

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΙΩΝ ΔΕΛΤΑ ΚΑΙ Η
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ



Πτυχιακή εργασία του φοιτητή Γαλιατσάτου Πέτρου

Αθήνα, Φεβρουάριος 2007

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΙΩΝ ΔΕΛΤΑ ΚΑΙ Η
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ

Πτυχιακή εργασία του φοιτητή Γαλιατσάτου Πέτρου

Μέλη Τριμελούς Επιτροπή: Καρύμπαλης Ευθύμιος, Λέκτορας

(Επιβλέπων Καθηγητής)

Χαλκιάς Χρήστος, Λέκτορας

Παρχαρίδης Ισαάκ, Λέκτορας

Αθήνα, Φεβρουάριος 2007

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Ορισμός.....	1
1.2 Ανθρώπινη Δραστηριότητα.....	4
1.3 Διαμόρφωση των ποτάμιων δέλτα.....	5
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΛΤΑ.....	6
2.1 Χαρακτηριστικά ποτάμιας παροχής.....	6
2.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά δέλτα.....	9
2.3 Δελταϊκή πεδιάδα.....	10
2.4 Μέτωπο δέλτα (delta front).....	11
2.5 Προδέλτα (prodelta).....	12
3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΝΟΣ ΔΕΛΤΑ. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.....	12
4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΔΕΛΤΑ.....	29
4.1 Δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τις ποτάμιες διεργασίες.....	30
4.2 Δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τον κυματισμό.....	31
4.3 Δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τις παλίρροιες.....	33
5. ΔΕΛΤΑΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΚΑΙ ΥΠΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ.....	37
5.1 Δομή ενός δέλτα.....	37

5.2 Περιβάλλον των κορυφαίων αποθέσεων (topsets). Υποπεριβάλλοντα.....	39
5.3 Περιβάλλον των κυρίως αποθέσεων του δελταϊκού μετώπου (foresets).....	46
5.4 Περιβάλλον λασπών της πλατφόρμας (shelf mud environment) ή βαθύτερες προδελταϊκές αποθέσεις (bottomsets).....	46
6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΔΕΛΤΑ ΣΤΟ ΟΛΟΚΑΙΝΟ.....	46
7. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΕΛΤΑΙΚΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ.....	49
7.1 Δέλτα δομούμενα από ιζήματα φορτίου κοίτης.....	50
7.2 Δέλτα αποτελούμενα από ιζήματα αιωρούμενου φορτίου.....	52
8. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΝΟΣ ΔΕΛΤΑ.....	58
9. ΔΕΛΤΑΙΚΑ ΡΙΠΙΔΙΑ (fan deltas).....	61
9.1 Γενικά.....	61
9.2 Σύστημα τροφοδοσίας των δελταϊκών ριπιδίων (feeder system).....	61
9.3 Μορφολογία των δελταϊκών ριπιδίων.....	62
10. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΕΛΤΑ.....	65
10.1 Διερεύνηση σχέσης εμβαδού λεκάνης απορροής – εμβαδού δέλτα.....	69
11. ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΔΕΛΤΑ.....	72
11.1 Γενικά.....	72
11.2 Ο Παράγοντας άνθρωπος στην ανάπτυξη των ελληνικών δέλτα.....	74
12. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΖΩΝΩΝ.....	75
12.1 Υγρότοποι.....	75
12.2 Παράκτιες ζώνες.....	83
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Πίνακες

4,1. Χαρακτηριστικά των μεγαλύτερων δέλτα της γης και των αντίστοιχων ποταμών.

10,1. Λόγοι εμβαδόν δέλτα/εμβαδόν λεκάνης, στοιχεία παροχής και στερεοπαροχής σε αιώρηση για οκτώ ελληνικά και τρία μεγάλα δέλτα της Μεσογείου.

10,2. Έκταση λεκάνης απορροής, έκταση δέλτα και μήκος δελταϊκής ακτογραμμής για τα μεγαλύτερα δέλτα του Ελληνικού χώρου.

10,3. Προέλασης και/ή υποχώρησης των δελταϊκών πεδιάδων πέντε ελληνικών δέλτα για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους παρατήρησης. Σε ορισμένους δελταϊκούς σχηματισμούς παρατηρείται τόσο προέλαση σε ορισμένα υπο-περιβάλλοντα, όπως είναι οι ενεργές εκβολές, όσο και υποχώρηση κυρίως σε περιοχές εγκαταλελειμμένων παλαιών εκβολών. Η τελευταία στήλη περιέχει τους ρυθμούς προέλασης ή υποχώρησης για τις αντίστοιχες χρονικές περιόδους παρατήρησης.

Σχήματα

1,1. Υπερτιθέμενοι λοβοί, από την συνένωση των οποίων σχηματίζεται το δελταϊκό Ολοκαινικό σύμπλεγμα του Μισισσιπι (KOLB AND VAN LOPIK 1958, COLEMAN 1976).

1,2. Σχηματική απεικόνιση των διεργασιών που παίζουν κύριο ρόλο στη διαμόρφωση των ποτάμιων δέλτα.

2,1. Οι τρεις τύποι ροής που παρατηρούνται στις εκβολές των ποταμών ανάλογα με τις διαφορές πυκνότητας μεταξύ του νερού του ποταμού και του νερού της λεκάνης υποδοχής που μπορεί να είναι μια λίμνη ή μια θαλάσσια λεκάνη - ωκεανός.

2,2. Σχηματική απεικόνιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός δέλτα.

3,1. Ταξινόμηση των δέλτα με βάση την απόθεση σε ίζημα από μέρους του ποταμού (ποτάμιο καθεστώς), την κυματική ενέργεια και το εύρος της παλίρροιας (GALLOWAY, 1975).

3,2. Σχηματικό διάγραμμα των ομόπυκνων απορροών και των αναβαθμών των στομίων των ποταμών τύπου GILBERT. (WRIGHT, 1977).

3,3. Κατά μήκος τομή στο στόμιο εκβολής τον SOUTH PASS, α) κατά τη διάρκεια χαμηλού ποτάμιου καθεστώτος, όπου η σφήνα του αλμυρού νερού εισβάλλει στο κανάλι και β) σε ψηλό ποτάμιο καθεστώς, όπου η αλμυρή σφήνα εξωθείται από το κανάλι, ενώ παρατηρούνται φαινόμενα τριβής της κοίτης τον ποταμού. Το ίζημα που εναποτίθεται κάτω από αυτή τη σφήνα επί το πλείστον αποβάλλεται κατά τη διάρκεια μεγάλης ροής. Οι αριθμοί αναφέρονται στις τιμές αλατότητας (WRIGHT AND COLEMAN. 1977).

3,4. Περίπτωση ποτάμιων εκροών σε εποχές πλημμυρίδος του ποταμού. Επικρατούν τα φαινόμενα τριβής της κοίτης (BEDFRICTION) και αποτίθεται ένα "ενδιάμεσο γήπεδο" (MIDDLE GROUND), το στόμιο εκβολής (WRIGHT 1977).

3,5. Κάτοψη και κάθετη τομή των υπόπυκνων εκροών των ποταμών, όπου έχουμε έντονη την επίδραση των δυνάμεων επίπλευσης. Σχηματισμός χαρακτηριστικών αναβαθμών (BARS) του στομίου τους.

3,6. Επίδραση των ισχυρών παλίρροιακών ρευμάτων στην απόθεση και μορφολογία των στομίων εκβολής των ποταμών, (WRIGHT, 1977).

3,7. Επίδραση του βάθους του νερού της λεκάνης εκροής στο δέλτα του COLORADO στη λίμνη MEAD (1948), το δέλτα του Ροδανού στη λίμνη LEMAN (1967) και στο δέλτα του Ρήνου στο BODENSEE (1961). Καθώς το δέλτα αναπτύσσεται στα βαθύτερα νερά, ο ρυθμός της προέλασής του μειώνεται και τα δελταϊκά ιζήματα παχαίνουν. Το δέλτα του Ρήνου σχηματίστηκε σε 76 χρόνια (1885-1961), του COLORADO σε 13 χρόνια (1935-1948) ενώ του Ροδανού παραμένει άγνωστο. (COULD 1960, HOUBOLT 1969, MULLER 1966).

3,8. Καμπύλες συσχέτισης ύψους-ηλικίας, που έγιναν με βάση τη σύγκριση των θαλάσσιων αναβαθμίδων στον Κορινθιακό, (από διάφορες τομές ξηράς), σε σύγκριση με τα χαμηλά PEAKS του (υψηλή στάθμη θάλασσας), της καμπύλης του ωκεάνειου ισοτόπου του οξυγόνου (κάτω). Η ισοτοπική καμπύλη δόθηκε από τον IMBRIE ET AL (1984). (KERAUDREN ET SOREL. 1987).

4,1. Ταξινόμηση των δέλτα βάσει των τριών κύριων διεργασιών διαμόρφωσής τους: ποτάμια τροφοδοσία, κυματική ενέργεια και παλίρροιες (Galloway, 1975).

4,2. Χάρτης του δέλτα του ποταμού Sao Francisco. Θεωρείται τυπικό δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τον κυματισμό.

4,3. Γεωγραφική κατανομή των μεγαλύτερων δελταϊκών σχηματισμών της γης. Είναι φανερό ότι ποτάμια δέλτα εμφανίζονται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και σε όλες τις κλιματικές ζώνες της γης.

4,4. Το πρισματικό διάγραμμα ταξινόμησης δέλτα των Orton & Reading (1993). Στην ταξινόμηση αυτή εκτός των διεργασιών διαμόρφωσης λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος των κόκκων των δελταϊκών αποθέσεων.

5,1 . Δελταϊκά υποπεριβάλλοντα. Ταξινόμηση.

5,2. Σχηματικό διάγραμμα των αμμωδών επικαλυμμάτων του LAFOURCHE δέλτα του Μισισσιπιή. (REINECK, 1970, B).

5,3. α. Χαρακτηριστικές μορφές των δακτυλοειδών αμμωδών αναβαθμών και των συνοδών τους φάσεων (FISK, 1961-τροποποίηση COULD, 1970).

β. Σχηματική κάθετη τομή με τις διάφορες αποθέσεις τον δέλτα τον GUADALUP και τις μεταξύ τους σχέσεις (DONALDSON, 1970).

7,1. Υποθετικό σχήμα ενός δέλτα τύπου GILBERT (A,B). Επιδράσεις (C) στην κλίση των δελταϊκών FORESETS με την αύξηση της ταχύτητας του ρεύματος. Τα εστιγμένα σημεία πάνω από το ιζήμα, δείχνουν την ποσότητα του αιωρούμενου ιζήματος που αναστηκόνεται πάνω από την στρώση. Τα σχήματα με τα βέλη συσχετίζουν την ταχύτητα του ρεύματος και το ύψος.

1. Επίπεδα FORESETS που εφάπτονται με οξεία γωνία με τα BOTTOMSETS. Μικρής ταχύτητας ρεύματα.
2. FORESETS ακόμα επίπεδα, με ρυτιδώσεις, λίγο πιο έξω από το κανάλι. Ταχύτητες ρευμάτων κατά τι μεγαλύτερες από την περίπτωση 1.
3. Εφαπτομενική κατώτερη επαφή των κεκλιμένων FORESETS με το υπόβαθρο.
4. FORESETS με εφαπτομενική κατώτερη επαφή. Ταχύτατα ρεύματα.

7,2. Συσχέτιση των δελταϊκών φάσεων. Σχηματικό διάγραμμα (FRAZTER, 1967).

7,3. Σχηματικό διάγραμμα του δακτυλοειδούς αμμώδους αναβαθμού στο δέλτα του Μισσισιπι (REINECK, 1970).

8,1. Αποθετικό μοντέλο για αναδευμένες δελταϊκές άμμους που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια της καταστροφικής φάσης της εξέλιξης του δέλτα. (SAXENA AND EERM, 1976).

8,2. α. Υποθετική εγκάρσια τομή (παράλληλα στην ακτή) των υποθαλάσσιων δελταϊκών αποθέσεων τύπου δέλτα- Ροδανού.

β. Υποθετική τομή που παρουσιάζει δελταϊκές αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια μιας γρήγορης ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας (VAN STRAATEN, 1960).

9,1. Τα μορφολογικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των τριών τύπων δελταϊκών ριπιδίων.

Χάρτες

10,1. Χάρτης της Ελλάδας με τις σημαντικότερες ανθρώπινες κατασκευές, τους υγρότοπους και τα μεγαλύτερα ποτάμια δέλτα.

Φωτογραφίες

1,1. Δορυφορική φωτογραφία του δέλτα του ποταμού Λένα.

1,2. Δορυφορική εικόνα του δέλτα του ποταμού Νείλου.

1,3. Δορυφορική εικόνα του δελταϊκού συμπλέγματος των ποταμών Γάγγη και Βραχμαπούτρα.

4,1. Δορυφορική φωτογραφία του δέλτα του ποταμού Μισισσιπή. Θεωρείται αντιπροσωπευτικό "bird s foot" δέλτα με κυρίαρχη διεργασία διαμόρφωσης την ποτάμια τροφοδοσία.

4,2. Δορυφορικές φωτογραφίες του δελταϊκού συμπλέγματος των ποταμών Γάγγη και Βραχμαπούτρα, α) του ανατολικού ενεργού δέλτα β) του δυτικού εγκαταλελειμμένου δέλτα. Θεωρείται τυπικό δέλτα με κυρίαρχη διεργασία διαμόρφωσης τις παλίρροιες.

12,1. Υγρότοπος στο δέλτα του Βόλγα.

Διαγράμματα

1. Διάγραμμα απεικόνισης της σχέσης του εμβαδού των δέλτα των μεγαλύτερων ποταμών του κόσμου, σε συνάρτηση με το εμβαδόν των λεκανών απορροής τους.
2. Διάγραμμα απεικόνισης της σχέσης του εμβαδού των δέλτα οχτώ (8) ελληνικών ποταμών, σε συνάρτηση με το εμβαδόν των λεκανών απορροής τους.
3. Διάγραμμα απεικόνισης της σχέσης του εμβαδού των δέλτα ορισμένων ελληνικών ποταμών χωρίς να συμπεριλαμβάνεται πλέον ο ποταμός Πηνειός, σε συνάρτηση με το εμβαδόν των λεκανών απορροής τους.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια της πτυχιακής με τίτλο «Παράγοντες Διαμόρφωσης των Ποτάμιων Δέλτα και η Σημασία τους» θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, Λέκτορα του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια της υλοποίησης της έως και στην τελική της διαμόρφωση.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Λέκτορες του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου Χαλκιά Χρήστο και Παρχαρίδη Ισαάκ για την συμβολή τους στην ολοκλήρωση αυτή της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη έχει ως σκοπό την καταγραφή των παραγόντων που επηρεάζουν την ανάπτυξη και μορφολογία των ποτάμιων δέλτα. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής επισημαίνεται η ανθρώπινη επεμβατική δραστηριότητα και το νομικό πλαίσιο για την προστασία των παράκτιων ζωνών που αφορούν στο περιβάλλον των ποτάμιων δέλτα και των υδροτόπων που αναπτύσσονται σε αυτούς καθ'όλο. Επίσης, αναλύεται η δομή των δέλτα και το σύνολο των δελταϊκών περιβαλλόντων και υποπεριβαλλόντων καθώς και η ταξινόμηση τους με βάση τις ποτάμιες διεργασίες, τον κυματισμό και τις παλίρροιες. Η ανάπτυξη τους στο Ολόκαινο και τα στρωματογραφικά μοντέλα των δελταϊκών αποθέσεων αποτελούν σημαντικό σημείο της μελέτης αυτής που εξετάζει αναλυτικά τη δομή τους από ιζήματα αιωρούμενου φορτίου και φορτίου κοίτης. Επιπλέον, γίνεται μία ανασκόπηση των ιζηματολογικών και δυναμικών τους μοντέλων.

Ωστόσο, στην παρούσα πτυχιακή εργασία επιχειρείται μια προσπάθεια εξαγωγής χρήσιμων συμπερασμάτων και διερεύνησης των σχέσεων της έκτασης των λεκανών απορροής και την αντίστοιχη έκταση των δέλτα που αναπτύσσονται στις εκβολές ποταμών ανά τον κόσμο. Συλλέχθηκαν δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των δέλτα ανά τον κόσμο και σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα. Επιπλέον, σχεδιάστηκε η γραμμή τάσης και υπολογίστηκε η εξίσωση της μορφής $y = ax + b$ που συνδέει την έκταση της λεκάνης με εκείνη του δέλτα. Ανάλογη εργασία πραγματοποιήθηκε και για τα μεγαλύτερα δέλτα της Ελλάδας. Διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της έκτασης των λεκανών απορροής και της έκτασης των δελταϊκών σχηματισμών. Οι λόγοι των εμβαδών για τα ελληνικά ποτάμια είναι συγκρίσιμοι με τους αντίστοιχους λόγους των μεγαλύτερων ποταμών του κόσμου.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to record factors that influence the growth and the morphology of river deltas. Additionally, human impacts on the delta's ecosystems are mentioned while the legal frame for the protection of the coastal zone, wetlands and river deltas environment is reported.

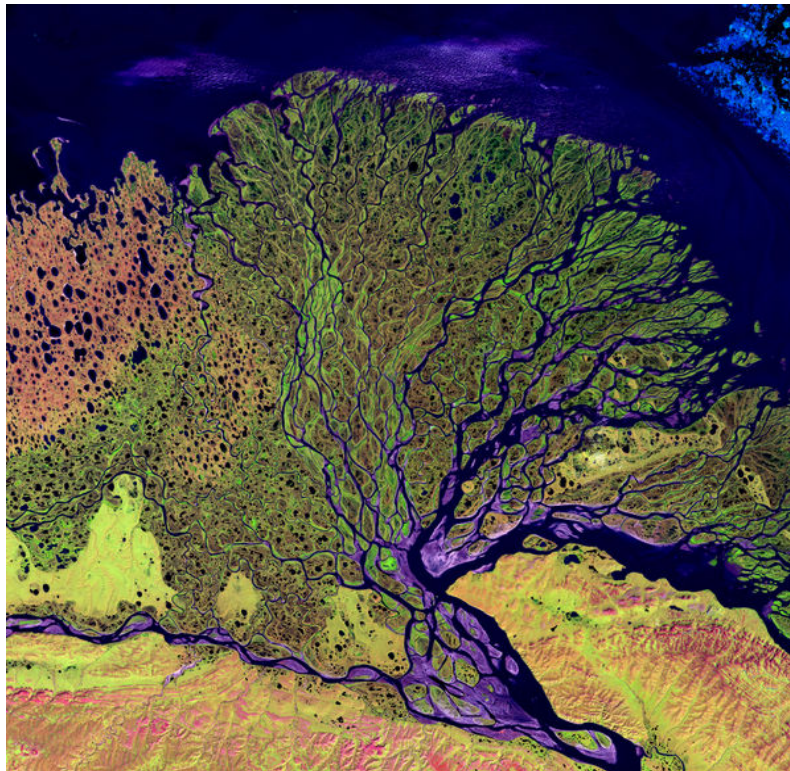
In addition, the river delta structure as well as the deltaic environments and sub environment is analyzed. The river delta's classification according to the fluvial processes, wave activity and tides is studied. A significant part of this study deals with sedimentary models of the deltaic deposits and its sedimentary and dynamic models.

In this study an attempt is made to conclude useful information about the correlation between drainage basin area and delta area. River delta data where collected from all over the world and correlation diagrams were drawn. Additionally the trend line was constructed and the equation $y = ax + b$ was calculated. The same study was carried out for some of the most extensive Greek river deltas. A positive relation between drainage basin area and delta area was established. The ratio between basin area and delta area for the Greek deltas are analogous to those of the biggest rivers of the world.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός Δέλτα

Ο όρος δέλτα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Ηρόδοτο γύρω στο 4 π.χ. για να περιγράψει τις αλλουβιακές αποθέσεις του ποταμού Νείλου στο στόμιο της εκβολής του. Σήμερα ο όρος περιλαμβάνει χαρακτηριστικές μορφές απόθεσης που δημιουργούνται σε περιοχές ποτάμιων εκβολών, όταν ο ρυθμός προσφοράς ιζήματος από το ποτάμι είναι ταχύτερος από το ρυθμό απομάκρυνσής του από τις θαλάσσιες διεργασίες.



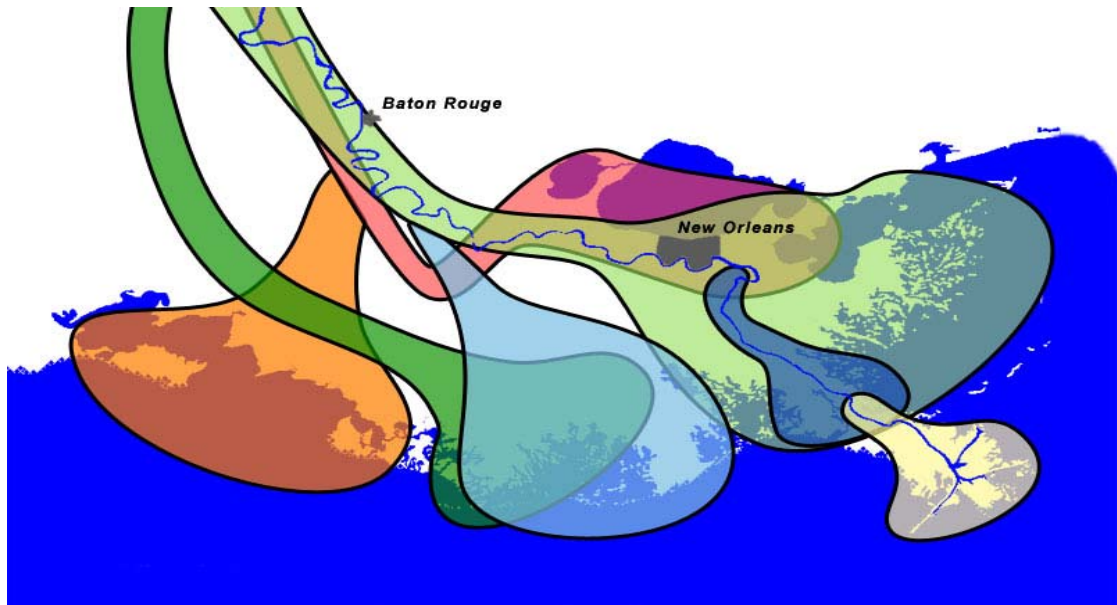
Φωτ. 1,1. Δορυφορική φωτογραφία του δέλτα του ποταμού Λένα.

Είναι γεγονός ότι πολλοί ποταμοί δεν κατασκευάζουν καθόλου δέλτα, αλλά αποτελούνται από ιζήματα που εναποτέθηκαν στην άκρη του καναλιού τους, εξ ολοκλήρου κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Επίσης πολλά δέλτα, δεν αποτελούν τις κλασσικές τριγωνικές περιοχές ξηράς.



Φωτ. 1,2. Δορυφορική εικόνα του δέλτα του ποταμού Νείλου.

Κατά μία γενική άποψη λοιπόν μπορούμε να ορίσουμε τη δελταϊκή ενότητα σαν ένα λοβωτό σώμα, που αποτελείται από ιζήματα τα οποία έχουν μεταφερθεί στο τέλος του καναλιού του ποταμού από το ρεύμα νερού του και που έχει εναποτεθεί κατά το μεγαλύτερο μέρος του υποθαλάσσια, αλλά και κατά ένα μικρότερο μέρος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Έτσι ακριβέστερα, ορίζεται η ενότητα που είναι γνωστή σαν λοβός.



Σχήμα 1,1. Υπερτιθέμενοι λοβοί, από την συνένωση των οποίων σχηματίζεται το δελταϊκό Ολοκαινικό σύμπλεγμα του Μισσισσιπή (KOLB AND VAN LOPIK 1958, COLEMAN 1976).



Φωτο. 1,3. Δορυφορική εικόνα του δελταϊκού συμπλέγματος των ποταμών Γάγγη και Βραχμαπούτρα.

Η κοινωνικοοικονομική σπουδαιότητα των δέλτα είναι πολύ μεγάλη. Απετέλεσαν πόλο έλξης για την εγκατάσταση πληθυσμών από την αρχαιότητα. Σήμερα αποτελούν περιοχές που συγκεντρώνουν σημαντικό μέρος της γεωργικής, τουριστικής και αλιευτικής δραστηριότητας. Επιπλέον οι δελταϊκές αποθέσεις συγκεντρώνουν το συνδυασμό ευνοϊκών συνθηκών για το σχηματισμό των υγρών και αερίων υδρογονανθράκων. Τα δελταϊκά ιζήματα συχνά εμπεριέχουν οργανικές αποθέσεις όπως τύρφη και ορυκτούς άνθρακες που μπορούν να αποτελέσουν την πηγή για τη δημιουργία πετρελαίου και φυσικού αερίου. Επιπλέον υπάρχουν μεγάλου πάχους αποθέσεις άμμου με ικανοποιητικό αριθμό κενών (πορώδους) που μπορούν να λειτουργήσουν σαν παγίδες (χώροι αποθήκευσης) υδρογονανθράκων. Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η περιβαλλοντική σπουδαιότητα των ποτάμιων δέλτα. Φιλοξενούν υγρότοπους μεγάλης οικολογικής σημασίας που συγκεντρώνουν σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας.

1.2 Ανθρώπινη δραστηριότητα και Δέλτα

Οι περιοχές των ποτάμιων δέλτα προσέλκυαν ανέκαθεν τον άνθρωπο. Αυτό οφείλεται σε πολλούς λόγους μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται:

Η ήπια τοπογραφία. Τα δέλτα χαρακτηρίζονται από ένα ομοιόμορφο, χαμηλό και ομαλό ανάγλυφο, το οποίο καθιστούσε ανέκαθεν εύκολη την επικοινωνία μεταξύ των περιοχών εντός του δέλτα.

Η ανάπτυξη εύφορων εκτάσεων. Οι πλημμύρες στην δελταϊκή πεδιάδα τροφοδοτούν το έδαφος με ιλύ κάνοντάς το όλο και πιο εύφορο. Για το λόγο αυτό τα δέλτα αποτελούν περιοχές που προσφέρονται για γεωργικές καλλιέργειες. Η οικονομία πολλών χωρών βασιζόταν ανέκαθεν στη γεωργική εκμετάλλευση δελταϊκών περιοχών. Παράδειγμα αποτελεί το δέλτα του Νείλου που στήριζε και συντηρούσε τις δυναστείες των Αιγυπτίων για χιλιάδες έτη.

Η δυνατότητα κατασκευής εγχειοβελτιωτικών έργων. Η σχεδίαση και υλοποίηση έργων αποξήρανσης και αποστράγγισης των υγρότερων περιοχών της δελταϊκής πεδιάδας όπως είναι τα έλη, οι βάλτοι, οι αβαθείς λίμνες και οι

λιμνοθάλασσες, μπορεί να αυξήσει σημαντικά την έκταση της εύφορης γεωργικής γης.

Το εμπόριο. Τα ποτάμια που δημιουργούν τα μεγαλύτερα δέλτα του κόσμου συνήθως είναι, σε ένα μεγάλο μήκος της διαδρομής τους, πλωτά λόγω του μεγάλου τους μήκους και πλάτους. Μεγάλα λιμάνια έχουν εγκατασταθεί σε δελταϊκές περιοχές για τη μεταφορά προϊόντων και κυρίως των αγαθών που παράγονται στο ίδιο το δέλτα. Αυτό δεν ισχύει για τη χώρα μας όπου τα ποτάμια είναι ορεινού χαρακτήρα με μεγάλη κλίση κοίτης και σημαντικές εποχιακές διακυμάνσεις στην παροχή. Οπότε δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίησή τους για τη διακίνηση και μεταφορά προϊόντων.

1.3 Διαμόρφωση των ποτάμιων δέλτα

Ο σχηματισμός των δέλτα είναι αποτέλεσμα συνδυασμού πολλών παραγόντων. Για να δημιουργήσει ένας ποταμός δέλτα στις εκβολές του πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Αφενός είναι η προσφορά ιζήματος από το ποτάμι που έχει να κάνει με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο της λεκάνης απορροής (κλιματικές συνθήκες, είδος και πυκνότητα της βλάστησης, ανθρώπινες ενέργειες όπως κατασκευή φραγμάτων, λιθολογική σύσταση και τεκτονική καταπόνηση των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή) αφετέρου η ύπαρξη κατάλληλων συνθηκών στη θαλάσσια λεκάνη “υποδοχής” των ιζημάτων (χαμηλή κυματική ενέργεια, μικρό σχετικά βάθος, μικρό εύρος παλίρροιας, ευνοϊκά παράκτια ρεύματα και γεωμετρία κλειστού κόλπου).

Τα δέλτα αποτελούν φυσικά συστήματα που μεταβάλλονται δυναμικά και ανταποκρίνονται άμεσα ή έμμεσα σε κάθε μεταβολή που συντελείται τόσο εντός των λεκανών απορροής όσο και τις διακυμάνσεις των παράκτιων διεργασιών.



Σχήμα 1,2. Σχηματική απεικόνιση των διεργασιών που παίζουν κύριο ρόλο στη διαμόρφωση των ποτάμιων δέλτα.

2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΛΤΑ

2.1 Χαρακτηριστικά ποτάμιας παροχής

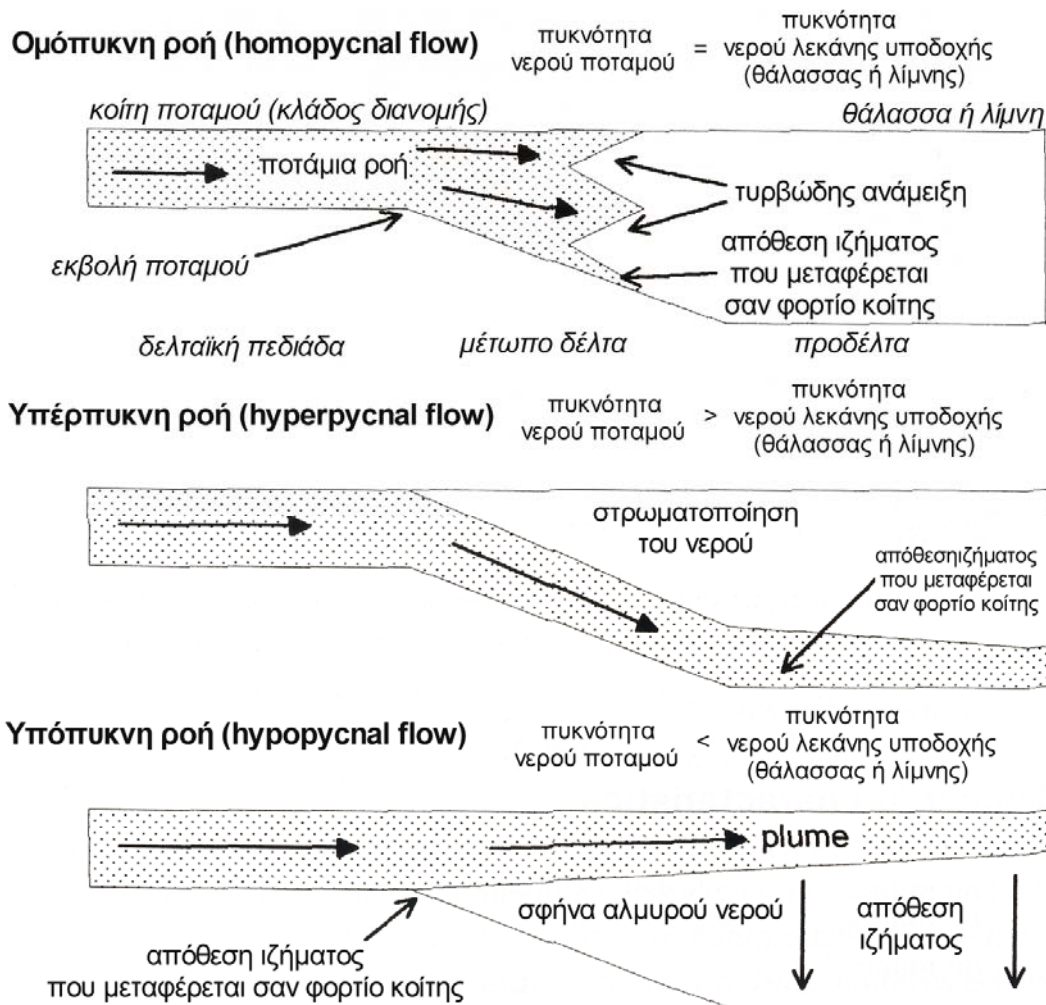
Ο τρόπος με τον οποίο το νερό και το ίζημα του ποταμού εισέρχεται και με το νερό της λεκάνης υποδοχής καθορίζεται από πολύπλοκους παράγοντες όπως είναι η διαφορά πυκνότητας μεταξύ του γλυκού νερού του ποταμού αλμυρού νερού της θάλασσας ή του νερού της λίμνης στην οποία εκβάλλει, το είδος του ιζήματος και τη συγκέντρωσή του, τα βάθη του νερού, ο όγκος της παροχής του νερού και η ταχύτητα

ροής του ποταμού (Reading and Collinson, 1996). Αυτά με τη σειρά τους επηρεάζουν:

- * την αδράνεια (inertia) της ποτάμιας ροής, που είναι η ικανότητα του νερού του ποταμού να συνεχίσει να ρέει εντός της θάλασσας πριν σταματήσει να κινείται.
- * την τριβή (friction) μεταξύ του ρέοντος νερού και του δαπέδου και των πλευρών της κοίτης του ποταμού και του θαλάσσιου πυθμένα πέρα από τις εκβολές.
- * την άνωση - ικανότητα επίπλευσης (buoyancy) του νερού του ποταμού που καθορίζεται από την πυκνότητα και/ ή τις διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του νερού του ποταμού και της λεκάνης υποδοχής.

Η άνωση - επίπλευση θεωρείται μεγάλης σημασίας για την ανάπτυξη των δέλτα στις εκβολές των ποταμών. Έχουν αναγνωριστεί τρία καθεστώτα ροής που ελέγχονται από την άνωση -επίπλευση. Αυτά τα είδη ροής είναι τα ακόλουθα:

- *Ομόπυκνη ροή (homopycnal flow)*. Αυτή συμβαίνει όταν η πυκνότητα του νερού του ποταμού και του νερού της υδάτινης λεκάνης υποδοχής είναι σχεδόν ίδια. Το ίζημα υφίσταται στροβιλώδη ανάμειξη στις ποτάμιες εκβολές και η απόθεση του μεγαλύτερου ποσού των υλικών και ιδιαίτερα αυτού που μεταφέρεται σαν φορτίο κοίτης (bedload) συμβαίνει κυρίως σ' αυτή την περιοχή. Αυτό το είδος ροής είναι χαρακτηριστικό στα δέλτα που σχηματίζονται σε λίμνες γλυκών νερών και είναι σπάνιο σε θαλάσσια περιβάλλοντα.



Σχήμα 2,1. Οι τρεις τύποι ροής που παρατηρούνται στις εκβολές των ποταμών ανάλογα με τις διαφορές πυκνότητας μεταξύ του νερού του ποταμού και του νερού της λεκάνης υποδοχής που μπορεί να είναι μια λίμνη ή μια θαλάσσια λεκάνη - ωκεανός.

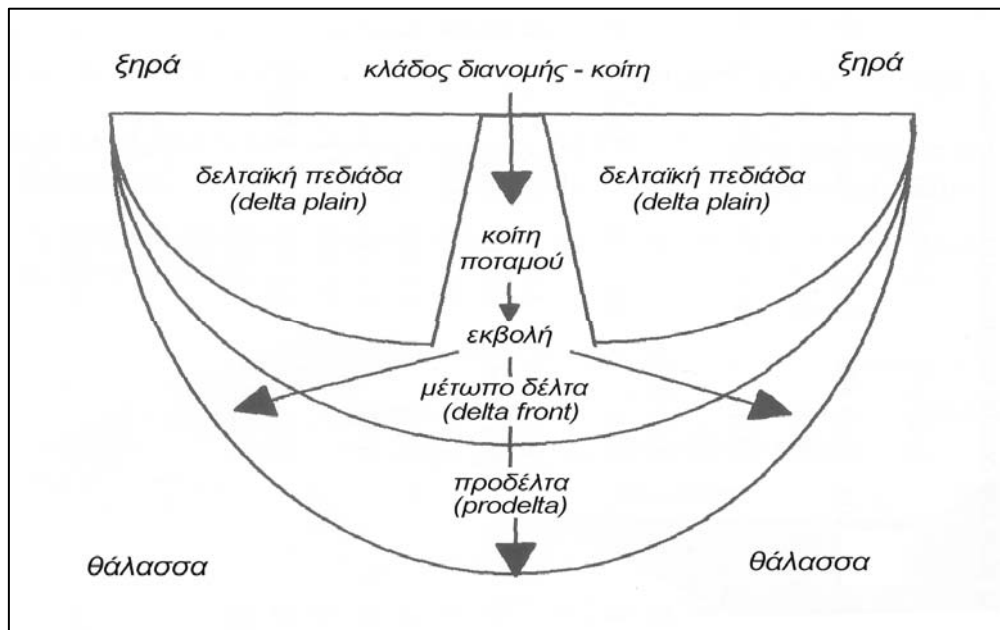
- **Υπέρπυκνη ροή (hyperpycnal flow).** Στην περίπτωση αυτή το νερό του ποταμού είναι μεγαλύτερης πυκνότητας από το νερό της λεκάνης υποδοχής. Σε αυτό το είδος ροής το νερό του ποταμού ρέει κατά μήκος του βυθού. Αυτό το είδος ροής είναι επίσης χαρακτηριστικό των δέλτα που σχηματίζονται σε λίμνες γλυκού νερού όπου η θερμοκρασία του νερού του ποταμού είναι μικρότερη από

την αντίστοιχη θερμοκρασία του νερού της λίμνης στην οποία εκβάλλει και συχνά περιέχει μεγάλη ποσότητα ιζήματος. Η διαφορά θερμοκρασίας προκαλεί τη στρωματοποίηση των νερών στην περιοχή των εκβολών. Ο διαχωρισμός ανάμεσα στην κρύα ροή του πυθμένα και τα θερμά ανώτερα νερά είναι περισσότερο έντονη όταν το ποτάμι εισέρχεται σε νερά μεγάλου βάθους. Στην περίπτωση όμως που το ποτάμι εκβάλλει σε ρηχά νερά συντελείται ένας βαθμός ανάμειξης μεταξύ των δύο επιπέδων που τείνει να μετριάσει τη στρωματοποίηση.

- *Υπόπυκνη ροή (hydropycnal flow)*. Αυτή συμβαίνει όταν το ποτάμιο νερό είναι μικρότερης πυκνότητας από αυτό του σώματος υποδοχής. Αυτό το είδος ροής είναι συχνό σε περιπτώσεις ποταμών που εκβάλουν σε θάλασσα και συνεπώς θεωρείται τυπικό των θαλάσσιων ποτάμιων δέλτα. Εδώ το νερό του ποταμού εκτείνεται στη θάλασσα σαν προεξέχουσα ροή που επιπλέει (buoyant jet) πάνω από το θαλάσσιο νερό που είναι μεγαλύτερης πυκνότητας. Επιπλέον το νερό του ποταμού αφήνοντας τις ποτάμιες εκβολές διαχωρίζεται από τον πυθμένα δημιουργώντας μια σφήνα αλμυρού νερού (salt wedge) και επίσης διαχωρίζεται το φορτίο κοίτης (bedload) από το εν αιωρήσει ίζημα. Στην περίπτωση αυτή το χονδρόκοκκο υλικό της κοίτης αποτίθεται στην άκρη - μύτη της αλμυρής σφήνας όπου το νερό του ποταμού διαχωρίζεται από το βυθό και το λεπτόκοκκο εν αιωρήσει ίζημα μεταφέρεται προς τη θάλασσα εντός του plume του νερού του ποταμού που επιπλέει.

2.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά των δέλτα

Τα δέλτα περιλαμβάνουν ένα επιφανειακό τμήμα και ένα υποθαλάσσιο. Η έκταση των δύο τμημάτων είναι άνιση και διαφορετική για κάθε δέλτα και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες με κυριότερο τις θαλάσσιες διεργασίες (κύματα, παλίρροιες, θαλάσσια ρεύματα). Τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά των δέλτα είναι η δελταϊκή πεδιάδα, το μέτωπο του δέλτα και το προδέλτα (Σχήμα 2,2). Το τμήμα που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας αποτελεί την δελταϊκή πεδιάδα που ουσιαστικά είναι η προς τη θάλασσα συνέχεια της αλλουβιακής κοιλάδας του ποταμού. Το μέτωπο του δέλτα περιλαμβάνει την εκβολή, την ακτογραμμή και ένα μικρό τμήμα του υποθαλάσσιου δέλτα. Το τμήμα που βρίσκεται υποθαλάσσια ονομάζεται *προδέλτα*.



Σχήμα 2,2. Σχηματική απεικόνιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός δέλτα.

2.3 Δελταϊκή πεδιάδα (delta plain)

Η δελταϊκή πεδιάδα είναι ένα εκτεταμένο χαμηλό περιβάλλον που διαρρέετε από μία ή περισσότερες κοίτες που διακλαδίζονται μεταξύ τους και ονομάζονται κλάδοι διανομής (distributary channels). Όταν η κλίση του δέλτα είναι πολύ μικρή οι κοίτες αποκτούν μαιανδρική μορφή. Οι κοίτες οριοθετούνται από φυσικά αναχώματα (natural levees). Σε πλημμυρικές παροχές τα φυσικά αναχώματα συχνά υποχωρούν και η δελταϊκή πεδιάδα καλύπτεται με νερό πλούσιο σε λεπτομερή υλικά που αποτίθενται αποτελώντας τις υπερόχθιες αποθέσεις (over-bank deposits) που κάνουν τα δέλτα εύφορες περιοχές για την ανάπτυξη καλλιεργειών. Αποτέλεσμα της υποχώρησης των φυσικών αναχωμάτων είναι συχνά η εγκατάλειψη της κοίτης και η αλλαγή της ροής του ποταμού με τη δημιουργία νέων κοιτών. Η δελταϊκή πεδιάδα συχνά διασχίζεται από εγκαταλελειμμένες κοίτες (abandoned channels) που αποτελούν τα παλαιά ίχνη ροής του ποταμού.

Στη δελταϊκή πεδιάδα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός υποπεριβαλλόντων όπως αλμυρά εδάφη, περιοδικά ή μόνιμα έλη γλυκού, υφάλμυρου ή αλμυρού νερού (ανάλογα με την απόσταση από τη θάλασσα), πεδία παλίρροιας (tidal flats). Διακρίνεται η άνω (ή εσωτερική) και η κάτω (ή εξωτερική) δελταϊκή πεδιάδα. Η άνω ή εσωτερική δελταϊκή πεδιάδα αποτελεί το εγκαταλελειμμένο ή ανενεργό τμήμα του δέλτα που κυριαρχείται από τις ποτάμιες διεργασίες. Αντίθετα το κάτω ή εξωτερικό τμήμα κυριαρχείται από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών (κυματισμός, παράκτια ρεύματα, δράση παλίρροιας) και είναι μια δυναμικά μεταβαλλόμενη περιοχή. Δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη σημαντικής υψομετρικής διαφοράς μεταξύ των δύο αυτών τμημάτων.

2.4 Μέτωπο δέλτα (delta front)

Το μέτωπο του δέλτα περιλαμβάνει την εκβολή του ποταμού, τη δελταϊκή ακτογραμμή και την περιοχή που εκτείνεται από την ακτή προς τη θάλασσα. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της ζώνης αυτής καθορίζονται από τις θαλάσσιες διεργασίες. Έτσι:

- Τα δέλτα με κυριαρχία των ποτάμιων διεργασιών χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη αμμωδών φραγμάτων στην εκβολή, που είναι προσανατολισμένα κάθετα στη ροή του ποταμού. Άλλο μορφολογικό χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη φυσικών αναχωμάτων που συχνά εκτείνονται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, ορίζοντας μια υποθαλάσσια κοίτη.
- Τα δέλτα που διαμορφώνονται από τις παλίρροιες χαρακτηρίζονται από την παρουσία μικρών κόλπων που διαχωρίζονται μεταξύ τους από αμμώδη φράγματα που είναι ευθυγραμμισμένα παράλληλα με τη διεύθυνση ροής της παλίρροιας.
- Τα δέλτα που επηρεάζονται από τον κυματισμό χαρακτηρίζονται από αιγιαλούς, spits και επιμήκη αμμώδη φράγματα εκεί που ο κυματισμός μεταφέρει και αποθέτει ίζημα στην ακτή. Άλλες χαρακτηριστικές γεωμορφές στο μέτωπο των δέλτα αυτού του τύπου είναι οι παραλιακές αμμώδεις ράχες που είναι επιμήκεις αιολικές αποθέσεις άμμου και οι παράκτιες αμμώδεις θίνες.

2.5 Προδέλτα (prodelta)

Είναι το υποθαλάσσιο τμήμα του δέλτα που αποτελείται από λεπτόκοκκα ιζήματα που αποτίθενται από το εν αιωρήσει υλικό του ποταμού που εισέρχεται στη θάλασσα. Το προδέλτα βρίσκεται κάτω από τη βάση των κυμάτων και συνεπώς δεν επηρεάζεται άμεσα από τον κυματισμό ενώ και η επίδραση της παλίρροιας είναι αμελητέα. Συχνά τα ιζήματα του προδέλτα εμφανίζουν εναλλαγές στρωμάτων με διαφορετική κοκκομετρία που αντιστοιχούν σε διαφορετικά ενεργειακά καθεστώτα του ποταμού. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού υπάρχει χαμηλή ενέργεια και μικρή παροχή ενώ κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου συμβαίνει το αντίθετο.

3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΝΟΣ ΔΕΛΤΑ. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.

Πολλοί είναι οι παράγοντες που καθορίζουν και διαμορφώνουν την εξέλιξη ενός δέλτα. Σαν σημαντικότεροι αναφέρονται σύμφωνα με τους Reineck & Singh(1973):

1. η μορφολογία της ακτής, η διαμόρφωση της ακτογραμμής, καθώς και η γωνία κλίσης της ηπειρωτικής κρηπίδας (πλατφόρμας), (continental shelf),
2. η διεύθυνση και η ένταση του κυματισμού,
3. ο βαθμός της παράκτιας μετακίνησης των ιζημάτων και η σχέση τους με τη μεταφορά ιζήματος από τους ποταμούς,
4. το εύρος της παλίρροιας

Ο Morgan (1970) ομαδοποιεί τους παράγοντες που ελέγχουν τις διεργασίες απόθεσης των δέλτα σε 4 βασικές κατηγορίες :

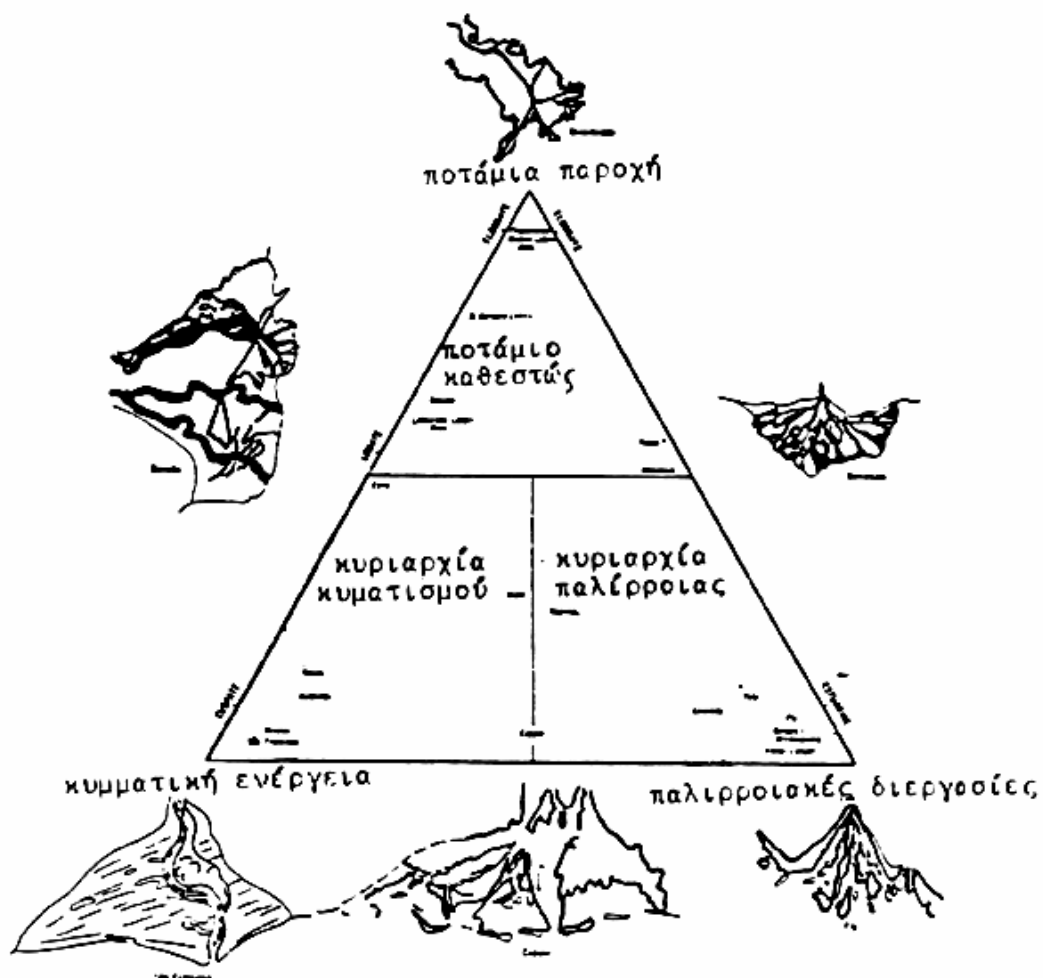
1. το καθεστώς του ποταμού (ποτάμιες διεργασίες)

2. τις παράκτιες διεργασίες
3. τον τρόπο με τον οποίο οικοδομείτε το δέλτα
4. τους κλιματολογικούς παράγοντες

Οι Galloway (1975) και Elliot (1978) θεωρώντας τρεις βασικούς παράγοντες υπεύθυνους για τη διαμόρφωση των δέλτα, παραθέτουν: τον κυματισμό, τις παλίρροιες και το ποτάμιο καθεστώς, απεικονίζουν σ' ένα τριγωνικό διάγραμμα τη σχέση μορφολογίας των δέλτα και της φύσης των διεργασιών που επικρατούν, ενώ ο Allen(1979) κατατάσσει σ' αυτό τα σημαντικότερα δέλτα στον κόσμο (Σχ.3,1). Τον ίδιο διαχωρισμό δέχεται σε γενικές γραμμές και ο Leeder (1972) υποστηρίζοντας ότι την παροχή σε νερό και ίζημα του ποταμού διαμορφώνουν τα ρεύματα, τα προκαλούμενα από τον κυματισμό και την παλίρροια, παράγοντες που τελικά ελέγχουν και την ολική μορφολογία του δέλτα.

Οι Friedman και Sanders(1973) εξαρτούν την διαμόρφωση των δέλτα από:

1. την επιφάνεια λεκάνης απορροής καθώς και από το είδος και την ποσότητα του μεταφερόμενου ιζήματος του ποταμού,
2. το νερό της λεκάνης στην οποία εκβάλλει ο ποταμός,
3. τους κλιματολογικούς παράγοντες,
4. τις τεκτονικές κινήσεις,
5. τις αλλαγές της στάθμης του νερού που δεν οφείλονται στον τεκτονισμό.



Σχήμα 3,1. Ταξινόμηση των δέλτα με βάση την απόθεση σε ίζημα από μέρους του ποταμού (ποτάμιο καθεστώς), την κυματική ενέργεια και το εύρος της παλίρροιας (GALLOWAY,1975).

Αναλυτικότερα για το καθένα:

♦ Επιφάνεια λεκάνης απορροής και μεταφερόμενο ίζημα

Η επιφάνεια της λεκάνης απορροής επηρεάζει έμμεσα, τη δελταική διαμόρφωση, καθορίζοντας ουσιαστικά την παροχή σε ίζημα του ποταμού. Καθώς είναι γνωστό τον παράγοντα αυτό ελέγχει με την έκτασή της το είδος των πετρωμάτων που περιλαμβάνει και τον τεκτονισμό ης.

Όπως είναι γνωστό το ίζημα που εκβάλλετε μαζί με το νερό του ποταμού περιέχει κυρίως δύο διαφορετικά φορτία: α) το αιωρούμενο φορτίο που διαχέεται στο νερό του καναλιού και β) το φορτίο της κοίτης (bed load) που παρασύρεται κατά μήκος του βυθού του καναλιού. Οι αναλογίες των δύο αυτών φορτίων στο μεταφερόμενο ίζημα, ασκούν σημαντικό έλεγχο στο δελταϊκό σύμπλεγμα, γιατί ένα δέλτα που δομείται κύρια από το φορτίο κοίτης δεν μοιάζει καθόλου μ' εκείνο που δομείται από το εν αιωρήσει υλικό. Και στις δύο περιπτώσεις όμως το ίζημα αποτίθεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το κανάλι να επεκτείνεται και κατά συνέπεια να ρέει πάνω στο ίζημα που έχει ήδη εκβάλλει. Το γεγονός αυτό ισχύει όχι μόνο για τον κύριο κλάδο, αλλά και για όλες τις διακλαδώσεις του καθώς και για τα δημιουργούμενα παλιρροιακά κανάλια.

♦ Το νερό της λεκάνης

Η πυκνότητα του νερού της λεκάνης.

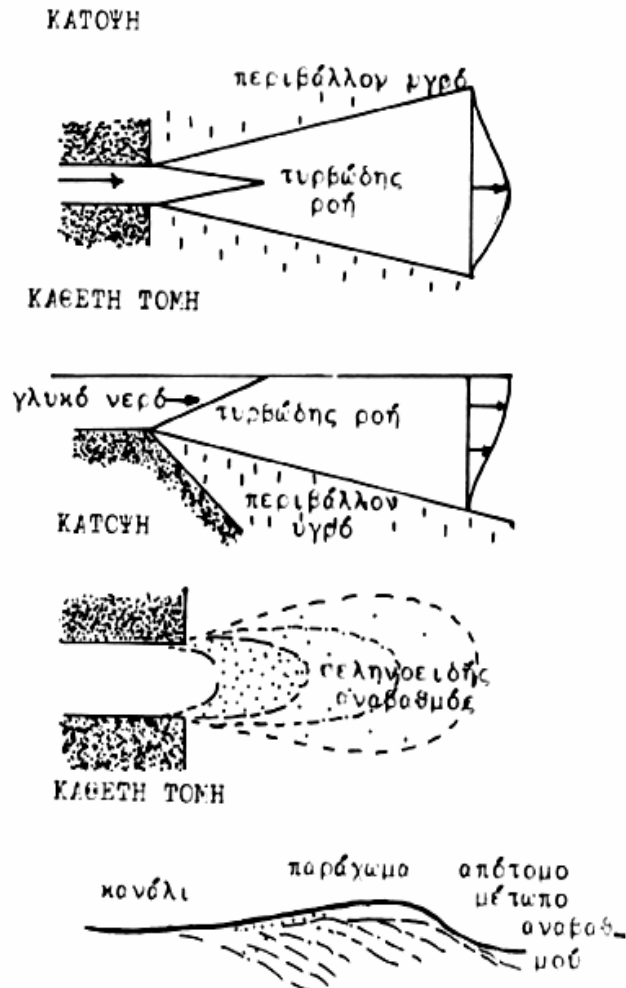
Η πυκνότητα του νερού της λεκάνης μέσα στην οποία εκβάλλει ο ποταμός αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την τύχη του νερού του και του ιζήματος που αυτό μεταφέρει.

Η πυκνότητα του νερού του ποταμού είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, της αλατότητας και του μεταφερόμενου ιζήματος. Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού είναι $1,00—1,025 \text{ g/cm}^3$ και υπερέχει των πυκνοτήτων όλων σχεδόν των ποταμών. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε τρεις βασικές περιπτώσεις:

α) Όταν το νερό του ποταμού είναι της ίδιας πυκνότητας με το νερό της λεκάνης.

Τα κύρια αποτελέσματα είναι ο διασκορπισμός, η καταβύθιση και η τυρβώδης διάχυση του νερού που μπαίνει. Επιφανειακά το νερό ρέει μακριά από το κανάλι εκβολής. Στο βυθό αντίθετα η ροή έχει διεύθυνση γενικά προς το κανάλι (Σχ.3,2). Στο φορτίο της κοίτης (bed load), μπορεί να συσσωρευτεί σε μία απότομη κλιτύ, στη γωνία που θα ισορροπήσουν τα σωματίδια. Αυτή η περίπτωση είναι τυπική για ένα ποτάμι που ρέει μέσα σε μία λίμνη με γλυκό νερό ή στην άκρη ενός παλιρροιακού όρμου. Είναι χαρακτηριστική επίσης για ποταμούς που εκ σε βαθιές λίμνες με

απότομες κλίσεις. Τα δελταικά μέτωπα αυτού του τύπου είναι σχετικά σπάνια στα θαλάσσια περιβάλλοντα.

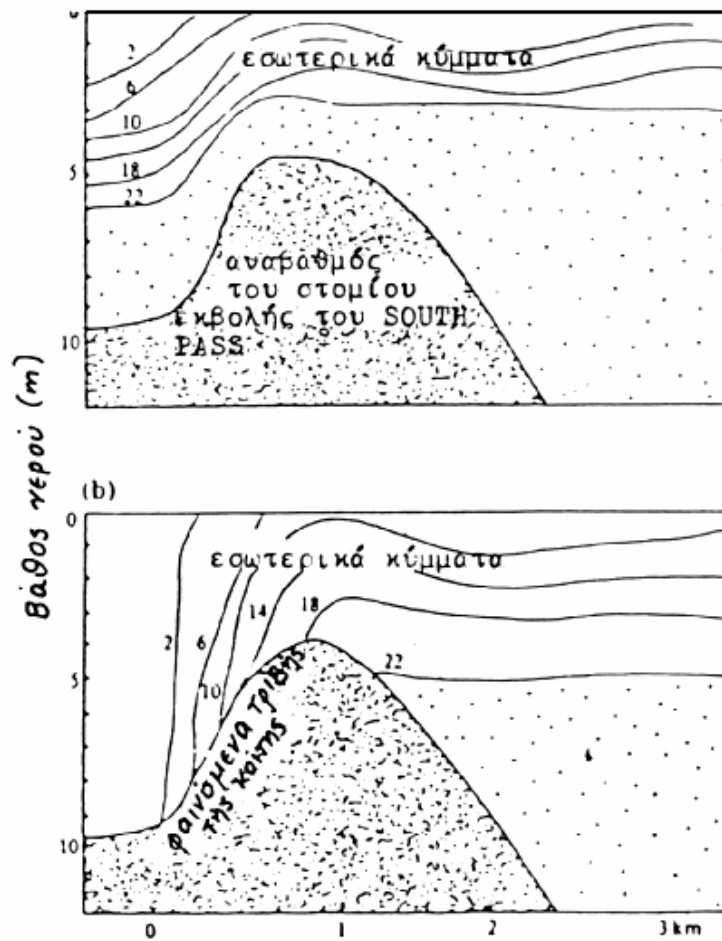


Σχήμα 3.2. Σχηματικό διάγραμμα των ομόπυκνων απορροών και των αναβαθμών των στομιών των ποταμών τύπου GILBERT.(WRIGHT, 1977).

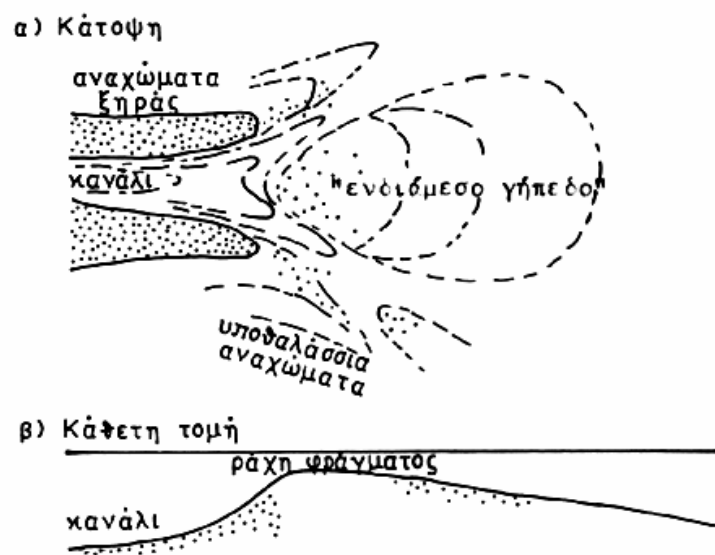
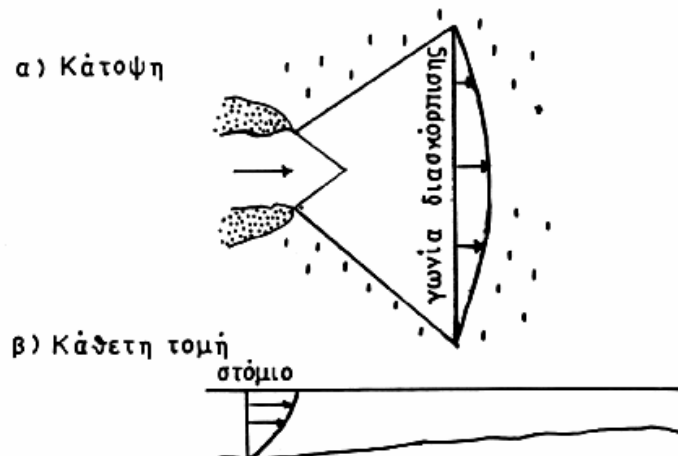
β) Αν η πυκνότητα του νερού που εκβάλλετε από το κανάλι είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή της λεκάνης, τότε, θα έχουμε εγκαθίδρυση ενός καθεστώτος στρωμάτωσης της πυκνότητας κοντά στο στόμιο εκβολής. Μία σφήνα του πυκνού συνήθως αλμυρού νερού εισέρχεται στα βαθύτερα σημεία του καναλιού και ρέει σ' επαφή με τον πυθμένα ενώ ένα επιφανειακό ρεύμα γλυκού νερού, ακολουθώντας στο

αξίωμα της επαφής δύο στρωμάτων νερού διαφορετικής πυκνότητας (το στρώμα με τη μεγαλύτερη τείνει να ρέει και να διασκορπίζεται κάτω από εκείνο με τη μικρότερη πυκνότητα), ρέει έξω από το κανάλι. Κατά μήκος της κεκλιμένης μεσοεπιφάνειας των δύο στρωμάτων νερού, τα εσωτερικά κύματα που δημιουργούνται προκαλούν κάθετη ανάμιξη, γρήγορη καθίζηση και απόθεση χονδρόκοκκου ιζήματος, με τη μορφή ενός απλού φράγματος στομίου εκβολών (mouth bar) (Σχ. 3,3). Το φορτίο ιζημάτων, της κοίτης (bed load) σταματάει στην κλίση της σφήνας και αλμυρού νερού όπου και αποτίθεται, ενώ ιλύς και άργιλος συσσωρεύεται στο βυθό του καναλιού κάτω από τ' αλμυρό νερό. Η απόθεση συνεχίζει με διαδοχικά λεπτότερο ίζημα, τόσο πάνω στην κλιτύ του φράγματος του στομίου όσο και στα βαθύτερα σημεία της λεκάνης. Με την παλίρροια καθώς η ποσότητα του νερού που εκρέει απ' το κανάλι αυξομειώνεται, η σφήνα κλίνει, ενεργώντας σαν φράγμα για το φορτίο ιζημάτων της κοίτης. Κατά τη διάρκεια των πλημμυρίδων καθώς έχουμε ανύψωση της κολώνας του γλυκού νερού και κατά συνέπεια μεγαλύτερη υδροστατική πίεση στο βυθό, η σφήνα του αλμυρού νερού ωθείται προς τα έξω. Μόνο σ' αυτές τις περιπτώσεις το φορτίο των ιζημάτων της κοίτης εξέρχεται του καναλιού και αποτίθεται (Σχ. 3,3). Σ' αυτές τις περιπτώσεις δεσπόζουν τα φαινόμενα τριβής της κοίτης τα οποία γρήγορα αποθέτουν δημιουργώντας ένα “ενδιάμεσο γήπεδο” (“mid ground”) στο στόμιο εκβολής πλαισιωμένο στις άκρες του από ένα Υ-μορφο διχασμένο κανάλι. Τα φράγματα αυτού του τύπου είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στην ανάπτυξη των υποθαλάσσιων δελταικών πρισμάτων στους κόλπους μεταξύ των διακλαδώσεων (interdistributary bays) του Μισισσιπή (Σχ. 3,4).

Αν η πυκνότητα του νερού που εξέρχεται απ' το κανάλι ξεπερνάει αυτή της λεκάνης, τότε η απορροή του ποταμού βυθίζεται και ρέει κατά μήκος του βυθού σαν μία υποθαλάσσια πυκνή ροή (density underflow). Το αιωρούμενο υλικό και πιθανόν το φορτίο ιζημάτων της κοίτης (bed load), ρέουν κατά μήκος του βυθού σαν ένα συνεχόμενο τουρβιδιτικό ρεύμα του νερού της λεκάνης βυθίζεται και ακολουθεί την υποθαλάσσια πυκνή ροή στην πορεία της καταβύθισής της (Σχ. 3,5).

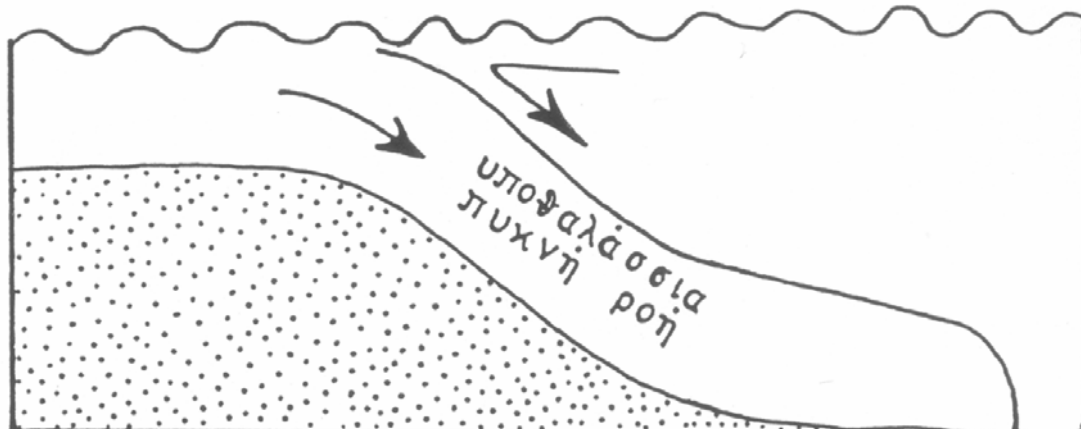


Σχήμα 3.3. Κατά μήκος τομή στο στόμιο εκβολής τον SOUTH PASS, α) κατά τη διάρκεια χαμηλού ποτάμιου καθεστώτος, όπου η σφήνα του αλμυρού νερού εισβάλλει στο κανάλι και β) σε ψηλό ποτάμιο καθεστώς, όπου η αλμυρή σφήνα εξωθείται από το κανάλι, ενώ παρατηρούνται φαινόμενα τριβής της κοίτης τον ποταμού. Το ίζημα που εναποτίθεται κάτω από αυτή τη σφήνα επί το πλείστον αποβάλλεται κατά τη διάρκεια μεγάλης ροής. Οι αριθμοί αναφέρονται στις τιμές αλατότητας (WRIGHT AND COLEMAN. 1977).



Σχήμα 3,4. Περίπτωση ποτάμιων εκροών σε εποχές πλημμυρίδος του ποταμού.

Επικρατούν τα φαινόμενα τριβής της κοίτης (BEDFRICTION) και αποτίθεται ένα "ενδιάμεσο γήπεδο" (MIDDLE GROUND), το στόμιο εκβολής (WRIGHT 1977).



Σχήμα 3,5. Σχηματικό διάγραμμα της υποθαλάσσιας πυκνής ροής που σχηματίζεται όταν η πυκνότητα του νερού του ποταμού ξεπερνάει αυτήν του νερού της λεκάνης.

Αναφερόμενοι στη σχέση πυκνότητας των παροχών ενός ποταμού και του νερού της λεκάνης απορροής του ο Wright (1977) διέκρινε τρεις βασικούς παράγοντες που ελέγχουν τη μορφή απόθεσης σε ίζημα των ποτάμιων εκχύσεων:

1. τις δυνάμεις της αδράνειας και τυρβώδους διάχυσης (inertia and turbulent diffusion) , που όπως είδαμε επικρατούν στις ομόπυκνες αναμίξεις (περίπτωση α') (Σχ. 3,2).
2. τις δυνάμεις της τυρβώδους τριβής της κοίτης (turbulent bed friction) , για τις περιπτώσεις που η πυκνότητα του νερού της λεκάνης παίρνει τιμές

μεγαλύτερες εκείνης των απορροών του ποταμού (περίπτωση β') (Σχ. 3,3 και Σχ. 3,4).

3. τις δυνάμεις επίπλευσης(buoyancy).

Ο βαθμός ης επίδρασης των δυνάμεων επίπλευσης στη συμπεριφορά των αναμίξεων, εκφράζεται απ' τον πυκνομετρικό αριθμό του Froude:

$$F' = n / gh' \gamma$$

όπου n = η μέση ταχύτητα της ποτάμιας εκροής.

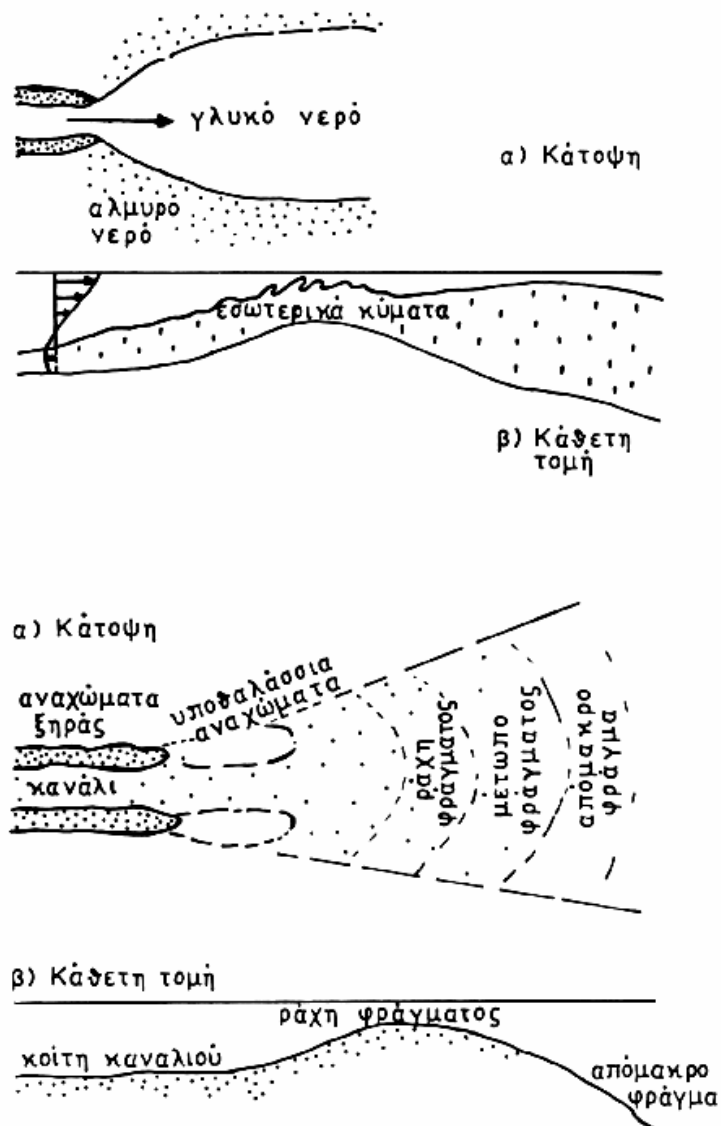
h' = το βάθος της μεσοεπιφάνειας πυκνότητας μετρούμενη απ' την επιφάνεια ανάβλυσης του ρεύματος.

γ = ο λόγος της πυκνότητας $I = I_f / I_s$, όπου:

I_f = πυκνότητα γλυκού νερού

I_s = πυκνότητα νερού λεκάνης

Μικρές τιμές του F (<1) δείχνουν κυριαρχία των δυνάμεων επίπλευσης. Οι εκροές διαχέονται σαν ένα στενό ανοιγμένο φτερό πάνω από μία αλμυρή σφήνα που μπορεί να εκτείνεται σε μια σημαντική απόσταση απ' το κανάλι εκβολής. Τέτοιες αναβλύσεις ορίζονται σαν υπόπυκνες (Σχ. 3,5).



Σχήμα 3,5. Κάτοψη και κάθετη τομή των υπόπυκνων εκροών των ποταμών, όπου έχουμε έντονη την επίδραση των δυνάμεων επίπλευσης. Σχηματισμός χαρακτηριστικών αναβαθμών (BARS) του στομίου τους.

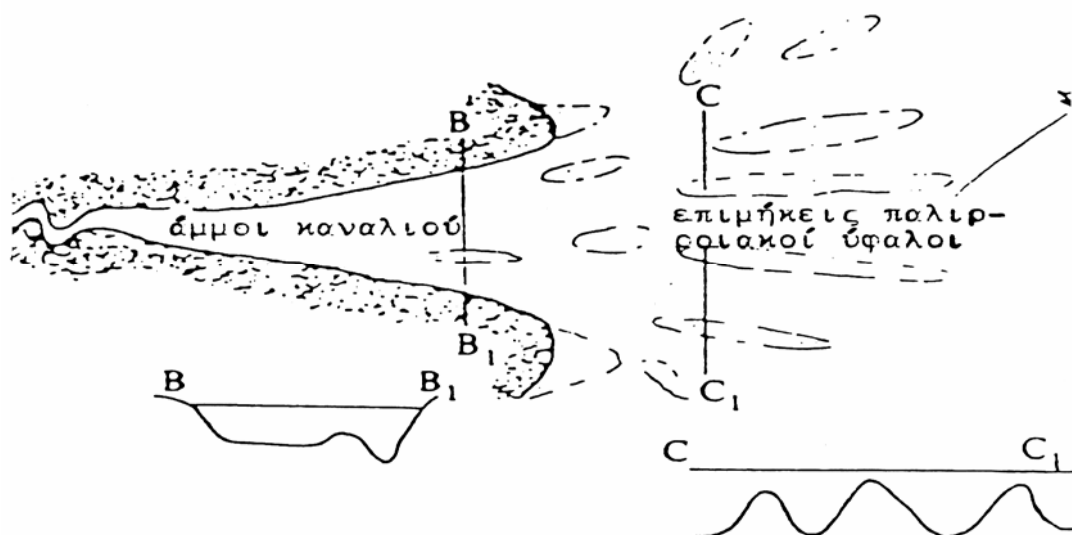
Το βάθος του νερού της λεκάνης.

Το βάθος του νερού της λεκάνης μπορεί να επηρεάσει τη διαμόρφωση του δέλτα βασικά με δύο τρόπους. Πρώτα από όλα είναι σημαντικός ο ρόλος του α) στον

προσδιορισμό του ρυθμού προέλασής του και β) στο στρωματογραφικό μοντέλο του δέλτα.

- α) Η ίδια ποσότητα ιζημάτων προωθεί ένα δελταικό λοβό γρήγορα σε ρηχά νερά, αλλά λιγότερο γρήγορα σε βαθιά.
- β) Το στρωματογραφικό μοντέλο ενός δέλτα επηρεάζεται από τη σχέση που υπάρχει μεταξύ του βάθους του καναλιού και του βάθους της λεκάνης στο σημείο εκβολής.

Στην περίπτωση π.χ. που υπάρχει μία επιμήκης υποθαλάσσια κλιτύς με διάφορες γωνίες κλίσεων, τα ιζήματα από το δέλτα τοποθετούνται κατά μήκος του βυθού της και έρχονται να ηρεμήσουν σε βαθύτερα νερά. Αν το φορτίο της κοίτης (bed load) εναποτίθεται σε παχιά “υδροπλαστικά” ιζήματα κορεσμένα με νερό και με πιθανότητες να περικλείουν αέρια κ και λεπτόκοκκα ιζήματα, τότε μπορεί να έχουμε τη συγκέντρωση λοβών άμμου και πρισμάτων μεγάλου πάχους. Αυτό δεν συμβαίνει όπου το bed load εναποτίθεται σε ομαλό υπόστρωμα. Περιληπτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι, τα λεπτόκοκκα ιζήματα που αποτελούνται από ένα μόνο λοβό, μπορούν να είναι μόνο τόσο παχιά όσο το βάθος του νερού μέσα στο οποίο εκβάλλουν.



Σχήμα 3,6. Επίδραση των ισχυρών παλιρροιακών ρευμάτων στην απόθεση και μορφολογία των στομίων εκβολής των ποταμών, (WRIGHT, 1977).

♦ **Οι οργανισμοί της λεκάνης**

Οι οργανισμοί που ζουν στη λεκάνη είναι περισσότερο παθητικοί παρατηρητές στην ανάπτυξη ενός δέλτα, παρά ενεργοί συμμετέχοντες. Οι βενθικοί οργανισμοί προσβάλλονται απ' τη ροή και απόθεση του ιζήματος και πιέζονται να προσαρμοστούν με τους τρόπους κατά τους οποίους οι απορροές του καναλιού αναμιγνύονται με το νερό της λεκάνης. Τα υπολείμματά τους διανέμονται ποικιλότροπα μέσα στα δελταϊκά ιζήματα.

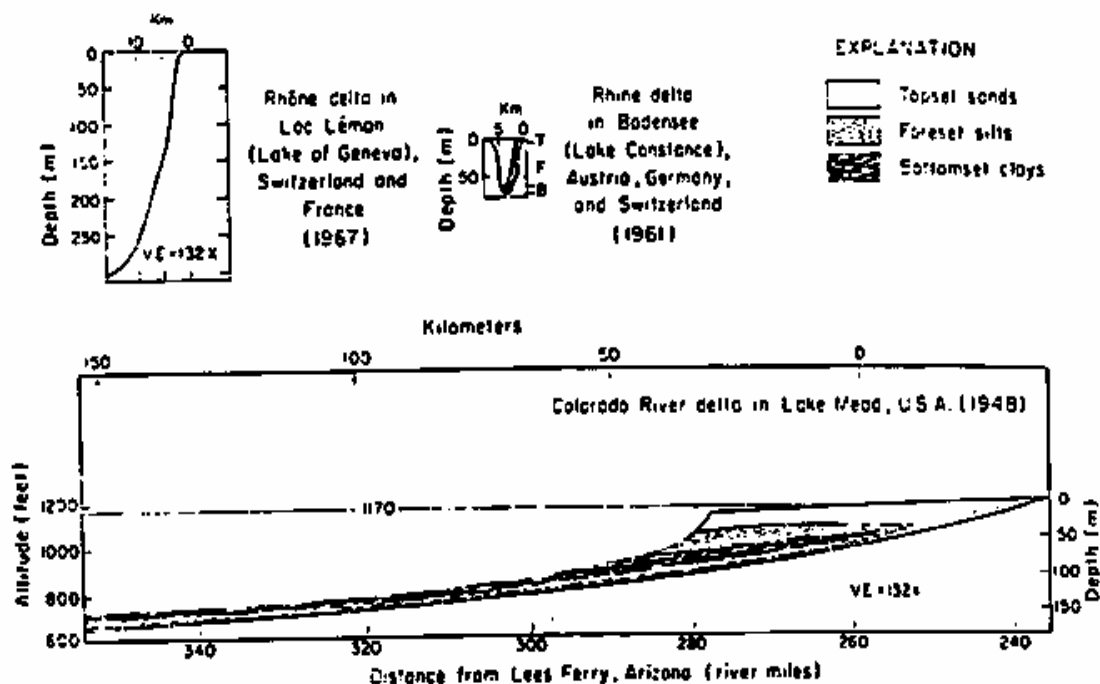
♦ **Κλιματολογικοί παράγοντες**

Οι κλιματολογικοί παράγοντες καθορίζουν το υδρολογικό καθεστώς, τόσο στη λεκάνη απορροής όσο και στη λεκάνη απόθεσης.

Το ύψος και η κατανομή της βροχόπτωσης κανονίζουν τη φυσική βλάστηση και αυτή με τη σειρά της επηρεάζει την απόδοση του ιζήματος ανά μονάδα επιφάνειας. Όσον αφορά τους ποταμούς, έχει διαπιστωθεί ότι τη μέγιστη απόδοση σε ίζημα την έχουν αυτοί που βρίσκονται σε περιοχές με κλίματα ημίξερα. Η βροχόπτωση προσδιορίζει επίσης και το μέτρο της ροής καθώς και τις πλημμύρες ενός ποταμού. Στο γεγονός αυτό οφείλεται και το φαινόμενο της πλούσιας βλάστησης που συνοδεύουν τα μεγάλα ποτάμια, ακόμα και αν αυτά διασχίζουν μια ερημική περιοχή.

Το κλίμα επηρεάζει επίσης και τη θερμοκρασία του νερού της λεκάνης. Η θερμοκρασία που βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με την πυκνότητα του νερού του ποταμού και της λεκάνης, επηρεάζονται εποχιακά. Αυτές οι εποχιακές μεταβολές μπορεί να προάγουν ή να εμποδίζουν τις υπόγειες ροές λόγω πυκνότητας.

Τέλος το ανεμολογικό καθεστώς, δηλ. η διεύθυνση και η ένταση των επικρατούντων ανέμων, καθορίζουν την ένταση και πρόσπτωση του κυματισμού, ο οποίος όπως προαναφέραμε, παίζει σημαντικό ρόλο στην απόθεση των δελταϊκών λοβών και τη διαμόρφωση της παραλίας.



Σχήμα 3,7. Επίδραση του βάθους του νερού της λεκάνης εκροής στο δέλτα του COLORADO στη λίμνη MEAD (1948), το δέλτα του Ροδανού στη λίμνη LEMAN (1967) και στο δέλτα του Ρήνου στο BODENSEE (1961). Καθώς το δέλτα αναπτύσσεται στα βαθύτερα νερά, ο ρυθμός της προέλασής του μειώνεται και τα δελταϊκά ιζήματα παχαίνουν. Το δέλτα του Ρήνου σχηματίστηκε σε 76 χρόνια (1885-1961), του COLORADO σε 13 χρόνια (1935-1948) ενώ του Ροδανού παραμένει άγνωστο. (COULD 1960, HOUBOLT 1969, MULLER 1966).

♦ Τεκτονικές κινήσεις

Επηρεάζουν σε αποθέσεις σε ιζήματα από τους ποταμούς καθώς και τη γενικότερη περιοχή στην οποία αναπτύσσεται το δέλτα.

Είναι αξίωμα ότι τα ποτάμια ρέουν σε περιοχές που καταβυθίζονται μόνιμα. Έτσι και τα δέλτα συνοδεύουν πάντα περιοχές μόνιμης καταβύθισης. Το γεγονός αυτό δεν εμποδίζει την προέλαση του ποταμού, ο οποίος φαίνεται να έχει τη δυνατότητα να 'αναρριχάται', δηλαδή ν' αποθέτει ιζήματα να κτίζει τόσο την κοίτη του

όσο και τα φυσικά του αναχώματα (όχθες), με την ίδια ταχύτητα που η γενικότερη περιοχή βυθίζεται. Συνεχίζει δε να διοχετεύει ίζημα στο δικό του ιδιαίτερο δελταϊκό λοβό και ο λοβός να αυξάνει προχωρώντας. Διακοπές στην προέλαση του ποταμού και του δελταϊκού λοβού του, προκαλούν τα φαινόμενα πλημμύρων, κατά τα οποία προκαλούνται ρηγματώσεις κατά μήκος των φυσικών αναχωμάτων του ποταμού, με αποτέλεσμα την εκτροπή (avulsion) της ροής του, δηλ. την απότομη εγκατάλειψη ενός τμήματος της κοίτης του και τη δημιουργία καινούργιου καναλιού. Η διαφοροποίηση δεν είναι πάντα τελική. Συχνά το ποτάμι διχάζεται σε δύο κανάλια εκβολής και ρέει κατ' αυτό τον τρόπο για εκατοντάδες χρόνια.

Πολλές φορές επίσης μεγάλες ποσότητες δελταϊκού ιζήματος αρχίζουν να συσσωρεύονται και με το βάρος τους προκαλείται καθίζηση.

Καθώς ο ποταμός εκτρέπεται απ' τον ένα μαϊάνδρο στον άλλο, οι λοβοί του δέλτα γίνονται ενεργοί ή ανενεργοί. Καθώς ο πυθμένας της λεκάνης βυθίζεται οι ανενεργοί λοβοί μεταφέρονται κάτω απ' την επιφάνεια της θάλασσας όπου τα κύματα επανεργάζονται την κορυφή τους. Τελικά θα θαφτούν από τα μη δελταϊκά ιζήματα.

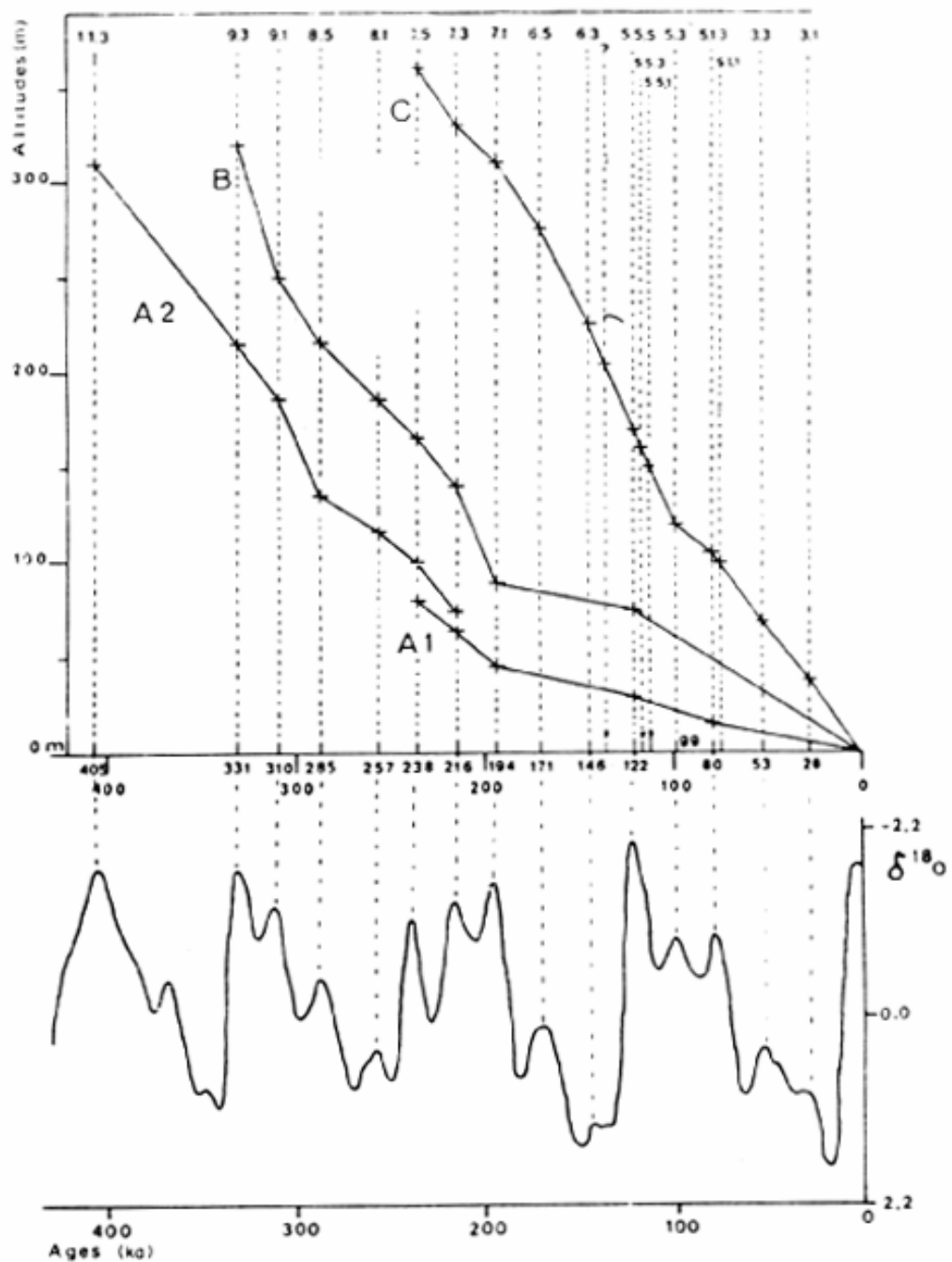
♦ Μη τεκτονικές αλλαγές στάθμης του νερού.

Είναι μεσοπρόθεσμες αλλαγές στάθμης που οφείλονται κύρια σε τοπικά κλιματικά φαινόμενα (καταιγίδες – τυφώνες), αλλά και μακροπρόθεσμες, με κύριο αίτιο τις ευστατικές κινήσεις.

Έχει παρατηρηθεί ότι δυνατές καταιγίδες μπορεί ν' αλλάξουν η στάθμη του νερού κάνοντας το ν' ανέβει σ' ορισμένες περιπτώσεις (wind setup) και να κατέβει σ' άλλες (wind setdown). Κατά μήκος της παραλίας του Κόλπου του Μεξικού, οι τυφώνες (hurricanes) δημιουργούσαν «φουσκοθαλασσιές» της τάξης των 4-5m. Κατά τη διάρκειά τους το θαλασσινό νερό επικάλυψε μεγάλο τμήμα ξηράς.

Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας λόγω ευστατικών κινήσεων αποτέλεσαν σπουδαία γεγονότα στη διάρκεια της Τεταρτογενούς (Σχ .3,8). Στις περιόδους απόσυρσης το δέλτα αναδύεται και αυλακώνεται από τους ποταμούς. Στην επίκληση, οι βαθυνόμενες κοιλάδες γίνονται εκβολές, όπου μετά την πλήρωσή τους,

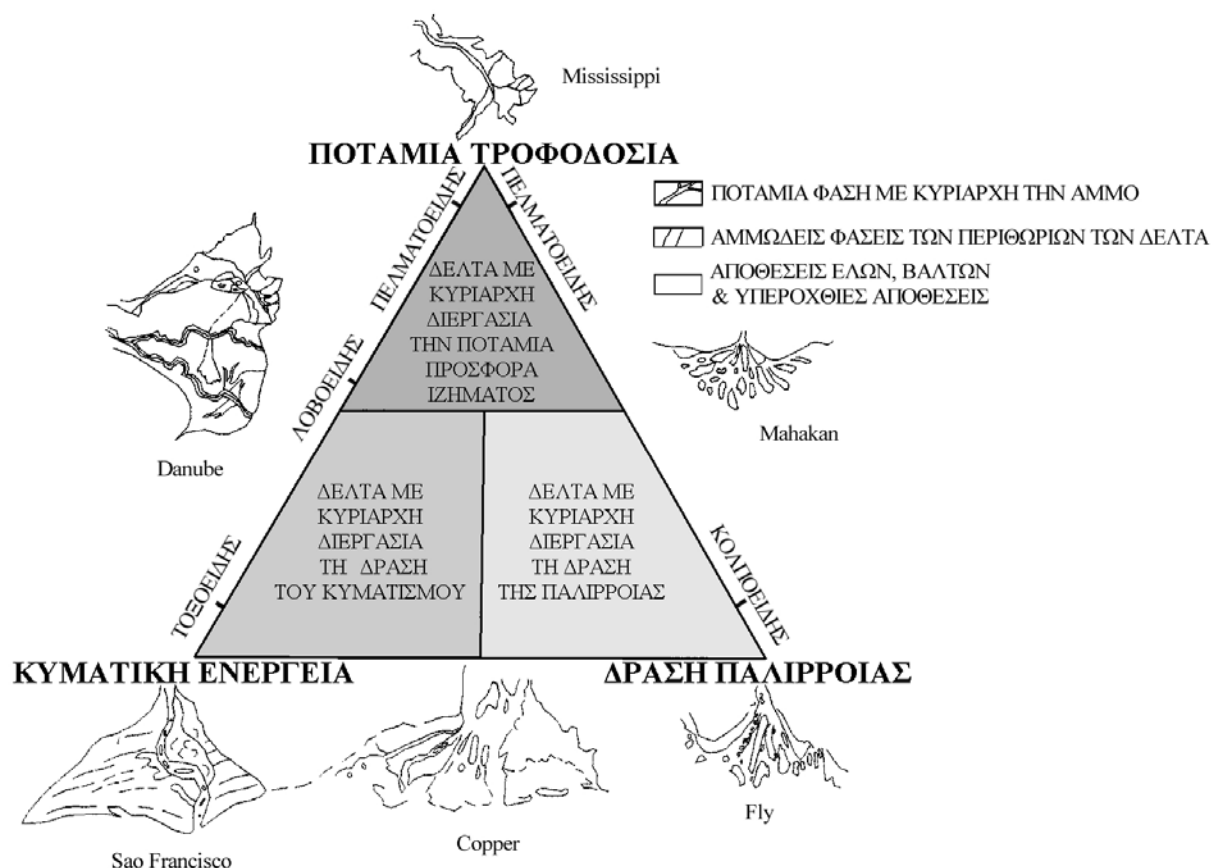
αρχίζει η ανάπτυξη των δελταϊκών λοβών, στα πιο ανοιχτά σημεία της παραλίας. Είναι σαφές ότι οι ακτογραμμές μετακινούνται προς τη στεριά ακόμα και στις δελταϊκές περιοχές, παρότι υπάρχει άφθονη προσφορά ιζήματος. Είναι μόνο λίγες οι περιπτώσεις όπου ο ρυθμός προσφοράς του ιζήματος απ' τους ποταμούς ήταν αρκετός για να “εγκλωβίσει” αυτή την κίνηση της ακτογραμμής προς τη στεριά. Κάτω από τέτοιες συνθήκες, χοντρά πακέτα του παράκτιου πεδίου και των ποτάμιων αποθέσεων συγκεντρώθηκαν διαδοχικά το ένα πάνω στο άλλο στο ίδιο μέρος (π.χ στο Δέλτα του Ροδανού στο κατώτερο και μέσο Ολόκαινο), με αποτέλεσμα τα μέρη της ανθρώπινης διαμονής να θάβονται κάτω από δεκάδες μέτρα ιζήματος, για να ‘αποκαλυφτούν μόνο μετά από μεγάλες ανασκαφές.



Σχήμα 3,8. Καμπύλες συσχέτισης ύψους-ηλικίας, που έγιναν με βάση τη σύγκριση των θαλάσσιων αναβαθμίδων στον Κορινθιακό, (από διάφορες τομές ξηράς), σε σύγκριση με τα χαμηλά PEAKS του (υψηλή στάθμη θάλασσας), της καμπύλης του ωκεάνειου ισοτόπου του οξυγόνου (κάτω). Η ισοτοπική καμπύλη δόθηκε από τον IMBRIE ET AL (1984). (KERAUDREN ET SOREL. 1987).

4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΔΕΛΤΑ

Κατά καιρούς έχουν γίνει πολλές ταξινομήσεις των δέλτα ανάλογα με το σχήμα, τη μορφή της ακτογραμμής τους, τον αριθμό και τη μορφή των κοιτών που διαρρέουν τη δελταϊκή πεδιάδα κ.α.. Ο Galloway (1975) ταξινόμησε τα δέλτα με κριτήριο το ποια διεργασία είναι κυρίαρχη και υπεύθυνη για την τελική τους διαμόρφωση. Στο τριγωνικό διάγραμμα του σχήματος 38, κάθε μία από τις κορυφές του τριγώνου αντιπροσωπεύει δέλτα ποταμών με συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά που έχουν διαμορφωθεί με κυρίαρχη διεργασία την ποτάμια τροφοδοσία, την κυματική ενέργεια ή την δράση της παλίρροιας αντίστοιχα. Κάθε ποτάμιο δέλτα απεικονίζεται σαν ένα σημείο του τριγωνικού διαγράμματος του σχήματος 38 ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής κάθε μιας από τις τρεις κύριες διεργασίες στην τελική του διαμόρφωση.

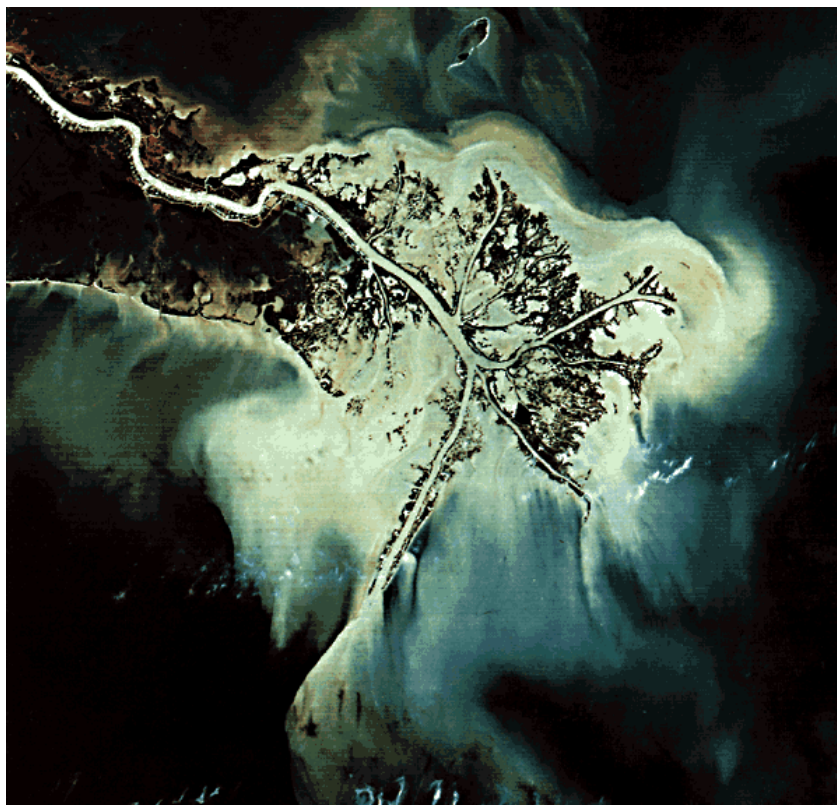


Σχήμα 4.1. Ταξινόμηση των δέλτα βάσει των τριών κύριων διεργασιών διαμόρφωσής τους: ποτάμια τροφοδοσία, κυματική ενέργεια και παλίρροιες (Galloway, 1975).

Στη συνέχεια περιγράφονται τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά των τριών κύριων κατηγοριών των ποτάμιων δέλτα.

4.1 Δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τις ποτάμιες διεργασίες

Το κύριο χαρακτηριστικό των ποταμών που σχηματίζουν δέλτα αυτού του τύπου είναι η μεγάλη στερεοπαροχή (ποσότητα μεταφερόμενου ιζήματος). Τα μεταφερόμενα υλικά σχηματίζουν φυσικά αναχώματα που οριοθετούν τις κοίτες. Τα αναχώματα εκτείνονται εντός της θάλασσας δημιουργώντας μια μορφολογία που θυμίζει πέλμα πτηνού. Για το λόγο αυτό έχει καθιερωθεί η ονομασία δέλτα πέλματος πτηνού (birds foot delta) για τα δέλτα αυτού του τύπου. Το πιο αντιπροσωπευτικό δέλτα αυτής της κατηγορίας είναι του ποταμού Μισισσιπή στις νοτιοανατολικές ΗΠΑ.



Φωτ. 4.1. Δορυφορική φωτογραφία του δέλτα του ποταμού Μισισσιπή. Θεωρείται αντιπροσωπευτικό "bird s foot" δέλτα με κυρίαρχη διεργασία διαμόρφωσης την ποτάμια τροφοδοσία.

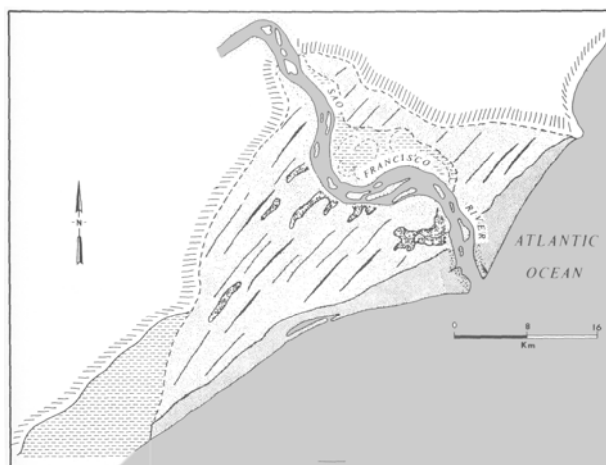
4.2 Δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τον κυματισμό.

Είναι γεγονός ότι η ενέργεια του κυματισμού μειώνεται ουσιαστικά καθώς πλησιάζουν στις ακτές, τις περιοχές δηλ. με ηπιότερες κλίσεις κλιτύων, υπάρχει δε περίπτωση να υπάρξει τέλεια απόσβεση της κυματικής ενέργειας σε περιοχές κοντά στα παράλια με πολύ μικρές κλίσεις. Εδώ οι ποτάμιες απορροές ιζημάτων θα κυριαρχούν και θα έχουμε σχηματισμό Δέλτα. Αντίθετα , αν η ενέργεια του κυματισμού είναι μεγάλη τότε δεν έχουμε δημιουργία δέλτα. Αντί γ ι ' αυτό τα κύματα επαναδιανέμουν το ίζημα κατά μήκος της παραλίας και αυτό μπορεί να προκαλέσει την προέλαση των μεγάλων εκτάσεων ξηράς

Στα δέλτα της κατηγορίας αυτής το ίζημα που μεταφέρεται από το ποτάμι και καταλήγει στην ακτή αναδιανέμεται από τη δράση του κυματισμού. Κύριο μορφολογικό χαρακτηριστικό αυτών των δέλτα είναι η ομαλή σχεδόν ευθεία ακτογραμμή. Στην περίπτωση που τα κύματα θραύονται παράλληλα προς την

ακτογραμμή το δέλτα αναπτύσσεται συμμετρικά εκατέρωθεν των εκβολών. Όταν τα κύματα προσεγγίζουν την ακτογραμμή υπό γωνία το δέλτα εμφανίζει μια μορφολογία έντονα ασύμμετρη διότι τα επιμήκη παράκτια ρεύματα, που δημιουργούνται από τη δράση του κυματισμού, μεταφέρουν το ποτάμιο ίζημα πλευρικά των εκβολών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του τύπου είναι το δέλτα του ποταμού Sao Francisco στη Βραζιλία.

Το δέλτα του ποταμού Volta στη Δυτική Αφρική αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα ασύμμετρα ανεπτυγμένου δέλτα. Η διαμόρφωσή του έχει επηρεαστεί σημαντικά από τη δράση του κυματισμού και των επιμηκών παράκτιων ρευμάτων. Η μια πλευρά της δελταϊκής ακτογραμμής υφίσταται έντονη διάβρωση από τις θαλάσσιες διεργασίες. Τα προϊόντα της διάβρωσης παρασύρονται και μεταφέρονται κατά μήκος των ακτών του Τόγκα και της Γκάνα σχηματίζοντας ένα σύστημα από αμμώδη φράγματα (sand bars) και λιμνοθάλασσες (lagoons). Μέχρι το 1961 το τμήμα της ακτογραμμής που διαβρωνόταν τροφοδοτούταν με μεγάλες ποσότητες ιζημάτων που προέκυπταν από την ποτάμια διάβρωση των ορεινών περιοχών της λεκάνης απορροής. Μετά την κατασκευή του φράγματος του Akosombo στο άνω τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Volta το 1961 περιορίστηκε σημαντικά η ποσότητα των ποτάμιων ιζημάτων που καταλήγουν στην ακτή, προκαλώντας την υποχώρηση του δέλτα και την σταδιακή εξαφάνιση των αμμωδών φραγμάτων από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών.

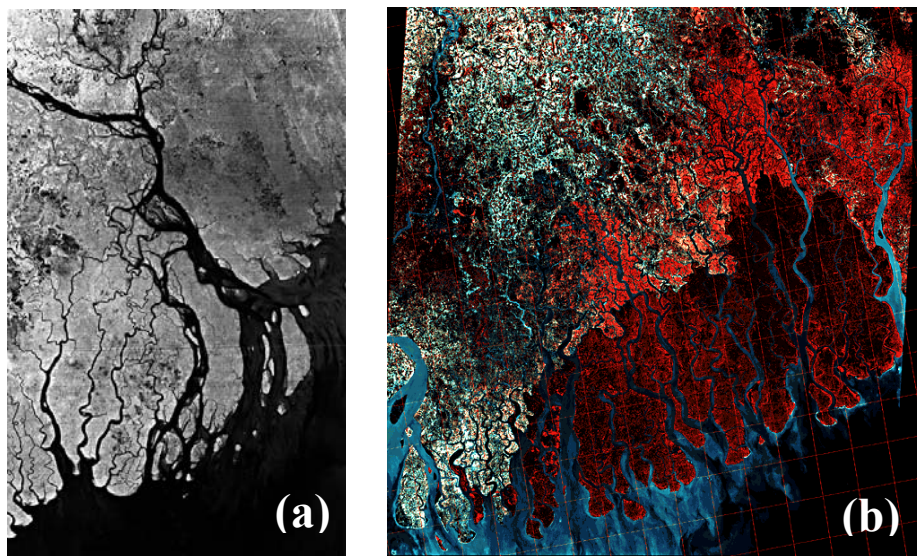


Σχήμα 4.2. Χάρτης του δέλτα του ποταμού Sao Francisco. Θεωρείται τυπικό δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τον κυματισμό.

4.3 Δέλτα με κυρίαρχο παράγοντα διαμόρφωσης τις παλίρροιες.

Στις ακτές με έντονα φαινόμενα παλίρροιας ,τα παλιρροιακά φαινόμενα θα τείνουν να καταστρέψουν το μοντέλο της αλμυρής σφήνας που προαναφέραμε καθώς επίσης και ν ‘αντιπαραθέσουν μια σημαντική “παλινδρομική” κίνηση στην ουσιαστικά μονόδρομη εισαγωγή του ποταμού (Leeder 1982).

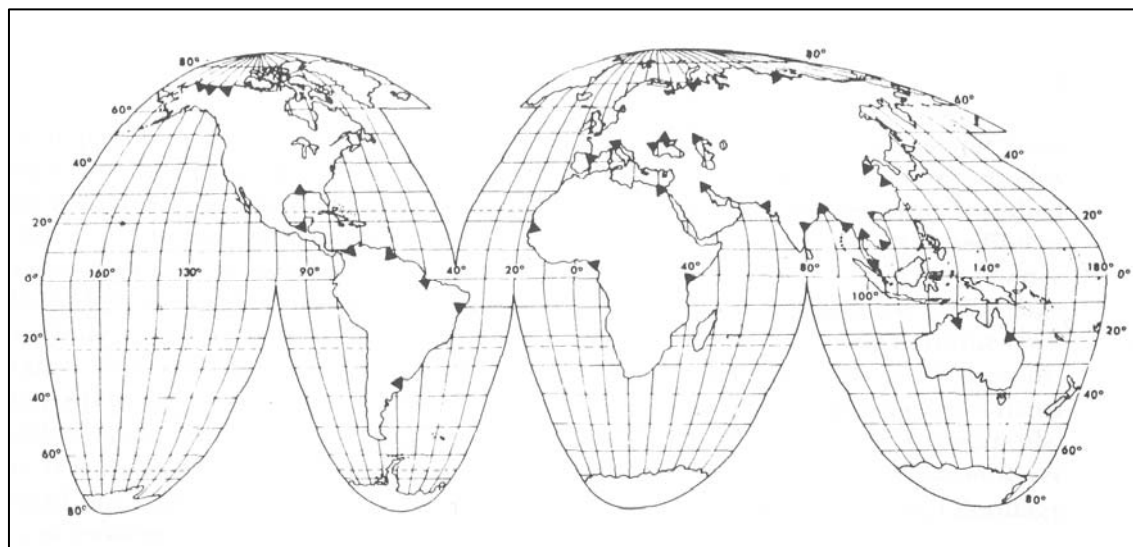
Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει δέλτα ποταμών όπου το ποτάμιο ίζημα που καταλήγει στην ακτή αναδιανέμεται από τη δράση της παλίρροιας.



Φωτ. 4,2. Δορυφορικές φωτογραφίες του δελταϊκού συμπλέγματος των ποταμών Γάγγη και Βραχμαπούτρα, α) του ανατολικού ενεργού δέλτα β) του δυτικού εγκαταλελειμμένου δέλτα. Θεωρείται τυπικό δέλτα με κυρίαρχη διεργασία διαμόρφωσης τις παλίρροιες.

Στα δέλτα της κατηγορίας αυτής έχουν διαμορφωθεί κοίτες (tidal channels) μέσω των οποίων μεταφέρεται το νερό κατά την πλημμυρίδα και την αμπώτιδα. Οι κοίτες αυτές διακόπτουν την συνέχεια της ακτογραμμής που αποτελείται από κολπίσκους και αμμώδη φράγματα κάθετα στην ακτή. Στην κατηγορία αυτή ανήκει

το δέλτα που έχει διαμορφωθεί στις εκβολές των ποταμών Γάγγη και Βραχμαπούτρα στην Ινδία και το Μπαγκλαντές.



Σχήμα 4.3. Γεωγραφική κατανομή των μεγαλύτερων δελταϊκών σχηματισμών της γης. Είναι φανερό ότι ποτάμια δέλτα εμφανίζονται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και σε όλες τις κλιματικές ζώνες της γης.

Ο αριθμός των δέλτα που επηρεάζονται αμιγώς από μία μόνο διεργασία, που προβάλλονται δηλαδή στις κοντά στις κορυφές του τριγωνικού διαγράμματος του Galloway, είναι πολύ μικρός. Τα περισσότερα δέλτα επηρεάζονται και διαμορφώνονται από συνδυασμό διεργασιών. Για παράδειγμα το δέλτα του ποταμού Νίγηρα που βρίσκεται στις δυτικές ακτές της Αφρικής επηρεάζεται ταυτόχρονα και από τις τρεις παραπάνω διεργασίες. Παρουσιάζει μια εσωτερική ζώνη που κυριαρχεί η ποτάμια τροφοδοσία, μια εξωτερική ζώνη όπου κυριαρχεί ο κυματισμός και μια μεταβατική περιοχή όπου κυριαρχούν οι παλίρροιες.

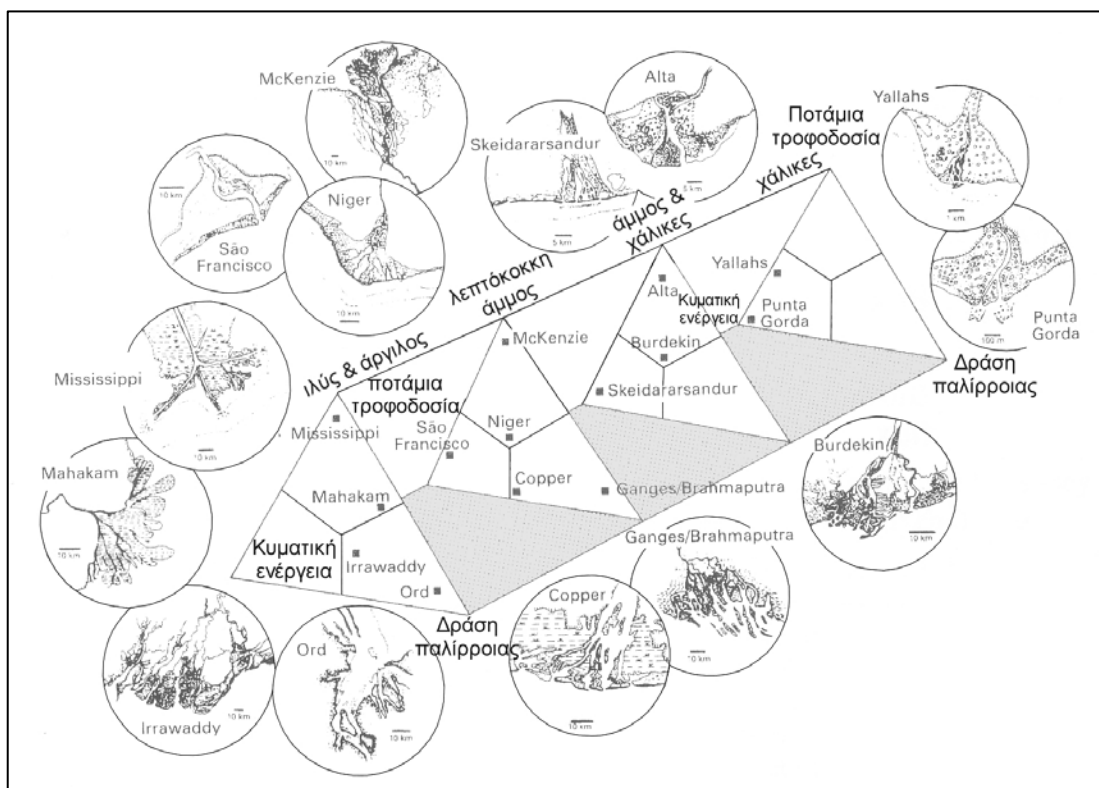
Τα περισσότερα δέλτα του ελλαδικού χώρου ταξινομούνται μεταξύ αυτών που κυρίαρχη διεργασία είναι η ποτάμια τροφοδοσία και αυτών που κυριαρχεί ο κυματισμός. Τα εύρη παλίρροιας κατά μήκος των ελληνικών ακτών είναι πολύ μικρά με αποτέλεσμα οι παλίρροιες να μην παίζουν ιδιαίτερο ρόλο στη διαμόρφωση των ελληνικών δέλτα.

Ποταμός/χώρα	Έκταση λεκάνης απορροής (Χ10 ³ km ²) Ad	Βροχόπτωση (mm)	Παροχή (m ³ /sec)	Έκταση δέλτα (km ²) Ab	Λόγος μήκος/πλάτος δέλτα	Ad/Ab
Amazon (Brazil)	5877,5	1701	149736	467078	1,20	0,012584
Burdekin (Australia)	266,7	662	475,7	2112	1,66	0,126278
Chao Phraya (Thailand)	92,2	1317	831,4	11329	1,15	0,008138
Colville (Alaska)	59,5	116	491,7	1687	1,73	0,035270
Danube (Romania)	712,6	792	6250,1	2740	1,65	0,260073
Ebro (Spain)	89,8	583	552,0	624	2,89	0,143910
Ganges Brahmaputra (Bangladesh)	1597,2	1814	34500,0	105641	1,51	0,015119
Godavari (India)	305,3	1512	3180,0	6322	1,76	0,048292
Grijalva (Mexico)	112,0	1585	-	17028	1,26	0,006577
Hwang Ho (China)	865,1	431	2571,0	36272	1,36	0,023850
Indus (W. Pakistan)	887,7	720	4274,0	29524	1,42	0,030067
Irrawaddy (Burma)	341,8	2192	12558	20571	1,65	0,016616
Klang (Malaysia)	0,9	2135	1100	1817	1,35	0,000495
Lena (Russia)	2421,4	253	1402	43563	1,85	0,055584
Magdalena (Columbia)	251,7	1777	7500	1689	1,02	0,170280
Mekong (Vietnam)	517,5	1530	14168	93781	2,20	0,149023
Mississippi (USA)	3344,6	1018	15631	28568	2,03	0,005518
Niger (Nigeria)	1112,7	1062	8769	19135	1,24	0,117075
Nile (Egypt)	2715,6	870	1480	12512	1,20	0,058150
Ord (Australia)	78,0	528	166	3896	2,28	0,217040
Orinoco (Venezuela)	951,3	1434	25200	20642	1,80	0,020021
Parana (Brazil)	2871,8	1205	12658	5440	1,81	0,046086
Po (Italy)	71,7	847	1484	13398	1,39	0,527904
Red (N. Vietnam)	143,9	1282	3913	11908	1,33	0,005352
Sagavanirktok (Alaska)	11,8	116	-	1178	1,64	0,012084
Sao Francisco (Brazil)	602,3	1223	3420	734	1,08	0,010017
Senegal (Senegal)	196,4	1381	867,8	4254	1,02	0,820572
Shat-al-Arab (Iraq)	461,7	148	1300	18497	1,30	0,046168
Tana (Kenya)	63,5	733	172	3659	1,12	0,024961
Volga (Russia)	1614,4	527	7736	27224	1,93	0,017354
Yangtze-Kiang (China)	1354,2	1215	-	66669	1,55	0,059301

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ = 0.097190

Πίνακας 4,1. Χαρακτηριστικά των μεγαλύτερων δέλτα της γης και των αντίστοιχων ποταμών. 0,097190

Οι Orton & Reading (1993) πρότειναν μια ταξινόμηση όπου εκτός από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δέλτα λαμβάνει υπόψη και την κοκκομετρία (δηλαδή το μέγεθος των κόκκων) των δελταϊκών αποθέσεων. Στην ταξινόμηση αυτή αντί για το τριγωνικό διάγραμμα των διεργασιών του Galloway χρησιμοποιείται το πρίσμα του Σχήματος 4,4. Τα δύο άκρα της πλευράς που αφορά την κοκκομετρία είναι οι χάλικες και η ιλύς με ενδιάμεσες κατηγορίες τις άμμους με χάλικες και τις λεπτόκοκκες άμμους.



Σχήμα 4,4. Το πρισματικό διάγραμμα ταξινόμησης δέλτα των Orton & Reading (1993).

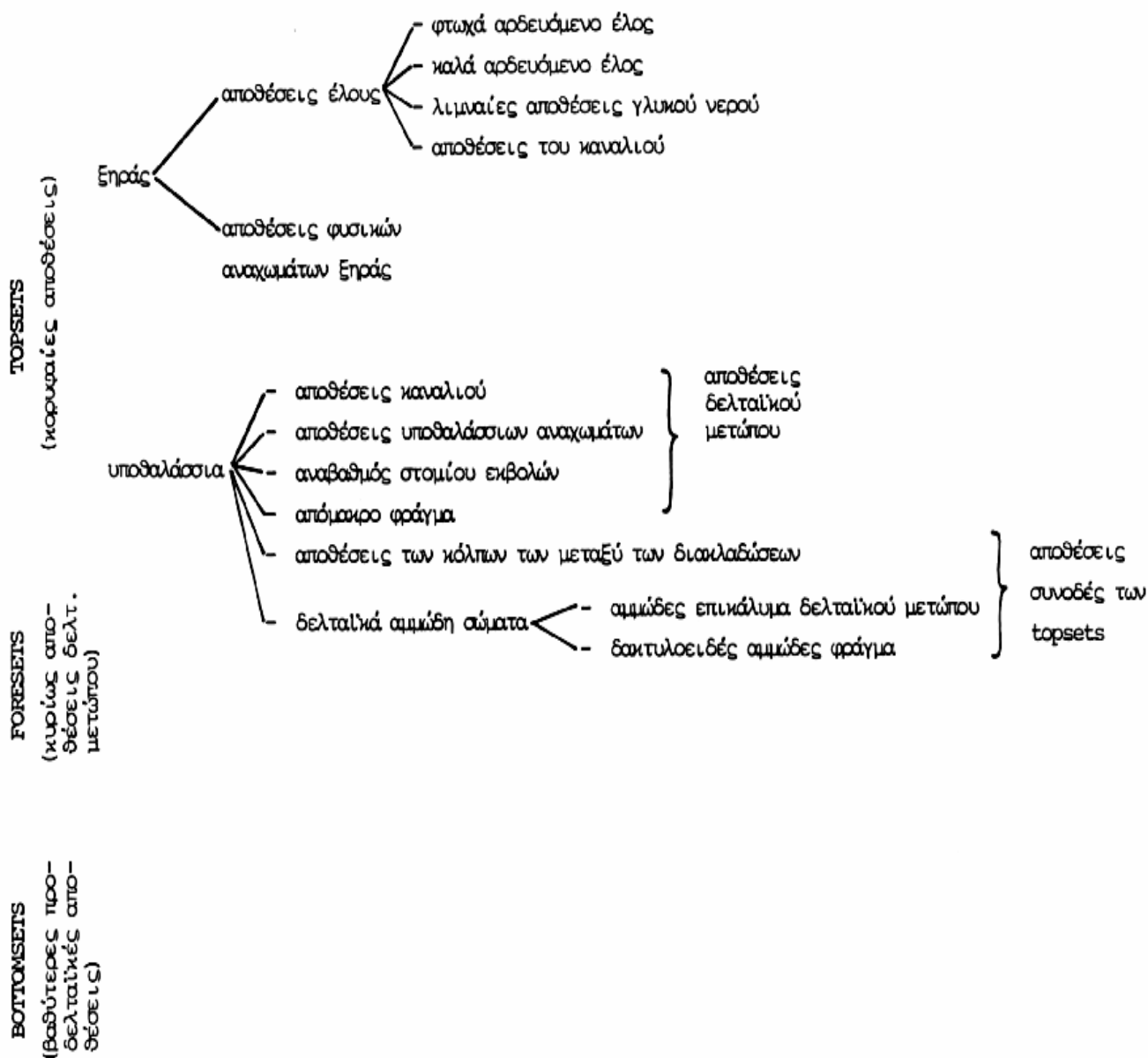
Στην ταξινόμηση αυτή εκτός των διεργασιών διαμόρφωσης λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος των κόκκων των δελταϊκών αποθέσεων.

5. ΔΕΛΤΑΪΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΚΑΙ ΥΠΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

5.1 Δομή ενός δέλτα

Όπως προαναφέραμε, σύμφωνα τις κλασσικές αντιλήψεις ένα δέλτα είναι φτιαγμένο από κορυφαίες αποθέσεις (topsets), κυρίως αποθέσεις δελταϊκού μετώπου (foresets) και τις βαθύτερες προδελταϊκές (bottomsets). Η κάθε μία μονάδα απ' αυτές αποτελείται από μικρότερες ενότητες που εναποτέθηκαν σε μάλλον ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Πέρα απ' αυτές, υπάρχουν και πλευρικές αποθέσεις και άλλες περιβαλλοντικές ενότητες που πλαισιώνουν τα δέλτα.

Ο χωρισμός των δελταϊκών υποπεριβαλλόντων φαίνεται αναλυτικά στο παρακάτω Σχήμα (Σχήμα 5,1) και βασίστηκε στις μελέτες του Shepard (1956) πάνω στο δέλτα του Μισισσιπή. Σε γενικές γραμμές όμως ισχύει για όλα τα δέλτα των ποταμών. Η παρουσία τους ή όχι σ' ένα δελταϊκό σύστημα, καθώς και η σχετική μεταξύ τους σημασία, αντανakλά τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή.



Σχήμα 5,1 . Δελταϊκά υποπεριβάλλοντα. Ταξινόμηση.

5.2 Περιβάλλον των κορυφαίων αποθέσεων (topsets). Υποπεριβάλλοντα.

5.2.1 Κορυφαίες αποθέσεις του δέλτα ξηράς (subaerial topsets)

5.2.1.1 Αποθέσεις έλους (swamp). (Reineck & Singh, 1974)

Αντιπροσωπεύονται από αργίλους πλούσιους σε οργανικό υλικό και αποθέσεις τύρφης. Στα ξηρά κλίματα οι αργιλώδεις αποθέσεις παρουσιάζουν εκτεταμένες ρωγμές και στρώσεις από φύκια. Ο παρακάτω χωρισμός σε 4 υποκατηγορίες βασίζεται στις μελέτες του Coleman (1966) στις ελώδεις αποθέσεις της λεκάνης Atehafalaya.

5.2.1.1.1 Φτωχά αρδευόμενο έλος (poor drained swamp)

Αποτελείται κυρίως από μαύρη λάσπη που εμπεριέχει πολύ οργανικό υλικό. Υπάρχει μεγάλος βαθμός βιοαναμόχλευσης ενώ είναι συχνά τα συσσωματώματα σιδήρου και τα φαινόμενα πυριτοποίησης των μικρών ριζών που εμπεριέχονται στα ιζήματα. Κοινός είναι επίσης ο βιβιανίτης ενώ το περιεχόμενο του ανθρακικού ασβεστίου είναι μάλλον χαμηλό.

5.2.1.1.2 Καλά αρδευόμενο έλος (well drained swamp)

Περιλαμβάνει αργιλώδεις αποθέσεις με απομονωμένους φακούς λάσπης. Το περιεχόμενο σε οργανικό υλικό είναι πολύ χαμηλό, όπως επίσης χαμηλά είναι και τα ποσοστά σιδηροπυρίτη και βιβιανίτη. Οι κόνδυλοι οξειδίων του σιδήρου είναι πυκνοί.

5.2.1.1.3 Λιμναίες αποθέσεις γλυκού νερού (lacustrine deposits)

Αποτελούνται από γκρίζες και μαύρες αργίλους. Στα ακτινοδιαγράμματα εμφανίζουν πολύ λεπτές γραμμώσεις, αποτέλεσμα ίσως ενός γρήγορα εναλλασσόμενου pH, δηλαδή της αλλαγής της φύσης των κατιόντων και της συγκέντρωσης του ιζήματος. Τα ιζήματα παρουσιάζουν φαινόμενα βιοαναμόχλευσης ενώ κοινή είναι η παρουσία σιδηροπυρίτη και βιβιανίτη.

5.2.1.1.4 Λιμναίοι δελταϊκοί συλλεκτήρες (lacustrine delta fill)

Σχηματίζονται αν ένας κλάδος ενός ρυακιού μπαίνει σε μια λίμνη. Ο εισερχόμενος κλάδος φέρνει πιο χονδρόκοκκα ιζήματα στα οποία απαντάται μια μεγάλη ποικιλία από ιζηματολογικές δομές.

5.2.1.1.5 Αποθέσεις του καναλιού

Σχηματίζονται από πιο χονδρόκοκκα και φτωχά διαβαθμισμένα ιζήματα. Η απόθεση στα κανάλια γίνεται από τη μετανάστευση των σημειακών φραγμάτων (point bars) και των πλεξοειδών φραγμάτων (braid bars). Οι διασταυρούμενες στρώσεις είναι οι πιο συχνές ιζηματολογικές δομές.

5.2.1.2 Αποθέσεις φυσικών αναχωμάτων ξηράς

Σχηματίζονται κατά τη διάρκεια περιόδων μεγάλης ροής του ποταμού, όταν αυτός πλημμυρίζοντας αποθέτει άμμο και άλλα πιο λεπτόκοκκα υλικά, κατά μήκος και πολύ κοντά στις όχθες του για να δημιουργήσει ανυψωμένες όχθες ή φυσικά αναχώματα (natural levees). Εδώ η ακανόνιστη στρωμάτωση είναι πολύ κοινή και προκύπτει από την επέμβαση χοντρών ριζών στην ιζηματοπόθεση. Τοπικά, οι μεγάλες φωλιές από φυτά και ζώα, διαταράσσουν τελείως όλες τις πρωταρχικές ανόργανες ιζηματολογικές δομές. Πυκνοί είναι οι κόνδυλοι σιδήρου και CaCO_3 .

5.2.2 Υποπεριβάλλοντα των υποθαλάσσιων κορυφαίων (topset) αποθέσεων.

Το υποθαλάσσιο τμήμα των κορυφαίων αποθέσεων αντιπροσωπεύεται από το περιβάλλον του δελταϊκού μετώπου και τις συνοδές αποθέσεις των κορυφαίων αποθέσεων.

5.2.2.1 Σύμπλεγμα περιβαλλόντων δελταϊκού μετώπου.

Όπως είναι αυτονόητο σ' ένα ενεργά προελαύνων δέλτα το περιβάλλον του δελταϊκού μετώπου είναι η εστία των περισσότερων ενεργών αποθέσεων. Το καθένα απ' τα τέσσερα υποπεριβάλλοντα που αποτελούν το σύμπλεγμα αυτό, κυριαρχείται και από διαφορετικές ιζηματολογικές διεργασίες, γεγονός που οδηγεί στη δημιουργία ευδιάκριτων μεταξύ τους ιζηματολογικών δομών (Shepard, 1966).

5.2.2.1.1 Κανάλια διακλαδώσεων (distributary channels)

Είναι οι διάφορες υποθαλάσσιες προεκτάσεις του καναλιού του ποταμού, που μεταφέρουν ένα μέρος των απορροών ιζημάτων και νερού του ποταμού στη θάλασσα. Τα κανάλια αυτά διαπλατώνονται, γίνονται ρηχότερα, διακλαδίζονται και στο τέλος χάνουν την ταυτότητα τους καθώς προχωρούν μέσα στη θάλασσα.

Όταν το κανάλι πλαταίνει κατά την κάθοδό του η διεύθυνση του ρεύματος ποικίλλει και η ταχύτητά του μειώνεται καθώς ο βαθμός απόθεσης των ιζημάτων αυξάνεται. Συνηθισμένες ιζηματολογικές δομές είναι οι διασταυρούμενες στρώσεις (cross-bedding), οι πτυχωμένες από τα ρεύματα στρώσεις (current ripple bedding), οι διαβρωμένες επιφάνειες, κλπ. Οι στρώσεις αργίλων, που εναποτέθηκαν κατά τη διάρκεια της χαμηλής στάθμης του ποταμού, δεν έχουν υποστεί διάβρωση και εμφανίζονται καλοδιατηρημένες.

5.2.2.1.2 Υποθαλάσσια αναχώματα (subaqueous levees)

Είναι οι υποθαλάσσιες κορυφογραμμές που πλαισιώνουν τα κανάλια εκβολών. Οι παλίρροιες τροποποιούν και ελέγχουν τη μορφολογία τους. Αποτελούνται από πολύ λεπτή άμμο, λάσπη και άργιλο, με παρεμβολές φυσικών υπολειμμάτων. Τοπικά η συνδυασμένη ενέργεια ποτάμιων και κυματικών διεργασιών παράγει σύνθετους τύπους διασταυρούμενων στρώσεων.

5.2.2.1.3 Φράγμα στομίου εκβολών των διακλαδώσεων (distributary mouth bar)

Το φράγμα του στομίου εκβολών των διακλαδώσεων είναι ένας αμμώδης ύφαλος που σχηματίζεται κοντά στο όριο θάλασσας και καναλιού εκβολής. Ο σχηματισμός του είναι το άμεσο αποτέλεσμα της μείωσης της ταχύτητας του ρεύματος του ποταμού και κατά συνέπεια της μεταφορικής του ικανότητας, καθώς εγκαταλείπει το κανάλι. Ο ρυθμός ιζηματογένεσης είναι ασυνήθιστα ψηλός, πιθανά ψηλότερος από κάθε άλλο υποπεριβάλλον του δέλτα. Οι αποθέσεις που αποτελούνται από άμμο και λάσπη με συχνή παρουσία κομματιών ξύλων και φυτικών υπολειμμάτων είναι συνεχώς εκτεθειμένες στην επεξεργασία των κυμάτων και των

ρευμάτων του ποταμού. Έτσι παρουσιάζονται παραμορφωμένα (πτυχωμένα) στρώματα που συχνά συνοδεύονται από εγκλείσματα αερίων.

Τα τελευταία προκύπτουν διότι, καθώς το δέλτα προελαύνει οι αποθέσεις του φράγματος του στομίου υπέρκεινται των αποθέσεων του κόλπου, πλούσιων σε οργανικό υλικό. Καθώς αυτό αποσυντίθεται, απελευθερώνονται αέρια που διαπερνούν τις υπερκείμενες αμμόδεις αποθέσεις του φράγματος του στομίου και παράγουν τις χαρακτηριστικές δομές.

5.2.2.1.4 Απόμακρο φράγμα (*distal bar*)

Είναι η θαλάσσια κατωφέρεια (πλαγιά) του δελταικού μετώπου, που εκτείνεται προς τα ανοικτά. Είναι μια ζώνη με ψηλούς ρυθμούς ιζηματογένεσης που αποτελείται κύρια από λεπτές στρώσεις λάσπης και αργίλων. Οι ιζηματολογικές δομές επαναλαμβάνονται με καθορισμένη συχνότητα σε εποχιακή βάση. Είναι ζώνη υπερβολικά ευνοϊκή για την ανάπτυξη ενός πυκνού βενθικού πληθυσμού. Αποθέσεις οστράκων και βιοαναμόχλευσης υποδηλώνουν παντού την παρουσία του.

5.2.2.2 Συνοδές αποθέσεις των κορυφαίων (*topsets*)

5.2.2.2.1 Κόλποι μεταξύ των διακλαδώσεων εκβολών (*interdistributary bays*)

Η ιζηματογένεση εδώ ακολουθεί 2 κύριες διεργασίες:

- α) απόθεση λεπτόκοκκου ιζήματος που οφείλεται στην απουσία της κυματικής δράσης, και
- β) απόθεση χονδρόκοκκου υλικού που μεταφέρεται από τις ρωγμές των καναλιών.

Οι στρώσεις των ιζημάτων είναι παράλληλες και εμφανίζουν διαφορά υψών και χρωμάτων. Τοπικά, όπου επικρατεί ο κυματισμός είναι λεπτές. Δομές ρυτιδώσεων και διάβρωσης (*ripple and scour structures*) είναι επίσης κοινές, θεωρούμενες σαν αποτέλεσμα παλιρροιακών ρευμάτων ή απορροές υπερχείλισης. Συχνή είναι επίσης η παρουσία βιοαναμόχλευσης και των αποθέσεων οστράκων.

5.2.2.2.2 Δελταϊκά αμμώδη σώματα

Η προέλαση του δέλτα παράγει εκτεταμένα αμμώδη σώματα δύο σημαντικών τύπων:

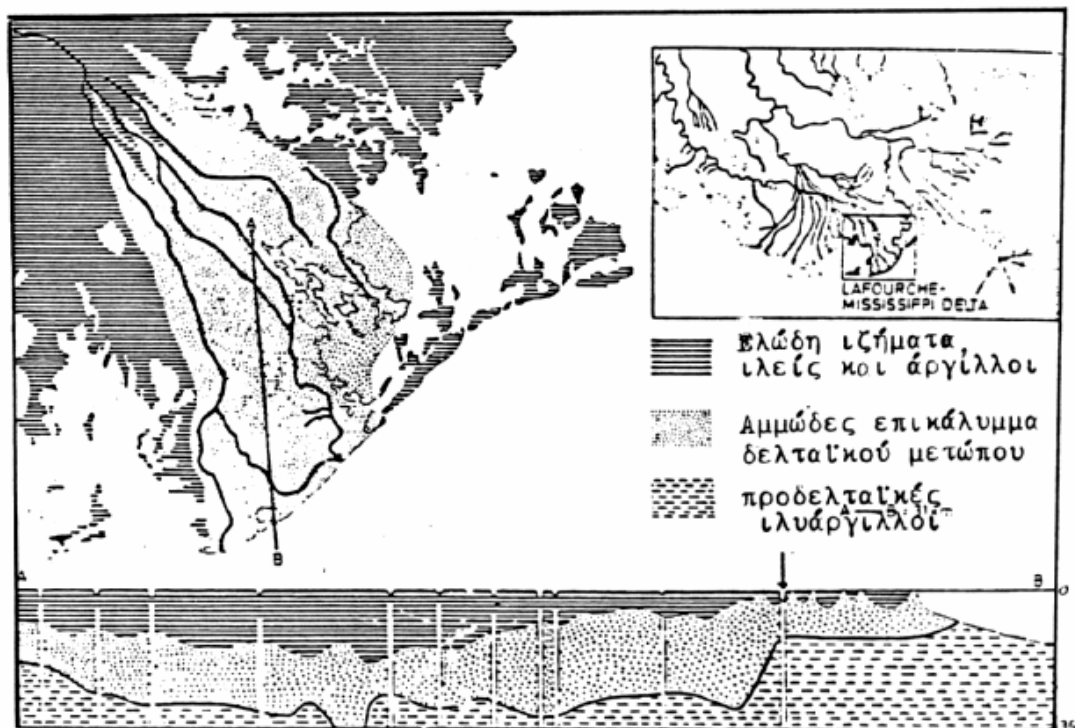
- α. Αμμώδεις επικάλυμμα δελταικού μετώπου (delta front sheet sand), και
- β. Δακτυλοειδείς αμμώδεις φράγμα (bar finger sand), που είναι γνωστό ότι σχηματίζουν παγίδες πετρελαίου.

α) Αμμώδεις επικάλυμμα δελταικού μετώπου (delta front sheet sand)

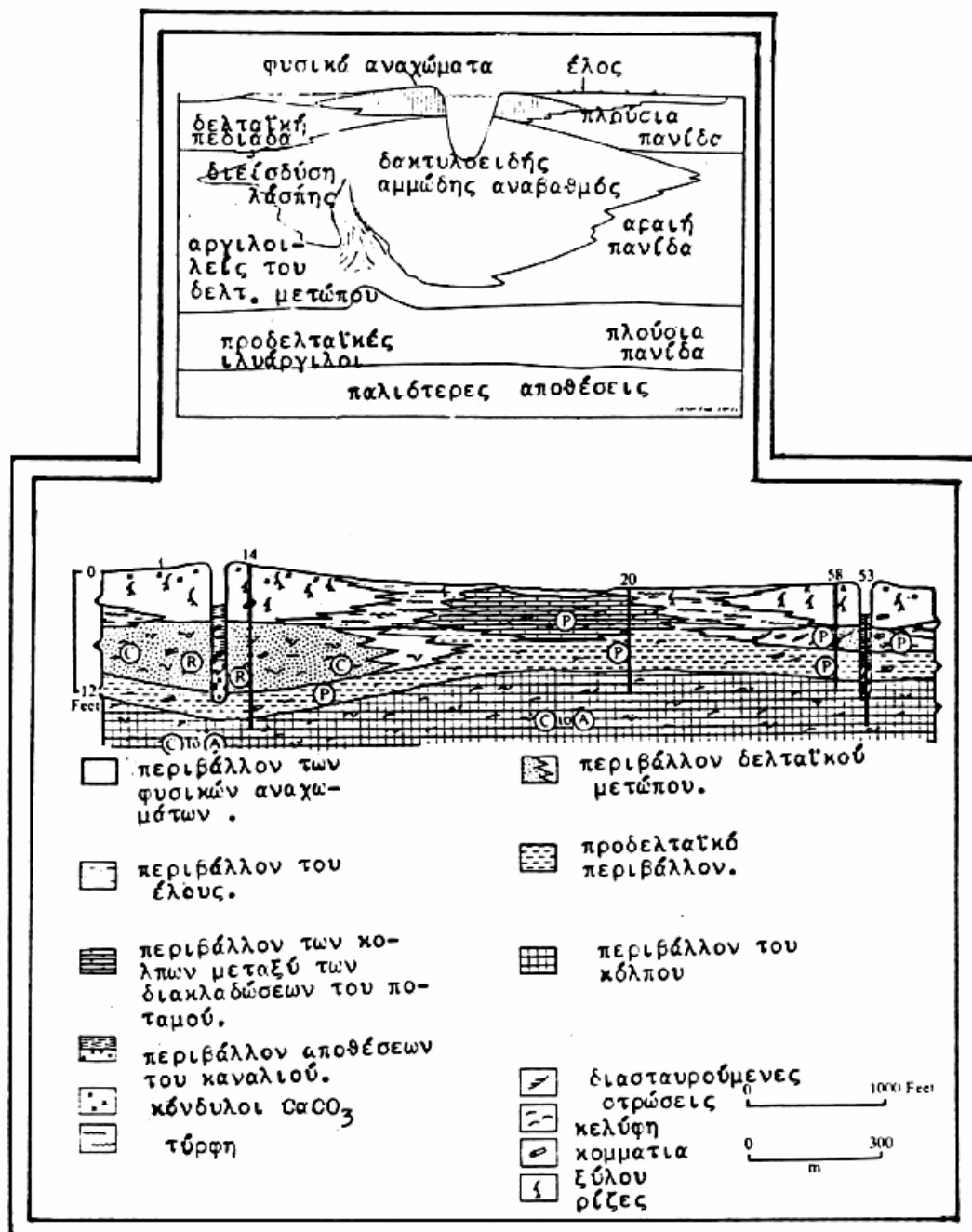
Εμφανίζεται με τη μορφή νησίδων άμμου (Σχ.5,2). Προς την ξηρά υπερκαλύπτεται από ελώδεις αποθέσεις ενώ προς τη μεριά της θάλασσας λεπταίνει σημαντικά. Τα αμμώδη αυτά σώματα δημιουργούνται από τις λάσπες του δελταικού μετώπου και ένα φράγμα στομίου εκβολής. Αυτά τα ιζήματα μεταφέρονται πλάγια από τον κυματισμό και συσσωρεύονται κατά μήκος της ακτογραμμής. Στο δέλτα του Ροδανού καθαρές άμμοι εκτείνονται 10m περίπου κάτω από την επιφάνεια του νερού όπου περνάνε σταδιακά σε λασπώδεις άμμους. Τα όρια αυτά ερμηνεύτηκαν από τους Van Straaten (1959) και Kruit (1955) σαν το όριο επενέργειας του κυματισμού.

β) Δακτυλοειδείς αμμώδεις φράγμα (bar finger sand)

Αξίζει να αναφέρουμε ότι συχνά, λόγω της συμπίεσης των λασπών του προδέλτα, από τα υπερκείμενα αυτά αμμώδη σώματα, «διάπυρα» σώματα λάσπης μπορούν να εισχωρήσουν και να φτάσουν ακόμα και ως την επιφάνεια (Σχ. 5,3).



Σχήμα 5,2. Σχηματικό διάγραμμα των αμμοδών επικαλυμμάτων του LAFOURCHE δέλτα του Μισσισιπιή. (REINECK, 1970,B).



Σχήμα 5.3. α. Χαρακτηριστικές μορφές των δακτυλοειδών αμμωδών αναβαθμών και των συνοδών τους φάσεων (FISK, 1961-τροποποίηση COULD, 1970).

β. Σχηματική κάθετη τομή με τις διάφορες αποθέσεις τον δέλτα τον GUADALUP και τις μεταξύ τους σχέσεις (DONALDSON, 1970).

5.3 Περιβάλλον των κυρίως αποθέσεων του δελταϊκού μετώπου (foresets)

Τα ιζήματα είναι χαρακτηριστικά λεπτόκοκκα : άργιλοι και λασπώδεις άργιλοι και δείχνουν στρωμάτωση που οφείλεται στο μέγεθος και το χρώμα των κόκκων. Κοντά στο μέτωπο εκβολής τα ιζήματα είναι πιο λασπώδη, με κυριαρχούσες ιζηματολογικές δομές, τις ρυτιδωμένες στρώσεις (ripple bedding), τις ρυτιδώσεις λόγω ρευμάτων, κλπ. Μακριά από το δελταϊκό μέτωπο κυριαρχούν οι άργιλοι με έντονη παρουσία οργανικού υλικού.

Ο Van Straaten (1966) αναφέρει την ύπαρξη αμμωδών οριζόντων σε βάθος μέχρι περίπου 70m και σε μια απόσταση πάνω από 2Km , από το στόμιο εκβολής. Η παρουσία τους πιθανόν οφείλεται στις πλημμύρες των ποταμών, οι οποίοι λόγω των υψηλών ταχυτήτων ρευμάτων γίνονται ικανοί να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες από πιο χονδρόκοκκο υλικό, σε πολύ μεγάλες αποστάσεις μέσα στη θάλασσα.

5.4 Περιβάλλον λασπών της πλατφόρμας (shelf mud environment) ή βαθύτερες προδελταϊκές αποθέσεις (bottomsets).

Είναι ουσιαστικά αργιλικές αποθέσεις, στις εξωτερικές (μακρινές) περιοχές του προδέλτα (60-70 m), όπου το λεπτόκοκκο αιωρούμενο ίζημα εναποτίθεται σε αργό ρυθμό. Οι. παρουσίες οστράκων και βιοαναμόχλευσης απαντώνται συχνά και είναι υπεύθυνες για την πολυχρωμία και τη στρωμάτωση των αργιλικών αποθέσεων. Οι ταχύτητες ιζημάτων μειώνονται καθώς απομακρυνόμαστε από τις εκβολές του ποταμού, εν η % σύσταση σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) αυξάνεται..

6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΔΕΛΤΑ ΣΤΟ ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων του Τεταρτογενούς η θαλάσσια στάθμη ήταν πολύ χαμηλότερη από τη σημερινή. Πράγματι κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου 18000 έτη πριν από σήμερα η παγκόσμια θαλάσσια στάθμη ήταν περίπου 120 m χαμηλότερη από τη σημερινή και οι τότε ακτογραμμές σε όλες τις ηπείρους βρίσκονταν κοντά στο άκρο της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου του Ολοκαινίου που ακολούθησε την τελευταία παγετώδη περίοδο η θαλάσσια στάθμη ανυψώθηκε με μεγάλο ρυθμό αρχικά έως περίπου 6000 έτη πριν από σήμερα και κατόπιν η άνοδος πραγματοποιήθηκε με πιο αργό ρυθμό. Ορισμένα από τα δέλτα που ήταν ενεργά κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο και σχηματίστηκαν στο άκρο του ηπειρωτικού περιθωρίου κατακλύστηκαν από την ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης του Ολοκαίνου. Υπήρχαν και ορισμένοι δελταϊκοί σχηματισμοί που ο ρυθμός προσφοράς ιζήματος από τα ποτάμια υπερέβαινε το ρυθμό της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης με αποτέλεσμα την ανύψωση της επιφάνειας των δέλτα και την προέλασή τους. Αυτά τα δέλτα κατάφεραν να διατηρηθούν και ονομάστηκαν δέλτα του άκρου των ηπειρωτικών περιθωρίων (shelf margin deltas επίσης είναι γνωστά σαν shelf edge delta) και συνήθως αναπτύσσονται σε βαθιά νερά. Τα δέλτα που δεν ανυψώθηκαν με γρηγορότερο ρυθμό από τον ρυθμό ανόδου της θαλάσσιας στάθμης μετανάστευσαν προς την ξηρά και είναι γνωστά σαν δέλτα αβαθών νερών (shoal water deltas επίσης γνωστά και σαν inner shelf deltas) διότι βρίσκονται σε νερά μικρού βάθους.

Σε πολλά σύγχρονα δέλτα οι κάθετες ακολουθίες των ιζημάτων των δελταϊκών αποθέσεων αντανακλούν την σταδιακή μετακίνηση των περιβαλλόντων του δέλτα προς την ξηρά. Μια τυπική ολοκαινική ακολουθία δελταϊκών ιζημάτων συνήθως στη βάση εμφανίζει ένα στρώμα από ποτάμια ιζήματα, όπως αποθέσεις πλημμυρικής πεδιάδας (floodplain deposits) που από πάνω καλύπτονται από αποθέσεις κοίτης των κλάδων διανομής και αποθέσεις των περιοχών μεταξύ των κοιτών που ονομάζονται υπερόχθιες αποθέσεις και προς τα πάνω περνούν σε ιζήματα αποθέσεων που οφείλονται στη δράση της παλίρροιας και τελικά σε παράκτιες αποθέσεις που μπορεί να περιλαμβάνουν άμμους παράκτιων θινών. Αυτή η ακολουθία ιζημάτων αντανακλά την προς τα πάνω και προς την ξηρά μετανάστευση των διαφόρων περιβαλλόντων απόθεσης του δέλτα.

Οι Aslan and Autin (1999) σκιαγραφούν τις αλλαγές που παρατηρούνται στα περιβάλλοντα απόθεσης σε μια ακολουθία ιζημάτων του Ολοκαίνου πάχους 15-30 m σε μια περιοχή 300 km ανάντη των εκβολών του ποταμού στο δέλτα του Μισισσιπή. Διέκριναν δύο ιζηματολογικές ενότητες:

- Μία κατώτερη Ολοκαινική ενότητα που αποτέθηκε πριν τα 5000 έτη πριν από σήμερα, που αποτελείται από ιζήματα που αντιστοιχούν σε αποθέσεις

έλους και ρηχής λίμνης και αποθέσεις από πολυάριθμες κοίτες μικρών ρευμάτων. Οι ενδείξεις για σχηματισμό εδαφών στο ποτάμιο περιβάλλον αυτής της εποχής είναι λίγες.

- Μια ανώτερη ενότητα του Ολοκαίνου που αποτέθηκε από 5000 έτη πριν από σήμερα και μετά που αποτελείται από αποθέσεις άμμου που αντιστοιχούν σε μαιανδρικές κοίτες του ποταμού, ιλύς από σχηματισμούς φυσικών αναχωμάτων και ενδείξεις σχηματισμού εδαφών.

Συνεπώς συνέβη μια δραματική αλλαγή 5000 έτη πριν από σήμερα στο περιβάλλον απόθεσης που ερμηνεύτηκε σαν να αντιπροσωπεύει την επιβράδυνση στον ρυθμό ανόδου της θαλάσσιας στάθμης του Ολοκαίνου. Κατά τη διάρκεια της γρήγορης ανόδου η πλημμυρική πεδιάδα του Μισισσιπή αυξήθηκε γρήγορα, όμως μειώθηκε όταν η θαλάσσια στάθμη σταθεροποιήθηκε μετά τα 6000 έτη πριν από σήμερα, γεγονός που επέτρεψε την ανάπτυξη μαιάνδρων και το σχηματισμό εδαφών. Είναι φανερό ότι αυτή η περιοχή που σήμερα βρίσκεται 300 km εσωτερικά (από την ακτογραμμή) επηρεάστηκε από της παράκτιες διεργασίες και συνεπώς δείχνει πόσο μεγάλο είναι το εύρος της παράκτιας ζώνης.

7. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΕΛΤΑΪΚΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ

Οι δελταικές αποθέσεις σχηματίζουν 3 στρωματογραφικές ενότητες, σ' ανταπόκριση των 3 πρωτευόντων διεργασιών που τα καθορίζουν (Gilbert ,1885) :

1. την προέλαση ή την προώθησή τους,
2. τη συσσώρευση ή ανοικοδόμηση που είναι δυνατή μόνο σ' όσα δελταϊκά τμήματα έχουν ήδη προελάσει,
3. την επικάλυψη, που γίνεται. όταν κυριαρχούν οι διεργασίες του κυματισμού και της καταβύθισης, ώστε η κορυφή του δέλτα να επανεπεξεργάζεται και αναδιοργανώνεται.

Όλες αυτές οι διεργασίες είναι προφανές ότι μπορούν να γίνονται ταυτόχρονα, σ' ένα δέλτα. Σε γενικές γραμμές, την προώθηση ενός δέλτα, αναλαμβάνουν οι κυρίως αποθέσεις μετώπου του δέλτα (foresets), οι οποίες αναπτύσσονται σε βάθη 15-50m , έχουν μεγάλες κλίσεις και αποτελούνται από ιλυώδη—αργιλώδη γενικά ιζήματα. Οι προδελταικές αποθέσεις ή βαθύτερες αποθέσεις (bottomsets), αργιλο-ιλυώδους σύστασης, που εκτείνονται σε βάθη 40-50m και μικρές κλίσεις βυθού και δομούν το δέλτα. Αν και το σχήμα και η μορφολογία του ποικίλλει , σε μεγάλο βαθμό τα δέλτα μπορούν ενταχθούν σε 2 βασικά στρωματογραφικά μοντέλα (Friedman & Sanders, 1978) :

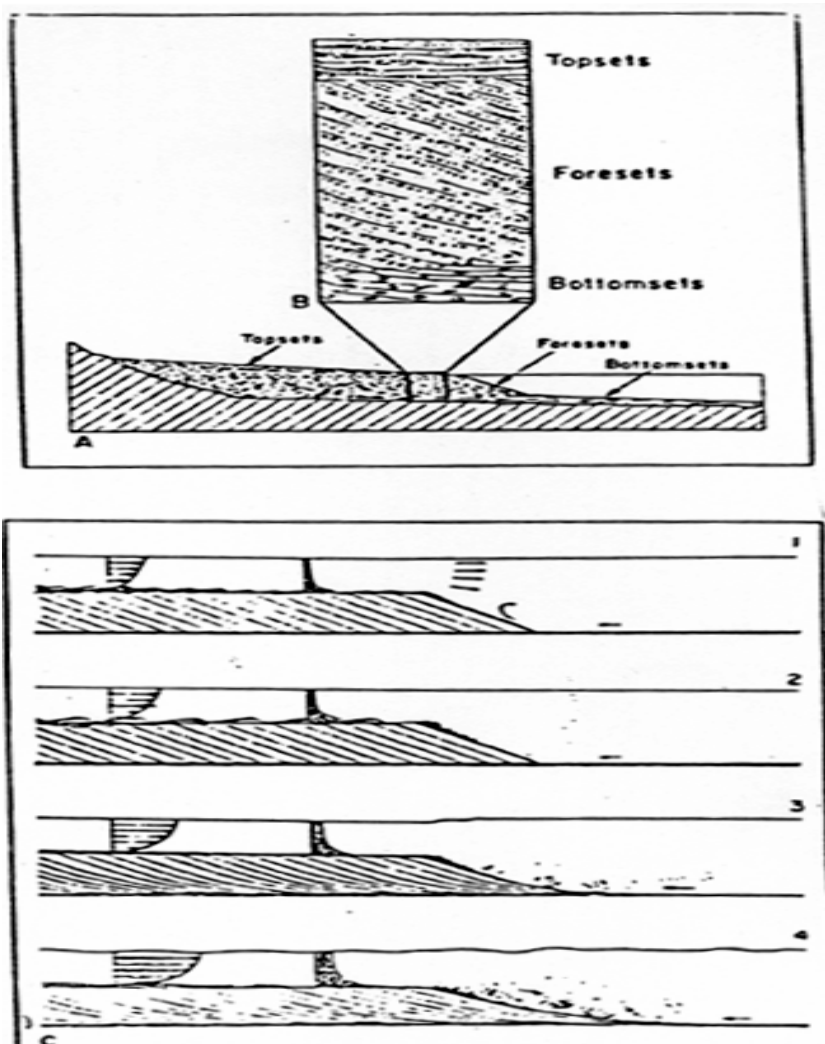
α. τα δέλτα που συνίστανται σε μεγάλο βαθμό από χονδρόκοκκα ιζήματα φορτίου κοίτης (bed load) ή δέλτα τύπου Gilbert,

β. τα δέλτα που αποτελούνται από αιωρούμενο υλικό του ποταμού, αλλά που περιλαμβάνουν πρίσματα αποθέσεων φορτίου ιζημάτων κοίτης (bed load), λιγότερο ή περισσότερο ανεπτυγμένα και που αποθέτονται σ' ένα σταθερό υπόβαθρο.

7.1 Δέλτα δομούμενα από ιζήματα φορτίου κοίτης (τύπου Gilbert).

7.1.1 Κυρίως αποθέσεις δελταϊκού μετώπου (foresets)

Περιγράφηκαν (Gilbert, 1885) σαν ευρείας κλίμακας διασταυρούμενες στρώσεις ιζήματος μεταφερόμενου απ 'τον ποταμό, που εναποτέθηκαν στην γωνία ισορροπίας του απότομου υποθαλάσσιου δελταϊκού μετώπου. Εργαστηριακά πειράματα οδήγησαν σε συμπεράσματα που αναλύουν τις συνθήκες και τον τρόπο απόθεσης των κυρίως αποθέσεων του δελταϊκού μετώπου (foresets) και που περιγράφονται σχηματικά (Σχήμα 7,1 C).



Σχήμα 7,1. Υποθετικό σχήμα ενός δέλτα τύπου GILBERT (A,B).

Επιδράσεις (C) στην κλίση των δελταϊκών FORESETS με την αύξηση της ταχύτητας του ρεύματος. Τα εστιγμένα σημεία πάνω από το ιζήμα, δείχνουν την

ποσότητα του αιωρούμενου ιζήματος που ανασηκώνεται πάνω από την στρώση. Τα σχήματα με τα βέλη συσχετίζουν την ταχύτητα του ρεύματος και το ύψος.

1. Επίπεδα FORESETS που εφάπτονται με οξεία γωνία με τα BOTTOMSETS. Μικρής ταχύτητας ρεύματα.
2. FORESETS ακόμα επίπεδα, με ρυτιδώσεις, λίγο πιο έξω από το κανάλι. Ταχύτητες ρευμάτων κατά τι μεγαλύτερες από την περίπτωση 1.
3. Εφαπτομενική κατώτερη επαφή των κεκλιμένων FORESETS με το υπόβαθρο.
4. FORESETS με εφαπτομενική κατώτερη επαφή. Ταχύτατα ρεύματα.

7.1.2 Βαθύτερες προδελταικές αποθέσεις (bottomsets)

Είναι τα λεπτόκοκκα ιζήματα που εναποτίθενται σαν παρυφή στα βαθύτερα σημεία της λεκάνης, αλλά όχι πολύ μακριά από την κλιτύ των αποθέσεων του δελταικού μετώπου (foresets) (Σχήμα 7,1). Σε παραπλήσιες ταχύτητες του εισερχόμενου ρεύματος, εμφανίζεται μία ειδική ποικιλία που ονομάζεται “αποθέσεις ουράς” (toesets). Αυτά είναι ιζήματα λεπτής άμμου που αποτίθενται στο τέλος της κλιτύς των αποθέσεων του δελταικού μετώπου (foresets), από τα αντιρρεύματα (counter currents) που ρέουν κατά μήκος του βυθού. Όπως αναφέρθηκε, το είδος της επαφής μεταξύ των βαθύτερων προδελταικών αποθέσεων (bottomsets) συμπεριλαμβανομένων και των ουραίων αποθέσεων (toesets) και των κυρίως αποθέσεων του δελταικού μετώπου (foresets) ποικίλλει και καθορίζεται από την ταχύτητα του ρεύματος στο κανάλι.

7.1.3 Κορυφαίες αποθέσεις (topsets)

Οι αποθέσεις αυτές που περιγράφηκαν από τον Gilbert, εμφανίζονται ν’ αποτελούνται από δύο είδη στρωμάτωσης :

- α) σχεδόν οριζόντια χονδρόκοκκα ιζήματα που διασκορπίζονται απ’ το ρεύμα του καναλιού κατά πλάτος της κορυφής των foresets (Σχήμα 7,1 B).
- β) ιζήματα με τη μορφή ριπιδίων (fan) που προωθούνται κατά πλάτος της σχεδόν οριζόντιας κορυφής του δέλτα (Σχήμα 7,1 A).

Ο Gilbert εντόπισε μια στρωματογραφική διαδοχή σ' αυτά τα χονδρόκοκκα δέλτα. Αρχίζει με τα πιο λεπτόκοκκα σωματίδια στις οριζόντιες βαθύτερες προδελταικές αποθέσεις (bottomsets) στη βάση, περιλαμβάνει σαν πρωτεύον τμήμα τις κεκλιμένες κυρίως αποθέσεις του δελταικού μετώπου (foresets) που αποτελούνται από άμμο και χαλίκια και τέλος σκεπάζεται από τις σχεδόν οριζόντιες κορυφαίες αποθέσεις (topsets) που αποτελούνται από περισσότερο χονδρόκοκκα ιζήματα (κυρίως χάλικες) (Σχ. 7,1, B). Τέτοια δέλτα τύπου Gilbert συναντώνται συχνά σε Τεταρτογενείς υφάλμυρες λίμνες που αποτελούν σημαντικές φυσικές πηγές αμμοχάλικων. Το πιθανότερο είναι ότι αυτός ο τύπος δέλτα σχηματίστηκε από ρηχά κανάλια που απόθεσαν το φορτίο ιζημάτων της κοίτης τους (bed load) σε σημαντικά βαθύτερες λεκάνες. Κοινά παραδείγματα τέτοιων καναλιών είναι οι διακλαδισμένοι χείμαρροι και οι απορροές σε παραλίες και αμμώδη βέλη (sandy spits).

7.2 Δέλτα αποτελούμενα από ιζήματα αιωρούμενου φορτίου.

Αυτά βρίσκονται σε τέλεια αντίθεση με τα δέλτα τύπου Gilbert. Κατασκευάζονται από ποτάμια με μεγάλη επιφάνεια απορροής που σχηματίζουν πεδιάδες πλημμυρίδας με μαιάνδρους (flood plain rivers), που έχουν βαθιές κοίτες και περιστοιχίζονται από φυσικά αναχώματα (natural levees). Τα φυσικά αναχώματα εκτείνονται μέσα στο νερό και εν μέρει σχηματίζουν τις ακτογραμμές των κόλπων των μεταξύ των διακλαδώσεων (interdistributary bays). Οι τυπικοί λοβοί της λεπτής άμμου μπορεί ν' αποτίθενται κατά τη διάρκεια πλημμύρων, με τη μορφή ιζημάτων υπερχειλίσης που προέρχονται από υπερχείλιση και δημιουργία νέων μικροδιακλαδώσεων (crevasse splays) που χύνονται μέσα στο νερό του κόλπου.

Βασιζόμενοι στο πάχος της άμμου αυτής, του φορτίου κοίτης (bed load), μπορούμε ν' αναγνωρίσουμε 2 κύριες υποπεριπτώσεις:

- α) τα δέλτα στα οποία τα πρίσματα της άμμου του φορτίου κοίτης είναι κανονικού πάχους, και
- β) τα δέλτα στα οποία οι άμμοι του φορτίου κοίτης σχηματίζουν λοβούς μεγάλου πάχους (πόδι πτηνού) διότι καταβυθίζονται στις μεγάλους πάχους υδροπλαστικές δελταικές αποθέσεις του αιωρούμενου φορτίου, όταν αυτό αποτίθεται σε βαθιά νερά.

7.2.1 Δέλτα ρηγών νερών: πρίσματα της άμμου του φορτίου κοίτης (bed load) κανονικού πάχους

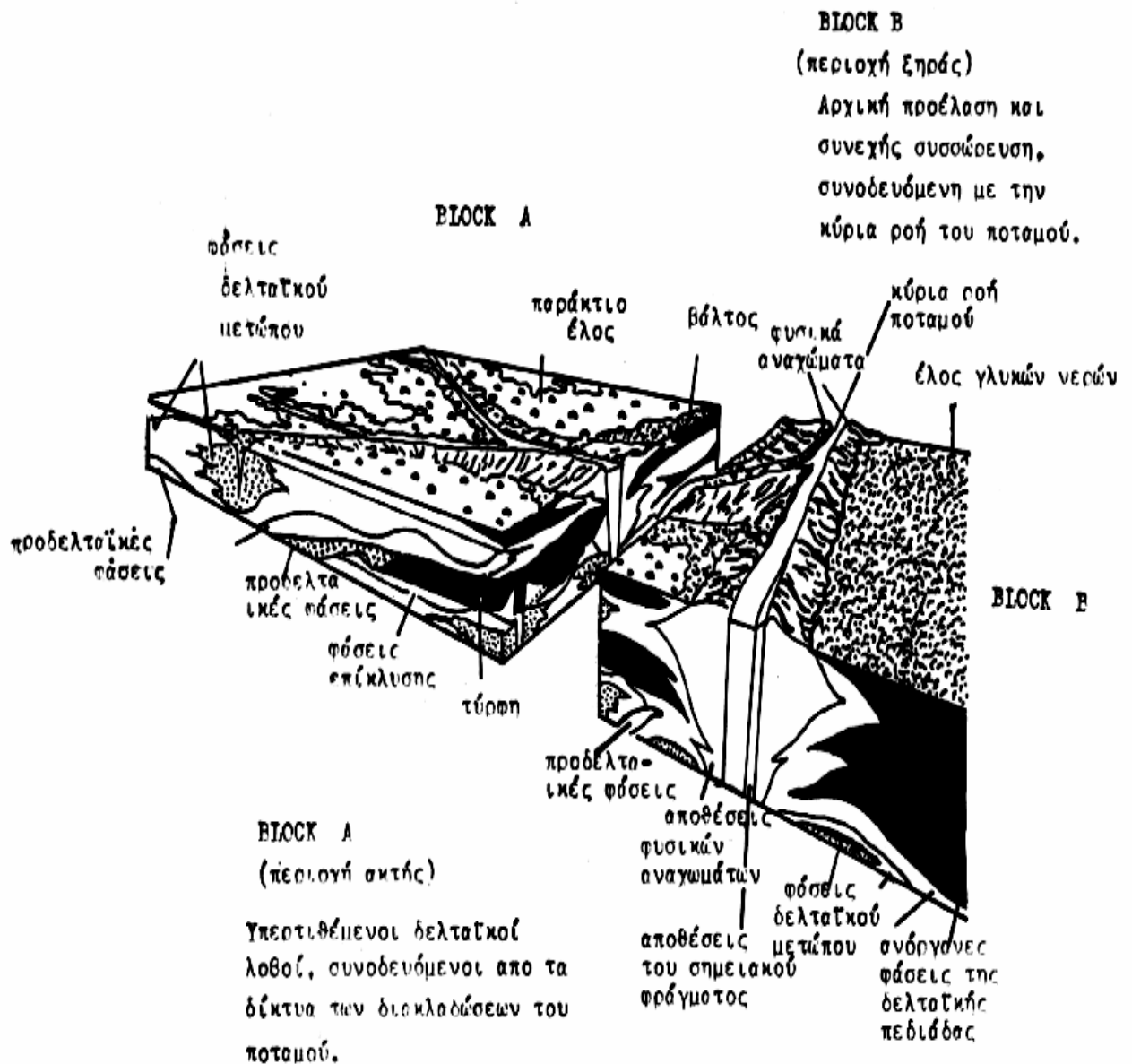
Κατά τη διάρκεια των επεισοδίων πλημμύρας, τα βάθη του νερού στα ποτάμια, μπορεί να ανέρχονται σε δεκάδες μέτρα. Έτσι, μεγάλη ποσότητα αιωρούμενου φορτίου ενσωματώνεται στα δέλτα στα σημεία όπου τα βάθη του νερού είναι μικρότερα από εκείνα του καναλιού του ποταμού. Παράδειγμα τέτοιων δέλτα αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του δελταϊκού συμπλέγματος του Μισισσιπή καθώς και το Ολοκαινικό δέλτα του Guadalupe στον κόλπο του San Antonio στο Τέξας (Friedman & Sanders, 1978).

Η δελταϊκή ακολουθία που επικάθεται στα διαβαθμισμένα λεπτόκοκκα ιζήματα του κόλπου, παρουσιάζει την εξής διαδοχή :

- α) στη βάση της τις ασαφείς στρώσεις των ιλυαργίλλων των bottomsets,
- β) από πάνω τους οι καλοστρωμένες διασταυρούμενες στρώσεις των αποθέσεων του δελταϊκού μετώπου (foresets) που αποτελούνται από άμμο και ιλύ,
- γ) στην κορυφή έχουμε εμφάνιση των διάφορων μελών του συγκροτήματος των topset αποθέσεων. Ορίζονται από λεπτά επικαλύμματα ιλυαργίλλων που εναποτίθενται στους μικρούς κόλπους μεταξύ των εκβολών, στα έλη, στα πρίσματα της κοίτης του ποταμού και στις φακοειδείς αποθέσεις των φυσικών αναχωμάτων του.

Τα αμμώδη πρίσματα της κοίτης του ποταμού τοποθετήθηκαν κατά τη διάρκεια πλημμυριακών επεισοδίων και μερικά από αυτά περιορίζονται τελείως μέσα στα foresets, ενώ άλλα κόβουν τελείως τα ιζήματα αυτού του ιδιόμορφου δελταϊκού λοβού (Σχ. 15). Μακριά απ' αυτά τα αμμώδη πρίσματα της κοίτης των καναλιών οι ιλυοαργιλλώδεις κορυφαίες αποθέσεις επικαλύπτουν τα foresets. Η κοκκομετρική διαδοχή αυτών των αποθέσεων είναι λεπτή, ιλυώδης άργιλος (silty clay) στη βάση, ελαφρά πιο χονδρόκοκκη ιλύς (silt) στη μέση και πάλι λεπτόκοκκη ιλυώδης άργιλος στην κορυφή.

Αντίθετα στα αμμώδη πρίσματα η συνολική κοκκομετρική διαβάθμιση αρχίζει από ιλυώδη άργιλο (silty clay) στη βάση για να φτάσει σε χονδρόκοκκη άμμο στην κορυφή.



Σχήμα 7,2. Συσχέτιση των δελταϊκών φάσεων. Σχηματικό διάγραμμα (FRAZTER, 1967).

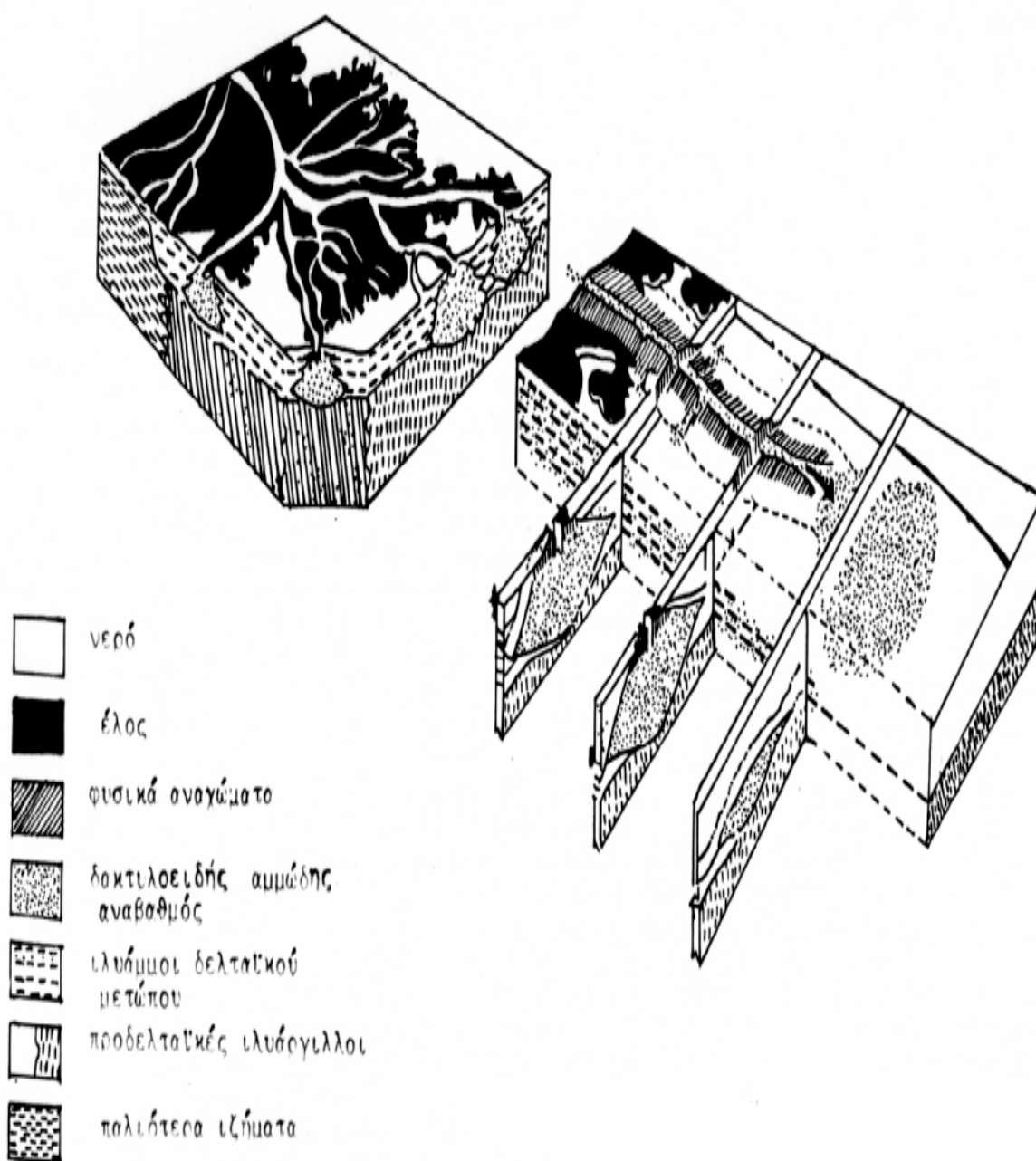
7.2.2 Δέλτα σχήματος “πόδι πτηνού”: υπερμεγέθη αμμώδη πρίσματα του φορτίου της κοίτης

Ο όρος “πόδι πτηνού” (bird-foot) δέλτα, εφαρμόστηκε:

α) στα δέλτα που έχουν τα ίδια γενικά μορφολογικά γνωρίσματα με το σύγχρονο δέλτα του Μισισσιπή και αναλυτικότερα μικρό αριθμό πλατιών καναλιών των διακλαδώσεων εκβολών τα οποία συχνά, καθώς προελαύνει το δέλτα εκτρέπονται, αναζητώντας πάντα καινούργιους δρόμους προς τη θάλασσα, με πλεονεκτικότερες κλίσεις. Απ’ αυτές τις εκτροπές (avulsions) προκύπτει και η μορφολογία “πέλματος πτηνού” με τα “νύχια” να χαρακτηρίζονται από κανάλια και τις μεμβράνες από τους κόλπους μεταξύ των διακλαδώσεων εκβολών (interdistributary bays).

β) σε δέλτα που έχουν παρόμοια σχήματα, αλλά και επιπλέον διαθέτουν και πολύ παχείς λοβούς από άμμο του φορτίου κοίτης (bed load). Ο Fisk (1954) εξετάζοντας τη γένεση των επιμηκών αυτών σωμάτων της άμμου τα περιέγραψε με τον όρο bar finger sands(= δακτυλοειδές αμμώδες φράγμα). Δημιουργούνται απ’ την επέκταση των άμμων των φραγμάτων στα στόμια εκβολής καθώς το δέλτα προελαύνει και τη θεμελίωσή τους στα υδροπλαστικά ιζήματα των βαθύτερων αποθέσεων προδέλτα. Μπορούν να φτάσουν και τα 70m πάχος. Σε τομή τα φράγματα των αμμωδών δακτύλων επιδεικνύουν ένα τυπικό αμφίκυρτο σχήμα (Σχήμα 7,3). Οι ιζηματολογικές δομές που κυριαρχούν εδώ είναι πτυχωμένες στρώσεις (ripple bedding), ρυτιδώσεις που προκύπτουν απ’ τα ρεύματα και τον κυματισμό, δομές με αέρια, ενώ στρώσεις άμμου λάσπης είναι σχεδόν απύσες στο ανώτερο τουλάχιστον τμήμα. Στη βάση αποτελούνται από λασπώδη άμμο που προοδευτικά προς τα ανώτερα τμήματα γίνεται καθαρή άμμος.

Η προέλαση αυτών των αμμωδών σωμάτων είναι ακόμα λίγο αινιγματική. Φαίνεται ότι προκύπτουν μάλλον από γρήγορη προέλαση μεγάλων ποσοτήτων ιζήματος του φορτίου κοίτης του καναλιού, παρά από απόθεση μέρα με τη μέρα της πρόσοψης του φράγματος του στομίου εκβολής.



Σχήμα 7.3. Σχηματικό διάγραμμα του δακτυλοειδούς αμμόδους αναβαθμού στο δέλτα του Μισισσιπι (REINECK, 1970).

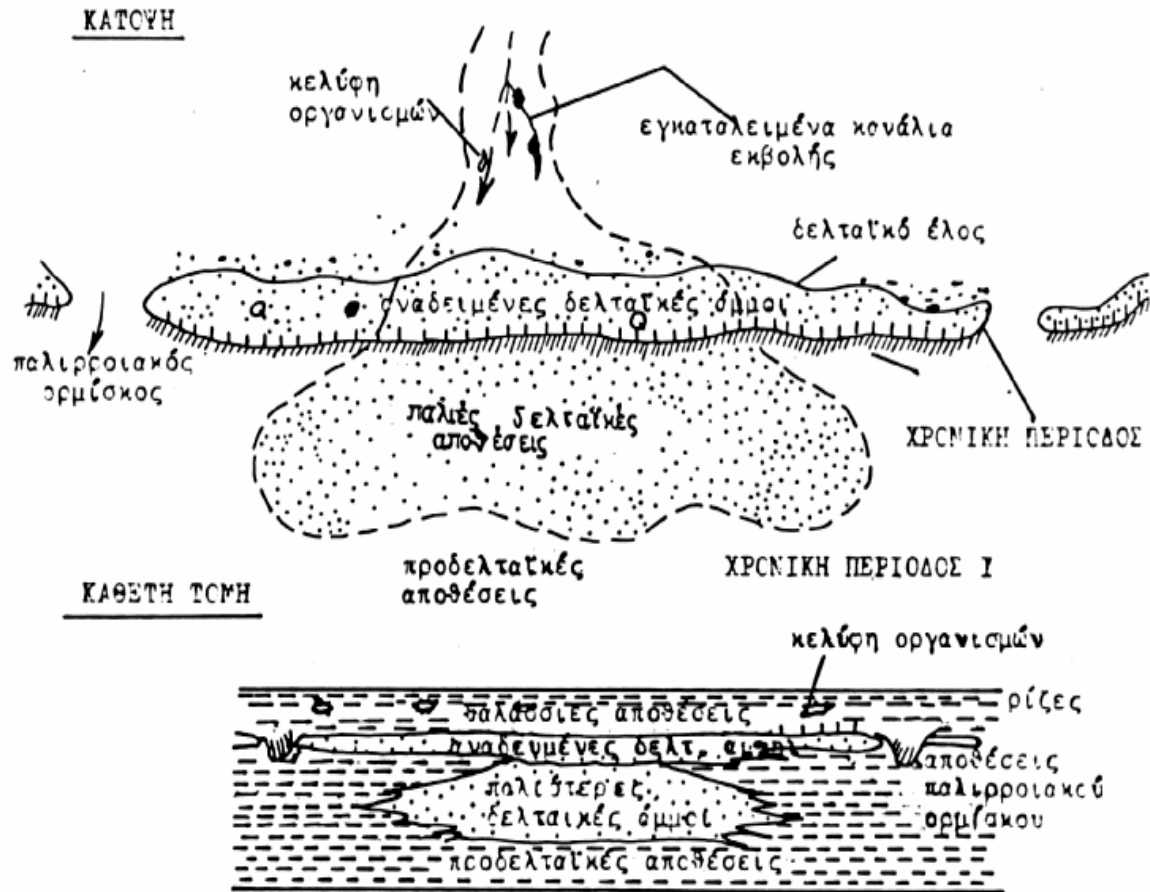
8. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΝΟΣ

ΔΕΛΤΑ.

Η προέλαση ενός δέλτα, πολλές φορές, σταματά μετά από μια ορισμένη χρονική περίοδο. Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτό γίνεται γιατί το ποτάμι μετατοπίζει τη διαδρομή του πλάγια και κατασκευάζει ένα νέο δέλτα.

Ο Scruton (1960) διακρίνει δύο διαφορετικές φάσεις σ' ένα δελταϊκό κύκλο που ονομάζει α) κατασκευαστική και β) καταστροφική φάση. Κατά τη διάρκεια της κατασκευαστικής φάσης το ποτάμι επεκτείνεται στη θάλασσα. Στην καταστροφική φάση, η θάλασσα εισβάλλει στις ήδη κατασκευασμένες δελταϊκές αποθέσεις. Αυτή η φάση αρχίζει καθώς η προέλαση του δέλτα επιβραδύνεται ή σταματά τελείως εξαιτίας της αλλαγής πορείας του ποταμού. Το εγκαταλειμμένο ρεύμα υποχωρεί από συμπίεση και ο κυματισμός και τα ρεύματα επαναεπεξεργάζονται τα ιζήματά του. Το λεπτόκοκκο υλικό μεταφέρεται μακριά στα βαθύτερα σημεία της λεκάνης ή σ' άλλες προστατευμένες περιοχές, ενώ το κάλυμμα της καθαρής άμμου που παράγεται, μπορεί να μετατραπεί σ' ένα σύστημα παράλιων και νησοειδών φραγμάτων (barrier islands) (Σχήμα 8,1). Αργότερα αν ο ρους του ποταμού αλλάξει ξανά, μια καινούργια δημιουργική φάση αρχίζει, όπου η απόθεση ξεκινάει πλευρικά ή στην κορυφή των αρχικών δελταϊκών αποθέσεων οι οποίες έχουν ήδη καταβυθιστεί και υποχωρούν με τις επανεργασίες του κυματισμού και των ρευμάτων. Το δέλτα του Μισισσιπιή προσφέρει καλό παράδειγμα τέτοιου συστήματος με διαφορετικά στάδια ανάπτυξης.

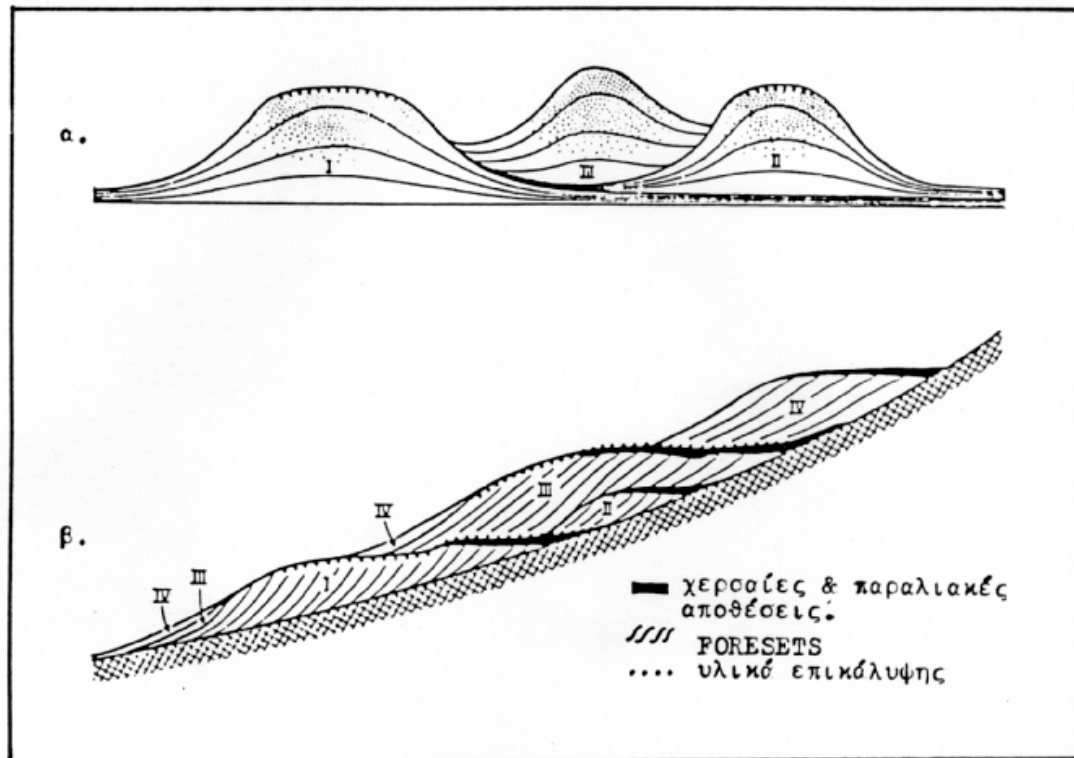
Η δελταϊκή ακολουθία μπορεί ν' αυξηθεί ακόμα και κατά τη διάρκεια μίας επίκλησης της θάλασσας. Σε μια τέτοια περίπτωση παράγεται μια αντίστροφη ακολουθία. Οι αποθέσεις της δελταϊκής πεδιάδας επικαλύπτονται από παραλιακές αμμώδεις αποθέσεις ακολουθούμενες από αποθέσεις του δελταϊκού μετώπου και βαθύτερες προδελταϊκές (bottomsets) στην κορυφή της ακολουθίας. Παράδειγμα τέτοιο, αποτελεί το κατώτερο τμήμα του Ροδανού.



Σχήμα 8,1. Αποθετικό μοντέλο για αναδευμένες δελταϊκές άμμους που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια της καταστροφικής φάσης της εξέλιξης του δέλτα. (SAXENA AND EERM, 1976).

Άλλες φορές πάλι διάφορες δελταϊκές ακολουθίες μπορεί να επαναλαμβάνονται σ' ένα κάθετο προφίλ. Διάφορες ενότητες είναι τοποθετημένες η μια πάνω στην άλλη μ' ένα τρόπο περιτύλιξης, με κάθε μονάδα. ν' αντιστοιχεί στη σχετικά μικρή περίοδο που το δέλτα ήταν προελαύνων σε κείνη την τοποθεσία. Τέτοιοι περίοδοι προέλασης εναλλάσσονται με περιόδους που το κανάλι του ποταμού είχε μεταναστεύσει κάπου αλλού πλευρικά. Κατ' αυτές τις περιόδους η ακτογραμμή μετατοπίζεται γρήγορα προς την ξηρά. Δεν υπάρχει η παραμικρή απόθεση ή ακόμη και διάβρωση (Σχήμα 8,2). Το γεγονός αυτό προέρχεται από ένα είδος κυκλικής ιζηματογένεσης κατά τη διάρκεια μίας συνεχούς ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Το πιο χονδρόκοκκο ίζημα βρίσκεται στην κορυφή της ακολουθίας.

Μερικές φορές μια αντίστροφη ακολουθία κατά τη διάρκεια μίας επίκλησης μπορεί να οδηγήσει σταδιακά σε μία προελαύνουσα φάση απόθεσης καθώς ο ρυθμός αύξησης της στάθμης επιβραδύνεται.. Τέτοιες προελαύνουσες και οπισθοχωρούσες ακολουθίες είναι πολύ συνηθισμένες σε παλιές δελταϊκές αποθέσεις.



Σχήμα 8,2. α. Υποθετική εγκάρσια τομή (παράλληλα στην ακτή) των υποθαλάσσιων δελταϊκών αποθέσεων τύπου δέλτα- Ροδανού.

β. Υποθετική τομή που παρουσιάζει δελταϊκές αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια μιας γρήγορης ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας (VAN STRAATEN,1960).

9. ΔΕΛΤΑΪΚΑ ΡΙΠΙΔΙΑ (fan deltas)

9.1 Γενικά

Ο όρος δελταϊκό ριπίδιο χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τα ποτάμια εκείνα δέλτα που αποτελούνται κυρίως από χονδρόκοκκο ίζημα σε αντίθεση με τα δέλτα που αποτελούνται από λεπτομερές υλικό. Τα χονδρόκοκκα υλικά είναι ενδεικτικά της σχετικά υψηλής ποτάμιας ενέργειας που βοηθά την μεταφορά του υλικού στην ακτή.

9.2 Σύστημα τροφοδοσίας των δελταϊκών ριπιδίων (feeder system)

Η πηγή των ποτάμιων υλικών από τα οποία σχηματίζονται τα δελταϊκά ριπίδια είναι γνωστή σαν σύστημα τροφοδοσίας (feeder system). Ο Postma (1990) έχει αναγνωρίσει τρία διαφορετικά είδη συστημάτων τροφοδοσίας.

Ο πρώτος τύπος συστήματος τροφοδοσίας περιλαμβάνει ποταμούς ή χείμαρρους μεγάλης κλίσης, των οποίων το υδρογραφικό δίκτυο διατρέχει μια περιοχή με έντονο και ορεινό ανάγλυφο που ανυψώνεται τεκτονικά. Σε λεκάνες απορροής με τέτοια χαρακτηριστικά είναι αρκετά συχνά τοπικά φαινόμενα κατολισθήσεων καθώς και πλημμυρικά επεισόδια που τροφοδοτούν τις κοίτες με πολύ χονδρόκοκκα υλικά (όπως οι χάλικες). Τα αδρομερή αυτά υλικά συνήθως μεταφέρονται σαν φορτίο κοίτης (bedload) στο μέτωπο του δέλτα και μερικές φορές φθάνουν έως την περιοχή του προδέλτα.

Ο δεύτερος τύπος συστήματος τροφοδοσίας χαρακτηρίζεται από σχετικά μεγάλης κλίσης ποταμούς με διακλαδιζόμενες κοίτες (δηλαδή ποτάμια που χαρακτηρίζονται από μια ροή που παρουσιάζει πολλές κοίτες οι οποίες διαχωρίζονται μεταξύ τους από νησίδες αλλουβιακών υλικών). Τέτοια συστήματα τροφοδοσίας χαρακτηρίζουν συνήθως παγετώδεις περιοχές καθώς και τεκτονικά ενεργές περιοχές. Στην περίπτωση παγετωδών περιοχών η παροχή του ποταμού προκύπτει από την τήξη του πάγου των παγετώνων. Το νερό αυτό συχνά έχει μεγάλη πυκνότητα με αποτέλεσμα η υπερπυκνη ροή (hyperpycnal flow), που παρατηρείται στις εκβολές του ποταμού, να μεταφέρει το αδρομερές (χονδρόκοκκο) υλικό έως το μέτωπο του δέλτα ή ακόμη και το προδέλτα.

Ο τρίτος τύπος συστήματος τροφοδοσίας περιλαμβάνει ποταμούς με διακλαδιζόμενο τύπο κοίτης και μεσαία κλίση, που συνήθως εμφανίζονται σε

παγετώδη περιβάλλοντα. Παρότι στην περίπτωση αυτή η ενέργεια του ποταμού είναι μικρότερη, λόγω της μικρότερης κλίσης, το ίζημα μεταφέρεται και στην περίπτωση αυτή σαν φορτίο κοίτης (bedload), αποτελείται όμως σε μεγαλύτερο ποσοστό από άμμο παρά από αδρομερείς χάλικες.

9.3 Μορφολογία των δελταϊκών ριπιδίων

Τα δελταϊκά ριπίδια ποικίλουν σημαντικά ως προς τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά. Σχηματίζονται συνήθως σε ακτές τεκτονικά ενεργών περιοχών από ποταμούς με διαφορετικό ενεργειακό καθεστώς ανάλογα με την κλίση της κοίτης τους.

Με κριτήριο την κλίση και το βάθος της υφαλοκρηπίδας (coastal shelf) έχουν αναγνωριστεί τρεις μεγάλες κατηγορίες δελταϊκών ριπιδίων (Σχήμα 9,1) (Reading and Colinson, 1996):

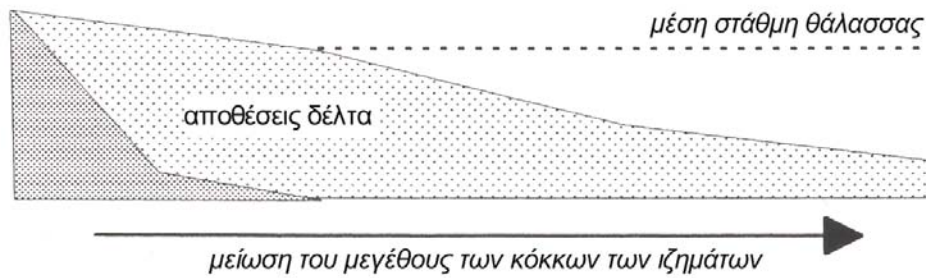
- Δελταϊκά ριπίδια κρηπίδας (ρηχών νερών) που αναπτύσσονται μέχρι 200 m βάθος (Shelf-type shallow water fan deltas) εμφανίζονται σε παράκτιες περιοχές που η υφαλοκρηπίδα έχει μικρή κλίση και τα νερά είναι ρηχά. Περιλαμβάνουν μια δελταϊκή πεδιάδα και ένα δελταϊκό μέτωπο που κλίνει προς τη θάλασσα και εκτείνεται ομαλά έως το προδέλτα. Τα ιζήματα σε αυτά τα δελταϊκά ριπίδια είναι γενικά χονδρόκοκκα όμως παρατηρείται μια σταδιακή μείωση στο μέγεθος των κόκκων από τη δελταϊκή πεδιάδα προς το προδέλτα που αποτελείται από σχετικά λεπτόκοκκα ιζήματα εάν τα νερά στα οποία αναπτύσσεται το ριπίδιο δεν είναι πολύ ρηχά.

- Δελταϊκά ριπίδια κατωφέρειας ή ριπίδια νερών μεγάλου βάθους (Slope-type fan deltas) που αναπτύσσονται σε βάθη μεγαλύτερα των 200 m και χαρακτηρίζονται από μια απότομη και μεγάλη κλίση μεταξύ του δελταϊκού μετώπου και του προδέλτα. Σε αρκετές περιπτώσεις είναι δυνατόν στη βάση της απότομης κλιτύος να αναπτύσσεται ένα υποθαλάσσιο δέλτα που τροφοδοτείται από υποθαλάσσιες ροές υλικών του δελταϊκού μετώπου. Γενικά η μορφολογία αυτού του δελταϊκού ριπιδίου χαρακτηρίζεται από μια δελταϊκή πεδιάδα που έχει μικρή έως ενδιάμεση κλίση και ένα δελταϊκό μέτωπο μεγάλης κλίσης. Σε ότι αφορά τα ιζηματολογικά του χαρακτηριστικά η δελταϊκή πεδιάδα αποτελείται

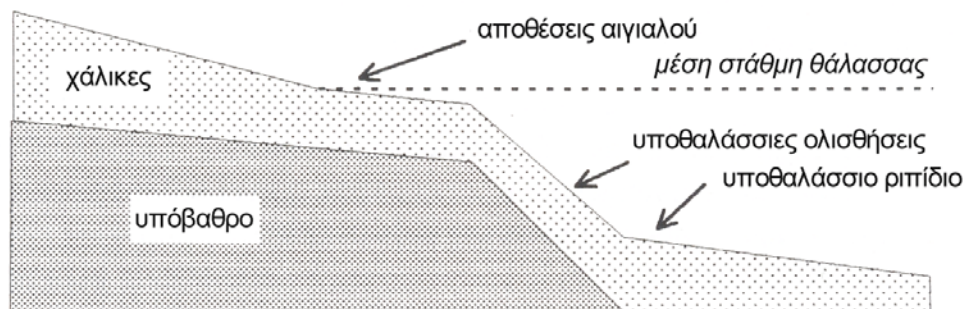
από χάλικες που προς τη θάλασσα μεταπίπτουν σε εκτεταμένες αποθέσεις αιγιαλού που επικάθονται στην κορυφή του απότομου δελταϊκού μετώπου.

- Δελταϊκά ριπίδια τύπου Gilbert (Gilbert-type fan deltas). Ονομάζονται έτσι γιατί παρουσιάζουν τη στρωματογραφική διάρθρωση που για πρώτη φορά περιγράφηκε από τον Gilbert (1885). Η στρωματογραφική αυτή ακολουθία περιλαμβάνει τρεις ιζηματολογικές ενότητες. Τα πρόσθια στρώματα ιζημάτων (foreset), τα κορυφαία στρώματα ιζημάτων (topset) και τα στρώματα πυθμένα (bottomset). Τα δελταϊκά ριπίδια αυτού του τύπου είναι κεκλιμένα με απότομη κλίση σε όλο το μήκος τους από τη δελταϊκή πεδιάδα έως το προδέλτα και μπορούν να αναπτυχθούν τόσο σε βαθιά όσο και σε ρηχά νερά. Σε αυτού του τύπου τα δελταϊκά ριπίδια, η κλίση των υποθαλάσσιων κλιτύων μπορεί να φθάσει τις 35° και είναι αρκετά συχνά φαινόμενα διεργασιών κίνησης υλικών λόγω βαρύτητας.

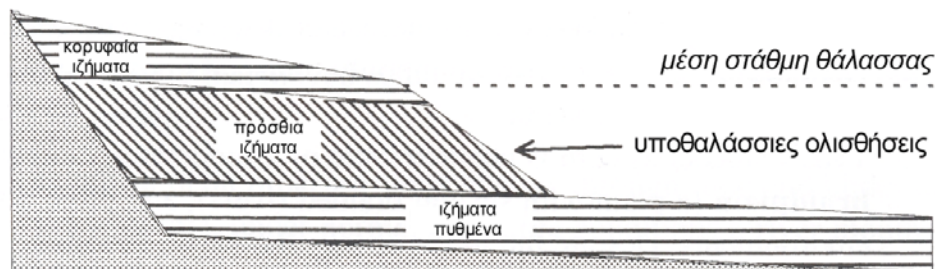
(α) Δελταϊκό ριπίδιο ρηχών νερών (shelf-type, shallow water, fan delta)



(β) Δελταϊκό ριπίδιο νερών μεγάλου βάθους (slope-type, deep water, fan delta)



(γ) Δελταϊκό ριπίδιο τύπου Gilbert (Gilbrt type fan delta)



ξηρά ΔΕΛΤΑΪΚΗ ΠΕΔΙΑΔΑ ΜΕΤΩΠΟ ΔΕΛΤΑ ΠΡΟΔΕΛΤΑ θάλασσα

Σχήμα 9.1. Τα μορφολογικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των τριών τύπων δελταϊκών ριπιδίων.

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα δελταϊκά ριπίδια αποτελούνται από χονδρόκοκκα υλικά με αποτέλεσμα οι παλίρροιες να έχουν μικρή επίδραση στη μεταφορά και την επαν-επεξεργασία των ιζημάτων και συνεπώς στην τελική διαμόρφωση των μορφολογικών τους χαρακτηριστικών. Ομοίως οι κυματικές συνθήκες αίθριου καιρού παίζουν περιορισμένο ρόλο σε αντίθεση με τα κύματα καταιγίδας και τα τσουνάμι που η επίδρασή τους μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική.

10. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΕΛΤΑ

Ο ελλαδικός χώρος χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ευνοϊκών συνθηκών για την ανάπτυξη των δέλτα. Το 44,66% του συνόλου της ακτογραμμής της Ελλάδας καταλαμβάνεται από δέλτα ποταμών, δελταϊκά ριπίδια και παράκτιες πεδιάδες. Οι δελταϊκοί σχηματισμοί αποτελούν χώρους που συνδέονται με την ανάπτυξη και ευημερία πολλών αρχαίων πολιτισμών. Συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος της γεωργικής, αλιευτικής και τουριστικής δραστηριότητας της χώρας συνεπώς η σημασία τους για την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη είναι πολύ μεγάλη. Εξίσου σημαντική είναι η οικολογική και περιβαλλοντική σπουδαιότητα των μεγαλύτερων σε έκταση δέλτα που συνιστούν υδροβιότοπους απαραίτητους για τη διαβίωση σπάνιων ειδών χλωρίδας και πανίδας.

Τα ποτάμια της Ελλάδας, που ως επί το πλείστον έχουν μικρό μήκος και αποστραγγίζουν ορεινές περιοχές με έντονο ανάγλυφο, εμφανίζουν σημαντικά υψηλές στερεοπαροχές.

Οι Poulos et al., (1996) πρότειναν την ακόλουθη σχέση για την εκτίμηση του αιωρούμενου ιζηματογενούς φορτίου δηλαδή της ποσότητας ιζήματος που μεταφέρεται σε αιώρηση από ένα ποτάμι:

$$S=1954 \cdot A^{0,88}$$

όπου S είναι το αιωρούμενο ιζηματογενές φορτίο (σε τόνους) και

A είναι η έκταση της λεκάνης απορροής (σε km^2)

Η σχέση αυτή ισχύει για τα ορεινά ποτάμια της Ελλάδας καθώς και άλλων περιοχών της νοτιοανατολικής ορεινής Ευρώπης. Οι στερεοπαροχές για μερικά από τα ελληνικά ποτάμια φαίνονται στον Πίνακα 10,1. Οι μεγάλες τιμές στερεοπαροχής σε πολλά από τα ελληνικά αυτά ποτάμια αποδίδεται στην ικανότητα που έχουν να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ιζήματος εξαιτίας των μεγάλων κλίσεων του αναγλύφου και της μεγάλης κλίσης των κοιτών, στις υψηλές τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης, ιδιαίτερα σε μεγάλα υψόμετρα και κυρίως στη δυτική Ελλάδα και σε ορισμένες περιπτώσεις στην ευδιάβρωτη λιθολογία των σχηματισμών που καλύπτουν τις λεκάνες απορροής.

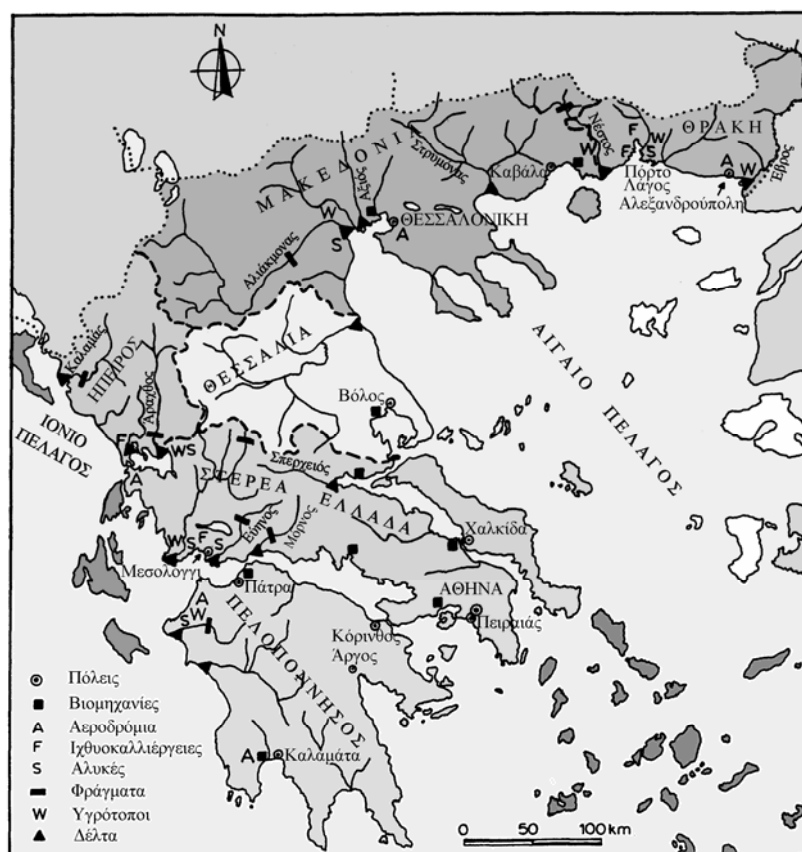
Ποταμός	Εμβαδόν λεκάνης απορροής (A_B) (km^2)	Εμβαδόν δέλτα (A_D) (km^2)	Λόγος A_D/A_B (10^{-2})	% της έκτασης της λεκάνης ανάντη του σταθμού μέτρησης σε σχέση με όλη την έκταση της λεκάνης	Μέση ετήσια Παροχή (m^3/sec)	Μέση ετήσια ποσότητα ιζήματος που μεταφέρεται σε αιώρηση (10^6 t)
Εύηνος	1070	90	8.4	59.3	27.6	15.74
Αραχθος	1895	245	12.9	97.9	69.8	7.31
Λούρος	785	110	14.0	43.7	19.3	0.08
Αχελώος	5470	270	4.9	75.3	188	2.53
Σπερχειός	1780	104	5.8	65.1	62.0	2.10
Αλιάκμονας	9250	120	1.3	65.7	73	2.80
Πηνειός	10750	70	0.7	65.9	81.0	4.4
Καλαμάς	1826	80	4.4	81.1	51	1.92
Νείλος (Αίγυπτος)	2716×10^3	12512	0.46	89	2830	110.0
Πάδος (Ιταλία)	71.7×10^3	13398	18.69	95	1484	20.0
Έβρος (Ισπανία)	89.8×10^3	624	0.69	90	552	2.8

Πίνακας 10,1. Λόγοι εμβαδόν δέλτα/εμβαδόν λεκάνης, στοιχεία παροχής και στερεοπαροχής σε αιώρηση για οκτώ ελληνικά και τρία μεγάλα δέλτα της Μεσογείου.

Ποταμός	Εκβολές	Έκταση λεκάνης απορροής	Έκταση δέλτα (km^2)	Μήκος δελταϊκής ακτογραμμής
Αχελώος	Πατραϊκός κόλπος	5470	270	80
Αλφειός	Ιόνιο πέλαγος	3600	110	40
Αλιάκμονας	Θερμαϊκός κόλπος	9250	120	16
Αραχθος	Αμβρακικός κόλπος	1895	245	25
Αξιός	Θερμαϊκός κόλπος	23750	400	35
Εύηνος	Πατραϊκός κόλπος	1070	90	40
Έβρος	ΒΔ Αιγαίο πέλαγος	52900	190	20*
Καλαμάς	Ιόνιο πέλαγος	1826	80	30
Λούρος	Αμβρακικός κόλπος	785	110	15
Νέστος	Βόρειο Αιγαίο πέλαγος	6178	435	62,5
Μόρνος	Κορινθιακός κόλπος	1010	28	14
Πηνειός (Θεσσαλίας)	Θερμαϊκός κόλπος	10750	70	20
Πηνειός (Πελοποννήσου)	Ιόνιο πέλαγος	913	85	22,5
Σπερχειός	Μαλιακός κόλπος	1780	104	25
Στρυμόνας	Βόρειο Αιγαίο πέλαγος	16550	10	10,5

Πίνακας 10,2. Έκταση λεκάνης απορροής, έκταση δέλτα και μήκος δελταϊκής ακτογραμμής για τα μεγαλύτερα δέλτα του Ελληνικού χώρου.

Συγκρίνοντας τους λόγους μεταξύ της έκτασης της δελταϊκής πεδιάδας και της έκτασης της λεκάνης απορροής μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι παρά την μικρή έκταση των λεκανών απορροής πολλά ελληνικά ποτάμια έχουν καλά ανεπτυγμένα δέλτα. Αυτοί οι λόγοι για τα ποτάμια του Πίνακα 10,1 έχουν μέση τιμή 6,55 και είναι συγκρίσιμοι με αντίστοιχους των μεγάλων ποταμών του κόσμου (Poulos et al., 1996).



Χάρτης 10,1. Χάρτης της Ελλάδας με τις σημαντικότερες ανθρώπινες κατασκευές, τους υγρότοπους και τα μεγαλύτερα ποτάμια δέλτα.

Οι ρυθμοί συγκέντρωσης ιζήματος ή προσαύξεσης κατά τη διάρκεια των τελευταίων 6000-7000 ετών για τα ελληνικά ποτάμια δέλτα είναι ανάλογοι με αυτούς που έχουν υπολογισθεί για το δέλτα του ποταμού Νείλου που είναι ο μεγαλύτερος δελταϊκός σχηματισμός της ανατολικής Μεσογείου (Poulos and Chronis, 1997). Οι πιο ευδιάκριτες μεταβολές στις ακτογραμμές των δέλτα κατά τους δύο τελευταίους αιώνες εστιάζονται στην προέλαση της περιοχής των ενεργών εκβολών ή την υποχώρηση των εγκαταλελειμμένων. Για παράδειγμα η σύγχρονη εκβολή του ποταμού Μόρνου στον Κορινθιακό κόλπο, έχει προελάσει περίπου 150 m για τη χρονική περίοδο μεταξύ του 1945 και του 1990 (Piper et al., 1990) που αντιστοιχεί σε

ένα ρυθμό προέλασης 3,3 m ανά έτος. Ο ποταμός Αχελώος έχει προελάσει στην περιοχή των εκβολών περισσότερο από 1 km μεταξύ των ετών 1945 και 1960. Ο ρυθμός προέλασης στην περίπτωση αυτή είναι 67 m ανά έτος. Ενώ για την ίδια χρονική περίοδο οι εγκαταλελειμμένες παλαιές εκβολές του ποταμού υποχώρησαν λόγω θαλάσσιας διάβρωσης κατά 500-700 m που αντιστοιχεί σε ένα ρυθμό υποχώρησης 40 m ανά έτος (Piper and Panagos, 1981). Η έκταση της δελταϊκής πεδιάδας του ποταμού Αξιού έχει ελαττωθεί κατά 95 km² μεταξύ των ετών 1956 και 1987 (ρυθμός υποχώρησης 3,1 km² ανά έτος) ενώ η περιοχή των ενεργών εκβολών του ποταμού έχει προελάσει κατά 25 km² που αντιστοιχεί σε ένα ρυθμό προέλασης 0,8 km² ανά έτος (Poulos et al., 1996). Στις εκβολές του ποταμού Νέστου έχει παρατηρηθεί η διάβρωση και υποχώρηση ενός αμμώδους spit κοντά στις παλαιές εκβολές κατά 400-500 m μεταξύ του 1945 και του 1968 δηλαδή με ρυθμό 19,6 m ανά έτος (Psilonikos et al., 1988). Για τον Εύηνο ποταμό έχει υπολογισθεί ότι ο χώρος των παλαιών εκβολών έχει υποχωρήσει μεταξύ των ετών 1959 και 1995 με ρυθμό 3,6 m ανά έτος ενώ αντίθετα στην περιοχή των νέων εκβολών, που προέκυψαν μετά την τεχνητή ευθυγράμμιση της κοίτης στο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας, έχει λάβει χώρα προέλαση περίπου 1300 m για τη χρονική περίοδο 1959 - 1995 που αντιστοιχεί σε ρυθμό 36 m ανά έτος (Καρύμπαλης, 1996, Maroukian and Karymbalis, 2004).

Ποταμός	Χρονική	Προέλαση(+) ή	Ρυθμός προέλασης (+)
Μόρνος	1945-1990	+150 m	+3,3 m/έτος
Αχελώος	1945-1960	+1000 m -600 m	+67 m/έτος -40 m/έτος
Αξιός	1956-1987	-95 Km ² +25 Km ²	-3,1 Km ² /έτος +0,8 Km ² /έτος
Νέστος	1945-1968	-450 m	-19,6 m/έτος
Εύηνος	1959-1995	+1300 m -130 m	+36 m/έτος -3,6 m/έτος

Πίνακας 10.3. Προέλασης και/ή υποχώρησης των δελταϊκών πεδιάδων πέντε ελληνικών δέλτα για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους παρατήρησης. Σε ορισμένους δελταϊκούς σχηματισμούς παρατηρείται τόσο προέλαση σε ορισμένα υπο-περιβάλλοντα, όπως είναι οι ενεργές εκβολές, όσο και υποχώρηση κυρίως σε περιοχές εγκαταλελειμμένων παλαιών εκβολών. Η τελευταία στήλη περιέχει τους ρυθμούς προέλασης ή υποχώρησης για τις αντίστοιχες χρονικές περιόδους παρατήρησης.

10.1 Διερεύνηση σχέσης εμβαδού λεκάνης απορροής – εμβαδού δέλτα.

Σε μια προσπάθεια διερεύνησης των σχέσεων της έκτασης των λεκανών απορροής και την αντίστοιχη έκταση των δέλτα που έχουν αναπτυχθεί στις εκβολές των ποταμών, συλλέχθηκαν δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των δέλτα ανά τον κόσμο και σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα. Επιπλέον, σχεδιάστηκε η γραμμή τάσης και υπολογίστηκε η εξίσωση της μορφής $y = ax + b$ που συνδέει την έκταση της λεκάνης με εκείνη του δέλτα. Ανάλογη εργασία πραγματοποιήθηκε και για τα μεγαλύτερα δέλτα της Ελλάδας.

Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι λόγοι A_D/A_B του εμβαδού του δέλτα των ποταμών, προς το εμβαδόν της λεκάνης απορροής τους και προσδιορίστηκαν οι μέσες τιμές για τα ελληνικά και τα παγκόσμια δέλτα με σκοπό να διερευνηθεί αν η τάση δημιουργίας των δέλτα από τα ελληνικά ποτάμια είναι συγκρίσιμη με την αντίστοιχη των μεγάλων ποταμών του κόσμου.

Στο *Διάγραμμα 1* φαίνεται η σχέση μεταξύ του εμβαδού των δέλτα και του εμβαδού των λεκανών απορροής για 32 μεγάλα ποτάμια του κόσμου. Η εξίσωση που περιγράφει τη σχέση είναι η :

$$\underline{y = 47,494x - 12665}$$

Γίνεται σαφές ότι υπάρχει μια τάση μεγαλύτερες λεκάνες απορροής να οδηγούν στο σχηματισμό μεγαλύτερων δέλτα.

Στο *Διάγραμμα 2* φαίνεται η σχέση έκτασης του δέλτα και έκτασης της λεκάνης απορροής για τα ελληνικά ποτάμια. Η εξίσωση που περιγράφει τη σχέση αυτή είναι η:

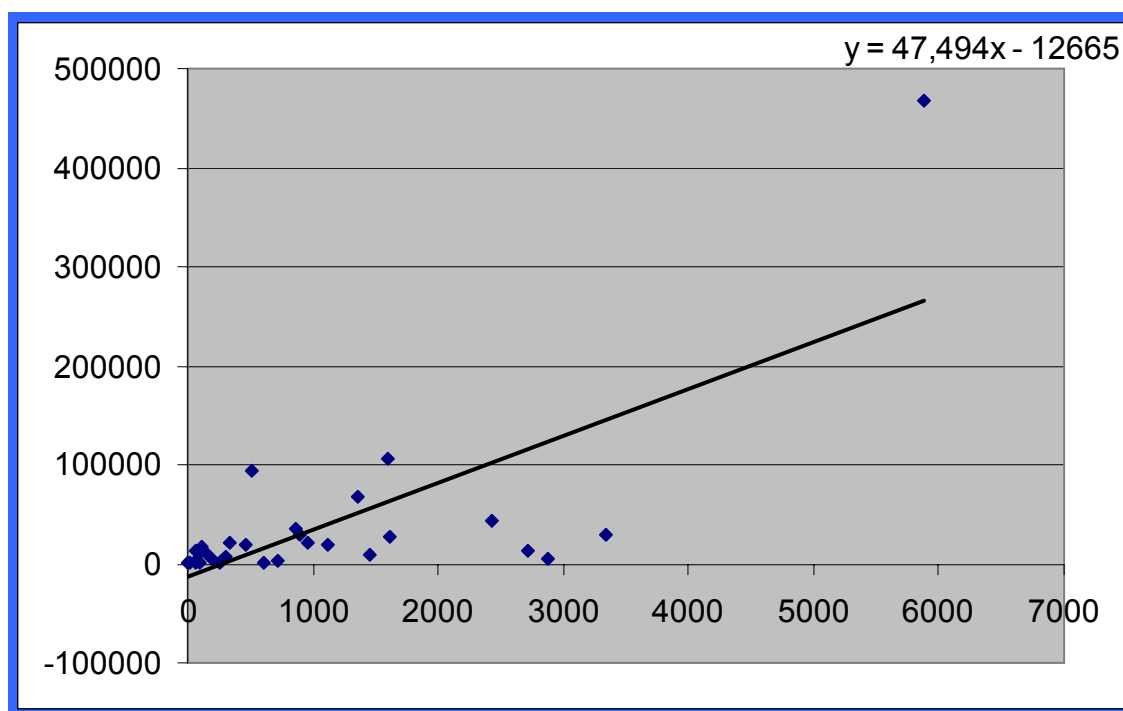
$$\underline{y = - 0,0014x + 141,85}$$

Οι αντίστοιχοι λόγοι των εμβαδού του δέλτα των ελληνικών ποταμών, προς το εμβαδόν της λεκάνης απορροής έχουν μέση τιμή 0,06558 και είναι συγκρίσιμο

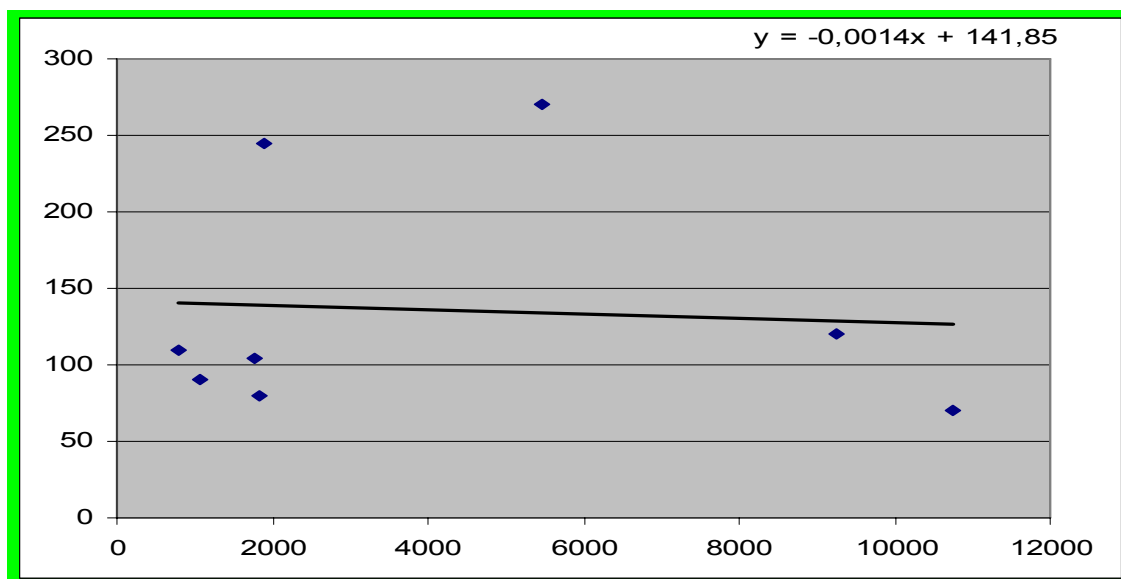
σε σχέση με τον αντίστοιχο μέσο λόγο των δέλτα των μεγαλύτερων ποταμών του κόσμου που είναι 0,097190.

Οι παραπλήσιοι λόγοι οδηγούν στη διαπίστωση ότι παρά το γεγονός ότι οι ελληνικές λεκάνες απορροής είναι περιορισμένης έκτασης και τα ποτάμια έχουν χαρακτηριστικά ορεινών ποταμών, η ανάπτυξη των δέλτα είναι σημαντική. Στο γεγονός αυτό συντελεί το τεκτονικό καθεστώς που επικρατεί (τεκτονική ανύψωση) και που βοηθά τη διάβρωση και την παραγωγή ποτάμιων ιζημάτων.

Στο **Διάγραμμα 2** η σχέση εμβαδού λεκάνης απορροής – εμβαδού δέλτα, φαίνεται αρνητική. Ωστόσο, αν αφαιρεθεί ο ποταμός Πηνειός της Θεσσαλίας η σχέση γίνεται θετική και σημαντική (**Διάγραμμα 3**). Αυτό οφείλεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της λεκάνης του Πηνειού και στη γεωμορφολογική του εξέλιξη. Μεγάλο μέρος των ιζημάτων του ποταμού θα κατέληγαν στον Θερμαϊκό αν δεν είχαν παρακωλυθεί και αποτεθεί στην Θεσσαλική πεδιάδα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μεγάλη έκτασης λεκάνη του Πηνειού ποταμού να έχει δημιουργήσει ένα σχετικά πολύ μικρό δέλτα.

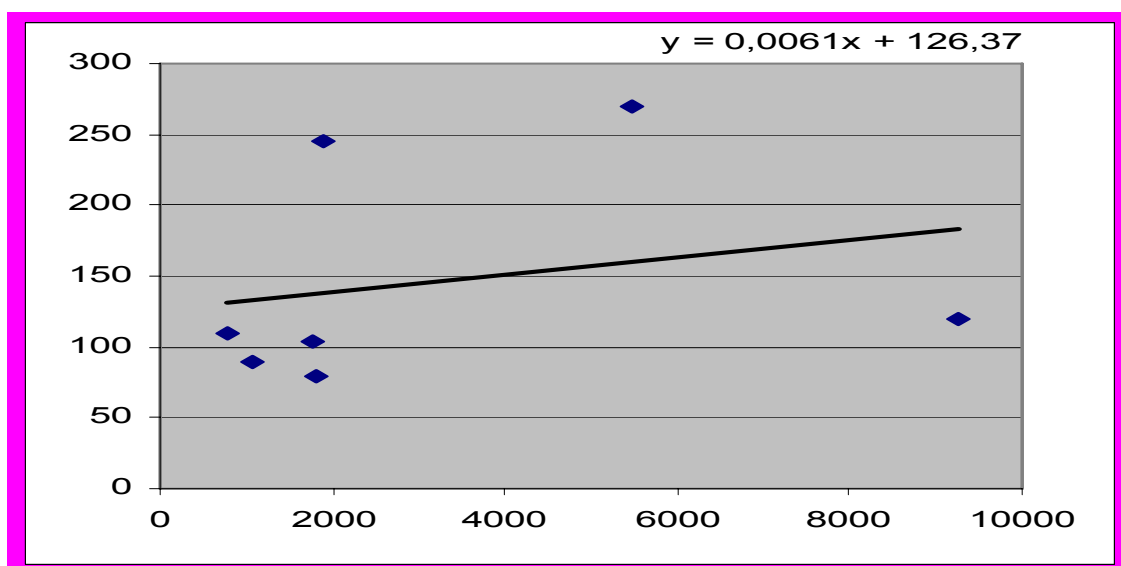


Διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 2.

ΠΟΤΑΜΟΣ	Ab	Ad	Ad / Ab
Εύηνος	1070	90	0,08411
Άραχθος	1895	245	0,12929
Λούρος	785	110	0,14013
Αχελώος	5470	270	0,04936
Σπερχειός	1780	104	0,05843
Αλιάκμονας	9250	120	0,01297
Πηνειός	10750	70	0,00651
Καλαμάς	1826	80	0,04381
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ			0,06558



Διάγραμμα 3.

11. ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΔΕΛΤΑ

11.1 Γενικά

Οι επιπτώσεις των ενεργειών του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον των δέλτα ήρθαν στο φως κυρίως τη δεκαετία του 1970. Οι ανθρώπινες επεμβάσεις στα ποτάμια δέλτα διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες. Οι έμμεσες ανθρώπινες ενέργειες αφορούν κυρίως επεμβάσεις στα ποτάμια συστήματα που τροφοδοτούν τα δέλτα με νερό και ίζημα και περιλαμβάνουν:

- Την αλματώδη αύξηση και εντατικοποίηση των γεωργικών καλλιεργειών εντός των λεκανών απορροής των ποταμών. Αυτή η εντατικοποίηση περιλαμβάνει την αποψίλωση εκτεταμένων περιοχών, ενέργεια που μπορεί να προκαλέσει τη διάβρωση των εδαφών και συνεπώς την υπερπροσφορά ιζήματος στο δέλτα μέσω των κοιτών του υδρογραφικού δικτύου. Αυτή η επέμβαση μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση τόσο της συχνότητας όσο και της έντασης των πλημμυρικών φαινομένων στην δελταϊκή πεδιάδα. Εάν το ίζημα φθάσει στις εκβολές του ποταμού μπορεί να ενισχύσει την ιζηματογένεση στην ακτογραμμή και να προκαλέσει την προέλαση του μετώπου του δέλτα.

- Η κατασκευή φραγμάτων στις λεκάνες απορροής, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή την υδροδότηση περιοχών, επηρεάζει σοβαρά τη δυναμική των δέλτα. Ανεξάρτητα όμως του σκοπού που εξυπηρετούν τα φράγματα, ο ρόλος τους είναι ανασταλτικός για την ανάπτυξη και τη φυσική εξέλιξη των δέλτα αλλά και καταστροφική για τις λεπτές ισορροπίες που απαιτούνται σε ευαίσθητα περιβάλλοντα υγρότοπων όπως αυτά που αναπτύσσονται στις εκβολές αρκετών ποταμών (Πούλος, 1999). Τα φράγματα δεσμεύουν το σύνολο σχεδόν των υλικών που μεταφέρονται με κύλιση και ένα σημαντικό ποσοστό αυτών που μεταφέρονται με αιώρηση ενώ διαταράσσουν εντελώς το ρυθμό άφιξης των ποσοτήτων γλυκού νερού στο χώρο των εκβολών. Μειώνονται τόσο η παροχή όσο και η στερεοπαροχή του ποταμού και συνεπώς περιορίζεται η προσφορά ιζήματος στο μέτωπο του δέλτα γεγονός που συχνά οδηγεί σε διάβρωση και υποχώρηση της ακτογραμμής από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών.

Οι επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία φραγμάτων στον άνω ρου των ποταμών είναι αξιοσημείωτες σε πολλά μεγάλα δέλτα παγκοσμίως. Αρκετές πόλεις που είναι χτισμένες κατά μήκος δελταϊκών ακτογραμμών απειλούνται από την παράκτια διάβρωση και την κατάκλυση. Τα ιζήματα κατά μήκος της ακτογραμμής του δέλτα του Νείλου στην Αίγυπτο αναδιανέμονται από την δράση του κυματισμού σαν συνέπεια της μείωσης της στερεοπαροχής εξαιτίας του φράγματος του Aswan που κατασκευάστηκε το 1964 και δέσμευσε σημαντικές ποσότητες ιζήματος του ποταμού που πριν το φράγμα κατέληγε στην ακτή και συνέβαλε στην προέλαση του δέλτα. Η διάβρωση και υποχώρηση της δελταϊκής ακτογραμμής έχει σοβαρές φυσικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις οι οποίες πρόκειται να ενταθούν με την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (El Raey et al., 1999a).

Γίνεται λοιπόν φανερό ότι τα δελταϊκά συστήματα είναι πολύ ευαίσθητα στις ανθρώπινες επεμβάσεις και ότι ακόμη και ενέργειες που γίνονται αρκετά μακριά από την ακτή, και αφορούν τις λεκάνες απορροής στο εσωτερικό της ξηράς, επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον και τους ανθρώπους που ζουν στις ακτές.

Εξαιτίας του μεγέθους της ανθρώπινης επέμβασης στα δέλτα διεθνώς πολλές μελέτες εστιάζουν στο monitoring (παρακολούθηση). Αρκετά χρήσιμες είναι οι τεχνικές τηλεπισκόπησης (remote sensing) οι οποίες ίσως αποτελούν τον μοναδικό τρόπο αποτελεσματικής και ακριβούς καταγραφής της διάβρωσης, της προέλασης και γενικά των μεταβολών στη δελταϊκή ακτογραμμή διαμέσου του χρόνου (White and El Aswan, 1999).

Εξίσου σημαντικές είναι και οι άμεσες ανθρώπινες επεμβάσεις στο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας και της παράκτιας ζώνης όπως ευθυγράμμιση και περιορισμός της κοίτης, κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων, εκτεταμένες αμμοληψίες από την κοίτη, ανεξέλεγκτη βόσκηση, αποξηράνσεις περιοχών κ.α. Όπως έχει ήδη αναφερθεί μια επιπλέον απειλή για τις περιοχές των εκβολών αποτελεί η αναμενόμενη μελλοντική αύξηση της θαλάσσιας στάθμης κατά περίπου 50 cm μέχρι το έτος 2100 εξαιτίας της αντίστοιχης αύξησης της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο κατά 2°C (IPCC, 2001). Έχει εκτιμηθεί ότι το ποσοστό των δελταϊκών εκτάσεων που θα κατακλυσθεί από τη θάλασσα αντιστοιχεί στο 13,16% της συνολικής τους έκτασης (Gaki-Papanastassiou et al., 1997).

11.2 Ο παράγοντας άνθρωπος την ανάπλαση των ελληνικών δέλτα.

Μεταξύ των δέλτα που μελετήθηκαν περιλαμβάνονται τέσσερις δελταϊκοί σχηματισμοί που έχουν ανακηρυχθεί και αποτελούν προστατευόμενες περιοχές βάσει της σύμβασης RAMSAR. Πρόκειται για τα δέλτα του Αχελώου και του Εύηνου που αποτελούν τμήμα του ευρύτερου υδροβιότοπου της λιμνοθάλασσας του Μεσολογίου, και οι εκβολές του Άραχθου και του Λούρου που αποτελούν τμήμα του υδροβιότοπου του Αμβρακικού κόλπου (Ε. Καρύμπαλης κ.α., 2001). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες στα δέλτα διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες. Οι έμμεσες ανθρώπινες επεμβάσεις αφορούν στο χώρο των λεκανών απορροής των ποταμών με κυριότερη την κατασκευή και λειτουργία φραγμάτων με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (περίπτωση Λούρου, Άραχθου και Αχελώου) ή την υδροδότηση περιοχών (περίπτωση Εύηνου). Ανεξάρτητα όμως του σκοπού που εξυπηρετούν τα φράγματα, ο ρόλος τους είναι ανασταλτικός για την ανάπτυξη και τη φυσική εξέλιξη των δέλτα αλλά και καταστροφική για τις λεπτές ισορροπίες που απαιτούνται σε ευαίσθητα περιβάλλοντα υγρότοπων όπως αυτά που αναπτύσσονται στις εκβολές των εν λόγω ποταμών (ΠΟΥΛΟΣ, 1999). Τα φράγματα δεσμεύουν το σύνολο σχεδόν των υλικών που μεταφέρονται με κύλιση και ένα σημαντικό ποσοστό αυτών που μεταφέρονται με αιώρηση ενώ διαταράσσουν εντελώς το ρυθμό άφιξης των ποσοτήτων γλυκού νερού στο χώρο των εκβολών. Εξίσου σημαντικές είναι και οι άμεσες ανθρώπινες επεμβάσεις στο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας και της παράκτιας ζώνης όπως ευθυγράμμιση και περιορισμός της κοίτης, Κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων, εκτεταμένες αμμοληψίες από την κοίτη, ανεξέλεγκτη βόσκηση, αποξηράνσεις περιοχών κ.α. Επιπλέον απειλή για τις περιοχές των εκβολών αποτελεί η αναμενόμενη μελλοντική αύξηση της θαλάσσιας στάθμης κατά περίπου 34cm μέχρι το έτος 2100 εξαιτίας της αντίστοιχης αύξησης της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο κατά 2oC (GAKI-PAPANASTASIOU et al. ,1995). Έχει εκτιμηθεί ότι το ποσοστό των δελταϊκών εκτάσεων που θα κατακλυσθεί από τη θάλασσα αντιστοιχεί στο 13,16% της συνολικής τους έκτασης (GAKI-PAPANASTASIOU et al., 1997). Ανάγοντας το ποσοστό αυτό στη συνολική έκταση των δέλτα των επτά ποταμών εκτιμάται ότι η περιοχή που αναμένεται να κατακλυσθεί από το θαλάσσιο νερό ανέρχεται σε 127,9 km².

12. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΖΩΝΩΝ

12.1 Υγρότοποι

α. Συνθήκη Ραμσάρ

Οι υγροβιότοποι ή υγρότοποι, δηλαδή οι υδάτινες ή μικτού χαρακτήρα περιοχές στις οποίες διατηρείται μεγάλος αριθμός αξιόλογων βιολογικών, οικολογικών, γεωμορφολογικών και αισθητικών στοιχείων, αναγνωρίζονται σήμερα ως φυσικοί μηχανισμοί ανυπολόγιστης αξίας για τη ρύθμιση και συντήρηση του υδροβιολογικού κύκλου. Αποτελούν παραγωγικά οικοσυστήματα με μεγάλη σημασία και η καταστροφή τους είναι από κάθε άποψη επιζήμια. Το ενδιαφέρον για την προστασία τους εκδηλώθηκε από πολύ νωρίς. Το 1971 υπογράφηκε η Διεθνής Σύμβαση του Ραμσάρ που καθιέρωσε υποχρέωση των συμβαλλομένων κρατών να συντηρούν τους υγρότοπους με τη δημιουργία περιοχών ειδικής προστασίας τόσο ως προς αυτούς που αναφέρονται ρητώς ως διεθνούς σημασίας βιότοποι υδρόβιων πτηνών όσο και ως προς αυτούς που δεν είναι εγγεγραμμένοι στο σχετικό πίνακα.

Ειδικότερα, στο άρθρο 1 παρ. 1 της ανωτέρω Σύμβασης (που έγινε εσωτερικό δίκαιο με το ν.δ. 191/1974) ως υγρότοποι ορίζονται έλη, τέλματα, περιοχές τύρφης ή νερών φυσικής ή τεχνικής προέλευσης μόνιμων ή πρόσκαιρων, όπου το νερό γλυκό ή υφάλμυρο ή αλμυρό ρέει ή είναι στατικό, συμπεριλαμβανομένων και εκτάσεων, οι οποίες καλύπτονται από θαλάσσιο νερό, βάθους σε αμπώτιδα όχι μεγαλύτερου από έξι μέτρα.

Το άρθρο 2 παρ. 1 της εν λόγω Σύμβασης ορίζει ότι τα συμβαλλόμενα μέρη οφείλουν να προσδιορίσουν τους υγρότοπους που βρίσκονται στην επικράτειά τους και είναι κατάλληλα για να εγγραφούν στον κατάλογο υγρότοπων διεθνούς ενδιαφέροντος, ο οποίος θα τηρείται από το Γραφείο του άρθρου 8. Τα όρια κάθε εγγραφόμενου υγρότοπου περιγράφονται με σαφήνεια, σημειώνονται σε χάρτη, είναι δυνατό να διευρυνθούν και μπορούν να περιλαμβάνουν ζώνες όχθων ή ακτών που συνορεύουν με τον υγρότοπο καθώς και νησιά ή υγρές περιοχές που περιβάλλονται από αυτόν. Επίσημοι χάρτες των ελληνικών υγρότοπων Ραμσάρ δεν έχουν κατατεθεί, παρά μόνον πρόχειροι και αυτοί μόλις το Φεβρουάριο του 1988.



Φωτ. 12,1. Υγρότοπος στο δέλτα του Βόλγα.

Κριτήρια λεπτομερειακού χαρακτήρα -για να υπάρξει ένας ενιαίος τρόπος εκτίμησης της σημασίας των υγρότοπων - προτάθηκαν από την πλευρά των κρατών στην πρώτη Διάσκεψη των Κρατών Μερών στο Gagliari (Ιταλία, 24-29 Νοεμβρίου 1980), τα οποία στη συνέχεια συμπληρώθηκαν ή τροποποιήθηκαν από τη δεύτερη Διάσκεψη των Κρατών - Μερών στο Groningen την τρίτη στη Regina και την τέταρτη στο Montreux. Τα εν λόγω κριτήρια υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες:

α) κριτήρια για το χαρακτηρισμό υγρότοπων ως διεθνούς σημασίας για τα υδρόβια πτηνά,

β) κριτήρια για το χαρακτηρισμό υγρότοπων, ως διεθνούς σημασίας για τα φυτά και τα ζώα, και

γ) κριτήρια για το χαρακτηρισμό υγρότοπων ως διεθνούς σημασίας, επειδή είναι μοναδικά και αντιπροσωπευτικά οικοσυστήματα.

Στην παρ. 2 του ιδίου άρθρου αναφέρονται τα κριτήρια για το χαρακτηρισμό ενός υγρότοπου ως διεθνούς σημασίας, όπως είναι η οικολογική, βοτανική,

ζωολογική, λιμνολογική ή υδρολογική αξία και, κυρίως, η σημασία για τα υδροβία πτηνά καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Σύμφωνα με την παρ. 4 του ανωτέρω άρθρου, κάθε συμβαλλόμενο μέρος οφείλει να υποδείξει έναν τουλάχιστον υγρότοπο για αναγραφή στον Πίνακα κατά το χρόνο της υπογραφής ή της κατάθεσης του οργάνου επικύρωσης ή προσχώρησης στη Σύμβαση.

Σύμφωνα με την παρ. 5 του άρθρου 2 τα συμβαλλόμενα μέρη έχουν δικαίωμα να προσθέσουν στον Πίνακα και άλλους υγρότοπους, που βρίσκονται επί του εδάφους τους, να διευρύνουν τους ήδη καταχωρηθέντες ή να αποσύρουν από τον εν λόγω Πίνακα υγρότοπους για λόγους εθνικού συμφέροντος, εφόσον όμως ειδοποιήσουν το ταχύτερο δυνατό για τις αλλαγές αυτές την οργάνωση ή την Κυβέρνηση, η οποία έχει την ευθύνη λειτουργίας του μονίμου Γραφείου κατά το άρθρο 8 της Σύμβασης. Η Ελλάδα έχει εγγράψει στον κατάλογο της Σύμβασης Ραμσάρ τους εξής 11 υγρότοπους: Δέλτα Έβρου, Λίμνη Μητρικού-Καρακάτζαλη, Λίμνη Βισθωνίδα και Λιμνοθάλασσες Πόρτο Λάγος, Δέλτα Νέστου, Λίμνη Κερκίνη, Λίμνες Βόλβη και Λαγκαδά, Δέλτα Αξιού - Λουδία - Αλιάκμονα και Αλυκή Κίτρους Πιερίας, Λίμνη Μικρή Πρέσπα, Αμβρακικό Κόλπο, Δέλτα Αχελώου, Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου, Έλος Κοτυχίου και Δάσος Στροφιλιάς.

Η παρ. 6 του άρθρου 2 της Σύμβασης αναφέρει ότι κατά την υπόδειξη των προς καταχώρηση υγρότοπων, κάθε συμβαλλόμενο μέρος οφείλει να λαμβάνει υπόψη τη διεθνή ευθύνη του για συντήρηση, διαχείριση, επιμέλεια και ορθολογική εκμετάλλευσή τους. Βάσει του άρθρου 3 παρ. 1, τα συμβαλλόμενα μέρη υποχρεούνται να καταρτίσουν και να εφαρμόσουν τα εθνικά σχέδια διαχειρίσεως με τέτοιο τρόπο, ώστε να διευκολύνεται η συντήρηση και η ορθολογική εκμετάλλευση των υγρότοπων που περιέχονται στον Πίνακα και βρίσκονται στο έδαφός τους. Σύμφωνα με το άρθρο 4 παρ. 1, κάθε συμβαλλόμενο μέρος οφείλει να ευνοήσει τη συντήρηση των υγρότοπων και των υδροβίων πτηνών με τη δημιουργία περιοχών ειδικής Προστασίας μέσα στους υγρότοπους ανεξάρτητα από το αν περιέχονται ή όχι στον Πίνακα, και να μεριμνήσει για τη λήψη μέτρων προστασίας τους

Η υποχρέωση συντήρησης των υδροβιότοπων δεν εξαντλείται όμως μόνο στη λήψη θετικών μέτρων, νομοθετικών ή διοικητικών. Η υποχρέωση αυτή συνίσταται και στην απαγόρευση κάθε βλαπτικής ενέργειας που θα μπορούσε να οδηγήσει στην υποβάθμιση ή στην καταστροφή τους. Ως προς το αρνητικής μορφής περιεχόμενο της

παρεχόμενης προστασίας, οι σχετικές διατάξεις της Σύμβασης, σε συνδυασμό με τις συνταγματικές επιταγές και τη ρύθμιση των άρθρ. 18 επ. του ν. 1650/1986, επιτελούν και καθοδηγητική λειτουργία, επιβάλλοντας στον έλληνα νομοθέτη την υποχρέωση να θεσπίσει ειδικούς κανόνες και στον εφαρμοστή του δικαίου την υποχρέωση να ερμηνεύει σύμφωνα με το πνεύμα της Διεθνούς Συμβάσεως τους ήδη υφιστάμενους κανόνες κατώτερης τυπικής ισχύος.

β. Κοινοτικό και διεθνές Πλαίσιο προστασίας των υγρότοπων

Εκτός από τις θεμελιώδεις διατάξεις του άρθρου 24 παρ. 1 του Συντάγματος, της Διεθνούς Σύμβασης Ραμσάρ (ν.δ. 191/1974) και των άρθρων 18, 19 και 21 του ν. 1650/1986, για την σε κοινοτικό και διεθνές επίπεδο προστασία των υγρότοπων ισχύουν και άλλες νομικές δεσμεύσεις, όπως:

α) Η Οδηγία 92/43 ΕΟΚ για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας χλωρίδας και πανίδας, γνωστή ως NATURA 2000 (Habitat Directive). Με την πιο πάνω οδηγία συμπληρώνεται η κοινοτική νομοθεσία για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και της φυσικής κληρονομιάς στην Ευρώπη, με την οργάνωση του πλαισίου και τη δημιουργία ενός δικτύου περιοχών με ιδιαίτερα οικολογικά, κοινωνικά, πολιτιστικά και οικονομικά χαρακτηριστικά, οι οποίες τελούν υπό ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης.

β) Η Οδηγία 79/409/ΕΟΚ «Περί διατηρήσεως των αγρίων πτηνών» (Bird Directive) όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία 8 1/854/ ΕΟΚ, προς εναρμόνιση των οποίων εκδόθηκε η απόφαση 414985/ 29.11.1985 του Υφυπουργού Εθνικής Οικονομίας και του Αναπληρωτή Υπουργού Γεωργίας (ΦΕΚ Β', φ. 757/18.12.1985). Με τους ορισμούς της εν λόγω ΚΥΑ θεσπίσθηκαν τα αναγκαία μέτρα για τη διατήρηση, την προστασία, τη διαχείριση και τη ρύθμιση όλων των ειδών της άγριας πτηνοπανίδας, ώστε να ανταποκρίνονται στις οικολογικές, επιστημονικές και πολιτιστικές απαιτήσεις. Ως περιοχές ιδιαίτερης προστασίας θεωρούνται μεταξύ άλλων, οι υγρότοποι και ιδίως όσοι έχουν χαρακτηριστεί διεθνούς σημασίας κατά τη Σύμβαση Ραμσάρ, ώστε να απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα διαχείρισης και εκμετάλλευσης των φυσικών τους πόρων.

γ) Η Διεθνής Σύμβαση για τη διατήρηση της άγριας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης, που υπογράφηκε στη Βέρνη την 19.9.1979 και

κυρώθηκε με το ν. 1355/1983. Σύμφωνα με το άρθρο 3 της εν λόγω Σύμβασης, κάθε συμβαλλόμενο μέρος λαμβάνει τα αναγκαία μέτρα για την εφαρμογή εθνικής πολιτικής διατήρησης της άγριας χλωρίδας και πανίδας και των φυσικών οικοτόπων, δίνοντας μεγαλύτερη προσοχή στα είδη τα οποία κινδυνεύουν ή απειλούνται με εξαφάνιση. Σύμφωνα με το άρθρο 4 παρ. 1 της Σύμβασης, κάθε συμβαλλόμενο μέρος λαμβάνει τα κατάλληλα και απαραίτητα νομοθετικά και κανονιστικά μέτρα για την προστασία των οικοτόπων των αγρίων ειδών χλωρίδας και πανίδας, ιδίως των απειλούμενων στα Παραρτήματα I και II, και για τη διαφύλαξη των φυσικών οικοτόπων οι οποίοι κινδυνεύουν να εξαφανισθούν.

γ. Προστασία των υγρότοπων μέσα από το ν. 1650/86 και τη νομολογία του ΣτΕ

Στο άρθρο 18 παρ. 1 του ν. 1650/1986 αναφέρεται ότι η φύση και το τοπίο προστατεύονται και διατηρούνται, ώστε να διασφαλίζονται οι φυσικές διεργασίες, η αποδοτικότητα των φυσικών πόρων, η ισορροπία και η εξέλιξη των οικοσυστημάτων καθώς και η ποικιλομορφία, η ιδιαιτερότητα ή η μοναδικότητά τους. Εξάλλου, στην παρ. 3 του ίδιου άρθρου αναφέρεται ότι οι περιοχές, τα στοιχεία ή τα σύνολα της παρ. 2 μπορούν να χαρακτηρίζονται, σύμφωνα με τα κριτήρια του άρθρου 19, ως:

- Περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης.
- Περιοχές προστασίας της φύσης
- Εθνικά πάρκα.
- Προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί, προστατευόμενα τοπία και στοιχεία του τόπου.
- Περιοχές ανάπτυξης.

Σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986, ως περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης χαρακτηρίζονται εκτάσεις με εξαιρετικά ευαίσθητα οικοσυστήματα, βιότοποι ή οικότοποι σπάνιων ή απειλούμενων με εξαφάνιση ειδών της αυτοφυούς χλωρίδας ή άγριας πανίδας ή εκτάσεις που έχουν αποφασιστική θέση στον κύκλο ζωής σπάνιων ή απειλούμενων με εξαφάνιση ειδών της άγριας πανίδας.

Στις περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης απαγορεύεται κάθε δραστηριότητα. Κατ' εξαίρεση μπορεί να επιτρέπονται, σύμφωνα με τις ειδικότερες ρυθμίσεις του οικείου κανονισμού, η διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών και η εκτέλεση εργασιών που αποσκοπούν στη διατήρηση των χαρακτηριστικών τους, εφόσον εξασφαλίζεται υψηλός βαθμός προστασίας

Η παρ. 1 του άρθρου 21 του ιδίου νόμου ορίζει ότι ο χαρακτηρισμός περιοχών, στοιχείων ή συνόλων της φύσης και του τοπίου, σύμφωνα με τα άρθρα 18 και 19, και ο καθορισμός των ορίων τους και των τυχόν ζωνών προστασίας τους γίνονται με προεδρικά διατάγματα που εκδίδονται ύστερα από πρόταση των Υπουργών Γεωργίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού ύστερα από γνώμη του νομαρχιακού συμβουλίου, σε εφαρμογή περιφερειακού ή νομαρχιακού ή ειδικού χωροταξικού σχεδίου ή γενικού πολεοδομικού σχεδίου ή ειδικής περιβαλλοντικής μελέτης. Σε κάθε περίπτωση, η σύνταξη ειδικής περιβαλλοντικής μελέτης είναι απαραίτητη για την τεκμηρίωση της σημασίας του προστατευεμένου αντικειμένου και τη σκοπιμότητα των προτεινόμενων μέτρων προστασίας. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού καθορίζεται η διαδικασία κατάρτισης και έγκρισης των ειδικών αυτών περιβαλλοντικών μελετών και το περιεχόμενό τους. Στην παρ. 6 του ιδίου άρθρου ορίζεται ότι, μέχρι να εκδοθεί το π.δ. που προβλέπεται στην παρ. 1, μπορεί να καθορίζονται με κοινή απόφαση των Υπουργών Γεωργίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού απαγορεύσεις, όροι και περιορισμοί για επεμβάσεις και δραστηριότητες, που είναι δυνατόν να έχουν βλαπτικά αποτελέσματα για τις παραπάνω περιοχές, στοιχεία ή σύνολα. Η ισχύς της υπουργικής αυτής απόφασης δεν μπορεί να υπερβαίνει τα δύο έτη. Αν συντρέχουν εξαιρετικοί λόγοι, η προθεσμία αυτή μπορεί να παρατείνεται, με όμοια υπουργική απόφαση, για ένα ακόμη έτος.

Εξάλλου, κατ' εξουσιοδότηση του άρθρου 21 παρ. 1 του ν. 1650/1986, εξεδόθη η κοινή απόφαση 1319/93 των Υπουργών Γεωργίας, Εμπορικής Ναυτιλίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Εμπορίου, με την οποία καθορίστηκαν οι ζώνες προστασίας που αφορούν ενιαία χωροταξία, περιβαλλοντικά διαμερίσματα στο χώρο του

υγροβιότοπου και μέτρα προστασίας των λιμνοθαλασσών Μεσολογίου και Αιτωλικού, των εκβολών των ποταμών Ευήνου και Αχελώου και των βιοτόπων της ευρύτερης περιοχής τους κατά ζώνες.

Με βάση τις συνταγματικές επιταγές και τις ειδικότερες ρυθμίσεις που αναπτύχθηκαν πιο πάνω, το ΣτΕ όλο και συχνότερα τα τελευταία χρόνια επεμβαίνει με κρίσιμες και σωτήριες για τους υγρότοπους αποφάσεις του. Ειδικότερα, με την υπ' αριθμ. 2343/87 απόφασή του, το ΣτΕ ακύρωσε κοινή υπουργική απόφαση που επέτρεπε την εγκατάσταση διαλυτηρίων πλοίων και λοιπών βιομηχανικών μονάδων κοντά σε υγρότοπο της Καβάλας. Η εν λόγω ΚΥΑ εξεδόθη κατά παράβαση της Σύμβασης Ραμσάρ, καθώς είναι βέβαιο, ότι η εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων βαριάς βιομηχανίας, όπως διαλυτηρίων πλοίων, δεν συμβιβάζονται με τη διατήρηση ενός υγρότοπου ο οποίος, με τον τρόπο αυτό, θα οδηγηθεί σε βέβαιη υποβάθμιση, αν όχι σε καταστροφή.

Η ΣτΕ 1342/1992 απαγορεύει την εγκατάσταση ιχθυογεννητικών σταθμών ή την άσκηση κυνηγετικής δραστηριότητας στον υγρότοπο του Αμβρακικού Κόλπου, ο οποίος είναι εγγεγραμμένος στον κατάλογο Ραμσάρ, καθόσον οι ανωτέρω δραστηριότητες δεν είναι συμβατές με την προστασία των ευαίσθητων οικολογικά οικοσυστημάτων διότι απειλούν την ακεραιότητα του φυσικού οικοσυστήματος και θέτουν σε κίνδυνο τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας.

Η ΣτΕ 1340/92 ακύρωσε την 30027/1193/1990 κοινή απόφαση των Υπουργών Γεωργίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας (ΦΕΚ Β 194/23.3.1990) με την οποία ελήφθησαν μέτρα για την προστασία του υγρότοπου του Αμβρακικού Κόλπου και της ευρύτερης περιοχής, κατά το μέρος που αναφέρεται σε κατ' εξαίρεση επιτρεπόμενα έργα και δραστηριότητες στην περιοχή αυτή. Το Ανώτατο Ακυρωτικό Δικαστήριο ακύρωσε την εν λόγω απόφαση αποφαινόμενο ότι επί τη βάσει επιστημονικών δεδομένων και προς συμμόρφωση με τις διεθνείς υποχρεώσεις της χώρας έχει θεσπισθεί σύστημα απόλυτης προστασίας του υγρότοπου του Αμβρακικού Κόλπου και απαγόρευση κάθε ζημιογόνου δραστηριότητας στην περιοχή αυτή.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η ΣτΕ 3953/95 που αναφέρεται στην ακύρωση της 105/2.6.1993 πράξης του Διευθυντού Δακοκτονίας του Ελαιοταμείου Δωδεκανήσου. Σύμφωνα με την ανωτέρω πράξη θα επιτρεπόταν ο ψεκασμός από

αέρος και εδάφους στους ελαιώνες των Δήμων και Κοινοτήτων της νήσου Ρόδου για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς. Το δικαστήριο, βασιζόμενο στα άρθρα 21 και 24 του Συντάγματος, ακύρωσε εν μέρει την ανωτέρω πράξη, αποφαινόμενο ότι η εφαρμογή της μεθόδου των αεροψεκασμών για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς αντίκειται, κατ' αρχήν, στο άρθρο 24 του Συντάγματος. Όμως, σε όλως εξαιρετικές περιπτώσεις, για το σκοπό της προστασίας της ελαιοπαραγωγής και εφόσον για καθαρά τεχνικούς λόγους και όχι οικονομικούς είναι δυσχερές ή αδύνατος ο ψεκασμός από το έδαφος, μπορεί κατ' εξαίρεση να επιτραπεί ο ψεκασμός από τον αέρα, εφόσον διαπιστώνεται, κατόπιν ειδικά τεκμηριωμένης επιστημονικής μελέτης, ότι δεν δημιουργούνται εντεύθεν κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία και τα ευπαθή οικοσυστήματα.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η απόφαση ΣτΕ 3956195, σύμφωνα με την οποία «το άρθρο 4 παρ. 2 του από 24.4.1985 π.δ. περί «τρόπου καθορισμού ορίων οικισμών της χώρας μέχρι 2000 κατοίκων, κατηγορίες αυτών και όροι και περιορισμοί δόμησής του», όπως αυτό τροποποιήθηκε με το από 14.2.1987 π.δ., έχει την έννοια ότι εντός των ορίων οικισμών δεν μπορεί να περιληφθεί οιοδήποτε μέρος βιοτόπου μετά του αντιστοίχου οικοσυστήματος, αλλά πρέπει αντίθετα τα όρια του οικισμού να χαράσσονται σε ικανή απόσταση διασφαλίζουσα το απρόσβλητο των οικοσυστημάτων από τις επιπτώσεις λειτουργίας του οικισμού». Άλλως, όπως αναφέρεται στην απόφαση, «αν ήθελε θεωρηθεί ότι εκ της μη ρητής μνείας των βιοτόπων το ανωτέρω διάταγμα επέτρεψε το αντίθετο, Τότε Θα ήταν αντισυνταγματικό ως ευθέως αντικείμενο στο άρθρο 24 Συντ.».

Με βάση το ανωτέρω σκεπτικό, το ΣτΕ έκρινε ότι ο καθορισμός ορίων του οικισμού Αγ. Ιωάννη Κοινότητας Δύο Χωριών, Αγίου Σώστη Κοινότητας Τριαντάρου Τήνου, με απόφαση του Νομάρχη Κυκλάδων, δεν ήταν νόμιμος, διότι συμπεριέλαβε στα όριά του μέρος βιοτόπου προστατευομένου σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ και την οδηγία της ΕΟΚ για την προστασία των βιοτόπων, και ακύρωσε την ερειδόμενη επ' αυτής προσβαλλομένη οικοδομική άδεια του Πολεοδομικού Γραφείου Σύρου (πρβλ. και ΣτΕ 3955/95).

12.2 Παράκτιες ζώνες

Οι παράκτιες ζώνες κινδυνεύουν τόσο από την άναρχη τουριστική ανάπτυξη, την πληθώρα επισκεπτών και την δημιουργία εγκαταστάσεων (λιμάνια, ξενοδοχεία, εστιατόρια κλπ) για την εξυπηρέτησή τους, όσο και από την απρογραμματίστη οικονομική εκμετάλλευση του φυσικού πλούτου τους (αλιεία, ιχθυοκαλλιέργεια). Αποτελούν, επίσης, τον τελικό αποδέκτη επιβλαβών για το περιβάλλον δραστηριοτήτων όπως π.χ. η διοχέτευση αστικών και βιομηχανικών λυμάτων στη Θάλασσα.

Οι ανωτέρω διαπιστώσεις αναφέρονται στην παράκτια ζώνη ως ενιαίο οικοσύστημα, οριοθετούμενο κατά περίπτωση ανάλογα με την έκταση που καταλαμβάνουν οι επιδράσεις της Θάλασσας, ανεξάρτητα από το νομικό χαρακτηρισμό των επιμέρους στοιχείων της. Το ελληνικό δίκαιο δεν υιοθετεί αυτή την οικολογική μέθοδο προσδιορισμού του πεδίου εφαρμογής των προστατευτικών διατάξεων του παράκτιου περιβάλλοντος αλλά απομονώνει στοιχεία του εντάσσοντάς τα σε νοητές ζώνες. Ιδίως τον αιγιαλό και την παραλία (α.ν. 2344/1940 «περί αιγιαλού και παραλίας») ή την ακτή (ν. 1337/1983, ν. 743/1977) η οποία προσδιορίζεται από την οριογραμμή του αιγιαλού ή, αν η τελευταία δεν έχει καθοριστεί, από τη διαχωριστική γραμμή ξηράς και Θάλασσας, δηλαδή συμπίπτει με τον αιγιαλό.

Στη διάταξη του άρθ. Ι του ν. 2344/1940, ο αιγιαλός ορίζεται ως η «περιστοιχούσα την θάλασσαν χερσαία ζώνη, η βρεχομένη απότας μεγίστας πλην συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων».

Τα όρια του αιγιαλού καθορίζονται με νομαρχιακή απόφαση μετά από έκθεση της ειδικής διοικητικής επιτροπής των άρθ. 2 και 3 του ν. 2344/1940 η οποία αποτελείται από τον Οικονομικό Έφορο (σήμερα Προϊστάμενο Δ.Ο.Υ.) τον προϊστάμενο της Υδρογραφικής Υπηρεσίας του ΓΕΝ ή το Λιμενάρχη της περιοχής και τον Διευθυντή Τεχνικών Υπηρεσιών του Νομού ή τους νόμιμους ανα- πληρωτές τους. Ο διοικητικός καθορισμός της οριογραμμής του αιγιαλού δεν έχει συστατικό χαρακτήρα αλλά είναι αναγνωριστικός της πραγματικής κατάστασης έτσι ώστε να καθίσταται σαφές το αντικείμενο της διοικητικής προστασίας. Ο αιγιαλός, δηλαδή, είναι δημιούργημα της φύσης και όχι νομική έννοια.

Σύμφωνα με την ΣτΕ 2161/1994114, η σύμφωνη με το άρθρο 24 Συντ. ερμηνεία των διατάξεων του ν. 2344/1940 για τον καθορισμό των ορίων του αιγιαλού, «ο οποίος είναι πράγμα κοινόχρηστον, χρησιμεύον εις την επαφήν του ανθρώπου με την θάλασσαν, εκεί όπου αυτή συναντάται με την ξηράν, και άρα διευκολύνει κατά προορισμόν την πρόσβασιν αυτού ως και την απόλαυσιν των λοιπών χρήσεων της Θάλασσας», οδήγησε το Ακυρωτικό Δικαστήριο στην κρίση ότι ο αιγιαλός είναι υποχρεωτικά αδόμητος. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτέλεση οποιουδήποτε έργου κοντά στις ακτές είναι η προηγούμενη χάραξη των ορίων του, προκειμένου να καταστεί σαφές ότι το υπό κατασκευήν έργο δεν καταλαμβάνει Τμήμα του αιγιαλού. Πράγματι, Παρά το ότι η έκταση του αιγιαλού εξαρτάται από φυσικά φαινόμενα, κρίνεται αναγκαίος ο καθορισμός των ορίων του, για να επιτευχθεί η αποτελεσματική του προστασία Πάντως, σε κάθε περίπτωση, αν δεν υπάρχει διοικητικός καθορισμός της οριογραμμής του αιγιαλού, το δικαστήριο μπορεί να προβεί Παρεμπιπτόντως στον καθορισμό των ορίων του σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση με βάση τα εννοιολογικά του στοιχεία, όπως αυτά προκύπτουν από το άρθ. I ν. 2344/1940116.

Γίνεται δεκτό ότι ο αιγιαλός δεν περιορίζεται στην αμμώδη λωρίδα γης που περιβάλλει τη Θάλασσα αλλά περιλαμβάνει και βράχους, απόκρημνες και μη ακτές καθώς και το τμήμα που τυχόν προστέθηκε με κρηπίδωμα. Δεν θεωρείται όμως αιγιαλός η αμμώδης παραλιακή έκταση που καλύπτεται από χερσαία φυτά ούτε οι χώροι που περιβρέχονται από τα κύματα μετά την εκτέλεση έργων ούτε, τέλος, η προσαύξηση του υπάρχοντος αιγιαλού συνεπεία προσχώσεως

Παραλία είναι η λωρίδα γης, πλάτους μέχρι 50 μέτρων, η οποία προστίθεται στον αιγιαλό για τη διαπλάτυνσή του, όταν ο τελευταίος, λόγω της διαμόρφωσης του εδάφους, είναι στην ουσία ανύπαρκτος ή το πλάτος του είναι ελάχιστο και δεν μπορεί να διασφαλίσει την ελεύθερη πρόσβαση προς τη Θάλασσα. Η διοικητική διαδικασία οριοθέτησης είναι ίδια με την προβλεπόμενη για την οριοθέτηση του αιγιαλού και η σχετική διοικητική πράξη υπόκειται σε δικαστικό έλεγχο. Η πράξη χαρακτηρισμού της παραλίας πρέπει να είναι επαρκώς αιτιολογημένη χωρίς να αρκεί η απλή μνεία στην έκθεση της Επιτροπής ότι η οριογραμμή έγινε για το σκοπό των άρθρων 6 και 7 του ν. 2344/1940118.

Η παράκτια ζώνη αντιμετωπίζεται από τα σχετικά με την προστασία της διεθνή κείμενα, τα οποία επηρεάζουν προς την κατεύθυνση αυτή τη Θεωρία και τη νομολογία του ΣτΕ, ως ενιαίο οικοσύστημα Χαρακτηριστική είναι η Απόφαση (Ι του Συμβουλίου της Ευρώπης της 20.5.1983)120, σχετικά με τη χωροταξική πολιτική των παράκτιων περιοχών σύμφωνα με την οποία «η ακτή δεν πρέπει να γίνεται αντιληπτή από τη χωροταξία ως μία στατική διαχωριστική γραμμή αλλά σαν μία σύνθεση χώρου και ότι η Θάλασσα δεν αποτελεί έναν κόσμο διαφορετικό και αχανή αλλά μία φυσική γειτνίαση δεκτική ποικίλων χρήσεων». Η δυναμική και προσανατολισμένη στη φύση των πραγμάτων, στην αλληλεξάρτηση των στοιχείων ενός οικοσυστήματος, αντίληψη του παράκτιου χώρου επιτρέπει την διαμόρφωση ενός Πλαισίου προστασίας ικανού να αντιμετωπίσει, στο σύνολό τους, τα προβλήματα που αναφέρονται και αποτρέπει την αναίρεση της Προστασίας μεμονωμένων τμημάτων του παράκτιου περιβάλλοντος από την ανάπτυξη βλαπτικών δραστηριοτήτων στο γειτονικό χώρο.

Το ΣτΕ, οσάκις αντιμετωπίζει ζητήματα Προστασίας του παράκτιου χώρου, με βάση τις διατάξεις του άρθρου 24 Συντ., από έργα και δραστηριότητες που επιφυλάσσουν κινδύνους αλλοίωσης ή υποβάθμισής του, δεν περιορίζεται στην τυπική διάκριση μεταξύ αιγιαλού και παραλίας, αλλά προκρίνει την παροχή συνολικής Προστασίας του παράκτιου χώρου, τον οποίο θεωρεί ενιαίο και μάλιστα ευπαθές οικοσύστημα.

Σύμφωνα με την πάγια νομολογία του ΣτΕ, το άρθρο 24 Συντ. επιτάσσει, στο πλαίσιο της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος και την προστασία των ακτών, οι οποίες αποτελούν ευπαθή οικοσυστήματα και επιδέχονται μόνο ήπια ανάπτυξη. Τεχνική παρέμβαση στις ακτές, για λόγους δημοσίου συμφέροντος, επιτρέπεται μόνο στο πλαίσιο ευρύτερου σχεδιασμού και εφόσον δεν προσβάλλει την αισθητική της ακτής η οποία αποτελεί προστατευόμενο φυσικό και οπτικό πόρο.

Χαρακτηριστική της τάσης της νομολογίας του ΣτΕ για συνολική προστασία της ακτής και μάλιστα τόσο ως φυσικού αγαθού (ευπαθούς οικοσυστήματος) όσο και ως, εν ευρεία έννοια, πολιτιστικού αγαθού (οπτικού πόρου) είναι η ΣτΕ 2993/1998)122, με την οποία ακυρώθηκαν διοικητικές πράξεις που επέτρεπαν την εγκατάσταση στη μικρή ακτή των Αγκαθωτών Σύρου εξέδρας αναψυχής λουομένων συνδεδεμένης με πλωτή εξέδρα προσδέσεως ταχυπλόων σκαφών. Η απόφαση στηρίζεται στη βασική σκέψη ότι «αι ακταί και δη των μικρών νήσων αποτελούν

ευπαθή οικοσυστήματα, των οποίων η χερσαία και θαλάσσια ζώνη μετά της αντιστοίχου χλωρίδος και πανίδος, ευρίσκονται εις στενήν λειτουργικήν αλληλεξάρτησιν, συνιστούν δε άμα και πολύτιμους οπτικούς πόρους, λόγω του αισθητικού κάλλους της γεωμορφολογίας των. Ως εκ τούτου, είναι ουσιώδες στοιχείον του φυσικού περιβάλλοντος και τυγχάνουν προστασίας ευθέως εκ του άρθ. 24 Συντ., κατά την έννοιαν του οποίου δέον να τελούν υπό ιδιαίτερον καθεστώς αusterάς προστασίας και ήπιας διαχειρίσεως και αναπτύξεως. Αι επί των ακτών επιχειρούμεναι τεχνικά εγκαταστάσεις και δραστηριότητες, μόνιμοι ή προσωριναί, είτε εις την χερσαίαν είτε εις την θαλάσσια ζώνη, συνιστούν αλλοίωσιν της ακτογραμμής και του παράκτιου τοπίου, άγουν δε εις σοβαράν διατάραξιν του οικείου οικοσυστήματος και εις επικίνδυνους συγκρούσεις των χρήσεων αυτού. Ως εκ τούτου δεν είναι επιτρεπταί ει μη μόνον δια λόγους δημοσίου συμφέροντος και υπό την προϋπόθεσιν ότι είναι βιώσιμοι, δηλαδή συμβαταί με το οικείον οικοσύστημα και άλλας νομίμους χρήσεις των ακτών, αφετέρου δε έχουν ενταχθεί εις συνολικόν ή ευρύτερον προγραμματισμόν τεχνικών επεμβάσεων εις τας ακτάς λ.χ. δίκτυα λιμένων».

Σύμφωνα με το άρθρο 23 του ν. 1337/1986 απαγορεύονται οι περιφράξεις ιδιοκτησιών σε περιοχές εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων ή οικισμών προ του 1923 και σε ζώνη πλάτους 500 μ. από την ακτή. Οι υφιστάμενες περιφράξεις μπορούν να κατεδαφιστούν με απόφαση της αρμόδιας πολεοδομικής αρχής, εφόσον η περίφραξη εμποδίζει την πρόσβαση στην ακτή. Η διάταξη αποσκοπεί, κυρίως, στη διασφάλισιν της ακώλυτης άσκησης του δικαιώματος χρήσεως του αιγιαλού και, δευτερευόντως, στην αποτροπή της υποβάθμισης του παράκτιου περιβάλλοντος, Ιδίως ως οπτικού πόρου, από ασυμβίβαστες με την αισθητική του τοπίου περιφράξεις.

Η διάταξη του άρθ. 23 εισάγει επιτρεπτό περιορισμό της Κυριότητας ο οποίος συνιστά το αποτέλεσμα της στάθμισης μεταξύ του ατομικού δικαιώματος της ιδιοκτησίας, αφενός, και του κοινωνικού δικαιώματος χρήσεως του φυσικού περιβάλλοντος, αφετέρου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι ο σχηματισμός των δέλτα είναι αποτέλεσμα συνδυασμού πολλών παραγόντων. Για να δημιουργήσει ένας ποταμός δέλτα στις εκβολές του πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Αφενός απαιτείται η προσφορά ιζήματος από το ποτάμι που έχει να κάνει με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο της λεκάνης απορροής και αφετέρου η ύπαρξη κατάλληλων συνθηκών στη θαλάσσια λεκάνη “υποδοχής” των ιζημάτων.

Οι περιοχές των ποτάμιων δέλτα προσέλκυαν ανέκαθεν τον άνθρωπο κυρίως για την ήπια τοπογραφία που προσφέρει το ομοιόμορφο, χαμηλό και ομαλό ανάγλυφο τους, την ανάπτυξη εύφορων εκτάσεων που προσφέρονται για γεωργικές καλλιέργειες, τη δυνατότητα κατασκευής εγγειοβελτιωτικών έργων όπως η αποξήρανση και αποστράγγιση των υγρότερων περιοχών της δελταϊκής πεδιάδας (π.χ. έλη και βάλτοι) για την αύξηση της έκτασης της εύφορης γεωργικής γης, καθώς και για την ανάπτυξη του εμπορίου με την εγκατάσταση μεγάλων λιμανιών σε δελταϊκές περιοχές για τη μεταφορά προϊόντων και αγαθών που παράγονται στο ίδιο το δέλτα..

Επίσης, σε μια προσπάθεια διερεύνησης των σχέσεων της έκτασης των λεκανών απορροής και την αντίστοιχη έκταση των δέλτα που έχουν αναπτυχθεί στις εκβολές των ποταμών, συλλέχθηκαν δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των δέλτα των μεγαλύτερων ποταμών του κόσμου και σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα. Συμπερασματικά γίνεται σαφές ότι υπάρχει μια τάση μεγαλύτερες λεκάνες απορροής να οδηγούν στο σχηματισμό μεγαλύτερων δέλτα. Ανάλογη εργασία πραγματοποιήθηκε και για τα μεγαλύτερα δέλτα της Ελλάδας.

Ωστόσο, οι ανθρώπινες επεμβάσεις στα ποτάμια δέλτα διακρίνονται σε *άμεσες* και *έμμεσες*. Οι *έμμεσες* ανθρώπινες ενέργειες αφορούν κυρίως επεμβάσεις στα ποτάμια συστήματα που τροφοδοτούν τα δέλτα με νερό και ίζημα και περιλαμβάνουν:

- Την αλματώδη αύξηση και εντατικοποίηση των γεωργικών καλλιεργειών εντός των λεκανών απορροής των ποταμών.

- Την κατασκευή φραγμάτων στις λεκάνες απορροής, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή την υδροδότηση περιοχών, που όμως επηρεάζουν σοβαρά τη δυναμική των δέλτα.

Τα δελταϊκά συστήματα είναι πολύ ευαίσθητα στις ανθρώπινες επεμβάσεις και ακόμη και ενέργειες που γίνονται αρκετά μακριά από την ακτή και αφορούν τις λεκάνες απορροής στο εσωτερικό της ξηράς, επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον και τους ανθρώπους που ζουν στις ακτές.

Οι άμεσες ανθρώπινες επεμβάσεις στο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας και της παράκτιας ζώνης αφορούν κυρίως στην ευθυγράμμιση και περιορισμό της κοίτης, την κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων, εκτεταμένες αμμοληψίες από την κοίτη, την ανεξέλεγκτη βόσκηση, αποξηράνσεις περιοχών κ.α.

Επίσης, επισημαίνεται πως οι υδροβιότοποι ή υγράτοποι αναγνωρίζονται σήμερα ως φυσικοί μηχανισμοί ανυπολόγιστης αξίας για τη ρύθμιση και συντήρηση του υδροβιολογικού κύκλου. Αποτελούν παραγωγικά οικοσυστήματα με μεγάλη σημασία και η καταστροφή τους είναι από κάθε άποψη επιζήμια. Έτσι, το 1971 υπογράφηκε η Διεθνής Σύμβαση του Ραμσάρ που καθιέρωσε υποχρέωση των συμβαλλομένων κρατών να συντηρούν τους υγράτοπους με τη δημιουργία περιοχών ειδικής προστασίας.

Για να υπάρξει ένας ενιαίος τρόπος εκτίμησης της σημασίας των υγράτοπων προτάθηκαν ορισμένα κριτήρια λεπτομερειακού χαρακτήρα που υποδιαιρούνται σε:

α) κριτήρια για το χαρακτηρισμό υγράτοπων ως διεθνούς σημασίας για τα υδρόβια πτηνά,

β) κριτήρια για το χαρακτηρισμό υγράτοπων, ως διεθνούς σημασίας για τα φυτά και τα ζώα, και

γ) κριτήρια για το χαρακτηρισμό υγράτοπων ως διεθνούς σημασίας, επειδή είναι μοναδικά και αντιπροσωπευτικά οικοσυστήματα.

Η υποχρέωση συντήρησης των υδροβιότοπων δεν εξαντλείται όμως μόνο στη λήψη θετικών μέτρων, νομοθετικών ή διοικητικών αλλά συνίσταται και στην απαγόρευση κάθε βλαπτικής ενέργειας που θα μπορούσε να οδηγήσει στην υποβάθμιση ή στην καταστροφή τους. Για το λόγο αυτό οι σχετικές διατάξεις της Σύμβασης επιτελούν και καθοδηγητική λειτουργία, επιβάλλοντας στον έλληνα

νομοθέτη την υποχρέωση να θεσπίσει ειδικούς κανόνες και στον εφαρμοστή του δικαίου την υποχρέωση να ερμηνεύει σύμφωνα με το πνεύμα της Διεθνούς Συμβάσεως τους ήδη υφιστάμενους κανόνες.

Ωστόσο, αν και το ελληνικό δίκαιο δεν συνάδει απόλυτα με αυτό των υπολοίπων Κρατών – Μερών της Διεθνούς Σύμβαση του Ραμσάρ, αυτό που έχει περισσότερη σημασία για την ελληνική πραγματικότητα ακόμη και από ολόκληρο το νομικό αυτό πλαίσιο, είναι η αυστηρή εφαρμογή των ήδη υπαρχόντων διατάξεων που δυστυχώς εφαρμόζονται στο ελάχιστο.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωση Βιβλιογραφία

- Allen, J.R.L., 1999. Geological impacts on coastal wetland landscapes: some general effects of sediment autocompaction in the Holocene of northwest Europe. *The Holocene*, 9, 1-12.
- Aslan, A. and Autin, W.J., 1999. Evolution of the Holocene Mississippi River floodplain, Ferriday, Louisiana: insights on the origin of fine-grained floodplains. *Journal of Sedimentary Research*, B69, 800-815.
- Coleman, J.M. & Wright, L.D. (1974) . Missisipi river mouth processes effluent dunamics and morphology development. *Journal of Geology*, 82:751--778.
- Coleman, J.M. & Wright, L.D. (1975) . Modern river deltas: variability of processes and sand bodies. In: Broussard, M.L. (ed.), *Deltas. Models for exploration*. Geol. Soc., pp. 99-149.
- Coleman, J.M (1976). Processes of deposition and models for exploration. *Continuing Educational Publication Company Inc.*, pp. 1-93.
- El Raey, M., Frihy, O., Nasr, S.M. and Dewidar, KH. 1999b. Vulnerability assesment of sea level rise over port Said Governorate, Egypt. *Environmental Monitoring ans Assesment*, 56, 113-128.
- Eliot, T. (1978b). Modern and ancient deltaic sediments. *Clastic Shorelines*, pp. 143-177.
- Friedman - Sanndres (1978). *Principles of Sedimentology. Compl. B. Deltas*. New York, John Wiley, pp. 495-508.
- Friedman - Sanndres (1978). Chapter 4. Physical Processes. Dynamics of Moving Particles and Fluids. In: *Principles of Sedimentology*. New York, John Wiley, pp. 85-119.
- Friedman - Sanndres (1978). Chapter 3. Properties of Sedimentary Particles. In: *Principles of Sedimentology*. New York, John Wiley, pp. 63-81.
- Gaki-Papanastassiou, K., Maroukian, H., Pavlopoulos, K. & A. Zamani 1997. The implications of the expected sea level rise on the low-lying areas of continental Greece in the next century. - *Proc. International Symposium On Engineering Geology and the Environment*, Athens: 121-126.

- Gilbert, G.K., 1885. The topographic features of lake shores. Annual Reports of the US Geological Survey, 5, 75-123.
- Gilbert, G.K. (1885). The topographic features of lake shores. *U.S. Geol. Survey Ann. Rep.*, 5:69-123.
- IPCC (2001): Climate Change, Synthesis Report. - Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.), Geneva, 184 pp (Stand-alone edition).
- Leeder, M.R. (1982). Sedimentology Process and Products "Deltas". pp. 182--191. London
- Maroukian, H. and Karymbalis, E., 2004. Geomorphic evolution of the fan delta of the Evinos river in Western Greece and Human impacts in the last 150 years. *Z. Geomorphology N.F.*, 48, 2, 201217.
- Orton, G.J. & Reading, H. G., 1993. Variability of deltaic processes in terms of sediment supply, with particular emphasis on grain size. *Sedimentology*, 40, 475-512
- Piper, D.J.W., Kontopoulos, N. Anagnostou, C, Chronis, G. & A.G. Panagos, 1990. Modern deltas in the western Gulf of Corinth, Greece. - *Geo-Marine Letters*, 10/1:5-12.
- Piper, D.J.W. & Panagos, A.G. (1979) . Surficial sediments of the Gulf of Patras. *Thalassographica*, 1(3):5-20.
- Piper, D.J.W. & Panagos, A.G. (1980) . Growth patterns of the Acheloos and Evinos Deltas, W. Greece. *Sedimentary Geology*, 28:111-132.
- Poulos, S.E. & G.T. Chronis 1997. The importance of the river systems in the evolution of the Greek coastline. - *Bulletin de l' Institut Océanographique*, N° special, 18: 75-96. Monaco.
- Poulos, S.E., Collins, M. & G. Evans, 1996. Water-sediment fluxes of Greek rivers, southeastern Alpine Europe: annual yields, seasonal variability, delta formation and human impact. - *Z. Geomorphol.*, N.F. 40/2: 243-26
- Psilovikos, A., Vavliakis, E. & Th. Laggalis, 1988. Natural and anthropogenic processes of the recent evolution of the delta of R. Nestos. - *Bull. Geol. Soc. Greece*, 20: 313-324. (in Greek).
- Reading, H. G. & Collinson J. D., 1996. Clastic coasts. In: H. G. Reading (ed.) *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy* (3rd edition). Blackwell Science, Oxford, 157-231.
- Reineck-Singh (1973) . Deltaic Environment. General Information. In: *Depositional Sedimentary Environment*. Berlin, Springer Verlag, pp. 264-279.
- Reineck-Singh (1973). Continental Margin, Slope and Ocean Basin. *Turbidite*

- Deposits. In: Depositional Sedimentary Environment. Berlin, Springer Verlag, pp. 373-384.
- Reineck-Singh (1973). Fluvial Environment. In: Depositional Sedimentary Environment. Berlin, Springer Verlag, pp. 225-263.
- Reineck-Singh (1973) . Current and Wave Ripples. In: Depositional Sedimentary Environment. Berlin, Springer Verlag, pp. 19-22.
- Shepard, F.P., (1950). Longshore bars and longshore troughs. *Technical Memorandum*, No. 15.
- Shepard, F.P., (1963) . Submarine Geology. 2nd ed. New York, Harper and Brothers Pubis., 348 p.
- Shepard, F.P., 1976. Coastal classification and changing coastlines. *Geoscience and man* 14: 53-64.
- Van Straaten, L.M. (1960) . Some recent advances in the study of deltaic sedimentation. *Journ. Geol.*, **12**.
- White, K. and El Asman, H.M. 1999. Monitoring changing position of coastlines using thematic mapper imagery, an example from the Nile Delta. *Geomorphology*, 29, 93-105.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Καρύμπαλης, Ε. 1996. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογία Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Καρύμπαλης, Ε., Τέγου, Μ., Τσαλκτζή, Ο., 2001. «Διερεύνηση Παραγόντων Διαμόρφωσης των Δέλτα της Κεντρικής Ελλάδας». Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, Τομ. XXXIV/1, 381-388.
- Καρύμπαλης, Ε., « Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας» Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Πούλος, Σ., 1999. Ο ρόλος των φραγμάτων στην υδάτινη και ιζηματολογική διαίτα της ελληνικής παράκτιας ζώνης. Πρακτ. 5^ο Πανελλήνιου Γεωγρ. Συν. 600-609.

