

Πρακτικά	βου	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/1	σελ.	587-599
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.	
				Αθήνα 1993 Athens

**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΒΥΘΟ ΚΑΙ Η
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΔΟΜΩΝ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ. ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

Θ.ΚΑΡΔΑΡΑΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα συμπεράσματα των μετρήσεων ρευμάτων που πραγματοποιήθηκαν κοντά στο βυθό πέντε σταθμών στην περιοχή του ανατολικού και κεντρικού Αιγαίου. Από την ανάλυση και επεξεργασία των μετρήσεων αυτών προκύπτει ότι το πεδίο ρευμάτων κοντά στο θαλάσσιο βυθό εξαρτάται από τη φυσιογραφία και το βάθος της περιοχής εκτελέσεως των μετρήσεων. Τα θαλάσσια ρεύματα γενικά χαρακτηρίζονται ασθενή με έντονη την παρουσία της ημihμερησίας παλιρροιακής συνιστώσας και εμφανίζουν μεταβολές μεγάλης περιόδου, οι οποίες αποδίδονται σε μετεωρολογικά αίτια.

Η επεξεργασία των στοιχείων δείχνει ότι η ένταση των θαλάσσιων ρευμάτων επιτρέπει τη μετακίνηση των επιφανειακών ιζημάτων του βυθού και δημιουργεί τις προϋποθέσεις διαμόρφωσης του πεδίου των κυματομορφών που καταγράφηκε στην περιοχή μεταξύ Τήνου - Μυκόνου - Σύρου με πλευρικό ηχοβολιστικό και συσκευή διασκόπησης βυθού.

ABSTRACT

In this work bottom current meters data will be presented collected over a period of about 15 days (23/5/1988 - 9//6/1988) in the area of eastern and central Aegean sea. The data are recorded with AANDERAA current meters model RCM4S 3 to 5 m above the bottom at five locations.

The analysis of currents time series indicates a very weak current field depending on the physiography and the depth of the area with the dominance of tidal motion for the period of measurements. At some locations, observed subtidal currents show that the meteorological factors contribute to the total bottom current field.

An analysis of the initiation of motion of the bottom sediments by the tidal currents indicates that the recorded currents transport the surficial sediment generating the conditions of forming the sand waves in the area between Tinos - Mykonos -Syros recorded with Side scan sonar and Sub bottom profiler.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πεδίο κυκλοφορίας των θαλασσιών μαζών αποτελεί ένα από τους βασικότερους παράγοντες για τη γνώση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κοντά στο βυθό της θάλασσας.

Οι διεργασίες αυτές αφορούν έναν ευρύ χώρο των θαλάσσιων επιστημών και ιδιαίτερα αυτών που έχουν ως αντικείμενο μελέτης τη μεταφορά φερτών υλών γεωλογικής ή βιολογικής δράσης. Οι μεταφορές

αυτές είναι δυνατό να διαχωρισθούν σε κινήσεις κοντά στον πυθμένα και κινήσεις σε αιώρηση μέσα στο νερό. Οι πρώτες αφορούν τους κόκκους που είτε κυλούν και ολισθαίνουν σε επαφή με τον πυθμένα είτε κάνουν μικρά άλματα αποκαθιστώντας από καιρό σε καιρό επαφή με αυτόν, ενώ οι δεύτερες αφορούν τη συγκέντρωση φερτών υλών σε αιώρηση που είναι πολύ μεγάλη κοντά στον πυθμένα και ελαττώνεται, κάτω από συνθήκες ισορροπίας, με την απόσταση απ' αυτόν.

Το Αιγαίο πέλαγος, όπως είναι γνωστό, είναι μία μορφολογικά πολύπλοκη περιοχή, συγκρινόμενη με τις άλλες περιοχές της ανατολικής Μεσογείου. Τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, συνδυαζόμενα με την έντονη μεταβλητότητα των μετεωρολογικών συνθηκών στην ανατολική Μεσόγειο έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία ποικιλίας φυσικών διαδικασιών. Οι θαλάσσιες μάζες στο Αιγαίο ακόμη και σε μεγάλα βάθη εμφανίζουν εποχικές μεταβολές διά μέσου μηχανισμών, οι οποίοι δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητοί. Η κατακόρυφη κατανομή των υδρολογικών χαρακτηριστικών υποδηλώνει διεργασίες ανάμειξης, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό θαλασσίων μαζών στις τρεις κυριώτερες λεκάνες, του Αγίου Όρους, της Χίου και του Κρητικού πελάγους (Θεοχάρης, 1983 και Λασκαράτος, 1983).

Η ανάλυση και μελέτη μετρήσεων θαλάσσιων ρευμάτων, που πραγματοποιήθηκαν σε απόσταση 3 έως 5 μ. από το βυθό σε περιοχές του ανατολικού και κεντρικού Αιγαίου έδειξε την εξάρτηση αυτών από τη φυσιογραφία και το βάθος της θάλασσας. Το πεδίο των ρευμάτων χαρακτηρίζεται ασθενές με έντονη την παρουσία της ημημερήσιας παλιρροιακής συνιστώσας. Επίσης στις μετρήσεις ορισμένων θέσεων εμφανίζονται μεταβολές μεγάλης περιόδου (> των 24 ωρών) στις συνιστώσες της ταχύτητας του ρεύματος, οι οποίες υποδηλώνουν, ότι εμμέσως οι μετεωρολογικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της κυκλοφορίας των μαζών ακόμη και κοντά στο βυθό.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

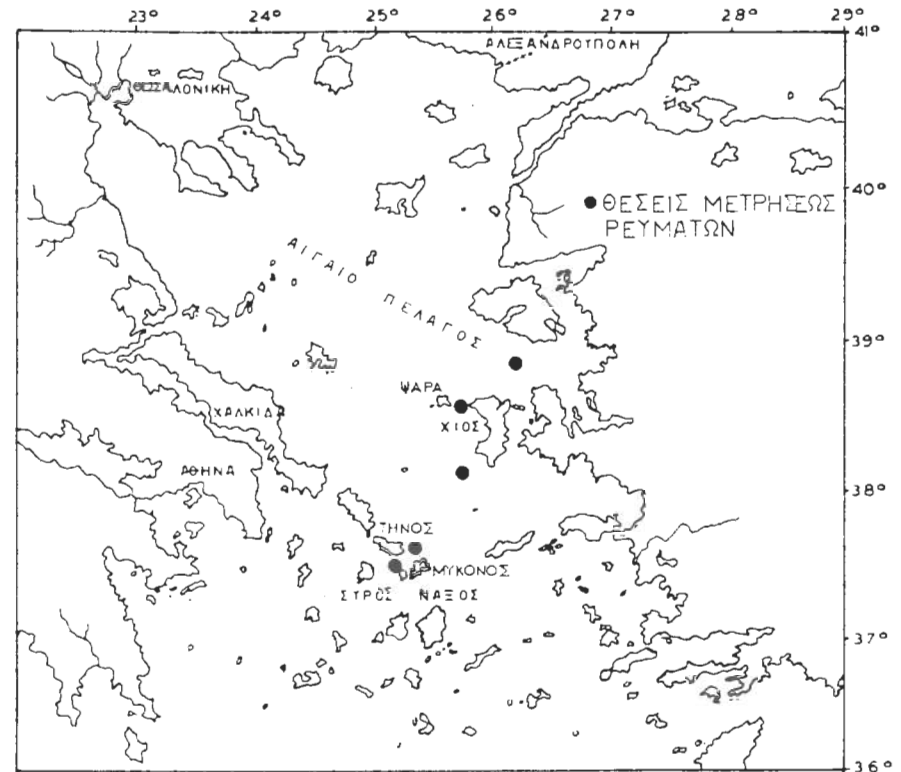
Οι μετρήσεις των θαλασσίων ρευμάτων που χρησιμοποιούνται στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκαν από την Υδρογραφική υπηρεσία σε πέντε θέσεις των περιοχών του ανατολικού και κεντρικού Αιγαίου κατά την περίοδο από 23/5/1988 έως 9/6/1988 (Σχήμα 1).

Σε κάθε θέση ποτίσθηκε μία διάταξη, η οποία περιελάμβανε ένα ρευματογράφο τύπου AANDERAA μοντέλο RCM4S τοποθετημένο 3 έως 5 μ. πάνω από το βυθό της θάλασσας και σύστημα υποθαλασίων πλωτήρων για τη διατήρηση της διάταξης σε κατακόρυφη θέση. Ο τρόπος συναρμολόγησης της διάταξης εξηρτάτο από το βάθος της περιοχής μετρήσεως και από την ανάγκη προστασίας της από την αλιευτική δραστηριότητα.

Οι ρευματογράφοι του οίκου AANDERAA μοντέλο RCM4S καταγράφουν σε μαγνητική ταινία κατά τον προκαθορισμένο χρόνο δειγματοληψίας τις στιγμιαίες τιμές της θερμοκρασίας, της ειδικής αγωγιμότητας και της διεύθυνσεως των θαλασσίων ρευμάτων. Επίσης, κατά το χρονικό διάστημα που παρέχεται μεταξύ δύο δειγματοληψιών υπολογίζουν και καταγράφουν τη μέση τιμή του μέτρου της ταχύτητας του θαλάσσιου ρεύματος. Οι τιμές που καταγράφονται στη μαγνητική ταινία αποκωδικοποιούνται και στη συνέχεια αναλύονται με τη βοήθεια καταλληλούς μεθοδολογίας και λογισμικού σε Η/Υ.

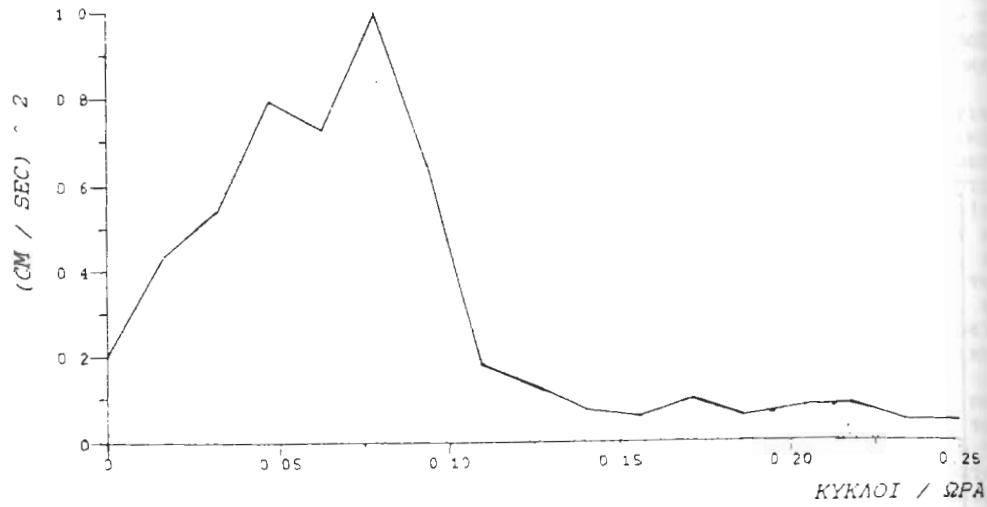
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στα σχήματα 3 έως και 5 απεικονίζονται οι τιμές της οριζόντιας συνιστώσας της ταχύτητας και της διεύθυνσεως του ρεύματος, οι οποίες καταγράφηκαν από τους Ρ/Γ στις διάφορες θέσεις σε συνδυασμό με το χρόνο.

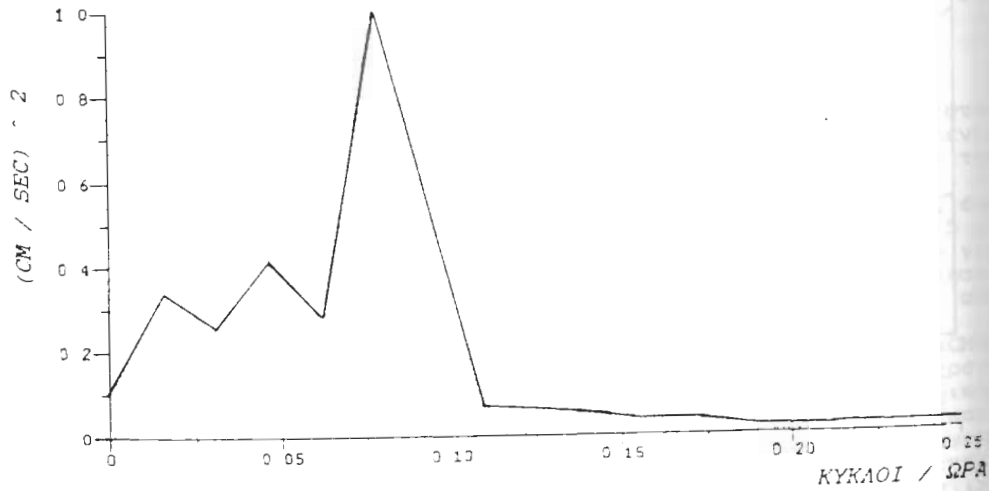


Σχήμα 1. Θέσεις μετρήσεως ρευμάτων στην περιοχή του Ανατολικού και Κεντρικού Αιγαίου.

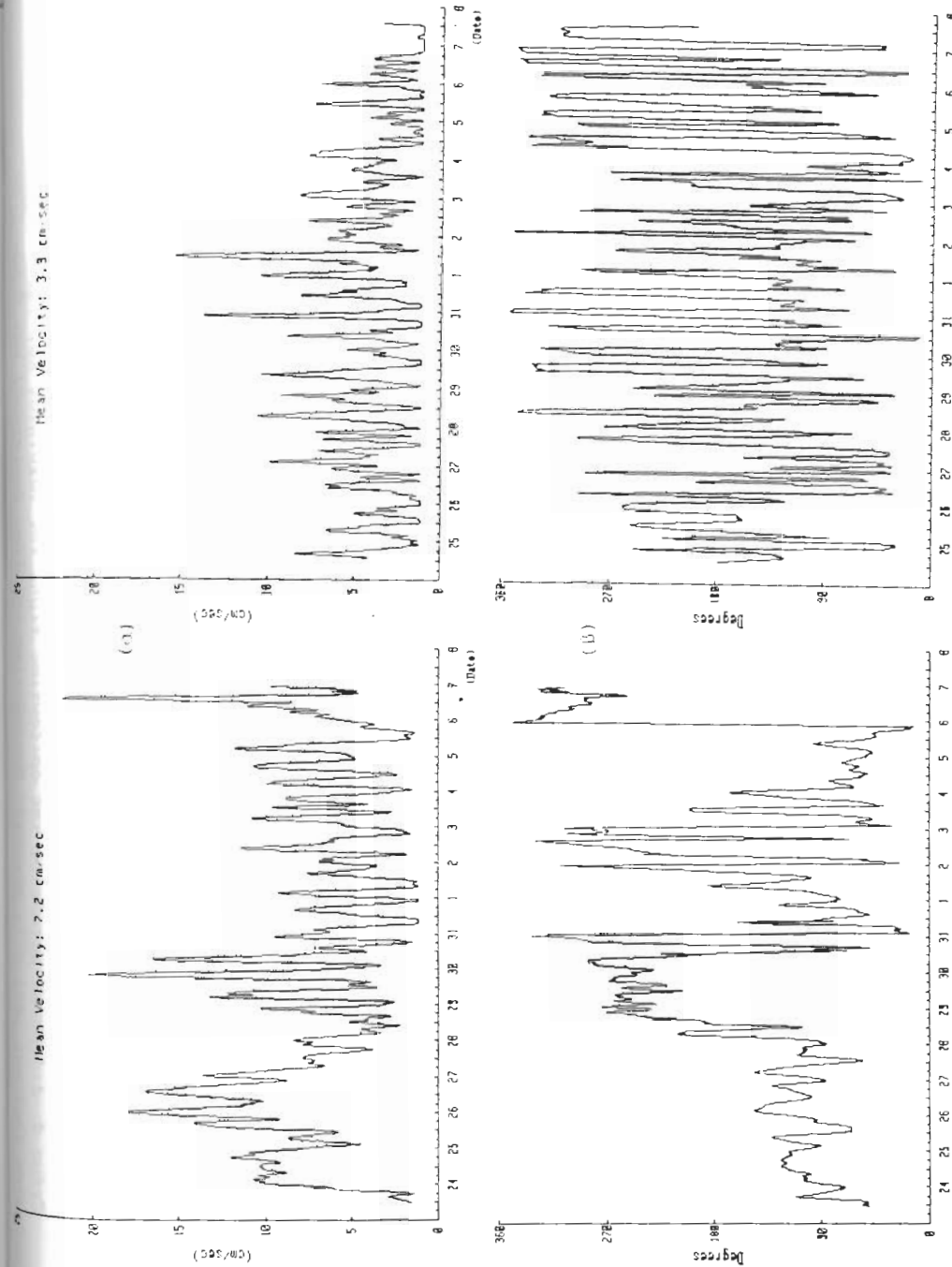
ΣΤΑΘΜΟΣ ΨΑΡΩΝ - ΧΙΟΥ
ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ Β - Ν ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ



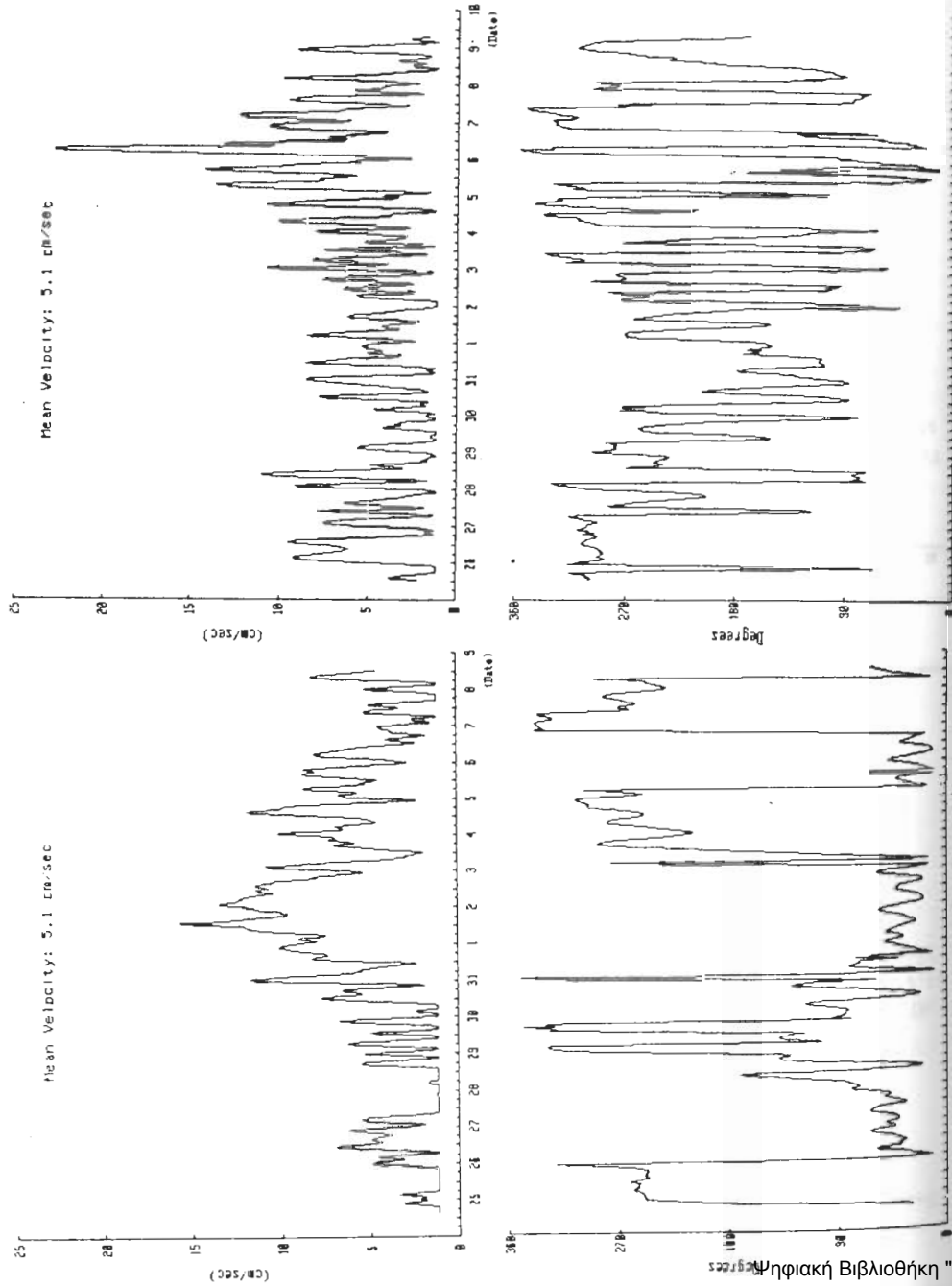
ΣΤΑΘΜΟΣ ΨΑΡΩΝ - ΧΙΟΥ
ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ Α - Δ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ



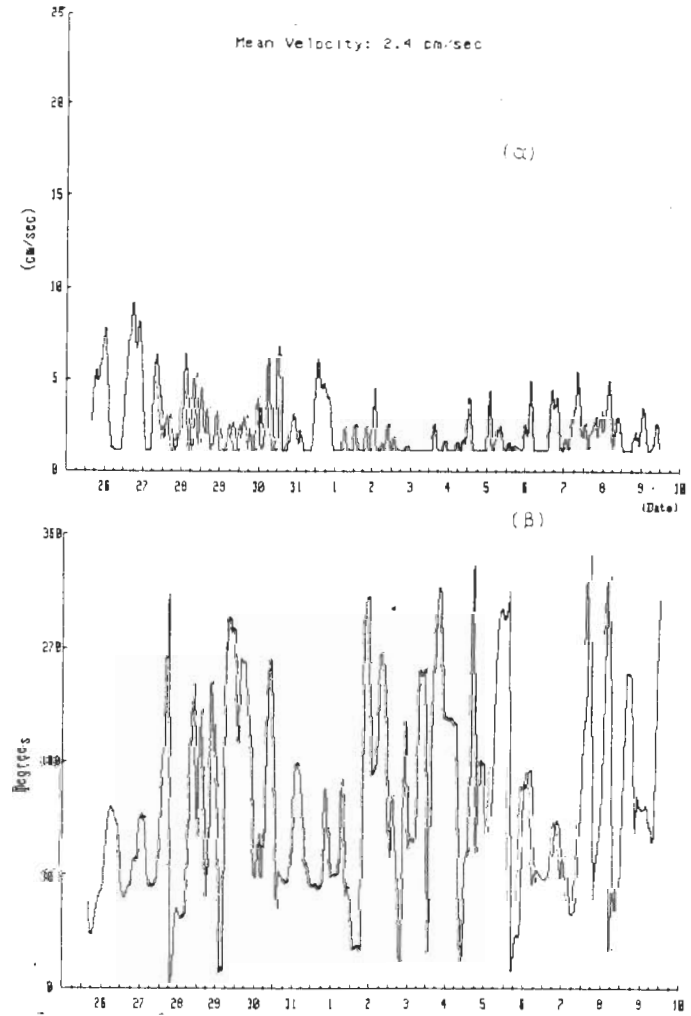
Σχήμα 2. Διαγράμματα φασματικής ανάλυσης της Β-Ν και της Α-Δ συνιστώσας της ταχύτητας του ρεύματος στη περιοχή Ψαρων-Χίου.



Σχήμα 3. Διάγραμμα μεταβολής της οριζόντιας τιμής της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ρεύματος ((α) και (β)) στις περιοχές Ψαρου - Μυκόνου (οριζιστά) και Βαρεσιανού (κάθ' ύψος) της Τήνου.



Σχήμα 4. Διαγράμματα μεταβολής της οριζόντιας τιμής της ταχύτητας και της διεύθυνσής του ρεύματος ((α) και (β)) στις περιοχές Νοτιοδυτικά της Χίου (αριστερά) και Ψαρών-Χίου.



Σχήμα 5. Διαγράμματα μεταβολής της οριζόντιας τιμής της ταχύτητας και της διεύθυνσής του ρεύματος ((α) και (β)) στην περιοχή Νοτιο της Λέσβου.

Γενικά από την ανάλυση και την επεξεργασία των μετρήσεων προκύπτει ότι το πεδίο ρευμάτων κοντά στο βυθό χαρακτηρίζεται από την έντονη παρουσία του παλιρροιακού φαινομένου, το οποίο είναι και το κύριο αίτιο της μόνιμης κυκλοφορίας. Φασματική ανάλυση των χρονοσειρών της Β-Ν και της Α-Δ συνιστώσας του ρεύματος δείχνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας του πεδίου περιέχεται στην ημιημερήσια παλιρροιακή συνιστώσα, η οποία, ενδεικτικά στην περιοχή Ψαρών - Χίου έχει περίοδο 12.8 ωρών (Σχήμα 2).

Τα επικρατέστερα θαλάσσια ρεύματα φαίνεται ότι εξαρτώνται από το βάθος και από τη φυσιογραφία της περιοχής μετρήσεως, όπως διαπιστώνεται από τη σύγκριση των διαγραμμάτων των περιοχών Βόρειανατολικά της Τήνου και Νοτιοδυτικά της Χίου και (Σχήματα 3 και 4).

Αναλυτικά από τις μετρήσεις σε κάθε περιοχή και για τη συγκεκριμένη περίοδο μετρήσεων προκύπτουν οι επόμενες πληροφορίες:

α. Περιοχή Τήνου - Μυκόνου (Βάθος = 88 m).

Η μέση ταχύτητα της οριζόντιας συνιστώσας του ρεύματος που καταγράφηκε ήταν 7.2 cm/sec με μέγιστη τιμή 24.9 cm/sec. Κατά την διάρκεια των μετρήσεων επικρατεί κίνηση κατά τον άξονα Α-Δ, όπου και εμφανίζεται η μέγιστη τιμή. Η ημιημερήσια παλιρροιακή συνιστώσα επικρατεί της μόνιμης κυκλοφορίας, στην οποία παρατηρούνται και χαμηλής συχνότητας κινήσεις διάρκειας 4 έως 5 ημερών με μέση τιμή ρεύματος περίπου 10 cm/sec (Σχήμα 3, αριστερά).

β. Περιοχή Βόρειανατολικά της Τήνου (Βάθος = 355 m).

Το πεδίο ρευμάτων βόρειανατολικά της Τήνου χαρακτηρίζεται σαν καθαρά παλιρροιακής φύσεως. Η ημιημερήσια παλιρροιακή συνιστώσα εμφανίζεται σε όλη την περίοδο μετρήσεων με κύρια διεύθυνση Α-Δ. Η μέση τιμή του ρεύματος είναι 3.3 cm/sec με μέγιστη τιμή 17.4 cm/sec. Όπως προκύπτει από τις μετρήσεις η μόνιμη κυκλοφορία έχει διεύθυνση από Δ προς Α (Σχήμα 3, δεξιά).

γ. Περιοχή νοτιοδυτικά της Χίου (Βάθος = 460 m).

Η μέση τιμή της ταχύτητας του ρεύματος είναι περίπου 5.1 cm/sec. Η μέγιστη τιμή που παρατηρήθηκε ήταν 15.2 cm/sec κατά την περίοδο που η κίνηση ήταν ΒΑ. Διάρκειας τριών περίπου ημερών με μέση τιμή ταχύτητας περίπου 8 cm/sec. Επίσης και στην περιοχή αυτή η ημιημερήσια παλιρροιακή συνιστώσα επικρατεί στη χαμηλόσυχνη κίνηση, η οποία θα πρέπει να αποδοθεί στην έμμεση επίδραση των μετεωρολογικών φαινομένων (Σχήμα 4, αριστερά).

δ. Περιοχή Ψαρών - Χίου (Βάθος = 210 m).

Η μέση ταχύτητα του ρεύματος είναι 5.1 cm/sec με μέγιστη τιμή 24 cm/sec, η οποία αντιστοιχεί σε τιμή που εμφανίζει η ημιημερήσια παλιρροιακή συνιστώσα (Σχήμα 4, δεξιά).

ε. Περιοχή νοτια της Λεσβου (Βάθος = 420 m).

Στην περιοχή αυτή παρατηρήθηκε το ασθενέστερο πεδίο ρευμάτων παλιρροιακής κυρίως φύσεως με μέση τιμή 2.4 cm/sec και μέγιστη 10.3 cm/sec (Σχήμα 5).

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΟΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΔΟΜΩΝ.

Από την ανάλυση καταγραφών πλευρικού ηχοβολιστικού (Side scan sonar) και συσκευής διασκόπισης βυθού (Sub-bottom profiler) που ελήφθησαν στην περιοχή μεταξύ Τήνου - Μυκόνου - Σύρου διαπιστώνεται η ύπαρξη ασύμμετρων κυματομορφών (sand waves) στην επιφάνεια του βυθού, ιδιαίτερα προς την πλευρά της Σύρου (Σχήμα 6) (Λυκούσης και Ρουσαάκης, 1990). Οι κυματομορφές που παρατηρήθηκαν ποικίλουν σε ότι αφορά τη γεωμετρία τους με ύψη από 2 έως 5 μ. και μήκη από 20 έως 250 μ.

Με σκοπό την διακρίβωση των συνθηκών ροής που επηρεάζουν το σχηματισμό των ανωτέρω ιζηματοδομών, εξετάσθηκε η δυνατότητα επίδρασης των ανεμογενών κυματισμών στη δημιουργία ρευμάτων κοντά στο βυθό με τον υπολογισμό των παραμέτρων του κυματικού πεδίου. Ετσι με τη βοήθεια του μαθηματικού μοντέλου πρόγνωσης των κυματισμών και της γραμμικής κυματικής θεωρίας (Shore Protection Manual, 1984) υπολογίζεται ότι με βόρειους ανέμους εντάσεως και 10 Beaufort, η κυματική ενέργεια σχεδόν μηδενίζεται σε βάθος περίπου 60 μέτρων στην περιοχή μεταξύ Τήνου και Μυκόνου.

Επομένως, η επίδραση του κυματικού πεδίου πρέπει να θεωρηθεί αμελητέα στη μετακίνηση επιφανειακών ιζημάτων και κατά συνέπεια το αίτιο διαμόρφωσης των ιζηματοδομών στην περιοχή μεταξύ Τήνου - Μυκόνου - Σύρου πρέπει να αναζητηθεί στα παλιρροιακά ή μεγάλης περιόδου γεωστροφικά ρεύματα. Τα τελευταία οφείλονται εμμέσως στις μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών και έχουν καταγραφεί σε διάφορες περιοχές του Ελληνικού θαλάσσιου χώρου (Παπαγεωργίου, 1986, Καρδαράς, 1990).

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΒΥΘΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ.

Η κατανομή της ταχύτητας του ρεύματος στο τυρβώδες οριακό στρώμα υπεράνω ενός ανώμαλου βυθού, συνήθως περιγράφεται από τη σχέση (Smith, 1977):

$$\frac{u}{u_*} = \frac{1}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (1)$$

όπου:

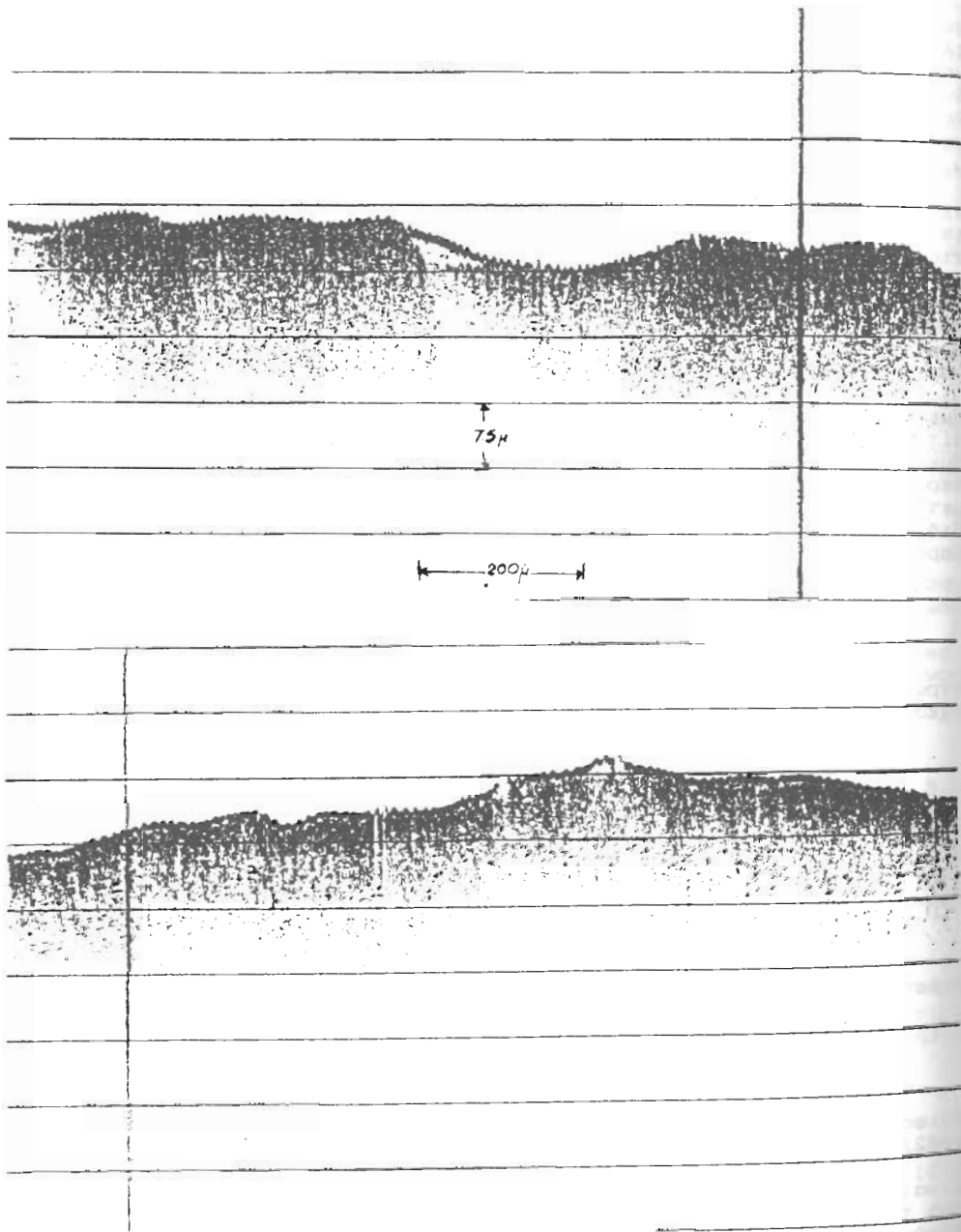
- $u_* = (\tau/\rho_f)^{1/2}$ είναι η ταχύτητα τριβής
- u είναι η μέση ταχύτητα στο ύψος z υπεράνω του βυθού
- z_0 είναι ο συντελεστής ανωμαλίας και
- k είναι η σταθερά Von Karman = 0.4

Η τιμή του συντελεστή z_0 είναι δυνατό να προσδιορισθεί από τη σχέση:

$$z_0 = \eta^2/\lambda \quad (2)$$

όπου η είναι το ύψος των κυματομορφών που σχηματίζονται στην επιφάνεια του βυθού και λ το μήκος κύματος αυτών (Grant and Madsen, 1982).

Είναι δύσκολο να γίνει υπολογισμός των ταχυτήτων, οι οποίες είναι απαραίτητες να επαναταράξουν τα ιζήματα, σε μεγάλες αποστάσεις από το βυθό, χωρίς τη γνώση της εσωτερικής δομής του οριακού στρώματος. Δηλαδή, δεν υπάρχει ρητή σχέση που να συνδέει το λογαριθμικό τμήμα του παλιρροιακού οριακού στρώματος με το ανώτερο τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. του στρώματος χωρίς μετρήσεις της κατακόρυφης κατανομής της ταχύτητας.



Σχήμα 6. Ασύμμετρες κυματομορφές στην περιοχή κοντά Μυκόνου και Σύρου, όπως καταγράφηκαν από συσκευή διάσκόπησης βυθού.

Διάφοροι υπολογισμοί των χαρακτηριστικών του οριακού στρώματος κοντά στο βυθό δείχνουν ότι το πάχος του λογαριθμικού τμήματος του οριακού στρώματος μπορεί να υπολογισθεί κατά προσέγγιση από τη σχέση (Soulby, 1983):

$$\delta = 0.08 u_* / f_d \quad (3)$$

όπου f_d είναι η συχνότητα της επικρατούσας κίνησης (παλίρροιακής ή αδραειακής). Εάν υποθέσουμε ότι $u_* = 1.1 \text{ cm/sec}$ (για την ενεργοποίηση της κίνησης) και $f_d = 1.43 \times 10^{-4} \text{ rad/sec}$ (M_2 συνιστώσα της παλίρροιας) τότε από τη σχέση (3) το πάχος του λογαριθμικού τμήματος είναι $\delta = 6.2 \text{ m}$. Ενδεικτικά σ'αυτή την απόσταση υπέρνω του βυθού από τη σχέση (1), υπολογίζουμε ότι για την ενεργοποίηση της κίνησης σε κυματοειδή βυθό θα απαιτηθεί ταχύτητα $u \geq 18 \text{ cm/sec}$ για $z_0 = 0.79 \text{ cm}$ και $u \geq 21 \text{ cm/sec}$ για $z_0 = 0.23 \text{ cm}$.

Στην περιοχή μεταξύ Τήνου και Μυκόνου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ρευμάτων σε ύψος 3 μέτρων υπέρνω του βυθού (Σχήμα 3, αριστερά). Θεωρώντας την παλίρροιακή συνιστώσα που προσδιορίζεται από την φασματική ανάλυση (Σχήμα 2) ως το κύριο αίτιο της κίνησης ($T=12.8$ ώρες), είναι δυνατό να υπολογίσουμε από την (3) το πάχος του λογαριθμικού τμήματος του οριακού στρώματος $\delta=6.4 \text{ m}$. Επομένως οι μετρήσεις των ρευμάτων πραγματοποιήθηκαν εντός του λογαριθμικού τμήματος του οριακού στρώματος κοντά στο βυθό.

Από την κοκκομετρική ανάλυση επιφανειακών ιζημάτων της ευρύτερης περιοχής, τα οποία συλλέγησαν από την Υδρογραφική υπηρεσία, διαπιστώνεται μέγεθος κόκκων μεταξύ 0.14 και 0.45 mm (Κ. Πεχλιβάνογλου, προσ. επικ.) για τους οποίους προκύπτουν ελάχιστες τιμές ταχύτητας ενεργοποίησης της κίνησης από 1.3 έως 1.8 cm/sec. (Fig.26 ,McCave, 1984).

Βασιζόμενοι στα προηγούμενα στοιχεία είναι δυνατό να υπολογίσουμε με τη βοήθεια των σχέσης (2) ότι το z_0 κυμαίνεται μεταξύ 0.1 και 0.2 m στην περιοχή για $z = 3 \text{ m}$. (ύψος μετρήσεως των ρευμάτων). Έτσι για ελάχιστες τιμές ενεργοποίησης της κίνησης των ιζημάτων από 1.3 έως 1.8 cm/sec προκύπτουν απαιτούμενες ελάχιστες τιμές ταχύτητας ρεύματος στο ύψος των 3 μ. ικανές να θέσουν σε αρχική κίνηση τα επιφανειακά ιζήματα από 11.4 έως 17.1 cm/sec για $z_0=0.2$ και από 9.0 έως 12.0 cm/sec για $z_0=0.1$.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πεδίο των ρευμάτων κοντά στο βυθό στις περιοχές του ανατολικού και κεντρικού Αιγαίου φαίνεται ότι είναι ασθενές με βασικό αίτιο δημιουργίας του το παλίρροιακό φαινόμενο.

Σε όλες τις καταγραφές των θαλασσιών ρευμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή είναι εμφανής η παρουσία της ημihμερήσιας παλίρροιακής συνιστώσας. Επίσης στις περιοχές Τήνου - Μυκόνου και Νότια της Χίου καταγράφηκαν και κινήσεις μεγάλης περιόδου (>1 ημέρας), οι οποίες επικάθηνται στην παλίρροιακή κίνηση. Από τις μετρήσεις αυτές φανερώνεται ότι κινήσεις των θαλασσιών μαζών, των οποίων το αίτιο είναι οι μετεωρολογικές μεταβολές παρατηρούνται και κοντά στο βυθό σε διάφορες περιοχές του Αιγαίου, επιβεβαιώνοντας κατ'αυτό τον τρόπο προηγούμενες εκτιμήσεις, οι οποίες προέκυψαν από τη μελέτη υδρολογικών στοιχείων.

Το γεγονός ότι η χρονική διάρκεια των μετρήσεων είναι περίπου 15 ημέρες δεν επιτρέπει τον ποσοτικό προσδιορισμό των διαφόρων συνιστωσών που συμμετέχουν στη τελική διαμόρφωση της κίνησης των θαλασσιών μαζών. Γίνεται όμως ότι οι μέγιστες τιμές της ταχύτητας της ημihμερήσιας συνιστώσας του ρεύματος που εμφανίζονται στις

καταγραφές είναι αποτέλεσμα της αλληλοενισχύσεως των παλιρροιακών συνιστωσών.

Με σκοπό να δικαιολογηθεί η δημιουργία των κυματομορφών που παρατηρούνται στην περιοχή Τήνου - Μυκόνου - Σύρου έγινε προσπάθεια θεωρητικής προσέγγισης της αλληλοεπίδρασης μεταξύ του οριακού στρώματος κοντά στο βυθό και των επιφανειακών ιζημάτων και υπολογισμός της ελάχιστης ταχύτητας που απαιτείται για την ενεργοποίηση αυτών. Το θέμα προσεγγίσθηκε με την διαδικασία αυτή, δεδομένου ότι το κυματικό πεδίο, λόγω του βάθους της περιοχής, δεν είναι δυνατό να επηρεάσει την κίνηση των ιζημάτων στο βυθό.

Οι τιμές της ταχύτητας που καταγράφηκαν στο διάστημα από 23/5/1988 έως 9/6/1988 στην περιοχή υποδηλώνουν την δημιουργία συνθηκών ροής για την αρχική κίνηση των επιφανειακών ιζημάτων. Η δημιουργία των κυματομορφών, που παρατηρήθηκαν σε διάφορες θέσεις της περιοχής, πρέπει να αποδοθεί σε εντονότερα θαλάσσια ρεύματα μιας διευσθύνσεως. Τα ρεύματα αυτά είναι συνδυασμός παλιρροιακών και μεγάλης περιόδου γεωστροφικών ρευμάτων, τα τελευταία δε οφείλονται κυρίως στην επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών στην επιφάνεια της θαλάσσιας μάζας. Παρόμοιας φύσεως ρεύματα εντάσεως περίπου 30 cm/sec θεωρούνται το αίτιο μετακίνησης και δημιουργίας κυματομορφών και σε άλλες περιοχές (Cacchione and others, 1988).

Επίσης θα πρέπει να θεωρείται βέβαιο ότι και στην περιοχή Ψαρών - Χίου, οι τιμές των θαλασσιών ρευμάτων που καταγράφηκαν ευνοούν την κίνηση των επιφανειακών ιζημάτων. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι ο βαθμός δημιουργίας και η γεωμετρία των κυματομορφών δεν εξαρτάται μόνο από τις συνθήκες ροής αλλά και από την ποιότητα των ιζημάτων και τις γενικότερες γεωλογικές συνθήκες της περιοχής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

CACCHIONE D.A., SCHWAB W.C., NOBLE M., TATE G. (1988). Internal Tides and Sediment Movement on Horizon Guyot, Mid-Pacific Mountains. *Geo-Marine Letters*, 8, 11-17.

GRANT W.D. and MADSEN O.S. (1982). Moveable bed roughness in unsteady oscillatory flow. *Journal of Geophysical Research*, 87, 469-481.

ΚΑΡΔΑΡΑΣ, Θ. (1990). Ρεύματα κλίσεως στο Βόρειο Αιγαίο. Πρακτικά Γ' Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας, σελ. 252-260.

ΛΥΚΟΥΣΗΣ Β. και ΡΟΥΣΣΑΚΗΣ Γ. (1990). Μορφοδυναμικές παρατηρήσεις και αναγνώριση ιζηματοδομών στο βυθό του Κεντρικού Αιγαίου με SIDE SCAN SONAR. Πρακτικά Γ' Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας, σελ. 60-68

LASCARATOS, A. (1983). Hydrology of the Aegean Sea. Paper presented at NATO advanced Workshop on the Atmospheric and Oceanic Circulation in the Mediterranean. La Spezia, (Sept. 1983).

McCAVE, I.N. (1984). Erosion, transport and deposition of fine-grained marine sediments.

PAPAGEORGIU, E. (1986). Residual flows at Kassos Strait. Proc of the UNESCO/IOC. First POEM Workshop. A.R. Robinson and P. Malanotte-Rizzoli(eds) POEM Sci. Rep., No1, pt. 2 Harvard University, Cambridge, Mass., USA.

SHORE PROTECTION MANUAL. 1984. U.S. Army coastal Engineering Research Center.

SMITH J.D. (1977). Modeling of sediment transport on continental shelves. In: Goldberg E.D, McCave I.N, O'Brien J.J, Steele J.H (eds) *The Sea*, vol. 6. Wiley Interscience, New York, pp. 539 - 577

SOULSBY R.L. (1983). The bottom boundary layer of shelf seas. In: Johns B. (ed) *Physical Oceanography of Coastal and Shelf Seas*. Elsevier, Amsterdam, pp. 83 - 98.

THEOCHARIS, A. (1983). Deep water formation and circulation in the Aegean Sea. Paper presented at NATO advanced Workshop on the Atmospheric and Oceanic Circulation in the Mediterranean. La Spezia, (Sept. 1983).