

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ
ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΒΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΙΚΟΣΤΟ ΑΙΩΝΑ**



Διπλωματική εργασία

ΚΑΛΠΑΚΗ ΜΑΡΙΝΑ

ΑΕΜ: 3862

Επιβλέπων καθηγητής: Βουβαλίδης Κωνσταντίνος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Γεωλογίας του Αριστοτελείου πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, στον τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2009-2010.

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη των μορφολογικών μεταβολών στην περιοχή, όπου ο ποταμός Έβρος σχηματίζει δέλτα, κατά τον εικοστό αιώνα. Επειδή ο ποταμός Έβρος αποτελεί ένα διασυνοριακό ποταμό, η εργασία βασίζεται σε δεδομένα χαρτών και δορυφορικών εικόνων.

Με την ολοκλήρωσή της, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της εργασίας, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Γεωλογίας κ. Κωνσταντίνο Βουβαλίδη, για τις πολύτιμες υποδείξεις και παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την υπονήφια διδάκτορα κ. Σοφία Πεχλιβανίδου για την βοήθεια στη συλλογή στοιχείων που ήταν απαραίτητα για την διεκπεραίωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους δικούς μου ανθρώπους που με στήριξαν και με βοήθησαν τόσο ηθικά όσο και υλικά, ώστε να μπορέσω να ανταπεξέλθω στις απαιτήσεις αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

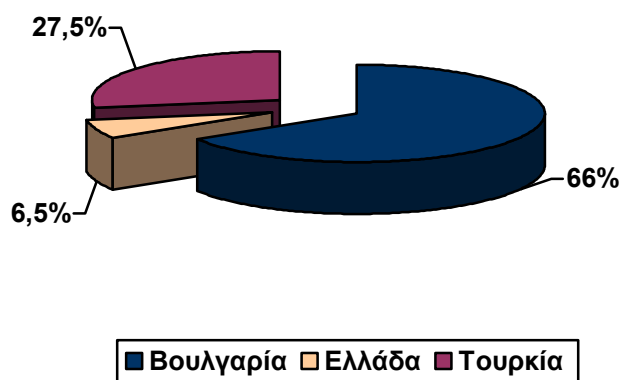
	Σελ.
1. Εισαγωγή	5
1.1. Γενικά	5
1.2. Ιστορικά στοιχεία.....	7
1.3. Γεωγραφική τοποθέτηση-Γεωμορφολογία	9
1.4. Κλιματικά στοιχεία	13
1.4.1. Γενικά.....	13
1.4.2. Θερμοκρασία	13
1.4.3. Υετός.....	14
1.4.4. Σχετική υγρασία.....	16
1.4.5. Άνεμος	17
1.4.6. Ηλιοφάνεια.....	19
1.5. Γεωλογικά στοιχεία	21
1.6. Ιζηματογενείς διεργασίες στο Δέλτα του ποταμού Έβρου	24
1.7. Περιβαλλοντικά στοιχεία.....	26
1.8. Κοινωνικό- οικονομικά στοιχεία	30
2. Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας	32
3. Ιστορικοί χάρτες	36
4. Ανθρωπογενείς επιδράσεις στην περιοχή του ποταμού Έβρου	39
4.1. Γενικά	39
4.2. Λιμνοθάλασσα Δράνα	40
4.3. Πλημμύρες στον ποταμό Έβρο.....	41
5. Μεθοδολογία	44
5.1. Σύγκριση χαρτών	44
5.2. Διόρθωση στο ίδιο προβολικό σύστημα.....	44
5.3. Συγκρίσεις μορφολογικών μεταβολών με τη χρήση ΓΣΠ.....	45
5.4. Ανάλυση του μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής μελέτης	45
5.5. Κάλυψη-Χρήση γης με τη χρήση του προγράμματος CORINE	45
6. Σύγκριση ιστορικών χαρτών με σύγχρονα χαρτογραφικά δεδομένα	46
6.1. Γεωαναφορά του ιστορικού χάρτη	46
6.2. Αλλαγή προβολικού συστήματος της δορυφορικής εικόνας Google Earth	51
6.3. Ποταμός Έβρος.....	52
6.4. Ακτογραμμή.....	54

6.5. Λίμνες – Λιμνοθάλασσες.....	54
7. Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου	62
7.1. Ταξινόμηση αναγλύφου.....	62
7.2. Κλίση αναγλύφου	65
8. Χρήσεις γης στην περιοχή του ποταμού Έβρου	69
8.1. Γενικά	69
8.2. Παρουσίαση των χρήσεων γης στην περιοχή του ποταμού Έβρου.....	71
8.3. Μεταβολές των χρήσεων γης στην περιοχή του ποταμού Έβρου	76
9. Συμπεράσματα - Συζήτηση	79
10. Βιβλιογραφία	80

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Ο ποταμός Έβρος είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος ποταμός της Ανατολικής Ευρώπης μετά τον ποταμό Δούναβη. Ο διασυνοριακός ποταμός αποτελεί φυσικό σύνορο της Ελλάδας με την Βουλγαρία (Μαρίτσα ποταμός) στα βόρεια και με την Τουρκία (Μέρικ ποταμός) στα ανατολικά. Το συνολικό μήκος του είναι 515 Km και η λεκάνη απορροής του ποταμού καλύπτει μια περιοχή έκτασης 52900 Km², η οποία κατανέμεται ανάμεσα στην Βουλγαρία (34,900 Km², 66%), την Τουρκία (14,550 Km², 27,5%) και την Ελλάδα (3,450 Km², 6.5%) (Kapsimalis et al., 2007).



Σχήμα 1. Ποσοστιαίο γράφημα της έκτασης του ποταμού Έβρου, όπως κατανέμεται στις τρεις χώρες.

Ο ποταμός πηγάζει από τα βουνά της Ρίλας και μαζί με τους παραποτάμους του διασχίζει το μεγαλύτερο τμήμα της Θράκης, που εκτείνεται νότια από την οροσειρά του Αίμου. Αρχικά με κατεύθυνση ΒΔ-ΝΑ διαρρέει τις πεδιάδες της Φιλιππούπολης και Αδριανούπολης, στην συνέχεια με νότια κατεύθυνση ορίζει τα σύνορα μεταξύ Δυτικής και Ανατολικής Θράκης, δηλαδή την σημερινή ελληνοτουρκική μεθόριο και έπειτα εκβάλλει στο θρακικό πέλαγος, στην περιοχή μεταξύ Αλεξανδρούπολης και Αίνου. Ο ποταμός στο σημείο αυτό με τις φερτές του ύλες σχηματίζει ένα εκτενές Δέλτα.



Σχήμα 2. Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής της λεκάνης του ποταμού Έβρου, (Kapsimalis et al., 2007).

1.2 Ιστορικά στοιχεία

Ο ποταμός Έβρος σύμφωνα με τον Πλούταρχο, έλαβε το όνομα του από τους πολλούς ελιγμούς που κάνει κατά τη διαδρομή του. Το παλιότερο όνομα του ποταμού ήταν Ρόμβος, σύμφωνα με μια μυθολογική παράδοση. Αργότερα ο ποταμός μετονομάστηκε Έβρος, από τον γιό του Κάσσανδρου, μυθικού βασιλιά της Θράκης, που είχε πνιγεί σε αυτόν. Πάντως ανεξάρτητα από τις μυθολογικές παραδόσεις, φαίνεται πως το όνομα Έβρος έχει ινδοευρωπαϊκή ρίζα, όπως μπορεί κανείς να συμπεράνει από την ύπαρξη ενός ομώνυμου μεγάλου ποταμού στη ΒΑ Ισπανία (Σαμσάρης, 2005).

Ο ποταμός Έβρος άσκησε σημαντικές επιδράσεις στην πολιτική, οικονομική, κοινωνική και πολιτισμική ζωή των περιοχών που διασχίζει. Ο ποταμός υπήρξε ένας φυσικός δρόμος που συνέδεε το Αιγαίο με την θρακική ενδοχώρα και έτσι ευνόησε την διάδοση του ελληνικού πολιτισμού. Λόγω της σπουδαίας αυτής θέσης είχε προσελκύσει από την αρχαιότητα το αποικιακό ενδιαφέρον των Μυκηναίων. Αργότερα κατά την αρχαϊκή περίοδο Έλληνες από την ηπειρωτική και νησιωτική Ελλάδα ίδρυσαν αποικίες στα παράλια της Θράκης, οι οποίες παρουσίασαν μεγάλη ακμή ως το τέλος της ρωμαϊκής αρχαιότητας. Κατά τους βυζαντινούς χρόνους η περιοχή ακμάζει, διότι γειτονεύει με την Κωνσταντινούπολη, πρωτεύουσα του βυζαντινού κράτους. Μετά τη διάλυση του Βυζαντίου η Θράκη βρίσκεται στην κυριαρχία της Οθωμανικής αυτοκρατορίας μέχρι το 1920 όπου με την συνθήκη των Σεβρών περιήλθε στην Ελλάδα.

Ο ποταμός Έβρος ήταν πλωτός και αποτελούσε έναν σπουδαίο υδάτινο δρόμο που όπως φαίνεται ήταν σε χρήση από τα αρχαία έως τα νεότερα χρόνια. Κατά τον 19^ο αιώνα τα εμπορεύματα με προορισμό την θρακική ενδοχώρα συγκεντρώνονταν στο λιμάνι του Αίνου και από εκεί με εμπορικά πλοία μεταφέρονταν μέχρι την Αδριανούπολη και τη Φιλιππούπολη. Οι μεταβολές όμως στο Δέλτα του ποταμού είχαν ως αποτέλεσμα την αχρήστευση του λιμανιού της Αίνου και το τέλος της ποταμοπλοΐας.

Εξίσου σημαντική ήταν η συγκοινωνιακή σημασία του ποταμού στην ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής καθώς από αυτόν και την κοιλάδα του διέρχονταν όλοι οι αρχαίοι δρόμοι, που εξασφάλιζαν την επικοινωνία μεταξύ Δύσης και Ανατολής. Από την περιοχή του ποταμού περνούσαν οι δυο κύριες ρωμαϊκές οδικές αρτηρίες, ο διαγώνιος δρόμος Singidunum (σημερινό Βελιγράδι) –Byzantion (Κωνσταντινούπολη) και η Εγνατία Οδός.

Τέλος, σπουδαίο ρόλο έπαιξε ο Έβρος στην οικονομική ευμάρεια της Θράκης, με τις συγκοινωνιακές διευκολύνσεις που παρείχε, βοήθησε από την αρχαιότητα στην ανάπτυξη του

εμπορίου. Επιπλέον, σημαντική υπήρξε η συμβολή του στην ανάπτυξη της γεωργίας, διότι με τα νερά του άρδευε και καθιστούσε ακόμη πιο εύφορες τις πεδιάδες που διέρρεε.

1.3 Γεωγραφική τοποθέτηση-Γεωμορφολογία

Στο νοτιοανατολικό άκρο του νομού Έβρου, στα σύνορα με την Τουρκία, ο ποταμός Έβρος σχηματίζει ένα εκτεταμένο Δέλτα, διεθνούς οικολογικής σημασίας. Ο ποταμός Έβρος είναι ένας από τους σημαντικότερους ποταμούς της Ελλάδας από άποψη υδατικού δυναμικού. Ο ποταμός Έβρος πηγάζει από την οροσειρά Ρίλα της Βουλγαρίας και εκβάλλει στο θρακικό πέλαγος. Το συνολικό μήκος του ποταμού είναι 515 Km, και η λεκάνη απορροής του ποταμού καλύπτει μια περιοχή έκτασης 52900 km² η οποία κατανέμεται ανάμεσα στην Βουλγαρία, την Τουρκία και την Ελλάδα. Το πλήθος των κύριων κλάδων και παραποτάμων είναι συνολικού μήκους 3,400 Km, από τα οποία 410 Km είναι οι κύριοι κλάδοι. Η μέση ετήσια απορροή του ποταμού Έβρου υπολογίζεται σε 6,80 Km³ /yr, η μεγαλύτερη μεταξύ των ποταμών που εκβάλλουν στην Ελλάδα.



Σχήμα 3. Η λεκάνη απορροής του διασυνοριακού ποταμού Έβρου, (EFAS, 2005).

Ο Έβρος κατά τη διαδρομή του, δέχεται από τα γύρω βουνά τα νερά πολλών παραπόταμων, από τους οποίους οι κυριότεροι είναι ο Τούντζας, ο Άρδας και ο Εργίνης. Ο Τούντζας πηγάζει από την κορυφή του Αίμου, στα βόρεια της πόλης Καλοφέρ, που είναι η πιο ψηλή κορυφή του όρους και συμβάλλει στον Έβρο κοντά στην Αδριανούπολη. Ο Άρδας ο

δεύτερος σε μήκος παραπόταμος του Έβρου, πηγάζει από τις βόρειες πλαγιές του όρους Κουρσλάρ της Ροδόπης, διασχίζει ένα τμήμα της Δυτικής Θράκης συγκεκριμένα το βόρειο τμήμα της σημερινής επαρχίας Ορεστιάδας και σε ένα σημείο κοντά στις Καστανιές και το Καραγάτς συμβάλλει στον Έβρο. Ο Εργίνης είναι ο τρίτος παραπόταμος του Έβρου και ο μεγαλύτερος ποταμός της Ανατολικής Θράκης, την οποία χωρίζει σε Βόρεια και Νότια. Οι πηγές του βρίσκονται στο όρος Στράντζα και αφού διαρρέει με τους παραποτάμους του, Κοντάδεσδο και Τέαρο, το μεγαλύτερο μέρος της Ανατολικής Θράκης, τελικά συμβάλλει κοντά στα Κύψελα στον Έβρο. Εκτός από τον Άρδα, στο ελληνικό έδαφος ο κυριότερος παραπόταμος του Έβρου είναι ο Ερυθροπόταμος. Ο Ερυθροπόταμος πηγάζει από το ΒΑ άκρο της Ροδόπης και με κατεύθυνση Δ-Α περνάει από το Διδυμότειχο, λίγο πριν την συμβολή του στον Έβρο (Σαμσαρης, 2005).

Ο όρος Δέλτα χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Ηρόδοτο, στην προσπάθεια του να περιγράψει το σχήμα των αποθέσεων των εκβολών του ποταμού Νείλου. Σήμερα με τον όρο αυτό περιγράφονται οι γλωσσοειδείς ή ριπιοειδείς αποθέσεις υλικού που μεταφέρεται από τα ποτάμια και αποτίθεται μπροστά στους χώρους των εκβολών, στα ρηχά υδάτινων λεκανών. Για να δημιουργηθεί ένα Δέλτα πρέπει ο ρυθμός προσφοράς ιζήματος από το ποτάμι να είναι ταχύτερος από τον ρυθμό απομάκρυνσής του από τις θαλάσσιες διεργασίες. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία εντελώς νέων ξηρών σε βάρος της θάλασσας (Βουβαλίδης, 2002).

Ο σχηματισμός του Δέλτα του ποταμού Έβρου είναι αποτέλεσμα συνδυασμού πολλών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί είναι: η συμπεριφορά του ποταμού και οι τοπικές συνθήκες της λεκάνης απορροής, το είδος των πετρωμάτων, η τεκτονική τους καταπόνηση και το επιφανειακό ανάγλυφο στο χώρο της λεκάνης απορροής, η γενική τεκτονική κατάσταση της περιοχής δραστηριότητας του ποταμού και του χώρου που εκβάλλει, το κλίμα που επιδρά έμμεσα στο σχηματισμό του Δέλτα με τις βροχοπτώσεις, τους ανέμους, τη βλάστηση, τη θερμοκρασία και άλλους επί μέρους παράγοντες, οι παράκτιες συνθήκες και δραστηριότητες και τέλος οι επιφανειακές διεργασίες που κυριαρχούν στο χώρο των εκβολών.

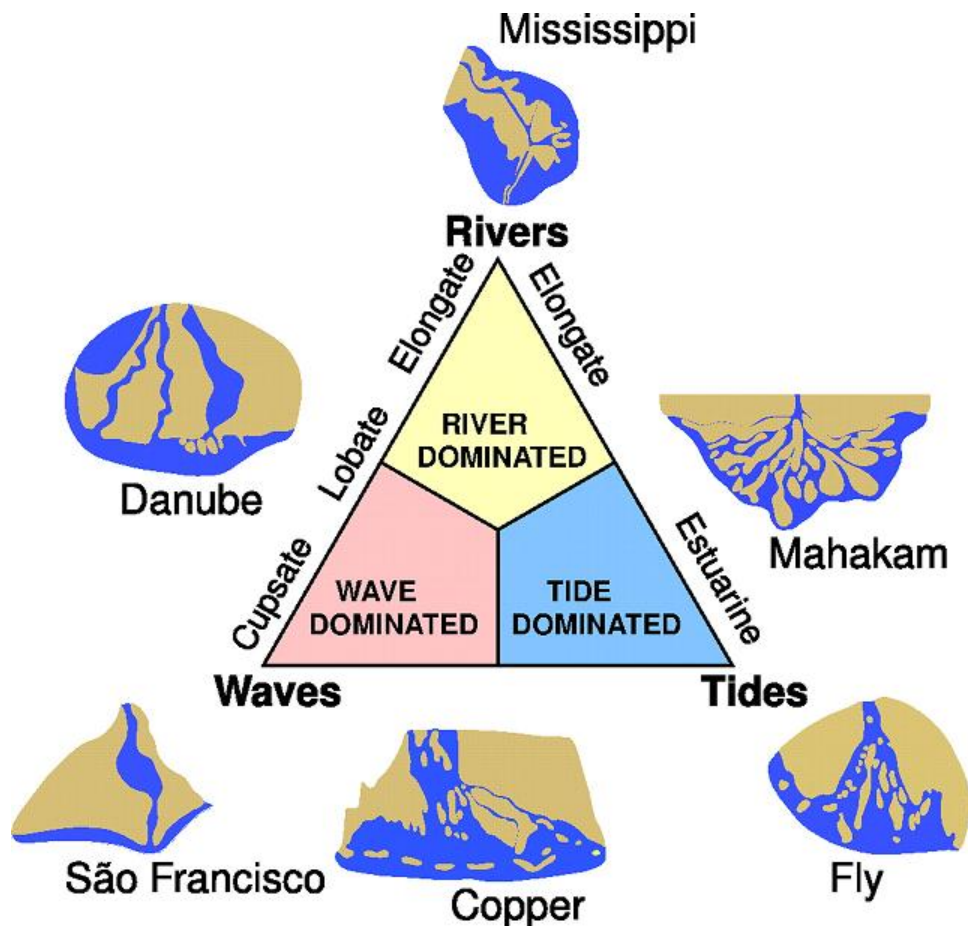
Η τελική μορφή των Δέλτα είναι αποτέλεσμα της δράσης του ποταμού δηλαδή της τροφοδοσίας με ιζήμα. Ο Galloway (1975) ταξινομήσε τα Δέλτα των ποταμών με βάση ποια διεργασία είναι κυρίαρχη και υπεύθυνη για την τελική τους διαμόρφωση, στους ακόλουθους τύπους (Σχήμα 4).

➤ Τύπος πέλματος πτηνού.

Οι κοίτες του μοιάζουν με δάχτυλα πτηνού με σαφή διαχωρισμό μεταξύ τους. Τα υλικά είναι ανάμεικτα και η ποτάμια τροφοδοσία πολύ σημαντική.

➤ Λοβοειδής τύπος.

Έχει τη μορφή λοβού με συμπαγή κεφαλή και δαντελωτό μέτωπο. Οι διακλαδώσεις των καναλιών είναι πολλές, αρχίζουν από την κεφαλή και καταλήγουν στο μέτωπο όπου αυξάνουν πλευρικά και σχηματίζουν λιμνοθάλασσες, φράγματα και κόλπους. Το υλικό είναι ανάμεικτο με επικράτηση του λεπτόκοκκου ενώ η ποτάμια τροφοδοσία και η κυματική δράση έχουν ίση επιρροή στην μορφολογική ανάπτυξη του Δέλτα.



Σχήμα 4. Τριγωνικό διάγραμμα ταξινόμησης των Δέλτα με βάση τις κυρίαρχες διεργασίες σχηματισμού τους (William Galloway, 1975).

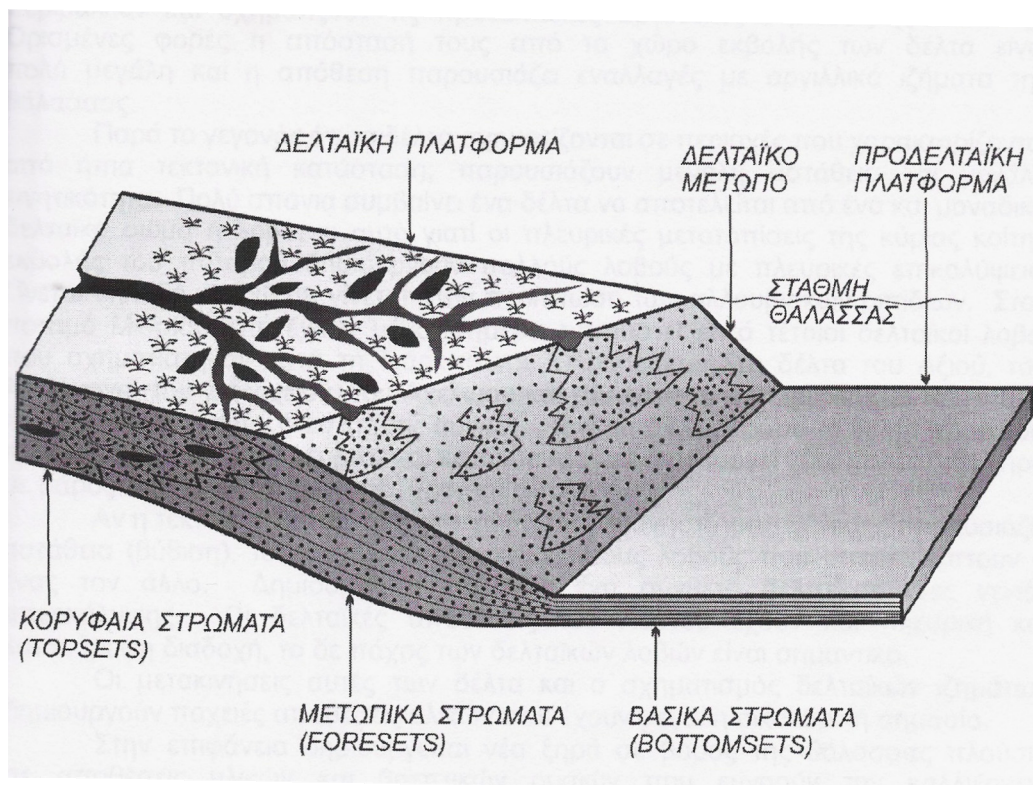
➤ Τοξοειδής τύπος.

Έχει τη μορφή τόξου με συμπαγή κεφαλή και μέτωπο που κλείνεται από εγκάρσια φράγματα. Οι διακλαδώσεις των καναλιών ξεκινούν από την κεφαλή αλλά δεν ξεπερνούν το μέτωπο στο οποίο η κυματική δράση κυριαρχεί. Αν τα κύματα προσπίπτουν κάθετα στο δελταϊκό μέτωπο προκύπτει ο κύριος τοξοειδής τύπος, ενώ αν προσπίπτουν πλάγια προκύπτει ο πλάγιος τοξοειδής τύπος.

➤ Ακτινωτός η ριπιδοειδής τύπος.

Έχει την μορφή βεντάλιας με ακτινωτή ανάπτυξη καναλιών, χονδροκλαστικό υλικό και απόλυτη εξάρτηση από την ποτάμια τροφοδοσία.

Έτσι το σχηματιζόμενο Δέλτα του ποταμού Έβρου της περιοχής μελέτης, είναι λοβοειδή τύπου. Η μορφολογία των ακτών είναι πολυσχιδής και υπάρχουν επιμήκεις αμμονησίδες. Η ανάπτυξη των σύγχρονων αποθέσεων στο Δέλτα του ποταμού Έβρου πραγματοποιείται κατά μήκος ενός άξονα με γενική διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΒΔ και φθάνει σε πλάτος τα 10 Km περίπου και σε έκταση τα 188 Km² (Ψιλοβίκος και Χαχαμίδου, 1987).



Σχήμα 5. Απεικόνιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός δέλτα, (Αλμπανάκης, 2006).

Το Δέλτα αποτελείται από δυο τμήματα, ένα επιφανειακό και ένα υποθαλάσσιο. Η έκταση των δυο τμημάτων είναι άνιση και διαφορετική για κάθε Δέλτα και εξαρτάται κυρίως από τις θαλάσσιες διεργασίες. Τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά των Δέλτα είναι η δελταϊκή πλατφόρμα, το δελταϊκό μέτωπο και η προδελταϊκή πλατφόρμα (Σχήμα 5). Η δελταϊκή πλατφόρμα αποτελεί το τμήμα που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Το δελταϊκό μέτωπο περιλαμβάνει την εκβολή, την ακτογραμμή και ένα μικρό μέρος του υποθαλάσσιου τμήματος. Το υποθαλάσσιο τμήμα ονομάζεται προδελταϊκή πλατφόρμα.

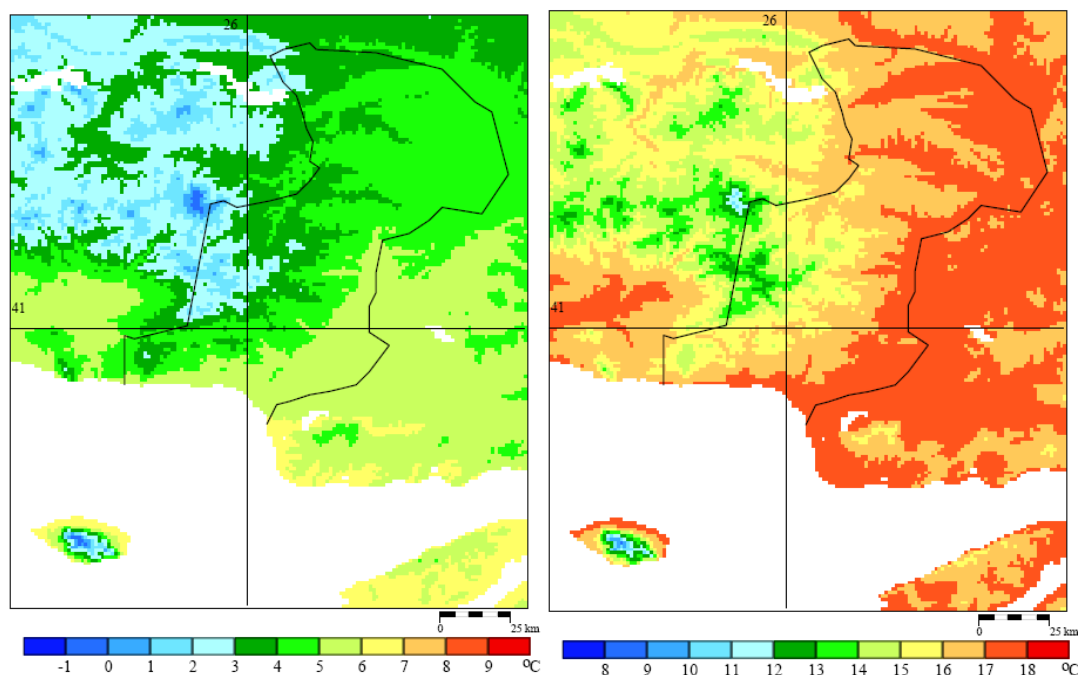
1.4 Κλιματικά στοιχεία

1.4.1 Γενικά

Η διαμόρφωση της γεωμορφολογίας μιας περιοχής είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις κλιματολογικές συνθήκες. Καθώς η δελταϊκή ανάπτυξη εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των μεταφερόμενων ιζημάτων με τη θάλασσα, η γνώση των κύριων κλιματικών συνθηκών είναι σημαντική. Λόγω της μεγάλης σπουδαιότητας του κλίματος στην συνέχεια θα αναλυθούν κλιματικά στοιχεία όπως η θερμοκρασία του αέρα, η σχετική υγρασία, ο άνεμος, η ηλιοφάνεια και ο υετός. Η ανάλυση του κλίματος της περιοχής του ποταμού Έβρου βασίζεται σε κλιματικούς χάρτες της περιόδου 1960-1990 (Ματζαράκης, 2006).

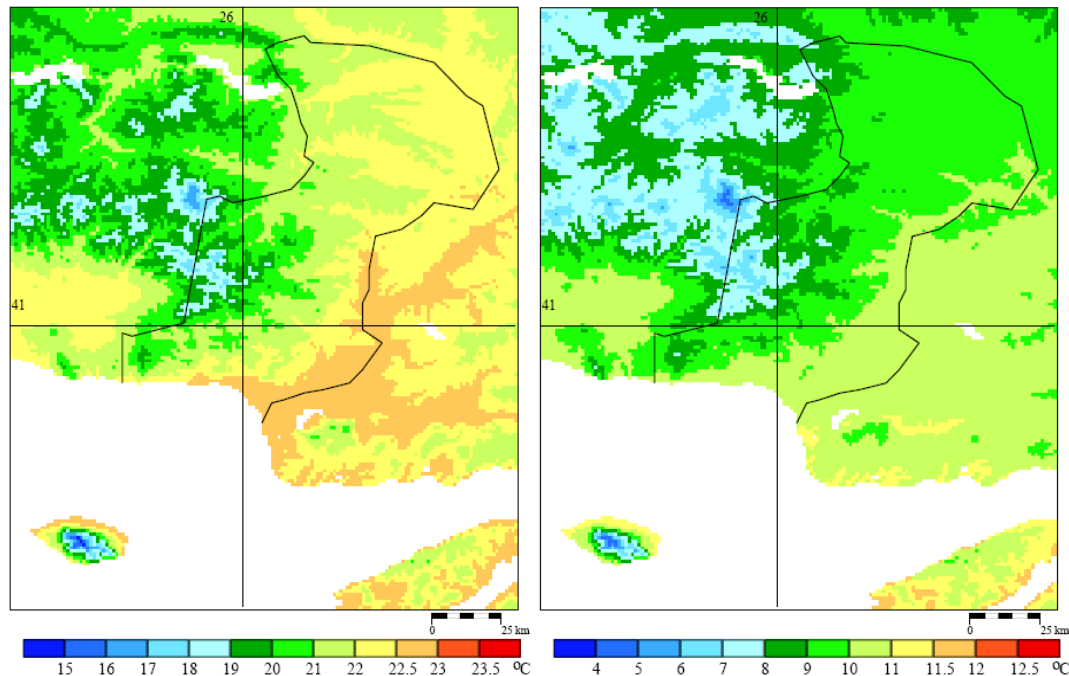
1.4.2 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία στην περιοχή του Έβρου κυμαίνεται από -1 έως 7 °C κατά τον χειμώνα όπου και παρατηρούνται οι χαμηλότερες θερμοκρασίες (Σχήμα 6 αριστερά). Την άνοιξη η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται από 12 έως 18 °C (Σχήμα 6 δεξιά).



Σχήμα 6. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η θερμοκρασία του αέρα κατά τον χειμώνα (αριστερά) και την άνοιξη (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).

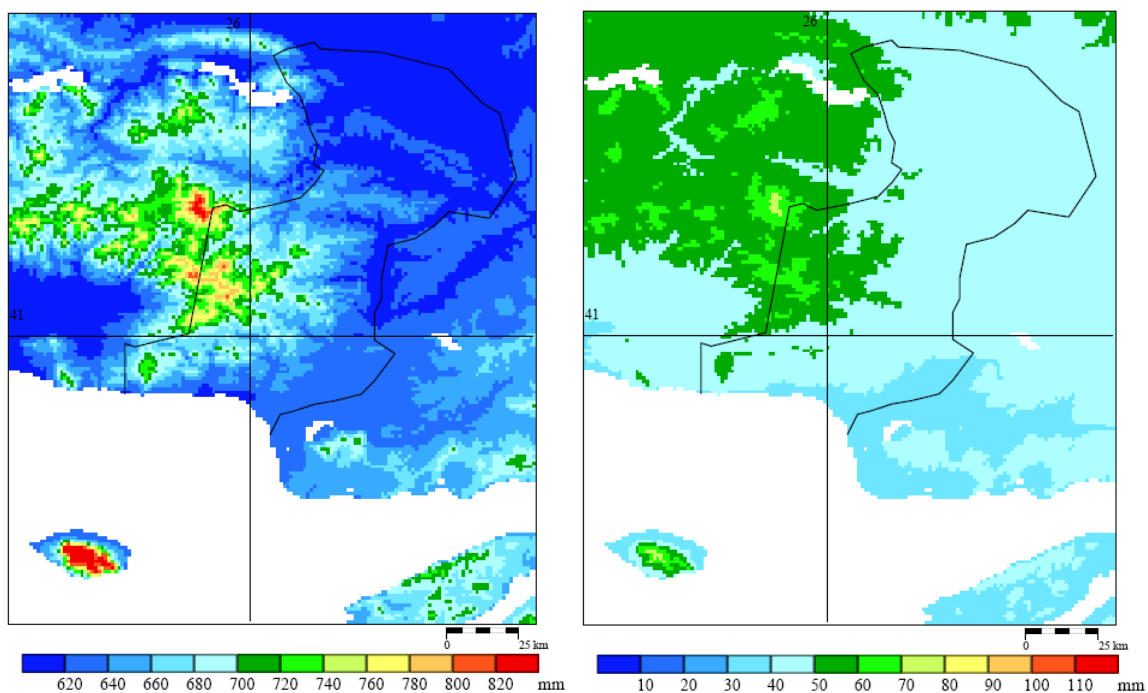
Το καλοκαίρι η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 18 και 23 °C (Σχήμα 7 αριστερά). Το φθινόπωρο οι θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 7 και 12 °C (Σχήμα 7 δεξιά).



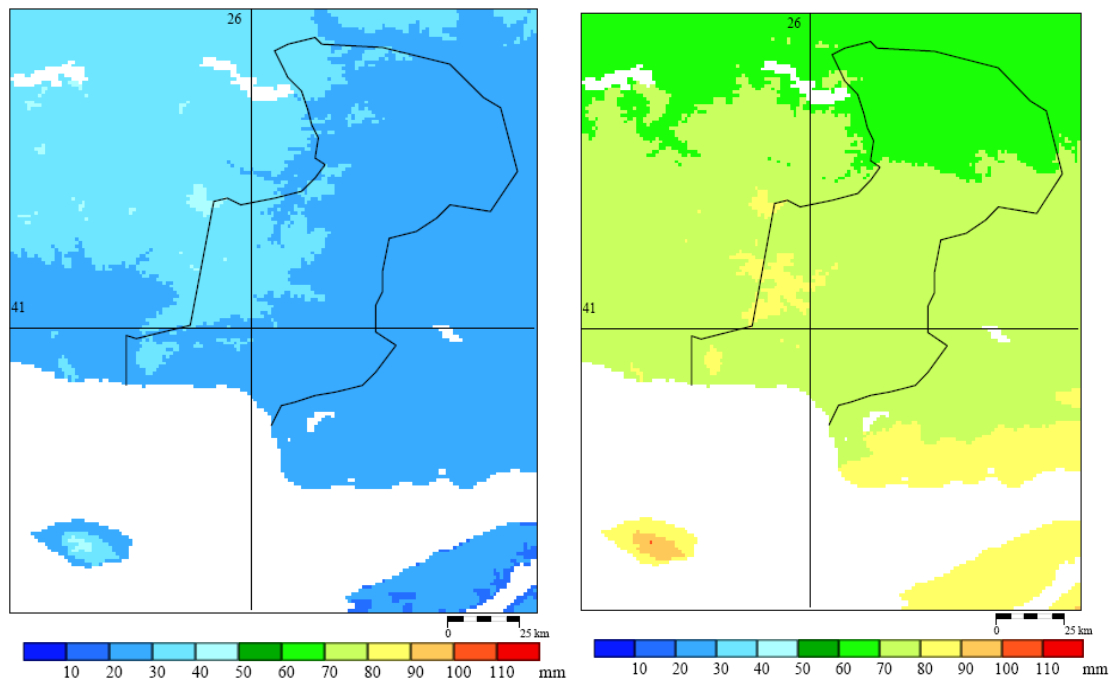
Σχήμα 7. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η θερμοκρασία του αέρα κατά το καλοκαίρι (αριστερά) και το φθινόπωρο (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).

1.4.3 Υετός

Οι μεγαλύτερες τιμές υετού σημειώνονται κατά τον χειμώνα και ανέρχονται γύρω στα 640 mm στα χαμηλά υψόμετρα (Σχήμα 8 αριστερά). Κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι οι τιμές του υετού είναι πολύ χαμηλές δηλαδή περίπου 30 mm (Σχήμα 8 δεξιά και σχήμα 9 αριστερά). Το φθινόπωρο το ποσό του υετού αυξάνεται και οι τιμές του ανέρχονται 90 mm (Σχήμα 9 δεξιά).



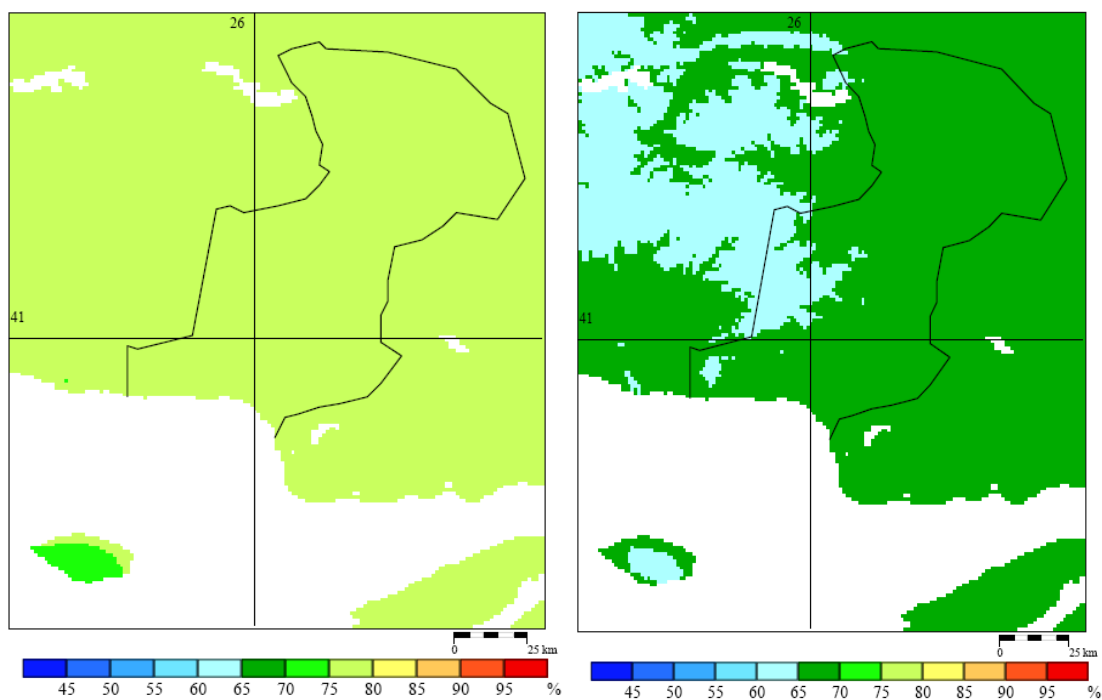
Σχήμα 8. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται ο νετός(σε mm) κατά τον χειμώνα (αριστερά) και την άνοιξη (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).



Σχήμα 9. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται ο νετός (σε mm) κατά το καλοκαίρι (αριστερά) και το φθινόπωρο (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).

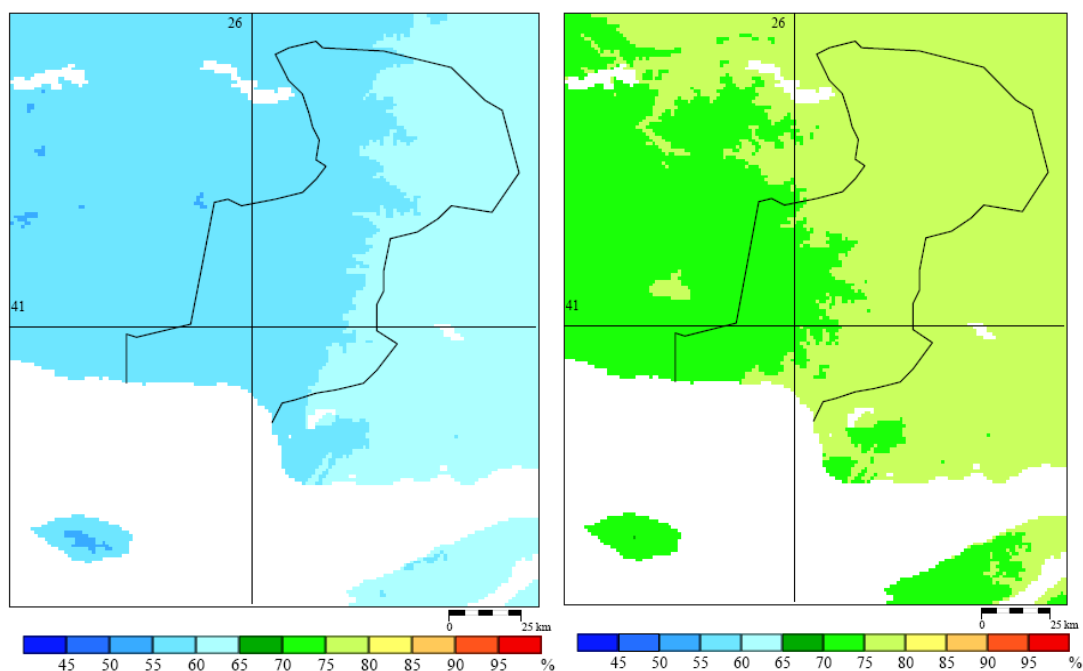
1.4.4 Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία στην περιοχή του Έβρου λαμβάνει τις υψηλότερες τιμές κατά την περίοδο του χειμώνα, με τιμές γύρω στα 80% (Σχήμα 10 αριστερά). Την άνοιξη η σχετική υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 65 και 70% (Σχήμα 10 δεξιά).



Σχήμα 10. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η σχετική υγρασία (σε ποσοστά %) κατά τον χειμώνα (αριστερά) και την άνοιξη (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).

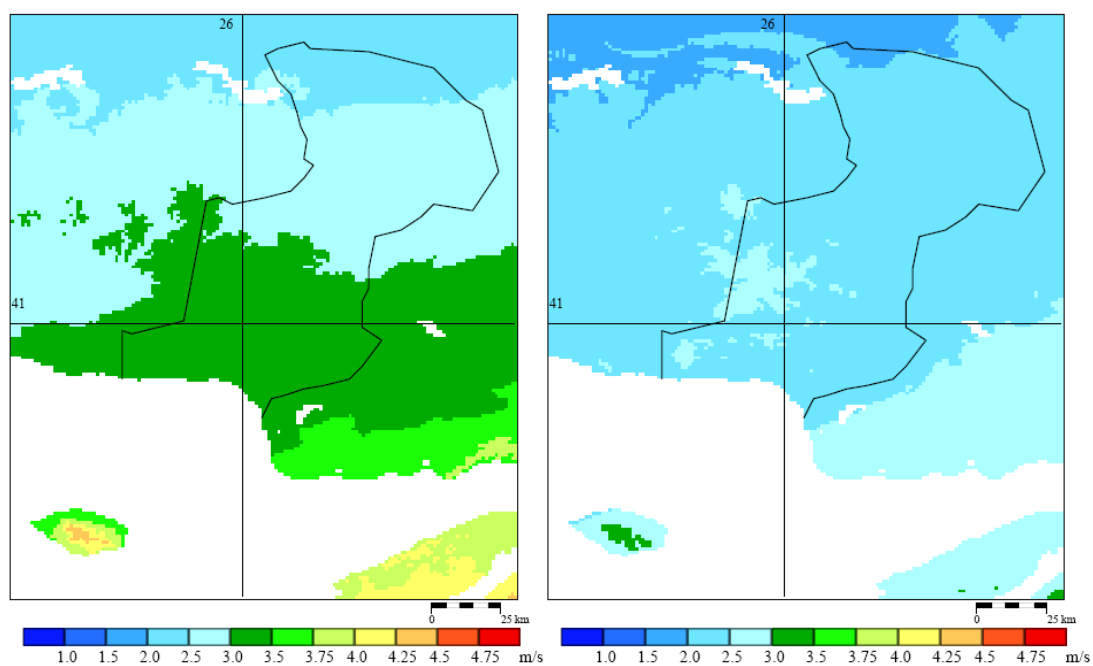
Το καλοκαίρι οι τιμές που παρουσιάζει είναι μεταξύ 50 και 65% (Σχήμα 11 αριστερά). Το φθινόπωρο η σχετική υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 75 και 80% (Σχήμα 11 δεξιά).



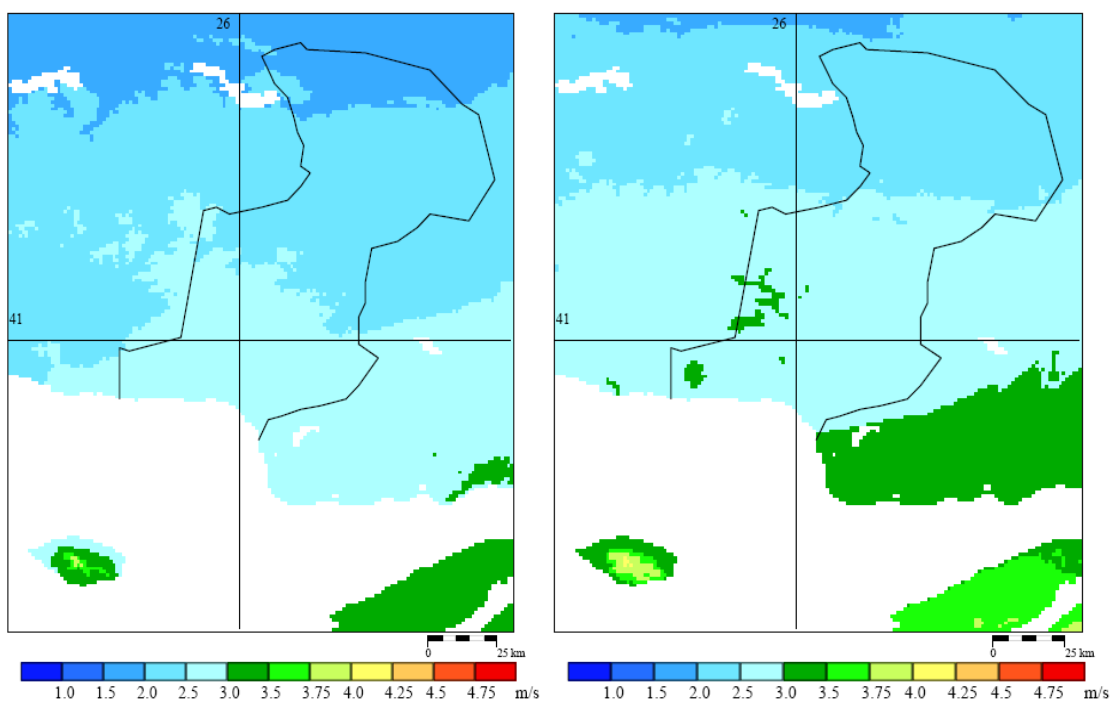
Σχήμα 11. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η σχετική υγρασία (σε ποσοστά %) κατά το καλοκαίρι (αριστερά) και το φθινόπωρο (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).

1.4.5 Άνεμος

Οι υψηλότερες τιμές ανέμου προκύπτουν κατά την περίοδο του χειμώνα όπου η ταχύτητα κυμαίνεται από 2,5 έως 4,25 m/s (Σχήμα 12 αριστερά). Την άνοιξη και το καλοκαίρι επικρατούν κυρίως ασθενείς άνεμοι (Σχήμα 12 δεξιά και σχήμα 13 αριστερά). Το φθινόπωρο οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου αυξάνονται και κυμαίνονται από 2,5 έως 3,5 m/s (Σχήμα 12 δεξιά).



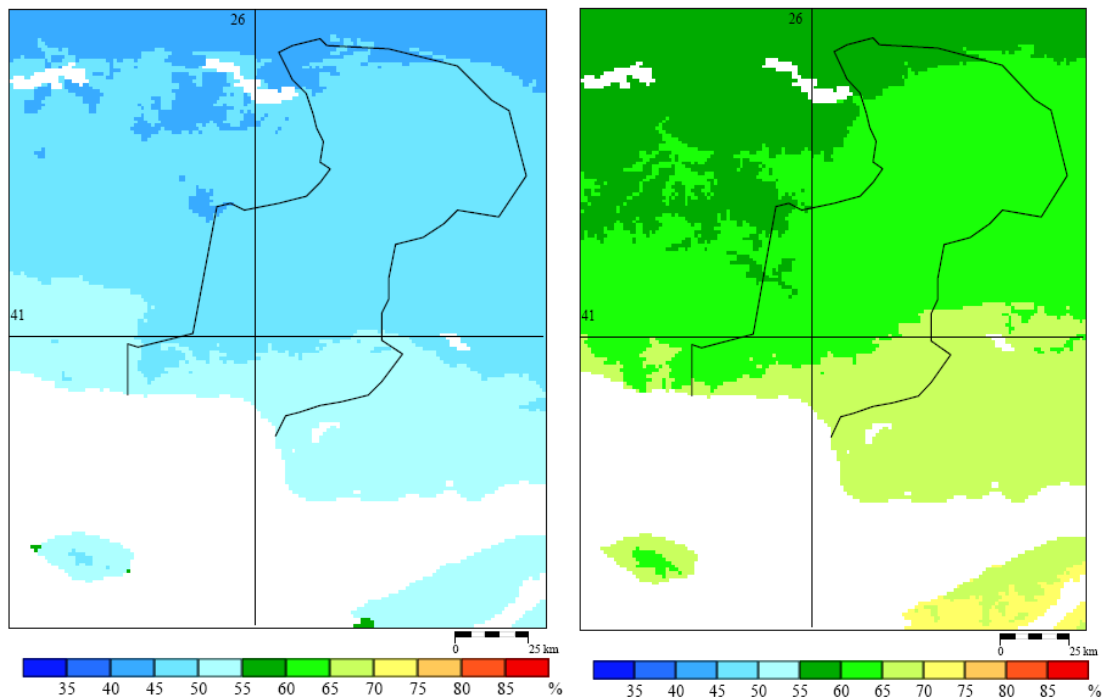
Σχήμα 12. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η ταχύτητα του ανέμου (σε m/s) κατά τον χειμώνα (αριστερά) και την άνοιξη (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).



Σχήμα 13. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η διεύθυνση του ανέμου (σε m/s) κατά το καλοκαίρι (αριστερά) και το φθινόπωρο (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).

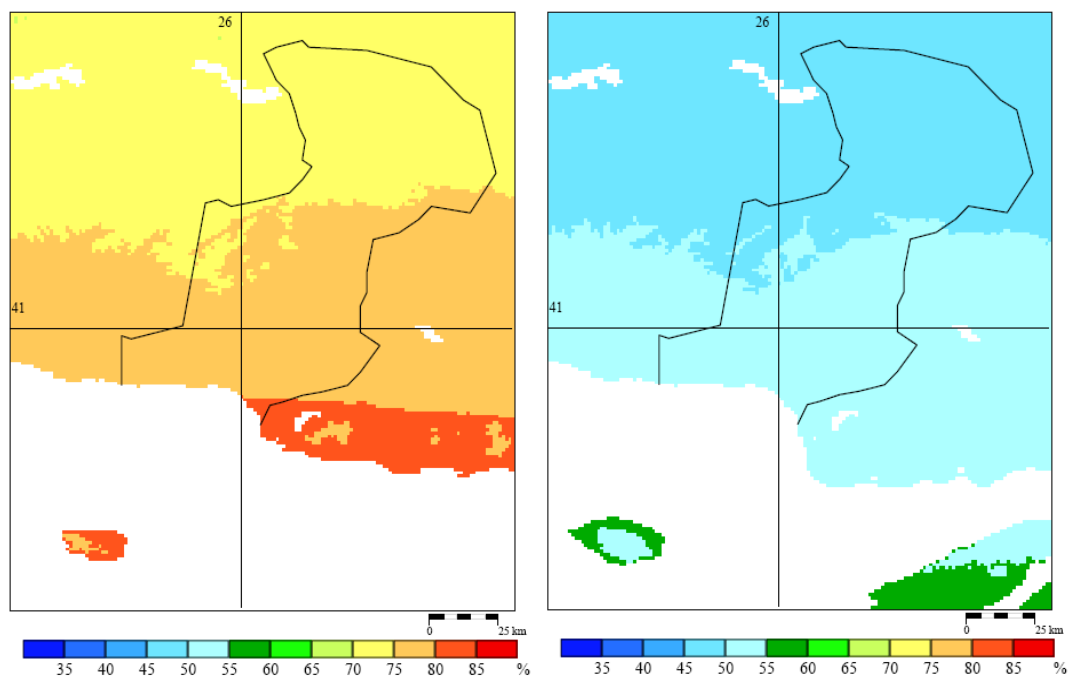
1.4.6 Ηλιοφάνεια

Η ηλιοφάνεια ανέρχεται κατά τον χειμώνα μεταξύ 40 και 55% (Σχήμα 14 αριστερά). Την άνοιξη οι τιμές αυξάνονται με τιμές μεταξύ 55 και 75% (Σχήμα 14 δεξιά). Το καλοκαίρι η ηλιοφάνεια έχει τις μεγαλύτερες τιμές μεταξύ 75 και 85% (Σχήμα 15 αριστερά).



Σχήμα 14. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η ηλιοφάνεια (σε ποσοστά %) κατά τον χειμώνα (αριστερά) και την άνοιξη (δεξιά), (Ματζαράκης, 2006).

Το φθινόπωρο οι τιμές της ηλιοφάνειας μειώνονται μεταξύ 45 και 55% (Σχήμα 15 δεξιά). Οι χαμηλές τιμές κατά τον χειμώνα και το φθινόπωρο οφείλονται στις μεγάλες τιμές της νέφωσης.



Σχήμα 15. Χάρτης της περιοχής του Έβρου όπου απεικονίζεται η ηλιοφάνεια (σε ποσοστά %) κατά το καλοκαίρι (αριστερά) και το φθινόπωρο (δεξιά) (Ματζαράκης, 2006).

1.5 Γεωλογικά στοιχεία

Από γεωλογική άποψη η περιοχή μελέτης ανήκει στη μεταλπική Τριτογενή αύλακα του Έβρου, που καταλαμβάνεται από μολασσικά ιζήματα τα οποία καλύπτουν ασύμφωνα τα προαλπικά και αλπικά πετρώματα της ευρύτερης περιοχής. Οι αποθέσεις στο Δέλτα του ποταμού Έβρου βρίσκονται τοποθετημένες πάνω στην Περιοδοπική ζώνη που στην περιοχή της Θράκης αντιπροσωπεύεται από τις ενότητες Μάκρης και Δρύμου-Μελίας.

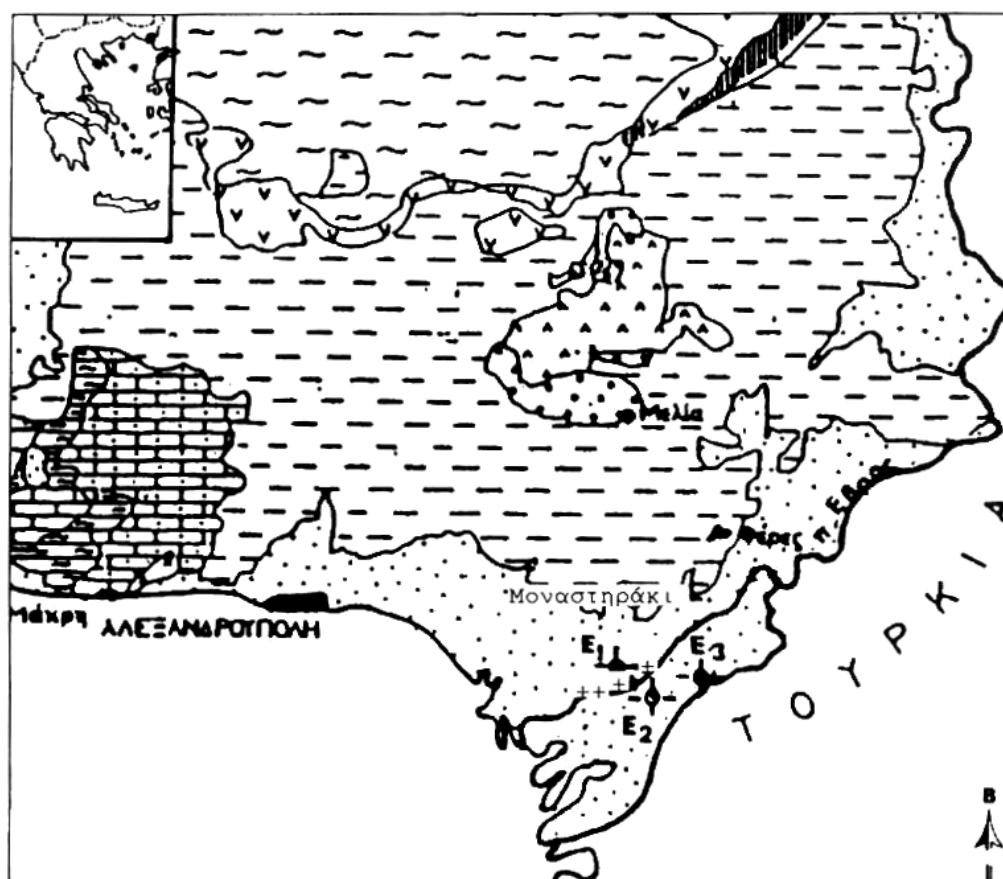
1. Ενότητα Μάκρης. Αποτελείται από την κατώτερη μετά-ιζηματογενή σειρά με ανθρακικούς κυρίως σχηματισμούς πάχους 300 m περίπου και από την ανώτερη μεταμορφωμένη ηφαιστειο-ιζηματογενή σειρά πρασινοσχιστόλιθων πάχους 200-300 m.

2. Ενότητα Δρύμου-Μελίας. Οι επικρατέστεροι πετρογραφικοί σχηματισμοί της ενότητας αυτής είναι οι αργιλικόι σχιστόλιθοι, αργιλικές βιτουμενούχες μάργες, χαλαζιακοί ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και πυροκλαστικά ιζήματα.

Σημαντικό χαρακτηριστικό για τη διαμόρφωση και εξέλιξη της περιοχής αποτελεί ο ποταμός Έβρος που εκβάλλει στο νοτιοανατολικό άκρο της λεκάνης. Στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής που καλύπτει μέρος της ανατολικής, κεντρικής, καθώς και όλη τη νότια Βουλγαρία, επικρατούν: α) Προκάμβρια και παλαιοζωικά πετρώματα γρανιτικής ή γρανοδιοριτικής σύστασης εναλλασσόμενα με μοσχοβιτικούς-βιοτιτικούς γνεύσιους, β) Κρητιδικός ασβεστιτικός φλύσχος, γ) Ηωκαινικά πυριγενή και ιζηματογενή πετρώματα, δ) Νεογενή ιζήματα χερσαίας προέλευσης και ε) Ολοκαινικά πυροκλαστικά πετρώματα.

Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής επικρατούν: α) Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα που καταλαμβάνουν το κεντρικό τμήμα της ανατολικής Θράκης, β) σημαντικές εμφανίσεις φλύσχη τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο τμήμα της, γ) μικρής έκτασης εμφανίσεις ανθρακικών πετρωμάτων στο βόρειο τμήμα και δ) όξινα πυριτικά πετρώματα στο βόρειο και βορειοανατολικό τμήμα της ανατολικής Θράκης.

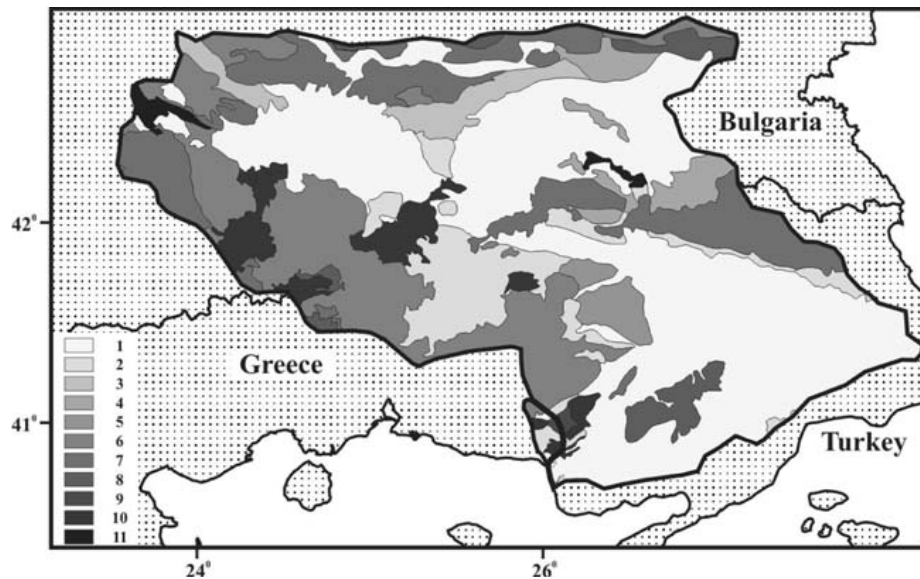
Το νοτιοδυτικό και το νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής που καλύπτει τμήμα της ελληνικής Θράκης περιλαμβάνει: α) τις σημαντικές αποθέσεις ζεολίθων στις περιοχές Μεταξάδων-Πενταλόφου, β) ανθρακικά πετρώματα τους σχιστόλιθους και τους χαλαζίες της ενότητας Μάκρης, γ) τους σχιστόλιθους, ψαμμίτες, μάργες και πυροκλαστικά της ενότητας Δρυμού-Μελίας και δ) τις αλλουβιακές προσχώσεις του Δέλτα του Έβρου (Τσιραμπίδης, 1998).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Τεταρτογενές αδιαίρετο	ΜΑΖΑ ΡΟΔΟΠΗΣ	
	Τριτογενές σύστημα		Ενότητα Αμφιβολιτών - Σερπεντινιτών
ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ: ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΡΥΜΟΥ - ΜΕΛΙΑΣ			Μεταμορφωμένα βασικά & υπερβασικά πετρώματα
	Μεταϊζηματογενή πετρώματα		Κρυσταλλικό υπόβαθρο
	Μεταφαισιτίτες & μεταπυροκλαστικά		Γεωτρήσεις
ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΚΡΗΣ			0 — 5 km
	Πρασινοσχιστόλιθοι		
	Γάββροι, μεταγάββροι & σερπεντινίτες		
	Μεταϊζηματογενή πετρώματα		
	Ενότητα Μάκρης αδιαίρετη		

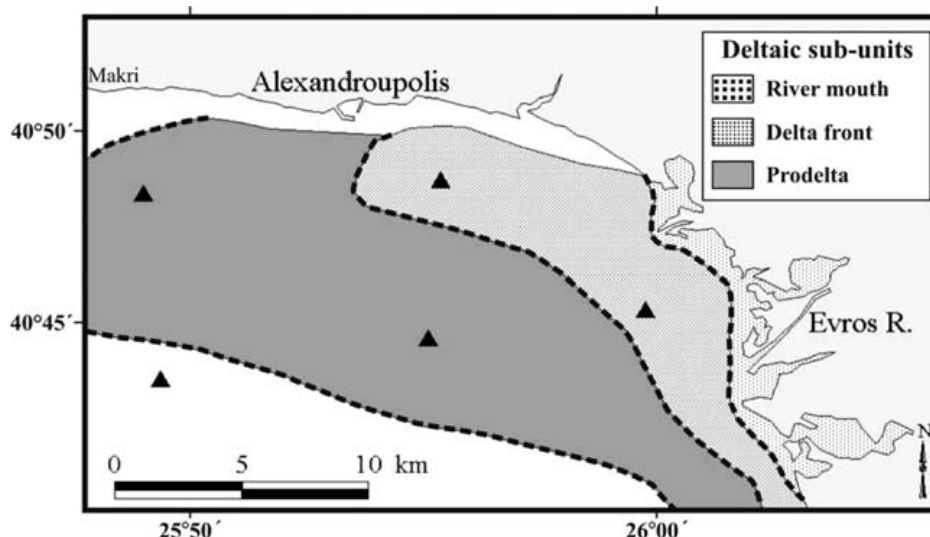
Σχήμα 16. Γεωλογικό σκαρίφημα της περιοχής στο δέλτα του ποταμού Έβρου (Μαγκανάς, 1988).



Σχήμα 17. Απλουστευμένος γεωλογικός χάρτης της λεκάνης του ποταμού Έβρου. 1-Ποτάμια ιζήματα, 2-Ψαμμίτες, 3-Ιζήματα προερχόμενα από αποσάθρωση με ενστρώσεις ηφαιστειακών υλικών, 4-Τριαδικοί σχιστόλιθοι, ασβεστίτες, δολομίτες και μάρμαρα, 5-Πλειο-πλειστοκαινικά ιζήματα, 6-Προκαμβρικά κρυσταλλοσχιτώδη πετρώματα και μιγματίτες, 7-Γρανίτες και διορίτες, 8-Φλύχης, 9-Υπερβασικά πετρώματα, 10-Ηφαιστειακά-πυροκλαστικά πετρώματα και 11-Πλουτωνικά πετρώματα (Pehlivanoglou, 1995).

1.6 Ιζηματογενείς διεργασίες στο Δέλτα του ποταμού Έβρου

Το ανώτερο τμήμα του υποθαλάσσιου δέλτα χαρακτηρίζεται από τρία ευδιάκριτα τμήματα αποθέσεων: α) τα ιζήματα της εκβολής του ποταμού χαρακτηρίζονται από αυξανόμενα ποσά άμμου ποτάμιας προέλευσης, β) το μέτωπο του δέλτα που αποτελείται από ιλύ που καλύπτει μια εκτεταμένη υποθαλάσσια περιοχή με το βάθος του νερού είναι πάνω από 18m και γ) τα ιζήματα του προδέλτα που αποτελούνται από λεπτόκοκκα ποτάμια ιζήματα τα οποία προέρχονται από υπολειμματική άμμο. Ο κύριος άξονας της δελταϊκής ανάπτυξης έχει κατεύθυνση Α-Δ, με τα ποτάμια ιζήματα των εκβολών να καλύπτουν μια ζώνη κοντά στην ακτή (νερού βάθους <5m). Τα ιζήματα του μετώπου του Δέλτα καλύπτουν ένα μεγάλο τμήμα του κόλπου, ενώ τα προδελταϊκά ιζήματα εκτείνονται στο κεντρικό και δυτικό τμήμα του κόλπου. Ο άξονας ανάπτυξης του σύγχρονου δέλτα δεν συμπίπτει με την προς τα νότια κατεύθυνση του κύριου ποτάμιου καναλιού στην αρχή της δελταϊκής πεδιάδας, αλλά είναι στραμμένος προς τα δυτικά. Στην περίπτωση αυτή η παλιά και η καινούργια εκβολή του ποταμού είναι αποτέλεσμα της διαμόρφωσης της ακτογραμμής στον κόλπο (Kapsimalis et al., 2007).



Σχήμα 18. Τμήματα ιζηματογενών αποθέσεων του Δέλτα του ποταμού Έβρου. Οι διακεκομμένες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα όρια ανάμεσα στα τμήματα των εκβολών του ποταμού Έβρου, του δελταϊκού μετώπου και του προδέλτα (Kapsimalis et al., 2007).

Η πλειοψηφία των χονδρόκοκκων ιζημάτων είναι κυρίως παγιδευμένη στην δελταϊκή πεδιάδα και μόνο ένα μικρό ποσό από αυτά αποτίθεται μπροστά από την εκβολή του ποταμού, σχηματίζοντας τα κορυφαία στρώματα. Μερικές φορές, λεπτόκοκκη άμμος δραπετεύει στην ανοιχτή θάλασσα κάτω από συγκεκριμένες καταστάσεις όπως είναι οι πλημμύρες ποταμών και ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα.

Τα λεπτόκοκκα ιζήματα από ποτάμια πηγή επικρατούν στο μέτωπο του δέλτα και στα προδελταϊκά στρώματα του δέλτα του ποταμού Έβρου. Τα κύρια αίτια τα οποία ελέγχουν την κατανομή των ιζημάτων είναι το μέγεθος των κόκκων, η ορυκτολογία και το υδροδυναμικό σύστημα του κόλπου.

Η εκτέλεση έργων στο δέλτα σε συνδυασμό με την γεωργία προκάλεσε αλλαγές στο υδροδυναμικό καθεστώς του ποταμού. Αυτό προκάλεσε όχι μόνο την αλμυρότητα των επιφανειακών και υπογείων υδάτων της νότιας δελταϊκής πεδιάδας (Angelidis & Athanasiadis, 1995) αλλά και αλλαγές στην μεταφορά και απόθεση των ποτάμιων ιζημάτων. Στις μέρες μας, η εκφόρτιση του ποταμού γίνεται μέσω δυο τεχνητών καναλιών ενώ στο παρελθόν γινόταν διαμέσου ενός κυρίως καναλιού και πολλών άλλων, οι οποίοι πιθανόν λειτουργούσαν στις περιόδους πλημμυρών. Αυτό το είδος της ανάκτησης δεν επιτρέπει τα ιζήματα να παγιδεύονται στη δελταϊκή πεδιάδα και εμπλουτίζει την μεταφορά των ιζημάτων στα παράκτια νερά. Το σχήμα του τμήματος του Δέλτα προς τη θάλασσα αλλάζει γρήγορα ως αποτέλεσμα της βαθμιαίας αύξησης των ποτάμιων ιζημάτων.

1.7 Περιβαλλοντικά στοιχεία

Το Δέλτα του ποταμού Έβρου αποτελεί ένα υγροτοπικό σύστημα με συγκεντρώσεις επιφανειακού νερού με μικρό βάθος και ιδιαίτερες υδρολογικές συνθήκες. Η πιο σημαντική παράμετρος των υγροτόπων είναι το μικρό τους βάθος διότι επιτρέπει την ανάπτυξη του βιόκοσμου και δίνει τη δυνατότητα στη φύση να προωθήσει τις φυσικές εξελικτικές διεργασίες στο μέγιστο βαθμό (Ψιλοβίκος, 2003).

Η ευνοϊκή γεωγραφική θέση του Δέλτα σε σχέση με τους άξονες μετανάστευσης των πουλιών, το σχετικά ήπιο κλίμα, καθώς και τις δυσπρόσιτες για τον άνθρωπο περιοχές είναι οι καθοριστικοί παράγοντες οι οποίοι δημιούργησαν τις ιδανικές συνθήκες για την εγκατάσταση μεγάλης ποικιλίας πανίδας. Συγκεκριμένα έχουν καταγραφεί 46 είδη ψαριών, 7 είδη αμφιβίων, 21 είδη ερπετών και περισσότερα από 40 είδη θηλαστικών. Η σημαντικότερη πανίδα είναι η ορνιθοπανίδα διότι περιλαμβάνει 304 είδη πουλιών από τα 422 του ελλαδικού χώρου. Επίσης σημαντική είναι η χλωρίδα της περιοχής, όπου καταγράφονται περίπου 300 είδη φυτών σύμφωνα με έρευνες του Μπαμπαλώνα (1979,1981).

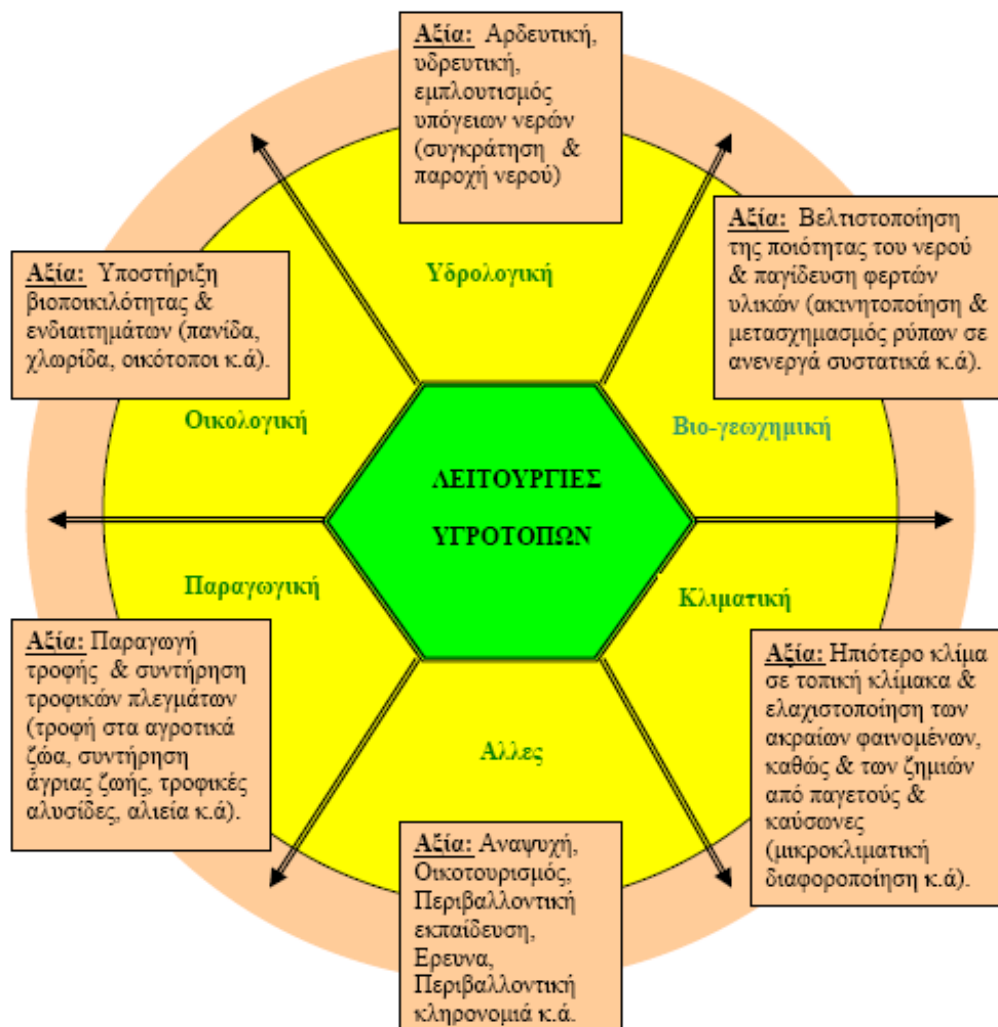


Σχήμα 19. Ο υγρότοπος του Δέλτα του ποταμού Έβρου.

Σε παγκόσμιο επίπεδο κατά τη διάρκεια των τελευταίων 150 ετών είχε θεωρηθεί ότι οι υγρότοποι καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις παραγωγικής γης και επίσης ήταν συνυφασμένοι με αρρώστιες όπως η ελονοσία, η φυματίωση, ο τύφος και άλλες που εκείνες τις περιόδους

αποδεκάτιζαν πληθυσμούς. Επιπλέον μετά από τους πολέμους εκατομμύρια πρόσφυγες βρέθηκαν στην Ελλάδα και ήταν αναγκαία η αποκατάσταση τους από το ελληνικό κράτος, αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αποξήρανση και αποστράγγιση των υγροτόπων στις πεδινές περιοχές της χώρας. Σήμερα το 63,4% των φυσικών υγροτόπων της Ελλάδας έχει αφανιστεί λόγω ανθρώπινων επεμβάσεων και το υπόλοιπο 36,6%, το οποίο έχει απομείνει υφίσταται συνεχείς πιέσεις (Ψιλοβίκος, 2003).

Τελευταία, όμως αναγνωρίζεται ότι οι υγρότοποι αποτελούν οικοσυστήματα ανυπολόγιστης αξίας, λόγω των βασικών λειτουργιών τους, από τις οποίες απορρέουν σημαντικές αξίες (Σχήμα 6).



Σχήμα 20. Οι σημαντικότερες λειτουργίες και αξίες των υγροτόπων (Zalewski et al., 2000, Novitzski et al., 2000, Grilas et al., 2004, Kousouris, 2004).

Ο υγρότοπος του Δέλτα του Έβρου έχει μεγάλη οικολογική αξία και προστατεύεται τόσο από Εθνική όσο και από Ευρωπαϊκή και διεθνή νομοθεσία. Η Ελλάδα έχει εντάξει στη

δική της νομοθεσία μια σειρά από διεθνείς συμβάσεις και κοινοτικές οδηγίες για την προστασία της φύσης, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- Διεθνής Σύμβαση Ραμσάρ για τους υγροτόπους διεθνούς σημασίας ειδικά ως βιοτόπους των υδρόβιων πουλιών.
- Σύμβαση της Βαρκελώνης για την προστασία της Μεσογείου από την ρύπανση.
- Σύμβαση της Βέρνης για τη διατήρηση της Ευρωπαϊκής Άγριας Ζωής και των φυσικών βιοτόπων.
- Σύμβαση της Βόννης για την διατήρηση των μεταναστευτικών ειδών αγρίων ζώων.
- Κοινοτική οδηγία 79/409/ΕΟΚ για την διατήρηση των άγριων πουλιών.
- Κοινοτική οδηγία 92/43/ΕΕ για την διατήρηση των φυσικών οικοτόπων, της άγριας πανίδας και της αυτοφυσικής χλωρίδας (Natura 2000).

Ήδη από τη δεκαετία του 1970 απαγορεύτηκε η αποξήρανση νέων εκτάσεων και αποφασίστηκε η προστασία της περιοχής και του εναπομείναντος φυσικού βιοτόπου στο Δέλτα του Έβρου. Σήμερα το Δέλτα του Έβρου:

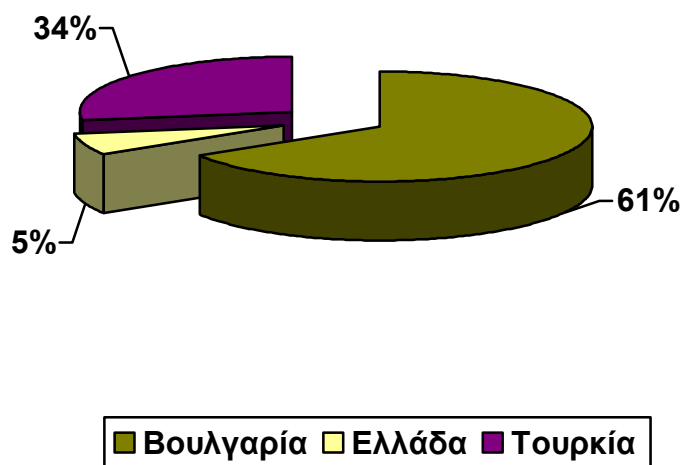
- Συμπεριλαμβάνεται στους 11 υγροτόπους που υπέδειξε η Ελλάδα για την ένταξή τους στη Σύμβαση Ραμσάρ (η οποία και επικυρώθηκε με το Ν.Δ. 191/1974).
- Είναι Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ-SPA) σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ για την προστασία των πουλιών και των βιοτόπων τους.
- Είναι προτεινόμενος Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (πΤΚΣ-pSCI) σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΕ για την διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας χλωρίδας και πανίδας (Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000).
- Τμήμα του υγρότοπου συνολικής έκτασης 69.000 στρεμμάτων είναι καταφύγιο θηραμάτων (ΦΕΚ 674/Β/91).
- Σύμφωνα με το Νόμο 3044 (ΦΕΚ 197/Α/27-08-2002), άρθρο 13, συστήνονται 25 Φορείς Διαχείρισης (ΦΔ) προστατευόμενων περιοχών, ένας εκ των οποίων είναι ο Φορέας Διαχείρισης Δέλτα Έβρου.
- Με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμού οίκοθεν 125188/361 (ΦΕΚ126/Β/07-02-2003) καθορίζεται ο αριθμός μελών του 1ου Διοικητικού Συμβουλίου του Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Δέλτα Έβρου, που θα συνεδριάζουν με έδρα το δήμο Τραϊανούπολης.
- Με την Υπουργική Απόφαση 43716 του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε συγκροτείται το 2ο Διοικητικό Συμβούλιο του Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Δέλτα Έβρου (ΦΕΚ: 65/7-11-2006)

- Προστατεύεται από εθνική νομοθεσία με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (Κ.Υ.Α. 4110/2007 ΦΕΚ 102/Δ/16-03-2007) η οποία περιλαμβάνει μέτρα για την προστασία των υγροτόπων και των φυσικών σχηματισμών στις εκβολές του ποταμού Έβρου και της ευρύτερης περιοχής τους.

Η Έδρα της UNESCO / Διεθνές Δίκτυο Κέντρων Υδάτων - Περιβάλλοντος για τα Βαλκάνια κήρυξε την λεκάνη του ποταμού Έβρου ως μια από τις πιο σημαντικές διασυνοριακές λεκάνες στα Βαλκάνια αλλά δεν έχει ληφθεί κάποιο αποτελεσματικό μέτρο για την διαχείριση των υδάτινων πόρων. Μεγάλα προβλήματα δημιουργούνται λόγω έλλειψης συντονισμού και επικοινωνίας των αρχών σε εθνικό και τοπικό επίπεδο.

1.8 Κοινωνικό-οικονομικά στοιχεία

Η λεκάνη του ποταμού Έβρου φιλοξενεί συνολικά 2,9 εκατομμύρια ανθρώπους από τους οποίους, 1,76 εκατομμύρια μένουν στη Βουλγαρία (61%), 0,99 εκατομμύρια μένουν στη Τουρκία (34%) και 0,13 εκατομμύρια μένουν στην Ελλάδα (5%) (Σχήμα 21). Οι πόλεις της Βουλγαρίας που βρίσκονται στη λεκάνη του Έβρου είναι: η Στάρα Ζαγόρα (156,000 κατοίκους), το Χάσκοβο (87,610 κατοίκους), Πάζαρντζικ (86,100 κατοίκους), Ντιμίτροβγκράντ (49,745 κατοίκους). Μερικές από τις πόλεις της Τουρκίας είναι: το Εντίντε (134,400 κατοίκους), το Λαλά Πασά (10,800 κατοίκους), το Ουζούν Κιοπρού (76,100), το Λουλέ Μπουργκάζ (111,400), το Κορλού (154,600). Τέλος οι πόλεις της Ελλάδας είναι η Ορεστιάδα (14,700 κατοίκους), το Διδυμότειχο (8,600), και το Σουφλί (5,600 κατοίκους) (Kapsimalis et al., 2007).



Σχήμα 21. Ποσοστιαίο γράφημα της κατανομής πληθυσμού στη λεκάνη του ποταμού Έβρου, όπως κατανέμεται στις τρεις χώρες.

Οι κυριότερες χρήσεις γης, στο βουλγαρικό τμήμα της λεκάνης του ποταμού Έβρου, περιλαμβάνουν τη καλλιέργεια δημητριακών, καπνού και λαχανικών, καθώς επίσης δάση, ορυχεία και χώρους βόσκησης για την κτηνοτροφία.. Το τούρκικο τμήμα, το μισό περίπου χρησιμοποιείται για τη καλλιέργεια σίτου, ηλίανθου, ρυζιού, ζαχαροκάλαμου, καλαμποκιού, φασολιού, καρπουζιού και πεπονιού. Επιπρόσθετα στο τουρκικό τμήμα υπάρχουν βιομηχανικές και εμπορικές μονάδες. Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι υγρότοποι του Τουρκικού τμήματος του δέλτα του ποταμού Έβρου. Στο Ελληνικό τμήμα, ειδικά στην δελταϊκή πεδιάδα,

οι αγροτικές δραστηριότητες, η βόσκηση και το κυνήγι είναι οι πιο αξιοσημείωτες δραστηριότητες.

Η ανθρώπινη επέμβαση στο οικοσύστημα του ποταμού Έβρου δεν ήταν σημαντική μέχρι τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, το γεγονός αυτό αποδεικνύεται από τις μικρές μορφολογικές αλλαγές στην δελταϊκή πεδιάδα. Κατά τη περίοδο αυτή, η αλλουβιακή πεδιάδα και η περιοχή του δέλτα χρησιμοποιήθηκαν από τις τοπικές κοινωνίες κυρίως για τη βόσκηση και τις αγροτικές δραστηριότητες. Από το 1950, η κατάσταση άλλαξε δραματικά, εξαιτίας της κατασκευής και λειτουργίας 27 φραγμάτων και 10 δευτερευόντων δεξαμενών κατά μήκος του ποταμού. Σήμερα υπάρχουν 18 σημαντικά και 10 μικρότερα φράγματα σε λειτουργία στη Βουλγαρία, 8 φράγματα και 59 δεξαμενές για άρδευση στη Τουρκία και ένα φράγμα άρδευσης στην Ελλάδα (Κυπρίνος). Η λειτουργία των φραγμάτων σε συνδυασμό με τις αυξανόμενες ανάγκες πόσιμου νερού για άρδευση και ύδρευση οδήγησαν στη μείωση του ποταμίσιου νερού.

2. Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας

Η αλλαγή της στάθμης της θάλασσας επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι οι γεωολογικοί, οι γεωμορφολογικοί, οι μετεωρολογικοί, οι ωκεανογραφικοί, ακόμα και οι αστρονομικοί (Παυλόπουλος, 2007, Θεοδωρακοπούλου, 2009).

Οι διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας μπορούν να προκληθούν από τις ανοδικές μετατοπίσεις ή τις καθιζήσεις μέρους του φλοιού της γης που οφείλονται σε ποικίλα αίτια, όπως οι τεκτονικές και οι ευστατικές κινήσεις. Επιπλέον, διακυμάνσεις μπορεί να προκαλέσει η διαδικασία διάβρωσης και απόθεσης ιζημάτων στην επιφάνεια της γης, αλλά και η θαλάσσια διάβρωση. Ακόμη, οι μεταβολές της μάζας των ωκεάνιων υδάτων και τα θαλάσσια ρεύματα ασκούν επίσης κάποια επίδραση. Επιπλέον, θα πρέπει να αναφέρουμε και τις κλιματικές αλλαγές γενικά, καθώς και τις αλλαγές της ατμοσφαιρικής πίεσης και την επίδραση των ανέμων. Τέλος, δεν πρέπει να ξεχνάμε και τον ανθρώπινο παράγοντα, ο οποίος με τις επεμβάσεις του συντελεί επίσης στην αλλαγή της θαλάσσιας στάθμης (Pirazzoli, 1991).

Κατά την διάρκεια των Παγετώνων, τεράστιες υδάτινες μάζες δεσμεύονται στους πάγους, ενώ απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια των θερμών μεσοσταδίων, κατά τις Μεσοπαγετώδεις περιόδους. Το φαινόμενο αυτό έχει ως αποτέλεσμα την διακύμανση της στάθμης της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο. Συγκεκριμένα, παρατηρείται πτώση της στάθμης κατά την περίοδο των Παγετώνων και άνοδος κατά τις Μεσοπαγετώδεις περιόδους.

Στα τέλη της τελευταίας Παγετώδους περιόδου η συγκέντρωση πάγων στις ηπείρους μείωσε σημαντικά την ποσότητα των θαλάσσιων υδάτων, πράγμα που είχε ως αποτέλεσμα την ταπείνωση της στάθμης της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο για περισσότερο από 100m κατά μέσο όρο, αποκαλύπτοντας με τον τρόπο αυτό το μεγαλύτερο μέρος των υφαλοκρηπίδων.

Με το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου και την υποχώρηση των παγετώνων, η στάθμη της θάλασσας ανέβαινε με γρήγορο ρυθμό, 12mm/y περίπου μέχρι και 6000BP και στη συνέχεια ο ρυθμός ανύψωσης ελαττώθηκε στα 2mm/y περίπου (Lambeck 1996).

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, καθώς η θάλασσα ανέβηκε απότομα περίπου 100m, σταδιακά κάλυψε μεγάλη έκταση της ξηράς και οι ακτογραμμές μετατοπίστηκαν σημαντικά προς το εσωτερικό, ενώ οι πληθυσμοί που ήταν εγκατεστημένοι στις ακτές, αφού οι οικισμοί τους καταποντίστηκαν, αποτραβήχτηκαν στα ενδότερα. Είναι πολύ πιθανό ο μύθος του Κατακλυσμού να απηχεί το κοσμογονικό γεγονός (Pirazzoli 1991, Van Andel et al. 1982, Lambeck 1996, Θεοδώρου 1996).

Υπολογίζεται ότι κατά τα τέλη της τελευταίας Παγετώδους περιόδου, περίπου πριν 18.000 χρόνια, η θαλάσσια στάθμη κυμάνθηκε ανάμεσα στα -115 και τα -135m χαμηλότερα από το σημερινό επίπεδο, ενώ στις αρχές του Ολοκαίνου, πριν από 10.000 χρόνια, κυμάνθηκε ανάμεσα στα -43 και -55m χαμηλότερα από το σημερινό επίπεδο (Lambeck 1995, 1996, 2005).

Πριν από 7.000 χρόνια περίπου η στάθμη της θάλασσας σταμάτησε σε ένα επίπεδο 10-20m πιο κάτω από το σημερινό επίπεδο και συνέχισε να ανεβαίνει με πιο αργό ρυθμό. Σχετικά με το θέμα αυτό έχουν διατυπωθεί διάφορες απόψεις. Μια από αυτές υποστηρίζει ότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας υπήρξε σταδιακή (Shepard 1964). Μια άλλη άποψη υποστηρίζει ότι η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε μέχρι το σημερινό της επίπεδο ανάμεσα στα 6.000 και 3.500 χρόνια από σήμερα, αλλά από τότε κυμάνθηκε πάνω και κάτω από το επίπεδο αυτό αρκετά μέτρα (Fairbridge 1972). Τέλος, μια τρίτη άποψη υποστηρίζει ότι η στάθμη της θάλασσας σταθεροποιήθηκε τα τελευταία 5.000 χρόνια, αφού προηγήθηκε από τα τέλη της τελευταίας Παγετώδους περιόδου μέχρι 5.000 περίπου χρόνια από σήμερα, μια συνεχής άνοδος της στάθμης, χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις (Flemming 1972, 1978, Flemming et al. 1973). Γεγονός πάντως είναι ότι η θαλάσσια στάθμη σταθεροποιήθηκε πριν 6.000 χρόνια περίπου και έκτοτε η άνοδος υπήρξε βραδεία, το πολύ μερικά εκατοστά ανά αιώνα (Θεοδώρου, 1996).

Κατά το παρελθόν επικρατούσε η άποψη ότι μια ευστατική αλλαγή, θα έπρεπε να εμφανίζεται συγχρόνως σε όλα τα σημεία της γης, επειδή οι ήπειροι είναι ακίνητες. Σήμερα όμως έχει υπερισχύσει η αντίθετη άποψη, σύμφωνα με την οποία η στάθμη της θάλασσας μπορεί να ποικίλλει σημαντικά στα διάφορα μέρη της γης, εξαιτίας διαφόρων παραγόντων, όπως οι τεκτονικές κινήσεις της γης, οι διαφορές στην ίδια τη δομή της γης καθώς και σε κλιματικές αλλαγές.

Οι ρυθμοί αυτοί δεν είναι σταθεροί σε ενεργές τεκτονικά περιοχές όπως στην Ελλάδα, όπου οι κατακόρυφες τεκτονικές κινήσεις δεν ακολουθούν τους ρυθμούς αυτούς σε ορισμένες παράκτιες περιοχές. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι κάθε ακτή έχει και τη δική της τοπική ιστορία στις διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης (Mantzourani & Theodorou 1989, Pirazzoli, 1991). Από τις σχετικές μελέτες που έχουν γίνει, προκύπτουν διάφορες καμπύλες που απεικονίζουν τις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, ενώ η μεταξύ τους σύγκριση δείχνει ότι μπορούμε να διακρίνουμε κάποιες γενικές τάσεις που ακολούθησαν οι μεταβολές αυτές (Pirazzoli 1991, Lambeck 1996, 2005, Pavlopoulos 2009, Vouvalidis et al., 2005).

Ειδικότερα για τη Μεσόγειο, οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, συμπίπτουν με τις μεταβολές σε παγκόσμιο επίπεδο. Ιδιαίτερα της ανατολικής μεσογείου, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες για τις μεταβολές της θαλάσσιας

στάθμης, είναι η τεκτονική δραστηριότητα που παρατηρείται στο συγκεκριμένο χώρο. Ο παράγοντας αυτός επηρεάζει τόσο έντονα τη στάθμη της θάλασσας, ώστε τα δεδομένα να διαφοροποιούνται σημαντικά ανάμεσα σε δύο γειτονικές περιοχές (Mantzourani & Theodorou, 1988).

Από το γενικό πλαίσιο των αλλαγών της στάθμης της θάλασσας στο χώρο του Αιγαίου κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου, παρατηρούνται τα εξής:

Κατά το πρώιμο Ολόκαινο (περίπου 9.000 - 7.000 BP), η στάθμη της θάλασσας καθώς έλιωναν οι πάγοι, ανέβηκε με ραγδαίο ρυθμό, κατά μέσο όρο 10mm/yr για μια μεγάλη χρονική περίοδο (Lamb, 1982). Το φαινόμενο αυτό προκάλεσε την κατάκλυση των παραλιακών εκτάσεων και την εγκατάλειψη πολλών νησιών, π.χ οι Κυκλάδες (Van Andel et al. 1982). Υπολογίζεται ότι η στάθμη της θάλασσας γύρω στα 5.000 π.Χ ήταν 20-10μέτρα πιο κάτω από την σημερινή (Lambeck 1996).

Κατά το μέσο Ολόκαινο (7.000-5.000BP) η στάθμη της θάλασσας συνέχισε να ανεβαίνει με μικρότερη ωστόσο ταχύτητα, καθώς οι πάγοι άρχισαν να υποχωρούν σιγά σιγά (Lamb 1982). Υπολογίζεται ότι γύρω στα 3.700 π.Χ, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας άρχισε να επιβραδύνεται ραγδαία. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι η στάθμη της θάλασσας συνέχισε να ανεβαίνει με ρυθμό κατά προσέγγιση 1m ή 1,5 m ανά χιλιετία από την εποχή εκείνη (Rapp-Kraft 1978). Αυτό σημαίνει δηλαδή ότι ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, ιδίως μετά το 4.00π.Χ, ισούται με 1mm/έτος, Η διαφορά αυτή είναι σημαντική, αν λάβουμε υπόψη ότι κατά την προηγούμενη περίοδο οι ρυθμοί ανόδου της στάθμης ήταν 12 mm/έτος.

Επομένως, η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε μάλλον γρήγορα κατά το Πρώιμο και Μέσο Ολόκαινο, ενώ κατά το Ύστερο Ολόκαινο (περίπου 3.000-1.000π.Χ) παρουσίασε σημαντική επιβράδυνση (Rapp-Kraft 1978). Θεωρείτε λοιπόν ότι κατά την πρώιμη φάση του Ύστερου Ολόκαινου (περίοδος που αντιστοιχεί στην Πρώιμη Χαλκοκρατία στην Ελλάδα) η στάθμη της θάλασσας πρέπει να ήταν 5-6 m περίπου χαμηλότερα από το σημερινό επίπεδο. Κατά τη διάρκεια της επόμενης φάσης η στάθμη της θάλασσας πλησίασε αρκετά το σημερινό επίπεδο, ενώ κατά την εποχή της Ύστερης Χαλκοκρατίας έφτασε στο ίδιο σχεδόν επίπεδο με την σημερινή εποχή (Mantzourani & Theodorou 1989).

Συνοψίζοντας συμπεραίνεται ότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας υπήρξε ραγδαία κατά τις πρώτες χιλιετίες του Ολόκαινου, ενώ σταδιακά επήλθε μια επιβράδυνση του ρυθμού της, μέχρι που στο τέλος των προϊστορικών χρόνων έφτασε σχεδόν στο σημερινό επίπεδο. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με δεδομένα, μπορεί να υποστηριχτεί ότι έχει συντελεστεί πιθανότατα μια κοινή ευστατική άνοδος της στάθμης της θάλασσας ανάμεσα στα

2-4m στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου από την εποχή του Χαλκού μέχρι σήμερα (Rapp-Kraft, 1978).

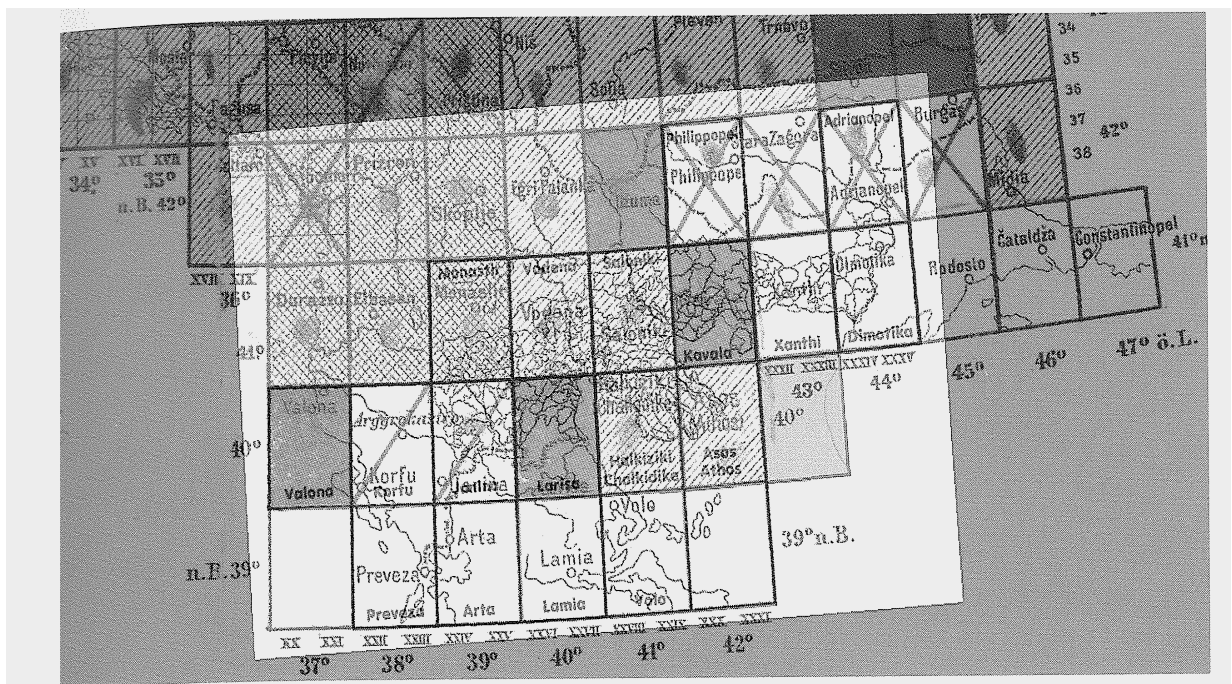
3. Ιστορικοί χάρτες

Η πρώτη επιστημονική χαρτογραφική απεικόνιση του βορειοελλαδικού χώρου, όπως ορίζεται στη σημερινή ελληνική επικράτεια, και στη μεγαλύτερη μέχρι τότε κλίμακα, ανάγεται στο πρόγραμμα της τρίτης αυστρουγγρικής χαρτογράφησης, το δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα (1869-1887) επί Φραγκίσκου Ιωσήφ Α΄. Η τρίτη αποτύπωση, ομώνυμη του αυτοκράτορα Φραγκίσκου Ιωσήφ Α΄ σε πρωτογενή κλίμακα 1:25,000, τυπική κλίμακα απόδοσης με μετροτράπεζα, η οποία αντικατέστησε την προηγούμενη για την παραγωγή των 752 φύλλων του Ειδικού χάρτη (Spezialkarte) της δυαδικής μοναρχίας της Αυστροουγγαρίας, σε κλίμακα 1:75,000. Από γενικεύσεις του χάρτη αυτού και σε ενιαία λογική διανομής, άρχισε το 1889 η παραγωγή του στρατιωτικού ή Γενικού χάρτη της κεντρικής και νοτιοανατολικής Ευρώπης, της περίφημης σειράς Generalkarte, σε κλίμακα 1:200,000. Ο τίτλος Γενικός χάρτης οφείλεται στην συνήθεια της εποχής να ονομάζεται έτσι ο επιτελικός στρατιωτικός χάρτης (Λιβιεράτος, 2003).

Η τρίτη χαρτογράφηση ακολουθεί τους σχεδιασμούς του Φραγκίσκου Ιωσήφ και στο πολιτικό και στο στρατιωτικό πεδίο, αφενός ως εργαλείο κρατικού εκσυγχρονισμού της αυτοκρατορίας και αφετέρου ως μέσο εγκαθίδρυσης της κυριαρχίας στον γεωπολιτικό και γεωστρατηγικό χώρο ενδιαφέροντός της, που ήταν κυρίως ο πυρήνας και η περίμετρος της Βαλκανικής χερσονήσου.

Ο Γενικός χάρτης περιλαμβάνει 282 φύλλα, από τα οποία τα 18 φύλλα καλύπτουν τον σημερινό βορειοελλαδικό χώρο, για πρώτη φορά στην ιστορία του με τέτοια ακρίβεια και ποιότητα. Τα φύλλα της σειράς έχουν γεωγραφική κατανομή 1^ο κατά πλάτος και 1^ο κατά μήκος, ανηγμένα έως καμπυλόγραμμη τραπέζια στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς εκ περιστροφής του Bessel. Η διανομή έχει σχεδιαστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε από κάθε μεσημβρινό να διέρχεται ένας “κεντρικός” μεσημβρινός και ένας “κεντρικός” παράλληλος του φύλλου, σε ακέραιες μοίρες γεωγραφικού μήκους και γεωγραφικού πλάτους αντίστοιχα. Έτσι κάθε κεντρικός μεσημβρινός και παράλληλος φύλλου απέχει από τους αντίστοιχους του γειτονικού του κατά μία ακέραια μοίρα. Η διανομή αυτή επιτρέπει την ονομασία κάθε φύλλου, εκτός από το κύριο τοπωνύμιο που περιέχεται σ’ αυτό, με ένα ζεύγος ακέραιων μοιρών, που υποδηλώνουν διατεταγμένα το γεωγραφικό μήκος του κεντρικού μεσημβρινού και το γεωγραφικό πλάτος του κεντρικού παραλλήλου του συγκεκριμένου φύλλου. Για παράδειγμα, το φύλλο που απεικονίζει την περιοχή με κύριο τοπωνύμιο το Διδυμότειχο, φέρει τον τίτλο “44° 41° Dimotika”, όπου η πρώτη ακέραια τιμή (44°) προσδιορίζει το γεωγραφικό μήκος του

κεντρικού μεσημβρινού του φύλλου και η δεύτερη (41°) το γεωγραφικό πλάτος του κεντρικού παραλλήλου. Οι ακρότατες τιμές του γεωγραφικού πλάτους των κεντρικών παραλλήλων των φύλλων της διανομής είναι 53° στα βόρεια μέχρι 39° στα νότια, συνολικό κατά πλάτος εύρος 14° και οι τιμές του γεωγραφικού μήκους των κεντρικών μεσημβρινών είναι 25° στα δυτικότερα φύλλα μέχρι 48° στα ανατολικότερα, συνολικό κατά μήκος εύρος 23° . Το προβολικό σύστημα της τρίτης χαρτογράφησης ανήκει στην κατηγορία των λεγόμενων πολυεδρικών ή τραπεζιόμορφων απεικονίσεων.



Σχήμα 22. Τα φύλλα της διανομής της σειράς Generalkarte τα οποία καλύπτουν τις περιοχές της σημερινής ελληνικής επικράτειας και ιδιαίτερα του βορείου τμήματός της (Λιβιεράτος, 2003).

Σημαντική παρατήρηση αποτελεί η θεώρηση του μεσημβρινού της νήσου Φέρρο ως μηδενικού μεσημβρινού στη σειρά του Γενικού χάρτη. Τα Κανάρια νησιά, τα οποία κατά τον Στράβωνα αναφέρονται από τον Όμηρο, είναι οι Μακάριοι νήσοι των Ελλήνων, η κατά το μήκος αρχή του Κόσμου. Αποτελούν την αρχή των μηκών στο πολεμαϊκό γεωγραφικό σύστημα και ένας μεσημβρινός του παραμένει η αρχή των γεωγραφικών μηκών, σε μερικές περιπτώσεις, μέχρι τις αρχές του εικοστού αιώνα.

Ο μηδενικός μεσημβρινός, που περνάει από τη νήσο Φέρρο των Κανάρων, γνωστή και ως “νήσος του μεσημβρινού”, αποτελούσε τον μηδενικό μεσημβρινό αναφοράς των γεωγραφικών μηκών της αυστριακής χαρτογραφίας μέχρι την κατάλυση της Αυστροουγγρικής αυτοκρατορίας το 1918.

Ο ιστορικός αυτός μεσημβρινός διέρχεται από το δυτικό μέρος της νοτιοδυτικότερης και μικρότερης νήσου των Κανάριων, στο σημερινό σημείο του φάρου Orchilla. Είναι το νοτιότερο σημείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κατά την αρχαιότητα θεωρείτο το τέλος του κόσμου.

Η ευρύτατη χρήση των ναυτικών χαρτών του Βρετανικού Ναυαρχείου, στους οποίους ο μηδενικός μεσημβρινός περνάει από το αστεροσκοπείο του Greenwich, οδηγεί το 1884 στην διεθνή αποδοχή του μεσημβρινού του Greenwich ως μηδενικού μεσημβρινού. Ο μηδενικός μεσημβρινός που περνάει από τη νήσο Φέρρο βρίσκεται $17^{\circ} 39' 46''$.

4. Ανθρωπογενείς επιδράσεις στην περιοχή του ποταμού Έβρου

4.1 Γενικά

Μέχρι το πρώτο μισό του εικοστού αιώνα η μορφή του Δέλτα Έβρου παρέμεινε αναλλοίωτη. Στην συνέχεια λόγω της κατασκευής του βασικού αναχώματος και τη λειτουργία των αντλιοστασίων, μεγάλες εκτάσεις του δέλτα κατακλύζονταν με νερά.

Ο κύκλος της διάβρωσης και της απόθεσης ανάμεσα στην θάλασσα, τον ποταμό και την ξηρά καθώς και η δράση των θαλάσσιων ρευμάτων κατά μήκος της ακτής διαδραμάτισαν τον κυριότερο ρόλο στη διαμόρφωση του δέλτα, το οποίο εξακολουθεί να παραμένει ένα δυναμικό σύστημα σε εξέλιξη. Ο φυσιολογικός αυτός κύκλος έχει σήμερα τροποποιηθεί λόγω των ανθρώπινων παρεμβάσεων στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του ποταμού. Τα φράγματα, τα κανάλια, οι τάφροι τα αντιπλημμυρικά και τα αρδευτικά έργα που πραγματοποιήθηκαν στο Δέλτα Έβρου από το 1950 μέχρι και το 1980, με σκοπό την απόδοση εκτάσεων για καλλιέργειες, μείωσαν τις παροχές γλυκού νερού και περιόρισαν την ελεύθερη είσοδό του σε όλο το δέλτα, ενώ παράλληλα υποβοήθησαν την είσοδο του θαλασσινού νερού. Από το 1956 άρχισε η εκτέλεση έργων στο δέλτα στο πλαίσιο του προγράμματος "Euros - Meric Project", με σκοπό την αποξήρανση μεγάλων εκτάσεων για γεωργική εκμετάλλευση. Με την ολοκλήρωση των παραπάνω έργων το μεγαλύτερο μέρος των ελών και των υγρών εδαφών αποστραγγίστηκαν, ενώ μεγάλες ποσότητες γλυκών νερών διοχετεύονταν κατευθείαν στη θάλασσα με αποτέλεσμα τη μείωση του εμπλουτισμού του υδροφόρου ορίζοντα.

Οι εκτεταμένες αποξηράνσεις που έλαβαν χώρα στην περιοχή τα επόμενα χρόνια και η προσπάθεια ελέγχου του ποταμού Έβρου με αναχώματα και ευθυγραμμίσεις της κοίτης (7Km στα νότια από την πραγματική εκβολή) οδήγησαν στη συρρίκνωση και εξαφάνιση σημαντικών οικοτόπων και ειδών. Η πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα έχει σαν αποτέλεσμα να διεισδύει η θάλασσα, τόσο διαμέσου των καναλιών όσο και διαμέσου της αμμώδους επιφάνειας και να κατακλύζει μεγάλη έκταση του νοτίου δέλτα. Οι προσπάθειες για αποξήρανση του δέλτα δεν είχαν πλήρη επιτυχία ώστε να δημιουργήσουν καινούργια γεωργική γη εξαιτίας κυρίως της αλάτωσης των εδαφών στο νότιο-δυτικό δέλτα. Η κατασκευή των παραπάνω έργων καθώς επίσης και η αυξανόμενη ανάγκη σε άρδευση και ύδρευση

οδήγησε στην μείωση του γλυκού νερού και της ροής των ιζημάτων κατά μήκος της δελταϊκής πεδιάδας.

4.2 Η λιμνοθάλασσα Δράνα

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των ανθρωπογενών επεμβάσεων στο Δέλτα είναι αποξήρανση της λιμνοθάλασσας Δράνας. Η λιμνοθάλασσα Δράνα είναι μια από τις τέσσερεις λιμνοθάλασσες του Δέλτα του Έβρου και βρίσκεται στο βορειοδυτικό του τμήμα. Το νερό σταδιακά εισέρχεται στην περιοχή της λιμνοθάλασσας κυρίως από τον χείμαρρο Μικρή Μαρίτσα και από κανάλια αποστράγγισης.



Σχήμα 23. Η λιμνοθάλασσα Δράνα.

Στον παρελθόν η λιμνοθάλασσα επικοινωνούσε με την θάλασσα διαμέσου ενός στενού ανοίγματος πλάτους 4m και είχε μέγιστο βάθος 1,2m. Η αλμυρότητα κυμαινόταν εποχιακά από 37,5% μέχρι 55% (Kevrekidis et al, 2000). Το 1987 αποφασίστηκε η αποξήρανση της λιμνοθάλασσας Δράνας από τους κατοίκους της περιοχής επειδή το αλμυρό νερό κατάστρεφε τις γύρω καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Το άνοιγμα έκλεισε και από τότε και μετά δεν υπήρξε άμεση επικοινωνία με τη θάλασσα. Το 1988 οι κάτοικοι σε συμφωνία με το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, κατασκεύασαν φράγματα ώστε να επιτραπεί η είσοδος του νερού (κυρίως από τα κανάλια) στην λιμνοθάλασσα, αλλά η επικοινωνία με τη θάλασσα δεν αποκαταστάθηκε. Τον Σεπτέμβριο του 1998, εξαιτίας της

εξάτμισης, το μεγαλύτερο τμήμα της λιμνοθάλασσας αποξηράνθηκε για μια περίοδο τριών εβδομάδων εκτός μιας μικρής περιοχής (περίπου 1/5 της λιμνοθάλασσας), η οποία παρέμεινε καλυμμένη με νερό. Χρειάστηκε να περάσουν περισσότερα από 10 χρόνια (συγκεκριμένα το 2000), μέχρι να ωριμάσει η σκέψη στην τοπική κοινωνία και τη Νομαρχία Έβρου για την αποκατάσταση της λιμνοθάλασσας Δράνας και να πραγματοποιηθεί (2004) μέσω του ευρωπαϊκού προγράμματος Life –Φύση.

4.3 Πλημμύρες στον ποταμό Έβρο

Τις τελευταίες δεκαετίες στην ευρύτερη περιοχή του ποταμού Έβρου είναι συχνά εμφανιζόμενες οι πλημμύρες. Το πρόβλημα των πλημμυρών στην περιοχή του ποταμού Έβρου δεν οφείλεται στα ακραία καιρικά φαινόμενα αλλά κυρίως στην ανορθόδοξη ανθρώπινη παρέμβαση. Η έλλειψη συνεργασίας μεταξύ Ελλάδας, Τουρκίας και Βουλγαρίας, ώστε να καταστεί δυνατή η ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων οδηγεί σε καταστρεπτικές συνέπειες.

Τα πρώτα αναχώματα στον ποταμό Έβρο άρχισαν να κατασκευάζονται το 1955 από την Ελλάδα και την Τουρκία, με βάση την ελληνοτουρκική συμφωνία «Περί κανονισμού των υδραυλικών έργων επ' αμοιτέρων των όχθων του ποταμού Έβρου» που υπογράφηκε στην Αγκυρα το 1934. Με βάση την συμφωνία αυτή έγιναν τρεις ευθυγραμμίσεις στον Πέπλο και στο Αινήσιο Δέλτα στην ελληνική περιοχή και στον Πόρο στην τουρκική περιοχή. Το 1956 λόγω της μεγάλης κρίσης στις ελληνοτουρκικές σχέσεις δεν συνεχίστηκαν τα έργα.

Όσο αφορά τη Βουλγαρία, η πρώτη συμφωνία επετεύχθη το 1970 με σκοπό την ευθυγράμμιση και διευθέτηση της κοίτης του Έβρου και την κατασκευή αναχωμάτων. Η συμφωνία τηρήθηκε μερικώς, διότι η Βουλγαρία αντιμετώπιζε σημαντικά οικονομικά προβλήματα και δεν μπορούσε να παρέμβει σε περιόδους πλημμυρών.

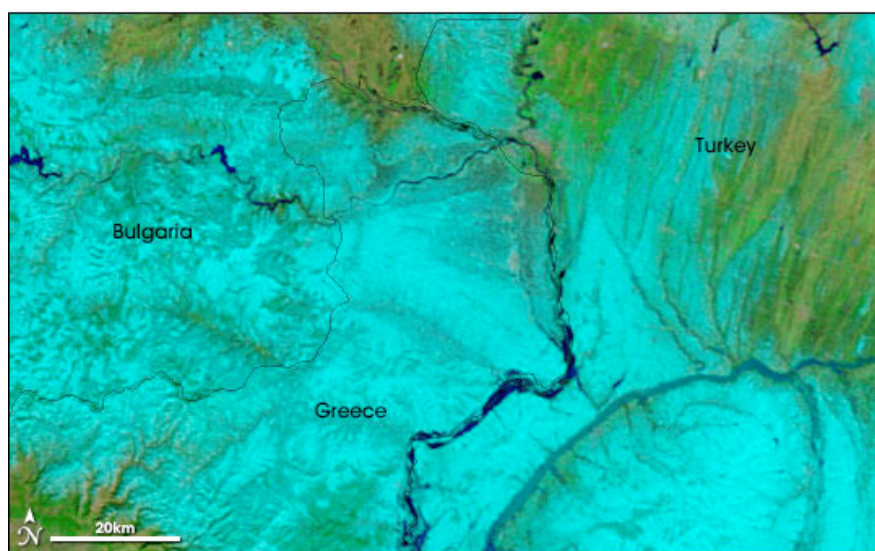
Η Τουρκία και η Βουλγαρία τα τελευταία χρόνια υψώνουν συνεχή αναχώματα για να περιορίσουν την πλατιά κοίτη του Έβρου ώστε να δημιουργηθούν νέες εκτάσεις για καλλιέργεια. Καθώς όλο και περισσότεροι κάτοικοι ασχολούνταν με τη γεωργία, κατασκευάζονταν νέα αναχώματα κατά μήκος της κοίτης του Έβρου με αποτέλεσμα να φθάσουν σε μήκος τα 500 Km. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της διατομής του ποταμού από τις μεγάλες ποσότητες φερτών υλών που δέχθηκε από τους ποταμούς Άρδα, Ερυθροπόταμο και Εργίνη.

Επιπλέον, στο τμήμα της Βουλγαρίας υπάρχουν φράγματα, τα οποία σε περιόδους παρατεταμένων βροχοπτώσεων γεμίζουν και στην συνέχεια εκταμιεύουν απότομα μεγάλες ποσότητες ύδατος.

Το Μάρτιο του 2006 σημειώθηκαν μεγάλες πλημμύρες εξαιτίας ισχυρών βροχοπτώσεων και μεγάλης ποσότητας λιωμένου χιονιού τα οποία προστέθηκαν στα νερά του ποταμού Έβρου και στους παραποτάμους του, ιδιαίτερα στον ποταμό Άρδα στη Βουλγαρία. Αρκετές τεχνητές λίμνες κατά μήκος του ποταμού Άρδα υπερχειλίσαν και περισσότερα από 300 Km² γης πλημμύρισαν (Σχήμα 24).



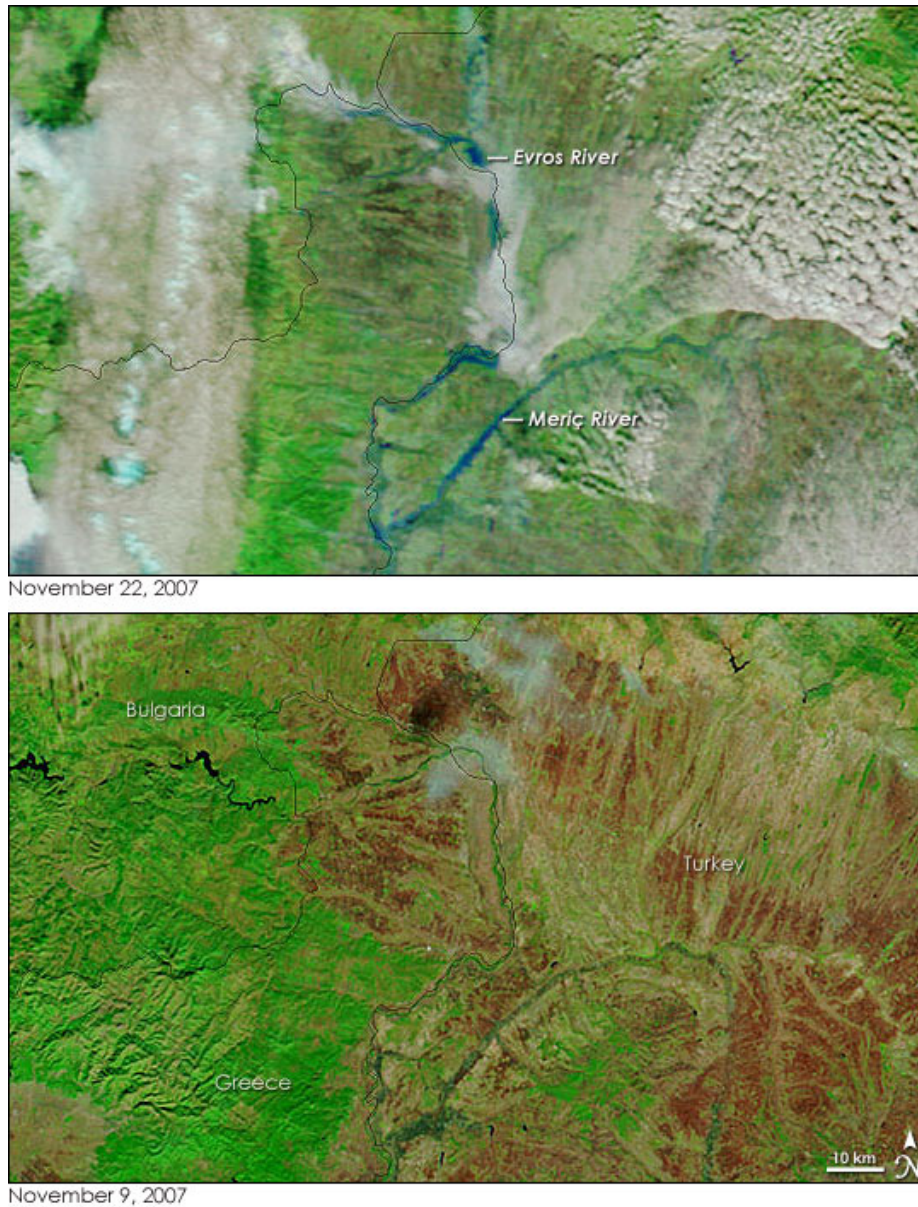
March 20, 2006



March 3, 2006

Σχήμα 24. Δορυφορικές εικόνες MODIS κατά την έναρξη της πλημμύρας στις 3/3/2006 και μετά το πλημμυρικό επεισόδιο στις 20/3/2006, στην περιοχή του ποταμού Έβρου (NASA).

Παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα αλλά μικρότερης έντασης σημειώθηκαν κατά μήκος των τμημάτων της δυτικής Τουρκίας, ανατολικής Ελλάδας και νοτιοανατολικής Βουλγαρίας τον Νοέμβριο του 2007 εξαιτίας έντονων βροχοπτώσεων (Σχήμα 25).



Σχήμα 25. Δορυφορικές εικόνες MODIS πριν το πλημμυρικό επεισόδιο στις 9/11/2007 και μετά το πλημμυρικό επεισόδιο στις 22/11/2007, στην περιοχή του ποταμού Έβρου (NASA).

5. Μεθοδολογία

5.1 Σύγκριση χαρτών

Η εκτίμηση των μορφολογικών μεταβολών στο δέλτα του ποταμού Έβρου έγινε με τη χρήση ιστορικού χάρτη, τοπογραφικών χαρτών και δορυφορικών εικόνων. Ο ιστορικός χάρτης ανήκει στη σειρά Γενικός χάρτης (Generalkarte), που είναι αποτέλεσμα της τρίτης αυστρουγγρικής χαρτογράφησης. Το φύλλο που χρησιμοποιήθηκε, φέρει τον τίτλο “44° 41° Dimotika” και εκδόθηκε το 1906. Οι τοπογραφικοί χάρτες είναι έργο της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού και οι χάρτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι: το φύλλο Πέπλος, το φύλλο Αλεξανδρούπολης, το φύλλο Αίνος και το φύλλο Φέρες. Η κλίμακα των τοπογραφικών χαρτών είναι 1:50,000 και εκδόθηκαν την δεκαετία του 1970. Τέλος, για τη μελέτη της σημερινής μορφολογίας του δέλτα του ποταμού Έβρου, χρησιμοποιήθηκε η δορυφορική εικόνα από το πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της γης, Google Earth.

5.2 Διόρθωση στο ίδιο προβολικό σύστημα

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία και σύγκριση των χαρτών και των δορυφορικών εικόνων πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο προβολικό σύστημα. Στον ιστορικό χάρτη ως μηδενικός μεσημβρινός θεωρείτε ο μεσημβρινός της νήσου Φέρρο, οπότε μια σημαντική διόρθωση είναι η θεώρηση ως μηδενικού μεσημβρινού τον μεσημβρινό του Greenwich. Όσο αφορά τις δορυφορικές εικόνες από το πρόγραμμα Google Earth έχουν ως προβολικό σύστημα το παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς WGS 84. Η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού έχει ως γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς το ΕΓΣΑ 87. Οπότε ο ιστορικός χάρτης και οι δορυφορικές εικόνες επεξεργάστηκαν ώστε να βρίσκονται στο ίδιο προβολικό σύστημα με τους τοπογραφικούς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού.

5.3 Συγκρίσεις μορφολογικών μεταβολών με τη χρήση λογισμικού ΓΣΠ

Η σύγκριση των μορφολογικών μεταβολών έγινε με τη χρήση λογισμικού γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι το MapInfo Professional 8.5, το Vertical Mapper 3.0 και το Global Mapper 10. Τα προγράμματα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία είναι γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών με την βοήθεια των οποίων δύναται να δημιουργηθούν, να υποστούν διαχείριση, να αναλυθούν και να παρουσιαστούν γεωγραφικά δεδομένα

5.4 Ανάλυση του μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής μελέτης

Στην παρούσα εργασία με τη χρησιμοποίηση ενός ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM-Digital Elevation Model), θα δοθεί η δυνατότητα για τον ακριβή υπολογισμό μιας σειράς από μορφομετρικές παραμέτρους με υψηλή χωρική ανάλυση.

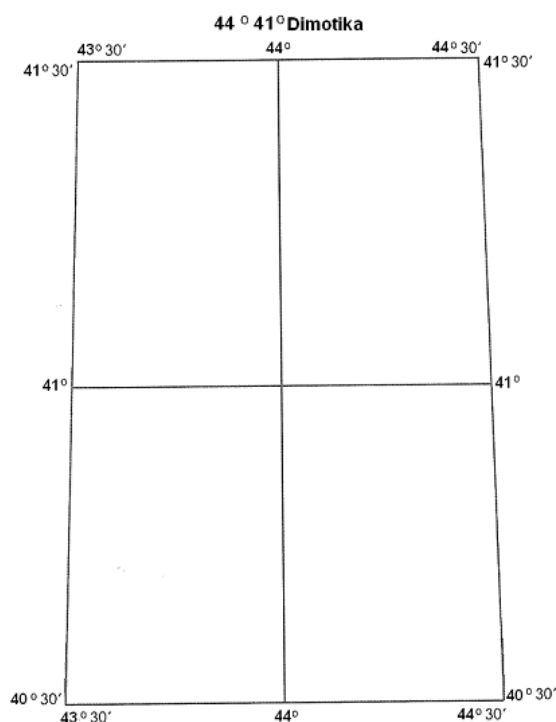
5.5 Κάλυψη-Χρήση γης με τη χρήση του προγράμματος CORINE

Στην παρούσα εργασία οι πληροφορίες σχετικά με την κάλυψη-χρήση γης της περιοχής μελέτης προήλθαν από ψηφιακά δεδομένα του προγράμματος εδαφικής κάλυψης CORINE (CORINE land cover project) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα ψηφιακά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ανήκουν στην πρώτη έκδοση (1990) καθώς και στην δεύτερη έκδοση, η οποία αποτελεί αναβάθμιση της πρώτης (2000). Επίσης, πραγματοποιήθηκε εντοπισμός των μεταβολών στις χρήσεις γης την δεκαετία 1990-2000.

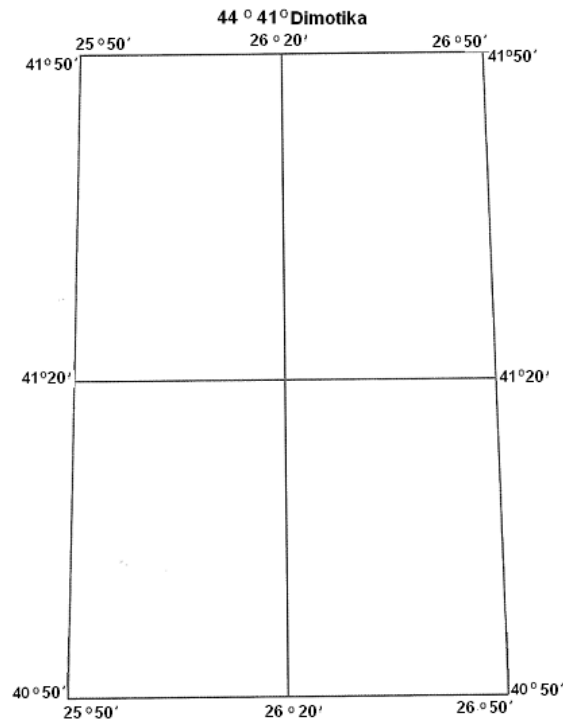
6. Σύγκριση ιστορικών χαρτών με σύγχρονα χαρτογραφικά δεδομένα

6.1 Γεωαναφορά του ιστορικού χάρτη

Σκοπός της εργασίας είναι η σύγκριση του ιστορικού χάρτη της σειράς Γενικός χάρτης με τον τίτλο “44° 41' Dimotika” (Σχήμα 8,1) με πιο σύγχρονα χαρτογραφικά δεδομένα. Στον ιστορικό χάρτη, ως μηδενικός μεσημβρινός θεωρείτε ο μεσημβρινός της νήσου Φέρρο, οπότε για να καταστεί δυνατή η σύγκριση έγινε αρχικά αλλαγή του μηδενικού μεσημβρινού από τον μεσημβρινό της νήσου Φέρρο στον μεσημβρινό του Greenwich. Ο ιστορικός μεσημβρινός της νήσου Φέρρου περνάει 17° 39' 46'' δυτικά του μεσημβρινού του Greenwich. Είναι γνωστά τα τέσσερα ακραία σημεία του ιστορικού χάρτη (Σχήμα 26), οπότε έγινε αφαίρεση 17° 39' 46'' από το γεωγραφικό μήκος του ιστορικού χάρτη



Σχήμα 26. Σχηματική απεικόνιση του φύλλου 44° 41' Dimotika στο οποίο απεικονίζονται τα ακραία σημεία με τις γνωστές συντεταγμένες.



Σχήμα 27. Σχηματική απεικόνιση του φύλλου 44° 41' Dimotika στο οποίο απεικονίζονται τα ακραία σημεία με τις νέες συντεταγμένες σε μοίρες.

Οι νέες συντεταγμένες δίνονται στο σχήμα 27. Για την γεωαναφορά του ιστορικού χάρτη χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα MapInfo Professional 8.5. Από το μενού των επιλογών έγινε επιλογή του μενού File και στη συνέχεια της εντολής Open. Με την εντολή Open έγινε η ενεργοποίηση του αρχείου του ιστορικού χάρτη. Στην συνέχεια επιλέχθηκε η εντολή Register και εμφανίστηκε η οθόνη διαλόγου Image Registration. Αρχικά έγινε καθορισμός του προβολικού συστήματος στο οποίο θα παρουσιάζεται μετά από τη γεωαναφορά το αρχείο. Για τον σκοπό αυτό, ενεργοποιήθηκε η εντολή Projection και στο πεδίο Category έγινε η επιλογή Greek EGSA 87 και στο πεδίο Category Members η επιλογή GR87. Επίσης έγινε καθορισμός των μονάδων των συντεταγμένων με την επιλογή της εντολής Units, ως μονάδες των συντεταγμένων καθορίστηκαν τα μέτρα. Οπότε έγινε μετατροπή της μονάδας μέτρησης των ακραίων σημείων των συντεταγμένων του ιστορικού χάρτη από μοίρες σε μέτρα. Στην οθόνη διαλόγου Image Registration έγινε η επιλογή του πρώτου σημείου ελέγχου στον ιστορικό χάρτη και στην συνέχεια εμφανίστηκε η οθόνη Add Control Point, όπου στα πεδία MapX και MapY έγινε η εισαγωγή των συντεταγμένων του σημείου. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για άλλα δύο σημεία. Τα σημεία που εισήχθησαν δίνονται στον πίνακα 1.

Σημεία	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος
1	651,049	4,605,534
2	747,303	4,605,534
3	651,049	4,479,905

Πίνακας 1. Οι συντεταγμένες των σημείων σε μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν για την γεωαναφορά του ιστορικού χάρτη με τη χρήση προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

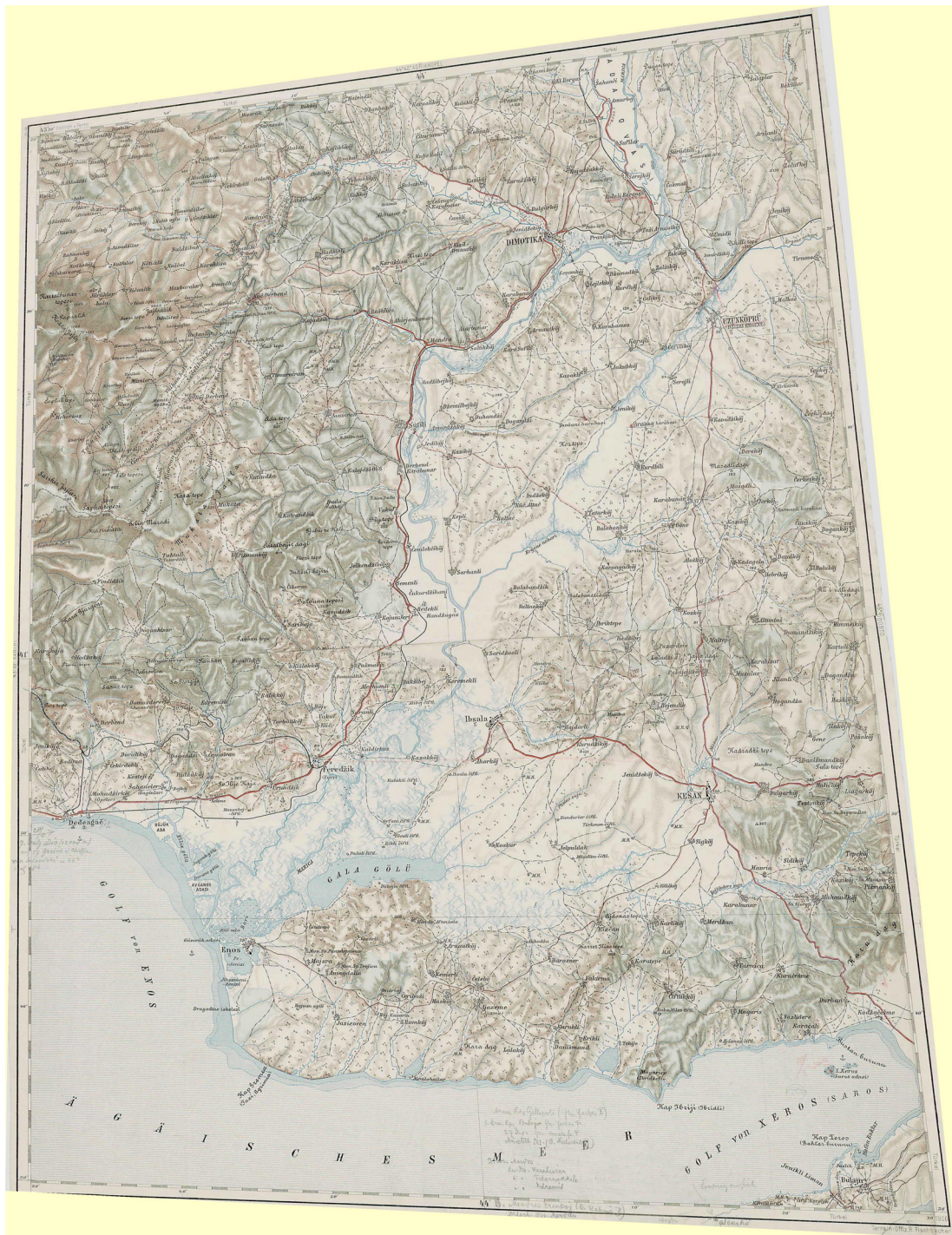
Για την σωστή γεωαναφορά του χάρτη ήταν αναγκαίο να γίνει γεωαναφορά επιπλέον σημείων πέρα από τα ακραία σημεία ώστε στην συνέχεια η σύγκριση με τα σύγχρονα χαρτογραφικά δεδομένα να είναι αντιπροσωπευτική. Η γεωαναφορά των επιπλέον σημείων έγινε με τη χρήση του προγράμματος Global Mapper 10. Από το μενού των επιλογών έγινε επιλογή του μενού File και της εντολής Rectify (Georeference) Imagery. Στην συνέχεια έγινε ενεργοποίηση του αρχείου του ιστορικού χάρτη και επιλογή της εντολής Select Projection ώστε να γίνει επιλογή του προβολικού συστήματος, στο πεδίο Projection έγινε η επιλογή Greek Grid και στο πεδίο Datum η επιλογή GGRS87 (GREECE). Στην οθόνη διαλόγου Image Rectifier έγινε η επιλογή του πρώτου σημείου ελέγχου στον ιστορικό χάρτη και στην συνέχεια η εισαγωγή των συντεταγμένων στα πεδία PixelX και PixelY. Για την επιλογή του νέου σημείου, χρησιμοποιήθηκε η εντολή Add GCP to List. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για άλλα τρία σημεία. Τα σημεία που εισήχθησαν δίνονται στον πίνακα 2.

Περιοχή	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος
Σ.Σ Αλεξανδρούπολης	658,730	4,523,220
Σ.Σ Φερρών	683,920	4,528,630
Ιψάλα	700,554	4,510,042
Αίνος	675,905	4,532,572

Πίνακας 2. Οι συντεταγμένες των σημείων σε μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν για την γεωαναφορά του ιστορικού χάρτη με τη χρήση του προγράμματος Global Mapper 10.



Σχήμα 28. Ο χάρτης “44° 41' Dimotika” της σειράς Generalkarte με τα σημεία που χρησιμοποιήθηκαν στη γεωαναφορά (Λιβιεράτος, 2003).



Σχήμα 29. Ο ιστορικός χάρτης μετά την γεωαναφορά με βάση το προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ87.

Ο ιστορικός χάρτης μετά την γεωαναφορά παρουσιάζει σημαντική παραμόρφωση στο πάνω μέρος του αλλά δεν λαμβάνεται υπόψη διότι η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο κάτω μέρος του χάρτη, όπου εκεί η παραμόρφωση είναι αμελητέα (Σχήμα 29).

6.2 Αλλαγή προβολικού συστήματος της δορυφορικής εικόνας Google Earth

Η δορυφορική εικόνα Google Earth του Δέλτα του ποταμού Έβρου έχει ως προβολικό σύστημα το παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς WGS 84 (Σχήμα 30). Τα δεδομένα όμως με τα οποία θα συγκριθεί στην συνέχεια έχουν ως προβολικό σύστημα το ΕΓΣΑ87. Οπότε αναγκαία ήταν η αλλαγή του προβολικού συστήματος της δορυφορικής εικόνας. Η αλλαγή αυτή έγινε με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5 και τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι παρόμοια με την γεωαναφορά του ιστορικού χάρτη. Στην περίπτωση αυτή οι συντεταγμένες των σημείων ελέγχου που χρησιμοποιήθηκαν δίνονται στον πίνακα 3.



Σχήμα 30. Δορυφορική εικόνα Google Earth του Δέλτα του ποταμού Έβρου με γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς το WGS 84.

Σημεία	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος
1	661,884	4,540,131
2	710,024	4,540,131
3	661,884	4,503,561

Πίνακας 3. Οι συντεταγμένες των σημείων σε μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν για την αλλαγή του προβολικού συστήματος της δορυφορικής εικόνας Google Earth με τη χρήση προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

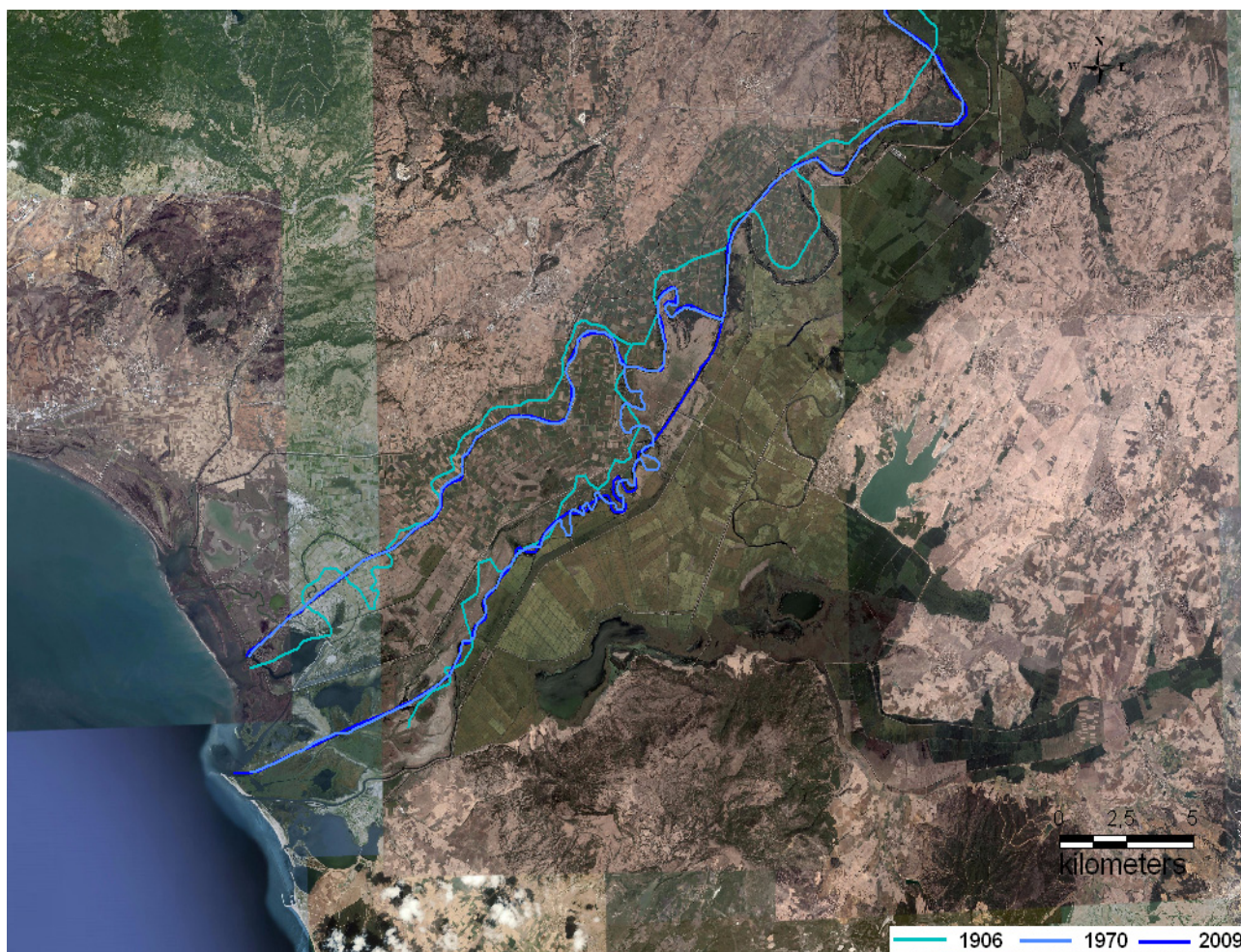


Σχήμα 31. Δορυφορική εικόνα Google Earth του Δέλτα του ποταμού Έβρου με γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς το ΕΓΣΑ87

6.3 Ποταμός Έβρος

Η μεταβολή της κοίτης και του δυτικού βραχίονα παρουσιάζεται στο σχήμα 32. Παρατηρείται μια αύξηση του μήκους της κύριας κοίτης από το 1906 έως το 1970 κατά 12,18 Km και μείωση του μήκους του δυτικού βραχίονα κατά 4,56 Km. Σήμερα παρατηρείται ότι το

μήκος της κύριας κοίτης είναι περίπου 50,31 Km και ο δυτικός βραχίονας 30,09 Km (Πίνακας 4).



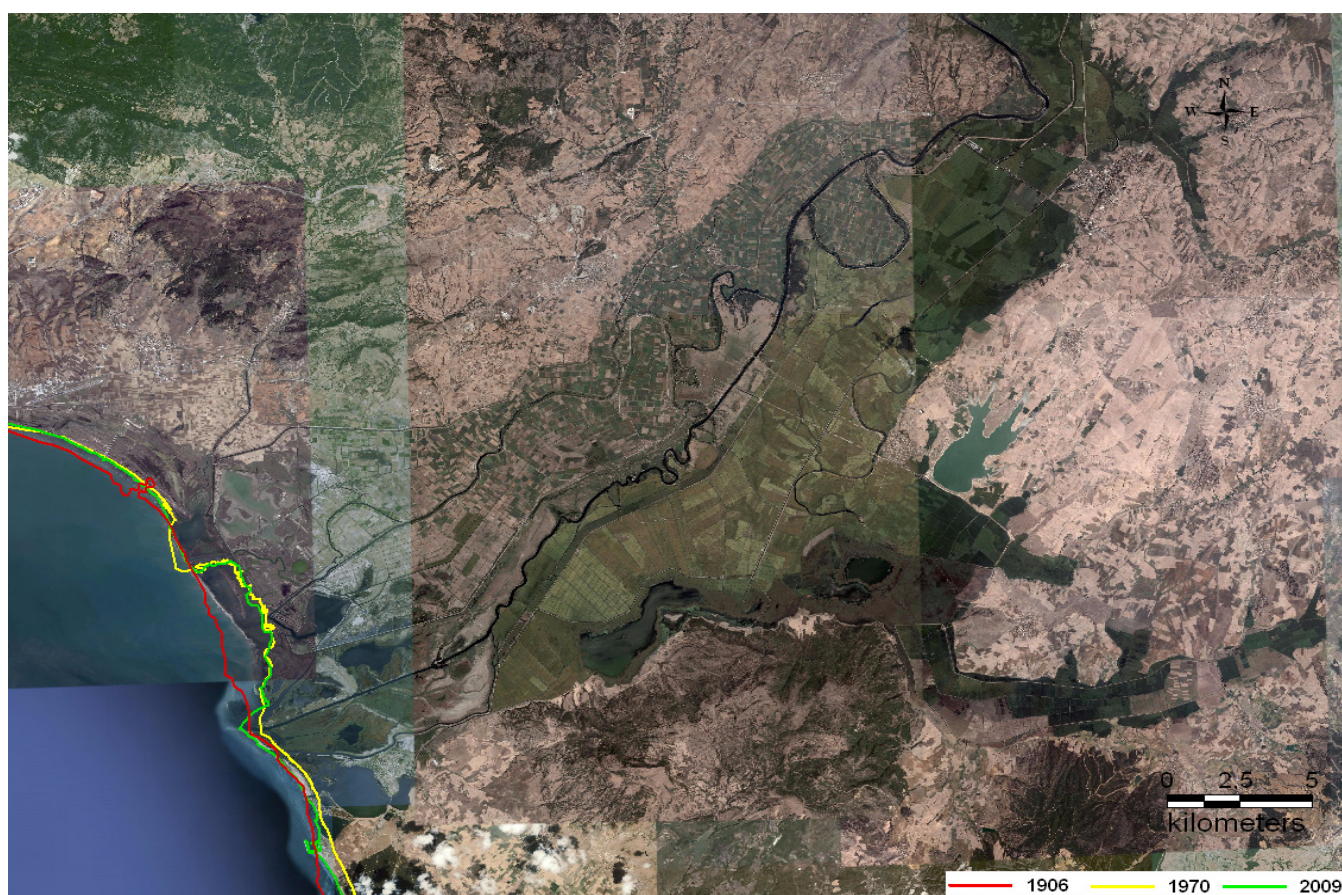
Σχήμα 32. Απεικόνιση της μεταβολής του δυτικού βραχίονα και της κύριας κοίτης του ποταμού Εβρου κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Έτος	Κύρια κοίτη (Km)	Δυτικός βραχίονας (Km)
1906	46,35	27,29
1970	58,53	22,73
2009	50,31	30,09

Πίνακας 4. Μεταβολή του μήκους της κύριας κοίτης και του δυτικού βραχίονα του ποταμού Εβρου.

6.4 Ακτογραμμή

Η μεταβολή της ακτογραμμής κατά τον εικοστό αιώνα παρουσιάζεται στο σχήμα 33 και παρατηρείται μια γενικότερη οπισθοχώρησή της σε όλο το μήκος. Ειδικά είναι προφανές ότι στο σημείο όπου βρισκόταν η παλιά κοίτη η υποχώρηση της ακτογραμμής είναι δραματική λόγω της μείωσης της στερεοπαροχής από τον ποταμό Έβρο και της εκτεταμένης διάβρωσης από τα θαλάσσια ρεύματα.

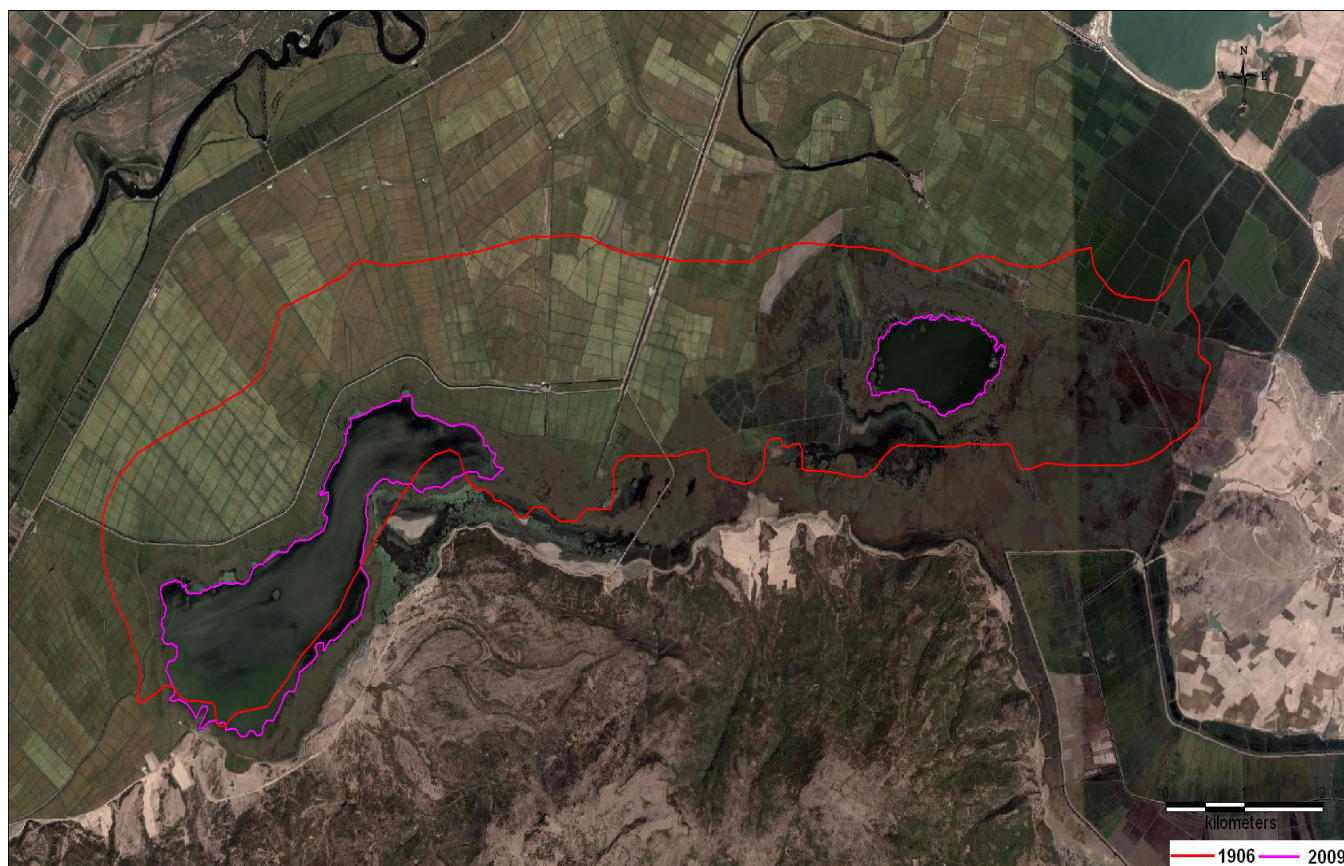


Σχήμα 33. Απεικόνιση της μεταβολής της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

6.5 Λίμνες-Λιμνοθάλασσες

Η μεταβολή της έκτασης της λίμνης Gala της Τουρκίας απεικονίζεται στο σχήμα 34 για το έτος 1906 και το έτος 2009. Αρχικά παρατηρείται ότι το έτος 1906 η λίμνη Gala είναι μια ενιαία λίμνη με έκταση περίπου $35,44 \text{ Km}^2$ και περίμετρο $37,56 \text{ Km}$. Το έτος 2009 η λίμνη Gala δεν είναι πλέον ενιαία και αποτελείται από δύο τμήματα την μεγάλη Gala και την μικρή Gala οι οποίες

καταλαμβάνουν έκταση περίπου 6,559 Km² (Πίνακας 5). Η μεταβολή που παρατηρείται είναι σαφώς σημαντική.

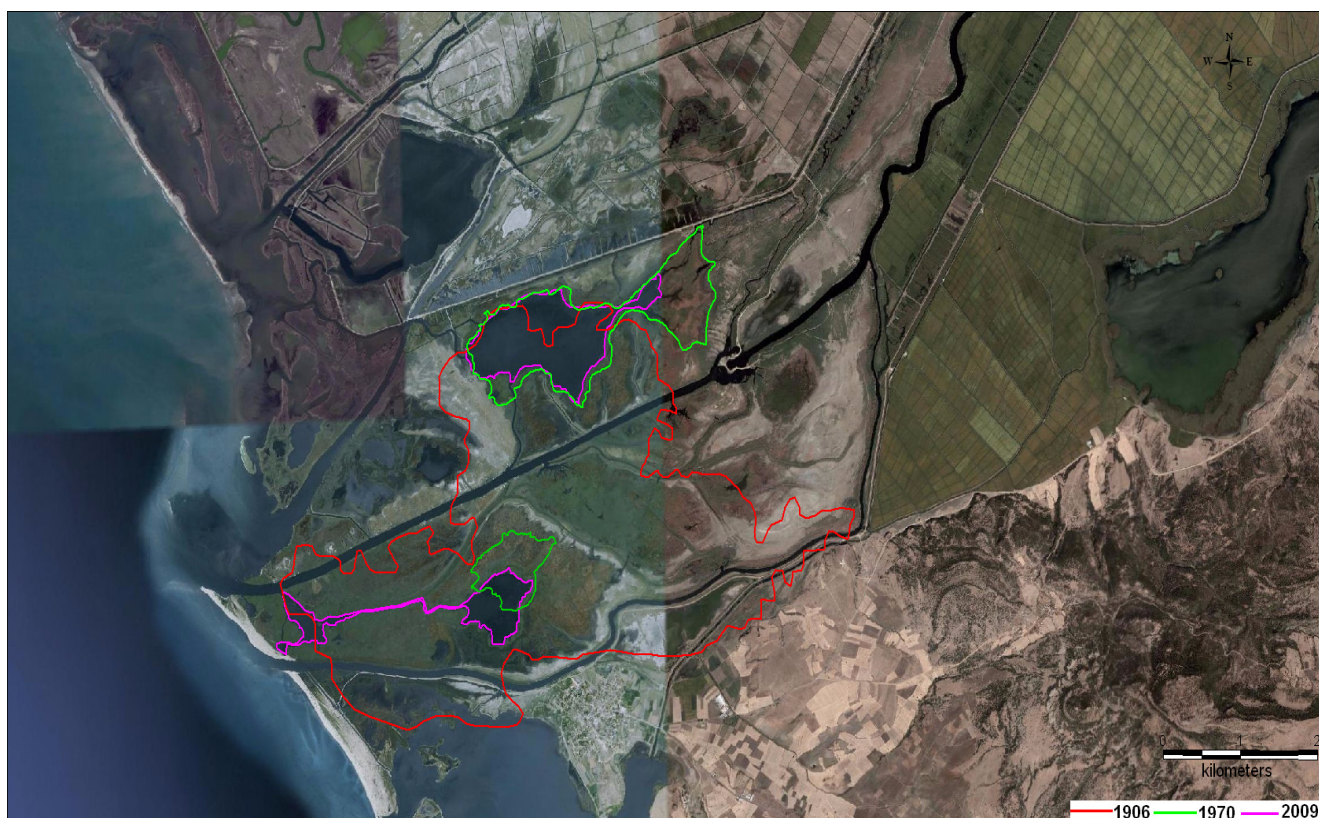


Σχήμα 34. Απεικόνιση της μεταβολής της λίμνης Gala κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1906	35,44	37,56
2009	6,559	20,967

Πίνακας 5. Μεταβολές της λίμνης Gala.

Στο σχήμα 35 παρατηρείται ότι αρχικά το έτος 1906 υπάρχει μια ενιαία περιοχή που καλύπτει η λιμνοθάλασσα Βορί με έκταση 16,71 Km² (πίνακας 6). Τα επόμενα χρόνια την θέση της λιμνοθάλασσας Βορί καταλαμβάνουν οι λίμνες Σκέπη και Νυμφών με έκταση περίπου 0,5706 Km² και 2,501 Km² αντίστοιχα, την δεκαετία του 1970 (Πίνακας 7). Το έτος 2009 παρατηρείται μια μικρή αύξηση της έκτασης της λίμνης Σκέπη κατά 0,0596 Km² και μείωση της έκτασης της λίμνης Νυμφών κατά 0,995 Km² (Πίνακας 8).



Σχήμα 35. Απεικόνιση της μεταβολής της λίμνης Σκέπης και της λίμνης Νυμφών κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1906	16,71	29,33

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας Βορί.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1970	0,5706	3,645
2009	0,6302	9,938

Πίνακας 7. Μεταβολές της λίμνης Σκέπης.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1970	2,501	10,96
2009	1,506	7,441

Πίνακας 8. Μεταβολές της λίμνης Νυμφών.

Η μεταβολή της έκτασης της λιμνοθάλασσας Παλούκια απεικονίζεται στο σχήμα 36. Παρατηρείται μια μείωση από 1,976 Km² το 1970 σε 1,496 Km² το έτος 2009 (Πίνακας 9).



Σχήμα 36. Απεικόνιση της μεταβολής της λιμνοθάλασσας Παλούκια κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1970	1,967	10,72
2009	1,496	5,530

Πίνακας 9. Μεταβολές της λιμνοθάλασσας Παλούκια

Στο σχήμα 37 παρατηρείται η μεταβολή της λίμνης Dalyan της Τουρκίας, όπου από την ψηφιοποίηση προέκυψε μια μείωση της έκτασης κατά 2,249 Km² από το έτος 1906 μέχρι σήμερα (Πίνακας 10).



Σχήμα 37. Απεικόνιση της μεταβολής της λίμνης Dalyan κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1906	7,424	15,70
2009	5,1748	19,02

Πίνακας 10. Μεταβολές της λίμνης Dalyan.

Στο σχήμα 38 παρατηρείται αύξηση της έκτασης της λιμνοθάλασσας Δράνας από την δεκαετία του 1970 μέχρι σήμερα από 0,22 Km² σε 2,910 Km² (Πίνακας 11). Η μικρή τιμή της έκτασης κατά τη δεκαετία του 1970 οφείλεται πιθανόν στα έργα αποξήρανσης και η σημερινή αυξημένη τιμή της έκτασης στα έργα αποκατάστασης της λιμνοθάλασσας Δράνας.

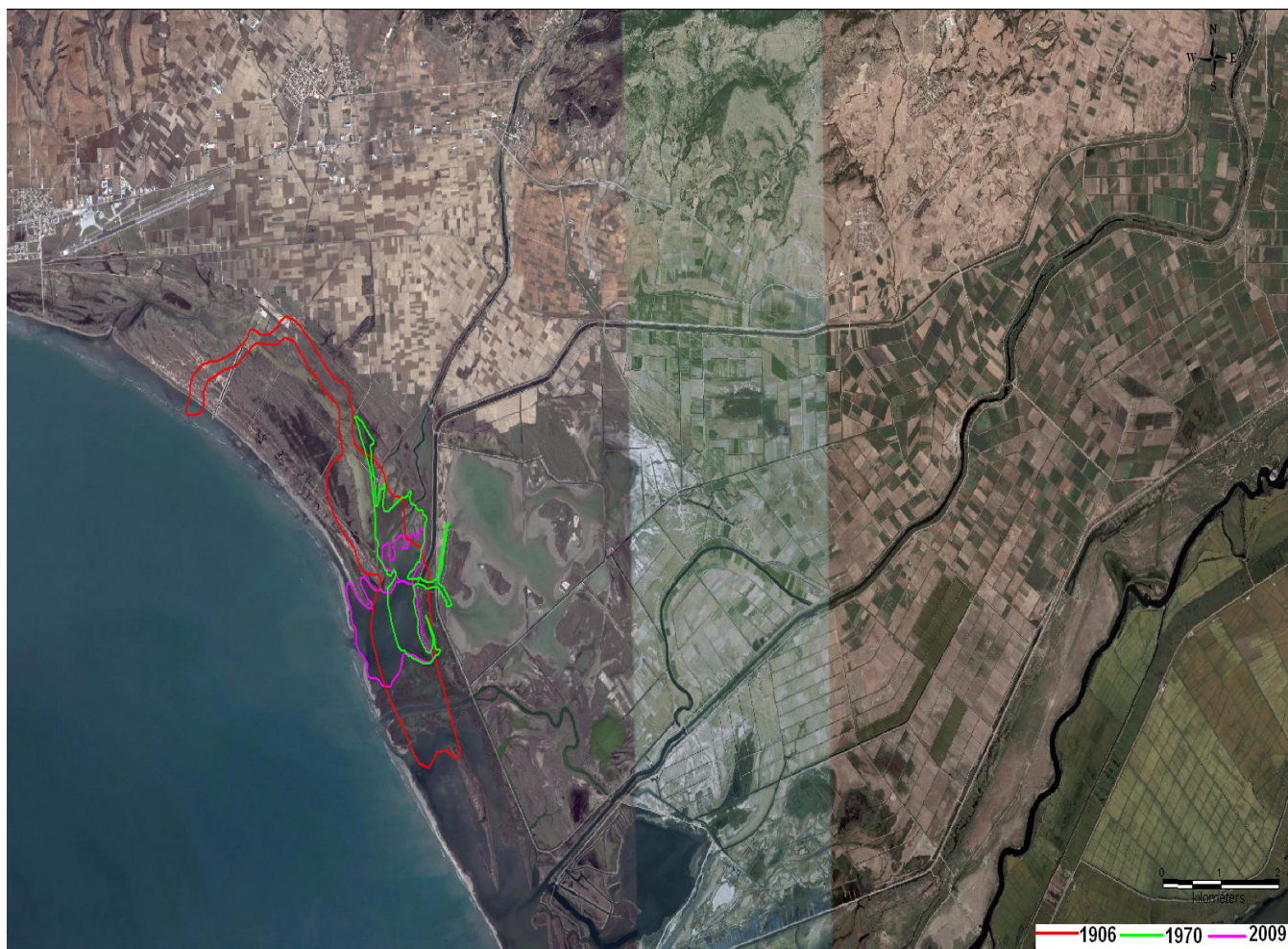


Σχήμα 38. Απεικόνιση της μεταβολής της λιμνοθάλασσας Δράνας κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1970	0,22	1,933
2009	2,910	20,83

Πίνακας 11. Μεταβολές της λιμνοθάλασσας Δράνας.

Αρχικά στο σχήμα 39 παρατηρείται το έτος 1906 η λίμνη Eliz με έκταση 4,827 Km² (Πίνακας 12). Το έτος 1970 στην ίδια περιοχή υπάρχει μια λίμνη με την ονομασία λίμνη Αβγανών και με έκταση 1,374 Km² (Πίνακας 13. Σήμερα στην περιοχή μελέτης παρατηρούνται οι λιμνοθάλασσες Καραμάνου και Λακί με έκταση 1,224 Km² και 0,2984 Km² αντίστοιχα (Πίνακας 14, 15). Διαπιστώνεται ότι με το πέρασμα του χρόνου δημιουργήθηκε κάποιο άνοιγμα το οποίο επιτρέπει την εισροή αλμυρού νερού από τη θάλασσα.



Σχήμα 39. Απεικόνιση της μεταβολής της λιμνοθάλασσας Καραμάνου και της λιμνοθάλασσας Λακί κατά τον εικοστό αιώνα, με τη χρήση του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1906	4,827	19.24

Πίνακας 12. Χαρακτηριστικά της λίμνης Eliz.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1970	1,374	13,76

Πίνακας 13. Χαρακτηριστικά της λίμνης Αβγανών.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
2009	1,224	5,978

Πίνακας 14. Χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας Καραμάνου.

Έτος	Έκταση (Km ²)	Περίμετρος (Km)
2009	0,2984	3,277

Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας Λακί.

7. Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου

7.1 Ταξινόμηση αναγλύφου

Ωστε να καταστεί δυνατός ο χαρακτηρισμός του αναγλύφου της περιοχής του ποταμού Έβρου, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ταξινόμησης των υψομέτρων (Dikau, 1989, από Παράσχου, 2005, Πεχλιβανίδου, 2007, Ρεϊζοπούλου, 2009). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ως κριτήριο για την ταξινόμηση, το υψόμετρο που παρουσιάζει μια περιοχή πάνω από το επίπεδο της θάλασσας (Πίνακας 16).

Ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας (σε m)	Χαρακτηρισμός περιοχής
<150m	Πεδινή
150-600m	Λοφώδης
600-900m	Ημιορεινή
>900m	Ορεινή

Πίνακας 16. Ταξινόμησης αναγλύφου με βάση τον Dikau (1989).

Χρησιμοποιώντας τα υψόμετρα της ταξινόμησης αναγλύφου του πίνακα 16 , καθώς επίσης και το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου (DEM) στο πρόγραμμα MapInfo Professional 8.5 κατασκευάστηκε ο χάρτης των υψομέτρων της περιοχής μελέτης (Σχήμα 40). Ύστερα από περαιτέρω ανάλυση δημιουργήθηκε ο πίνακας με την έκταση (Km²), τα ποσοστά επί τοις εκατό της έκτασης καθώς και τον χαρακτηρισμό της περιοχής.

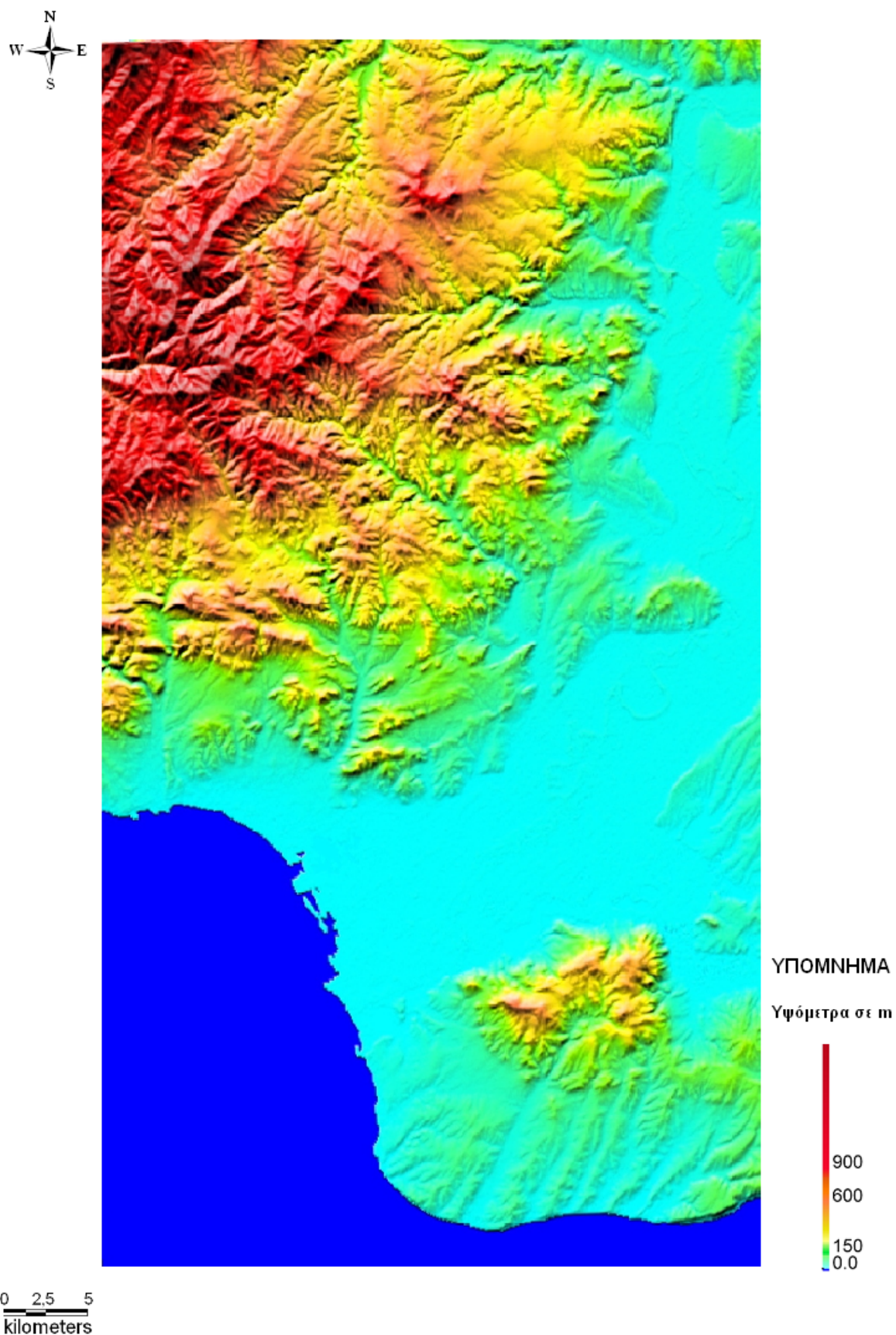
Με βάση το σχήμα και τον πίνακα, μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι πεδινές περιοχές (48.6%) που απεικονίζονται στον χάρτη των υψομέτρων με το γαλάζιο χρώμα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα του χάρτη των υψομέτρων της περιοχής μελέτης.
- Οι λοφώδεις περιοχές (26%) παρατηρούνται κυρίως στο ΒΑ και κεντρικό τμήμα της περιοχής του Δέλτα του ποταμού Έβρου και απεικονίζονται στον χάρτη υψομέτρων με πράσινο χρώμα.

- Οι ημιορεινές περιοχές (9.3%) καταλαμβάνουν μικρή έκταση του βόρειου τμήματος του χάρτη των υψομέτρων και απεικονίζονται με κίτρινο χρώμα.
- Οι ορεινές περιοχές (16.1%) απεικονίζονται στον χάρτη υψομέτρων με κόκκινο χρώμα και καλύπτουν σχετικά μικρή έκταση του ΒΔ τμήματος της περιοχής.

Ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας (m)	Έκταση (Km ²)	Ποσοστό έκτασης (%)	Χαρακτηρισμός περιοχής
<150m	164.7	48.6	Πεδινή
150-600m	88.1	26	Λοφώδης
600-900m	31.5	9.3	Ημιορεινή
>900m	54.5	16.1	Ορεινή

Πίνακας 17. Τύποι αναγλύφου και ποσοστά αυτών, όπως κατανέμονται στην περιοχή του ποταμού Έβρου.



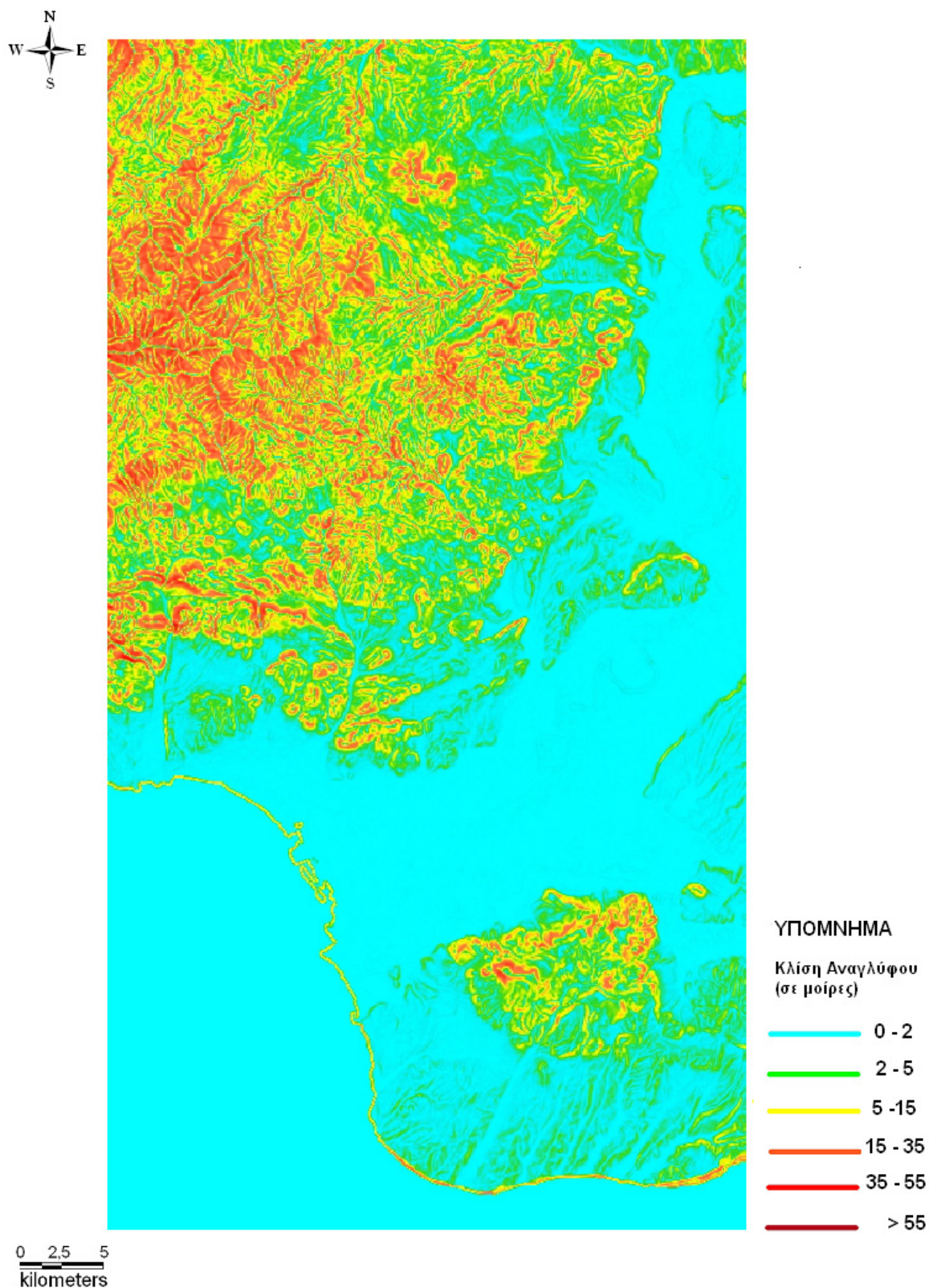
Σχήμα 40. Χάρτης υψομέτρων της περιοχής του Δέλτα του ποταμού Έβρο.

7.2 Κλίση αναγλύφου

Μια σημαντική παράμετρο για την ανάλυση του αναγλύφου αποτελεί η κλίση του αναγλύφου. Η ταξινόμηση των κλίσεων μιας περιοχής γίνεται με βάση τη Διεθνή Γεωγραφική Ένωση (International Geographical Union) (Demek, 1972). Στο σύστημα αυτό, η κατανομή των επιφανειακών κλίσεων χωρίζεται σε έξι ομάδες που χαρακτηρίζουν διαφορετικές επιφάνειες, καθώς και διαφορετικό τρόπο διάβρωσής τους (Demek, 1972, από Παράσχου, 2005, Κούλα, 2003, Πεχλιβανίδου, 2007, Ρεϊζοπούλου, 2009). Η ταξινόμηση των κλίσεων δίνεται στον πίνακα 18.

Γωνία κλίσης	Μορφολογικά χαρακτηριστικά επιφάνειας και τρόπος διάβρωσης.
0-2	Επίπεδο έως ελαφρά κεκλιμένο ανάγλυφο. Έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος.
2-5	Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο. Διάβρωση καλύμματος και έναρξη αυλακωτής διάβρωσης.
5-15	Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο. Κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή, έντονες διαβρωτικές διεργασίες.
15-35	Έντονες διεργασίες απογύμνωσης, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, έντονη αυλακωτή και γραμμική διάβρωση.
35-55	Απόκρημνο ανάγλυφο. Πολύ λεπτό ασυνεχές στρώμα εδάφους, έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος.
>55	Κάθετο ανάγλυφο. Απουσία εδάφους, απογύμνωση πετρωμάτων και κατάρρευση βράχων.

Πίνακας 18. Κατανομή των επιφανειακών κλίσεων σε έξι ομάδες με βάση την Επιτροπή Γεωμορφολογικής Έρευνας και Χαρτογράφησης της Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης (International Geographical Union) (Demek, 1972).



Σχήμα 41. Χάρτης των κλίσεων της περιοχής του Δέλτα του ποταμού Έβρου με βάση το σύστημα της Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης (International Geographical Union) (Demek, 1972).

Χρησιμοποιώντας τις κλίσεις της ταξινόμησης των κλίσεων του πίνακα , καθώς επίσης και το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου (DEM) στο πρόγραμμα MapInfo Professional 8.5 κατασκευάστηκε ο χάρτης των κλίσεων της περιοχής μελέτης (Σχήμα 41).

Υστερα από περαιτέρω ανάλυση δημιουργήθηκε ο πίνακας 19 με την έκταση (Km²) και τα ποσοστά επί τοις εκατό της έκτασης σύμφωνα με την ταξινόμηση των κλίσεων.

Κλίσεις σε μοίρες	Έκταση σε km ²	Ποσοστό έκτασης
0 ° -2 °	118.2	34.88 %
2 ° -5 °	43	12.7 %
5 ° -15 °	71.75	21.17 %
15 ° -35 °	75.26	22.21 %
35 ° -55 °	24.5	7.24 %
> 55 °	6.1	1.8 %

Πίνακας 19. Έκταση και ποσοστό έκτασης, ανάλογα με την γωνία κλίσης τους, όπως κατανέμονται στην περιοχή του ποταμού Έβρου.

Με βάση το σχήμα και τον πίνακα, μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- Το μεγαλύτερο ποσοστό (34.88%) της έκτασης του Δέλτα του ποταμού Έβρου χαρακτηρίζεται από κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 0 ° – 2 °. Οι τιμές αυτές αντιπροσωπεύουν περιοχές με επίπεδο έως ελαφρά κεκλιμένο ανάγλυφο και παρατηρούνται κυρίως στο νότιο και ΒΑ τμήμα της περιοχής μελέτης.
- Ένα σημαντικό ποσοστό της περιοχής μελέτης (22.21%) χαρακτηρίζεται από κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 15 ° - 35 °. Οι τιμές αυτές αντιπροσωπεύουν περιοχές με απότομο έως εξαιρετικά απότομο ανάγλυφο και έντονες διεργασίες απογύμνωσης και αυλακωτής ή γραμμικής διάβρωσης. Οι κλίσεις αυτές παρατηρούνται στο ΒΔ και ΝΑ τμήμα της περιοχής..
- Ένα εξίσου σημαντικό ποσοστό έκτασης (21.17%) χαρακτηρίζεται από κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 5 ° - 15 °. Οι τιμές αυτές αντιπροσωπεύουν περιοχές με ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο και έντονες διαβρωτικές διεργασίες.
- Ένα μικρό σχετικά ποσοστό έκτασης (12.7%) χαρακτηρίζεται από κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 2 ° - 5 °. Το τμήμα αυτό χαρακτηρίζεται από ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο.

➤ Τα χαμηλότερα ποσοστά έκτασης χαρακτηρίζονται από κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 35° - 55° (7.24%) και μεγαλύτερες από 55° (1.8%). Οι τιμές αυτές αντιπροσωπεύουν απόκρημνο έως κάθετο ανάγλυφο και έντονες διεργασίες απογύμνωσης. Οι κλίσεις αυτές παρατηρούνται στο ΒΔ και ΝΑ τμήμα της περιοχής μελέτης.

8. Χρήσεις γης στην περιοχή του ποταμού Έβρου

8.1 Γενικά

Το πρόγραμμα εδαφικής κάλυψης CORINE (CORINE land cover) της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελεί ένα πρόγραμμα εντοπισμού, καταγραφής και χαρτογραφικής απεικόνισης της εδαφικής κάλυψης της γης. Στα πλαίσια αυτού του προγράμματος έχει συνταχθεί βάση δεδομένων που αφορά την εδαφική κάλυψη και τις χρήσεις γης των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (CORINE land cover technical guide-Addendum 2000).

Το πρόγραμμα ξεκίνησε το 1985 και η πρώτη βάση δεδομένων ολοκληρώθηκε το 1990. Επιπλέον ορίστηκε η αναβάθμιση της βάσης δεδομένων με συχνότητα 10 χρόνων με σκοπό τον εντοπισμό αλλαγών της εδαφικής κάλυψης και των χρήσεων γης. Η πρώτη αναβάθμιση πραγματοποιήθηκε το έτος 2000 με την δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για το έτος αυτό, καθώς και τον εντοπισμό αλλαγών κατά την διάρκεια των δέκα ετών που μεσολάβησαν. Το πρόγραμμα CORINE εκπονήθηκε για την Ελλάδα από τον Οργανισμό Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε.).

Στο πρόγραμμα CORINE χρησιμοποιείται η κλίμακα 1:100.000 για την παραγωγή χαρτών και η ελάχιστη μονάδα χαρτογράφησης είναι ορισμένη στα 25 εκτάρια. Το σύστημα ταξινόμησης των διάφορων τύπων εδαφικής κάλυψης αποτελείται από τρία επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο περιλαμβάνονται οι πέντε βασικές κατηγορίες της εδαφικής κάλυψης. Στο δεύτερο επίπεδο περιλαμβάνονται 15 κατηγορίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε κλίμακες 1:500.000 και 1:1.000.000. Στο τρίτο επίπεδο περιλαμβάνονται 44 κατηγορίες (πίνακας 20) σε κλίμακα 1:100.000 (Αλεξανδρή, 2009).

Κατηγορία κάλυψης/χρήσης	Ονοματολογία
111	Συνεχής αστικός ιστός
112	Ασυνεχής αστικός ιστός
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές μονάδες
122	Οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο και συναφείς εκτάσεις
123	Λιμάνια
124	Αεροδρόμια
131	Μεταλλευτικές περιοχές
132	Χώροι απόθεσης απορριμμάτων
133	Εργοτάξια

141	Περιοχές αστικού πρασίνου
142	Εγκαταστάσεις αναψυχής και αθλητισμού
211	Μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις
212	Μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις
213	Ορυζώνες
221	Αμπελώνες
222	Οπωρώνες και καλλιέργειες
223	Ελαιώνες
231	Βοσκοτόπια
241	Ετήσιες μόνιμες καλλιέργειες
242	Συμπλέγματα καλλιεργειών
243	Αγροτικές εκτάσεις με σημαντικό ποσοστό φυσικής βλάστησης
244	Περιοχές αγροδασοπονίας
311	Δάση πλατύφυλλων
312	Δάση κωνοφόρων
313	Μικτά δάση
321	Ποολίβαδα
322	Θάμνοι και χερσότοποι
323	Σκληρόφυλλη βλάστηση
324	Ζώνες μεταβατικής δασικής βλάστησης
331	Παραλίες, αμμοθίνες και αμμώδεις εκτάσεις
332	Βράχια
333	Περιοχές με σποραδική βλάστηση
334	Καμένες περιοχές
335	Παγετώνες και αιώνιο χιόνι
411	Χερσαία έλη
412	Τυρφώνες
421	Αλατούχα έλη
422	Αλυκές
423	Παλιρροϊκοί σχηματισμοί
511	Υδάτινα ρεύματα
512	Λίμνες, αποταμιευτήρες και αντιπλημμυρικές ζώνες
521	Λιμνοθάλασσες
522	Εκβολές ποταμών
523	Θάλασσα

Πίνακας 20. Τρίτο επίπεδο ταξινόμησης προγράμματος εδαφικής κάλυψης CORINE για την Ελλάδα (Αλεξανδρής, 2009).

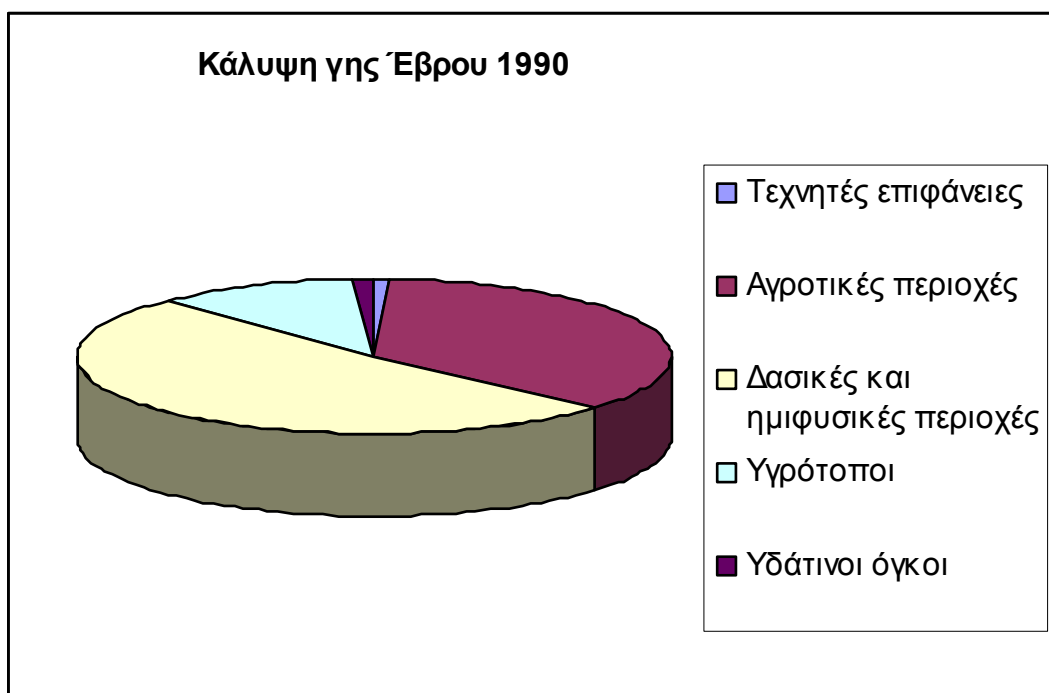
8.2 Παρουσίαση των χρήσεων γης στην περιοχή του ποταμού Έβρου

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται τα ψηφιακά δεδομένα, όπως αυτά προέκυψαν από τη εφαρμογή του προγράμματος CORINE (land cover) τα οποία απεικονίζουν μια μακροσκοπική εικόνα της κατανομής των χρήσεων γης όπως καταγράφονται στη βασική κλίμακα (1:100.000) στο περιβάλλον του προγράμματος MapInfo Professional 8.5.

Στο σχήμα 44 απεικονίζεται το τρίτο επίπεδο του προγράμματος CORINE της περιοχής μελέτης κατά το έτος 1990. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι δασικές και ημιφυσικές περιοχές με ποσοστό 51,1%, ακολουθούν οι αγροτικές περιοχές με ποσοστό 35,68%, οι υγρότοποι με ποσοστό 11,21% και τέλος οι υδάτινοι όγκοι και οι τεχνητές επιφάνειες με ποσοστά 1,03% και 0,97% αντίστοιχα (Πίνακας 21, σχήμα 42).

Κωδικός	Περιγραφή	Έκταση (ha)	Ποσοστό (%)
1	Τεχνητές επιφάνειες	1984,8	0,97
2	Αγροτικές περιοχές	67823,3	35,68
3	Δασικές και ημιφυσικές περιοχές	97209,99	51,1
4	Υγρότοποι	21324,66	11,21
5	Υδάτινοι όγκοι	1968,52	1,03
	Σύνολο	190311,25	

Πίνακας 21 . Κάλυψη γης της περιοχής του Έβρου του έτους 1990, σύμφωνα με το πρώτο επίπεδο του προγράμματος CORINE.



Σχήμα 42. Ποσοστιαίο διάγραμμα της κάλυψης γης της περιοχής του Έβρου του έτους 1990.

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται λεπτομερέστερα τα ποσοστά των χρήσεων γης του έτους 1990 σύμφωνα με το τρίτο επίπεδο του προγράμματος CORINE. Παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνουν, οι μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις (20,49%), τα δάση πλατύφυλλων (14,65%) και οι παραλίες, αμμοθίνες και αμμώδεις εκτάσεις (12,09%).

Κωδικός	Περιγραφή	Ποσοστό (%)
111	Συνεχής αστικός ιστός	0,04
112	Ασυνεχής αστικός ιστός	0,72
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές μονάδες	0,13
123	Λιμάνια	0,02
124	Αεροδρόμια	0,05
131	Μεταλλευτικές περιοχές	0,01
211	Μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις	20,49
212	Μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις	9,56
221	Αμπελώνες	0,49
223	Ελαιώνες	0,09
242	Συμπλέγματα καλλιεργειών	4,00
243	Αγροτικές εκτάσεις με σημαντικό ποσοστό φυσικής βλάστησης	1,05
311	Δάση πλατύφυλλων	14,65
312	Δάση κωνοφόρων	2,72
313	Μικτά δάση	8,94
321	Ποολίβαδα	6,97

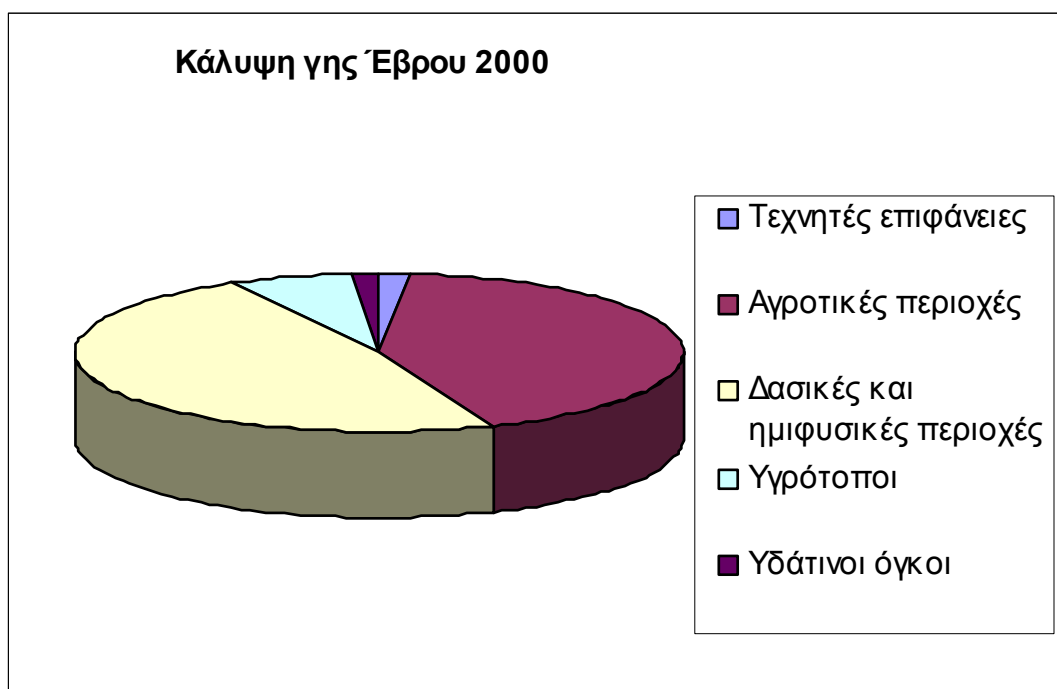
322	Τυρφοέλη με χαμηλή ξυλώδη βλάστηση	0,04
323	Σκληρόφυλλη βλάστηση	3,93
324	Ζώνες μεταβατικής δασικής βλάστησης	3,00
331	Παραλίες, αμμοθίνες και αμμώδεις εκτάσεις	12,90
332	Βράχια	0,01
333	Περιοχές με σποραδική βλάστηση	0,83
411	Χερσαία έλη	0,32
412	Τυρφώνες	5,53
421	Αλατούχα έλη	5,36
511	Υδάτινα ρεύματα	0,23
512	Λίμνες, αποταμιευτήρες και αντιπλημμυρικές ζώνες	0,39
521	Λιμνοθάλασσες	0,41

Πίνακας 22. Κάλυψη γης της περιοχής του Έβρου του έτους 1990, σύμφωνα με το τρίτο επίπεδο του προγράμματος CORINE.

Στο σχήμα 45 απεικονίζεται το τρίτο επίπεδο του προγράμματος CORINE της περιοχής μελέτης κατά το έτος 2000. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι δασικές και ημιφυσικές περιοχές με ποσοστό 47,01%, ακολουθούν οι αγροτικές περιοχές με ποσοστό 41,38%, οι υγρότοποι με ποσοστό 6,69% και τέλος οι τεχνητές επιφάνειες και οι υδάτινοι όγκοι με ποσοστά 1,66% και 1,26% αντιστοίχως (Πίνακας 23, σχήμα 43).

Κωδικός	Περιγραφή	Έκταση (ha)	Ποσοστό (%)
1	Τεχνητές επιφάνειες	2868,39	1,66
2	Αγροτικές περιοχές	71664,73	41,38
3	Δασικές και ημιφυσικές περιοχές	84875,04	47,01
4	Υγρότοποι	11584,7	6,69
5	Υδάτινοι όγκοι	2178,43	1,26
	Σύνολο	173171,3	

Πίνακας 23. Κάλυψη γης της περιοχής του Έβρου του έτους 2000, σύμφωνα με το πρώτο επίπεδο του προγράμματος CORINE.



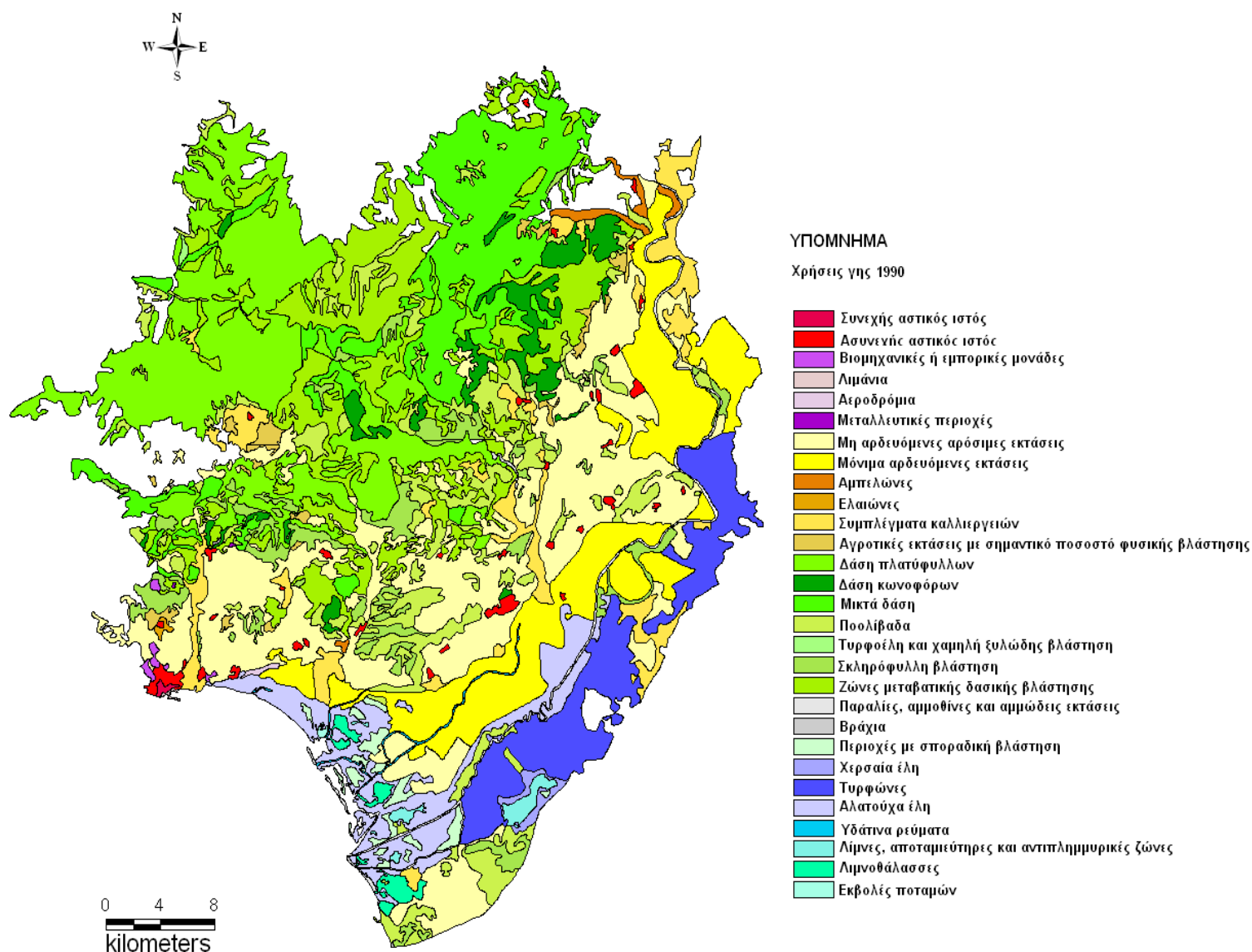
Σχήμα 43. Ποσοστιαίο διάγραμμα της κάλυψης γης της περιοχής του Έβρου του έτους 2000.

Στο παρακάτω πίνακα απεικονίζονται λεπτομερέστερα τα ποσοστά των χρήσεων γης του έτους 2000 σύμφωνα με το τρίτο επίπεδο του προγράμματος CORINE. Παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνουν τα μικτά δάση (16,77%), οι μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις (16,49%), τα δάση πλατύφυλλων (15,56%) και οι μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις (10,43%).

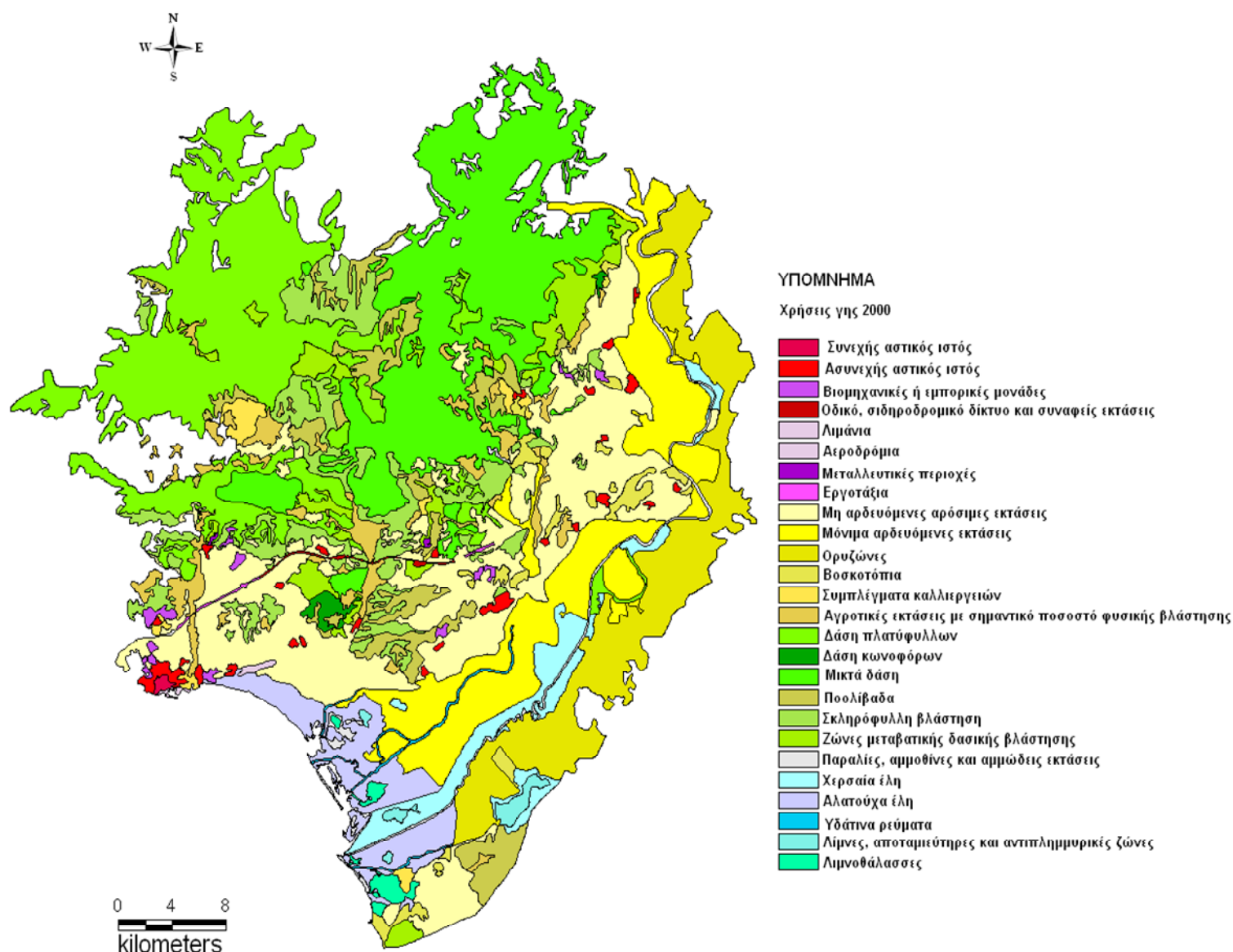
Κωδικός	Περιγραφή	Ποσοστό (%)
111	Συνεχής αστικός ιστός	0,07
112	Ασυνεχής αστικός ιστός	0,82
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές μονάδες	0,43
122	Οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο και συναφείς εκτάσεις	0,12
123	Λιμάνια	0,04
124	Αεροδρόμια	0,07
131	Μεταλλευτικές περιοχές	0,03
133	Εργοτάξια	0,08
211	Μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις	16,49
212	Μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις	10,43
213	Ορυζώνες	9,10
231	Βοσκοτόπια	1,47
242	Συμπλέγματα καλλιεργειών	0,76
243	Αγροτικές εκτάσεις με σημαντικό ποσοστό φυσικής βλάστησης	3,13
311	Δάση πλατύφυλλων	15,56
312	Δάση κωνοφόρων	0,39

313	Μικτά δάση	16,77
321	Ποολίβαδα	4,45
323	Σκληρόφυλλη βλάστηση	6,63
324	Ζώνες μεταβατικής δασικής βλάστησης	3,00
331	Παραλίες, αμμοθίνες και αμμόδεις εκτάσεις	0,21
411	Χερσαία έλη	2,89
421	Αλατούχα έλη	3,80
511	Υδάτινα ρεύματα	0,33
512	Λίμνες, αποταμιευτήρες και αντιπλημμυρικές ζώνες	0,45
521	Λιμνοθάλασσες	0,48

Πίνακας 24. Κάλυψη γης της περιοχής του Έβρου του έτους 2000, σύμφωνα με το τρίτο επίπεδο του προγράμματος CORINE.



Σχήμα 44. Χάρτης κάλυψης-χρήσης γης της περιοχής του ποταμού Έβρου, του τρίτου επιπέδου του προγράμματος CORINE του έτους 1990.



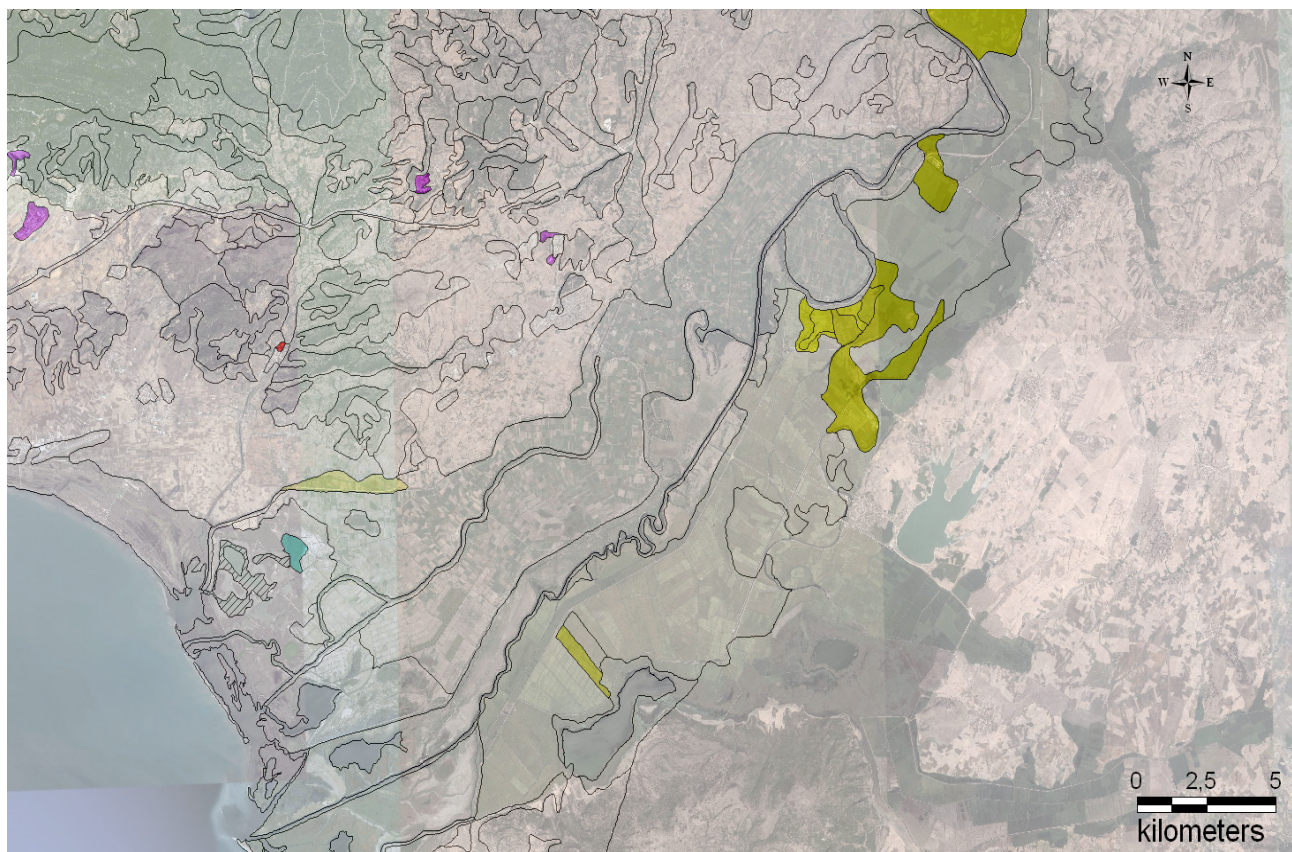
Σχήμα 45. Χάρτης κάλυψης-χρήσης γης της περιοχής του ποταμού Έβρου, του τρίτου επιπέδου του προγράμματος CORINE του έτους 2000.

8.3 Μεταβολές των χρήσεων γης στην περιοχή του ποταμού Έβρου

Η μεταβολή που παρατηρείται στην κάλυψη γης του Έβρου κατά την δεκαετία 1990-2000 είναι περίπου 4% και ο χάρτης με τις μεταβολές δίνεται παρακάτω (Σχήμα 47). Από τον πίνακα 25 διαπιστώνεται ότι οι μεταβολές αφορούν κυρίως τις αγροτικές περιοχές με ποσοστό 64,21% και τις δασικές και ημιφυσικές περιοχές με ποσοστό 30,92%.

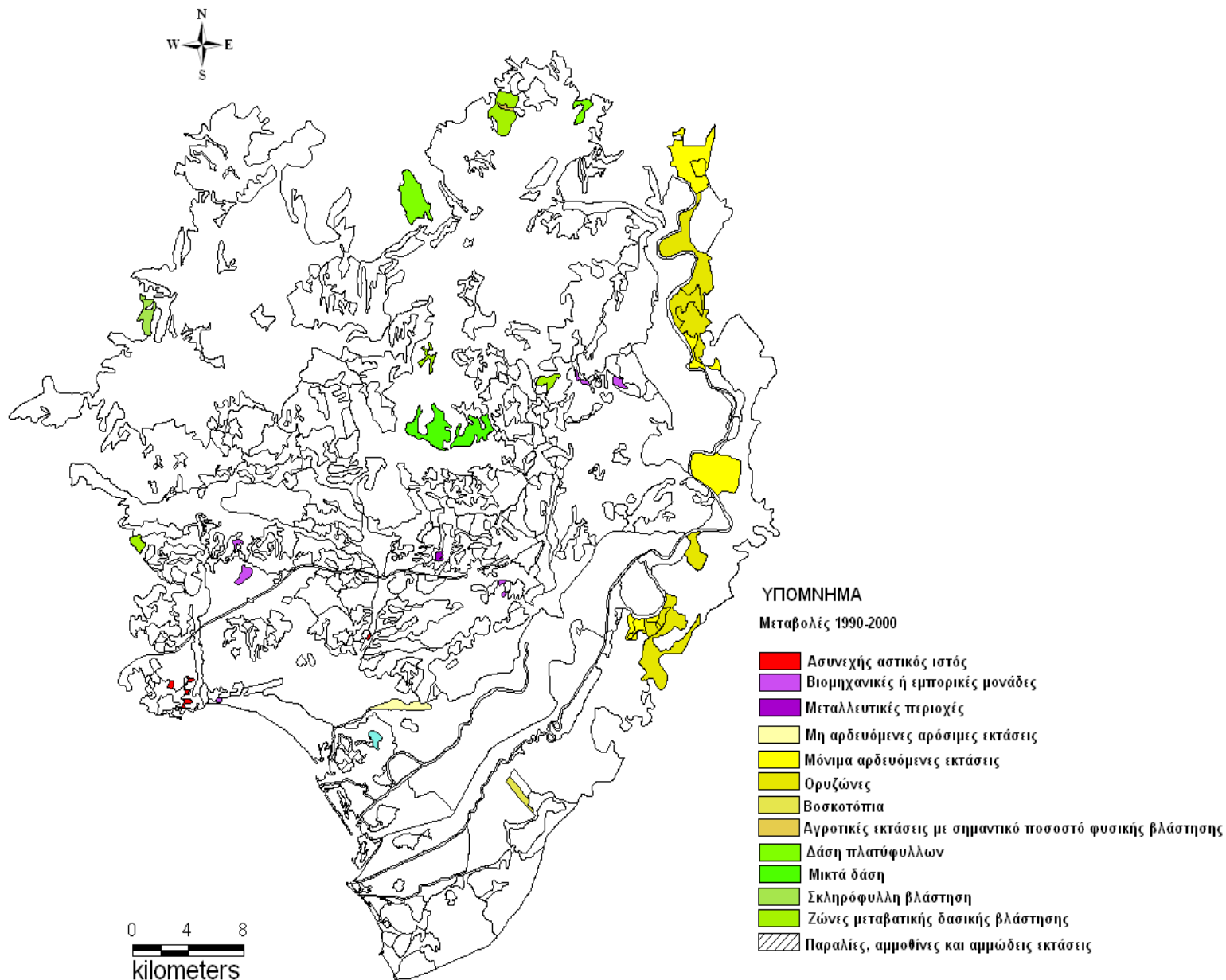
Κωδικός	Περιγραφή	Έκταση (ha)	Ποσοστό (%)
1	Τεχνητές επιφάνειες	310,6573	4,00
2	Αγροτικές περιοχές	4776,786	64,21
3	Δασικές και ημιφυσικές περιοχές	2399,135	30,92
4	Υγρότοποι	0	0,00
5	Υδάτινοι όγκοι	67,49214	0,87
	Σύνολο	7554,07	

Πίνακας 25. Μεταβολή της κάλυψης γης της περιοχής του Έβρου στη δεκαετία 1990-2000, σύμφωνα με το πρώτο επίπεδο του προγράμματος CORINE.



Σχήμα 46. Δορυφορική εικόνα Google Earth του Δέλτα του ποταμού Έβρου, πάνω στην οποία έχουν προβληθεί οι μεταβολές του τρίτου επιπέδου του προγράμματος CORINE για τη δεκαετία 1990-2000.

Στο ΒΔ τμήμα της περιοχής μελέτης παρατηρείται μεταβολή βοσκότοπων σε μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις, αλατούχων ελών σε λιμνοθάλασσες, λιμνών και λιμνοθαλασσών σε παραλίες, αμμοθίνες και αμμώδεις εκτάσεις. Στο ΝΔ τμήμα της περιοχής παρατηρείται μεταβολή ορυζώνων σε βοσκότοπους. Στο ΒΑ τμήμα, η μεταβολή αφορά κυρίως συμπλέγματα καλλιεργειών που μετατράπηκαν σε ορυζώνες και μόνιμα αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις (Σχήμα 46).



Σχήμα 47. Χάρτης μεταβολής της κάλυψης-χρήσης γης της περιοχής του ποταμού Έβρου, του τρίτου επιπέδου του προγράμματος CORINE του έτους 1990-2000.

9. Συμπεράσματα-Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία, έγινε προσπάθεια καταγραφής των μορφολογικών μεταβολών του Δέλτα του ποταμού Έβρου με τη χρήση ψηφιακών γεωγραφικών δεδομένων. Για να καταστεί δυνατή η διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων, απαραίτητη αρχικά προϋπόθεση ήταν να χρησιμοποιηθεί ένα κοινό προβολικό σύστημα, το ΕΓΣΑ 87.

Για την μελέτη του μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής του Δέλτα του ποταμού Έβρου πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των υψομέτρων και των κλίσεων. Η ανάλυση των παραπάνω έδειξε ότι το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται στο μεγαλύτερο μέρος του πεδινό έως λοφώδες. Οι κλίσεις του αναγλύφου κυμαίνονται στο μεγαλύτερο μέρος από 0° έως 2° και ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι από 5° έως 35°, δείχνοντας διεργασίες διάβρωσης.

Η χρήση των ψηφιακών δεδομένων του προγράμματος CORINE έδωσε χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις χρήσεις γης της περιοχής μελέτης και των μεταβολών των χρήσεων γης κατά την τελευταία δεκαετία. Γενικότερα το μεγαλύτερο ποσοστό της περιοχής καλύπτεται από αγροτικές εκτάσεις και παρατηρείται μια αύξηση αυτών με την πάροδο του χρόνου.

Από την ανάλυση των γεωγραφικών δεδομένων παρατηρείται αλλαγή της ροής και του μήκους της κοίτης και τάση μείωσης της έκτασης των λιμνών και των λιμνοθαλασσών στην περιοχή του Δέλτα. Επίσης σημαντική είναι η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής κατά μήκος της περιοχής μελέτης λόγω αυξημένης διάβρωσης και μείωσης της στερεοπαροχής. Η ταχύτατη αλλαγή στη μορφολογία οφείλεται κυρίως στις φυσικές διεργασίες αλλά τις τελευταίες δεκαετίες η επέμβαση του ανθρώπου διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αστάρας, Θ., Βαβλιάκης Ε., Ψιλοβίκος Α., Αλμπανάκης Κ., 2004, Φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, Διδακτικές σημειώσεις, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Βουβαλίδης, Κ., 2002, Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας, Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, Θεσσαλονίκη

Θεοδωρακοπούλου Α. Αικ. 2009, Η επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών στην παλαιογεωγραφική εξέλιξη αρχαιολογικών θέσεων και στη διατήρηση των κατάλοιπων αυτών, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κανελλόπουλος Θ., Καψιμάλης Β., Αγγελίδης Μ., Καμπέρη Ε. & Καραγεώργης Α. 2001, Μελέτη των σύγχρονων ιζηματογενών διεργασιών στο μέτωπο του δέλτα και στο προδέλτα του ποταμού Έβρου, ΒΑ Αιγαίο Πέλαγος, Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου 2001, Αθήνα, Ελλάδα

Κούλας, Ν., 2004, Φυσικό περιβάλλον και στοιχεία διαχείρισης του χειμάρρου Ολυνθίου της Χαλκιδικής, Διατριβή ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη

Λιβιεράτος, Ε., 2003, (Τέλη 19ου, αρχές 20ου αιώνα) Φύλλα Χάρτη Βόρειας Ελλάδας, Η πρώτη απεικόνιση

Παράσχου, Θ., 2005, Η γεωμορφολογική εξέλιξη της κοιλάδας Ίναχου ποταμού της Φθιώτιδας, παραπόταμου του Σπερχειού ποταμού, Διατριβή ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη

Πεχλιβανίδου Σ., 2007, Η γεωμορφολογία της νήσου Σκύρου και η επίδραση της στις χρήσεις γης, Διατριβή ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη

Ρεϊζοπούλου, Α., 2009, Μορφολογικές μεταβολές στις εσωτερικές λεκάνες της πεδιάδας της Μακεδονίας και οι αλλαγές των επιφανειακών υδάτων σε αυτές κατά τον 20^ο αιώνα, Διπλωματική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Σαμσάρης, Δ., Κ 2005, Ιστορική γεωγραφία της δυτικής Θράκης κατά τη ρωμαϊκή αρχαιότητα, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη

Τσιραμπίδης Α. & Καντηράνης Ν. 1998, Σύσταση και προέλευση των σύγχρονων ποτάμιων αποθέσεων του Έβρου (Θράκη), Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου 1998, Πάτρα, Ελλάδα

Ψιλοβίκος Α., 2006, Ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου ιζηματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Alpar B., 2001, Plio-Quaternary of the Turkish coastal zone of the Enez-Evros Delta: NE Aegean Sea, *Medit. Mar. Sci.*, 2/2, 2001, 95-118

Demek, J., 1972, Manual of detailed geomorphological mapping, International Geographical Union

Dikau, R., 1989, The application of digital relief model to landform analysis in geomorphology, Taylor and Francis, pp.51-77

European Environmental Agency, 2000, CORINE land cover technical guide- Addendum, prepared by M. Bossard, J. Feranec and J. Otahel, May 2000

Flemming, N.C., Czartoryska, N.M.G & Hunter, P.M., 1973, Archeological evidence of eustatic and tectonic components of relative sea level changes in the South Aegean, *Colston Papers*, pp.1-66

Kapsimalis V., Kanellopoulos T., Poulos S., Angelidis M., Karageorgis A. & Pavlopoulos K. 2007, The influence of the Evros River on the recent sedimentation of the inner shelf of the NE Aegean Sea

Kevrekidis T., Mogias A., & Gouvis N., 2000, Interannual changes in the composition of the macrobenthic fauna of Drana lagoon (Evros Delta, n. Aegean Sea): preliminary note, Belg J. Zool., 130 (Supplement 1), 101-107

Lambeck & Kurt, 1996, Sea level and shore line evolution in Aegean Greece since upper Palaeolithic time, Antiquity 70, pp.588-611

Mantzourani E. & Theodorou A. 1989, An attempt to delineate the sea-routes between Crete and Cyprus during the Bronze Age, Proceedings of the international Symposium on the civilizations of the Aegean and their diffusion in Cyprus and the Eastern Mediterranean, Pierides Foundation, Larnaca, pp.38-56

Pirazzoli, P.A., 1991, World Atlas of Holocene Sea-level Changes, Elsevier, Amsterdam, pp.300

Shepard, F.P., 1964, Sea level changes in the past 6000 years: possible archeological significance, Science, 143, pp. 574-576

Van Andel, T.H. & Shackleton, J.C., 1982, Late Paleolithic and Mesolithic coastlines of Greece and the Aegean, Journal of Field Archaeology, Vol. 9, No. 4, pp.445-454

Vouvalidis K.G., Syrides G.E., Albanakis K.S., 2005, Holocene morphology of the Thessaloniki bay: Impact of sea level rise, Zeitschrift fur Geomorphologie, Suppl-Vol.137, pp.147-158

Ηλεκτρονικές εκδόσεις

Αλεξανδρής N., 2009, Αναπαραγωγή του χάρτη CORINE με το GRASS-GIS.

Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: http://prdownload.berlios.de/gregis/corine_grass-gis_el.pdf

Κουσουρήs, Θ., 2004, Υγρότοποι και υδροτοπικές περιοχές. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://www.perivallon.com/material/availablematerial/YLIKOpimorfosis%20PE/YG>

ROTOPOI.pdf

Matzarakis, A., 2006, Το κλίμα του Έβρου – The climate of Greece – Das Klima von Evros.
Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: www.mif.uni-freiburg.de/matzarakis/evros.htm

Ramos M,H & Thielen J., 2005, European Flood Alert System Post-event analysis Evros River
Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:
<http://efas.jrc.ec.europa.eu/downloads/postanalysisEFASEvros20050214-0317.pdf>

<http://www.evros-delta.gr/>

<http://www.nasa.gov/>

<http://earth.google.com/>

<http://www.eea.europa.eu/>