

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΕΛΤΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ*

Ε. ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ¹, Μ. ΤΕΓΟΥ², Ο. ΤΣΑΛΚΙΤΖΗ³

ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια συσχέτισης των μορφολογικών χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής των ποταμών Πηνειού (Θεσσαλίας), Σπερχειού, Εύηνου, Αχελώου, Άραχθου, Λούρου και Κалаμά με τα χαρακτηριστικά των αντίστοιχων δέλταϊκών τους σχηματισμών. Παρατηρήθηκε θετική σχέση μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων των λεκανών απορροής και της έκτασης των δέλτα, με την εξαίρεση μεμονωμένων ποταμών. Διαπιστώθηκε ότι λεκάνες με επιμήκη μορφή και τραχύ ανάγλυφο έχουν δημιουργήσει δέλτα μεγαλύτερης έκτασης, επιβεβαιώνοντας τη μεγάλη σημασία της ποτάμιας τροφοδοσίας για την ανάπτυξη και την εξέλιξη των ελληνικών δέλταϊκών σχηματισμών. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες που τείνουν να αναχθούν σε κυρίαρχο παράγοντα εξέλιξης των ελληνικών δέλτα.

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the correlation between morphological features of the drainage basins of seven Greek rivers (Pinios, Sperchios, Evinos, Acheloos, Arachthos, Louros and Kalamas) and features of their deltas. The Greek mainland is an area with suitable conditions for delta development (high relief, high precipitation, high sediment load, shallow, tectonically inactive, gulfs). Large Greek deltas include wetlands of great environmental importance as well as important areas of great socioeconomic significance. The above rivers have been considered in the present investigation because they all have formed extensive deltas. Furthermore their catchment areas are located entirely within Greece so it was easy to collect elements of great importance about the morphology, the geology and the climate conditions of the studied areas. The morphometric parameters of the drainage basins (drainage basin area, perimeter, total channel length within the basin, contour length within the basin) were measured using topographic maps at a scale of 1:200.000. The morphological features of the deltaic formations (area of the delta, length of the channel within the deltaic plain) were measured from topographic maps at a scale of 1:50.000. Furthermore morphometric parameters such as drainage density, drainage frequency, slope of the valley and circularity were estimated. In order to determine the influence of the basin lithology upon the evolution of the deltas, the rocks were grouped in five types according to their hydrogeological behavior. A positive correlation between morphometric features of the drainage basins such as the basin area and the length of the main channel of the river and the area of the delta was confirmed while deviation such as the case of Pinios and Louros were determined. The same positive correlation was observed for the slope of the valley and the area of the delta. Elongated basins with rough relief tend to form extensive deltaic formations. Thus is confirmed the importance of the fluvial sediment supply for the evolution and progradation of the Greek deltas. Human activities are another important factor for the future of the deltas. The construction of dams in the upper reaches of the basins caused dramatic reduction in the sediment flux. Human interference includes also the draining of marshy areas, cultivation, fisheries, the artificial diversion and confinement of the main river channel. Another long term natural hazard that will affect the deltaic environment is the projected 34cm sea level rise by the year 2100. It is estimated that the total area of the studied delta that will be inundated by the sea until that year is about 112,7km².

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: δέλτα, γεωμορφολογία, Σπερχειός, Εύηνος, Πηνειός, Κалаμάς, Αχελώος, Άραχθος, Λούρος.

KEY WORDS: delta, geomorphology, Sperchios, Evinos, Pinios, Kalamas, Acheloos, Arachthos, Louros.

* STUDY OF DELTA FORMATION FACTORS AT CENTRAL GREECE

1. Τμ. Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Παν/μιο, Ελ. Βενιζέλου 70, 17671 Αθήνα.

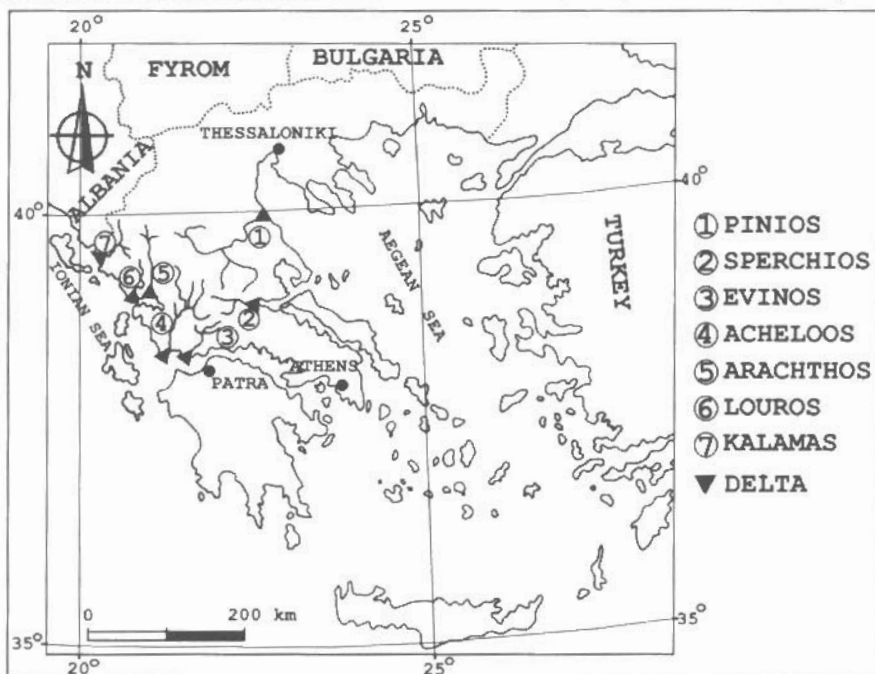
2. Χαράς 3, Χαϊλάνδρι

3. Τομ. Ιστ. Γεωλ. & Παλαιοντ., Τμ. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Ελλαδικός χώρος χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ευνοϊκών για την ανάπτυξη των δέλτα συνθηκών. Το 44,66% του συνόλου της ακτογραμμής της Ελλάδας καταλαμβάνεται από δέλτα ποταμών, δελταϊκά ριπιδία και παράκτιες πεδιάδες (GAKI-PAPANASTASSIOU et al, 1997). 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 (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ & ΧΑΧΑΜΙΔΟΥ, 1987). 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.

Αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τους παράγοντες διαμόρφωσης των Ελληνικών δέλτα (MAROUKIAN et al, 1995, PIPPER & PANAGOS, 1981, PIPPER et al, 1988, ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ & ΧΑΧΑΜΙΔΟΥ, 1987, ZAMANI & MAROUKIAN, 1980, ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, 1996, 1999, ΡΟΥΛΟΣ et al, 1996).



Εικόνα 1. Χάρτης της Ελλάδας όπου φαίνονται τα ποτάμια συστήματα και τα αντίστοιχα δέλτα που μελετήθηκαν.

Figure 1. Map showing the river systems and deltas under investigation.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής γίνεται προσπάθεια διερεύνησης πιθανών σχέσεων μεταξύ και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής των ποταμών Πηνειού (Θεσσαλίας), Σπερχειού, Εύηνου, Αχελώου, Άραχθου, Λούρου και Καλαμά εκφρασμένων ποσοτικά με τις τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων (ΑΣΤΑΡΑΣ, 1980) και των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αντίστοιχων δέλτα (Εικόνα 1). Βασικό κριτήριο για την επιλογή των συγκεκριμένων ποταμών ήταν, εκτός από την ύπαρξη εκτεταμένων δελταϊκών αποθέσεων στις εκβολές τους, η δυνατότητα πρόσβασης και συλλογής στοιχείων που αφορούν τις λεκάνες απορροής (γεωλογία, ανάγλυφο, παροχή, απορροή). Επιπλέον παρατίθενται ομαδοποιημένα τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά των παραπάνω δελταϊκών σχηματισμών δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις ανθρώπινες επεμβάσεις που έχουν ενταθεί ιδιαίτερα τις τελευταίες δεκαετίες και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, τις περισσότερες φορές αναστατικό, στην ανάπτυξη και εξέλιξη των δελταϊκών σχηματισμών.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η οριοθέτηση των λεκανών απορροής, καθώς και η αρίθμηση των κλάδων των υδρογραφικών δικτύων (μέθοδος STRAHLER, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεοφραστός 2 - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.) τρήθηκαν το εμβαδόν (A),

το συνολικό μήκος των ισοϋψών καμπυλών (Lc) ανά 100 m και η περίμετρος (P) των λεκανών απορροής, καθώς και το μήκος (L) της κεντρικής κοίτης του ποταμού, ο συνολικός αριθμός κλάδων (N) και το συνολικό τους μήκος (ΣL) ανά λεκάνη. Από τις μετρούμενες μορφομετρικές παραμέτρους υπολογίστηκαν η υδρογραφική συχνότητα (F), η υδρογραφική πυκνότητα (D), η κλίση των κλιτύων (S) και η κυκλικότητα (C) (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων των λεκανών απορροής των επτά ποταμών.

Table 1. Values of the morphometric parameters of the drainage basins of the seven rivers. A: basin area, L: length of the main channel, N: total number of channels, ΣL: total length of the channels, ΣL_c: total length of the contours, P: perimeter of the basin, F: drainage Frequency, D: drainage density, S: slope of the valley, C: basin circularity.

ΠΟΤΑΜΟΣ	ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΕΣ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ						ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ			
	A (km ²)	L (km)	N	ΣL (km)	ΣL _c (km)	P (km)	F (km ⁻²)	D (km ⁻¹)	S (%)	C
ΠΗΝΕΙΟΣ	9458,1	257	3398	7251,4	21928	595,1	0,36	0,76	23,18	0,34
ΣΠΕΡΧΕΙΟΣ	1490,0	82	743	1240,5	5243,3	248,9	0,50	0,83	35,19	0,30
ΕΥΗΝΟΣ	1090,9	100	804	1069,5	5015,9	219,5	0,74	0,98	46,02	0,28
ΑΧΕΛΩΟΣ	4708,1	255	3440	5003,1	23338	482,0	0,73	1,06	49,57	0,25
ΑΡΑΧΘΟΣ	1887,8	107	1053	1715,0	8543,4	302,1	0,56	0,91	45,26	0,26
ΛΟΥΡΟΣ	589,5	66	198	384,0	1818,2	176,8	0,34	0,65	30,84	0,24
ΚΑΛΑΜΑΣ	1790,0	113	883	1189,1	3599,6	270,0	0,49	0,66	20,11	0,31

Πίνακας 2. Συμμετοχή των λιθολογικών σχηματισμών στις λεκάνες των επτά ποταμών.

Table 2. Distribution of the five types of rocks (unconsolidated sediments, calcareous sedimentary rocks, clastic sedimentary rocks, igneous and metamorphic rocks) by drainage basin.

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	ΧΑΛΑΡΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ		ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ		ΚΛΑΣΤΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ		ΠΥΡΙΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ		ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	km ²	%
	ΠΗΝΕΙΟΣ	3801,3	40,2	671,7	7,1	2442,8	25,8	521,0	5,5	2021,3
ΣΠΕΡΧΕΙΟΣ	351,3	23,6	231,5	15,5	751,3	50,4	155,9	10,5	0,0	0,0
ΕΥΗΝΟΣ	41,8	3,8	441,5	40,5	607,6	55,7	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΧΕΛΩΟΣ	259,1	5,5	2297,7	48,8	2151,2	45,7	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΡΑΧΘΟΣ	132,1	7,0	431,2	22,8	1292,4	68,5	32,1	1,7	0,0	0,0
ΛΟΥΡΟΣ	75,9	12,9	465,7	79,0	47,9	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0
ΚΑΛΑΜΑΣ	202,3	11,3	909,2	50,8	678,5	37,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 3. Κλιματικά και υδρολογικά στοιχεία των λεκανών (ΘΕΡΙΑΝΟΣ, 1974).

Table 3. Mean annual temperature, mean annual runoff and mean annual discharge of the rivers under investigation (ΘΕΡΙΑΝΟΣ, 1974).

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗ (m ³ /sec.)	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec.)
ΠΗΝΕΙΟΣ	17,0	2529,0	81,0
ΣΠΕΡΧΕΙΟΣ	17,7	743,0	62,0
ΕΥΗΝΟΣ	16,9	873,0	27,6
ΑΧΕΛΩΟΣ	17,1	5988,0	188,0
ΑΡΑΧΘΟΣ	17,7	2202,0	69,8
ΛΟΥΡΟΣ	17,9	609,0	19,3
ΚΑΛΑΜΑΣ	16,4	1619,0	51,0

Για τους αντίστοιχους δελταϊκούς σχηματισμούς οριοθετήθηκε η έκταση που καταλαμβάνουν οι Ολοκαινικές δελταϊκές αποθέσεις σε χάρτες της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50.000 και μετρήθηκαν η έκταση των δέλτα και το μήκος της κοίτης του ποταμού που διαρρέει τη δελταϊκή πεδιάδα (Πίνακας 2). Για τη διερεύνηση του ρόλου που διαδραματίζει στην ανάπτυξη των δέλτα η κατανομή των λιθολογικών σχηματισμών εντός των λεκανών απορροής οι γεωλογικοί σχηματισμοί ομαδοποιήθηκαν με κριτήριο τη γενικότερη υδρογεωλογική τους συμπεριφορά και την αντοχή τους στην αποσάθρωση σε πέντε κατηγορίες (Πίνακας 3). Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά την ψηφιοποίηση του ψηφιακού βιβλιοθήκη Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΔΕΛΤΑ

Η μεγάλη ανάπτυξη των δέλτα τοποθετείται χρονικά μετά τη σταθεροποίηση της θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο περίπου 6.000-5.000 χρόνια πριν από σήμερα, ενώ σημαντική αποδεικνύεται η προέλαση τους κατά τη διάρκεια των ιστορικών χρόνων (ZAMANI & MAROUKIAN, 1980). Στον Πίνακα 4 φαίνονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των επτά δέλτα θάλασσας και οι ανθρώπινες επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής. Τα πολύ μικρά εύρη παλίρροιας στον Ελλαδικό χώρο συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι οι παλίρροιας διαδραματίζουν αμελητέο ρόλο στην διαμόρφωση των δελταϊκών σχηματισμών. Αυτό προκύπτει και από την ταξινόμηση των δέλτα σε διάφορους τύπους ανάλογα με τα μορφολογικά τους γνωρίσματα (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, 1990). Η μορφολογία της ακτογραμμής οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η τελική τους διαμόρφωση είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού της ποτάμιας τροφοδοσίας με ίζημα και της δράσης του κυματισμού και των παρακτίων ρευμάτων.

Πίνακας 4. Φυσικά χαρακτηριστικά των δέλτα και ανθρώπινες επεμβάσεις. (AD: έκταση δέλτα., LD: μήκος κοίτης εντός του δέλτα Δ: διακλαδιζόμενος, M: μαιανδρικός, Φ: φράγμα, Α: αποξήρανση περιοχών, Ι: ιχθυοκαλλιέργειες, Κ: γεωργικές καλλιέργειες, Εβ: εγγειοβελτιωτικά έργα, Αμ: αμμοληψίες).

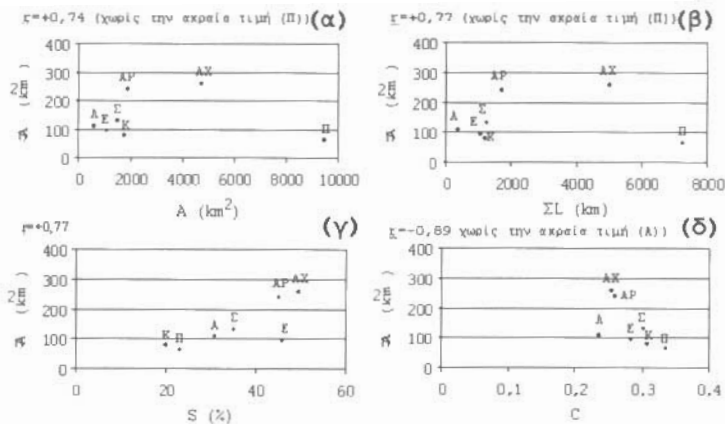
Table 4. Natural features of the deltas and human interference. AD: deltaic area, L_D: delta channel length Δ: braided, M: meandering, Φ: dam, A: draining of marshy areas, Ι: fishery, Κ: cultivation Εβ: artificial channels Αμ: sand removal.

ΠΟΤΑΜΟΣ	ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΕΛΤΑ							ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
	ΛΕΚΑΝΗ ΥΠΟΔΟΧΗΣ	ΕΥΡΟΣ ΠΑΛΙΡ.	A _D	L _D	ΑΡ. ΕΚ ΒΟΛΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΚΟΙΤΗΣ	ΜΟΡΦΗ ΔΕΛΤΑ	
ΠΗΝΕΙΟΣ	ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ	5-30	62,9	13,6	2	Δ, Μ	Ακτινωτός	Α. Ι. Κ. Εβ
ΣΠΕΡΧΕΙΟΣ	ΜΑΛΛΙΑΚΟΣ	31	130,2	35,8	2	Δ	Πελαματοειδής	Φ. Α. Ι. Κ. Εβ, Αμ
ΕΥΗΝΟΣ	ΠΑΤΡΑΪΚΟΣ	15	93,9	10,9	1	Δ	Λοβ.-Τοξ.	Φ. Α. Ι. Κ. Εβ, Αμ
ΑΧΕΛΩΟΣ	ΠΑΤΡΑΪΚΟΣ	15	257,2	40,2	2	Μ	Λοβοειδής	Φ. Α. Ι. Κ. Εβ, Αμ
ΑΡΑΧΘΟΣ	ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ	5	240,0	28,9	2	Δ	Λοβοειδής	Φ. Α. Ι. Κ. Εβ
ΛΟΥΡΟΣ	ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ	5	109,0	29,5	1	Δ	Λοβοειδής	Φ. Α. Ι. Κ. Εβ
ΚΑΛΑΜΑΣ	ΙΟΝΙΟ	7	78,0	19,8	2	Δ, Μ	Λοβοειδής	Φ. Α. Ι. Κ. Εβ

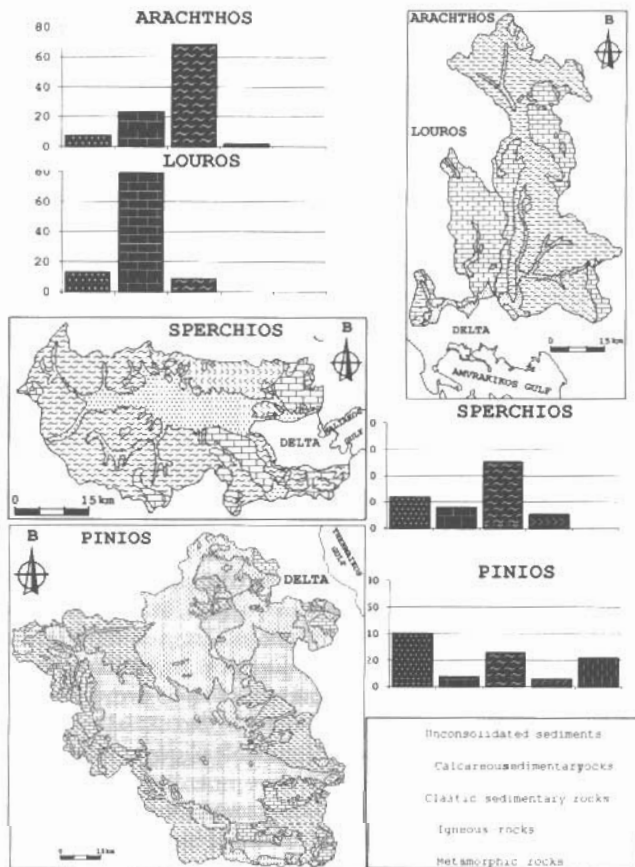
Αν και ο αριθμός των ποταμών και των αντίστοιχων δελταϊκών σχηματισμών που μελετήθηκαν, είναι μικρός για την εξαγωγή στατιστικά σημαντικών συμπερασμάτων, η εκτίμηση των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ των μορφολογικών παραμέτρων των λεκανών και της έκτασης των δέλτα, οδηγεί στις παρακάτω διαπιστώσεις:

Η σχέση εμβαδού λεκάνης (Α) - εμβαδού δέλτα (AD) για το σύνολο των ποταμών εμφανίζει πολύ μικρό, αρνητικό, συντελεστή συσχέτισης ($r = -0,11$), που γίνεται θετικός και αρκετά σημαντικός ($r = 0,74$) όταν εκμηθεθεί για τα έξι ποτάμια εκτός του Πηνειού που αποτελεί το ποτάμι με τη μεγαλύτερη απόκλιση (Εικόνα 2 (α)). Ανάλογες είναι οι παρατηρήσεις για τη σχέση μεταξύ των παραμέτρων του μήκους της κοίτης (L, ΣL) και της έκτασης του δέλτα (A_D). Για το σύνολο των ποταμών οι συντελεστές συσχέτισης είναι $r = 0,20$ και $r = 0,06$ για τις σχέσεις μήκους κεντρικού κλάδου (L) - έκτασης δέλτα (A_D) και συνολικού μήκους της κοίτης όλων των κλάδων (ΣL) - έκτασης δέλτα (A_D) αντίστοιχα. Οι παραπάνω συντελεστές παίρνουν τις τιμές $r = 0,68$ και $r = 0,77$ αντίστοιχα για τα έξι ποτάμια, εκτός του Πηνειού, που εμφανίζει και πάλι τη μεγαλύτερη απόκλιση. Η απόκλιση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην υπερανάπτυξη της αλλουβιακής κοιλάδας του Πηνειού ποταμού, οπότε η μεταφορική του ικανότητα μειώνεται αρκετά πριν τις εκβολές, με αποτέλεσμα το 40,2% της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής του να καταλαμβάνεται από ασύνδετες χαλαρές αποθέσεις. Επιπλέον σημαντικές ποσότητες νερού από τον Πηνειό και τους μεγάλους παραποτάμους του δεσμεύονται για τις αρδευτικές ανάγκες τη Θεσσαλικής πεδιάδας με αποτέλεσμα να είναι περιορισμένο το ποσό νερού και ιζήματος που καταλήγει στο Θερμαϊκό κόλπο σε σχέση με το μέγεθος της περιοχής που αποστραγγίζεται από τον ποταμό. Παρότι λοιπόν οι συνθήκες στο Θερμαϊκό κόλπο είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη εκτεταμένου δέλτα στις εκβολές του Πηνειού αυτό δεν υπάρχει. Συνεπώς η έκταση των δελταϊκών αποθέσεων εμφανίζει σχετικά καλή σχέση με τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά των ποταμών όπως είναι το μήκος τους και η έκταση της περιοχής που αποστραγγίζουν (Εικόνα 2 (α) & (β)). Ανάλογη είναι και η σχέση μεταξύ των μεγάλων ποταμών της γης και των αντίστοιχων δελταϊκών τους συμπλεγμάτων (COLEMAN, 1982).

Σε ότι αφορά τη συσχέτιση μεταξύ των υπολογιζόμενων παραμέτρων των λεκανών απορροής και της έκτασης των δέλτα, μπορεί να παρατηρηθεί μια θετική και σχετικά καλή σχέση για τις παραμέτρους της υδρογραφικής υψής ($r = 0,66$ για την πυκνότητα (D) και $r = 0,51$ για τη συχνότητα (F)) ενώ σημαντική είναι επίσης η σχέση Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



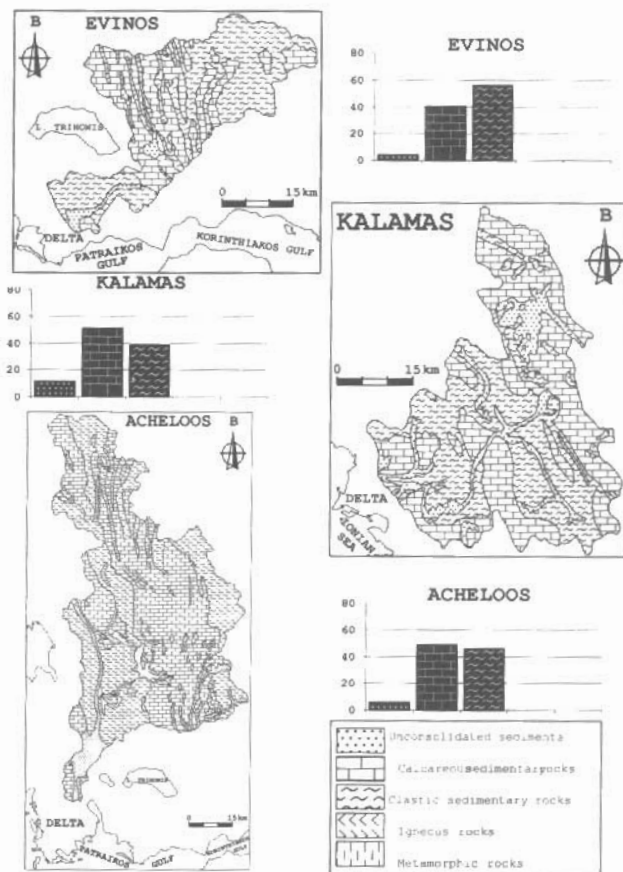
Εικόνα 2. Διαγράμματα συσχέτισης (α) έκτασης λεκάνης - έκτασης δέλτα, (β) Συνολικού μήκους κοιτών - έκτασης δέλτα, (γ) κλίσης κλιτύων - έκτασης δέλτα και (δ) κυκλικότητας - έκτασης δέλτα.
 Figure 2. Correlation diagrams (α) basin area - delta area, (β) channel length - delta area, (γ) valley slope - delta area και (δ) circularity - delta area.



Εικόνα 3. Λιθολογικοί χάρτες των λεκανών απορροής των ποταμών Αραχθού, Λούρου, Σπερχειού και Πηνειού και διαγράμματα κατανομής των λιθολογιών στις λεκάνες.

Figure 3. Maps of lithology for the drainage basins of Arachthos, Louros, Sperchios and Pinios rivers and distribution diagrams of rock types by drainage basin.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Εικόνα 4. Λιθολογικοί χάρτες των λεκανών απορροής των ποταμών Εύηνου, Καλαμά και Αχελώου και διαγράμματα κατανομής των λιθολογιών στις λεκάνες.

Figure 4. Maps of lithology for the drainage basins of the Evinos, Kalamas and Acheloos rivers and distribution diagrams of rock types by drainage basin.

μεταξύ της έκτασης των δελταϊκών αποθέσεων (AD) και της μορφομετρικής παραμέτρου της κλίσης των κλιτύων (S) με συντελεστή συσχέτισης $r=0,77$ (Εικόνα 2 (γ)). Αντίστροφη είναι η σχέση έκτασης δέλτα (AD) - κυκλικότητας (S) ($r=-0,63$ που γίνεται $r=-0,89$ χωρίς την ακραία τιμή του Λούρου)(Εικόνα 2 (δ)). Η απόκλιση του Λούρου μπορεί να αποδοθεί στη δυσαναλογία που παρατηρείται μεταξύ της έκτασης της λεκάνης απορροής και της αντίστοιχης έκτασης του δέλτα. Είναι προφανές ότι ο διαχωρισμός της ακριβούς έκτασης των δελταϊκών αποθέσεων του Λούρου απαιτεί λεπτομερή γεωμορφολογική μελέτη, δεδομένου ότι διαρρέει αποθέσεις, που είναι πολύ πιθανό να ανήκουν στον Άραχθο αφού τα δύο ποτάμια έχουν κοινό δελταϊκό σύμπλεγμα. Από τη διερεύνηση των παραπάνω σχέσεων γίνεται εμφανής μια τάση μεγαλύτερης ανάπτυξης των δελταϊκών αποθέσεων σε εκβολές ποταμών που αποστραγγίζουν λεκάνες με έντονο ανάγλυφο και επιμήκη μορφή. Τέτοιες λεκάνες χαρακτηρίζουν συνήθως περιοχές που διανύουν νέο στάδιο εξέλιξης και αντικατοπτρίζουν έντονες γεωμορφολογικές διεργασίες όπως ισχυρή διάβρωση (οπισθοδρομούσα, κατά βάθος), υποσκαφή κλιτύων, πειρατείες ποταμών.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφής η σημασία του χερσαίου παράγοντα για το σχηματισμό και την προέλαση των δελταϊκών μορφών σε περιοχές όπως η Ελλάδα με ποταμούς "ορεινούς" χωρακτήρα και μεσογειακό τύπο κλίματος. Το συμπέρασμα αυτό συμφωνεί με τις εκτιμήσεις για αυξημένη στερεοπαροχή σε ποταμούς ορεινών περιοχών το ανάγλυφο των οποίων έχει προκύψει από την Αλπική ορογένεση (POULOS et al., 1996, HOLEMAN, 1968, JANSEN & PAITNER, 1974).

Σε ότι αφορά τη λιθολογική σύσταση των σχηματισμών που δομούν τη λεκάνη απορροής δεν παρουσιάζονται σαφείς ενδείξεις ότι η **Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστους** **Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ** των δελταϊκών σχηματισμών (Εικόνες 3&4). Γεγονός που ίσως οφείλεται στην ιδιαίτερη τεκτονική δομή της κάθε λεκάνης, στον τύπο

βλάστησης που τη χαρακτηρίζει καθώς και στις επεμβάσεις του ανθρώπου στους ρυθμούς διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης των ποτάμιων ιζημάτων (κατασκευή φραγμάτων, εγγειοβελτιωτικά έργα κ.α.).

4. Ο ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ "ΑΝΘΡΩΠΟΣ"

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. 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 υδροτόπων 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 20C (TITUS & NARAYANAN, 1995). Έχει εκτιμηθεί ότι το ποσοστό των δελταϊκών εκτάσεων που θα κατακλυσθεί από τη θάλασσα αντιστοιχεί στο 13,16% της συνολικής έκτασης (GAKI-PAPANASTASSIOU 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 127,9km².

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Είναι αρκετά δύσκολο να απομονωθεί και να μελετηθεί ένας μόνο από τους φυσικούς παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για τη διαμόρφωση των δέλτα. Η δυσκολία είναι μεγαλύτερη όταν πρόκειται για περιοχές όπως η χώρα μας που είναι τεκτονικά ενεργές και χαρακτηρίζονται από έντονες και πολύπλοκες γεωμορφολογικές διεργασίες και μελετώντας μικρό αριθμό ποταμών που εκβάλουν σε κλειστούς κόλπους ή σε θαλάσσιες λεκάνες που ποικίλουν σημαντικά στο βάθος, τη γεωμετρία και τα τεκτονικά και κυματικά τους χαρακτηριστικά. Εντούτοις οι συσχετίσεις μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων των λεκανών απορροής και της έκτασης των δελταϊκών σχηματισμών κάνουν φανερή τη μεγάλη σημασία της ποτάμιας τροφοδοσίας για την ανάπτυξη των δέλτα σε περιοχές, όπως η Ελλάδα, που εμφανίζουν έντονο ανάγλυφο και χαρακτηριστικά μεσογειακού κλίματος. Με την παραδοχή ευνοϊκών θαλάσσιων συνθηκών (χαμηλή κυματική ενέργεια, μικρό βάθος λεκάνης υποδοχής των ποτάμιων ιζημάτων) η ανάπτυξη των δελταϊκών σχηματισμών ευνοείται, σε σημαντικό βαθμό, από το τραχύ του ανάγλυφου και τη λεπτή υδρογραφική υφή των λεκανών απορροής. Επιμήκεις και ορεινές λεκάνες που γεωμορφολογικά διανύουν ένα νέο στάδιο εξέλιξης αναπτύσσουν σημαντικά μεγαλύτερους δελταϊκούς σχηματισμούς στις εκβολές τους. Ο ρόλος των παλιρροιών στη διαμόρφωση και τη μορφολογία των ελληνικών δέλτα είναι αμελητέος έτσι η μορφή που εμφανίζουν οι δελταϊκοί σχηματισμοί είναι αυτοί που κυριαρχούν από την ποτάμια τροφοδοσία και την κυματική ενέργεια των θαλάσσιων λεκανών που καταλήγουν τα ποτάμια ιζήματα. Σημαντικός παράγοντας για την εξέλιξη και την μελλοντική τύχη των δέλτα είναι ο άνθρωπος που με τις ενέργειές του τόσο στο χώρο των λεκανών όσο και στο χώρο των δελταϊκών πεδιάδων και της δελταϊκής ακτογραμμής διαταράσσουν την ισορροπία και την ένταση των φυσικών διεργασιών θέτοντας σε κίνδυνο σημαντικούς υδροτόπους που φιλοξενούνται στο χώρο των ποτάμιων εκβολών. Άμεσος είναι και ο κίνδυνος από την επίδραση του φαινομένου του θερμοκηπίου όπου στα επτά εν λόγω δέλτα αναμένεται να κατακλυσθούν περίπου 112,7 km² πολύτιμης έκτασης μέχρι το έτος 2100.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΣΤΑΡΑΣ, Θ., 1980. Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκου (Κ. Μακεδονία). Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 212.
- COLEMAN, J.M., 1982. Deltas, processes of deposition and models for exploration, Boston, 124 pp.
- ΘΕΡΙΑΝΟΣ, Α.Δ., 1974. Η γεωγραφική κατανομή της παροχής νερού των Ελληνικών ποταμών. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, 11: 28-58.
- GAKI-PAPANASTASSIOU, H. MAROUKIAN, PAVLOPOULOS, K. and ZAMANI A., 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: 121-126.
- HOLEMAN, J.N., 1968. The sediment yield of major rivers of the world. Water Res. Res., 4(4): 737-747.
- JANSEN, J.M.L. and R.B. PAITNER, 1974. Predicting sediment yield from climate and topography. J. Hydrol., 21: 371-380.
- ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, Ε., 1996. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 244.
- ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, Ε., 1999. Ανθρώπινες επεμβάσεις στο δέλτα του Εύηνου ποταμού. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου: 591-599.
- MAROUKIAN, H., GAKI-PAPANASTASSIOU, K., PAVLOPOULOS, K. and ZAMANI, A., 1995. Comparative geomorphological observations in Kalamas delta in Western Greece & the Sperchios delta in Eastern Greece. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 34 : 110 (Abstract)
- PIPPER, D.J.W. and PANAGOS, A.G., 1981. Growth patterns of the Acheloos and Evinos deltas, Greece. Sedimentary Geology, 28: 111-132.
- PIPPER, D.J.W., KONTOPOULOS, N. and PANAGOS, A.G., 1988. Deltaic sedimentation and stratigraphic sequences in post-orogenic basins, Western Greece. Sedimentary Geology, 55 : 283-294.
- POULOS, S.E., COLLINS, M and EVANS, G., 1996. Water-sediment fluxes of Greek rivers, southeastern Alpine Europe: annual yields, seasonal variability, delta formation and human impact. Z. Geomorph., 40(2): 243-261.
- ΠΟΥΛΟΣ, Σ., 1999. Ο ρόλος των φραγμάτων στην υδάτινη και ιζηματολογική δίκτυα της ελληνικής παράκτιας ζώνης. Πρακτ. 5ου Πανελληνίου Γεωγρ. Συν. 600-609.
- STRAHLER, A., 1957. Quantitative analysis of Watershed Geomorphology. Am. Geophys. Union Trans. 38 (6): 913-920.
- TITUS, G.J. and NARAYANAN, V.K., 1995. The probability of sea level rise. U.S. E.P.A. Washington, D.C.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α. και ΧΑΧΑΜΙΔΟΥ, Ε., 1987. Συμβολή στη μελέτη των Ελληνικών Ολοκαινικών Δέλτα. 2ο Πανελλήνιο Συμπ. Ωκεανογρ. Ιχθυολ. : 456-463. Αθήνα.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., 1990. Μεταβολές στους Ελληνικούς υγρότοπους κατά τον 20ο αιώνα. Οι περιπτώσεις των εσωτερικών υδάτων της Μακεδονίας και των ποτάμιων δέλτα των ακτών του Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους. Προστασία και διαχείριση των Ελληνικών υγροτόπων. Πρακτ. Συνάντησης Εργασίας WWF, ΑΠΘ, IUCN, 179-208.
- ZAMANI, A. and MAROUKIAN, H., 1980. Deltaic sedimentation of the Sperchios River in historical times. Annales Geologiques des Pays Helleniques, 30: 430-440.