



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΞΑΝΘΗΣ ΚΑΙ ΡΟΔΟΠΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**



ΝΑΥΡΟΖΙΔΟΥ ΒΑΛΕΝΤΙΝΗ

ΑΕΜ 3955

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

1.Εισαγωγή.....	2
2. Γεωγραφικά – Μορφολογικά στοιχεία της περιοχής	4
2.1 Νομός Ξάνθης	4
2.2 Νομός Ροδόπης	7
3. Γεωλογία της περιοχής.....	9
3.1 Μαγματισμός – Ηφαιστειότητα.....	10
3.2 Ιζήματα που συναντώνται στην περιοχή μελέτης.....	12
3.2.1 Η Ιζηματογένεση κατά τη διάρκεια του Τριτογενούς – Τεταρτογενούς.....	13
4. Μεταβολές της ακτογραμμής εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.....	15
4.1 Η άνοδος της στάθμης κατά το Ολόκαινο.....	15
4.2 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Αιγαίου Χώρου.....	18
4.3 Οι ακτογραμμές του Βορείου Αιγαίου.....	19
5. Χαρτογραφική αποτύπωση της περιοχής μελέτης στα τέλη του 19 ^{ου} αιώνα.....	20
6. Μεθοδολογία.....	25
7. Αποτελέσματα.....	29
7.1 Γεωαναφορά χαρτών και δορυφορικών εικόνων.....	29
7.1.1 Ιστορικοί χάρτες.....	29
7.1.2 Τοπογραφικοί χάρτες Γ.Υ.Σ – Δορυφορικές εικόνες.....	31
7.2 Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής μελέτης..	32
7.3 Μεταβολές στην ακτογραμμή.....	34
8. Συμπεράσματα – Συζήτηση.....	36
Βιβλιογραφία.....	37

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τη μελέτη των μορφολογικών μεταβολών της ακτογραμμής και της παράκτιας ζώνης με τη βοήθεια χαρτών, στην περιοχή που εκτείνεται από την Ακτή Μπαλούστρα της παραλίας των Αβδήρων, του νομού Ξάνθης έως και τον Ξηροπόταμο του νομού Ροδόπης. Με τη σύγκριση των φύλλων χάρτη της Αυστροουγγρικής απεικόνισης, στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, του βορειοελλαδικού χώρου σε συνδυασμό με τους πρόσφατους τοπογραφικούς χάρτες και τις δορυφορικές εικόνες, έγινε η εξαγωγή περιβαλλοντικών και γεωγραφικών στοιχείων για την περιοχή μελέτης.

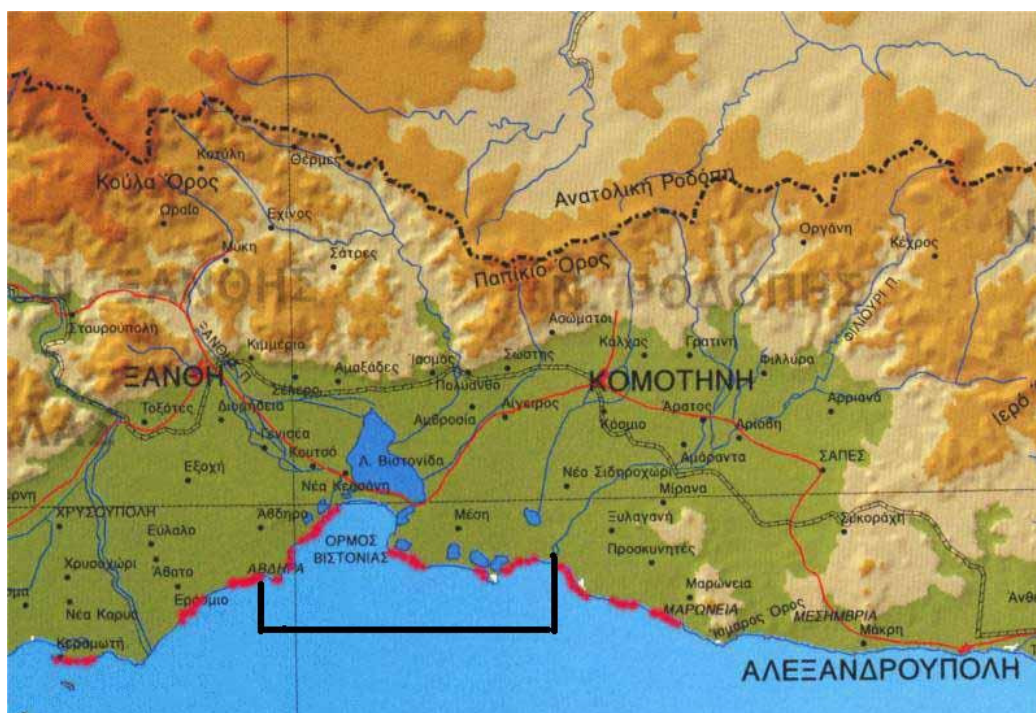
Πρόκειται για μια περιοχή που επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Χαρακτηρίζεται από έντονη παρουσία μικρών ποταμών και λιμνοθαλασσών.

Η ανάθεση του θέματος και η επίβλεψη της διπλωματικής μου εργασίας, έγινε από τον επίκουρο καθηγητή, του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, του τομέα Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, κ. Κωνσταντίνο Βουβαλίδη , στον οποίο και οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ για την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου προσέφερε καθ'όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου.

1.Εισαγωγή

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της Ελλάδας και ανήκει διοικητικά στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θράκης. Δυτικά ένα κομμάτι καλύπτει το νομό Ξάνθης και συγκεκριμένα την παραλία Αβδήρων (ακτή Μπαλούστρα), ενώ ανατολικά εκτείνεται ως τον Ξηροπόταμο του νομού Ροδόπης.

Στόχος της εργασίας είναι να προσδιοριστούν, να αναλυθούν και να συγκριθούν οι περιβαλλοντικές μεταβολές των ακτογραμμών στην περιοχή, λόγω της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, καθώς και της ανθρωπογενούς επέμβασης. Η περιοχή προστατεύεται από τη γνωστή σύμβαση RAMSAR.



Σχήμα 1. Νομοί Ξάνθης και Ροδόπης (με μαύρο χρώμα η περιοχή μελέτης)



Σχήμα 2. Χάρτης Ελλάδος (στο πλαίσιο η περιοχής μελέτης)

2.Γεωγραφικά - Μορφολογικά στοιχεία της περιοχής

Η περιοχή μελέτης συμπεριλαμβάνει τους νομούς Ξάνθης και Ροδόπης, οι οποίοι διοικητικά ανήκουν στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, μαζί με τους νομούς Δράμας και Καβάλας. Ο νομός Ξάνθης συνορεύει με τη Βουλγαρία προς τα βόρεια, με τους νομούς Δράμας και Καβάλας, βορειοδυτικά και νοτιοδυτικά αντίστοιχα και με το νομό Ροδόπης προς τα ανατολικά, ενώ το νότιο τμήμα του νομού βρέχεται από το Θρακικό Πέλαγος. Ο νομός Ροδόπης συνορεύει βόρεια με τη Βουλγαρία, νότια βρέχεται από το βόρειο Αιγαίο, ανατολικά συνορεύει με το νομό Έβρου και δυτικά με το νομό Ξάνθης.

2.1 ΝΟΜΟΣ ΞΑΝΘΗΣ

Το ανάγλυφο του νομού Ξάνθης, όπως άλλωστε και ολόκληρης της Θράκης, κυριαρχείται από τη μεγάλη οροσειρά της Ροδόπης, της οποίας φτάνει εδώ το δυτικό τμήμα και καταλαμβάνει το βόρειο τμήμα του νομού, με υψηλότερη κορυφή το Γυφτόκαστρο (1.827 μ.), στην οροσειρά της Κούλας, στο όριο των νομών Ξάνθης και Δράμας, στα σύνορα με τη Βουλγαρία. (Ευστρατίου, 2008)

Στα ανατολικά η οροσειρά χαμηλώνει βαθμιαία ως τα όρια του νομού Ροδόπης από όπου αρχίζει, με το Παπικό (1.483 μ.), η ανατολική Ροδόπη. Η οροσειρά της Κούλας διακλαδίζεται και στα νότια σχηματίζοντας, στο δυτικό τμήμα του νομού, τις κορυφές Χαϊντού (1.525 μ.), Αχλάτ Τσαλ (1.400 μ.) κ.ά. Η πεδιάδα, βύθισμα άλλοτε, που γέμισε με τις προσχώσεις του Νέστου και των άλλων μικρών ποταμών και χειμάρρων με αποσαθρωμένο υλικό της Ροδόπης, αποτελεί το δυτικό τμήμα της πεδιάδας της Θράκης και καλύπτει όλο το νότιο τμήμα.

Βασικό υδρογραφικό στοιχείο του νομού είναι ο Νέστος, που εισέρχεται από το νομό Δράμας στο νομό Ξάνθης, από τη Σιδηρόπετρα, κατευθύνεται στα νοτιοανατολικά διασχίζοντας το βορειοδυτικό τμήμα του νομού και μετά αφού διαγράψει μια καμπύλη, κατευθύνεται στα νότια καθορίζοντας τα όρια των νομών Ξάνθης και Δράμας και εκβάλλει στο Αιγαίο πέλαγος απέναντι από τη Θάσο.

Ανατολικά από τις εκβολές του Νέστου σχηματίζεται ο ανοιχτός προς το Νότο, Βιστωνικός όρμος ή Λάγος, στο μυχό του οποίου βρίσκεται και το

λιμάνι του Λάγους. Στα όρια των νομών Ξάνθης και Ροδόπης βρίσκεται η Βιστωνίδα.

Η λίμνη Βιστωνίδα είναι αβαθής, παράκτια λίμνη, μόνιμα κατακλυσμένη, με εκτεταμένες ελώδεις εκτάσεις γλυκού και αλμυρού νερού περιμετρικά της. Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους υδροτόπους της περιοχής της Θράκης με ιδιαίτερα πλούσια βιοποικιλότητα.

Η υδρολογική περιοχή της λεκάνης της Βιστωνίδας από την οποία τροφοδοτείται επιφανειακά η λίμνη Βιστωνίδα αποστραγγίζεται από τους ποταμούς και χειμάρρους που πηγάζουν από την ορεινή Ροδόπη. Οι σπουδαιότεροι χειμάρροι, που την τροφοδοτούν, είναι ο Κόσυνθος, ο Κομψάτος και ο Ασπροπόταμος όπως και κάποιοι μικρότεροι. Από τους χειμάρρους αυτούς οι τρεις μεγαλύτεροι σε μήκος αλλά και σε λεκάνη απορροής είναι ο Κόσυνθος, ο Κομψάτος και ο Ασπροπόταμος ή Τράβος.

Η διεύθυνση απορροής για τους χειμάρρους Κόσυνθο και Κομψάτο είναι από ΒΔ προς ΝΑ, αλλά ο Κομψάτος όπως και ο Ασπροπόταμος μετά την έξοδό τους από την ορεινή περιοχή στρέφονται με διεύθυνση από ΒΑ προς ΝΔ .

Σε περιόδους χαμηλής παροχής των υδατορεμάτων (θερινή περίοδο) η λίμνη επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη θάλασσα με την οποία επικοινωνεί στο νότιο τμήμα της μέσω μιας τεχνητής διόδου μήκους 1500 m. Ομοίως η λίμνη επικοινωνεί με τη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγους σε άλλα δυο σημεία. Οι ελώδεις εκτάσεις της νότιας περιοχής της Βιστωνίδας επηρεάζονται από παλιρροιακά φαινόμενα εξ αιτίας της παλίρροιας που υπάρχει στο Βιστωνικό κόλπο και είναι της τάξεως περίπου 0, 40 m (Πλοηγός, Τόμος Δ', 1987).

Η ορεινή ζώνη της συγκεκριμένης λεκάνης, όπως προέκυψε από εμβαδομέτρηση σε χάρτη με κλίμακα 1:50.000, καταλαμβάνει τη βόρεια περιοχή της λεκάνης και καλύπτει το μεγαλύτερο σε έκταση τμήμα της, 895 km². Η περιοχή παρουσιάζει αδρό και πολυσχιδές ανάγλυφο με κλίσεις εδάφους >20%.

Αποτέλεσμα αυτού είναι η σημαντική παρουσία φερτών υλών στους χειμάρρους που καταλήγουν στη λίμνη Βιστωνίδα κυρίως κατά την περίοδο των πλημμυρικών καταστάσεων. Οι μικρές διαδρομές των χειμάρρων και η μικρή τους κλίση εντός της πεδινής ζώνης συνηγορούν στην άποψη ότι ένας από τους κύριους και υπολογίσιμους φυσικούς παράγοντες της γεωμορφολογικής εξέλιξης της λίμνης τόσο κατά το παρελθόν, όσο και σήμερα είναι ο όγκος των φερτών υλικών που προέρχονται από την ορεινή ζώνη.

Το λοφώδες ανάγλυφο εκτείνεται περιμετρικά του πεδινού τμήματος της λεκάνης της Βιστωνίδας, νότια της ορεινής ζώνης. Η Δ και ΝΔ λοφώδης

περιοχή αποτελεί τον υδροκρίτη της Λεκάνης της Βιστωνίδας με την γειτονική της Λεκάνη, δηλ. εκείνη του ποταμού Νέστου, επιτρέποντας όμως μια επικοινωνία μεταξύ των λεκανών από το άνοιγμα που υπάρχει μεταξύ Κυψέλης – Μέλισσας. Η νότια λοφώδης περιοχή χωρίζει τη Λεκάνη της Βιστωνίδας από την θάλασσα, επιτρέποντας και εδώ την επικοινωνία των επιφανειακών νερών της Λεκάνης της.

Όσον αφορά την ακτογραμμή του νομού Ξάνθης, αυτή χαρακτηρίζεται σχετικά μικρή και χωρία αξιόλογο διαμελισμό. Η περιοχή της λίμνης Βιστωνίδας έχει ακτές που κατατάσσονται στο χαμηλό τύπο ακτών και σχηματίζονται από μη συμπαγή υλικά. Δεν υπόκεινται στη θαλάσσια διάβρωση και έχουν την τάση να αναπτύσσονται σε βάρος της θάλασσας. Εξαιρεση αποτελεί ο τύπος ακτών της παραλίας των Αβδηρών, διότι η περιοχή αποτελείται από συμπαγή πετρώματα που φτάνουν μέχρι τη θάλασσα. Οι υπόλοιπες ακτές είναι κλαστικές με παρουσία τελμάτων και λιμνοθάλασσών.

Οι λιμνοθάλασσες συνδέονται με τη θάλασσα με έναν ή περισσότερους διαύλους, με προσανατολισμό περίπου κάθετο προς την ακτή. Γενικά οι διάυλοι εισόδου, είτε είναι φυσικοί είτε τεχνητοί, κόβουν εγκάρσια τις περιφραγματικές νησίδες και επιτρέπουν τα παλιρροιακά ρεύματα να μεταφέρουν νερό μέσα κι έξω από τις λιμνοθάλασσες.

Επειδή οι λιμνοθάλασσες είναι χαρακτηριστικά ρηχές, επηρεάζονται ισχυρά από την καθίζηση και την εξάτμιση, γεγονός το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη διακύμανση της θερμοκρασίας και της αλατότητας του νερού.

Γενικά οι παράκτιες λιμνοθάλασσες συγκρατούν ανόργανα ιζήματα και οργανική ύλη και συνεπώς χρησιμεύουν σαν δεξαμενές υλικών ή σαν φυσικά φίλτρα. Οι λιμνοθάλασσες μπορεί επίσης να είναι ευαίσθητα οικοσυστήματα ευπαθή σε συνέπειες μόλυνσης από αστικές βιομηχανικές και αγροτικές απορροές.

Εκτός από τη λίμνη Βιστωνίδα, στην περιοχή έχουν απομείνει και άλλες μικρότερες λιμνοθάλασσες. Νότια και νοτιοανατολικά της Μάνδρας εντοπίζονται οι λιμνοθάλασσες Λάφρη και Λαφρούδα. Η Λάφρη και Λαφρούδα είναι δύο παράκτιες λιμνοθάλασσες, που βρίσκονται ανάμεσα στο Πόρτο Λάγος και τα Άβδηρα, νοτιοδυτικά της Βιστωνίδας λίμνης. Είναι αβαθείς και λασπώδεις, με νερό υφάλμυρο, μιας και μέσα από στενά περάσματα επικοινωνούν συνεχώς με τη θάλασσα.

Το βάθος τους δεν παραμένει πάντοτε σταθερό αλλά ποικίλλει ανάλογα με τη διεύθυνση και την ένταση των ανέμων. Πιο συγκεκριμένα, το βάθος της Λάφρης δεν υπερβαίνει το ένα μέτρο, γεγονός που οφείλεται στη μικρή έκταση που περιλαμβάνει σε σχέση με τα υλικά που δέχεται.

2.2 ΝΟΜΟΣ ΡΟΔΟΠΗΣ

Ο νομός Ροδόπης καταλαμβάνει 2.565 τ.χλμ. και η μορφολογία του χαρακτηρίζεται ήπια. Ορεινό είναι το βόρειο τμήμα του νομού όπου βρίσκεται η οροσειρά της Ανατολικής Ροδόπης που εκτείνεται σε μήκος 1267 μ. και συνορεύει βόρεια με τη Βουλγαρία. (Ευστρατίου, 2008)

Η πεδιάδα των νομών Ξάνθης-Ροδόπης εκτείνεται κατά μήκος του θαλάσσιου μετώπου από τη Νέα Καρβάλη Καβάλας μέχρι τα όρια του νομού Έβρου και σε αυξομειούμενο μεγάλο βάθος από τις ακτές ,που φθάνει τα 26 χιλ. περίπου (υψομετρική καμπύλη 200μ.) στο νομό Ροδόπης. Η συνολική έκταση αυτής της πεδιάδας είναι της τάξεως των 1.000.000 στρεμμάτων.

Η περιοχή αποτελείται από μια σειρά παράκτιων λιμνών οι οποίες σε συνδυασμό με τις εκβολές των ποταμών της ευρύτερης περιοχής σχηματίζουν ένα ενιαίο υδροτοπικό σύστημα.

Η λίμνη Ισμαρίδα ή Μητρικού βρίσκεται στα Νότια του νομού Ροδόπης, Ανατολικά της λίμνης Βιστωνίδας και σε απόσταση 3 χλμ. από τη θάλασσα, συγκεκριμένα από τον όρμο Ανοικτό. Το μέγιστο βάθος της είναι 1.5 μ. και το μέσο βάθος 1 μ. Είναι μια φυσική ρηχή λίμνη γλυκού νερού που δυτικά συνορεύει με κύρια οδική αρτηρία και με καλλιέργειες στα ανατολικά με ένα ανάχωμα και ένα κανάλι. Ο ποταμός *Βοσβόζης* εκβάλλει στη λίμνη Μητρικού από τη βόρεια πλευρά και στο σημείο εκβολής του σχηματίζει μικρό δελταϊκό σύστημα. ενώ ο *Φιλιούρης* περνάει από τα ανατολικά της λίμνης και χύνεται στη θάλασσα.

Οι λιμνοθάλασσες είναι το κύριο χαρακτηριστικό του φυσικού χώρου στο μεγαλύτερο τμήμα της ηπειρωτικής παραλιακής ζώνης της περιφέρειας, στον παραλιακό χώρο μεταξύ της λίμνης Βιστωνίδας, από τη μια, και των εκβολών της λίμνης Μητρικού και του ποταμού Φιλιούρη, από την άλλη. Οι μεγαλύτερες και σπουδαιότερες από αυτές είναι οι: Ξηρολίμνη (στο χωριό Φανάρι), Καρατζά ή Αρωγή (στο χωριό Αρωγή), η Αλυκή ή Μέση (στο χωριό Μέση), η Πτελέα και το Έλος (στο ακρωτήριο Κουρουσημηλού). Όλες έχουν αλμυρό νερό.

Ο νομός Ροδόπης είναι παραθαλάσσιος και διαθέτει μεγάλο μήκος ακτών (περίπου 200χλμ.). Η ακτογραμμή του νομού αρχίζει στα δυτικά, στα όρια των νομών Ξάνθης- Ροδόπης και καταλήγει, στα ανατολικά, μέχρι τον νομό Έβρου. Το συνεχές ανάπτυγμα ακτών διακόπτεται από τα στόμια εισόδου της θάλασσάς στο φυσικό λιμάνι Λαγούς και την παρακείμενη λίμνη Βιστωνίδα. Οι απολήξεις του χερσαίου χώρου στη θάλασσα είναι γενικά ομαλές ,με εξαίρεση τις απόκρημνες ακτές εκτός του μετώπου των πεδιάδων που βρίσκονται στα όρια των νομών Ροδόπης και Έβρου.



Σχήμα 3. Γεωμορφολογικό σκαρίφημα της περιοχής μελέτης με τους κύριους ορεινούς όγκους, τις λίμνες και τα ποτάμια

3. Γεωλογία της περιοχής

Τόσο ο νομός Ξάνθης όσο και ο νομός Ροδόπης ανήκει στη λεγόμενη ελληνική ενδοχώρα και πιο συγκεκριμένα στη γεωλογική ζώνη που ονομάζεται μάζα της Ροδόπης. Ο γεωτεκτονικός χαρακτήρας της Μάζας της Ρίλα-Ροδόπης, σύμφωνα με τα νεότερα μοντέλα λιθοσφαιρικών πλακών για την εξέλιξη της Μεσογείου, είναι καθαρά ηπειρωτικός και θεωρείται ότι η προέλευση της μάζας είναι από την πλάκα της Λαυρασίας. (Μουντράκης, 1985)

Η μάζα της Ροδόπης εκτείνεται κατα μήκος των Ελληνοβουλγαρικών συνόρων καλύπτοντας μεγάλες εκτάσεις και απο τις δύο χώρες καθώς και ένα μικρό κομμάτι της βορειοδυτικής Τουρκίας. Στον ελλαδικό χώρο η μάζα της Ροδόπης χωρίζεται από τη Σερβομακεδονική μάζα στα δυτικά με τη γραμμή του Στρυμώνα ενώ νότια-νοτιοανατολικά συνορεύει με την Περιοδοπική ζώνη.

Κύριες ρηξιγενείς γραμμές γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, χωρίζουν τη μάζα της Ροδόπης σε δυό λιθοστρωματογραφικές ενότητες, την ανώτερη τεκτονική ενότητα (ενότητα Σιδηρόνερου) και την κατώτερη τεκτονική ενότητα (ενότητα Παγγαίου) με την πρώτη να εφίππευει στη δεύτερη από Βορρά προς Νότο.

Η ενότητα Σιδηρόνερου που περιλαμβάνει πολύ υψηλότερου βαθμού μεταμόρφωσης πετρώματα (γνεύσιοι, μιγματίτες, εκλογιτικοί αμφιβολίτες και μάρμαρα) εφίππευει την ενότητα Παγγαίου από Βορρά προς Νότο κατά μήκος μιας μεγάλου μήκους τεκτονικής γραμμής γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, η οποία περιλαμβάνει μάρμαρα με εναλλαγές μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων, γνευσίων και αμφιβολιτών. Οι πρωτόλιθοι των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της μάζας της Ροδόπης θεωρούνται Παλαιοζωικής ηλικίας.

Με τη μέχρι τώρα τεκτονική ανάλυση της περιοχής έχουν διαπιστωθεί τρεις φάσεις πτυχώσεων. Η πρώτη, ηλικίας Παλαιοζωικού, δημιούργησε πτυχές ισοκλινείς, συμμεταμορφικές της κύριας μεταμόρφωσης, αξονικής διεύθυνσης Β-Ν. Η δεύτερη δημιούργησε πτυχές υποϊσοκλινείς, αξονικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΑ ή ΑΝΑ-ΔΝΔ με εμφανή γράμμωση. Η τρίτη φάση έδωσε πτυχές ανοικτές διεύθυνσης αξόνων ΒΑ-ΝΔ που επαναπτυχώνουν προγενέστερες δομές (Μουντράκης, 1985)

Σύμφωνα με νεότερες απόψεις (Dinter & Royden 1993, Sokoutis et al. 1993) κατά το μέσο Μειόκαινο ένα ρήγμα αποκόλλησης με μικρή γωνία έχει ως αποτέλεσμα την αποκόλληση ενός τμήματος της ανώτερης τεκτονικής ενότητας (ενότητα Σιδηρόνερου) και την προς τα δυτικά κίνησή του. Το

τμήμα αυτό αποτελεί αυτό που σήμερα ονομάζουμε *Σερβομακεδονική μάζα*. Με τον τρόπο αυτό αποκαλύπτεται η κατώτερη τεκτονική ενότητα (ενότητα Παγγαίου).

Η ορεινή περιοχή της Ξάνθης εμφανίζει πολύπλοκη τεκτονική δομή λόγω των έντονων συμπιεστικών δυνάμεων που έχει δεχτεί. Δυτικά της Ξάνθης είναι σαφής ο άξονας αντικλίνου ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης.

Η δημιουργία του βυθίσματος της λίμνης Βιστωνίδας έγινε κατά το Τριτογενές και περνώντας από ένα στάδιο εφελκυστικών τάσεων αρχικά, ένα στάδιο συμπιεστικών τάσεων στη συνέχεια κατά το Ανώτερο Ολιγόκαινο – Κατώτερο Μειόκαινο και ένα νεότερο στάδιο εφελκυσμού κατά το Μ. Μειόκαινο, άρχισε να παίρνει τη σημερινή της μορφή. Η παρουσία ρηγμάτων είναι έκδηλη τόσο στα περιθώρια, όσο και στο εσωτερικό της λεκάνης. Ανατολικά της Μάνδρας εντοπίζεται ρήγμα ΒΔ διεύθυνσης. Τέλος, οι Πλειστοκαινικές αποθέσεις εμφανίζουν μια κλίση προς τα νότια. (Μουντράκης, 1985)

3.1 Μαγματισμός- Ηφαιστειότητα

Στη μάζα «Ρίλα-Ροδόπης» πολύ σημαντική είναι η παρουσία όξινων πυριγενών πετρωμάτων, πλουτωνιτών και ηφαιστιτών. Οι πλουτωνίτες είναι κυρίως γρανίτες, γρανοδιορίτες, μονζονίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες και διορίτες. Η ηλικία των πλουτωνιτών έχει διαπιστωθεί με πολλές ραδιοχρονολογήσεις ως Ηωκαινική – Ολιγοκαινική. Οι κυριότεροι πλουτωνικοί όγκοι της ελληνικής Ροδόπης αυτής της ηλικίας είναι του Παγγαίου, του Παρανεστίου, της Ξάνθης, της Βροντούς, του Πανοράματος, κ.ά.

Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Ελληνικής Ροδόπης είναι κυρίως ρυόλιθοι, ανδεσίτες, δακίτες και δολερίτες και κατανέμονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους σε δύο κύριες περιοχές εμφανίσεων : μια στην περιοχή Φερρών-Σαππών, του Έβρου και μία βόρεια της Ξάνθης στα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η ηλικία της ηφαιστειότητας είναι ανάλογη με τον πλουτωνισμό, δηλαδή Ηωκαινική – Ολιγοκαινική.

3.2 Ιζήματα που συναντώνται στην περιοχή μελέτης

Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα της μάζας της Ροδόπης είναι οι μεγάλες ρηξιγενείς ιζηματογενείς λεκάνες του Τριτογενούς.

Πολλοί ερευνητές προσδίδουν στα παλαιογενή ιζήματα της Ροδόπης μολασσικό χαρακτήρα. Αποτέθηκαν κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, σε εναλασσόμενα λιμναία και θαλάσσια περιβάλλοντα. Έτσι λοιπόν, ψαμμιτικές ενστρώσεις αρκετά μεγάλου πάχους και κροκαλοπαγή μεταβαίνουν πλευρικά προς αργιλοσχιστολιθικά ή ασβεστολιθικά πετρώματα και το αντίθετο, με διάσπαρτες ενστρώσεις λιγνιτών.

Οι χαρακτήρες αυτών των ιζημάτων προήλθαν από τη δράση ανταγωνιστικών παραγόντων στις λεκάνες ιζηματογένεσης. Αρχικά η αυξανόμενη βύθιση του πυθμένα από τη συνεχή απόθεση υλικών με προέλευση τις νεοσχηματισθείσες οροσειρές συνέβαλλε στην εισβολή της θάλασσας, ενώ άλλες φορές η πλήρωση με υλικά οδηγούσε στη δημιουργία λιμνών και λιμνοθαλασσών. Σε ορισμένες περιοχές εξαιτίας της υπερφόρτωσης σε συνδυασμό με τη συνεχόμενη βύθιση, διαρρήξεις προκάλεσαν την απομόνωση τοπικών περιοχών με αποτέλεσμα η απόθεση των υλικών να γίνεται πλέον σε σταθερά λιμναίο περιβάλλον (Διαμάντης, 1985)

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της μάζας της Ροδόπης είναι φακοί ασβεστόλιθων ηλικίας Σιλουρίου – Δεβονίου – Λιθανθρακοφόρου, μάρμαρα του Λιθανθρακοφόρου, ενστρώσεις ασβεστολίθων και δολομιτών του Άνω Παλαιοζωικού και ασβεστόλιθοι του Περμίου – Τριαδικού. Κλαστικά ιζήματα μολασσικού τύπου (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι) υπάρχουν στο νομό Έβρου με ηλικία Ηωκαινική – Ολιγοκαινική.

3.2.1 Η ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ – ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΟΥΣ

Ένα σημαντικό τμήμα της Μάζας Ροδόπης καλύπτεται σήμερα από ιζήματα παλαιογενή – Νεογενή που συνδέονται με το τέλος των παροξυσμικών φάσεων της αλπικής πτύχωσης. Οι έντονες διαρρηκτικές τάσεις που συνόδευσαν αυτή τη φάση, είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων τάφρων, οι οποίες δέχθηκαν τα τριτογενή ιζήματα. Κάποιες περιοχές διέφυγαν των βυθίσεων και είτε καλύφθηκαν με παλαιογενή ιζήματα που στη συνέχεια διαβρώθηκαν είτε παρέμειναν χέρσες μέχρι το Νεογενές, οπότε και σημειώθηκαν νεότερες βυθίσεις.

Κατά το Ολιγόκαινο η ιζηματογένεση συνεχίζεται στις ίδιες συνθήκες με εκείνες του Άνω Ηωκαίνου. Την περίοδο αυτή η θάλασσα είχε την μεγαλύτερη εξάπλωσή της. Ιζήματα Ανώτερου Ολιγοκαίνου έχουν μηδαμινή εξάπλωση. Την περίοδο αυτή ακολούθησε μια φάση συμπίεσεων που κορυφώθηκε στο Άνω Ολιγόκαινο - Κάτω Μειόκαινο και είχε ως αποτέλεσμα την ανύψωση της περιοχής του Αιγαίου.

Κατά το Μέσο Μειόκαινο ο τεκτονισμός είχε εφελκυστικό χαρακτήρα με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολυάριθμων μικρών κυρίως ρηγμάτων. Ακολούθησαν ανοδικές και καθοδικές κινήσεις που οδήγησαν στη δημιουργία λιμνών και λιμνοθαλασσών από τα νερά κυρίως της ανάντη ορεινής μάζας. Η ιζηματογένεση ήταν περιορισμένη και είχε χερσαίο χαρακτήρα. Τέλος Μειοκαίνου με αρχές Πλειοκαίνου η συσσώρευση ιζημάτων οδήγησε σε μια καθοδική κίνηση. Η λίμνη Βιστωνίδα αποτελεί τμήμα της ευρύτερης τριτογενούς λεκάνης που διαμορφώθηκε από την προοδευτική βύθιση της νότιας αυτής περιοχής της μάζας της Ροδόπης. Η λίμνη εκτείνεται σε μια προσχωσιγενή περιοχή με ιζήματα δελταϊκού περιβάλλοντος, με έντονα ποταμοχειμάρρεια χαρακτηριστικά. Χαρακτηριστική είναι η ανάπτυξη ζωνών με αδρομερή υλικά κατά μήκος των κοιτών των παλαιών και νέων χειμάρρων τα οποία γίνονται λεπτομερέστερα προς την κατεύθυνση της λίμνης.

Γύρω από τη λίμνη συναντώνται υλικά με αργιλική ή ιλυοαμμώδη σύσταση. Το σύνολο των ιζημάτων κάτω και γύρω από τη λίμνη αποτελείται από υλικά ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης, με έντονη ετερογένεια τόσο κατά την κατακόρυφη όσο και κατά την οριζόντια έννοια.

Η έναρξη του Τεταρτογενούς συνοδεύτηκε από μικρού μεγέθους διαρρήξεις που προκάλεσαν νέες καταβυθίσεις των τεμαχών μικρότερης έκτασης στο εσωτερικό των παλαιότερων βυθισμάτων. Κατά αυτό τον τρόπο οριοθετήθηκε η σημερινή τετρωγενής λεκάνη της Βιστωνίδας.

Στη λεκάνη αυτή συνεχίζεται απόθεση λιμνοθαλάσσιων και χερσαίων ιζημάτων, όπως κατά το Πλειόκαινο με αποτέλεσμα τη δυσκολία στη διάκριση μεταξύ πλειο- πλειστοκαινικών ιζημάτων.

Στη συνέχεια οι ισοστατικές κινήσεις που ακολούθησαν και που συνεχίζονται μέχρι σήμερα, προκάλεσαν διαδοχικές διαβρώσεις και αποθέσεις. Κατά μήκος των χειμάρρων της περιοχής υπάρχουν υψηλές πλειστοκαινικές αναβαθμίδες που προκλήθηκαν από την την ορμητικότητα των υδάτων τους που απέκτησαν μετά την ανύψωση της περιοχής.

Σήμερα όλη η περιοχή βρίσκεται υπό την επίδραση αργής καθοδικής κίνησης. Αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις: άμμοι, χαλαρά κροκαλοπαγή.

4. Οι μεταβολές της ακτογραμμής εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.

4.1 Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο

Οι διακυμάνσεις της θαλάσσιας στάθμης ήταν καθοριστικής σημασίας για το Ολόκαινο, καθώς οι συνέπειες των διακυμάνσεων αυτών στο περιβάλλον ήταν πολύ σημαντικές. Η αλλαγή της στάθμης της θάλασσας επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι οι γεωολογικοί, οι γεωμορφολογικοί, οι μετεωρολογικοί κ.α. (Θεοδωρακοπούλου, 2009)

Συγκεκριμένα, διακυμάνσεις στη στάθμη της θάλασσας μπορούν να προκαλέσουν οι ανοδικές μετατοπίσεις ή οι καθιζήσεις μέρους του φλοιού της γης που οφείλονται ε ποικίλα αίτια, όπως οι τεκτονικές και οι ευστατικές κινήσεις. Επιπλέον, διακυμάνσεις μπορεί να προκαλέσει η διαδικασία της διαβρωσης και απόθεσης ιζημάτων στην επιφάνεια της γης, αλλά και η θαλάσσια διάβρωση. Ακόμη, οι μεταβολές της μάζας των ωκεάνιων υδάτων, οι οποίες μπορεί να οφείλονται στον σχηματισμό των πάγων στην επιφάνεια των ηπείρων και στη τήξη αυτών. Οι διακυμάνσεις της πυκνότητας των ωκεάνων υδάτων και τα θαλάσσια ρεύματα ασκούν επίσης κάποια επίδραση.

Επιπλέον θα πρέπει να αναφέρουμε και 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)

Είναι γνωστό ότι κατά τη διάρκεια των Παγετώνων, τεράστιες υδάτινες μάζες δεσμεύονται στου πάγους, ενώ απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια των θερμών μεσοσταδίων, κατά τις Μεσοπαγετώδεις περιόδους. Το φαινόμενο αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διακύμανση της στάθμης της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο. συγκεκριμένα, παρατηρείται πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά της περίοδο των Παγετώνων και άνοδος κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους.

Κοντά στα τέλη της τελευταίας Παγετώδους περιόδου (20.000-18.000 BP) η συγκέντρωση πάγων στις ηπείρους μείωσε σημαντικά την ποσότητα των θαλασσίων υδάτων, πράγμα που είχε ως αποτέλεσμα την ταπείνωση της στάθμης της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο για περισσότερο από 100 μ. κατά μέσο όρο, αποκαλύπτοντας με τον τρόπο αυτό το μεγαλύτερο μέρος των ηπειρωτικών υφαλοκρηπίδων.

Με το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου και την υποχώρηση των παγετώνων, η στάθμη της θάλασσας ανέβαινε με γρήγορο ρυθμό,

12mm/yr περίπου μέχρι και 6.000BP και στη συνέχεια ο ρυθμός ανύψωσης ελαττώθηκε στα 2 mm/yr περίπου (Lambeck, 1996)

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, καθώς η θάλασσα ανέβηκε απότομα περίπου 100μ. , 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 και ο μύθος του κατακλυσμού να απηχεί το κοσμογονικό αυτό γεγονός. (Pirazzoli, 1991, Van Andel et al, 1982, Lambeck, 1996, Θεοδώρου 1996).

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

Πριν από 7.000 χρόνια περίπου η στάθμη της θάλασσας σταμάτησε σε ένα επίπεδο 20-10 μέτρα πιο κάτω από το σημερινό επίπεδο και συνέχισε να ανεβαίνει με πιο αργό ρυθμό. Σχετικά με το θέμα αυτό έχουν διατυπωθεί διάφορες απόψεις

Γεγονός πάντως είναι ότι η θάλασσα 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 γής, 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, εξ'ατίας διαφόρων παραγόντων, όπως οι τεκτονικές κινήσεις της γης, οι διαφορές στη δομή της γής 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 θάλασσας στάθμης (Μαντζουράνη και Θεοδώρου, 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, Vouvalides et al. 2005)

Ειδικότερα για τη Μεσόγειο, πρέπει να σημειώσουμε ότι οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, συμπίπτουν με τις μεταβολές σε παγκόσμιο επίπεδο. Ιδιαίτερα της ανατολικής μεσογείου, πρέπει να λαβουμε υποψιν 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).

Παρουσιάζοντας το γενικό πλαίσιο των αλλαγών της στάθμης της θάλασσας στο χώρο του Αιγαίου κατά τη διάρκεια του Ολοκαινίου (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 1μ. ή 1,5 μ. 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, διαφορά 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). Θεωρούμε λοιπόν ότι κατά την πρώτη φάση του Ύστερου Ολόκαινου -περίοδος που αντιστοιχεί στην Πρώιμη Χαλκοκρατία στην Ελλάδα- η στάθμη της θάλασσας πρέπει να ήταν 5-6 μέτρα 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, θα πρέπει

να σημειωθεί ότι σύμφωνα με δεδομένα, μπορεί να υποστηριχτεί ότι έχει συντελεστεί πιθανότατα μια κοινή ευστατική άνοδος της στάθμης της θάλασσας ανάμεσα στα 2-4 μέτρα στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου από την εποχή του Χαλκού μέχρι σήμερα (Rapp-Kraft, 1978).

4.2 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Αιγαίου χώρου.

Σύμφωνα με μελέτες, κατά τα τέλη της τελευταίας Παγετώδους περιόδου, πριν από 18.000 χρόνια, περίοδο κατά την οποία η στάθμη της θάλασσας ήταν χαμηλότερα για περισσότερο από 100μ., στην ελληνική χερσόνησο και το χώρο του Αιγαίου πελάγους, η ακτογραφία ήταν πολύ διαφορετική από τη σημερινή.

Καθώς το μεγαλύτερο μέρος των ηπειρωτικών υφαλοκρηπίδων ήταν πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, τόσο η ηπειρωτική χώρα όσο και τα νησιά είχαν πολύ μεγαλύτερη έκταση και το περίγραμμα των ακτών ήταν πιο απλό. Στο εσωτερικό όλων των ακτών υπήρχαν παράκτιες πεδιάδες, ακόμα και στις περιοχές που σήμερα απόκρημνα βουνά φθάνουν μέχρι την ακτή.

Μια μεγάλη παράκτια πεδιάδα εκτεινόταν κατά μήκος των βορείων ακτών του Αιγαίου, από τη βόρεια Μ. Ασία και την περιοχή της θάλασσας του Μαρμαρά, η οποία ήταν τότε μια μεγάλη λίμνη, προς τα δυτικά μέχρι τον Θερμαϊκό κόλπο και κατ'επέκταση τη Θεσσαλία. Στην πεδιάδα αυτή ήταν ενσωματωμένα τα νησιά Θάσος και Σαμοθράκη.

Έκτοτε, αυτή η εικόνα άρχισε να αλλάζει με αργό ρυθμό, γιατί σ'αυτή την περίοδο η άνοδος της στάθμης της θάλασσας ήταν ακόμη αναλογικά βραδεία. Περίπου πριν 14.000 χρόνια δεν πρέπει να παρουσιάστηκαν αισθητές διαφορές στην ακτογραφία, αλλά τα στενά θαλάσσια περάσματα πρέπει να διευρύνθηκαν. Αμέσως μετά, η στάθμη της θάλασσας άρχισε να ανεβαίνει πολύ πιο γρήγορα.

Στις αρχές του Ολόκαινου η κατάσταση άρχισε να αλλάζει σημαντικά και στο διάστημα πριν από 10.000 μέχρι 9.000 χρόνια η ακτογραφία του αιγαίου απέκτησε σχεδόν τη σημερινή μορφή της. Η μεγάλη πεδιάδα κατά μήκος των Β. ακτών του Αιγαίου έχει μειωθεί σημαντικά.

Κατά τη διάρκεια της Ύστερης Νεολιθικής εποχής, καθώς η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης σταθεροποιήθηκε στα 4.000 π.Χ και περιορίστηκε σε χαμηλούς ρυθμούς. (1mm/έτος), οι ακτογραμμές θα αποκτήσουν το σημερινό τους περίγραμμα. Είναι φανερό ότι η Νεολιθική εποχή αποτελεί μια περίοδο πολύ σημαντική για τη διαμόρφωση της ακτογραφίας του αιγαίου χώρου, κυρίως βέβαια γιατί κατά τη διάρκειά της συντελέστηκε η

άνοδος της στάθμης, η οποία είναι και ο κυριότερος παράγοντας για τη διαμόρφωση αυτή.

Παρά το γεγονός ότι η ακτογραφία του αιγιακού χώρου από την ύστερη Νεολιθική εποχή δεν διέφερε ουσιαστικά από τη σημερινή, η εξέλιξη των ακτογραμμών συνεχίστηκε, εξ' αιτίας της δράσης των γεωμορφολογικών παραγόντων.

Καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της περιόδου παρατηρείται μια αργή, σταδιακή επίκλυση της θάλασσας στην ξηρά. Παρόλα αυτά, γενικά οι ακτογραμμές επεκτείνονταν πολύ περισσότερο προς την πλευρά της θάλασσας σε σχέση με τη σημερινή εποχή.

4.3 Τα Παράλια του Βορείου Αιγαίου

Ως βόρεια παράλια του Αιγαίου πελάγους ορίζονται τα παράλια που αναπτύσσονται μεταξύ του βορειοανατολικού ορίου του Στρυμωνικού Κόλπου και των θαλάσσιων συνόρων μεταξύ Ελλάδας και Τουρκίας, που είναι οι εκβολές του ποταμού Έβρου.

Το ανάπτυγμα αυτό έχει μήκος 90 ναυτικά μίλια με γενική διεύθυνση από Δυτικά προς Ανατολικά. Ανατολικά από τις εκβολές του Νέστου σχηματίζεται ο ανοικτός προς το Νότο Βιστωνικός όρμος, ή Λάγος. Τα βάθη της θάλασσας στην ευρύτερη περιοχή του όρμου Βιστονίας είναι πολύ μικρά. Είναι μάλιστα χαρακτηριστικό το γεγονός ότι σε απόσταση δύο χιλιομέτρων από τον Όρμο, το βάθος της θάλασσας είναι κάτω από 6 μέτρα, σε απόσταση 7 χιλιομέτρων το βάθος είναι μόλις 17 μέτρα και σε 20 χιλιόμετρα φτάνει μόνο τα 30 μέτρα.

Οι ακτές της περιοχής μελέτης ανήκουν στο χαμηλό τύπο ακτών χαρακτηριστικό των οποίων είναι ότι σχηματίζονται από χαλαρά υλικά, δεν υφίστανται τη θαλάσσια διάβρωση και έχουν την τάση να αναπτύσσονται εις βάρος της θάλασσας.

Όπως προαναφέρθηκε οι ακτές δημιουργήθηκαν στα πλαίσια των ισοστατικών κινήσεων στην περιοχή την περίοδο Μειοκαίνου Πλειοκαίνου.

Με τις εισχωρητικές κινήσεις της θάλασσας δημιουργήθηκαν μικροί κλειστοί κόλποι που με το πέρασμα του χρόνου κ ενώ η θαλάσσια διάβρωση συνεχιζόταν τα υλικά αυτά με τη βοήθεια των ρευμάτων δημιούργησαν ιοθμούς που έκλειναν τα ανοίγματα δημιουργώντας έτσι κλειστές λιμνοθάλασσες.

Τέλος, κατά μήκος όλης της ακτογραμμής συναντώνται εκτάσεις με αλμυρά έλη.

5. Χαρτογραφική αποτύπωση της περιοχής μελέτης στα τέλη του 19^{ου} αιώνα

Στις αρχές της δεκαετίας του 1870, αρχίζουν από τους αυστριακούς, κατά την περίοδο της πλήρους ανάπτυξης των εργασιών της Φραγκισκο-Ιωσήφειας χαρτογράφησης, οι κατά άξονες συστηματικές γεωδαιτικές εργασίες στο νοτιότερο χώρο της ευρωπαϊκής οθωμανικής αυτοκρατορίας, στην οποία περιλαμβάνεται ο βορειοελλαδικός χώρος, όπως ορίζεται στη σημερινή ελληνική επικράτεια. Στο πλαίσιο του έργου αυτού σημειώνεται ο άξονας από το αλβανικό Σκουτάρι μέχρι τη Θεσσαλονίκη, με κορυφές στο Ποϊζρεν, το Δυρράχειο, την Αχρίδα, τα Σκόπια και το Μοναστήρι. (Λιβιεράτος, 2003-2007)

Οι εργασίες του 1873, στον άξονα αυτό, διαρκούν τρεις μήνες, από τον Μάιο μέχρι τον Ιούλιο, και συμπεριλαμβάνουν τις Πρέσπες και τον ορεινό όγκο Περιστερί. Ο νοτιώτερος κλάδος του άξονα, μέχρι την ελληνοτουρκική μεθόριο, στον οποίο εργάστηκε και ο γνωστός μας, λοχαγός τότε, Heinrich Hartl, συμπεριλάμβανε τον χώρο από την Αυλώνα και το Αργυρόκαστρο μέχρι τη Θεσσαλονίκη και τη Χαλκιδική, τις ευρύτερες περιοχές των Ιωαννίνων του Μετσόβου και της Λάρισας, του Καϊμακτσαλάν, της Σαμαρίνας, των θεσσαλικών περιοχών του Ολύμπου, της Βέροιας και της Κατερίνης.

Κατά το επόμενο έτος, 1874, ο Hard κατευθύνεται προς τα ανατολικά, κατά μήκος των μακεδόνικων ακτών και τον Απρίλιο φθάνει στη θάλασσα του Μαρμαρά και στην Κωνσταντινούπολη. Στο χώρο των εργασιών του κλάδου αυτού περιλαμβάνεται η Μακεδονία ανατολικά της Θεσσαλονίκης και η Θράκη, αλλά και τα βορειότερα. Οι περιοχές της Καβάλας, της Αδριανούπολης και της Φιλιππούπολης εντάσσονται στις εργασίες πεδίου του Hard, ο οποίος το 1875 τις ολοκληρώνει στη Βουλγαρία και την ανατολική Ρωμυλία.

Μέχρι την έκδοση των αυστρουγγρικών φύλλων στην κλίμακα 1:200.000, από τα τέλη του 19^{ου} αι. και κυρίως στα μέσα του, ο βορειοελλαδικός χώρος, ως το νότιο τμήμα της ευρωπαϊκής Οθωμανικής αυτοκρατορίας, απεικονιζόταν σε πλήθος χαρτών ποικίλης προέλευσης και θεματικού περιεχομένου, πάντα όμως σε κατά πολύ μικρότερη κλίμακα και ποτέ ως συστηματικές σειρές φύλλων χάρτη, αποτελέσματα μεθοδικών και μειζόνων χαρτογραφήσεων. Από τα μέσα του 19^{ου} αι. και μέχρι την αρχή της έκδοσης των φύλλων του *Γενικού Χάρτη* 1:200.000, το 1889, υπάρχει

μια εξαιρετικά εντατική χαρτογραφική κινητικότητα, η οποία προφανώς αντανάκλα την αναζωπύρωση του Ανατολικού Ζητήματος.

Η πρώτη επιστημονική χαρτογραφική απεικόνιση του βορειοελλαδικού χώρου, όπως ορίζεται στη σημερινή ελληνική επικράτεια, και στη μεγαλύτερη μέχρι τότε κλίμακα, ανάγεται στο πρόγραμμα της λεγόμενης "τρίτης" αυστρουγγρικής χαρτογράφησης, το β' μισό του 19ου αιώνα (1869-1887) επί Φραγκίσκου Ιωσήφ Α', στο πλαίσιο των νέων γεωστρατηγικών και γεωπολιτικών συνθηκών και στόχων της μοναρχίας του. Η χαρτογράφηση αυτή, η οποία άρχισε περίπου ένα αιώνα μετά την αντίστοιχη "πρώτη" της Μαρίας Θηρεσίας και κυρίως του Ιωσήφ Β' (1764-1787), εντάσσεται στο περιβάλλον των μεγάλων και ιδιαίτερα συστηματικών ευρωπαϊκών χαρτογραφικών εργασιών, που με επιστημονικές μεθόδους χωρικής αποτύπωσης, άρχισαν μετά τα μέσα του 17ου αιώνα ως προαπαιτούμενο μιας νέας κρατικής αντίληψης περί εξουσίας και κυριαρχίας, αλλά και οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης στην Ευρώπη της εποχής. Οι χαρτογραφήσεις αυτές, μια μεγαλειώδεις όσο και ευρύτερα άγνωστη εποποιία του ευρωπαϊκού τεχνικού πολιτισμού, κυριάρχησαν στις κρατικές δραστηριότητες, με αυξανόμενο ρυθμό, όλον τον 18ο αι. και κορυφώθηκαν τον 19ο αιώνα.

Μέσα στο γενικό πλαίσιο της νεότερης ευρωπαϊκής επιστημονικής χαρτογραφίας, η σημαντική αυστριακή παράδοση εντάσσεται κατά την πρώτη φάση της στην πρωϊκής έμπνευσης λεγόμενη στρατιωτική χαρτογραφία του β' μισού το 18^{ου} αι., ενώ κατά τις επόμενες φάσεις της ακολουθεί πρωταγωνιστικά τις ευρύτερες ευρωπαϊκές χαρτογραφικές εξελίξεις, πάντα στο επιστημονικό πλαίσιο που σηματοδοτούν οι κύριες σχολές, όπως η γαλλική, η γερμανική και η αγγλική.

Αποτέλεσμα της τρίτης χαρτογράφησης, της λεγόμενης "Φραγκισκο-ιωσήφειας", ήταν η παραγωγή, από το 1889, της σειράς των 282 φύλλων του γενικευμένου στρατιωτικού τύπου "*γενικού χάρτη*" (*GENERALKARTE*), 18 φύλλα του οποίου καλύπτουν τον σημερινό βορειοελλαδικό χώρο, για πρώτη φορά στην ιστορία του, με τέτοια ακρίβεια και ποιότητα. Τα φύλλα της σειράς, με ελληνικό ενδιαφέρον, εκτός του ότι για πρώτη φορά απεικόνισαν επιστημονικά τον συγκεκριμένο χώρο, αποκτούν και μια επιπλέον σημασία στη ελληνική χαρτογραφική κληρονομιά μας, γιατί αναπαράχθηκε σε ελληνικές εμπορικές και στρατιωτικές εκδόσεις, στις αρχές του 20ου αι., αποτελώντας τα πρώτα χαρτογραφικά τεκμήρια των απελευθερωμένων εδαφών της βόρειας χώρας, τα οποία χρησίμευσαν ευρύτατα σε πολλές εφαρμογές, όπου η κλίμακά τους το επέτρεπε (1 εκατοστό στο χάρτη αντιστοιχεί σε 2 χιλιόμετρα πραγματικό έδαφος και 1 χιλιοστό σε 200 μέτρα. κλίμακα 1:200.000)

Τα φύλλα της σειράς της αυστριακής χαρτογραφίας έχουν γεωγραφική διανομή 1° κατά πλάτος και 1° κατά μήκος, ανηγμένα ως καμπυλόγραμμη τραπέζια στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς εκ περιστροφής το Bessel. Η διανομή έχει σχεδιαστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε από το κέντρο κάθε φύλλου 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 (επιτιτλισμό) 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 (με αρχή τον μεσημβρινό της Φέρρο) και το γεωγραφικό πλάτος του κεντρικού παράλληλου του συγκεκριμένου φύλλου.

Στην Ελλάδα, το 1889, αρχίζει, ο τριγωνισμός για τη λεπτομερή χαρτογράφηση της χώρας (Πελοπόννησος, Στερεά, Θεσσαλία -μέχρι την οριοθετική γραμμή βόρεια της Λάρισας- Ιόνια, Εύβοια και Αρχιπέλαγος του -αιγαίου). Οι εργασίες εκτελούνται από τη νεοϊδρυθείσα *Γεωδαιτική Αποστολή*, υπό τη διεύθυνση κλιμακίου της (οποία σύμπτωσης) αυστριακής καισαροβασιλικής στρατιωτικής γεωγραφικής υπηρεσίας υπό τον αντισυνταγματάρχη Heinrich Haitl, τον επικεφαλής των γεωδαιτικών εργασιών της νέας χαρτογράφησης του βορειοελλαδικού χώρου, στα σημερινά του όρια (1873-1876).

Η αυστριακή στρατιωτική αποστολή, η οποία είχε προσκληθεί από τον Χαρίλαο Τρικούπη για τη σύνταξη του κτηματικού χάρτη της χώρας, ολοκλήρωσε το καθαρά γεωδαιτικό και οργανωτικό έργο της και αποχώρησε το 1896, ένα χρόνο πριν τον ελληνοτουρκικό πόλεμο του 1897.

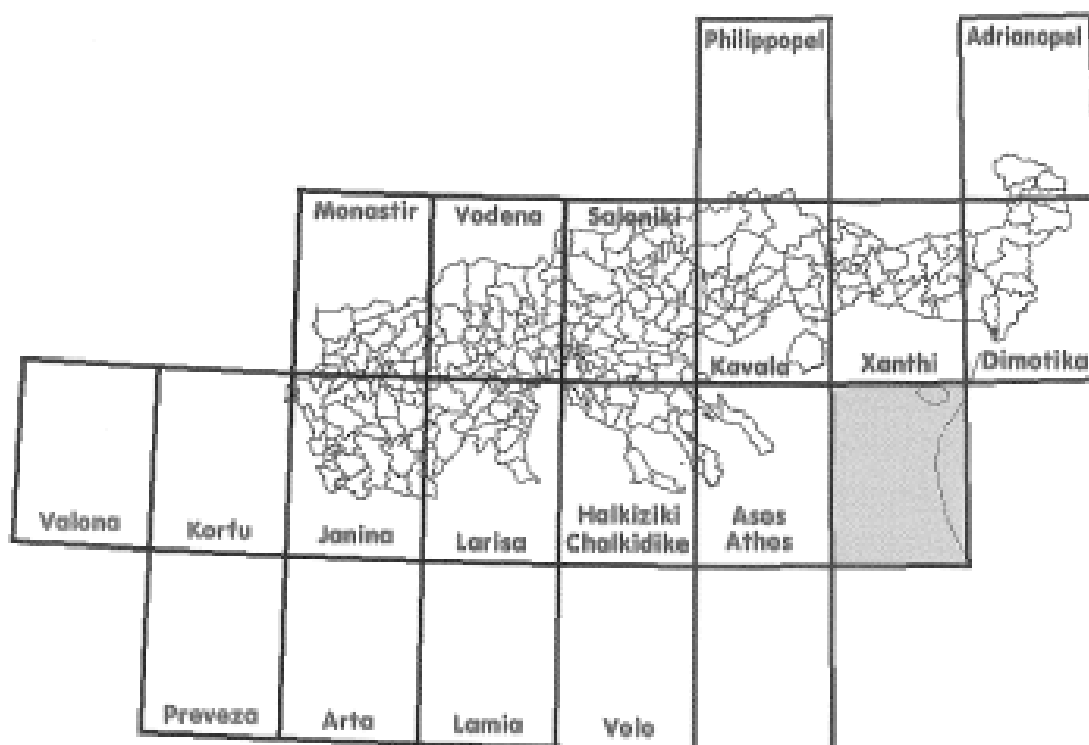
Μετά από δέκα χρόνια, το 1907 άρχισαν να εκδίδονται τα φύλλα της σειράς του πρώτου ελληνικού, κατά τα αυστριακά πρότυπα, *Ειδικού Χάρτη* σε κλίμακα 1:75.000, όπως ήταν ο αντίστοιχος Spezialkarte της *φίτης* αποτύπωσης του Φραγκίσκου Ιωσήφ. Μέχρι τους Βαλκανικούς πολέμους (1912) συντάχθηκαν και εκδόθηκαν στη Βιέννη τα 14 φύλλα (κυρίως τη Θεσσαλίας) από το σύνολο των 120 που ήταν προγραμματισμένα να συνταχθούν και εκδοθούν για όλη τη χώρα.

Βασική διαφορά των ελληνικών φύλλων από τα αντίστοιχα αυστρουγγρικά ήταν η αφετηρία των γεωγραφικών μηκών από τον μεσημβρινό του Αστεροσκοπείου Αθηνών που είχε προσδιοριστεί από τον Hartl το 1890 σε $23^\circ 42' 58''.82$ ανατολικά του Greenwich.

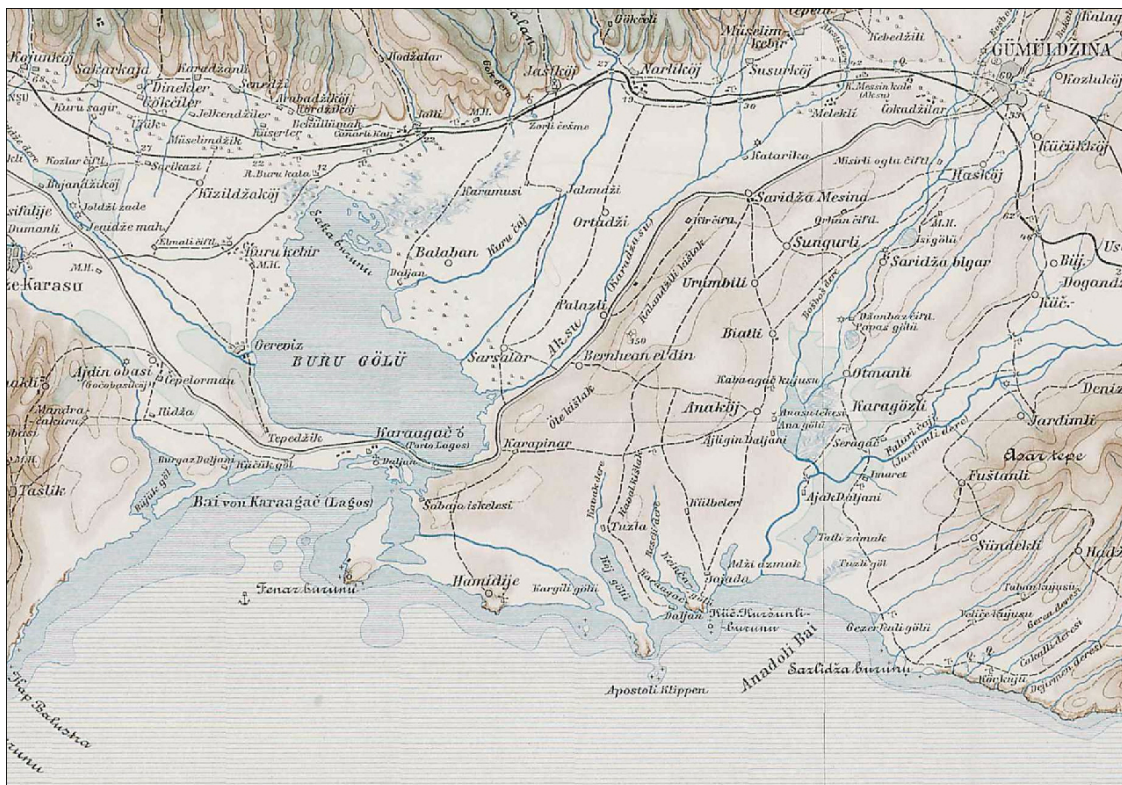
Είναι προφανές ότι ο Hartl, ο οποίος πριν 20 χρόνια ήταν επικεφαλής των γεωδαιτικών εργασιών για τη νέα χαρτογράφηση του νότιου τμήματος της ευρωπαϊκής οθωμανικής αυτοκρατορίας ενέταξε τον σχεδιασμό για την

πρώτη εθνική ελληνική χαρτογράφηση του ελεύθερου κράτους στη λογική της *Φραγκίσκοιωσήφειας* αποτύπωσης, με την προοπτική σύνταξης και του αντίστοιχου ελληνικού *Γενικού χάρτη* σε κλίμακα 1:200.000, ο οποίος θα συμπλήρωνε, προς νότον έστω και με μια ελαφρά μετάθεση της διανομής λόγω αφετηρίας των μηκών από το Αστεροσκοπείο Αθηνών- τα 282 φύλλα της αυστρουγγρικής σειράς με την οποία ήδη καλύπτονταν, από 18 φύλλα, ο υπό οθωμανική κυριαρχία βορειοελλαδικός χώρος (στα σημερινά όρια του ελληνικού κράτους). Τα 18 αυτά φύλλα, τα νοτιοανατολικότερα της σειράς Generalkarte δεν προέρχονται από τη γενίκευση των οκτώ φύλλων 1:75.000 της σειράς Spezialkarte, όπως εκείνα του κεντρικού πυρήνα της *τρίτης* χαρτογράφησης της αυτοκρατορίας, γιατί δεν έφτασε ποτέ μέχρι εκεί.

Μετά το 1922, η ελληνική Χαρτογραφική Υπηρεσία Στρατού ανατυπώνει, σε επίσημη ελληνική έκδοση και προφανώς για την αντιμετώπιση των νέων αναγκών της χώρας μετά την Μικρασιατική Καταστροφή, 16 φύλλα της αυστρουγγρικής σειράς 1:200.000. Είχαν όμως προηγηθεί, λίγο πριν τους Βαλκανικούς πολέμους, ελληνικές ανατυπώσεις φύλλων της Generalkarte, περιοχών ελληνικού ενδιαφέροντος, από ιδιωτικούς εκδοτικούς οίκους των Αθηνών, όπως του Γ. και Κ. Κοντογόνη.



Σχήμα 5. Χαρτογραφική απεικόνιση 19^{ου} αιώνα – φύλλα χάρτη Βορείου Ελλάδος



Σχήμα 6. Ιστορικός χάρτης 19^{ου} αιώνα, με αρχή των μηκών τη νήσο Φέρρο

6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τη διπλωματική αυτή εργασία έγινε χρήση τόσο ιστορικών και τοπογραφικών χαρτών όσο και δορυφορικές εικόνες (Google – Google earth). Σε περιβάλλον G.I.S χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα Map Info 8.0, Global Mapper και Vertical Mapper και ακολούθησαν οι παρακάτω επεξεργασίες :

- Αρχικά πραγματοποιήθηκε γεωαναφορά της περιοχής. Είναι γνωστό ότι στους ιστορικούς χάρτες του 19^{ου} αιώνα της σειράς Generalkarte, η αφετηρία των μηκών είναι ο μεσημβρινός της νήσου Φέρρο. Στην περίπτωση αυτή είναι χρήσιμος ο μετασχηματισμός και η τοποθέτηση της εξεταζόμενης περιοχής σε γεωγραφικό πλαίσιο μεσημβρινών και παραλλήλων που χρησιμοποιείται σήμερα, με αφετηρία των μηκών το μεσημβρινό του Γκρίνουιτς, ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση της περιοχής μελέτης με τα λιγότερα δυνατά λάθη. Για το λόγο αυτό :

A) αφαιρέθηκαν 17°40' από την αρχή των συντεταγμένων των ιστορικών χαρτών ώστε και οι δύο χάρτες να έχουν ως αρχικό μεσημβρινό το μεσημβρινό του Γκρίνουιτς.

B) Έγινε διόρθωση των ιστορικών χαρτών, με τη βοήθεια σημείων ελέγχου (control points). Ως σημεία ελέγχου θεωρήθηκαν κάποια σταθερά σημεία (Σ. Σταθμός Ξάνθης, Αγ. Ιωάννης, Καλόγερος, Σ. Σταθμός Κομοτηνής, Φανάρι, Μαρόνεια).

- Στη συνέχεια για την κοινή προβολή και σύγκριση όλων των δεδομένων που υπάρχουν τόσο στους ιστορικούς όσο και στους τοπογραφικούς χάρτες, αποφασίστηκε να προβληθούν στο ίδιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς του 1987 (Ε.Γ.Σ.Α '87). Έτσι έγινε μετατροπή των συντεταγμένων από το προβολικό σύστημα UTM project wgs '84, στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87.

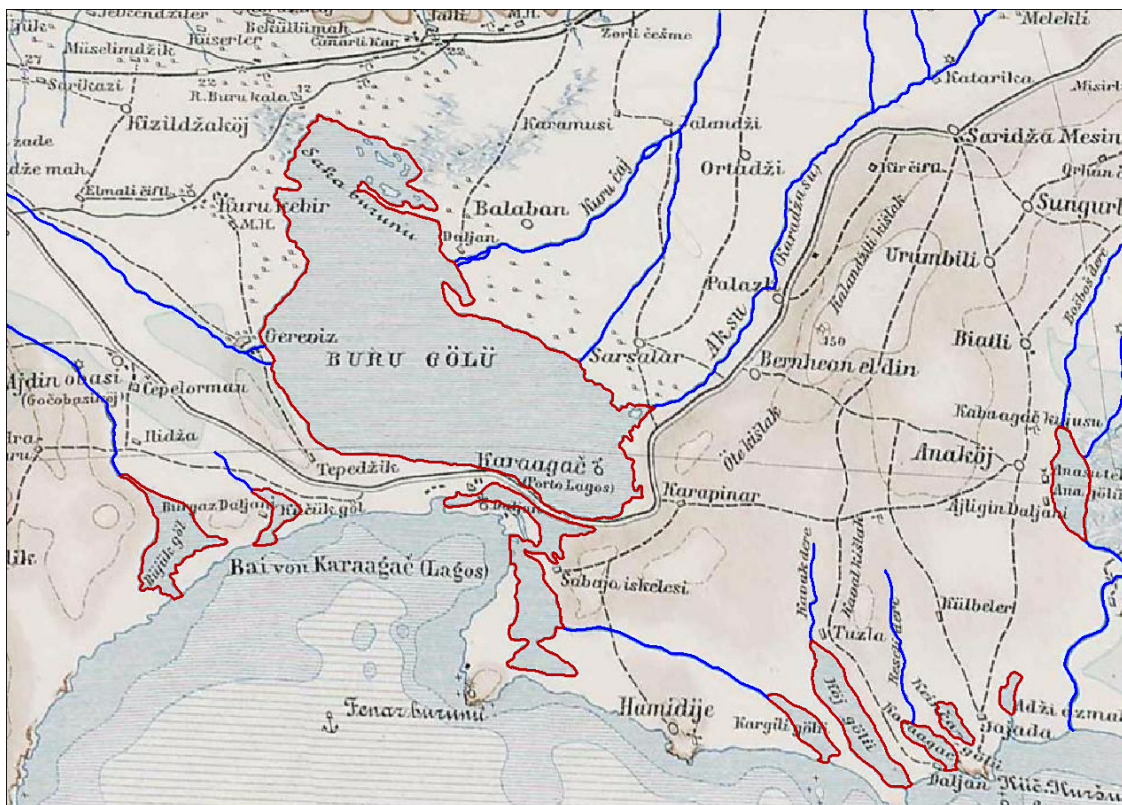
Προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87

Όνομα προβολικού συστήματος :	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς '87
Γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (Datum) :	ΕΓΣΑ '87, με αφετηρία το μετατεθειμένο γεώκεντρο, βάθρο Διονύσου, $\lambda=23^{\circ} 55' 55''$.000 $\Phi=38^{\circ} 04' 33''$.8000
Ελλειψοειδές αναφοράς Μεγάλος ημιάξονας ελλειψοειδούς α Επιπλάτυνση ελλειψοειδούς Συντελεστής κλίμακας ko	GRS '80 6378137.000m 11298.25722101 0.9996

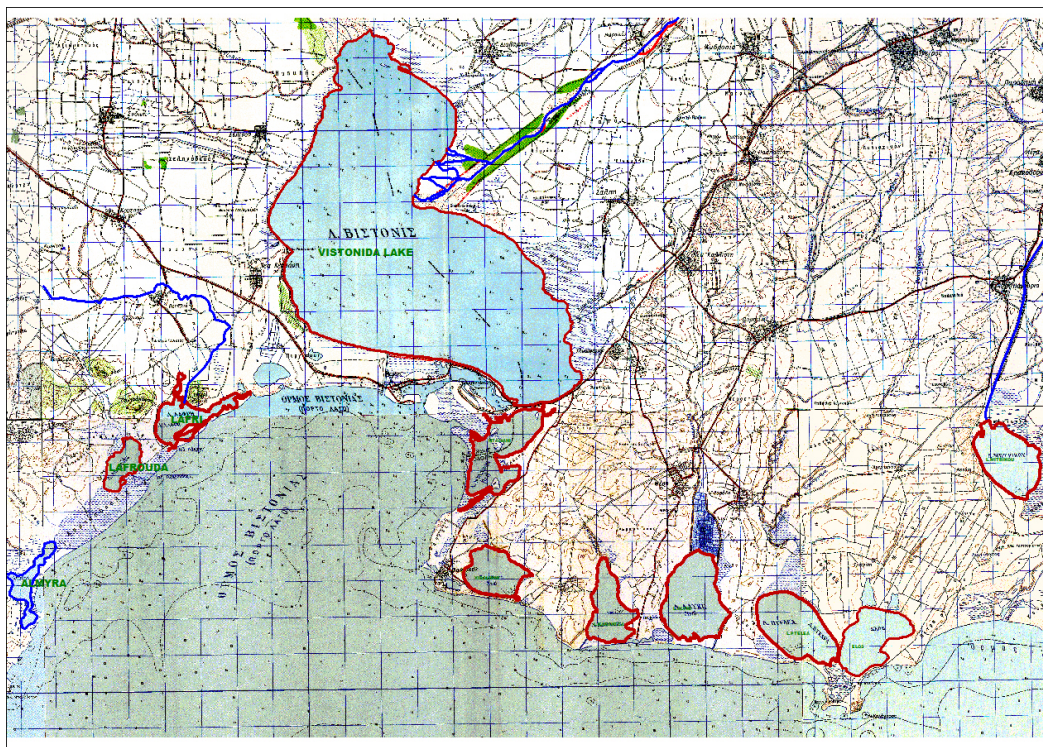
- Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ανάλυση του μορφολογικού αναγλύφου της περιοχής μελέτης με DEM. Με βάση αυτό το πρόγραμμα και σε συνδυασμό με το πρόγραμμα Map Info, έγιναν τομές για την αναπαράσταση του αναγλύφου.
- Για τη σύγκριση των μορφολογικών μεταβολών έγινε χρήση προγραμμάτων λογισμικού G.I.S (γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών). Έτσι έγινε ψηφιοποίηση του χάρτη της ευρύτερης περιοχής της παρούσας εργασίας.
- Ψηφιοποιήθηκε η περιοχή από την ακτή Μπαλούστρα της παραλίας των Αβδηρών μέχρι και την περιοχή του Ξηροποτάμου στο νομό Ροδόπης.
- Επιπλέον ψηφιοποιήθηκαν οι λίμνες και οι λιμνοθάλασσες (Βιστωνίδα, Λάφρη, Λαφρούδα, Μητρικού, Πτελέα κ.ά), καθώς και οι

σημαντικότεροι ποταμοί της περιοχής που είτε εκβάλλουν στη θάλασσα, είτε εκχύνονται σε λίμνες. Για την διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Map Info Professional 8.5, το global mapper, και το vertical mapper.

- Τέλος μετρήθηκαν τα εμβαδά των λιμνών και λιμνοθαλασσών της περιοχής μελέτης με τη βοήθεια του Map Info τόσο στους ιστορικούς χάρτες όσο και στους τοπογραφικούς χάρτες και τη δορυφορική εικόνα του Google earth.



Σχήμα 7. Ψηφιοποιημένη μορφή του μετασχηματισμένου ιστορικού χάρτη του 19^{ου} αιώνα



Σχήμα 8. Ψηφιοποιημένη απεικόνιση του τοπογραφικού χάρτη



Σχήμα 9. Ψηφιοποιημένη εικόνα του Google Earth στην περιοχή μελέτης

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 Γεωαναφορά χαρτών και δορυφορικών εικόνων

7.1.1 Ιστορικοί χάρτες

Έπειτα από την διόρθωση του ιστορικού χάρτη με τη μεταφορά της αρχής των συντεταγμένων από τη νήσο Φέρρο, στο μεσημβρινό του Γκρίνουιτς, τη γεωαναφορά του και τη μετατροπή του στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87, για περαιτέρω μελέτη και σύγκρισή του με τα δεδομένα των πιο πρόσφατων χαρτών της περιοχής μελέτης, παρατηρήθηκε μια ελαφρά ελαστική αλλοίωση του χάρτη ώστε να συμπέσουν τα σημεία ελέγχου του μετασχηματισμού. Έτσι δημιουργήθηκε ένα νέο φύλλο χάρτη με ψηφιακή μορφή που δίνει τη δυνατότητα σε σύγκριση με τα σημερινά δεδομένα να εξαγάγει χρήσιμα συμπεράσματα για την περιοχή που μας ενδιαφέρει. Παρακάτω δίνεται η απεικόνιση του παραμορφωμένου χάρτη της περιοχής μελέτης.



Σχήμα 10. Συμπιεσμένη μορφή του ιστορικού χάρτη λόγω μεταφοράς των μηκών με αρχικό μεσημβρινό το μεσημβρινό του Γκρίνουιτς.

7.1.2 Τοπογραφικοί χάρτες Γ.Υ.Σ (Γενική Υπηρεσία στρατού) - Δορυφορικές εικόνες

Από την ψηφιοποίηση των στοιχείων των ιστορικών χαρτών του 19^{ου} αιώνα και την σύγκρισή τους τόσο με τους τοπογραφικούς χάρτες όσο και την ψηφιοποιημένη δορυφορική εικόνα του Google Earth προέκυψαν τα εξής στοιχεία :

Πίνακας 1. Μεταβολές εξαιτίας γεωμορφολογικών παραγόντων και ανθρωπογενών επεμβάσεων στην περιοχή Ξάνθης-Κομοτηνής μεταξύ του 19^{ου} αιώνα, του 1970, και του σήμερα.

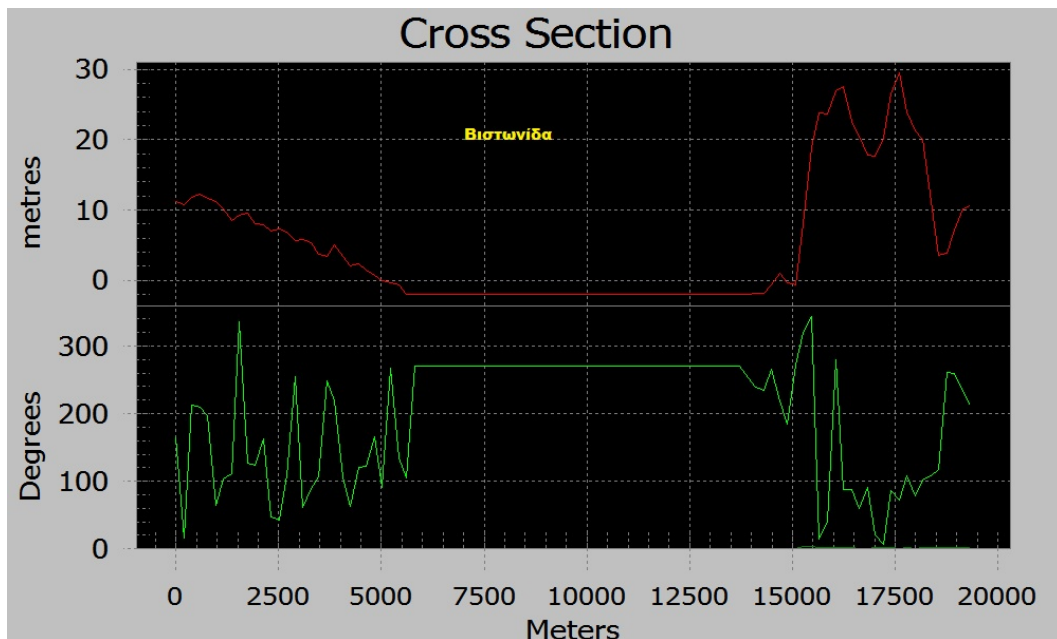
	Εμβαδόν λιμνών κατά το 19ο αιώνα (sq mi)	Εμβαδόν λιμνών βάσει των τοπογραφικών χαρτών	Εμβαδόν λιμνών από την εικόνα του Google earth
Λαφρούδα	-----	0,3518	0,3454
Λάφρη	1,079	0,5904	0,5124
Αλυκές	0,3001	0,1842	0,1902
Βιστωνίδα	19,61	17,46	16,68
Νταλιάνη	1,904	1,094	1,048
Ξηρολίμνη	0,3953	0,6628	0,6761
Καραντζά	1,117	0,6895	0,6977
Αλυκή	0,3057	1,256	1,127
Πτελέα	0,1946	1,130	1,062
Έλος	0,1323	0,8999	0,9002
Μητρικού	0,7467	0,9818	0,5284
Αλμύρα	-----	0,3372	-----

$$1 \text{ sq mi} = 2\,589\,988.11 \text{ m}^2$$

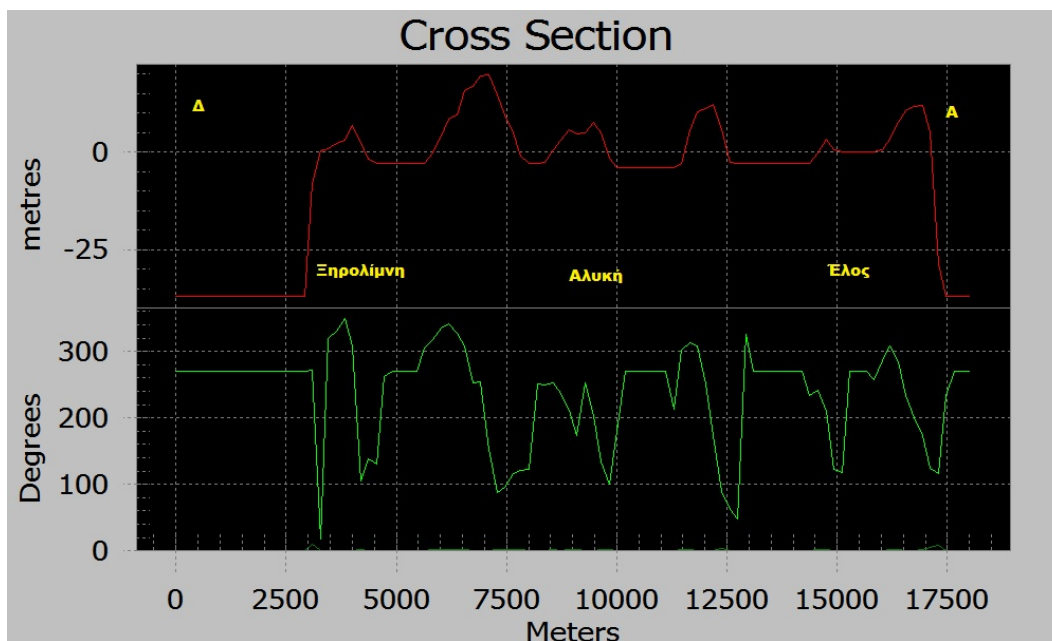
7.2 Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου

Σύμφωνα με την ανάλυση του μορφολογικού αναγλύφου με DEM παρατηρείται ότι η περιοχή μελέτης είναι μία περιοχή με ομαλό ανάγλυφο, κυρίως πεδινό, με χαμηλό υψόμετρο και πλούσια παρουσία ποταμών και χειμάρρων που είτε εκβάλλουν στη θάλασσα είτε καταλήγουν σε κάποια από τις λίμνες που υπάρχουν

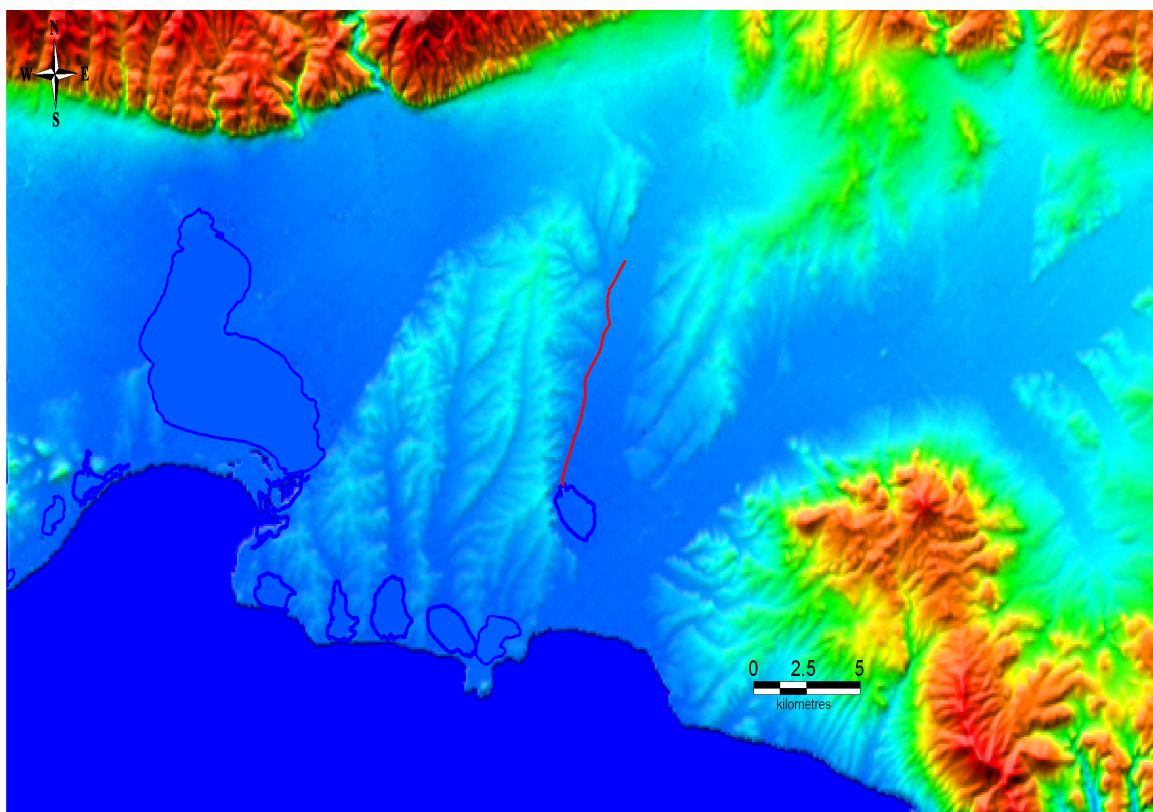
Σχήμα 11 & 12. Τομές που απεικονίζουν τη μορφολογία της περιοχής μελέτης



Σχήμα 11.



Σχήμα 12.

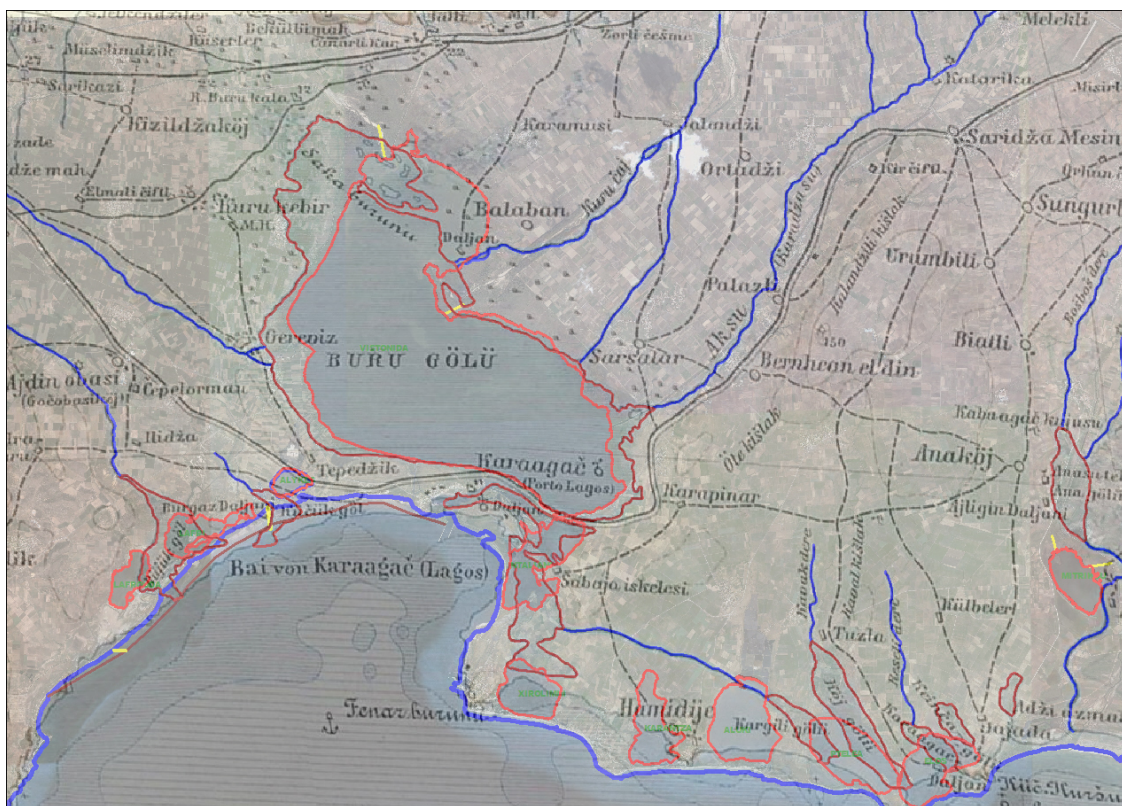


Σχήμα 13. Εικόνα DEM

7.3 Μεταβολές στην ακτιογραμμή

Όπως προαναφέρθηκε στη περιοχή μελέτης είναι έντονη η παρουσία μικρών λιμνών, λιμνοθαλασσών και ελών. Η έκταση και το βάθος τους είναι μικρό και επικοινωνούν οι περισσότερες με τη θάλασσα, διαμέσου στενών διωρύγων. Λόγω της έντονης πρόσκωσης από τα ποτάμια και τους χειμάρρους που υπάρχουν στην περιοχή, σε συνδυασμό με το κλίμα και τη γεωμορφολογία παρατηρούνται τα εξής :

- Στην περιοχή δυτικά του Πόρτο Λάγους παρατηρείται μια μετατόπιση των ακτών προς τη θάλασσα. Στη διαμόρφωση αυτής της μορφολογίας συνέβαλλε η πρόσκωση με φερτά υλικά που αποθέτουν οι λιμνοθάλασσες Λάφρη και Λαφρούδα, από τις περιοχές που επικοινωνούν με τη θάλασσα.
- Η λίμνη Βιστωνίδα επικοινωνεί και αυτή με τη θάλασσα διαμέσου μιας τεχνητής διώρυγας και αποθέτει, με τον ίδιο τρόπο απόθεσης των λιμνοθαλασσών Λάφρης και Λαφρούδας, ιζήματα στη θάλασσα. Έτσι, στη Βιστωνίδα παρατηρείται ότι τα όρια της λίμνης έχουν μειωθεί κυρίως στο βόρειο τμήμα της και αυτό πιθανότατα οφείλεται στην απόθεση φερτών υλικών από τους ποταμούς που εκβάλουν σ'αυτή.
- Στην περιοχή δυτικότερα της λίμνης Λαφρούδας, η λίμνη Αλμύρα, έχει αποξηρανθεί και στην περιοχή έχει αναπτυχθεί η μυδοκαλλιέργεια.
- Επιπλέον μείωση των ορίων παρατηρούνται σε όλες τις λίμνες-λιμνοθάλασσες που εκτείνονται κατά μήκος της περιοχής μελέτης



Σχήμα 14. Απεικόνιση μεταβολής ορίων με τη βοήθεια του Map Info από τον 19^ο αιώνα έως σήμερα

8. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Στη διπλωματική αυτή εργασία, έγινε προσπάθεια καταγραφής και διαχείρισης των ψηφιακών γεωγραφικών δεδομένων από ιστορικές χαρτογραφήσεις που αποτύπωσαν τον βορειοελλαδικό χώρο στα τέλη του 19^{ου} αιώνα.

Από τη διόρθωση και τη γεωαναφορά των χαρτών φάνηκε ότι πολλά στοιχεία που παρουσιάζουν οι ιστορικοί χάρτες στηρίζονται σε ποιοτικά στοιχεία και όχι σε ποσοτικές μετρήσεις – τοπογραφικές αποτυπώσεις.

Οι χάρτες τροποποιήθηκαν και μετασχηματίστηκαν σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87, στο οποίο αναφέρθηκαν τόσο οι τοπογραφικοί χάρτες της Γενικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ), όσο και δορυφορικές εικόνες.

Η σύγκριση των χαρτών αυτών σε περιβάλλον γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών έδειξε ότι η περιοχή έχει υποστεί πολύπλοκες μορφολογικές και περιβαλλοντικές αλλαγές που οφείλονται τόσο σε φυσικά αίτια (όπως η μετατόπιση της ακτογραμμής), όσο και σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις (αποξήρανση λιμνών και ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας).

Η χρήση των ιστορικών χαρτών για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με τις φυσικό- γεωγραφικές και περιβαλλοντικές μεταβολές μπορεί να αξιολογηθεί ως ένα σημαντικό εργαλείο, που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες περιπτώσεις παράκτιων και ηπειρωτικών περιοχών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ.Μ (1985) Γεωλογία της Ελλάδας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ.Μ (1988) Συνοπτική Γεωτεκτονική Εξέλιξη Του Ευρύτερου Ελληνικού Χώρου, τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α. (2006) Ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου Ιζηματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ Ν. (2008) Περιβαλλοντικές συνθήκες και μεταβολές της ακτογραμμής στην περιοχή Πόρτο Λάγος. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΘΕΟΔΩΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ 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

ΑΣΤΑΡΑΣ, Θ., ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ, Κ., ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, Δ., (2004) Ψηφιακή χαρτογραφία και Γεωγραφικά συστήματα Πληροφοριών (G.I.S) Διδακτικές σημειώσεις, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΔΕΛΗΜΑΝΗ, Π., ΞΕΙΔΑΚΗΣ, Γ. Τομέας Γεωτεχνικής Μηχανικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Ξάνθης

ΛΙΒΙΕΡΑΤΟΣ, Ε., (Τέλη 19^{ου} , αρχές 20^{ου} αιώνα) Φύλλα Χάρτη Βόρειας Ελλάδας, Η πρώτη απεικόνιση

Διευθύνσεις από το διαδίκτυο :

<http://images.google.gr>

<http://diocles.civil.duth.gr>

<http://www.xanthi.ilsp.gr/thraki>