

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΔΕΛΤΑΙΚΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ  
ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ  
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ: ΔΕΛΤΑΙΚΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ (ΕΛΛΑΣ), ΡΟΔΑΝΟΥ (ΓΑΛΛΙΑ)  
ΕΒΡΟΥ (ΙΣΠΑΝΙΑ), ΠΑΔΟΥ (ΙΤΑΛΙΑ)**

**Γ. Χρόνης\*, Β. Λυκούσης\* και Ε. Θ. Μπαλόπουλος\***

**Σ Υ Ν Ο Ψ Η**

Οι παράλληλες ωκεανογραφικές έρευνες της τελευταίας δεκαπενταετίας σε δελταϊκές πλατφόρμες της Ανατολικής και Δυτικής Μεσογείου οδήγησαν σε μία σύγκλιση απόψεων σχετικά αφενός με τους μηχανισμούς που διέπουν τη σημερινή δυναμική ιζηματογένεση και αφετέρου με τη διαχρονική σχέση των μηχανισμών αυτών καθόλη τη διάρκεια εξέλιξης της τελευταίας επίκλησης που χαρακτηρίζει την ολοκαινική περίοδο (0-15000 χρόνια περίπου). Οι δελταϊκές πλατφόρμες του Θερμαϊκού, του Ροδανού, του Εβρου και του Πάδου, παρά το γεγονός ότι ανήκουν σε διαφορετικά γεωδυναμικά συστήματα, εντούτοις παρουσιάζουν τους ίδιους μηχανισμούς ιζηματογένεσης την τελευταία αυτή περίοδο, με αποτέλεσμα να έχουμε μία κοινή ιζηματολογική συνισταμένη. Η ιζηματολογική αυτή συνισταμένη εκφράζεται με τη μορφή ενός δελταϊκού σθηνσείδους πρίσματος.

**A B S T R A C T**

Detailed oceanographic studies of the last two decades in the deltaic platforms of Eastern and Western Mediterranean revealed close similarities to the modern dynamic sedimentation as well as to the depositional mechanisms. These mechanisms seems to be predominate through the Holocene transgression period. The deltaic platforms of Thermaikos, Rhone, Ebro and Po, although they are located in different geodynamic systems, display the same sedimentation mechanisms in space and time. This is expressed a) by the three dimension development of the sediment sequences (lobate deltaic prism), b) the vertical succession of the different sediment units within the deltaic prism and c) the aerial dispersion of the surface sediments in the topsets, foresets and bottomsets of the prodelta area.

**G. CHRONIS - V. LYKOUSIS & E. BALOPOULOS.** Comparative sedimentological studies in deltaic platforms of Eastern and Western Mediterranean : Deltaic platforms of Thermaikos (Greece), Rhone (France), Po (Italy).

\* Εθνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών, 166 04 Ελληνικό, ΑΘΗΝΑ.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πολυκλαδική ωκεανογραφική έρευνα στο οπισθοταφρικό υφάλωπλαιο του θερμικού Κόλπου, που πραγματοποιήθηκε κυρίως από το Εθνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών την τελευταία δεκαετία, έδωσε μία σειρά στοιχείων ικανών να διαμορφώσουν τη γενική εικόνα της σύγχρονης δυναμικής και της πρόσφατης ολοκαινικής ιζηματογένεσης στη μεγαλύτερη δελταική πλατφόρμα του Ελληνικού θαλάσσιου χώρου.

Με τον όρο σύγχρονη δυναμική ιζηματογένεση εννοούμε τη μηχανική διαδικασία μεταφοράς και απόθεσης των ιζημάτων που πραγματοποιείται σήμερα.

Με τον όρο πρόσφατη ολοκαινική ιζηματογένεση εννοούμε την ιζηματοπόθεση που πραγματοποιήθηκε τα τελευταία 10 έως 15 χιλιάδες χρόνια κατά τη διάρκεια της Φλάνδριας επίκλησης που ακολούθησε το τελευταίο στάδιο της Βούρμιας περιόδου.

Οι παράλληλες μελέτες σε δελταικές πλατφόρμες της Δυτικής Μεσογείου δίνουν τη δυνατότητα της σύγκρισης διαφορετικών γεωδυναμικών περιβαλλόντων αλλά κοινής ιστορικής εξέλιξης (μέσα στο τεταρτογενές).

Τα στοιχεία που συνέβαλαν για την επιλογή σύγκρισης των δελταικών πλατφορμών του Εβρου, Ροδανού και Πάδου με τη δελταική πλατφόρμα του θερμικού είναι:

- (α) Η χρονική κλίμακα εξέλιξης της ιζηματογένεσης 0-10000 χρόνια.
- (β) Το περίπου όμοιο υδροδυναμικό καθεστώς που επικρατεί στην Ανατολική και Δυτική Μεσόγειο (έλλειψη μεγάλων παλιρροιών, μικρό έως μέτριο πλάτος ανάπτυξης (fetch) κυματισμού, παρουσία κυκλωνικών φαινομένων, όμοιες κλιματολογικές συνθήκες, κλπ.).
- (γ) Το μεγάλο πλάτος ανάπτυξης των δελταικών πλατφορμών και οι μικρές γενικά κλίσεις που παρατηρούνται στο υφάλωπλάνος.

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

Μία σειρά διαφόρων μεθόδων στην υδάτινη στήλη και τη στήλη πυθμένα εφαρμόστηκαν κατά περίπτωση ανάλογα με το επίμετρος ερευνητικό αντικείμενο. Κοινή συνιστώμενη των μεθόδων η προσπάθεια σύνδεσης των διαφόρων μηχανισμών που επικρατούν στον υδάτινο χώρο, στην επιφάνεια του βυθού και στο υπόστρωμα (σε κλίμακα μερικών δεκάδων μέτρων). Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν στην περίπτωση του

θερμικού Κόλπου δεν απέχουν πολύ, συγκριτικά πάντοτε, από εκείνες που βιβλιογραφικά αναφέρονται ότι ακολουθήθηκαν κατά τις αντίστοιχες έρευνες στους χώρους του Κόλπου του Λέοντος και των υφάλωπλαισίων όπου εκβάλλουν οι ποταμοί Πάδος και Εβρος.

Συγκεκριμένα στο θερμικό Κόλπο η πόντση μιας σειράς ρευματογράφων τύπου *Aanderaa*, οι μετρήσεις αλατότητας και θερμοκρασίας σε ένα πυκνό δίκτυο που κάλυψε τόσο το εσωτερικό όσο και εξωτερικό πλατώ, συνέβαλαν στο να εξηγηθεί η γενική κυκλοφορία στο πλατώ. Οι μετρήσεις της αιωρούμενης ύλης (SNL, INL και BNL) έγιναν με τη βοήθεια ενός νεφελομέτρου κατάλληλα προσαρμοσμένου σε σύστημα CTD τύπου *Neil-Brown MK II*. Η συλλογή της αιωρούμενης ύλης (δίκτυο 90 σταθμών) που πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια φίλτρων *Nucleopore 0.45 μm*, οδήγησε στον άμεσο ποσοτικό προσδιορισμό. Η ποιοτική (ορυκτολογική) σύσταση αυτής προσδιορίστηκε με τη βοήθεια δισθεσιόμετρου ακτίνων X τύπου *PHILIPS PW1 770*.

Μία σειρά από 150 περίπου δειγματοληψίες βυθού κάλυψαν το σύνολο σχεδόν της ηπειρωτικής πλατφόρμας του θερμικού Κόλπου. Η κοκκομετρική και ορυκτολογική ανάλυση οδήγησε στην επιφανειακή ταξινόμηση του υλικού.

Τέλος σε ότι αφορά τη μελέτη του ολοκαινικού καλύμματος αυτή πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ικανού ηχοβολιστικού υψηλής συχνότητας (3.5 KHz) και ανάλογης διακριτικής ικανότητας (resolution).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Ανάπτυξη Δελταικών πλατφορμών

Όπως προαναφέρθηκε, δύο στοιχεία ιδιαίτερα σημαντικά πάνω στα οποία βασίστηκε η επιλογή για σύγκριση της δελταικής πλατφόρμας του θερμικού με εκείνες των Ροδανού, Εβρου και Πάδου, είναι τόσο το πλάτος (>10 Km) όσο και το μήκος ανάπτυξής τους. Τα στοιχεία αυτά θεωρούνται σημαντικά καθόσον επιτρέπουν μέχρι σε ένα βαθμό την ανάπτυξη των διαφόρων ιζηματολογικών ενοτήτων βάσης.

Από φυσικογεωγραφικής πλευράς, το μήκος ανάπτυξης μιας δελταικής πλατφόρμας ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ της ακτογραμμής και του ορίου της υφαλοκρηπίδας. Το όριο της υφαλοκρηπίδας στο μεν θερμικό Κόλπο εμφανίζεται στα 130m, περίπου, στους δε άλλους ποικίλει από 100-150m. (βλέπε Πίνακα I).

Με εξαίρεση τη δελταική πλατφόρμα του Πάδου, που λόγω του αβαθούς της λεκάνης της βόρειας Αδριατικής, ο άξονας ανάπτυξής της πλησιάζει τα 300 περίπου Km, όλοι οι άλλοι άξονες ανάπτυξης περιορίζονται μεταξύ των 65 και 100 Km.

Γενικά, η μορφολογική ανάπτυξη και των τεσσάρων δελταικών πλατφορμών είναι ομαλή μέχρι το όριο της υφαλοκρηπίδας. Διαφορές επισημαινονται από το όριο

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Ι

Δελταική Πλατφόρμα	ΑΠ (Km)	ΓΚ (c/s)	ΜΠ (m)	ΕΑ (m)	ΠΕ	ΤΧ (tn/yr)	ΜΚ	ΠΥ (mg/l.t)	ΕΥ (m)	ΥΠ
Ροδανός	70	SW 30(max) 5(min)	30	80-100	+	$3 \times 10^6$	+	50	100	Αμμοι παρακτ. Ισιούργυλοι Υπολειμματικοί Αμμοι
Εβρος	65	NE-SW 50(max)	20	Όριο Υφαλοκρ.	+	$3.5 \times 10^6$	+	200	100-150	"
Πάδος	300	SW drift current	20-30	Μετα την ισοβ. των 100m	+	$20 \times 10^6$	+	100	100	"
Θερματικός	100	50(max) 3(min)	30	80-110	+	$3-4 \times 10^6$	+		120-130	"

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

ΑΠ = Αξονας Ανάπτυξης Δελταικής Πλατφόρμας  
 ΓΚ = Γενική Κυκλοφορία  
 ΜΠ = Μέγιστο Πάχος Ολοκαινικού Καλύμματος  
 ΕΑ = Επιφανειακή Εμφάνιση Υπολειμματικών Αμμών  
 ΠΕ = Υπαρξη Πρόδελταικής Ενότητας  
 ΤΧ = Τροφοδοσία με χειρογενείς υλικό  
 ΜΚ = Πρισματική (τρεις ακανόνιστες ενότητες) Μορφή  
 Ανάπτυξης Ολοκαινικού Καλύμματος  
 ΠΥ = Περιεκτικότητα γλυκού σε Αίωριση  
 ΕΥ = Εμφάνιση Υφαλοκρηπίδας  
 ΥΠ = Υλικό Καλύψης Πλατφόρμας

εμφάνισης του υφαλοπρανούς και μετά. Συγκεκριμένα, στο θερμαϊκό η σύνδεση της δελταικής πλατφόρμας και της λεκάνης των Σποράδων, που γίνεται μέσω του υφαλοπρανούς, θεωρείται ομαλή. Οι μέγιστες κλίσεις είναι της τάξεως των 3-5ο.

Αντίθετα, το υφαλοπρανές που ακολουθεί την ομαλή ανάπτυξη της δελταικής πλατφόρμας του Ροδανού, θεωρείται από γεωμορφολογικής πλευράς αρκετά σύνθετο. Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα η εμφάνιση υποθαλασσιών φαράγγιων (BOURCART et al., 1961), ανάγλυφα τα οποία δημιουργήθηκαν κατά το τεταρτογενές, περίοδο των τελευταίων ευστατικών κινήσεων (GOT and STANLEY, 1974). Τα υποθαλάσσια αυτά φαράγγια παίζουν σημαντικό ρόλο στην τροφοδοσία της λεκάνης που ακολουθεί το υφαλοπρανές (MONACO, et al., 1983).

Σε σύγκριση με αυτο του Ροδανού, το υφαλοπρανές του Εβρου έχει ένα πιο κανονικό μορφολογικό ανάγλυφο. Οι μικρές χαραδρώσεις που παρατηρούνται πάνω σε αυτό (MALDONADO, 1975) δεν έχουν καμία σχέση με τα αντίστοιχα υποθαλάσσια φαράγγια του Ροδανού.

Σε ότι αφορά τη δελταική πλατφόρμα του Πάδου αναφέρεται η ύπαρξη ενός ομαλού σε ανάπτυξη υφαλοπρανούς (STANLEY, 1977).

Γενική Κυκλοφορία

Ανεξάρτητα από τα κοινά βασικά φυσικά ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά των διαφόρων περιοχών της λεκάνης της Μεσογείου (γενική κυκλοφορία εξαρτημένη από κλιματολογικούς παράγοντες, έλλειψη υψηλού εύρους παλίρροιας, μέτριες μέχρι χαμηλές τιμές περιόδου κυματισμού κλπ.). Κάθε περιοχή μελέτης σύγκρισης παρουσιάζει επίσης και ωρισμένες διαφοροποιήσεις σε ότι αφορά το υδροδυναμικό καθεστώς που επικρατεί σε αυτές.

Στο θερμαϊκό Κόλπο, πρόσφατες έρευνες (BALOPOULOS, 1982) έδειξαν ότι η επίδραση των νερών που εκκρέουν από τους ποταμούς (Αξιο, Αλιάκμωνα, Λουδία) περιορίζεται στο δυτικό τμήμα του κόλπου. Η ανάμειξη των νερών των ποταμών και του θαλασσινού νερού, στην περιοχή αυτή, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ισχυρής στρωμάτωσης που εκτείνεται μέχρι βάθους δέκα περίπου μέτρων καθόλη τη διάρκεια του χρόνου. Η στρωμάτωση διαχωρίζει δυναμικά ανόμοιες μάζες νερού, παίζοντας καθοριστικό ρόλο στην ποιοτική και ποσοτική μεταφορά της αιωρούμενης ύλης.

Ανανέωση των νερών του κόλπου γίνεται με την είσοδο σχετικά υψηλής αλατότητας νερού από το Αιγαίο Πέλαγος, κυρίως κατά μήκος των ανατολικών ακτών. Εξοδος νερού χαμηλής σχετικά αλατότητας, προς το Αιγαίο Πέλαγος παρατηρείται στα ανώτερα στρώματα νερού της δυτικής ζώνης. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι σε περιόδους αυξημένων παροχών του ποταμού Αξιού (Φεβρουάριος -Ιούνιος), συχνά το μείγμα του υφάλμυρου νερού (plume) που σχηματίζεται στις εκβολές του ποταμού

κινείται προς το Αιγαίο κατά μήκος του κύριου άξονα του κόλπου.

Ο άνεμος αποτελεί βασικό παράγοντα δημιουργίας επιφανειακών ρευμάτων. Τη χειμερινή περίοδο παρατηρείται μία κατεξοχήν μεταφορά επιφανειακού νερού προς την ανοικτή θάλασσα. Η ροή αυτή είναι συνεπής με τις συνήθεις χειμερινές συνθήκες ισχυρών βόρειων ανέμων και αυξημένων παροχών των ποταμών. Την καλοκαιρινή περίοδο οι "θαλάσσιες αύρες" (νοτίων διευθύνσεων άνεμοι) έχουν σημαντικό ποσοστό εμφάνισης. Ετσι συχνά παρατηρείται η παρουσία δύο διακεκριμένων περιοχών με αντίθετα χαρακτηριστικά επιφανειακής ροής. Δηλαδή, είσοδος επιφανειακού νερού από το κεντρικό και ανατολικό τμήμα προς το εσωτερικό του κόλπου και, αντίθετα, έξοδος επιφανειακού νερού από τη δυτική ζώνη προς το Αιγαίο Πέλαγος.

Κοντά στις ακτές, η ροή στο ανώτερο στρώμα (<10 m) της στήλης νερού, είναι σχεδόν παράλληλη προς τις ακτές αναξάρτητα από την ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου. Εντούτοις η ταχύτητα (μέτρο και φορά) ροής, στο στρώμα αυτό, εξαρτάται σημαντικά από την ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου. Οι ταχύτητες του νερού στα ανώτερα στρώματα νερού είναι γενικά μικρές (<20 cm/sec) και ελαττώνονται σημαντικά με αυξανόμενο βάθος, παρουσιάζοντας τις μέγιστες τιμές στα ανώτερα πέντε μέτρα της στήλης νερού.

Στο εσωτερικό του κόλπου (μεταξύ εκβολών των ποταμών, Ακ. Επανωμής και Ακ. Αθερίδος) επικρατεί μία ασθενής κυκλωνική υπολειμματική ροή των νερών του στρώματος πυθμένα. Μεταβολές της ροής γενικά κυριαρχούνται από προσφορά ενέργειας μεγάλης περιόδου (> 3 ημερών) που αποδίδεται σε κλιματολογικούς παράγοντες (άνεμος, μεγάλης κλίμακας μεταβολές της βαρομετρικής πίεσης). Στις περισσότερες περιπτώσεις, το ποσό ενέργειας που περιλαμβάνεται στις ημιημερήσιες συχνότητες είναι γενικά μικρό, ενισχύοντας την άποψη ότι τα παλιρροιακά ρεύματα είναι ασθενή.

Σημαντική θεωρείται η συχνή εμφάνιση στροβίλων (gyres), άλλοτε κυκλωνικών και άλλοτε αντικυκλωνικών, κατά κύριο λόγο στο δυτικό τμήμα του κόλπου, σαν αποτέλεσμα της επίδρασης των επικρατούντων στην περιοχή ανέμων σε συνδυασμό με τη μορφολογία της ακτογραμμής και τη βαθυμετρία του κόλπου (BALOPOULOS et al., 1986).

Η γενική κυκλοφορία στον κόλπο του Λέντος αποτελεί τμήμα της γενικότερης κυκλωνικής κυκλοφορίας της βορειοδυτικής Μεσογείου. Το τμήμα αυτό εκφράζεται από το γνωστό ρεύμα "Liguro-provençal" (NIELSEN, 1912) νοτιοδυτικής κατεύθυνσης και από την εμφάνιση έντονης στρωμάτωσης των νερών (LACOMBE and TCHERNIA, 1972). Οι μέγιστες τιμές που παρατηρήθηκαν κοντά στην περιοχή του υφαλοπρανούς κυμαίνονται από 20-30 cm/sec κοντά στην επιφάνεια και 5-15 cm/sec στα 300 περίπου μέτρα βάθους. Τα χαρακτηριστικά του ρεύματος αυτού, κατά άλλους συγγραφείς μεταβάλλονται ανάλογα με τη θερμική καλοκαιρινή στρωμάτωση και τις μετεωρολογικές συνθήκες

(MILLOT, 1982). Το θερμοκλινές παρατηρείται σε ένα μέσο βάθος της τάξης των 40 μέτρων. Κοντά στον πυθμένα και κάτω από την επιφάνεια του θερμοκλινούς το ρεύμα "Liguro-provençal" ακολουθεί την ανάπτυξη των ισοβαθών με διεύθυνση νοτιοδυτική και με μέση ταχύτητα 5 cm/sec.

Και στην περίπτωση της δελταικής πλατφόρμας του Εβρου το υδροδυναμικό καθεστώς χαρακτηρίζεται από μία γενική κυκλοφορία βορειοανατολική - νοτιοδυτική (LACOMBE and TCHERNIA, 1972). Κάτω από ωρισμένες μετεωρολογικές συνθήκες τοπικού ή και εποχιακού χαρακτήρα το καθεστώς αυτό μπορεί να αντιστραφεί. Οι μέγιστες ταχύτητες ρευμάτων βάθους που έχουν μετρηθεί δεν ξεπερνούν τα 50 cm/sec.

Το υδροδυναμικό καθεστώς στη δελταική πλατφόρμα του Πάδου χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση ενός παράκτιου γενικά ρεύματος το οποίο κινείται με φορά αντίθετη των δεικτών του ωρολογίου κατά μήκος των Ιταλικών ακτών. Το ρόλο και τη συμμετοχή του ρεύματος αυτού στις υδροιζηματολογικές συνθήκες που επικρατούν έχουν εξηγήσει πολλοί συγγραφείς (CURZI et al., 1983, κλπ.).

#### Η Γύγχρονη Δυναμική Ιζηματογένεση

Η μηχανική διαδικασία της μεταφοράς και της απόθεσης που πραγματοποιείται σήμερα, οφείλεται σε μια σειρά από μεταβλητούς παράγοντες (ρεύματα, άνεμοι, κύματα, κλπ.) και αντανακλά άμεσα στους χαρακτήρες των επιφανειακών ιζημάτων του θαλάσσιου πυθμένα. Η επιφανειακή αυτή διάσπορα-ταξινόμηση των ιζημάτων θεωρείται το αποτέλεσμα κάποιων συγκεκριμένων μηχανικών διαδικασιών.

Από αντίστοιχες μελέτες (ΧΡΟΝΗΣ, 1986; LYKOUSIS and CHRONIS, 1989; ALOISI et al., 1977; VERDAGUER, 1983; CURZI et al., 1983), σχετικές με την ταξινόμηση των επιφανειακών ιζημάτων στις δελταικές πλατφόρμες των περιοχών μελέτης-σύγκρισης, γίνεται φανερό ότι σε γενικές γραμμές ακολουθείται μία ομοιόμορφη διάσπορα από την ακτογραμμή και προς το μέρος της ανοικτής θάλασσας. Συγκεκριμένα, η διαδοχή άμμου στην παράκτια ζώνη του μετώπου δέλτα (βάθη 0 μέχρι 15 ή 20 μέτρα), ηλιτών στο εξωτερικό τμήμα της πλατφόρμας και των υπολειμματικών άμμων κοντά στο όριο της υφαλοκρηπίδας, φαίνεται ότι είναι κανόνας και για τις τέσσερες περιοχές μελέτης σύγκρισης. Η διαφορά φαίνεται να εστιάζεται κυρίως στο εύρος της ζώνης που καλύπτει κάθε μία φάση. Στη δελταική πλατφόρμα του Πάδου, για παράδειγμα, η εμφάνιση των υπολειμματικών άμμων κοντά στο όριο της υφαλοκρηπίδας, καταλαμβάνει μία σημαντική σε έκταση ζώνη, αποτέλεσμα της ισχυρής παρουσίας ρευμάτων και κυματισμών (STEFANON, 1984). Το σημαντικότερο όμως κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα, και στις τέσσερες περιοχές μελέτης-σύγκρισης, είναι η εμφάνιση, στο εσωτερικό τμήμα, σε κάθε δελταική πλατφόρμα, της ιζηματολογικής

ενότητας του "προδέλτα" (ΧΡΟΝΗΣ, 1986; ALOISI et al., 1977; MALDONADO, 1975; CURZI et al., 1983). Η ιζηματολογική αυτή ενότητα είναι γνωστή σαν μία περιοχή όπου οι μηχανικές διαδικασίες μεταφοράς και απόθεσης οφείλονται σε δύο κυρίως παραμέτρους, που είναι η ηλεκτροχημική κροκίδωση (floculation) και οι υδροδυναμικοί παράγοντες (κυματισμοί και ρεύματα). Οι μηχανισμοί αυτοί δημιουργούν ένα είδος πρώιμης ιζηματογένεσης με κύρια χαρακτηριστικά την έντονη εμφάνιση:

- (α) του πλέον λεπτόκκοκου αργιλλικού ορυκτού σμεκτίτη ( $\Phi < 1\mu\text{m}$ ).
- (β) οργανικού άνθρακα (οργανο-ορυκτολογικά συμπλέγματα)
- (γ) ιχνοστοιχείων [μεταφορά - απόθεση, λόγω της ηλεκτροχημικής κροκίδωσης και του ρόλου των υδροξειδίων του σιδήρου (MONACO, 1977)].

Είναι φανερό, ότι η ζώνη του "προδέλτα" είναι μία ζώνη "παγίδευσης" των ιζημάτων στην οποία δημιουργούνται συνθήκες "πρώιμης ιζηματογένεσης". Σε χαμηλά ενεργειακά πεδία (ρεύματα, κυματισμοί) ο σχηματισμός του προδέλτα βρίσκεται στον άξονα εκβολής του ποταμού. Τόσο το προδέλτα του Ροδανού όσο και του Αξιού (Σχήμα 1) βρίσκονται σχεδόν στον άξονα εκβολής των ποταμών. Αντίθετα, οι επιφάνειες των περιοχών σχηματισμού προδέλτα του Εβρου και του Πάδου έχουν μία μικρή μετατόπιση (VERDAGUER, 1983; CURZI et al., 1983) προς νοτιοδυμάς και νότια, αντίστοιχα, συνέπεια της παρουσίας ρευμάτων.

Σε ότι αφορά το "αιωρούμενο υλικό", και στις τέσσερες περιοχές μελέτης-σύγκρισης παρατηρείται (CHRONIS et al., 1988; ALOISI et al., 1982; JERLOW 1958; BRAMBATI et al., 1973) μία κοινή δομή, σε ότι αφορά την κάθετη όσο και την οριζόντια ανάπτυξη της. Η κάθετη ανάπτυξη εμφανίζει μεγάλες συγκεντρώσεις αιωρούμενου υλικού στην επιφάνεια (επιφανειακή νεφελειδής στρώση SNL) και κοντά στον πυθμένα (νεφελειδής στρώση πυθμένα BNL) με έντονους χαρακτήρες στρωμάτωσης. Ενδιάμεσα εμφανίζονται λιγότερο έντονες στρωμάτωσης από πλευράς συνολικού φορτίου αιώρησης. Η δομή αυτή είναι εξαρτημένη από τη γενική υδρολογική εικόνα που εποχιακά μεταβάλλεται. Η οριζόντια ανάπτυξη της χαρακτηρίζεται από την γεωμετρική μορφή ενός πρίσματος, η αποσφήνωση του οποίου πραγματοποιείται προς το εξωτερικό τμήμα της δελταικής πλατφόρμας.

Γενικά, η επιφανειακή νεφελειδής στρώση αποσφηνώνεται πιο γρήγορα από αυτή του πυθμένα. Αυτό οφείλεται κυρίως στην προοδευτική καθίζηση του υλικού που βρίσκεται σε αιώρηση, απομακρυνόμενο από τις εκβολές. Για παράδειγμα, η μείωση του φορτίου της επιφανειακής στρώσεως στη δελταική πλατφόρμα του θερμαικού, είναι της τάξεως του 50% σε απόσταση 5 μιλίων από τις εκβολές του Αξιού (CHRONIS et al., 1987). Ανάλογη περίπτωση είναι και αυτή του Ροδανού όπου έχουμε μία ελάττωση της τάξεως του 75% σε απόσταση 3 μιλίων (PAUC, 1970).

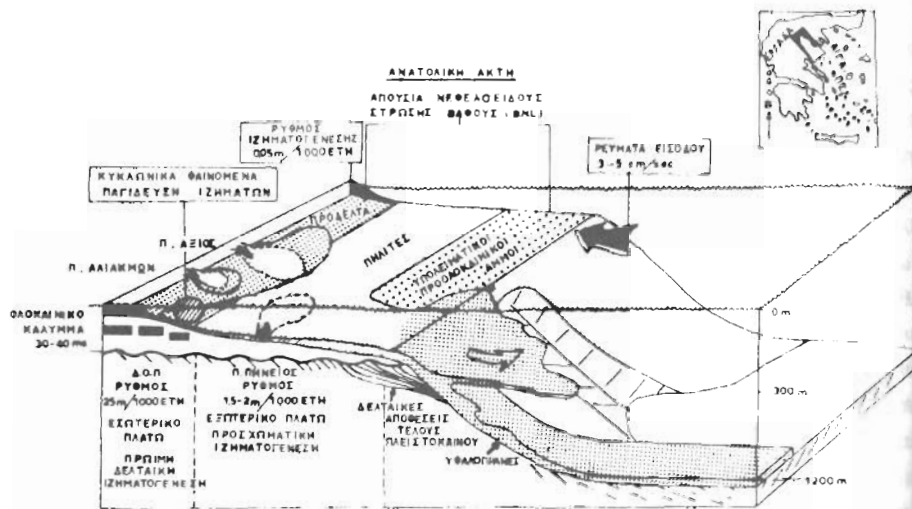
Η νεφελειδής στρώση πυθμένα εμφανίζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Αρχικά

περιγράφηκε (MEAD, 1972) σαν ένα φαινόμενο "επαναίωσης" (resuspension) των επιφανειακών ιζημάτων του πυθμένα, συνέπεια των ρευμάτων βάθους. Οι μετέπειτα μελέτες απέδειξαν (ALOISI et al., 1982) ότι πρόκειται για μια μεταφορά αιωρούμενης ύλης που δημιουργείται μπροστά στις εκβολές των ποταμών, εξαιτίας των φαινομένων ηλεκτροχημικής κροκίδωσης, και στη συνέχεια καθοδηγούμενη από τα επικρατούντα ρεύματα τροφοδοτεί με το χερσογενές κυρίως υλικό τη δελταική πλατφόρμα. Η λύση του προβλήματος διάκρισής της από τα φαινόμενα επαναίωσης πρέπει να αναζητηθεί κυρίως σε επίπεδο ανάλυσης του οργανικού άνθρακα (CAUVET, 1985). Πρόσφατες έρευνες στο θερμαικό (CHRONIS et al., 1988), έδειξαν, ότι μία ορυκτολογική διάκριση, σε επίπεδο αργιλλικών ορυκτών (σχέση σμεκτίτη προς ιλίτη), με σύγχρονη συσχέτιση της παρουσίας χαλαζία, σε όλο το μήκος ανάπτυξης της νεφελειδούς στρώσης, είναι δυνατόν να οδηγήσει σε κάποιες ενδείξεις διάκρισής της από τα φαινόμενα επαναίωσης των ιζημάτων πυθμένα. Σε όλες σχεδόν τις περιοχές μελέτης-σύγκρισης, πλην αυτής του Πάδου, αναφέρεται η σαφής εμφάνιση της νεφελειδούς στρώσης πυθμένα. Στη δελταική πλατφόρμα του Πάδου πιστεύεται (BRAMBATI et al., 1973), ότι λόγω της ύπαρξης ισχυρών υδροδυναμικών διεργασιών, η διάκρισή της από τα φαινόμενα επαναίωσης είναι δύσκολη.

Στο θερμαικό Κόλπο η νεφελειδής στρώση καλύπτει το σύνολο σχεδόν της δελταικής πλατφόρμας, με εξαίρεση τις ανατολικές ακτές (Σχήμα 1). Η απουσία της από το τμήμα αυτό του κόλπου οφείλεται πιθανώς στην ύπαρξη των ρευμάτων εισόδου που προαναφέρθηκαν. Η αποκόληση της πραγματοποιείται κοντά στο όριο της υφαλοκρηπίδας. Η απώλεια φορτίου της από τις εκβολές μέχρι το όριο της υφαλοκρηπίδας είναι της τάξης του 87%.

Στο Ροδανό η ανάπτυξη της νεφελειδούς στρώσης παρουσιάζει ιδιαιτερότητα κοντά στο όριο της υφαλοκρηπίδας όπου εμφανίζονται τα υποθαλάσσια φαράγγια του "Petit-" και του "Grand-Rhone". Τα τελευταία φαίνεται να λειτουργούν σαν κανάλια διοχέτευσης της αιωρούμενης ύλης προς τη λεκάνη που ακολουθεί. Είναι φανερό ότι η ανάπτυξη της νεφελειδούς στρώσης εξαρτάται από τη γενική κυκλοφορία και τη μορφολογία της δελταικής πλατφόρμας.

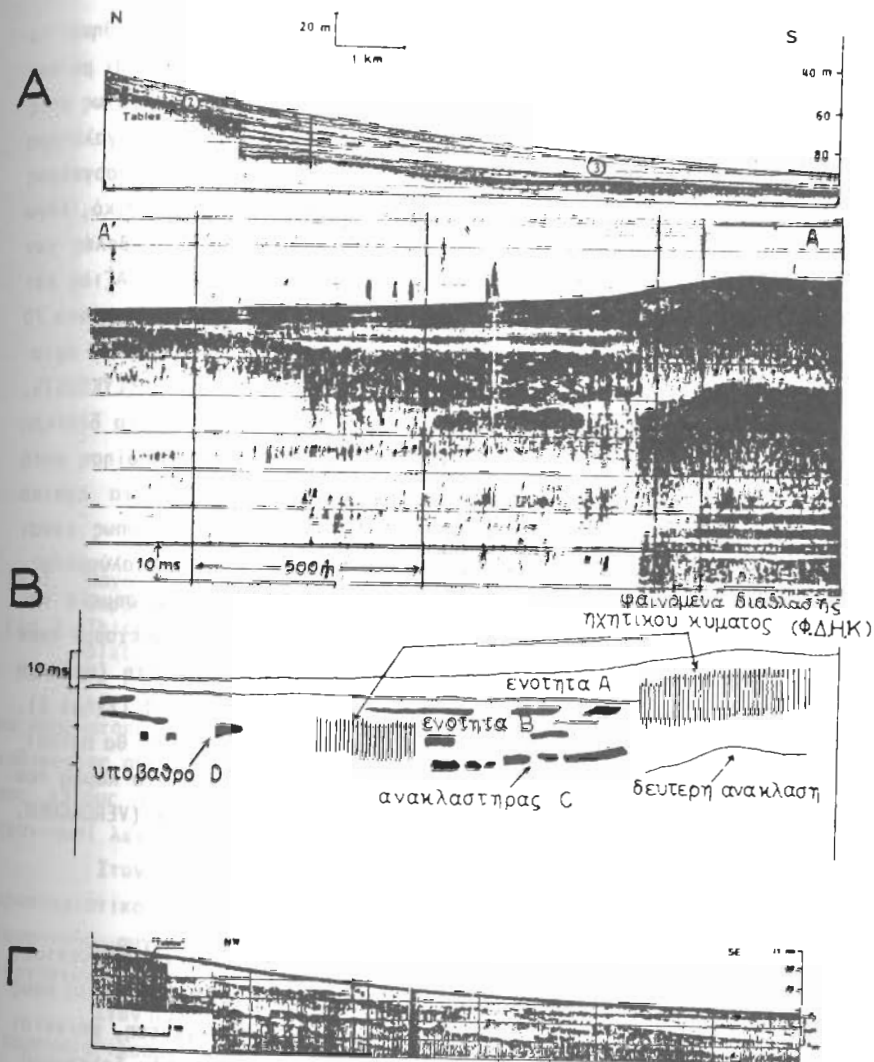
Ένα άλλο φαινόμενο που αναφέρεται μόνο στην περιοχή μελέτης-σύγκρισης του θερμαικού Κόλπου (ΧΡΟΝΗΣ, 1986; BALOPOULOS, 1982) είναι αυτό της, σχετικά συχνής, παρουσίας στροβίλων (κατά κύριο λόγο κυκλωνικών) στη νοτιοδυτική περιοχή του εσωτερικού τμήματος της δελταικής πλατφόρμας. Η εμφάνιση του φαινομένου αυτού έχει σαν συνέπεια την παγίδευση της επιφανειακής νεφελειδούς στρώσης με αποτέλεσμα ένα είδος πρώιμης καθίζησης. Η τελευταία χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη (75%) παρουσία αργίλλων (ΧΡΟΝΗΣ, 1986) και τις υψηλές τιμές (1.82%) οργανικού άνθρακα (VOUSINOU and SATSMADJIS, 1983).



Σχ.1. Ανάπτυξη της νεφελοειδούς στρώσης και φυσικοιζηματολογικές συνθήκες στη δελταϊκή πλατφόρμα του Θερμαϊκού.  
 Fig. 1. Bottom nepheloid layer dispersion and physico-sedimentological conditions in the deltaic platform of Thermaikos.

### Η Πρόσφατη Ολοκαινική Ιζηματογένεση

Και στις τέσσερες περιοχές μελέτης-σύγκρισης, το ολοκαινικό κάλυμμα εμφανίζεται με τα ίδια ακριβώς μορφολογικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά. Κύριο μορφολογικό γνώρισμα του ολοκαινικού καλύμματος είναι η χαρακτηριστική πρισματική του ανάπτυξη με αποσφήνωση από τις εκβολές του ποταμού-τροφοδότη προς το όριο της δελταϊκής πλατφόρμας. Η σεισμική διασκόπηση (3.5 KHz) του ολοκαινικού καλύμματος οδήγησε στην εμφάνιση τριών χαρακτηριστικών ακουστικών ενοτήτων (Σχήμα 2). Η πρώτη (επιφανειακή) ακουστική ενότητα Α αντιστοιχεί σε ένα ανακλαστήρα μεγάλας σχετικό εύρους (σκουρόχρωμη εμφάνιση). Από ιζηματολογικής πλευράς η ακουστική ενότητα αυτή αντιστοιχεί σε ιλιώδεις κυρίως άμους, οι οποίες καλύπτουν κατά κανόνα την περιοχή του δελταϊκού μετώπου (delta front). Η ακουστική ενότητα Β, που ακολουθεί, παρουσιάζεται με τη μορφή μιας διαφανούς σειράς μέσα στην οποία έχουμε την εμφάνιση, σε παράλληλη διακοπόμενη διάταξη, ισχυρών ανακλαστήρων. Η παρουσία των ισχυρών αυτών ανακλαστήρων (σκουρόχρωμων) ελαττώνεται αυξανόμενης της απόστασης από την περιοχή των εκβολών. Από ιζηματολογικής πλευράς η ενότητα Β αντιστοιχεί σε στρώσεις ιλυοαργίλλων (διαφανής ακουστική ενότητα) και ιλυοαμμοδών αποθέσεων (ισχυροί ανακλαστήρες). Η εμφάνιση των παράλληλων αυτών ιλυοαμμοδών αποθέσεων μέσα σε ιλυοαργίλλωδη περιβάλλοντα οφείλεται στη μεταβολή του υδροδυναμικού καθεστώτος που καθόρισε τη μορφή της ιζηματογένεσης σε κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Ακριβώς κάτω από αυτήν την ακουστική ενότητα έχουμε την εμφάνιση ενός ισχυρού



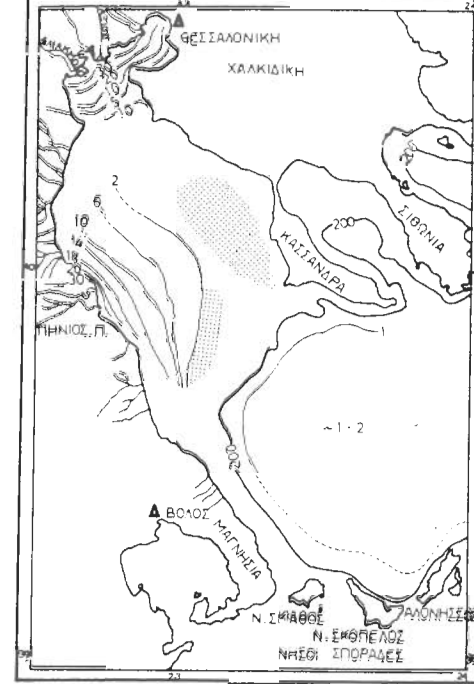
Σχ.2. Αντιπροσωπευτικές σεισμικές τομές (3.5kHz) προδελταϊκών αποθέσεων των ποταμών Ροδανού (Α), Αξιού (Β) και Πάδου (Γ).  
 Fig.2. Representative seismic profile (3.5kHz) across prodelta lobate prisms of Rhone (A), Axios (B) and Po (Γ) rivers.

ανακλαστήρα C (ALOISI et al., 1975; ΧΡΟΝΗΣ, 1986) που αντιστοιχεί στο όριο της ακολουθίας των ολοκαινικών και προολοκαινικών αποθέσεων. Ο ανακλαστήρας αυτός αντιπροσωπεύει μία επιφάνεια διαβρώσεως (erosanture).

Σε όλες σχεδόν τις λιθοσεισμικές τομές (Σχήμα 2) παρατηρήθηκε το φαινόμενο της διάχυσης του ηχητικού κύματος (Φ.Δ.Η.Κ.), το οποίο συνδέεται με την παρουσία αερίων (CHASSEFIER et al., 1970). Το φαινόμενο αυτό απαντάται κυρίως στις περιοχές του "δελταικού μετώπου" και τα προδέλτα όπου έχουμε και τα μεγαλύτερα φαινόμενα συγκέντρωσης παγίδευσης, του πλούσιου σε οργανικές ύλες, χερσογενούς υλικού. Σε ότι αφορά το πάχος του ολοκαινικού καλύμματος, όπως είναι φυσικό, λόγω της πρισματικής-λοβοειδούς ανάπτυξης του, εμφανίζεται μπροστά στις εκβολές των ποταμών. Έτσι στο θερμαϊκό (Σχήμα 3) κυμαίνεται γύρω στα 30 μέτρα (π. Αξιός και π. Πηνειός), στο Ροδανό στα 35 μέτρα, στον Πάδο στα 30 μέτρα και στον Εβρο στα 70 μέτρα (Πίνακας Ι). Η ελάχιστη τιμή (μερικά mm έως cm) σημειώνεται κοντά στο όριο της δελταικής πλατφόρμας, περιοχή εμφάνισης των προολοκαινικών άμμων (LYKOUSIS, 1980). Εξαιρεση αποτελεί ο θερμαϊκός κόλπος, όπου εμφανίζεται κατά μία δεύτερη διεύθυνση ελάττωσης, από δυσμάς προς ανατολάς (Σχήμα 3). Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται τόσο στη γεωμετρία του κόλπου (ημικλειστή) όσο και στα τοπικά υδροδυναμικά φαινόμενα που καθορίστηκαν από τη γενική κυκλοφορία. Όπως είναι φυσικό, η ασύμμετρη αυτή ανάπτυξη του πάχους του ολοκαινικού καλύμματος, διαφοροποιεί τις τιμές του ρυθμού της ιζηματογένεσης, στα διάφορα σημεία της δελταικής πλατφόρμας. Έτσι, στην ανατολική πλευρά του εσωτερικού πλατώ έχουμε έναν ρυθμό της τάξης 0.05 m/1000 έτη, στη δε δυτική πλευρά 2.5 m/1000 έτη (περιοχή εκβολών π. Αξιού) και 1.5-2.0 m/1000 έτη (περιοχή εκβολών π. Πηνειού) (Σχήμα 3). Σε ότι αφορά το ολοκαινικό κάλυμμα της δελταικής πλατφόρμας του Εβρου, θα πρέπει να σημειωθεί, ότι από το χάρτη των ισοπαχών, φαίνεται να υπάρχει μία κάμψη του άξονα ανάπτυξης προς νοτιοδυμάς, οφειλόμενη στη γενική κυκλοφορία (VERDAGUER, 1983).

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αν και οι τέσσερες περιοχές μελέτης-σύγκρισης ανήκουν, σε γενικές γραμμές, σε διαφορετικά γεωδυναμικά περιβάλλοντα, εντούτοις οι ιζηματολογικοί τους χαρακτήρες, που αντιπροσωπεύουν τη σύγχρονη και πρόσφατη ιζηματογένεση, φαίνεται ότι έχουν μία κοινή συνισταμένη, που εκφράζεται από την παρουσία του δελταικού πρίσματος. Το γεωμετρικό ύψος του αποσφηνούμενου αυτού πρίσματος εκφράζει τη χρονική κλίμακα μέσα στην οποία πραγματοποιήθηκε η ολοκαινική ιζηματογένεση. Αντίθετα, η γεωμετρική του επιφάνεια (σημερινή επιφάνεια του βυθού) είναι ο χώρος



Σχ.3. Πάχος Ολοκαινικού καλύμματος (σε μέτρα) στη δελταική πλατφόρμα του θερμαϊκού.

Fig.3. Thickness of Holocene cover (in m) within the Thermaikos deltaic platform.

που πραγματοποιείται η σημερινή ιζηματογένεση. Είναι φανερό, ότι τόσο οι κάθετες διαδικασίες ανάπτυξης του δελταικού πρίσματος, όσο οι οριζόντιες, διέπνυται από τους ίδιους διαχρονικούς μηχανισμούς γένεσης. Οι κοινοί αυτοί διαχρονικοί μηχανισμοί λειτουργούν στους συγκεκριμένους χώρους.

Στον παράκτιο χώρο που καλύπτεται από το "μέτωπο του δέλτα", κύρια χαρακτηριστικά είναι το χονδρόκοκο υλικό της κάλυψης και η πύκνωση της ακουστικής συχνότητας Α. Ο χώρος αυτός θεωρείται χώρος έντονων δυναμικών διεργασιών.

Στον προδελταϊκό χώρο, σε οριζόντια ανάπτυξη, κύρια χαρακτηριστικά είναι η παρουσία ιλυοαργίλλων στην επιφάνεια, οι υψηλές τιμές οργανικού υγθρακα και οι μέτριες υδροδυναμικές συνθήκες. Σε κάθετη ανάπτυξη, κύρια χαρακτηριστικά είναι η εμφάνιση της ακουστικής συχνότητας Β (με την παρουσία παραλλήλων διακοπόμενων ισχυρών ανακλαστήρων) και τα φαινόμενα διαχύσεως του ηχητικού κύματος, οφειλόμενα στην ύπαρξη αερίων. Από υδροδυναμικής πλευράς ο χώρος αυτός θεωρείται χώρος μέτριων δυναμικών διεργασιών που ευνοεί την παγίδευση ιζημάτων.

Στον εξωτερικό χώρο της δελταικής πλατφόρμας, σε οριζόντια ανάπτυξη, κύρια χαρακτηριστικά είναι η μεγάλη παρουσία πηλινών και αργίλλων και η γεωμετρική αποσφήνωση της νεοελλειδούς στρώσης πυθμένα, που οφείλεται στην προοδευτική

ελάττωση της αιωρούμενης ύλης η οποία μεταφέρεται, και η εμφάνιση των προολοκαινικών άμμων. Σε κάθετη ανάπτυξη, κύριο χαρακτηριστικό είναι η επικράτηση της ακουστικής ενότητας Β (χωρίς την παρουσία ενδιάμεσων ισχυρών ανακλαστήρων). Από υδροδυναμικής πλευράς ο χώρος αυτός θεωρείται χώρος γενικά χαμηλών διεργασιών που ευνοεί την καθίζηση λεπτόκοκκων κλασμάτων. Εξαιρέση αποτελεί η ζώνη εμφάνισης των προολοκαινικών άμμων.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALOISI, J.C., BARUSSEAU, J.P., MONACO, A. (1975). Role des facteurs hydrodynamiques dans la sedimentation des plateau continentaux. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 280, 579-582.
- ALOISI, J.C., GOT, E., MONACO, A. (1977). Processus sedimentologiques et pollution marine. Exemple du golfe du Lion. - *Rev. Intern. Oceanogr. Med.*, 47, 73-78.
- ALOISI, J.C., CAMBON J.P., CARBONNE, J. CAUVET, G., MILLOT, C., MANACO, A., PAUC, H., (1982). Origine et role du nepheloide profond dans le transfert des particules au milieu marin. Application au golfe du Lion, *Ocean. Acta*, 5, 4, 481-491.
- BALOPOULOS, E.TH. (1982). Circulation and mixing in the water masses of the N.W. Aegean Sea (Noting effects of waste disposal in Thermaikos Gulf). - *Ph.D. Thesis, Univ. Wales*, 755 pp. (Unpubl.)
- BALOPOULOS, E.TH., COLLINS, M.B. and JAMES, A.E. (1986). Satellite images and their use in the numerical modelling of coastal processes. - *Int. Jour. Rem. Sens.*, 7, 7, 905-919.
- BRAMBATI, A., BREGANT, D., LENARDON, G., STOLFA, D., (1973). Transport and sedimentation in the Adriatic Sea. - *Museo Friulano di Storia Naturale Urbino*, 20, 3-60.
- BOURCART, J., GENNESSEAU, M., KLIMEK, E. (1961). Sur le remplissage des canyons sous-marins de la Mediterranee Francaise. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 252, 3693-3698.
- CAUWET, G. (1985). Dynamique de la matiere organique dans les milieux et polyhalins; son role dans le processus geochemiques aux interfaces. *These d'Etat, Univ. de Perpignan*, 281p.
- CHASSEFIERE, B., PIERROT, S., REBUFFATTI, A. (1970). Etude morphologique et structurale du plateau continental languedocien en soudage sismique continue. - *Rev. Inst. Fr. Petrole*, 24, 6, 731-740.
- CHRONIS, G., NYFFELER, F., BALOPOULOS, E., LYKOUSIS, V., GODET, C.-H., PAPAGEORGIOU, E. (1987). Structure de nepheloide benthique et l' influence de la marge de Thermaikos dans la bassin des Sporades. - *Colloq. Int. Comm. Int. Explor. Sci. Med. Ocean. (Perpignan)*, p24.
- CHRONIS, G., BALOPOULOS, E., LYKOUSIS, V., PAPAGEORGIOU, E. (1988). Les mechanisms d' alimentation du Plateau de Thermaikos (N.O. Mer Egee) par les couches nepheloides. - *4th Congress of the Geological Society of Greece*, May 25-27, Athens.
- CURZI, P., LENA, R., RABBI, E., TOMADIN, L. (1983). Contributo sedimentologico per la caratterizzazione dei fondeli a Scampi in Adriatico. - *Atti. IVo Congr. Assoc. Ital. di Ocean. et Limnol.*, Chiavari.
- GOT, H. and STANLEY, D.J. (1974). Sedimentation in two Catalanian canyons, northwestern Mediterranean. - *Marine Geology*, 16, 91-100.
- JERLOW, N.G. (1958). Distribution of suspended material in the Adriatic Sea. - *Arch. Ocean. Limn., Venezia*, 11, 2, 227-250.
- LACOMBE, H. et TCHERNIA, P. (1972). Caracteres hydrologiques et circulation des eaux en Mediterranee in the Mediterranean Sea, a Natural Sedimentation Laboratory. - *STANLEY D.J. Ed. Dowden Hutchinson and Ross, Stroudsburg Pa*, 25-36.
- LYKOUSIS, V. (1980). Aspects of the modern and Holocene sedimentation in the N.W. Aegean Sea, Greece. *Univ. Wales, MSc. Thesis*, 108 pp. (Unpubl.).
- LYKOUSIS, V. and CHRONIS, G. (1989). Mechanisms of sedimentation and deposition: Sediment sequences and accumulation during the Holocene on the Thermaikos Plateau, The Continental slope and Basin (Sporades basin) NW Aegean Sea, Greece. - *Marine Geology*, 87, 15-26.
- MALDONADO, A. (1975). Sedimentation stratigraphy and development of the Ebro delta Spain. - *In: Delta models for exploration*, Broussard, M.L., Ed., Houston Geol. Soc., 311-338.
- MEAD, R.H. (1972). Sources and sinks of suspended matter on continental shelves. - *In: Shelf Sediment Transport*. Swift, D.J.P., Duane, D.B. and Pilkey, O.H., Eds., Dowden, Hutchinson and Ross Stroudsburg, Pa. 11, 249-262.
- MILLOT, C. (1982). La dynamique du plateau continental du golfe du Lion en ete. - *These d'Etat, Univ. de Paris*, 72, 175 p.
- MONACO, A. (1977). Geochimie des milieux d'estuaire: comparaison entre les suspensions fluviales et les depots prodeltaiques de l'Aude. - *Chem. Geol.*, 20, 45-55.
- MONACO, A., ALOISI, J.C., GOT, H., MEAR, Y. et BELLAICHE, G. (1983). Sedimentogenese en mediterrannee nord-occidentale. - *Petrole et Techniques*, 299, 36-44.
- NIELSEN, B.W. (1912). Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. - *Rep. of the Danish Ocean. Exped. 1908-1910, Copenhagen*, 1, 77-192.
- PAUC, H. (1970). Contribution a l'etude dynamique et structural des suspensions solides au large de l'embouchure du Grand-Rhone. - *These 3eme Cycle, Univ. Perpignan*, 126p.
- STANLEY, D.J. (1977). Post-Miocene depositional patterns and structural displacement in the Mediterranean. - *In: The ocean Basins and Margins*. MAIRN, A.E.M., KANES, W.H. and STEHLI, F.G., Eds., Plenum Press, New York and London, 77-130.
- STEFANON, A. (1984). Sedimentologia del mare Adriatico: rapporti tra erosione e sedimentazione olocenica. - *Boll. Ocean. Teor. appl.*, 2, 4, 281-324.
- VERDAGUER, A. (1983). La plataforma continental silicoclastica del Ebro (Meditarraaneo Nor-occidental) Un modelo sedimentario. - *Tesis Univ. de Barcelona*, 422p.
- VOUTSINOY, F.G. and SATSMADJIS, J. (1983). Metals in polluted sediments from Thermaikos Gulf. - *Mar. Poll. Bull.* 14, 234-236.
- ΧΡΟΝΗΣ, Γ. (1986). Η Συγχρονη δυναμική και η πρόσφατη ολόκαινη ιζηματογένεση στο εσωτερικό πλατώ του θερμαϊκού κόλπου. - *Δεκαετησίως Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Πανεπ. Αθηνών*, 1-228.