

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΞΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟΝ 20ο ΑΙΩΝΑ

ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ Κ., ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε., ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ Λ.*

* Τομέας Γεωλογίας - Φυσικής Γεωγραφίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06, Θεσ/νίκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά το πρώτο τέταρτο του 20ού αιώνα οι εκβολές του Αξιού ποταμού, ανεπηρέαστες από ανθρωπογενείς επεμβάσεις, σχημάτιζαν εκτεταμένο λοβοειδές δέλτα στα δυτικά παράλια του Κόλπου της Θεσσαλονίκης. Στη δελταϊκή πλατφόρμα, λόγω της μειωμένης ταχύτητας ροής και της απόθεσης ιλύος, ο Αξιός παρουσίαζε έντονο μαιανδρισμό με πολυσχιδείς διακλαδώσεις, πολλαπλά στόμια εκβολών, ελώδεις εκτάσεις με γλυκό ή αλμυρό νερό. Η περιορισμένη κυματική δράση και η αυξημένη παλιρροϊκή δράση, ευνόησαν το σχηματισμό διαύλων στην παράκτια ζώνη των αλμυρών ελών, στους οποίους αναπτυσσόταν κυρίως ο γόνος των ψαριών του πλούσιου τότε Θερμαϊκού Κόλπου.

Κατά τα μέσα του 20ού αιώνα, λόγω της απειλής πρόσχωσης και λιμνοποίησης του Κόλπου της Θεσσαλονίκης από το Δέλτα του Αξιού, εκτελέστηκαν μεγάλα έργα στο χώρο αυτό. Κατασκευάστηκε νέα, μεγάλη, ευθύγραμμη και εγκιβωτισμένη κοίτη του Αξιού στο δυτικό τμήμα του δέλτα και οι εκβολές του ποταμού μετατοπίστηκαν 15 km προς τα ΝΔ, δηλαδή από το Δ. Κόλπο της Θεσσαλονίκης στο Β. Θερμαϊκό Κόλπο. Ταυτόχρονα, στο μέτωπο του λοβοειδούς δέλτα κατασκευάστηκε μεγάλο παράκτιο ανάχωμα προστασίας από την είσοδο της θάλασσας, τα έλη αποστραγγίστηκαν και η έκταση αποδόθηκε στην καλλιέργεια.

Μετά την ολοκλήρωση των έργων, στις νέες εκβολές του Αξιού σχηματίζεται ένα δέλτα πέλματος πτηνού με τρεις προεξοχές. Το νέο δέλτα οφείλεται στις αλλαγές των συνθηκών ροής του νερού, μεταφοράς και απόθεσης των υλικών σε συνδυασμό και προς τις αλλαγές των συνθηκών κυματισμού και πνοής των ανέμων.

Φαίνεται ότι η προώθηση της δελταϊκής πλατφόρμας στη θάλασσα του ΒΔ Θερμαϊκού γίνονταν με ταχείς ρυθμούς αμέσως μετά την εκτροπή του Αξιού, ενώ κατά την τελευταία δεκαετία οι ρυθμοί έχουν μειωθεί εκθετικά. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη σταδιακή αποκατάσταση των φυσικών ισορροπιών στις δελταϊκές διεργασίες του Αξιού, αφού το τεχνητό σύστημα εκβολών του ποταμού εξελίσσεται σταδιακά σε φυσικό δελταϊκό σύστημα.

SUMMARY

The human impact on the natural processes of the Axios river, during the first quarter of the 20th century, was insignificant. Axios formed a lobe-shaped delta at the

west side of Thessaloniki Bay characterized by several river-beds in a meandering complex. Frequent floods occurred at the area of that complex, as well as at the extensive fresh and salt water marshes of the deltaic platform. The combination of limited wave activity and relatively high tidal activity, contributed to the development of highly irregular coastline and the formation of creeks on the salt marshes.

The threat of siltation of the Thessaloniki harbour, along with the problems imposed by the floods over the extended marshes to the rural population, made the Greek Authorities to put forward a developing plan for the area. The plan proposal included the drainage of the marshes, the shifting of Axios river channel as well as drastic modification of the irregular deltaic coastline.

When the works completed the river Axios discharged outside the Thessaloniki Gulf. The new mouth was located in the North Thermaikos Bay and over the years the discharge formed a bird foot type delta, with three distinctive fingers.

This was due to the balance of the deltaic factors, from the river and the sea, in the newly established deltaic environment. During the first period of development the delta advanced rapidly south wards, while it followed an exponential reduction in accretion rates up to date.

It is obvious that the imposed human impact upon Axios, caused drastic changes in the deltaic processes, which tend to adjust to the natural processes of a purely deltaic system.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το ΒΔ τμήμα του Θερμαϊκού Κόλπου είναι μια χαμηλή περιοχή το μεγαλύτερο τμήμα της οποίας σχηματίστηκε από τις δελταϊκές αποθέσεις των δύο μεγαλύτερων ποταμών της περιοχής Αξιού και Αλιάκμονα.

Η εξέλιξη της περιοχής αυτής είναι ένα από τα πιο πολυσύνθετα και εντυπωσιακά φαινόμενα, δεδομένου ότι από τους ιστορικούς χρόνους έως σήμερα έχουν προσχωθεί περισσότερα από 40 Km (Μητσόπουλος 1938, Astaras T.A. & Sotiriadis L. 1988).

Στις αρχές του 20ού αιώνα οι δελταϊκές πλατφόρμες του Αξιού, από Β. και του Αλιάκμονα από Ν., είχαν επεκταθεί εγκλωβίζοντας μια αβαθή περιοχή 250 Km², όπου σχηματίστηκαν οι λίμνες των Γιαννιτσών και του Λουδία, οι οποίες επικοινωνούσαν με την θάλασσα με φυσική κοίτη.

Τα έλη που σχηματίστηκαν γύρω από τις λίμνες (300 Km²) και στο χώρο των δελταϊκών αποθέσεων Αξιού και Αλιάκμονα δημιούργησαν μια ελώδη ζώνη 800 Km². Η ελονοσία και οι πλημμύρες ήταν η μάστιγα των κατοίκων της περιοχής. Επιπλέον η ταχύτατη προώθηση των δελταϊκών εκβολών του Αξιού στο δυτικό τμήμα του Κόλπου της Θεσσαλονίκης, δημιουργούσε τις προϋποθέσεις απόφραξης του στομίου του κόλπου και λιμνοποίησης του. Έτσι το 1925 ανατέθηκε στην εταιρεία Foundation η μελέτη και η εκτέλεση εγχειριστικών - εξυγιαντικών έργων. Μεταξύ των έργων αυτών περιλαμβάνονταν η αποξήρανση του συστήματος των λιμνών Γιαννιτσών και

Λουδία καθώς και όλων των ελωδών εκτάσεων και ο εγκιβωτισμός της κοίτης του Αξιού ποταμού σε μήκος 50 km, από τα οποία τα τελευταία 18 Km αντιστοιχούν στην νέα κοίτη του. Μετά την ολοκλήρωση των έργων (1940) η νέα δελταϊκή εκβολή του Αξιού, βρισκόταν 15 km νοτιοδυτικά από την παλαιά και έξω από τον Κόλπο της Θεσσαλονίκης, στο Β. Θερμαϊκό. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο τα έργα συμπληρώθηκαν με την ευθυγράμμιση της ακτής των παλαιών εκβολών στον ΒΔ τμήμα του κόλπου της Θεσσαλονίκης και την κατασκευή παράκτιου προστατευτικού αναχώματος.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια εκτίμηση του πιθανού μηχανισμού ανάπτυξης του παλαιού δέλτα του Αξιού και μια λεπτομερέστερη μελέτη του νέου Δέλτα που άρχισε να σχηματίζεται μπροστά από την τεχνητή κοίτη αμέσως μετά την εκτροπή.

Προκειμένου να προσδιοριστούν οι παράγοντες που καθόρισαν την εξελικτική πορεία του δέλτα του Αξιού κατά την διάρκεια του 20ού αιώνα, χωρίστηκε αυτή σε δύο κύρες φάσεις. Η πρώτη φάση καλύπτει την περίοδο μέχρι το 1935 και η δεύτερη την περίοδο από το 1935 μέχρι το 1989.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Χρησιμοποιήθηκαν παλαιοί χάρτες εκδόσεως 1918, του Γαλλικού εκστρατευτικού σώματος, κλίμακας 1:50.000 (Κόλπος Θεσσαλονίκης) και 1:20.000 (Δέλτα Αξιού). Χρησιμοποιήθηκαν επίσης χάρτες της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:200.000 εκδόσεως 1927, κλίμακας 1:100.000 εκδόσεως 1928, κλίμακας 1:100.000 εκδόσεως 1945 (από αποτυπώσεις του 1938 και 1941), κλίμακας 1:100.000 εκδόσεως 1971. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν Αεροφωτογραφίες Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:40.000 περίπου, λήψης 1945, 1989 και δορυφορική εικόνα, σε ψηφιακή μορφή, Landsat MSS λήψης 1977.

Ως κλίμακα αναφοράς χρησιμοποιήθηκε η κλίμακας 1:100.000 στην οποία έχουν αναχθεί όλοι οι χρησιμοποιηθέντες χάρτες, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες, με την βοήθεια ενός εικονομεταφορέα (zoom transferscope). Με τον τρόπο αυτο κατασκευάστηκαν 5 χάρτες 1:100.000 που αντιπροσωπεύουν τις γεωγραφικές καταστάσεις το 1930, 1935, 1945, 1970 και 1989. Εγινε σύγκριση του προσχωσιγενούς τμήματος του νέου Δέλτα του Αξιού και υπολογίστηκαν οι ρυθμοί ανάπτυξης.

1η ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΦΑΣΗ

Κατά την περίοδο της Φάσης αυτής η μορφολογική κατάσταση του δέλτα του Αξιού εκφράζει το τελικό αποτέλεσμα της συνεπίδρασης όλων των φυσικογεωγραφικών παραγόντων στο χώρο του δέλτα, έτσι ώστε να ακολουθεί φυσική εξελικτική πορεία, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου.

Κρίνοντας από την μορφολογία της ευρύτερης περιοχής, διαπιστώθηκε ότι η δελταϊκή πλατφόρμα ήταν πολύ χαμηλή με συνέπεια τον έντονο μαιανδρισμό του Αξιού ποταμού. Το γεγονός αυτό δημιουργούσε συνένωση πολλών κλάδων με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζεται ένα πολύπλοκο και πολυσχιδές σύστημα κοιτών που κατέληγε

Λουδία καθώς και όλων των ελωδών εκτάσεων και ο εγκιβωτισμός της κοίτης του Αξιού ποταμού σε μήκος 50 km, από τα οποία τα τελευταία 18 Km αντιστοιχούν στην νέα κοίτη του. Μετά την ολοκλήρωση των έργων (1940) η νέα δελταϊκή εκβολή του Αξιού, βρισκόταν 15 km νοτιοδυτικά από την παλαιά και έξω από τον Κόλπο της Θεσσαλονίκης, στο Β. Θερμαϊκό. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο τα έργα συμπληρώθηκαν με την ευθυγράμμιση της ακτής των παλαιών εκβολών στον ΒΔ τμήμα του κόλπου της Θεσσαλονίκης και την κατασκευή παράκτιου προστατευτικού αναχώματος.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια εκτίμηση του πιθανού μηχανισμού ανάπτυξης του παλαιού δέλτα του Αξιού και μια λεπτομερέστερη μελέτη του νέου Δέλτα που άρχισε να σχηματίζεται μπροστά από την τεχνητή κοίτη αμέσως μετά την εκτροπή.

Προκειμένου να προσδιοριστούν οι παράγοντες που καθόρισαν την εξελικτική πορεία του δέλτα του Αξιού κατά την διάρκεια του 20ού αιώνα, χωρίστηκε αυτή σε δύο κύρες φάσεις. Η πρώτη φάση καλύπτει την περίοδο μέχρι το 1935 και η δεύτερη την περίοδο από το 1935 μέχρι το 1989.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Χρησιμοποιήθηκαν παλαιοί χάρτες εκδόσεως 1918, του Γαλλικού εκστρατευτικού σώματος, κλίμακας 1:50.000 (Κόλπος Θεσσαλονίκης) και 1:20.000 (Δέλτα Αξιού). Χρησιμοποιήθηκαν επίσης χάρτες της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:200.000 εκδόσεως 1927, κλίμακας 1:100.000 εκδόσεως 1928, κλίμακας 1:100.000 εκδόσεως 1945 (από αποτυπώσεις του 1938 και 1941), κλίμακας 1:100.000 εκδόσεως 1971. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν Αεροφωτογραφίες Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:40.000 περίπου, λήψης 1945, 1989 και δορυφορική εικόνα, σε ψηφιακή μορφή, Landsat MSS λήψης 1977.

Ως κλίμακα αναφοράς χρησιμοποιήθηκε η κλίμακας 1:100.000 στην οποία έχουν αναχθεί όλοι οι χρησιμοποιηθέντες χάρτες, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες, με την βοήθεια ενός εικονομεταφορέα (zoom transferscope). Με τον τρόπο αυτο κατασκευάστηκαν 5 χάρτες 1:100.000 που αντιπροσωπεύουν τις γεωγραφικές καταστάσεις το 1930, 1935, 1945, 1970 και 1989. Εγινε σύγκριση του προσχωσιγενούς τμήματος του νέου Δέλτα του Αξιού και υπολογίστηκαν οι ρυθμοί ανάπτυξης.

1η ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΦΑΣΗ

Κατά την περίοδο της Φάσης αυτής η μορφολογική κατάσταση του δέλτα του Αξιού εκφράζει το τελικό αποτέλεσμα της συνεπίδρασης όλων των φυσικογεωγραφικών παραγόντων στο χώρο του δέλτα, έτσι ώστε να ακολουθεί φυσική εξελικτική πορεία, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου.

Κρίνοντας από την μορφολογία της ευρύτερης περιοχής, διαπιστώθηκε ότι η δελταϊκή πλατφόρμα ήταν πολύ χαμηλή με συνέπεια τον έντονο μαιανδρισμό του Αξιού ποταμού. Το γεγονός αυτό δημιουργούσε συνένωση πολλών κλάδων με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζεται ένα πολύπλοκο και πολυσχιδές σύστημα κοιτών που κατέληγε

στην θάλασσα. Διακρίνονται δύο κύριες, πολλές δευτερεύουσες και αρκετές περιδικές κοίτες (Χάρτης 1).

Το χαρακτηριστικό των παλαιών χαρτών που μελετήθηκαν είναι ότι το σχήμα, η θέση και ο αριθμός των δευτερευόντων κοιτών είναι διαφορετικός σε κάθε χάρτη, αλλά οι κύριες κοίτες σε γενικές γραμμές δεν διαφέρουν. Αυτό εξηγείται από το ότι η μικρή κλίση και ο έντονος μαιανδρισμός δεν επέτρεπαν ολόκληρη την ποσότητα του νερού του Αξιού κατά τις πλημμυρικές παροχές να διοχετευτεί από τις κύριες κοίτες προς τη θάλασσα. Αυτό οδηγούσε σε πλημμύρες της δελταϊκής πλατφόρμας και σε συχνή εναλλαγή κοιτών στο χώρο των εκβολών. Τεράστιες εκτάσεις καλυπτόταν από έλη με γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό νερό, ανάλογα την απόστασή τους από την θάλασσα.

Η κινητική ενέργεια του νερού του ποταμού, που υπήρχε πριν ο ποταμός εισέλθει στην δελταϊκή πλατφόρμα, εκφορτίζονταν κατά την διάρκεια της ροής του μέσα στις πολυσχιδείς κοίτες. Έτσι, όταν έφτανε το νερό στις εκβολές η ταχύτητά του ήταν μικρή. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού τα μεταφερόμενα σε αιώρηση κλαστικά υλικά αποτίθονταν στο μέτωπο του δέλτα και μπροστά από τα στόμια των κοιτών εκβολής, έτσι ώστε να δημιουργούν λοβοειδείς προεκτάσεις.

Η χαμηλή παράκτια περιοχή της δελταϊκής πλατφόρμας ευνόησε τον σχηματισμό αλμυρών ελών. Ο συνδυασμός της απουσίας έντονης κυμματικής δράσης και αυξημένης παλιρροϊκής δράσης (μέγιστο εύρος 0,94 μ., επάλλαξη 1,40 μ. Ζώη-Μώρου 1981) ευνόησε τον σχηματισμό διαύλων εισόδου της θάλασσας στην παράκτια ζώνη των αλμυρών ελών. Οι δίαυλοι αυτοί, όπως παρουσιάζονται στους παλαιούς χάρτες, έχουν πολλές μορφολογικές ομοιότητες με τα creeks των αλμυρών ελών που είναι χαρακτηριστικά των μέσο- και μακρο-παλιρροϊκών ζωνών. Η μελέτη τους δεν εξαντλείται στην παρούσα εργασία και ίσως οι μορφές αυτές να συνδέονται με την παλαιογεωγραφική κατάσταση του Θερμαϊκού, όταν ο κόλπος ήταν μεγαλύτερος, όπου πιθανόν τα παλιρροϊκά φαινόμενα ήταν εντονότερα.

Όπως ήδη αναφέρθηκε το περιβάλλον απόθεσης του Δέλτα του Αξιού στον ΒΔ Κόλπο της Θεσσαλονίκης, ήταν αβαθές και προστατευμένο από την έντονη κυματική δράση. Έτσι τα θαλάσσια ρεύματα έπαιζαν σημαντικό ρόλο στην διασπορά των αιωρούμενων ιζημάτων. Τα θαλάσσια ρεύματα στον Κόλπο της Θεσσαλονίκης ακολουθούν το γενικό μοντέλο του Βορείου Αιγαίου χαρακτηρίζεται από περιστροφική κίνηση με φορά αντίθετη των δεικτών του ωρολογίου (Lycousis *at. al.* 1981). Έτσι, τα αιωρούμενα ιζήματα παρασυρόμενα από τα θαλάσσια ρεύματα διασπείρονταν προς τα ΝΔ του κόλπου και δεν δημιουργούσαν προβλήματα πρόσχωσης στον λιμένα και την παραλία της Θεσσαλονίκης. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ήταν η ταχύτατη προέλαση των λοβών επέκτασης της δελταϊκής πλατφόρμας, που θα είχε συνέπεια την λιμνοποίηση του Κόλπου της Θεσσαλονίκης, λόγω απόφραξης του στομίου του.

2η ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΦΑΣΗ

Η φάση αυτή χαρακτηρίζει την περίοδο της δυναμικής επέμβασης του ανθρώπου στην εξέλιξη του δέλτα.

Με την ανθρωπογενή επέμβαση, με την οποία ο χώρος εκβολής του Αξιού μετατοπίζεται 15 km ΝΔ της φυσικής του θέσης, άλλαξε το καθεστώς δυναμικής ισορροπίας των φυσικών διεργασιών. Αυτό είχε ως συνέπεια τόσο την αλλαγή των διεργασιών διάβρωσης και μεταφοράς στο χώρο της λεκάνης απορροής, όσο και την αλλαγή των διεργασιών απόθεσης στο νέο μορφολογικό περιβάλλον.

Όπως διαπιστώνεται από τους χάρτες 2 μέχρι 5 το σημερινό δέλτα του Αξιού είναι δημιούργημα των τελευταίων 50 περίπου ετών. Η ανάπτυξη του έχει περάσει από διάφορα μορφολογικά στάδια, που εκφράζουν τις διαφορετικές κατά περιόδους θέσεις, ταχύτητες και σχέσεις των φυσικογεωγραφικών παραγόντων που καθορίζουν την εξέλιξη του.

Η εξελικτική πορεία του δέλτα, όπως φαίνεται από τους χάρτες 2, 3, 4, 5 και 6, είναι η εξής:

– Η ανάπτυξη του προς Ν., στην αρχή με δύο και κατόπιν με τρία σκέλη, σε τυπικό σχήμα πέλματος πτηνού.

– Το κύριο σκέλος της εκβολής παρέμεινε πάντα το κεντρικό, ενώ το δυτικό σκέλος ήταν το μοναδικό δευτερεύον, κατά την περίοδο ως το 1945.

– Από τους χάρτες 1970 και μετέπειτα φαίνεται ότι έχει αναπτυχθεί ένα νέο ανατολικό δευτερεύον σκέλος, ενώ το δυτικό έχει αδρανοποιηθεί ή λειτουργεί μόνο σε πλημμυρικές παροχές.

– Στη θέση Καβούρα υπήρχε πριν από την εκτροπή της κοίτης του Αξιού ένα σκέλος εκβολής (χάρτης 1), όπως διαπιστώσαμε από παλαιούς χάρτες εκδόσεων 1927, 1928. Το σκέλος αυτό ανήκε τόσο στο μεσοδελταϊκό σύστημα των λιμνών Γιαντισών και Λουδία, σε σύνδεση με την λίμνη του Λουδία ως κλάδος υπερχειλήσης, όσο και στο σύστημα της δελταϊκής πλατφόρμας του Αξιού, σε σύνδεση με παράπλευρη κοίτη Αξιού κατά την διάρκεια πλημμυρικών παροχών (χάρτης 1). Η παλαιά αυτή εκβολή με την διαμόρφωση της πεδιάδας από τον άνθρωπο αδρανοποιήθηκε (χάρτης 2). Η σημασία της είναι μεγάλη γιατί αποτελεί σημείο αναφοράς για την εξέλιξη του δέλτα και των διεργασιών μεταφοράς των υλικών. Η περιοχή λοιπόν αυτής της παλαιάς εκβολής όχι μόνο δεν προσχώθηκε από τις φερτές ύλες του Αξιού, αλλά παρουσίασε διαρκή διάβρωση (χάρτες 2, 3, 4). Λόγω της εγκατάστασης φάρου στην θέση Καβούρα, κατασκευάστηκαν έργα προστασίας του σκέλους εκβολής από την διάβρωση (χάρτης 5).

Η ταχύτητα εξέλιξης του δέλτα κατά την 2η Φάση

Από τον Χάρτη 6 προσδιορίστηκαν οι εκτάσεις του δέλτα κατά τις περιόδους Α: 1935-1945, Β: 1945-1970 και Γ: 1970-1989 που δίνονται στον Πίνακα 1. Όπως διαπιστώνεται και από το διάγραμμα 1 με την πάροδο του χρόνου, τόσο η επιφανειακή ανάπτυξη του δέλτα, όσο και η ταχύτητα προέλασης του κύριου κλάδου, ακολουθούν εκθετική μείωση. Στην περίοδο Α η αύξηση της επιφάνειας του δέλτα ήταν 3.72×10^6 μ², στην περίοδο Β ήταν 4.5×10^6 μ² και την περίοδο Γ 0.92×10^6 μ². Οι επεκτάσεις

αυτές αντιστοιχούν με ρυθμούς $0.372 \text{ km}^2/\text{έτος}$, $0.180 \text{ km}^2/\text{έτος}$ και $0.0051 \text{ km}^2/\text{έτος}$.

Τα αίτια της παραπάνω μείωσης πρέπει να αποδοθούν:

– Στην σταδιακή μείωση της κλίσης της κοίτης, εξαιτίας της απόθεσης υλικών. Αυτό διαπιστώνεται από τον συνεχώς αυξανόμενο αριθμό εμφάνισης νησίδων κατά μήκος της κοίτης (Χάρτες 4 και 5). Αξίζει να σημειωθεί η έλλειψη αντίστοιχων νησίδων στους χάρτες 1 και 2.

– Στις συνεχώς αυξανόμενες άμεσες ή έμμεσες ανθρωπογενείς επιδράσεις στο χώρο της λεκάνης απορροής του ποταμού. Προκάλεσαν τόσο την μείωση της ποσότητας του νερού, όσο και την αλλοίωση άλλων φυσικογεωγραφικών διεργασιών.

– Στην προέλαση του δέλτα σε συνεχώς βαθύτερες περιοχές του Θερμαϊκού, όπου για την πρόσχωσή τους απαιτούνται αυξημένες ποσότητες φερτών υλών.

Πιθανή μελλοντική εξέλιξη του δέλτα

Από την μελέτη πολλών δορυφορικών εικόνων της περιοχής του Θερμαϊκού κόλπου (Albanakis, 1985) έχει φανεί η τάση τα νερά του ποταμού Αξιού να ακολουθούν μια νότια πορεία, ανεξάρτητα από τις επικρατούσες ανεμολογικές συνθήκες. Το συμπέρασμα αυτό είναι σε συμφωνία με ωκεανογραφικές και ιζηματολογικές μελέτες που έγιναν από Hatzikos (1988), Χρόνης (1986), Baloroulos et al. (1986) στο Θερμαϊκό.

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε δορυφορική εικόνα με κατάλληλη ψηφιακή επεξεργασία, η οποία υλοποιεί οπτικά αυτά που με άλλες μεθόδους διάφοροι συγγραφείς έχουν καταδείξει. Έτσι στην εικόνα 1 φαίνεται μια πιθανή μελλοντική μορφολογική πορεία του Θερμαϊκού Κόλπου.

Το χαρακτηριστικό της εικόνας αυτής είναι η προς νότο προέλαση των εκβολών, έτσι ώστε να αφήνει ανέπαφο το στενό πέρασμα στο στόμιο του Κόλπου της Θεσσαλονίκης, μεταξύ Καβούρας και Μεγάλου Εμβόλου. Αυτό προκύπτει επίσης και από την κατάσταση διάβρωσης που περιγράψαμε για το σκέλος εκβολής της Καβούρας. Ένα άλλο επίσης χαρακτηριστικό είναι η μετατροπή σε λιμνοθάλασσα της μεσοδελταϊκής περιοχής μεταξύ των εκβολών Αξιού και Αλιάκμονα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την εργασία αυτή προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

α) Ο μηχανισμός ανάπτυξης του παλαιού φυσικού δελταϊκού συστήματος του Αξιού επέτρεπε την συγκράτηση σημαντικών ποσοτήτων φερτών υλών στο χώρο των εκβολών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό και με την απουσία έντονων κυμματικών διεργασιών στο αβαθές κλειστό θαλάσσιο περιβάλλον του Κόλπου της Θεσσαλονίκης, δημιούργησε ένα δέλτα με λοβοειδή ανάπτυξη. Τα υλικά της στερεομεταφοράς θα έπρεπε να ενσωματώνονταν στον κορμό της δελταϊκής πλατφόρμας υπό μορφή λοβών ανάπτυξης.

β) Μετά την ανθρωπογενή επέμβαση, η εκβάθυνση, η ευθυγράμμιση και ο εγκιβωτισμός της νέας κοίτης, είχαν σαν αποτέλεσμα την άφιξη των υδάτων στο χώρο των εκβολών του ποταμού με μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι στις παλαιές φυσικές εκβολές. Το γεγονός αυτό προκαλούσε και προκαλεί διασπορά σημαντικών ποσοτήτων φερτών υλών στο χώρο του δελταϊκού μετώπου και της προδελταϊκής πλατφόρμας. Ο μηχανισμός αυτός ευνόησε την κατά μήκος επέκταση των κλάδων εκβολής, δίνοντας έτσι στο Δέλτα μια τυπική ανάπτυξη πέλματος πτηνού. Ίσως μάλιστα διευκολύνθηκε και από γεγονός ότι στη νέα θέση, η διεύθυνση ροής του ποταμού συμπίπτει με την διεύθυνση του επικρατούντος ανέμου.

γ) Κατά την πρώτη δεκαετία μετά την ανθρωπογενή επέμβαση ο ρυθμός ανάπτυξης της δελταϊκής πλατφόρμας ήταν $0.370 \text{ Km}^2/\text{έτος}$, κατά την επόμενη 25ετία ήταν $0.180 \text{ Km}^2/\text{έτος}$ και κατά τα τελευταία 18 χρόνια $0.051 \text{ Km}^2/\text{έτος}$. Η εκθετική αυτή μείωση πρέπει να οφείλεται κυρίως στη σταδιακή αποκατάσταση των φυσικών ισορροπιών, που αφορούν τις δελταϊκές διεργασίες, αφού το τεχνητό σύστημα εκβολών του ποταμού εξελίσσεται σταδιακά σε φυσικό δελταϊκό σύστημα.

δ) Η μελλοντική επέκταση του σημερινού δέλτα προβλέπεται να γίνει προς Νότο, αφήνοντας ανέπαφο το στόμιο εισόδου στον Κόλπο της Θεσσαλονίκης. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα επίσης να σχηματιστεί λιμνοθάλασσα στη μεσοδελταϊκή περιοχή, μεταξύ των εκβολών Αξιού και Αλιάκμονα.

Μισό αιώνα μετά την ανθρώπινη επέμβαση μπορούμε να πούμε ότι, η επιλογή της νέας θέσης εκβολής του Αξιού από κοινωνικο - οικονομική άποψη ήταν η ενδεδειγμένη, δεδομένου ότι αποφεύχθηκε οριστικά η πρόσχωση και η λιμνοποίηση του Κόλπου της Θεσσαλονίκης που θα είχε συνέπεια την αχρήστευση του λιμένα της.

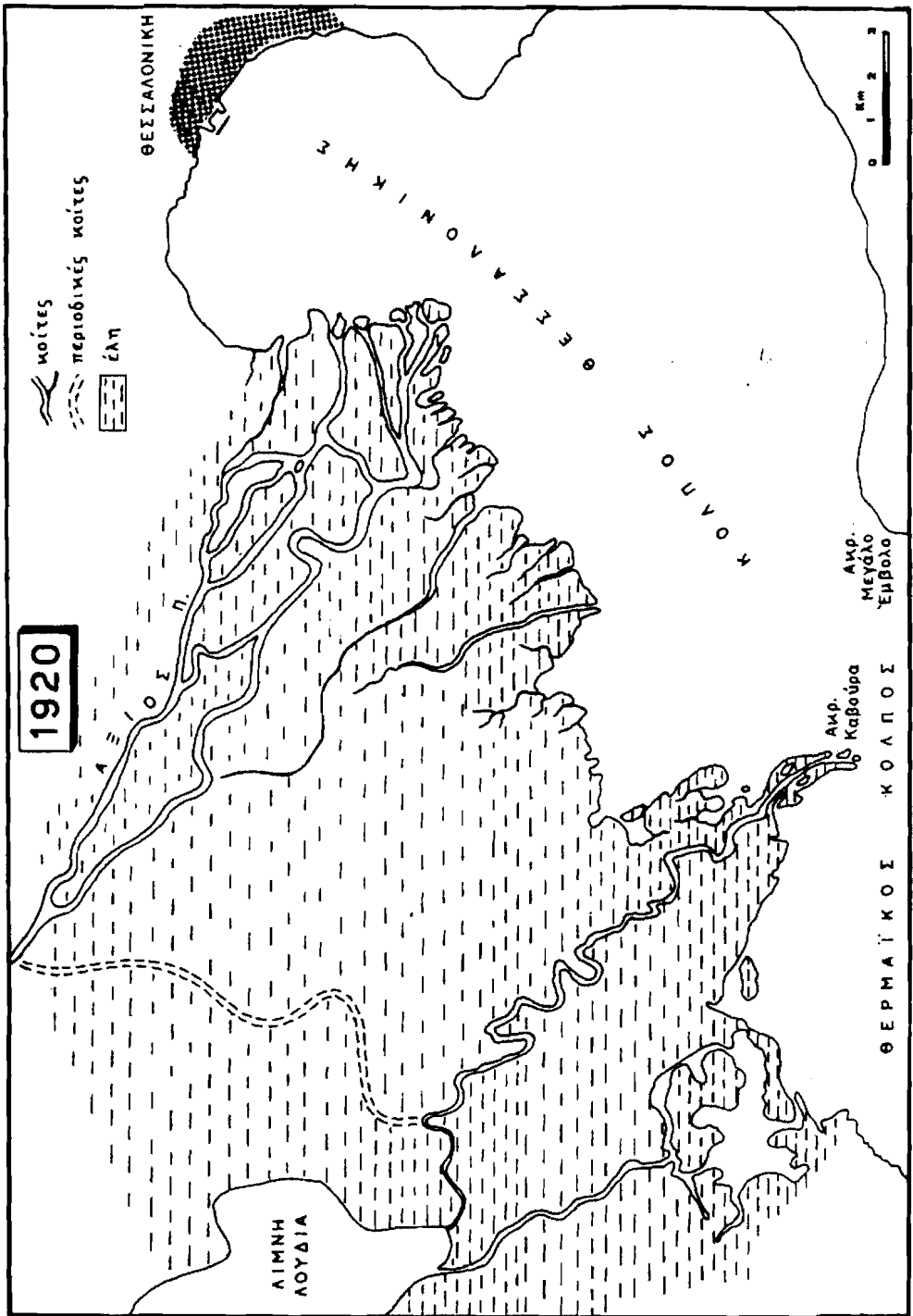
Τα εξυγιαντικά έργα που έγιναν στη ΒΔ ακτή του Κόλπου της Θεσσαλονίκης (ευθυγράμμιση ακτής, κατασκευή παράκτιου αναχώματος) προκάλεσαν μη επιθυμητές οικολογικές και οικονομικές συνέπειες. Συγκεκριμένα, η καταστροφή των προϋπαρχόντων αβαθών κολπίσκων και διαύλων και η αποξήρανση των αλμυρών ελών, εξαφάνισαν τους προϋπάρχοντες φυσικούς χώρους ανάπτυξης του γόνου των ψαριών και διατάραξαν την οικολογική ισορροπία.

Από όσα αναφέρθηκαν μέχρι τώρα διαπιστώνεται ότι ο άνθρωπος κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα συνεπιδρά με τους φυσικούς παράγοντες στην φυσικογεωγραφική εξέλιξη των περιοχών που επεμβαίνει και είναι ο δυναμικότερος ίσως παράγοντας που καθορίζει την γεωμορφολογική εξέλιξη των παράκτιων περιοχών.

Η ερευνητική μας ομάδα έχει διαπιστώσει ότι η επέμβαση του ανθρώπου στα ποτάμια και δελταϊκά συστήματα (Νέστος, Στρυμόνας, Αξιός, Αλιάκμονας, Ψιλοβίκος κ.α., 1986, Ψιλοβίκος & Χαχαμίδου 1987, Ψιλοβίκος 1990) προκαλεί μεγάλες και ταχύτατα εξελισσόμενες αλλαγές με δυσάρεστες και πολλές φορές μη αναστρέψιμες περιβαλλοντικές συνέπειες. Το γεγονός αυτό επιβάλλει τη συστηματική μελέτη των φαινομένων, έτσι ώστε να διαμορφωθούν προτάσεις για οικολογικά και οικονομικά συμφέρουσες ανθρώπινες επεμβάσεις στα φυσικά αυτά οικοσυστήματα.

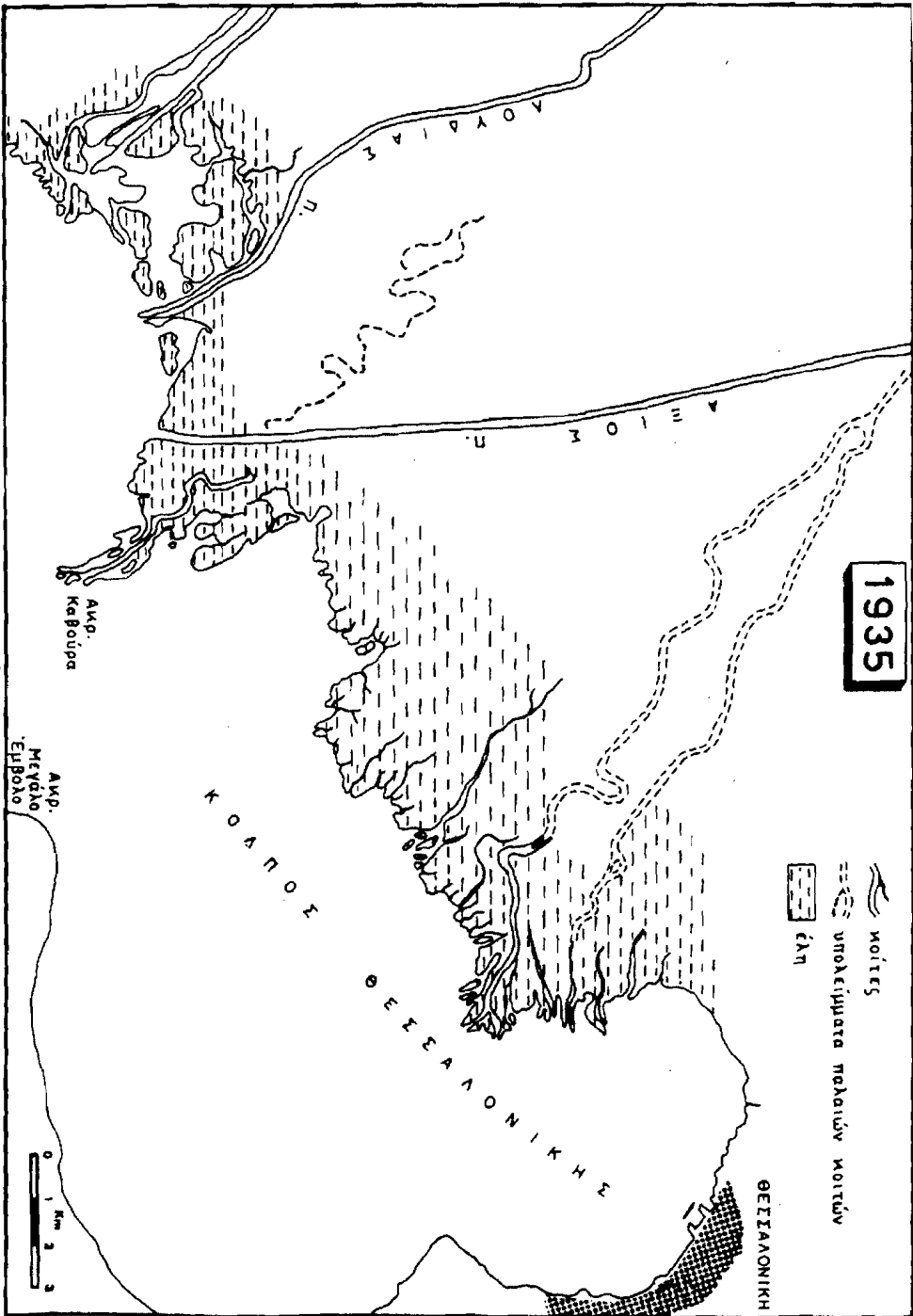
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

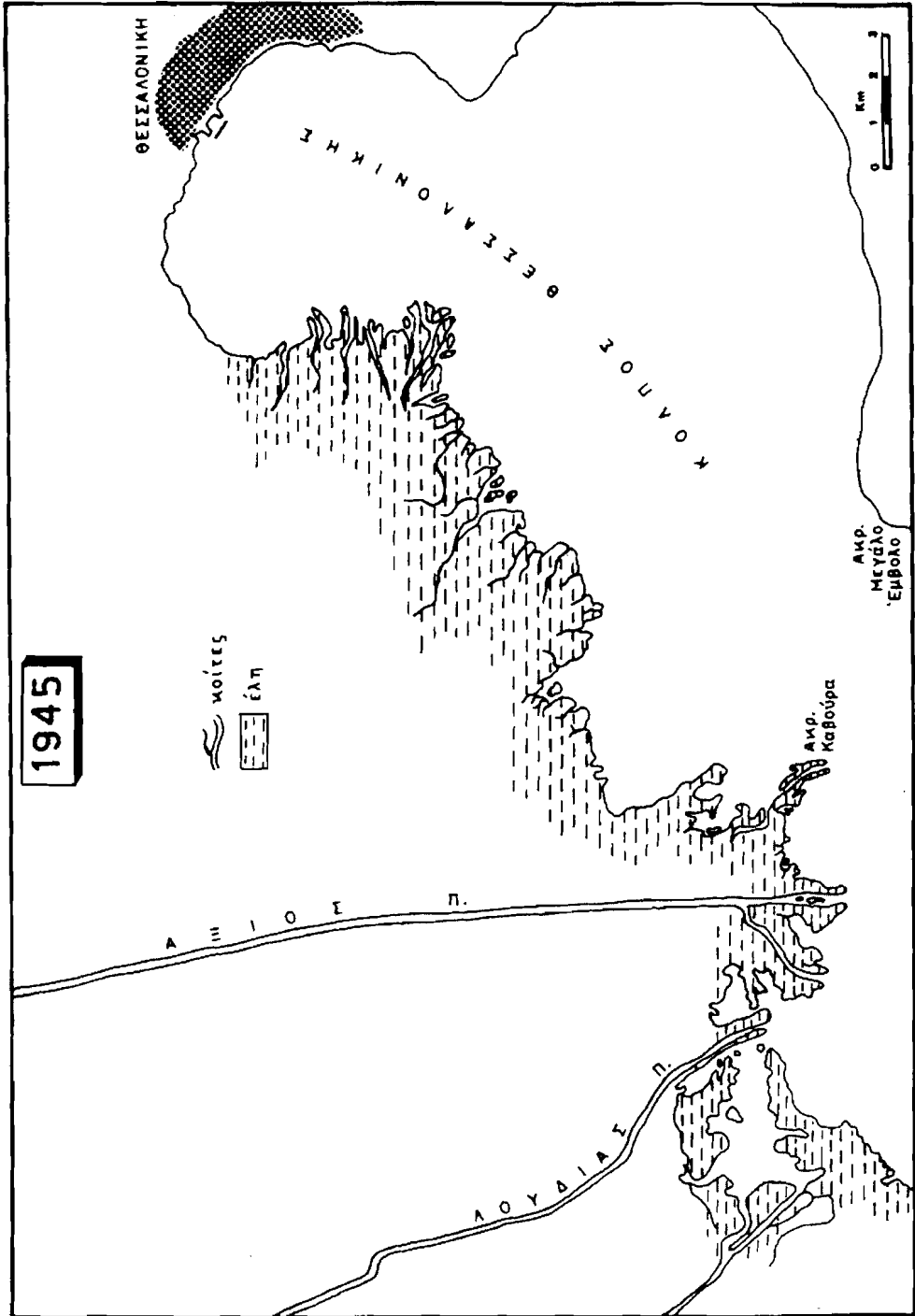
- Albanakis K., 1985. Monitoring of suspended sediment concentration using optical methods and Remote Sensing. Ph. D. Thesis. University of Nottingham.
- Astaras T.A. & Sotiriadis L., 1988. The evolution of the Thessaloniki - Giannitsa plain in northern Greece during the last 2.500 years from Alexander the Great area until today. In: Lake, Mire and River Environments, Lang & Schluchter (eds). Balkema, Rotterdam.
- Balopoulos E.T., Collins M.B. and James A.E. 1986. Satellite images and their use in the numerical modelling of coastal processes. Int. J. Remote Sensing, Vol. 7. No 7, 905-919.
- Ζώη-Μώρου Α. 1981. Στοιχεία παλίρροιας Ελληνικών λιμένων. Υδρογραφική Υπηρεσία. Ωκ. Μελέτη Νο 13. Αθήνα.
- Lycousis V., Collins M.B. & Ferentinos G. (1981), Modern sedimentation in the N.W. Aegean Sea. Marine Geology, 43, pp. 111-130.
- Μητσόπουλος Μ. 1938. Γεωλογικά και Παλαιοντολογικά έρευναι των μετατριτογενών αποθέσεων της πεδιάδας Θεσ/νίκης. Πραγμ. Υφηγεσίας. ΑΠΘ 36 σελ.
- Hatzikos T., 1988. Physical oceanographic observations of the Axios river delta, Thermaikos Bay, NW Aegean Sea. MSci Thesis, University of Wales.
- Χρόνης Γ., 1986. Η σύγχρονη δυναμική ιζηματογένεση και η πρόσφατη ολοκαινική ιζηματογένεση στο εσωτερικό πλατώ του Θερμαϊκού Κόλπου. Διδ. Διατριβή Παν. Αθηνών, 228 σελ.
- Ψιλοβίκος Α., Ε. Βαβλιάκης και Θ. Λάγκαλης, 1986. Φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες της πρόσφατης ανάπτυξης του δέλτα του Ποταμού Νέστου. Δελτίο Ελλην. Γεωλ. Εταιρείας 20: 313-324.
- Ψιλοβίκος Α., και Ε. Χαχαμίδου. 1987. Συμβολή στη μελέτη των ελληνικών ολοκαινικών δέλτα. Δεύτερο Πανελλ. Συμπ. Ωκεανογρ. & Αλιείας. Αθήνα 456-463.
- Ψιλοβίκος Α. 1990. Μεταβολές στους Ελληνικούς υγράτοπους κατά τον 20ο Αιώνα: Οι περιπτώσεις των εσωτερικών υδάτων της Μακεδονίας και των ποτάμιων δέλτα των ακτών του Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους. Πρακτικά συνάντησης εργασίας για τους ελληνικούς υγράτοπους, Θεσσαλονίκη 17-21 Απριλίου 1989. Συντ. Εκδ.: Π.Α. Γεράκης, Τμ. Γεωπονίας, ΑΠΘ, σελ. 179-209.



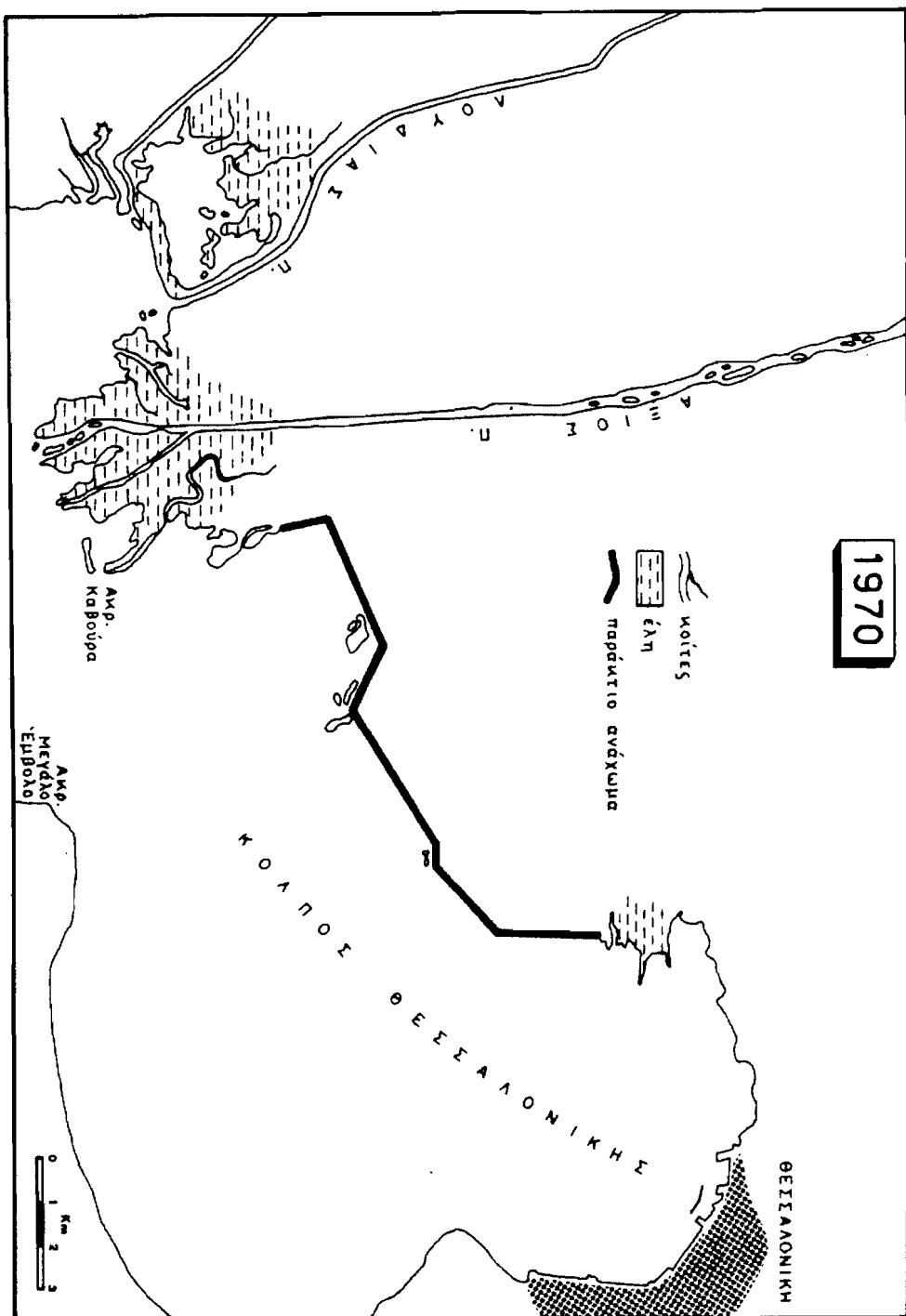
Χάρτης 1. Το Δέλτα του Αξιού ποταμού το 1920

Χάρτης 2. Το Δέλτα του Αξιού ποταμού το 1935

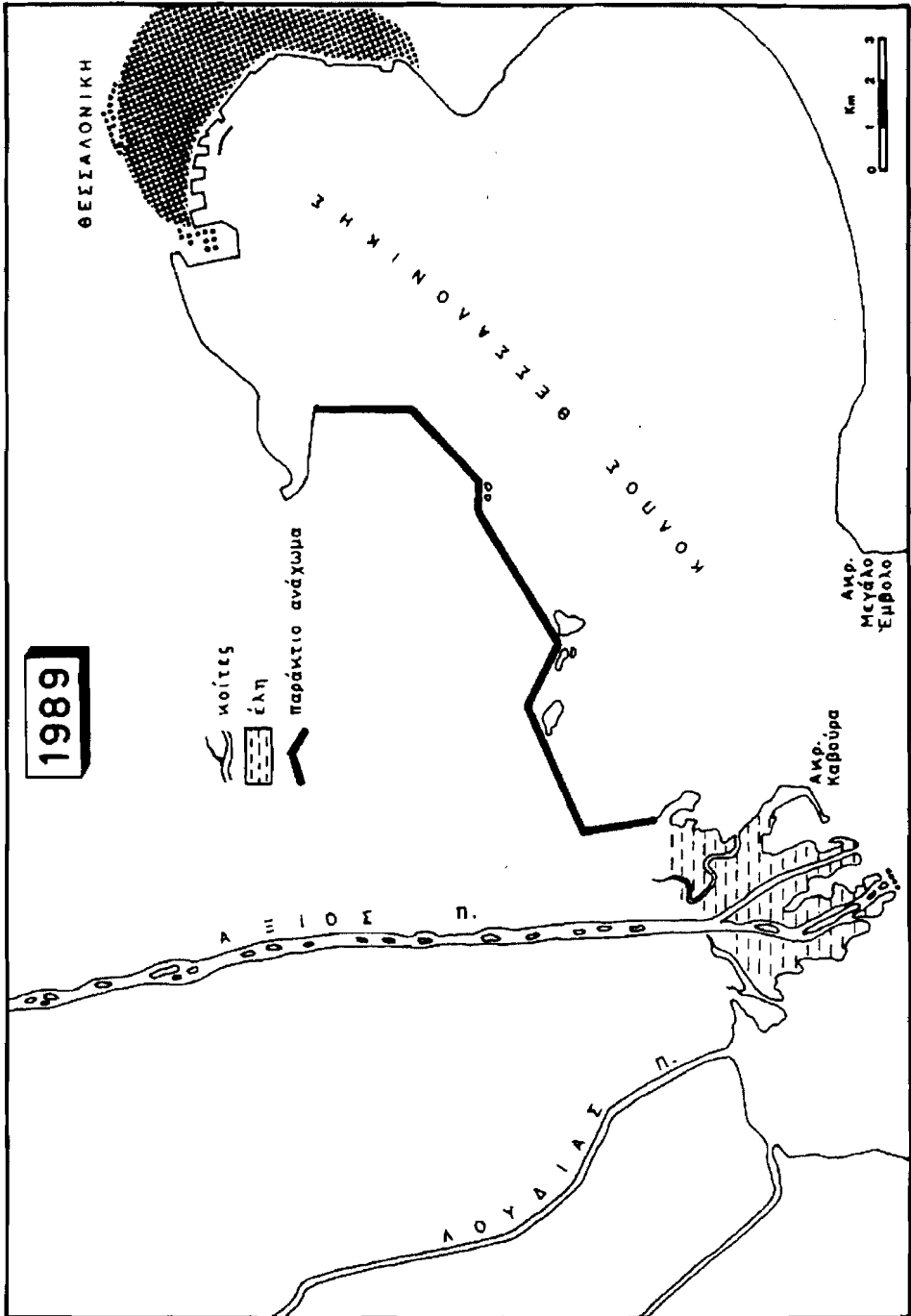




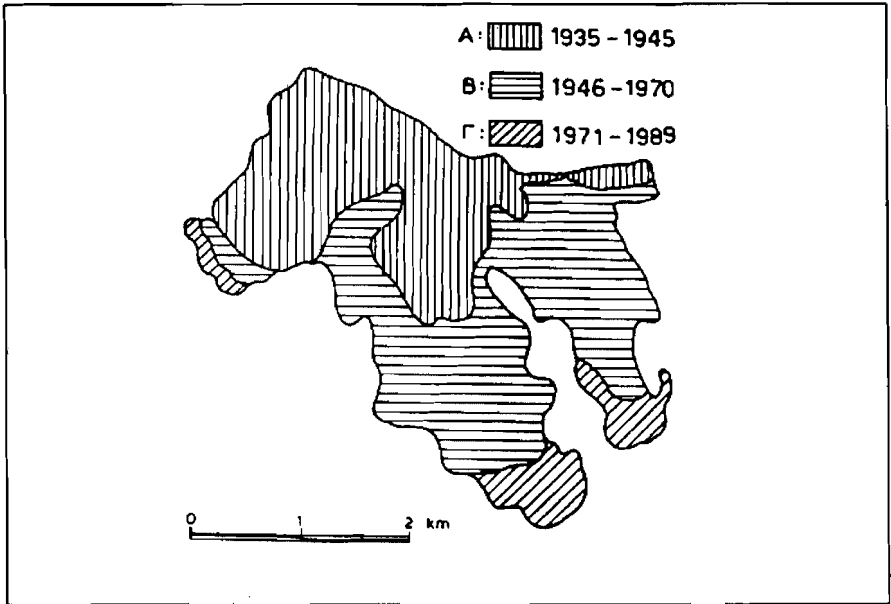
Χάρτης 3. Το Δέλτα του Αξιού ποταμού το 1945



Χάρτης 4. Το Δέλτα του Αξιού ποταμού το 1970



Χάρτης 5. Το Δέλτα του Αξιού ποταμού το 1989

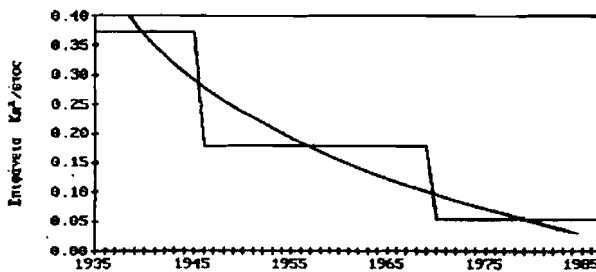


Χάρτης 6. Προέλαση της νεοσχηματισμένης ξηράς του Δέλτα του Αξιού ποταμού

Πίνακας 1. Εμβαδά, μήκη και ρυθμοί επέκτασης του Δέλτα του Αξιού

Επιφάνεια			Μήκος	
A	3.720.000 m ²	0.372 km ² /έτος	2 km	200 m/έτος
B	4.500.000 m ²	0.180 km ² /έτος	1.5 km	60 m/έτος
Γ	920.000 m ²	0.051 km ² /έτος	0.6 km	35 m/έτος
Σύνολο	9.140.000 m ²		4.1 km	

Διάγραμμα 1.
 Προέλαση της δελταϊκής πλατφόρμας





Εικόνα 1. Πιθανή μελλοντική εξέλιξη της δελταϊκής πλατφόρμας του Αξιού.