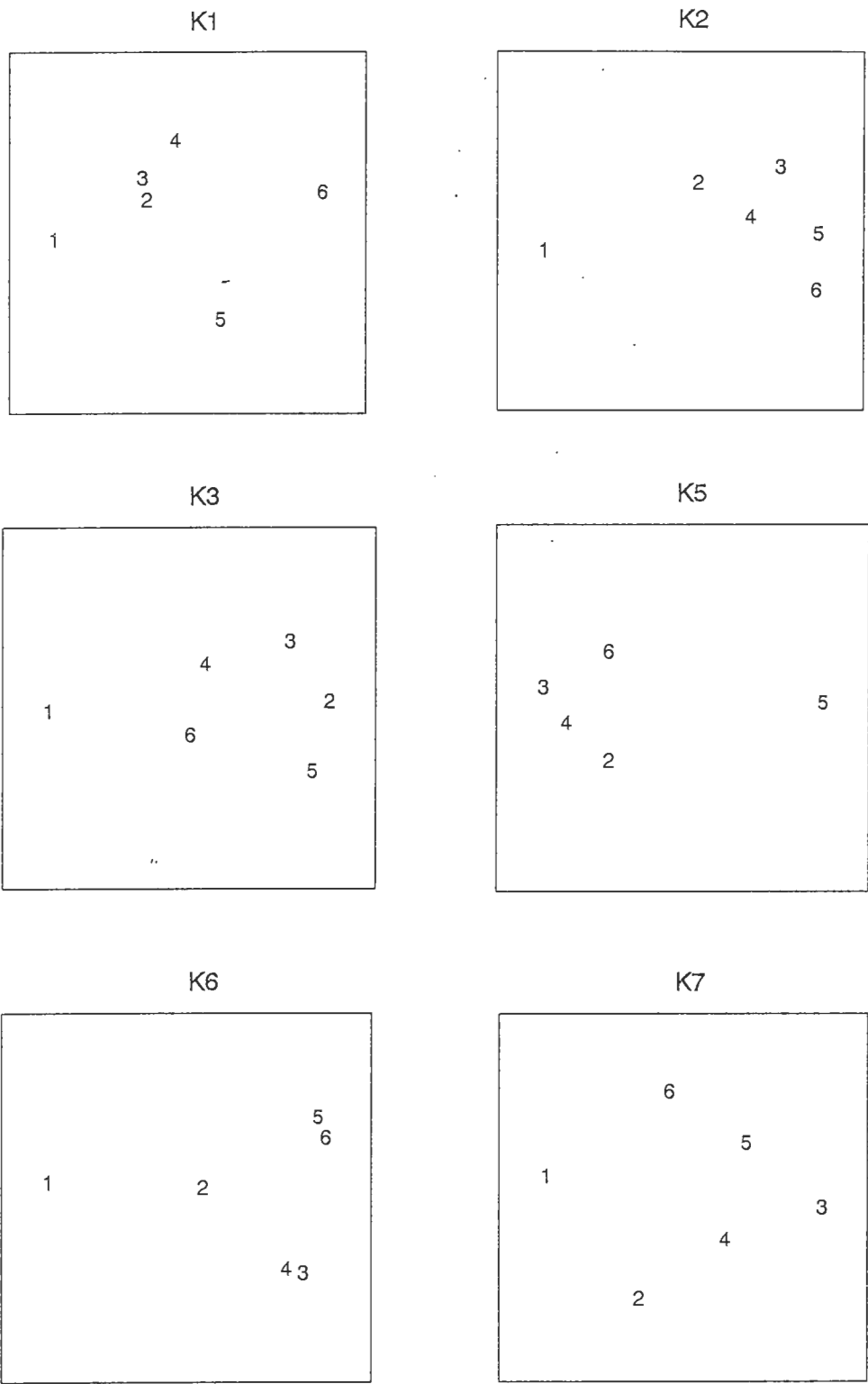
Εικ. 6.3.1/14. Διάγραμμα πολυδιάστατης διαβάθμισης αφθονιών ζωοπλαγκτού ανά σταθμό, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.  
1-7 = 1ος-7ος κύκλος.

υψηλή αφθονία των Σιφωνοφόρων και του *Ctenocalanus vanus* στον 1ο κύκλο σε σχέση με τους υπόλοιπους (Εικ. 6.3.1/3, 6.3.1/4, 6.3.1/7 και 6.3.1/8), είναι χαρακτηριστικά που συνδέονται με την έντονη διαφοροποίηση της βιοκοινωνίας του ζωοπλαγκτού στον Ε24 μετά τον 1ο κύκλο. Η διαφορά του 1ου κύκλου από τους υπόλοιπους, αλλά λιγότερο έντονη, φαίνεται και για τους Ε5-Σαρωνίδα, Ε20-Πόρτο-Ράφτη και Ε28-Μαραθώνας. Αντίθετα, στον Ε13-Λαύριο φαίνεται μια σχετικά ομαλή εξέλιξη της βιοκοινωνίας από κύκλο σε κύκλο, ενώ στον Ε30-Στύρα παρατηρείται ομοιότητα των κύκλων 3, 4 και 6.

Στην Εικ. 6.3.1/15 παρουσιάζονται τα διαγράμματα πολυδιάστατης διαβάθμισης (MDS) για τους κύκλους 1, 3, 5 και 7. Οι αριθμοί 1-6 συμβολίζουν τους σταθμούς Ε5-Ε30, αντίστοιχα. Ο Ε5-Σαρωνίδα διαφέρει σημαντικά από τους υπόλοιπους σταθμούς στους κύκλους 2, 3 και 6, ενώ οι διαφορές είναι μικρότερες στον 7ο κύκλο (δηλαδή σε αυτούς τους κύκλους παρατηρείται η μεγαλύτερη διαφοροποίηση του Σαρωνικού από το Ν Ευβοικό). Λαμβάνοντας υπόψη ότι, τα στοιχεία σύγκρισης μεταξύ ΝΑ Σαρωνικού και Ν Ευβοικού είναι ελλιπή για τον 4ο και 5ο κύκλο, φαίνεται ότι μετά τον 1ο κύκλο η ομοιογένεια των σταθμών στο Ν Ευβοικό αυξάνει, κατάσταση που διαρκεί ως τον 6ο κύκλο. Η μεγαλύτερη αφθονία στον Ε5 των Κλαδοκεραιωτών, Κωπηλατών και Βυτιοειδών αφενός και η μεγάλη αύξηση των κυρίαρχων *Paracalanus parvus* και *Penilia avirostris* αφετέρου, μετά από το 2ο κύκλο, αποτελούν τις πιο σημαντικές διαφορές στις βιοκοινωνίες του ζωοπλαγκτού, που συνδέονται με την παραπάνω διαφοροποίηση. Στον 1ο κύκλο παρατηρούνται ομοιότητες μεταξύ των Ε13-Λαύριο, Ε20-Πόρτο-Ράφτη και Ε24-Λούτσα. Στον 5ο κύκλο παρουσιάζεται διαφοροποίηση του Ε28-Μαραθώνα που μπορεί να συνδεθεί με την απότομη εμφάνιση του μέγιστου αφθονίας του *Temora stylifera* αλλά και με τη πολύ υψηλή αφθονία του ζωοπλαγκτού γενικότερα. Τέλος, στον 6ο κύκλο παρατηρούνται έντονες ομοιότητες μεταξύ Ε20-Ε24 και Ε28-Ε30, αντίστοιχα.

#### 6.4. Συζήτηση

Οι αφθονίες του ζωοπλαγκτού, παρουσίασαν διακύμανση μεταξύ των περιοχών. Οι τιμές για όλους τους σταθμούς και σε σχέση με άλλες περιοχές του Σαρωνικού και του Β Ευβοικού χαρακτηρίζονται φυσιολογικές για την εποχή (Χρήστου 1990, ΕΚΘΕ 1992, Christou *et al.* 1995, Σιοκου-Φραγκου 1996). Ας σημειωθεί ότι σε παλαιότερη μελέτη για τον Ν Ευβοικό, οι τιμές αφθονίας τον Ιούλιο ήταν χαμηλότερες από αυτές της παρούσας μελέτης (Σιοκου-Φραγκου *et al.* 1984). Τη θερμή περίοδο στις παράκτιες περιοχές παρατηρούνται υψηλές πυκνότητες Κλαδοκεραιωτών που συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση της συνολικής αφθονίας του ζωοπλαγκτού. Αυτό φαίνεται και στην παρούσα μελέτη και ιδιαίτερα στους σταθμούς με τις υψηλότερες αφθονίες. Στις παράκτιες περιοχές του Σαρωνικού είναι συνηθισμένη η μεγάλη αριθμητική αύξηση του *Penilia avirostris* κατά



Εικ. 6.3.1/15. Διάγραμμα πολυδιάστατης διαβάθμισης αφθονιών ζωοπλαγκτού ανά κύκλο, στον Ν Ευβοϊκό και ΝΑ Σαρωνικό, Σεπτέμβριος 1996.  
 1-6 =σταθμοί Ε5-Ε30!

τους θερινούς μήνες (Χρήστου 1990, Σιοκου-Frangou 1996), κάτι που γίνεται ιδιαίτερα αισθητό στον Ε5-Σαρωνίδα.

Η διαβάθμιση στην μείωση της αφθονίας από τον Ε30-Στύρα προς τον Ε20-Πόρτο-Ράφτη πρέπει να σχετίζεται με την επίδραση του “μεσότροφου ως εύτροφου” βόρειου τμήματος του Ν Ευβοικού (νότια της Χαλκίδας), κάτι που φαίνεται και στα αποτελέσματα της κυκλοφορίας. Ετσι μπορεί να ερμηνευτεί και η ασυνήθιστα αυξημένη παρουσία των Πτεροπόδων στον Ε30-Στύρα, που μειώνεται προς τα νότια. Τα Πτερόποδα με την ευνοϊκή επίδραση της θερμοκρασίας και της διαθέσιμης τροφής αναπτύχθηκαν στο εσωτερικό του Ν Ευβοικού, και μέσω της κυκλοφορίας εμφανίστηκαν στα παράλια της ΝΑ Αττικής. Επιπλέον πληροφορίες για αυξημένη παρουσία των Πτεροπόδων σε βορειότερες περιοχές του Ν Ευβοικού την ίδια περίοδο (Αύγουστος - Σεπτέμβριος), ενισχύουν αυτή την άποψη. Ας σημειωθεί ότι μείωση της αφθονίας από βορρά προς νότο στο Ν Ευβοικό έχει παρατηρηθεί και στο παρελθόν (Σιοκου-Frangou *et al.* 1984).

Η αυξημένη παρουσία οργανισμών όπως Κλαδοκεραιωτά, Κωπηλάτες, Βυτιοειδή και *Paracalanus parvus* στον Ε5-Σαρωνίδα, δείχνει την έντονη παράκτια επίδραση, που σε συνδυασμό με τις υψηλές τιμές αφθονίας που καταγράφηκαν στον Ε5 πρέπει να σχετίζεται και με επίδραση από τον εσωτερικό Σαρωνικό. Μια τέτοια επίδραση προκύπτει και από το διάγραμμα της μέσης ροής των ρευμάτων στην επιφάνεια (βλέπε κεφάλαιο κυκλοφορίας). Οι υψηλότερες αφθονίες κυρίαρχων Κωπηπόδων, όπως τα *Temora stylifera* και *Clausocalanus furcatus*, (θεωρούνται επικρατή στην ανοικτή θάλασσα) στους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοικού (Ε30, Ε28) δείχνουν ότι, νερά από το Αιγαίο εισχωρούν στο εσωτερικό του κόλπου, κάτι που διαπιστώνεται και από την παρουσία του αντικυκλωνικού σχηματισμού στην περιοχή. Αν και στους περισσότερους κύκλους ο Ε13-Λαύριο διαφοροποιείται από τον Σαρωνικό, φαίνεται να παρουσιάζει κάποια κοινά στοιχεία στις βιοκοινωνίες, γεγονός που συμφωνεί με τις παρατηρήσεις της κυκλοφορίας. Γενικότερα, η διαβάθμιση στις αφθονίες των διαφόρων ομάδων και ειδών μεταξύ των σταθμών, όπως ήδη έχει περιγραφεί, αποτελεί μια καλή εικόνα των συνδυασμένων επιδράσεων (α) της ανοικτής θάλασσας, (β) του βόρειου τμήματος του Ν Ευβοικού και (γ) του κυρίως Σαρωνικού. Ας σημειωθεί ότι, οι αυξημένες αφθονίες στο Σαρωνικό (Ε5) και στον Ε30 (Στύρα), καθώς και η τάση μείωσης από τον Ε30 προς τα νότια συμφωνούν με την εικόνα της χλωροφύλλης (βλέπε προηγούμενο κεφάλαιο).

Συσχετίζοντας τις μεταβολές που παρατηρήθηκαν στις βιοκοινωνίες του ζωοπλαγκτού (βλέπε διερεύνηση ομοιότητας των βιοκοινωνιών) με τα αποτελέσματα της υδρολογίας και κυκλοφορίας στην περιοχή, δόθηκαν και για αυτή την περίοδο, όπως και για το Μάρτιο 1996, μερικές ικανοποιητικές ερμηνείες:

- Οι διαφορές στις βιοκοινωνίες του 1ου κύκλου από τους επόμενους, για τους περισσότερους σταθμούς, αλλά και η αύξηση της διαφοράς του E5 (Σαρωνικός) από τους υπόλοιπους σταθμούς (μετά τον 1ο κύκλο), βρίσκονται σε συμφωνία με την έντονη αλλαγή που παρατηρήθηκε στην κυκλοφορία μετά τον 1ο κύκλο.
- Η ομοιότητα των κύκλων 2 ως 7 για τον E24 και η έντονη διαφορά τους από τον 1ο, πρέπει να σχετισθεί με την εμφάνιση των δύο υδρολογικών σχηματισμών (αντικυκλωνικός και κυκλωνικός) και με τη κυκλοφορία που προκαλούν σε όλη τη στήλη του νερού. Φαίνεται ότι ο E24, λόγω της θέσης του, δέχεται ελάχιστες επιδράσεις οι οποίες δεν αρκούν για να μεταβάλουν την εικόνα της βιοκοινωνίας. Ας σημειωθεί ότι και ο γειτονικός E20 συνήθως βρίσκεται ανάμεσα σε αυτούς τους υδρολογικούς σχηματισμούς αφενός και το σήμα των νερών από το βόρειο τμήμα του Ν Ευβοικού φθάνει σε αυτόν αρκετά εξασθενημένο αφετέρου. Έτσι οι χαμηλότερες αφθονίες που παρουσίασε, μπορούν να αποδοθούν σε εντονότερη επίδραση των νερών από την ανοικτή θάλασσα.
- Η ομοιότητα των κύκλων 3, 4 και 6 στον E30 μπορεί να αποδοθεί: (α) στα παρόμοια χαρακτηριστικά του ρεύματος (διεύθυνση, ταχύτητα) σε αυτούς τους κύκλους στα 50 m, και (β) στην παρόμοια εικόνα της κυκλοφορίας στην περιοχή στους κύκλους 3 και 6 στα 20 m, σε συνδυασμό με την έλλειψη στοιχείων στον 4ο κύκλο.
- Οι ομοιότητες των E13, E20 και E24 στον 1ο κύκλο συμφωνούν με τον συνδυασμό των αποτελεσμάτων της κυκλοφορίας στα 20 και 50 m.
- Η διαφοροποίηση του E28 στον 5ο κύκλο, οπότε εμφανίζεται και μια από τις υψηλότερες τιμές αφθονίας του ζωοπλαγκτού, πρέπει να συνδεθεί με την ανάβλυση στην περιοχή της Ραφήνας σε συνδυασμό με την κίνηση των ρευμάτων στα 35 και 50 m προς τα βόρεια.
- Στον 6ο κύκλο οι ομοιότητες του E20 με τον E24 και του E28 με τον E30 πρέπει να συνδεθούν με το γεωστροφικό σχηματισμό (E20-E24) και την έντονη κίνηση προς τα βόρεια (E28-E30) στα 20 και 35 m, αντίστοιχα.

Όπως συνέβη και για την περίοδο του Μαρτίου 1996 (ΕΚΘΕ 1996), η υδρολογία και η κυκλοφορία έδωσαν ικανοποιητικές ερμηνείες για τις μεταβολές στις βιοκοινωνίες του ζωοπλαγκτού. Σχέσεις ζωοπλαγκτού και μαζών νερού έχουν παρατηρηθεί για την ανοικτή θάλασσα (πχ Χρήστου και συν. 1990). Τέτοιες σχέσεις δυσκολότερα παρατηρούνται σε παράκτιες περιοχές, λόγω του μεγάλου αριθμού παραγόντων που επιδρούν και της γενικότερης αστάθειας που χαρακτηρίζει την παράκτια ζώνη. Σε αυτή τη μελέτη βοήθησαν οι συνεχείς δειγματοληψίες στην περίοδο των 14 ημερών, κάτι που δεν συνηθίζεται στις κλασικές ωκεανογραφικές μελέτες. Παρόλο που παρατηρήθηκε κάποια συμφωνία στην κατανομή ζωοπλαγκτού και φυτοπλαγκτού (χλωροφύλλη), φαίνεται ότι και

για την περίοδο του Σεπτεμβρίου, η κίνηση των μαζών του νερού είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επιδρά στο ζωοπλαγκτό.

### Βιβλιογραφία

- Christou, E.D., K. Pagou, S. Christianidis & E. Papathanassiou, 1995. Temporal and spatial variability of plankton communities in a shallow embayment of the eastern Ionian Sea. In: A. Eleftheriou et al. (Eds) *Biology and ecology of shallow coastal waters*. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, 3-10.
- ΕΚΘΕ, 1992. Περιβαλλοντική Μελέτη του Βόρειου Ευβοϊκού. Τελική Τεχνική Έκθεση (3 Τόμοι: Συνοπτική Περιγραφή, Παράρτημα Δεδομένων, Τελική Έκθεση), σελ.: 1-243.
- ΕΚΘΕ, 1996. Διερεύνηση του θαλάσσιου οικοσυστήματος της Α-ΝΑ Απτικής από τον όρμο του Μαραθώνα ως τον όρμο της Αναβύσσου. Πρώτη Έκθεση. Σεπτέμβριος 1996, 135 σελ.
- Siokou-Frangou I., 1996. Zooplankton annual cycle in a Mediterranean coastal area. *J. Plankton Res.*, 18: 203-223.
- Siokou-Frangou, I., P. Panayotidis & E. Papathanassiou, 1984. Zooplankton composition of South Euboikos (Aegean Sea, Greece) during February and July 1982. *Thalassographica*, 7: 27-38.
- Χρήστου, Ε., 1990. Διακύμανση του ζωοπλαγκτού, την άνοιξη και το καλοκαίρι (1989), σε μια παράκτια περιοχή του Σαρωνικού κόλπου. Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Μάιος 1990, Αθήνα. σελ. 513-520.
- Χρήστου, Ε., Ι. Σιώκου-Φράγκου, Α. Θεοχάρης & Δ. Γεργόπουλος, 1990. Μελέτη του ζωοπλαγκτού στη Λεβαντίνη και το Ιόνιο σε σχέση με την υδρολογία της περιοχής. Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Μάιος 1990, Αθήνα. σελ. 495-503.

## 7. ΦΥΤΟΒΕΝΘΙΚΕΣ ΒΙΟΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Παναγιωτίδης, Π., Χρυσοβέργη-Μπακογιάννη, Φ., Φραντζής, Α.

### 7.1. Εισαγωγή

Οι οργανισμοί που ζουν στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι οι τελικοί αποδέκτες των βλαπτικών επιδράσεων της θαλάσσιας ρύπανσης. Ειδικά οι βενθικοί οργανισμοί, φυτικοί ή ζωικοί, που ζουν επικολλημένοι ή ριζωμένοι στο βυθό, δεν έχουν την δυνατότητα να αποφύγουν τη ρύπανση μετακινούμενοι. Για όλη τη διάρκεια της ζωής τους υφίστανται τη μέση ποιότητα αλλά και τα ακραία χαρακτηριστικά (π.χ. μεγάλες στιγμιαίες συγκεντρώσεις) των μετακινούμενων υπερκείμενων μαζών. Αν η ένταση ή η χρονική διάρκεια των αλλαγών στο περιβάλλον ξεπεράσουν τα όρια ανοχής των πιο ευαίσθητων από τους βενθικούς οργανισμούς, τότε οι πληθυσμοί τους συρρικνώνονται ή και εξαφανίζονται τελείως. Συνεπώς, η υγιής παρουσία τους σε μια περιοχή υποδηλώνει ότι η ποιότητα των νερών και των γενικότερων συνθηκών ήταν καλή, όχι μόνο τη στιγμή της καταγραφής της παρουσίας τους, αλλά στο σύνολο του χρόνου που πέρασε από τη στιγμή της εμφάνισης ή εγκατάστασής τους. Γι' αυτό και οι οργανισμοί αυτοί θεωρούνται αξιόπιστοι βιολογικοί δείκτες. Η παρακολούθηση των χαρακτηριστικών των πληθυσμών τους μέσα στο χρόνο, μας επιτρέπει να ανιχνεύσουμε τις αλλαγές που συντελούνται στο θαλάσσιο οικοσύστημα, λόγω των ανθρωπογενών επεμβάσεων σε αυτό.

Το φανερόγαμο *Posidonia oceanica* και οι φυτοκοινωνίες των φαιοφυκών του γένους *Cystoseira* βρίσκονται σε όλα σχεδόν τα μεσογειακά παράλια. Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναδειχθεί σε βασικούς βιολογικούς δείκτες της υγείας των παράκτιων θαλάσσιων οικοσυστημάτων, που δέχονται άλλωστε, τη μεγαλύτερη πίεση από τις ανθρωπογενείς επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον.

### Τα λιβάδια της *Posidonia oceanica* ως βιολογικός δείκτης

Η Ποσειδώνια (*Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile) είναι ένα θαλάσσιο φανερόγαμο, ενδημικό της Μεσογείου. Αποικίζει το βυθό σε μαλακά κυρίως υποστρώματα, σε βάθη από 0 ως και 50 m. Οι υγιείς πληθυσμοί της είναι σχεδόν πάντα πυκνοί και σχηματίζουν ένα ιδιαίτερο θαλάσσιο ενδιαίτημα: τα λιβάδια της Ποσειδώνιας ή κοινώς "Φυκιάδες".

Με την οριζόντια και κάθετη αύξησή τους, τα ριζώματα και οι ρίζες των Ποσειδωνιών οικοδομούν ένα συμπαγές δίκτυο, τα κενά του οποίου συμπληρώνονται από ίζημα ανόργανης ή βιογενούς προέλευσης. Ο ρυθμός αποσύνθεσης των ριζωμάτων και των ριζών είναι πολύ αργός (μπορούν να διατηρούνται ακόμη και για χιλιετίες) κι έτσι το

πάχος του δικτύου που οικοδομούν έχει την τάση να αυξάνεται. Το συμπαγές αυτό δίκτυο μπορεί να φτάσει τοπικά ακόμη και τα 8m πάχος.

Η οικολογική σημασία των λιβαδιών Ποσειδώνιας έχει πλέον αναγνωριστεί από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας. Όπως ακριβώς και τα δάση στα χερσαία οικοσυστήματα, τα λιβάδια της Ποσειδώνιας είναι το τελευταίο στάδιο της οικολογικής διαδοχής στο παράκτιο περιβάλλον μαλακού υποστρώματος. Ο ρόλος τους στο μεσογειακό βυθό είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας: σταθεροποιούν το βυθό, παράγουν μεγάλες ποσότητες οξυγόνου, τροφοδοτούν και στηρίζουν τροφικές αλυσίδες με την πρωτογενή παραγωγή τους και τέλος αποτελούν κρησφύγετο και σημαντικό χώρο αναπαραγωγής της μεσογειακής βενθικής ιχθυοπανίδας.

Ως οργανισμός υψηλής βιολογικής πολυπλοκότητας (φανερόγαμο), η Ποσειδώνια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις αλλαγές της ποιότητας του περιβάλλοντος και συρρικνώνεται ή εξαφανίζεται τελείως όταν η υποβάθμιση ξεπεράσει κάποια επίπεδα ανεκτικότητας. Για τον λόγο αυτό η μακροχαρτογράφηση των λιβαδιών και η παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας των λιβαδιών, επιτρέπουν την μελέτη της δυναμικής τους και τη χρησιμοποίησή της ως βιολογικό δείκτη για την καταγραφή πιθανών διαταραχών του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

#### **Οι φυτοκοινωνίες *Cystoseiretum* ως βιολογικός δείκτης**

Στην ανώτερη υποπαράλια ζώνη, όπου κυρίως γίνεται ιδιαίτερα αισθητή η ρύπανση, οι φυτικοί οργανισμοί επικρατούν των ζωικών σε όλα τα επίπεδα: βιομάζα, ποσοστό κάλυψης του υποστρώματος και αριθμός ειδών. Ειδικότερα στη Μεσόγειο, τα φύκη του γένους *Cystoseira* κυριαρχούν στην ζώνη αυτή. Η παρουσία τους ευνοεί την εγκατάσταση και πολλών άλλων συνοδών ειδών, που διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα επίφυτα, που βρίσκονται στερεωμένα πάνω στους κλάδους της *Cystoseira* και τα σκιοφιλα είδη, που σχηματίζουν έναν στρώμα βλάστησης στη σκιά της. Τα φύκη του γένους *Cystoseira* μαζί με τα συνοδά τους είδη, δημιουργούν μια πολύ ιδιαίτερη φυτοκοινωνία, που ονομάζεται *Cystoseiretum*. Η φυτοκοινωνία αυτή θεωρείται ως το καταληκτικό στάδιο της βλάστησης της ανώτερης (σε μερικές περιπτώσεις και της μέσης) υποπαράλιας ζώνης και σχηματίζει συμπαγείς και πυκνές ζώνες βλάστησης, από βάθους λίγων εκατοστών ως πολλών μέτρων.

Η επίδραση της ρύπανσης στο φυτοβένθος σκληρού υποστρώματος και πιο συγκεκριμένα στη φυτοκοινωνία *Cystoseiretum*, εμφανίζεται ποιοτικά: α) με την εξαφάνιση κυρίαρχων ειδών της φυτοκοινωνίας, που είναι ευαίσθητα στη ρύπανση (π.χ. η *Cystoseira stricta*) και β) με την αντικατάσταση του *Cystoseiretum* από είδη που ευνοούνται από την ρύπανση ή τουλάχιστον είναι ανθεκτικά σε αυτήν. Ποσοτικά, η επίδραση της ρύπανσης



μπορεί να καταγραφεί με την πτώση του ποσοστού κάλυψης του υποστρώματος καθώς και με την μείωση του αριθμού των παρόντων ειδών.

## 7.2. Σχεδιασμός - Μεθοδολογία

### Οι σταθμοί παρατηρήσεων και δειγματοληψιών

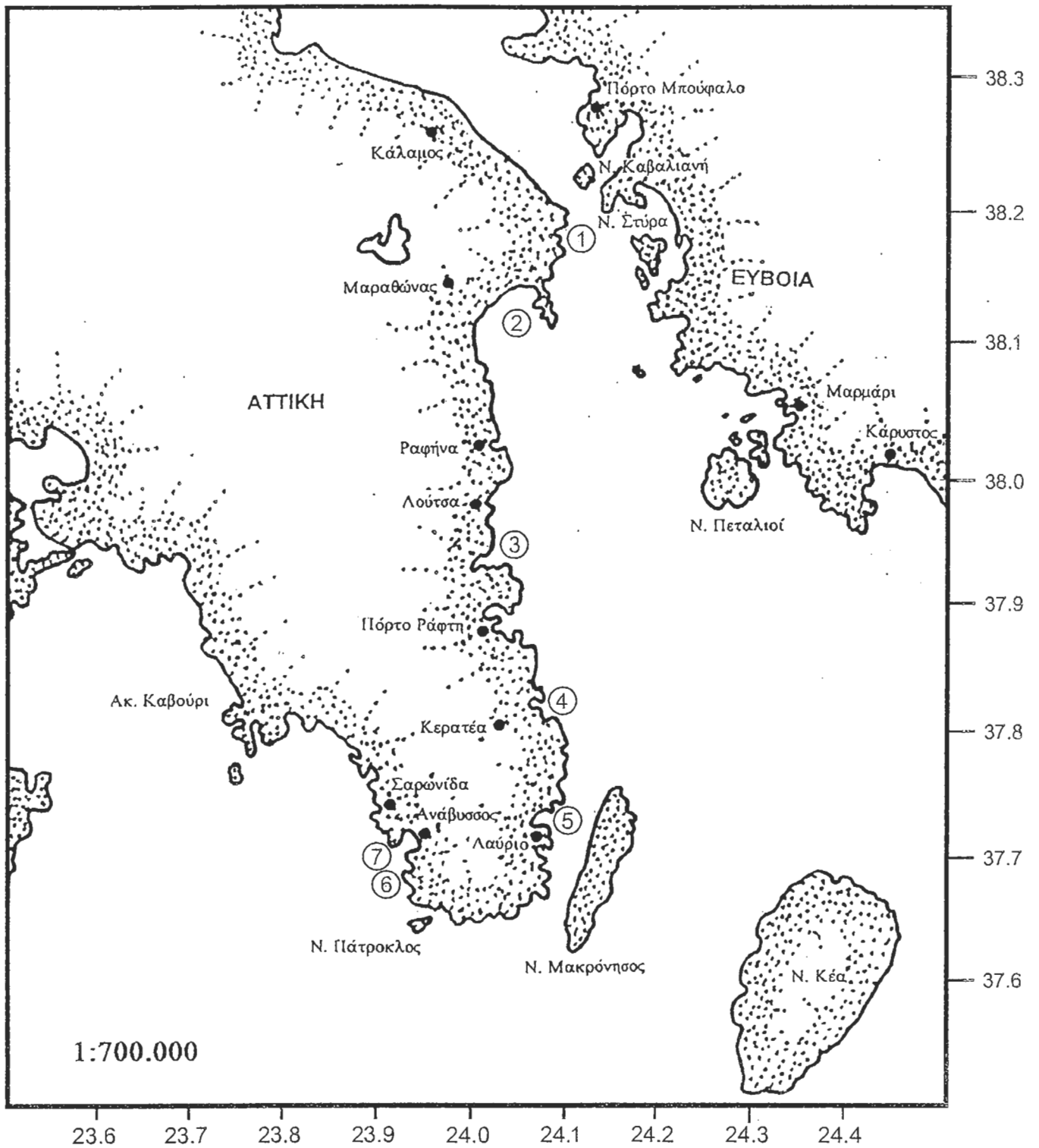
Επιμήκεις, αμμώδεις ανοικτοί όρμο κυριαρχούν στο βόρειο τμήμα των ακτών της Ανατολικής Αττικής. Το βραχώδες υπόστρωμα περιορίζεται βόρεια του ακρωτηρίου του Μαραθώνα και σε πολύ μικρά ενδιάμεσα τμήματα. Αντίθετα, στη Νότια και Νοτιο-Ανατολική Αττική, το μαλακό υπόστρωμα περιορίζεται σε μικρούς, σχετικά κλειστούς όρμους. Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, επιλέχθηκαν 5 σταθμοί παρατηρήσεων και δειγματοληψιών σε σκληρό υπόστρωμα και αντίστοιχα 2 σταθμοί σε μαλακό υπόστρωμα. Οι σταθμοί αυτοί παρουσιάζονται στον πίνακα 7.2 και τον χάρτη της εικόνας 7.2. Σε ότι αφορά το σκληρό υπόστρωμα, οι δειγματοληψίες και οι παρατηρήσεις στο πεδίο έχουν σκοπό την καταγραφή και την μελέτη των *Cystoseiretum*. Στο μαλακό υπόστρωμα, η μελέτη στοχεύει στην καταγραφή του βαθύτερου ορίου και της γενικότερης κατάστασης των λιβαδιών της *Posidonia oceanica*.

Πίνακας 7.2. Σταθμοί δειγματοληψίας.

| α/α | Σταθμοί        | Γεωγραφικές Συντεταγμένες                         | Προσανατολισμός | Φυτοκοινωνία  |
|-----|----------------|---|-----------------|---------------|
| 1   | Αγία Μαρίνα    | 38 <sup>ο</sup> 11'.28B - 24 <sup>ο</sup> 03'.80A | N-NA            | Cystoseiretum |
| 2   | Σχοινιάς       | 38 <sup>ο</sup> 08'.00B - 24 <sup>ο</sup> 02'.50A | N-NA            | Posidonia     |
| 3   | Βραυρώνα       | 37 <sup>ο</sup> 55'.80B - 24 <sup>ο</sup> 00'.22A | N-NA            | Cystoseiretum |
| 4   | Δασκαλειό      | 37 <sup>ο</sup> 49'.62B - 24 <sup>ο</sup> 03'.00A | N-NA            | Cystoseiretum |
| 5   | Λαύριο         | 37 <sup>ο</sup> 44'.60B - 24 <sup>ο</sup> 04'.22A | N-NA            | Cystoseiretum |
| 6   | Ανάβυσσος      | 37 <sup>ο</sup> 43'.00B - 23 <sup>ο</sup> 56'.50A | N-NA            | Posidonia     |
| 7   | Άγιος Νικόλαος | 37 <sup>ο</sup> 43'.05B - 23 <sup>ο</sup> 55'.60A | A               | Cystoseiretum |

### Οι δειγματοληψίες στο σκληρό υπόστρωμα

Ως σταθμοί μελέτης και δειγματοληψίας (Αγία Μαρίνα, Βραυρώνα, Δασκαλειό, Λαύριο και Άγιος Νικόλαος Αναβύσσου) επιλέγησαν σε σημεία που ως σήμερα θεωρούνται "μη αλλοιωμένα". Τα κριτήρια για την επιλογή των σημείων δειγματοληψίας ήταν: α) η ύπαρξη φυτοκοινωνιών *Cystoseiretum* και β) ο προσανατολισμός της ακτής. Έτσι όλοι οι σταθμοί έχουν N-NA προσανατολισμό. Με το δεδομένο ότι στην περιοχή επικρατούν βόρειοι άνεμοι, στους σταθμούς δειγματοληψίας επικρατούν συνθήκες χαμηλού υδροδυναμισμού. Επιλέξαμε να μελετήσουμε τον οικολογικό θώκο των φωτόφιλων φυκών χαμηλού υδροδυναμισμού, γιατί πρώτα σε αυτόν γίνονται ορατά τα



Εικ. 7.2. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για τη μελέτη των βιοκοινωνιών του φυτοβένθους.

αποτελέσματα της ρύπανσης. Σε περιοχές με χαμηλό υδροδυναμισμό η ανανέωση των νερών γίνεται με πιο αργούς ρυθμούς κι έτσι οι θαλάσσιοι οργανισμοί είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένοι στις συνέπειες της ρύπανσης.

Σε κάθε σταθμό θα πραγματοποιηθούν δύο δειγματοληψίες, μία φθινοπωρινή (που πραγματοποιήθηκε ήδη) και μία εαρινή. Σε κάθε δειγματοληψία λαμβάνονται τέσσερα επαναληπτικά δείγματα ανά σταθμό. Τα δείγματα έχουν επιφάνεια 20cm x 20cm και συλλέγονται με ολοκληρωτική αφαίρεση της φυτικής κάλυψης του σκληρού υποστρώματος. Οι παράμετροι που θα μελετηθούν στα δείγματα αυτά είναι : ο αριθμός των ειδών, η επί τοις % κάλυψη του υποστρώματος και ο δείκτης ποικιλότητας.

### Η παρακολούθηση των λειβαδιών

Η καταγραφή της ύπαρξης ενός λιβαδιού *Posidonia oceanica* είναι μια πρώτη πολύ γενική πληροφορία. Εκείνο που ενδιαφέρει, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις χρήσης του λιβαδιού ως βιολογικού δείκτη, είναι η δυναμική του, που γίνεται ευκολότερα ορατή στα όρια εξάπλωσής του: α) το ανώτερο, κοντά στην ακτή και β) το κατώτερο, στο μέγιστο βάθος εξάπλωσης του λιβαδιού. Και οι δύο αυτές περιοχές είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες απέναντι στις μεταβολές του περιβάλλοντος.

### Μακροχαρτογράφηση του ανώτερου ορίου

Το ανώτερο όριο είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένο σε κάθε μεταβολή που συνεπάγονται τα παράκτια έργα πάσης φύσεως καθώς και η απόρριψη λυμάτων αστικής ή βιομηχανικής προέλευσης. Ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος χαρτογράφησης του ανώτερου ορίου είναι η χρήση αεροφωτογραφιών. Εφόσον οι φωτογραφίες αυτές έχουν ληφθεί με κατάλληλο τρόπο και με ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, δίνουν μια πολύ καλή αποτύπωση κάθε τμήματος του λιβαδιού (πυκνές περιοχές, νεκροί ενδιάμεσοι χώροι, κηλίδες άμμου κ.λ.π.) μέχρι το βάθος των 10-15 μέτρων. Η χρήση πρόσφατων αεροφωτογραφιών του ΥΠ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, συνοδεύτηκε από την επιβεβαίωση της φύσης των σχηματισμών που εμφανίζονται σε αυτές τις αεροφωτογραφίες, μέσω της υποβρύχιας κατάδυσης (π.χ. οι πράσινες περιοχές αντιστοιχούν στο πυκνό λιβάδι, οι καφέ σκούρες στο δίκτυο των νεκρών ριζωμάτων, οι ανοιχτόχρωμες-μπεζ σε κηλίδες άμμου κ.λ.π.).

### Η σήμανση του κατώτερου ορίου

Το κατώτερο (βαθύτερο) όριο εξάπλωσης του λιβαδιού της *Posidonia oceanica* αντιπροσωπεύει τη μοναδική λύση μιας βιολογικής εξίσωσης, της οποίας οι σταθερές είναι η ποιότητα και το φορτίο του νερού σε σωματίδια και θρεπτικά άλατα και η ένταση του φωτός που φτάνει στο βυθό. Η αλλαγή αυτών των σταθερών συνεπάγεται για το λιβάδι:

επέκταση προς μεγαλύτερα βάθη ή οπισθοχώρηση του κατώτερου ορίου του. Η αύξηση του οργανικού και ανόργανου φορτίου του νερού επιφέρει δύο ειδών μεταβολές που λειτουργούν αθροιστικά: α) μειώνει την ένταση του φωτός λόγω της μεγαλύτερης απορρόφησης του από τα αιωρούμενα σωματίδια, β) δημιουργεί δευτερογενή προβλήματα ευνοώντας μια ολόκληρη ευκαιριακή πανίδα και χλωρίδα, που εγκαθίσταται πάνω στα φύλλα της Ποσειδώνιας, αυξάνοντας το βάρος τους και μειώνοντας τη φωτοσυνθετική τους ικανότητα.

Η χαρτογράφηση του βαθύτερου ορίου ενός ολόκληρου λιβαδιού απαιτεί μεγάλα μέσα και δεν μπορεί να γίνει με ακρίβεια μεγαλύτερη από αυτήν των συστημάτων προσδιορισμού στίγματος. Αντίθετα, η υποβρύχια σήμανση ενός τμήματος του βαθύτερου ορίου του λιβαδιού επιτρέπει την ετήσια παρακολούθησή του σε ελάχιστο χρόνο (στη διάρκεια μιας και μόνο κατάδυσης) και χωρίς ιδιαίτερο εξοπλισμό (στοιχειώδης καταδυτικός εξοπλισμός και υποβρύχια φωτογραφική μηχανή ή video).

Η υποβρύχια σήμανση των λιβαδιών της Ποσειδώνιας του κόλπου του Σχοινιά και της Αναβύσσου θα γίνει με την τοποθέτηση μόνιμων σημείων αναφοράς στο βυθό (τσιμεντένιες σημαδούρες βάρους 20-25 κιλών) και κάλυψη της μεταξύ τους απόστασης με μικρούς μεταλλικούς πασάλους που χρησιμοποιούνται ως οδηγοί. Μια απόσταση 40 μέτρων κατά μήκος του βαθύτερου ορίου, θα καλυφθεί από 4 υποβρύχια σημεία αναφοράς, σε κάθε λιβάδι Ποσειδώνιας. Η ετήσια ή σε αραιότερα διαστήματα φωτογραφική καταγραφή της μετακίνησης του βαθύτερου ορίου του λιβαδιού, σε σχέση με το σύστημα αναφοράς τσιμεντένιες σημαδούρες - μεταλλικοί πάσαλοι, μπορεί να γίνεται με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Η παραμικρή μεταβολή ή τάση μεταβολής της βλάστησης γίνεται συνεπώς γρήγορα αντιληπτή με το πέρασμα του χρόνου.

### Τα μόνιμα τετράγωνα

Η μέθοδος αυτή θα χρησιμοποιηθεί για τη μικροχαρτογραφική παρακολούθηση μιας ορισμένης επιφάνειας των δύο επιλεγμένων λιβαδιών της *Posidonia oceanica*. Τα μόνιμα τετράγωνα πλευράς 3 μέτρων θα καθορίζονται στο βυθό από 4 υποβρύχια σημεία αναφοράς (τσιμεντένιες σημαδούρες). Την στιγμή της χαρτογράφησης, κάθε τετράγωνο χωρίζεται σε μικρότερα τετράγωνα 1 m x 1 m, με τη χρήση παράλληλων και κάθετων νημάτων. Στη συνέχεια, η χαρτογράφηση γίνεται φωτογραφικά, επί τόπου για κάθε τετραγωνικό μέτρο βυθού. Η χαρτογράφηση με τη μέθοδο αυτή παρουσιάζει σφάλμα  $\pm 0.10$  m. Μπορεί συνεπώς να ανιχνεύσει ακόμη και τις ελάχιστες μεταβολές (τάσεις συρρίκνωσης ή αύξησης) του λιβαδιού.

### 7.3 Προκαταρκτικά αποτελέσματα

Η έρευνα στο πεδίο έγινε από την Αγία Μαρίνα Ωρωπού ως τον Άγιο Νικόλαο Αναβύσσου. Με βάση παρατηρήσεις που έγιναν στο πεδίο, μερικά προκαταρκτικά αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα:

Στην Αγία Μαρίνα, η θαλάσσια βλάστηση είναι πλούσια. Απαντώνται 2-3 είδη του γένους *Cystoseira* με πολλά επίφυτα. Υπάρχουν επίσης πολλά είδη των *Dictyotales*, καθώς και τα είδη *Padina r̄avonia* και *Laurencia obtusa*.

Στην περιοχή Δικαστικά, η φυτοκάλυψη περιορίζεται σε ασβεστολιθικά φύκη της οικογένειας των *Corallinaceae*. Εμφανίζονται ορισμένα άτομα του γένους *Cystoseira*, σε περιοχές που σχηματίζουν μικροκλίμα.

Στο βόρειο άκρο του όρμου του Σχοινιά (Ακρωτήριο Μαραθώνα), η ακτή είναι επικλινή και βραχώδης. Η κάλυψη περιορίζεται κυρίως σε *Padina r̄avonia* και *Corallinaceae*. Το λειβάδι της Ποσειδώνιας ξεκινά σε μικρό βάθος (περίπου 1 μέτρο) με αρκετά ιδιόμορφο τρόπο. Νεκρές απομονωμένες τούφες διαμέτρου 3-6 μέτρων βρίσκονται περιτριγυρισμένες από τον αμμώδη βυθό. Στην βάση του ακρωτηρίου του Μαραθώνα, μια επιμήκης λωρίδα ακάλυπτου αμμώδους βυθού χωρίζει το κυρίως λειβάδι από κάποιες τούφες Ποσειδώνιας, που βρίσκονται πολύ κοντά στο σκληρό υπόστρωμα. Λίγο πριν τη μέση του ακρωτηρίου όμως, το κυρίως λειβάδι ενώνεται με τις περιφερειακές τούφες και εκτείνεται ενιαία, από το σκληρό υπόστρωμα ως το κεντρικό τμήμα του όρμου Σχοινιά. Η συσσώρευση νεκρών φύλλων Ποσειδώνιας στην ακτή είναι εντυπωσιακή. Σε ορισμένα σημεία το στρώμα των νεκρών φύλλων ξεπερνά το ένα μέτρο (Εικ. 7.3/1).

Στην περιοχή της Λούτσας η ακτή είναι αμμώδης με beach rock. Συναντώνται διάσπαρτα άτομα *Cystoseira* καθώς και *Laurencia obtusa*. Περιοχή υψηλού υδροδυναμισμού.

Στη Βραυρώνα συναντώνται μεγάλα και φουντωτά άτομα του γένους *Cystoseira* που ανήκουν σε τέσσερα τουλάχιστον είδη. Τα φύκη καλύπτονται από πολλά Διάτομα.

Στο Δασκαλειό η βιοκοινότητα εμφανίζεται πολύ πλούσια. Το *Cystoseiretum* είναι πλούσιο και συμπαγές.

Στο Λαύριο, στην ακτή μπροστά στο εργοστάσιο της ΔΕΗ, το *Cystoseiretum* είναι υποβαθμισμένο, χαμηλό και πυκνό. Στους βράχους υπάρχει γλίτσα. Στον όρμο πίσω από το εργοστάσιο η φυτοκοινωνία εμφανίζεται υγιής.

Στα Λεγραινά η ακτή έχει beach rock με χαμηλή βλάστηση.

Στην Ανάβυσσο, στην παραλία του "camping", η φυτοκάλυψη είναι αραιή και διάσπαρτη με μικρά άτομα *Cystoseira*. Στη θέση Κόκκινα, παρατηρούμε ορισμένα μεμονωμένα άτομα *C. compressa* μεγάλα και φουντωτά. Η υπόλοιπη βλάστηση είναι χαμηλή και αραιή. Το λειβάδι της Ποσειδώνιας, που ξεκινά σε σημαντική απόσταση από την αμμώδη ακτή, (Εικ. 7.3/2), δεν έχει ακόμη μελετηθεί.

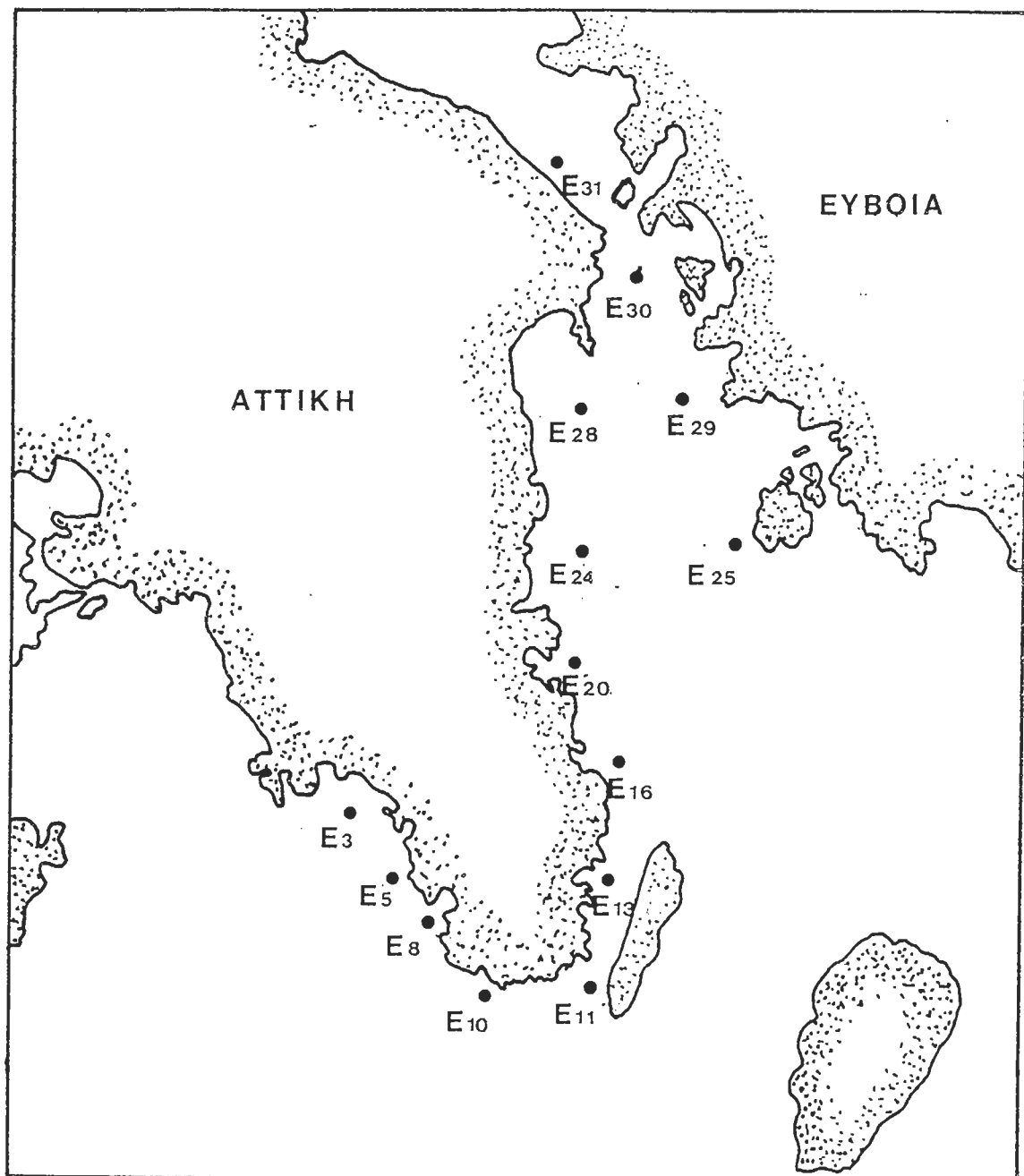
Στον Άγιο Νικόλαο η βλάστηση εμφανίζει μεγάλη ποικιλία. Στο μαλακό υπόστρωμα απαντάται λιβάδι *Cymodocea nodosa* με *Caulerpa racemosa* που σε μερικά σημεία σχηματίζει τάπητα. Το *Cystoseiretum* εμφανίζεται πολύ πλούσιο. Χαρακτηριστικά είδη : *Hydroclathrus clathratus*, *Stypocaulon scoparium*, *Padina pavonia*, διάφορα *Corallinaceae*.



Εικ.7.3/1. Συσσώρευση νεκρών φύλλων *Posidonia oceanica* στην παραλία του Σχοινιά



Εικ. 7.3/2. Το λιβάδι της *Posidonia oceanica* σε αεροφωτογραφία του όρμου Αναβύσσου



Εικ. 8.2. Χάρτης σταθμών δειγματοληψίας για τη μελέτη των ζωοβενθικών βιοκοινωνιών.



Πίνακας 8.2. Σταθμοί δειγματοληψιών ζωοβένθους.

| Σταθμοί | Γεωγραφικό πλάτος | Γεωγραφικό μήκος | Βάθος |
|---------|-------------------|------------------|-------|
| E3      | 37° 47' 50        | 23°50' 59        | 50    |
| E5      | 37° 44' 85        | 23° 53' 25       | 55    |
| E8      | 37° 42' 00        | 23° 54' 85       | 44    |
| E10     | 37° 38' 89        | 23°58' 99        | 55    |
| E11     | 37° 38' 59        | 24° 04' 19       | 70    |
| E13     | 37° 43' 79        | 24°04' 99        | 47    |
| E16     | 37°49' 40         | 24°03' 59        | 52    |
| E20     | 37°53' 00         | 24°02' 43        | 32    |
| E24     | 37° 57' 59        | 24°02' 79        | 59    |
| E25     | 38° 58' 50        | 24° 11' 00       | 60    |
| E28     | 38° 04' 99        | 24°04' 40        | 34    |
| E29     | 38° 05' 00        | 24° 10' 40       | 55    |
| E30     | 38°10' 15         | 24° 07' 80       | 43    |
| E31     | 38° 16' 26        | 24° 59' 56       | 63    |

**ΜΑΛΑΚΙΑ** : Tebble (1966), Vokes (1967), Nordsieck (1969), Parenzan (1974-76), Thompson *et al.* (1985), Poppe & Goto (1991), Poppe & Goto (1993). Ονοματολογία κατά Sabelli *et al.* (1990).

**ΕΧΙΝΟΔΕΡΜΑ**: Marenzeller (1893), Becher (1906), Koehler (1924, 1927), Tortonese (1965), Cherbonnier & Guille (1967), Salvini-Plawen (1972), Allain (1973), Sinis (1977), Paterson *et al.* (1982). Ονοματολογία κατά Pancucci (in press).

#### **ΚΑΡΚΙΝΟΕΙΔΗ**

Δεκάποδα : Zariquiey-Alvarez (1968), FAO (1987), Thessalou-Legakis (1986a).

Αμφίποδα : Bellan - Santini (1982), Ruffo (1989), Ruffo (1993), Dauvin (1988), Lincoln (1979).

Ισόποδα: Naylor (1972).

Κυμώδη: Fage (1951), Day (1978), Day (1980), Jones (1976).

Ανισόποδα: Sieg & Winn (1978), Sieg & Winn (1981), Riggio (1975), Sieg & Heard (1988), Bacescu (1984).

**ΣΙΠΟΥΝΚΟΥΛΟΕΙΔΗ**: Stephen & Edmonds (1972), Gibbs (1977), Cutler *et al.* (1983), Cutler & Cutler (1985, 1987), Gibbs (1985), Murina & Zavodnik (1985/86).

**ΒΡΥΟΖΩΑ**: Ryland & Hayward (1977), Hayward & Ryland (1979).

## Στατιστική επεξεργασία

### Οικολογικοί δείκτες

Με βάση τα αποτελέσματα (πίνακες ειδών που βρίσκονται σε κάθε σταθμό και αριθμητική αφθονία των ειδών αυτών) υπολογίζονται οι παρακάτω οικολογικοί-βιολογικοί παράμετροι και δείκτες:

α) αριθμός ειδών ανα σταθμό (S)

β) πυκνότητα πληθυσμών εκφρασμένη σε αριθμό ατόμων ανα τετραγωνικό μέτρο ( $N/m^2$ )

γ) δείκτης ποικιλότητας ( $H'$ ) (community diversity index) κατά Shannon- Wiener (Shannon & Weaver, 1963). Ο δείκτης  $H'$  εξαρτάται όχι μόνο από τον αριθμό των ειδών και των ατόμων αλλά και από το τρόπο που τα άτομα κατανέμονται ανάμεσα στα είδη, και είναι σχετικά ανεξάρτητος από το μέγεθος και την επιφάνεια των δειγμάτων. Όσο περισσότερα είναι τα είδη σε ένα δείγμα και όσο πιο ισότιμα είναι κατανεμημένα μέσα σε αυτό, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλότητα.

δ) δείκτης ομοιομορφίας ( $J$ ) (evenness) κατά Pielou (1969). Ο δείκτης ομοιομορφίας είναι απαραίτητο στοιχείο γιατί δείχνει αν η διαφορά στην ποικιλότητα οφείλεται σε διαφορετικό αριθμό ειδών ή στην ομοιομορφία κατανομής των ατόμων στα διαφορετικά είδη.

### Πολυπαραγοντική ανάλυση

#### *ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ (NUMERICAL TAXONOMY)*

Η μέθοδος αυτή εκτιμά αριθμητικά τη συγγένεια ή ομοιότητα μεταξύ ταξινομικών μονάδων και κατατάσσει τις μονάδες αυτές σε μεγαλύτερες ομάδες με βάση τις ομοιότητές τους (Sokal & Sneath, 1963). Η συγγένεια μεταξύ των δειγμάτων απεικονίζεται με τη μορφή δενδρογραμμάτων. Η ομοιότητα μεταξύ των δειγμάτων εκτιμάται με το δείκτη ομοιότητας ή ανομοιότητας. Η επιλογή του κατάλληλου δείκτη ομοιότητας γίνεται ανάλογα με τη φύση των δεδομένων. Στην θαλάσσια οικολογία προτείνεται η χρήση του δείκτη ομοιότητας των Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957) ο οποίος έχει το πλεονέκτημα ότι δεν επηρεάζεται από την κοινή απουσία των ειδών.

Ο δείκτης αυτός εξαρτάται από την απόλυτη αφθονία των ειδών (ή ομάδων) που βρέθηκαν σε κάθε δείγμα, επηρεάζεται πολύ από τα κυρίαρχα είδη και για το λόγο αυτό συστήνεται η τροποποίηση των δεδομένων, όπως  $\log(x+1)$ , τετραγωνική ρίζα ( $x$ ) ή διπλή τετραγωνική ρίζα ( $x$ ). Με τους υπολογισθέντες δείκτες ομοιότητας μεταξύ όλων των δυνατών ζευγών δειγμάτων κατασκευάζεται ένας τριγωνικός πίνακας ομοιότητας και ακολούθως γίνεται η σύνδεση των δειγμάτων σε ομάδες με ένα προκαθορισμένο κριτήριο (cluster analysis).

Τα ποσοτικά στοιχεία των επαναληπτικών δειγμάτων αθροίζονται ανά σταθμό και γίνεται αναγωγή στην μονάδα επιφανείας ( $m^2$ ).

Από τον συγκεντρωτικό πίνακα (σταθμοί Χ είδη) που προκύπτει απαλείφονται τα είδη με ποσοστό επί της συνολικής αφθονίας μικρότερο από 3% ( $P < 3\%$ ). Στην συνέχεια τα δεδομένα υποβάλλονται σε τροποποίηση  $\log(x+1)$  και η συγγένεια των σταθμών υπολογίζεται με βάση τον συντελεστή Bray-Curtis. Τέλος, το κριτήριο ομαδοποίησης που χρησιμοποιείται είναι αυτό του μέσου όρου (group average linkage) (Sokal & Michener, 1958).

#### ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ (MULTIDIMENSIONAL SCALING, MDS)

Μέθοδος κατάταξης που δίνει την πιστότερη απεικόνιση διάταξης των δειγμάτων σε δύο διαστάσεις (Field *et al*, 1982). Η διάταξη εξαρτάται από την σειρά των ομοιοτήτων στον τριγωνικό πίνακα (που έχει κατασκευασθεί όπως αναφέρθηκε παραπάνω): όσο πλησιέστερα τοποθετούνται δύο δείγματα τόσο μεγαλύτερη είναι η ομοιοότητά τους. Η διάταξη που εκφράζει πιστότερα τις σχέσεις μεταξύ των δειγμάτων έχει τον χαμηλότερο συντελεστή έντασης (stress coefficient) (Clarke & Green, 1988).

Οι δύο πολυπαραγοντικές τεχνικές της αριθμητικής ταξινόμησης και της πολυδιάστατης διαβάθμισης είναι συμπληρωματικές και συστήνεται να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό (FAO, 1989).

### 8.3. Προκαταρκτικά αποτελέσματα

Μέχρι σήμερα έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία της διαλογής των οργανισμών και οι προσδιορισμοί σε δύο από τις κυριότερες ομάδες (Πολιχαίτιοι και Μαλάκια). Απομένουν οι προσδιορισμοί των λοιπών ταξινομικών ομάδων και οι στατιστικές επεξεργασίες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων (Πίνακας 2), η πλειονότητα των σταθμών έχει αμμώδη βυθό με ποσοστό άμμου  $>69\%$ . Εξάιρεση αποτελεί ο σταθμός E31 στο Ν Ευβοϊκό με λεπτόκοκκα ιζήματα που χαρακτηρίζονται ως λάσπη (άμμος = 2,21%, λάσπη [ιλύς+ άργιλλος]=97,79%). Τα πιο χονδρόκοκκα ιζήματα συναντώνται στην περιοχή του Σαρωνικού. Η άμμος των σταθμών E8 και E11 αποτελείται κυρίως από βιογενή θρύμματα χερσογενούς προέλευσης.

Πίνακας 8.3. Αποτελέσματα κοκκομετρικών αναλύσεων. Χαρακτηρισμός ιζήματος κατά Folk (1954).

| Σταθμοί | % άμμου | % ιλύος | % αργίλλου | Τύπος ιζήματος |
|---------|---------|---------|------------|----------------|
| E3      | 66,54   | 26,02   | 7,44       | ιλυώδης άμμος  |
| E5      | 75,4    | 20,1    | 4,5        | ιλυώδης άμμος  |
| E8      | 94,38   | 4,85    | 0,77       | άμμος          |
| E10     | 83,67   | 12,21   | 4,12       | ιλυώδης άμμος  |
| E11     | 98,95   | 0,85    | 0,2        | άμμος          |
| E13     | 86,95   | 11,69   | 1,36       | λασπώδης άμμος |
| E16     | 75,82   | 17,92   | 6,26       | λασπώδης άμμος |
| E20     | 75,28   | 18,86   | 5,86       | ιλυώδης άμμος  |
| E24     | 80,83   | 17,32   | 1,85       | ιλυώδης άμμος  |
| E25     | 86,67   | 6,93    | 6,39       | λασπώδης άμμος |
| E28     | 69,53   | 21,67   | 8,80       | λασπώδης άμμος |
| E29     | 81,41   | 12,84   | 5,75       | ιλυώδης άμμος  |
| E30     | 87,49   | 7,08    | 5,43       | λασπώδης άμμος |
| E31     | 2,21    | 60,63   | 37,16      | λάσπη          |

## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

### Φυσικά χαρακτηριστικά και κυκλοφορία

Από τη συνάντηση νερών που προέρχονται από το εσωτερικό του κόλπου και νερών πυκνότερων που προέρχονται από την ανοιχτή θάλασσα του Αιγαίου, δημιουργείται μέτωπο με εσωτερική δυναμική, αστάθειες και μεταβλητότητα. Η παρουσία του ισχυρού θερμοκλινούς προκαλεί έντονες κατακόρυφες μεταβολές στη δομή των υδρολογικών χαρακτηριστικών αλλά και ισχυρή μεταβλητότητα από κύκλο σε κύκλο.

Ειδικότερα, τα βασικά χαρακτηριστικά και οι παράγοντες που καθορίζουν την κυκλοφορία αυτή την περίοδο είναι:

- Ο κυκλώνας στο κεντροανατολικό τμήμα (νότια από Πεταλιούς ως Μακρόνησο και Κέα) που εντοπίζεται κυρίως στο θερμοκλινές ανάμεσα στα 20 και 50 m. Δημιουργείται από την είσοδο των πυκνών και αλμυρών νερών του Αιγαίου και εμφανίζεται σχεδόν σε όλους τους κύκλους. Παρουσιάζει μεταβλητότητα στη ταχύτητα των ρευμάτων, στην μετωπική βαθμίδα, και στη θέση, ενώ μετακινείται στην ίδια ευρύτερη περιοχή.
- Ένα επιφανειακό αντικυκλωνικό μέτωπο, που εκτείνεται ως τα 20 με 30 m. Δημιουργείται από νερά μειωμένης αλατότητας και θερμοκρασίας που εμφανίζονται στο 2ο και 6ο κύκλο δυτικά από τους Πεταλιούς και φαίνεται να περιέχουν σημαντικές ποσότητες νερών προέλευσης από τη Μαύρη Θάλασσα.
- Η τοπογραφία επηρεάζει τα ρεύματα σε βάθη >70 m. Τα βαθιά νερά στο Ν Ευβοικό κινούνται κυκλωνικά γύρω από την ισοβαθή των 100 m, ενώ στο ΝΑ Σαρωνικό κινούνται παράλληλα με την ίδια ισοβαθή προς τα βορειοδυτικά.
- Η επικράτηση θυελλωδών νοτίων ανέμων τη δεύτερη μέρα του 4ου κύκλου προκάλεσαν συγκέντρωση μάζας νερού στη βορειοανατολική περιοχή με αποτέλεσμα: (α) δημιουργία φαινομένου ανάβλυσσης στην περιοχή της Ραφήνας στον 5ο κύκλο, (β) ροή προς νότο (έξοδος) στα πάνω 20 m στην περιοχή των Στύρων και των Πεταλιών και (γ) ροή προς βορρά (είσοδος) στα 35 και 50 m στην ίδια περιοχή.
- Μειωμένη κινητικότητα εμφανίζεται στο εσωτερικό του κόλπου, βόρεια από τη Λούτσα και τους Πεταλιούς, ενώ σαφής έξοδος προς νότο εμφανίζεται σε όλη τη δυτική ζώνη νότια από το Πόρτο Ράφτη.

### Οξυγόνο και θρεπτικά άλατα

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου στα 40 m, θεωρούνται αποτέλεσμα βιολογικών διεργασιών (αυξημένη φωτοσύνθεση). Το οξυγόνο, που βρίσκεται σε συσχέτιση με τις τιμές θερμοκρασίας και αλατότητας, κυμαίνεται σε επίπεδα κορεσμού

για όλη την υπό μελέτη περιοχή. Αυξημένες τιμές οξυγόνου σημειώθηκαν στην περιοχή των Πιταλιών, ενώ μειωμένες στο Σαρωνικό και στα βόρεια του Ν Ευβοικού.

Συγκρίνοντας τα νερά της περιοχής μελέτης με τα ολιγοτροφικά νερά του Αιγαίου, φαίνεται ότι τα θρεπτικά άλατα βρίσκονται σε επίπεδα ολιγοτροφικών νερών. Μεμονωμένες τιμές νιτρικών και φωσφορικών ξεπερνούν τα όρια των ολιγοτροφικών νερών χωρίς, όμως, να αλλάζουν την γενική εικόνα.

Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών, με εξαίρεση αυτές των πυριτικών, είναι υψηλότερες από αυτές του Μαρτίου. Η εμφάνιση του θερμοκλινούς προκαλεί τον εγκλωβισμό θρεπτικών (μεταξύ 30 και 50 m) που προέρχονται από βαθεία, πλούσια σε θρεπτικά, νερά του Αιγαίου, ενώ οι τοπικές ανθρωπογενείς πηγές εμπλουτίζουν κυρίως τα επιφανειακά νερά. Παράλληλα παρατηρείται διατήρηση του οξυγόνου σε υψηλά επίπεδα.

Οι αυξημένες συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων και οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις του οξυγόνου στα βόρεια (E31), συνδέονται με την επίδραση των νερών από τα στενά της Χαλκίδας, που κινούνται νότια.

Οι αυξομοιώσεις των θρεπτικών και ιδιαίτερα η εμφάνιση κάποιων υψηλών τιμών αποδίδονται σε ανθρωπογενείς επιδράσεις από τα παράλια της Αττικής ή/και σε τοπικά τυχαία περιστατικά (πχ ρύπανση από διέλευση πλοίων ή άλλων σκαφών). Το γεγονός ότι, οι υψηλές συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν σε κάποιους από τους κύκλους δεν επαναλήφθηκαν στον αμέσως επόμενο, δείχνει την μεγάλη ικανότητα του συστήματος για αυτοκαθαρισμό, που οφείλεται στην έντονη κυκλοφορία και την ανοικτή επικοινωνία με το Αιγαίο. Η ομαλή εικόνα των πυριτικών συνδέεται με την έλλειψη εμπλουτισμού από γλυκά νερά (πχ ποτάμια, χείμαρροι).

Ο λόγος του συνολικού ανόργανου αζώτου προς τον ανόργανο φωσφόρο (ΣΝ/Ρ) παρουσίασε πολύ μεγάλες διακυμάνσεις και, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων, ήταν πολύ μεγαλύτερος από την τιμή 15/1, που θεωρείται ιδανική για τη σωστή ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού. Έτσι περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού θεωρείται ο φωσφόρος.

### **Σωματιδιακός οργανικός άνθρακας**

Οι συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα αυτή τη περίοδο, είναι χαμηλότερες από αυτές που έχουν καταγραφεί σε άλλες περιοχές της Μεσογείου. Επίσης, είναι σχετικά χαμηλότερες, από αυτές του Μαρτίου, γεγονός που αποδίδεται στη μεγαλύτερη προσφορά σωματιδιακού υλικού από τη χέρσο (ποταμοχειμάρρους, ρέματα) και στην ανοιξιότικη άνθιση του φυτοπλαγκτού τον Μάρτιο.

Το ποσοστό του ανόργανου άνθρακα κυμαίνεται από 0% ως περίπου 75%. Αυτό συνδέεται με το γεγονός ότι οι σταθμοί της υπό μελέτη περιοχής είναι παράκτιοι και

σχετικά ρηχοί και επομένως δέχονται σωματίδια που προέρχονται από αιολική ή κυματική δράση ή ακόμη και από επαναιώρηση των ιζημάτων του πυθμένα.

Οι επιφανειακές συγκεντρώσεις κυμαίνονται σε σχετικά υψηλότερα επίπεδα από αυτές των 40 m, που βρίσκονται κάτω από το πυκνοκλινές. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται στους παράκτιους σταθμούς και μειώνονται προς τα ανοικτά, γεγονός που συνδέεται με την ανθρωπογενή ή/και λόγω φυσικών διεργασιών επιβάρυνση που προέρχεται από τη χέρσο. Οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται στο Σαρωνικό και στα βόρεια του Ν Ευβοικού.

Η υδρολογία και κυκλοφορία στην περιοχή φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των κατανομών του οργανικού άνθρακα αυτή την περίοδο.

### **Φυτοπλαγκτό**

Οι υψηλότερες τιμές χλωροφύλλης καταγράφηκαν στα βόρεια του Ν Ευβοικού και στον Σαρωνικό, ενώ παρατηρήθηκε τάση μείωσης από τα βόρεια προς τα νοτιότερα παράλια της Ανατολικής Απτικής. Οι ανοικτοί σταθμοί του Ν Ευβοικού και Σαρωνικού παρουσίασαν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Γενικά, στα 40 m οι τιμές ήταν 2-3 φορές μεγαλύτερες από ότι στην επιφάνεια, γεγονός που οφείλεται στην στρωμάτωση της υδάτινης στήλης. Στην χρονική εξέλιξη μεταβολής της χλωροφύλλης δεν φαίνεται επίδραση από τοπικά τυχαία περιστατικά.

Οι συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού, με εξαίρεση τον όρμο της Αναβύσσου, ήταν χαμηλές και παρόμοιες με αυτές του Αιγαίου. Μεταξύ των κύκλων παρατηρήθηκαν κάποιες αυξομειώσεις του φυτοπλαγκτού και των μ-μαστιγωτών χωρίς κάποια καθορισμένη τάση.

Τα δινομαστιγωτά ήταν η επικρατέστερη ομάδα σχεδόν σε όλους τους σταθμούς, με σχεδόν σταθερή παρουσία σε όλους τους κύκλους. Ακολούθησαν τα κοκκολιθοφόρα και μετά τα διάτομα. Η σύσταση των ομάδων και ειδών του φυτοπλαγκτού δεν δείχνει κάποια σημαντική διαφοροποίηση είτε μεταξύ των περιοχών ή μεταξύ των κύκλων. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις ανά είδος και τα χαμηλά ποσοστά συμμετοχής τους, σε συνδυασμό με το μεγάλο αριθμό των ειδών που βρέθηκαν, δείχνουν υψηλή βιοποικιλότητα που είναι χαρακτηριστική καθαρών νερών.

Οι συγκεντρώσεις του φυτοπλαγκτού, των μ-μαστιγωτών και της χλωροφύλλης ήταν συγκρίσιμες με αυτές που έχουν αναφερθεί παλαιότερα για τον Ν Ευβοικό, λίγο υψηλότερες εκείνων του ολιγοτροφικού Αιγαίου, και μια ως δύο τάξεις μεγέθους χαμηλότερες από εκείνες του Εσωτερικού Σαρωνικού.

## Ζωοπλαγκτό

Οι τιμές αφθονίας του ζωοπλαγκτού είναι συγκρίσιμες με γειτονικές περιοχές του Σαρωνικού και του Β Ευβοικού, και χαρακτηρίζονται φυσιολογικές για την εποχή. Οι υψηλές πυκνότητες των Κλαδοκεραιωτών συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση της συνολικής αφθονίας του ζωοπλαγκτού, σε σχέση με το Μάρτιο.

Οι τιμές αφθονίας παρουσίασαν διακύμανση μεταξύ των περιοχών. Ο Σαρωνικός (Ε5) παρουσίασε τη μεγαλύτερη αφθονία, ενώ ο Ε20-Πόρτο-Ράφτη τη μικρότερη. Η διαβάθμιση στην μείωση της αφθονίας από τον Ε30-Στύρα προς τον Ε20-Πόρτο-Ράφτη συνδέεται με την επίδραση του “μεσότροφου ως εύτροφου” βόρειου τμήματος του Ν Ευβοικού (νότια της Χαλκίδας). Έτσι ερμηνεύεται και η ασυνήθιστα αυξημένη παρουσία των Πτεροπόδων στον Ε30-Στύρα, που μειώνεται προς τα νότια.

Φαίνεται ότι ο Ε5-Σαρωνίδα δέχεται έντονη παράκτια επίδραση, ενώ συνδέεται γενικότερα με την επίδραση του Εσωτερικού Σαρωνικού. Οι υψηλές αφθονίες κάποιων ειδών στους βορειότερους σταθμούς του Ν Ευβοικού (Ε30, Ε28) δείχνουν την είσοδο νερών από την ανοικτή θάλασσα στο εσωτερικό του κόλπου. Γενικότερα, η διαβάθμιση στις αφθονίες των διαφόρων ομάδων και ειδών μεταξύ των σταθμών αποτελεί μια καλή εικόνα των συνδυασμένων επιδράσεων (α) της ανοικτής θάλασσας, (β) του βόρειου τμήματος του Ν Ευβοικού και (γ) του κυρίως Σαρωνικού.

Σε πολλές περιπτώσεις οι μεταβολές στις βιοκοινωνίες (μεταξύ κύκλων και μεταξύ σταθμών) ερμηνεύτηκαν ικανοποιητικά, όπως και τον Μάρτιο 1996, από τα αποτελέσματα της υδρολογίας και κυκλοφορίας στην περιοχή. Παρόλο που παρατηρήθηκε κάποια συμφωνία στην κατανομή ζωοπλαγκτού και φυτοπλαγκτού (χλωροφύλλη), φαίνεται ότι και για αυτή την περίοδο, η κυκλοφορία είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επιδρά στο ζωοπλαγκτό.

Αξίζει τέλος να αναφερθεί ότι η γενική εικόνα για όλες τις παραμέτρους που μελετήθηκαν αυτή την περίοδο, φαίνεται να είναι κοινή. Δηλαδή οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στο Σαρωνικό και στα βόρεια του Ν Ευβοικού, ενώ παρατηρείται μια τάση μείωσης από τα βόρεια προς τα νότια. Η σχέση αυτή, που πρόκειται να αναλυθεί στην Τελική Έκθεση, δείχνει ότι οι επιδράσεις του Σαρωνικού και του Ν Ευβοικού στα παράλια της Αττικής αυτή την περίοδο, μπορούν να ανιχνευθούν σε ολόκληρη την τροφική αλυσίδα.