

**ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ
ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ANREC****Β. Ζερβάκης¹, Π. Δρακόπουλος², Σ. Κιόρογλου³ και Α. Τσελεπίδης³**¹*Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου*²*Τμήμα Οπτικής, Τ.Ε.Ι. Αθήνας*³*Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Ελ.Κε.Θ.Ε.*

Στα πλαίσια του πειράματος ANREC έγιναν τρεις ωκεανογραφικοί πλόες του Ω/Κ «ΑΙΓΑΙΟ» στο Βόρειο Αιγαίο, τον Ιούλιο 2003, Σεπτέμβριο 2003 και Ιούλιο 2004. Σε ένα πυκνό πλέγμα σταθμών, καταγράφηκαν τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής και η κυκλοφορία. Κυρίαρχο ρόλο στη διαμόρφωση των παραπάνω παίζει η είσοδος των υδάτων της Μαύρης Θάλασσας, και το θερμόαλο μέτωπο και ρεύμα που διαμορφώνουν. Καταγράφεται ξανά η ύπαρξη έντονης αντικυκλωνικής κυκλοφορίας στην υφαλοκρηπίδα της Σαμοθράκης, ενώ διαπιστώθηκε η συνέχιση της στασιμότητας για τα νερά των βαθιών λεκανών. Τέλος, καταγράφεται για πρώτη φορά μια «λωρίδα» κρύου πυθμενικού νερού στη Θρακική υφαλοκρηπίδα, που εμφανίζεται και στα τρία ταξίδια, με πιθανές σοβαρές επιπτώσεις στο οικοσύστημα.

Λέξεις κλειδιά: κυκλοφορία, υδρογραφικά χαρακτηριστικά, Β. Αιγαίο

**CIRCULATION AND HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS IN THE NORTH
AEGEAN DURING THE ANREC EXPERIMENT****V. Zervakis¹, P. Drakopoulos², S. Kioroglou³ and A. Tselepidis³**¹*Department of Marine Sciences, University of the Aegean*²*Department, T.E.I. of Athens*³*Institute of Oceanography, H.C.M.R.*

Three oceanographic expeditions of the R/V “AEGAE0” took place in the North Aegean Sea in July 2003, September 2003 and July 2004, in the framework of the project “ANREC”. The hydrographic characteristics and circulation of the region, determined mainly by the intrusion of Black Sea Waters and the resulting thermohaline front and current, were recorded. We also witness intense anticyclonic circulation in the vicinity of Samothraki island, and the continuation of the long stagnation period for the deep layers. Finally, a cold “band” of near-bed water is discovered on the Thracian shelf, possibly having significant effects on the local ecosystem.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δομή της στήλης και η θαλάσσια κυκλοφορία του Βορείου Αιγαίου έχουν καταγραφεί αρκετές φορές στο παρελθόν μέσα από υδρογραφικούς πλόες (Zodiatis and Baloroulos, 1993; Zervakis and Georgoroulos, 2002; Γεωργόπουλος, 2002). Πιο πρόσφατα, έγινε και πειραματική επιβεβαίωση των προηγούμενων γεωστροφικών υπολογισμών μέσω της πόντισης επιφανειακών ελεύθερα παρασυρόμενων πλωτήρων και της καταγραφής της επιφανειακής κυκλοφορίας (Kourafalou et al., 2006). Σήμερα είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι τον κυρίαρχο ρόλο στη διαμόρφωση των υδρογραφικών και υδροδυναμικών συνθηκών στην περιοχή παίζει η εισροή υδάτων της Μαύρης Θάλασσας (BSW) από τον Ελλησπόντο. Αυτά, εισέρχονται στο Βόρειο Αιγαίο σαν επιφανειακό στρώμα πάχους 20-40 μέτρων, και διαμορφώνουν ένα έντονο θερμόαλο μέτωπο στη θαλάσσια περιοχή της Λήμνου με νερά πολύ υψηλής αλατότητας Λεβαντινής προέλευσης (LW). Το μέτωπο που προκύπτει δημιουργεί ένα βαροκλιτικό ρεύμα (jet) χαρακτηριζόμενο από ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες, το οποίο συνήθως μεταφέρει τη μάζα των νερών της Μαύρης θάλασσας προς τη Θρακική υφαλοκρηπίδα. Τα ενδιάμεσα νερά (100-400 m) της περιοχής χαρακτηρίζονται από υψηλή αλατότητα στο Ανατολικό Αιγαίο, που μειώνεται προς τα Δυτικά λόγω ανάμειξης με το επιφανειακό στρώμα (Zervakis and Georgoroulos, 2002). Τα βαθιά νερά (DW) χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλές τιμές πυκνότητας και βρίσκονται σε μια μακρόχρονη στασιμότητα, αφού η τελευταία φορά που ανανεώθηκαν σε μεγάλη έκταση ήταν οι χειμώνες 1992-1993 (Zervakis et al., 2003; Velaoras and Lascaratos, 2005).

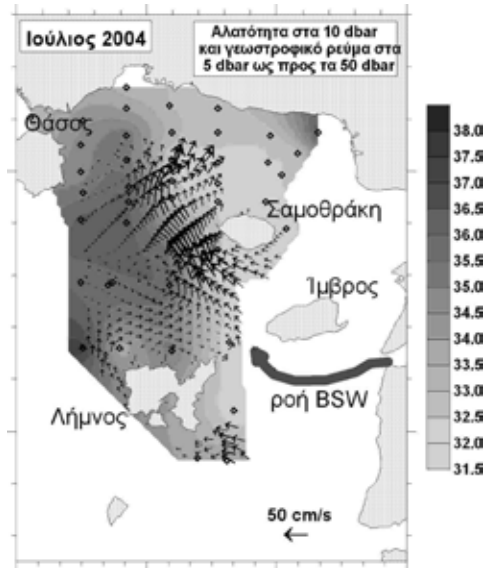
Η εισροή της μάζας των νερών της Μαύρης Θάλασσας στο Βόρειο Αιγαίο θεωρείται ότι προσδίδει και τα ιδιαίτερα οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής σε σχέση με το υπόλοιπο Αιγαίο και την Ανατολική Μεσόγειο. Συγκεκριμένα, το Βόρειο Αιγαίο χαρακτηρίζεται ως λιγότερο oligotροφικό απ' ό,τι οι παραπάνω

περιοχές, και αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις και στην κατανομή και εκμετάλλευση των θαλάσσιων βιολογικών πόρων, αφού συντηρεί τη μεγάλη πλειονηφία του ελληνικού αλιευτικού στόλου.

Στα πλαίσια του προγράμματος ANREC (με αντικείμενο ακριβώς την επίδραση της ανταλλαγής με τη Μαύρη Θάλασσα στην αλιευτική παραγωγή του Βορείου Αιγαίου), έγινε μια λεπτομερής καταγραφή των υδρογραφικών χαρακτηριστικών και της κυκλοφορίας στην περιοχή σε τρεις ερευνητικούς πλόες του Ω/Κ «ΑΙΓΑΙΟ». Τα αποτελέσματα των υδρογραφικών αναλύσεων περιγράφονται παρακάτω.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ένα πυκνό δίκτυο 50-55 σταθμών σχεδιάστηκε με σκοπό την καταγραφή της οριζόντιας διασποράς των νερών της Μαύρης Θάλασσας

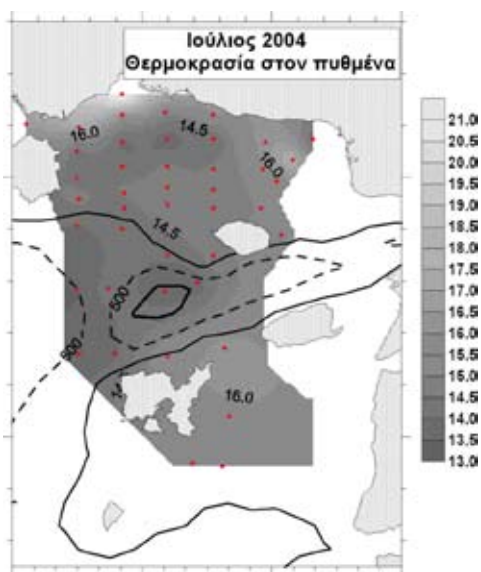


Σχήμα 1 Οριζόντια κατανομή αλατότητας στα 10 dbar και πεδίο ταχύτητας στα 5 ως προς τα 50 dbar. Οι μικροί ρόμβοι υποδεικνύουν τις θέσεις των σταθμών CTD. Επίσης, περιγράφεται και η εισροή των υδάτων BSW.

στη Θρακική υφαλοκρηπίδα (Σχήμα 1). Οι καταγραφές έγιναν τον Ιούλιο και Σεπτέμβριο του 2003, και τον Ιούλιο του 2004. Χρησιμοποιήθηκε CTD 9/11+ της Seabird Electronics, με δειγματοληψία 24 Hz, εφοδιασμένο με φθορισόμετρο για την καταγραφή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α και θολερόμετρο Chelsea μήκους δέσμης 25 εκατοστών και μήκους κύματος 660 nm (check) για την παραμετροποίηση της αιωρούμενης ύλης στο νερό. Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε ποιοτικό έλεγχο και διορθώσεις για διαφορική απόκριση των αισθητήρων τους πριν τον υπολογισμό αλατότητας και πυκνότητας, και μετά υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές ανά 1 dbar πίεσης. Εκτός από τον καθορισμό των θαλασσιών μαζών σε διαγράμματα T/S και την αποτύπωση της οριζόντιας και κατακόρυφης κατανομής των υδρογραφικών χαρακτηριστικών, έγιναν και γεωστροφικοί υπολογισμοί του βαροκλιτικού πεδίου ταχυτήτων, θεωρώντας μηδενική την ταχύτητα στον πυθμένα. Τα αποτελέσματα περιγράφονται παρακάτω.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο σχήμα 1 φαίνεται η κατανομή της αλατότητας στο επιφανειακό στρώμα του Βορείου Αιγαίου τον Ιούλιο του 2004, παράλληλα με το βαροκλιτικό πεδίο της ταχύτητας του στρώματος αυτού εκπροσωπούμενου από την ταχύτητα της ισοβαρούς των 5 dbar ως προς την ισοβαρή των 50 dbar. Είναι προφανές ότι η κατανομή της επιφανειακής αλατότητας διαμορφώνεται από το πεδίο ταχυτήτων. Εκτός από την βορειοδυτική ροή υδάτων χαμηλής αλατότητας μέσω του στενού Λήμνου και Ίμβρου, εμφανίζεται μια δευτερογενής είσοδος χαμηλής αλατότητας υδάτων προς το Θρακικό πέλαγος μέσω μιάς βόρειας ροής δυτικά της Λήμνου. Επίσης, υπάρχει σαφής καταγραφή της Δυτικής πλευράς του αντικυκλώνα της Σαμοθράκης, μιάς δομής που στους δύο προηγούμενους πλόες είχε καταγραφεί μετατοπισμένη κάπως προς τα Δυτικά. Σύγκριση της εξέλιξης των βαθιών νερών με παλαιότερες μετρήσεις πιστοποίησε ότι δεν



Σχήμα 2 Θερμοκρασία νερού 1 μέτρο πάνω από τον πυθμένα. Επίσης φαίνονται οι ισοβαθείς των 200, 500 και 1000 μέτρων.

υπήρξε παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων πυκνών νερών μετά το 1993. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η ανακάλυψη μιας λωρίδας ψυχρού πυθμενικού νερού ανατολικά της Θάσου (σχήμα 2). Τα νερά αυτά εμφανίζονται και στα τρία ταξίδια, με εντονότερη την παρουσία τους κατά τους Ιούλιους και ασθενέστερη το Σεπτέμβριο. Η προέλευση του νερού αυτού είναι αντικείμενο έρευνας, καθώς αυτή την εποχή δεν αναμένεται επιφανειακή ψύξη των υδάτων, αλλά η επιρροή του στο τοπικό οικοσύστημα αναμένεται να είναι πολύ σημαντική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ, Δ., 2002. Θαλάσσιες μάζες, δυναμική δομή και κυκλοφορία στο Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- KOURAFALOU, V., TSIARAS, K., OLSON, D., JOHNS, W., PAPADOPOULOS, A., KONTOYIANNIS, H., and ZERVAKIS, V.,

2006. North Aegean circulation: results from a drifter array and model simulations. Presentation at the 8th Hellenic Symposium of Oceanography and Fisheries, this volume.
- VELAORAS, D. and LASCARATOS, A., 2005. Deep water mass characteristics and inter-annual variability in the North and Central Aegean Sea. *Journal of Marine Systems*, 53, 1-4, 59-85
- ZERVAKIS, V., and GEORGOPOULOS, D., 2002. Hydrology and circulation in the north Aegean (eastern Mediterranean) throughout 1997–1998. *Mediterranean Marine Sciences* 3(1): 7–21.
- ZERVAKIS, V., KRASAKOPOULOU, E., GEORGOPOULOS, D. and SOUVERMEZOGLOU, E., 2003. Vertical diffusion and oxygen consumption during stagnation periods in the deep north Aegean. *Deep Sea Research I* 50: 53–71.
- ZODIATIS, G. and BALOPOULOS, E., 1993. Structure and characteristics of fronts in the north Aegean Sea. *Bolletino di Oceanologia Teorica ed Applicata* 11(2): 113–124.