

ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ ΝΙΚΗ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΤΟΥ ΠΟΡΤΟ - ΛΑΓΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Υπεύθυνος Καθηγητής: Αλμπανάκης Κωνσταντίνος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2008

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τη μετατόπιση των ακτών στον Όρμο της Βιστωνίας, από την παραλία του Πόρτο – Λάγος μέχρι και το ακρωτήριο Μπαλούστρα, στα Άβδηρα. Πρόκειται για μία περιοχή που επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Συναντώνται διαφορετικοί τύποι ακτών, ενώ έντονη είναι η παρουσία μικρών ποταμών, ρεμάτων, λιμνοθαλασσών και καναλιών.

Αποτελεί, λοιπόν, ένα μεγάλο οικοσύστημα, το οποίο αξίζει να διατηρηθεί και να προστατευθεί.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας, κ. Αλμπανάκη Κωνσταντίνο για την πολύτιμη καθοδήγησή του, καθώς και για τις γνώσεις που μου μετάδωσε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο Δρ. κ. Παράσχου Θεόδωρο και τη Σγούρου Καλλιόπη για τη βοήθειά τους σχετικά με το πρόγραμμα Map Info 8.0, το διευθυντή του Χημείου του Ι.Γ.Μ.Ε Ξάνθης κ. Κατσανόπουλο Γρηγόριο και τον κ. Κυρμιζόπουλο Αναστάσιο του Ι.Γ.Μ.Ε Ξάνθης για τη συμβολή τους στο εργαστηριακό τμήμα της εργασίας καθώς και το φίλο μου, Σταμπουλίδη Αντώνη, για την υπομονή του και τις συμβουλές του. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την ηθική και υλική συμπαράσταση και ιδιαίτερα στον πατέρα μου, Βασίλειο Ευστρατίου για τις διευκολύνσεις στις μεταφορές μου στην περιοχή μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α ΜΕΡΟΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

<u>Κεφάλαιο 1</u>	<u>σελ.</u>
1.1 Περιβαλλοντική θεώρηση.....	5
1.2 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής.....	8
1.3 Στρωματογραφία του Τριτογενούς.....	9
1.4 Καινοζωικά ιζήματα της ευρύτερης περιοχής μελέτης (Λεκάνη Βιστωνίδας).....	10
1.4.1 Τριτογενή ιζήματα.....	10
1.4.1.1 Παλαιογενή ιζήματα.....	10
1.4.1.2 Νεογενή ιζήματα.....	11
1.4.2 Τεταρτογενή ιζήματα.....	11
1.5 Γεωλογική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής.....	12
1.5.1 Εξέλιξη κατά το Τριτογενές.....	12
1.5.2 Εξέλιξη κατά το Τεταρτογενές.....	15
1.6 Γεωμορφολογική ανάπτυξη.....	18
1.6.1 Αλλουβιακές τεταρτογενείς αποθέσεις.....	19
1.6.2 Η λίμνη Βιστωνίδα.....	19
1.6.3 Οι ακτές.....	20

Κεφάλαιο 2

2.1 Χλωρίδα και πανίδα	22
2.2 Ιχθυοκαλλιέργεια και αλιεία	22
2.3 Η λίμνη Βιστωνίδα	23
2.4 Γενική περιγραφή των βορείων παραλίων του Αιγαίου Πελάγους	24
2.5 Η σημερινή μορφή των ακτών	25
2.6 Αλυκές	26
2.7 Ενεργειακά έργα	26
2.8 Υδρογεωλογικές συνθήκες	27
2.9 Γενικά στοιχεία κλίματος	28
2.10 Στοιχεία παλιρροιών και θαλάσσια ρεύματα	29
2.11 Λιμενικά έργα στη θαλάσσια ζώνη στο ανατολικότερο τμήμα της περιοχής μελέτης	29
2.12 Ιζηματομεταφορά συσχετιζόμενη με το λιμένα	31

Β ΜΕΡΟΣ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 3

3.1 Μεθοδολογία υπαίθρου	33
3.2 Μεθοδολογία εργαστηρίου	33
3.3 Αποτελέσματα	37



Γ' ΜΕΡΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 4

Συμπεράσματα.....	46
Παράρτημα.....	47
Βιβλιογραφία.....	48

Α ΜΕΡΟΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

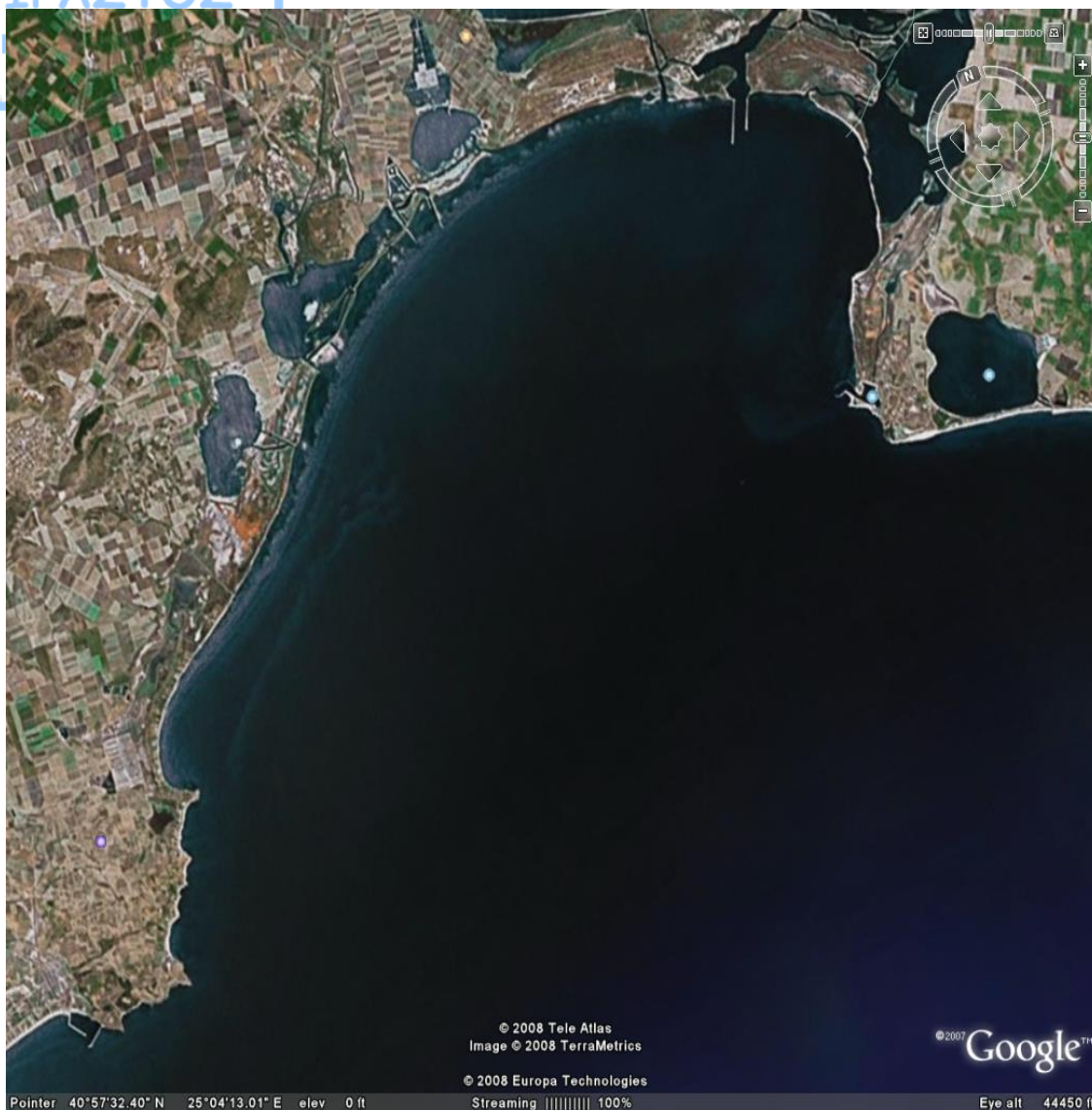
Κεφάλαιο 1

1.1 Περιβαλλοντική θεώρηση

Η ευρύτερη περιοχή εργασίας βρίσκεται στη βορειοανατολική περιοχή της Ελλάδας και ανήκει διοικητικά στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θράκης. Είναι περιοχή που περιλαμβάνει μοναδικό σε ελληνικό και διεθνές επίπεδο ποικίλο φυσικό περιβάλλον, με τεράστιο οικονομικό ενδιαφέρον και σημαντικές δυνατότητες ανάπτυξης της γεωργίας, της αλιείας, της βιομηχανίας και του τουρισμού. Στόχος όλων είναι η κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της περιοχής, με την εξασφάλιση όμως, της προστασίας του περιβάλλοντος με την εφαρμογή κανόνων που διέπονται από μια σταθερή και αταλάντευτη πολιτική.

Η πρώτη οικολογική εκτίμηση της περιοχής του υγροτόπου έγινε στα πλαίσια μελέτης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. για την οριοθέτηση υγροβιοτόπων της σύμβασης Ramsar, όπου τονίστηκε ότι ο υγροβιότοπος της λίμνης Βιστωνίδας, μαζί με τους υγροβιότοπους του δέλτα του Νέστου και της λίμνης Ισμαρίδας, αποτελεί ένα ενιαίο οικοσύστημα το οποίο μπορεί να αντιμετωπισθεί από κοινού, ως προς την προστασία και την ανάπτυξη της περιοχής.

21/5/2009



Εικόνα 2: Δορυφορική εικόνα της περιοχής

1.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τα παράλια του Ν. Ξάνθης, όπως και ολόκληρος ο νομός, ανήκουν στη γεωλογική ζώνη που ονομάζεται Μάζα της Ροδόπης. Από γεωτεκτονικής άποψης πρόκειται για ηπειρωτικό τέμαχος, προερχόμενο από τη Λαυρασία. Ο χαρακτήρας της μάζας είναι κρυσταλλοσχιστώδης με παρεμβολές πυριγενών πετρωμάτων. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα που κυριαρχούν είναι γνεύσιοι, μάρμαρα, σχιστόλιθοι και μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι. Οι πλουτωνίτες είναι κυρίως γρανίτες, γρανοδιορίτες, μονζονίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες και διορίτες, πιθανότατα Ηωκαινικής – Ολιγοκαινικής ηλικίας. Στην περιοχή της Ξάνθης είναι μετακινητικοί. Οι ηφαιστίτες είναι κυρίως ρυόλιθοι, δακίτες, ανδεσίτες, δολερίτες. Τέλος, υπάρχουν και μολασσικές εμφανίσεις.

Οι ενότητες από τις οποίες απαρτίζεται η Μάζα της Ροδόπης είναι η ενότητα Σιδηρονέρου και η ενότητα Παγγαίου, με την πρώτη να εφίππευει στη δεύτερη από Βορρά προς Νότο, κατά μήκος μιας τεκτονικής γραμμής γενικής διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ.

Οι μεταμορφώσεις που έχει δεχθεί η μάζα είναι μια αμφιβολιτική, μια ανάδρομη πρασινοσχιστολιθική και μια υπολλειμματική εκλογιτική.

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 – ΝΔ ή ΑΒΑ – ΔΝΔ με εμφανή γράμμωση. Η τρίτη φάση έδωσε πτυχές ανοικτές διεύθυνσης αξόνων ΒΑ – ΝΔ που επαναπτυχώνουν προγενέστερες δομές (ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ 1985) .

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 κι ένα νεότερο στάδιο εφελκυστικών τάσεων 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 (ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ 1985).

1.3 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ

Πολλοί ερευνητές μελέτησαν τη λεκάνη Ξάνθης – Κομοτηνής, τόσο για κοιτάσματα πετρελαίου, όσο και για τη λιγνιτοφορία τους.

Πολλοί προσδίδουν στα παλαιογενή ιζήματα της Ροδόπης μολασσικό χαρακτήρα. Αποτέθηκαν κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, σε εναλλασσόμενα 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 νεοσχηματιζόμενες οροσειρές – συνέβαλε στην εισβολή της θάλασσας, ενώ άλλες φορές η πλήρωση με υλικά οδηγούσε στη δημιουργία λιμνών και λιμνοθαλασσών. Σε ορισμένες περιοχές εξαιτίας της υπερφόρτωσης σε συνδιασμό με τη συνεχόμενη βύθιση, διαρρήξεις προκάλεσαν την απομόνωση τοπικών περιοχών με αποτέλεσμα η απόθεση των υλικών να γίνεται πλέον σε σταθερά λιμναίο περιβάλλον (ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ 1985) .

1.4 ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ (ΛΕΚΑΝΗ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑΣ)

1.4.1 Τριτογενή ιζήματα

Τα τριτογενή ιζήματα έχουν τη μεγαλύτερη εξάπλωση στην περιοχή.

1.4.1.1 Παλαιογενή ιζήματα

Τα τριτογενή ιζήματα κατά το Παλαιογενές συνιστούν τις πρώτες ιζηματογενείς αποθέσεις πάνω στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο. Η σειρά αυτή εμφανίζεται και στις περοχές της Μάνδρας και των Αβδήρων.

Οι ορίζοντες που διακρίνονται κατά το Παλαιογενές σύμφωνα τόσο με το ΝΟΥΣΙΝΑΝΟ και τους συνεργάτες του (1976) όσο και με το ΔΙΑΜΑΝΤΗ (1985) είναι:

- I. η βασική σειρά (50-70m)
- II. ο νουμουλιτικός ασβεστόλιθος (10-90m)
- III. οι υπόλοιποι σχηματισμοί (> 2000m)

Η βασική σειρά διαχωρίζει το μεταμορφωμένο υπόβαθρο από τους τριτογενείς σχηματισμούς. Αποτελείται από σχετιζόμενα με τη σύσταση του υποβάθρου κροκαλοπαγή - λατυποπαγή, με τα κροκαλοπαγή να εναλλάσσονται πλευρικά με σκούρους αρκοζικούς ψαμμίτες. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις συναντώνται στην περιοχή ανάμεσα στα Άβδηρα και τη Μάνδρα που εκτείνονται μέχρι και την ακτή.

Ο νουμουλιτικός ασβεστόλιθος εμφανίζεται κατά θέσεις. Είναι συμπαγής, άστρωτος, έχει μορφή φακοιδών ενστρώσεων και είναι απολιθωματοφόρος. Συναντάται βόρεια των Αβδήρων και νότια της Μάνδρας.

Οι υπόλοιποι σχηματισμοί αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των Παλαιογενών ιζημάτων. Επικάθονται ασύμφωνα, άλλοτε στον ασβεστόλιθο και άλλοτε στο υπόβαθρο. Η σύστασή τους ποικίλει ανάλογα με τη θέση τους. Τα χαμηλότερα στρώματα της σειράς αποτελούνται από χονδρόκοκκο αμμούχο αρκόζη, εναλλασσόμενο με λεπτές στρώσεις αμμούχων μαργών ή μικροκροκαλοπαγών κατά θέσεις. Τέτοια ιζήματα, φτωχής κοκκομετρικής

διαβάθμισης συναντώνται στη Μάνδρα, μέχρι την ακτή. Οι ανώτεροι ορίζοντες της σειράς καταλαμβάνονται από εναλλαγές ψαμμιτών, ιλυολίθων και αργιλομαργαϊκών σχιστολίθων, καλύτερης κοκκομετρικής διαβάθμισης. Οι ιλυολίθοι και οι αργιλλικοί σχιστόλιθοι είναι αρκετά συμπαγείς και η παρουσία τους είναι έντονη.

1.4.1.2. Νεογενή ιζήματα

Τα ιζήματα του νεογενούς έχουν σημαντική εξάπλωση στην περιοχή. Αποτελείται από υλικά λιμναίας και ποτάμιας προέλευσης. Στα νότια οι αποθέσεις είναι πιο λεπτόκοκκες απ'ότι στα βόρεια. Χαρακτηριστικό των νεογενών ιζημάτων είναι η έλλειψη σαφών οριζόντων κατά την ανάπτυξή τους και η εμφάνιση πλευρικών και κατακόρυφων μεταβάσεων και αποσφηνώσεων. Επιφανειακά επικρατούν χάλικες και άμμοι σε στρώματα ή φακούς που γενικά εναλλάσσονται με στρώματα αργίλλων και ψαμμιτών. Πρόκειται για Πλειοκαινικά υλικά.

1.4.2 Τεταρτογενή ιζήματα

Οι Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν μικρή επιφανειακή έκταση. Εξαπλώνονται κυρίως σε βάθος κάτω από τις ολοκαινικές αποθέσεις.

Διακρίνονται σε:

- ❖ Πλειστοκαινικά στις ζώνες κορημάτων
- ❖ Πλειστοκαινικά του πεδινού τμήματος

Στην πρώτη βαθμίδα συναντώνται πλευρικά κορήματα και αποθέσεις μικροχειμάρρων και μικρορευμάτων. Εκτείνεται από τα όρια της ορεινής ζώνης μέχρι τον κάμπο σε μία ζώνη πλάτους 2km.

Ο σχηματισμός αυτός μπορεί να συσχετιστεί με εκείνο που αναφέρεται από τον HOCHSTETTER σαν «θρακική βαθμίδα» και που εξαπλώνεται σε ολόκληρο το ροδοπικό χώρο. Τα υλικά από τα οποία

αποτελείται είναι από πολύ χονδρόκοκκα (χαλίκια, κροκάλες, λατύπες) με σύσταση γρανιτική, αμφιβολιτική μαρμάρου κ.α. έως λεπτόκοκκα κυρίως αργιλοϊλουούχα και αμμώδη. Στους ορίζοντες της περιοχής υπάρχει έλλειψη σαφούς κοκκομετρικής διαβάθμισης. Ο σχηματισμός αυτός απέφυγε τη τη διάβρωση και κάλυψη από τις νεώτερες προσχώσεις του Κόσυνθου. Απαντάται πάνω από συνεκτικούς Πλειοκαινικούς σχηματισμούς.

Στο σύνολό τους τα Τεταρτογενή ιζήματα αλληλοσυμπλέκονται προς διάφορες κατευθύνσεις, δίνοντας έτσι ένα χαρακτήρα ετερογένειας. Ο χαρακτήρας αυτός οφείλεται στην αιφνίδια απόθεση των ιζημάτων σε δελταϊκό περιβάλλον. Οι χείμαρροι της ορεινής ζώνης κατά την έξοδό τους από αυτή δεν οδηγούνται μέσω κάποιας ήρεμης κοιλάδας στη λίμνη και τη θάλασσα, παρά μόνο εμφανίζονται κατευθείαν μπροστά τους (Διαμαντής 1985) .

1.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

1.5.1 Γεωλογική εξέλιξη κατά το Τριτογενές

Ένα σημαντικό τμήμα της Μάζας της 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 (τεκτονικά τριτογενή βυθίσματα) τα οποία δέχτηκαν 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.

Η επίκλυση της τριτογενούς θάλασσας στην περιοχή της Ξάνθης (ΝΟΥΣΙΝΑΝΟΣ και άλλοι 1976) κατατάσσεται χρονικά στο Μέσο Ηώκαινο, ενώ ανατολικότερα η επίκλυση σημειώθηκε αργότερα. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τη γενικότερα αποδεκτή άποψη πως η απόθεση των μεταλπικών ιζημάτων ακολούθησε τη διεύθυνση της πτύχωσης, από ανατολικά προς

δυτικά. Έτσι, οι δυτικές λεκάνες θα πρέπει να είχαν νεότερα ιζήματα από τις ανατολικές, κάτι που, όμως, δεν ισχύει. Αυτό οφείλεται σε τοπικά αίτια που πρέπει να αναζητηθούν στην έντονη πτύχωση του υποβάθρου πριν τη βύθιση και τη διατήρηση υψηλών ζωνών:

Το **κέρας των Αβδήρων** που παραμένει μέχρι και σήμερα χέρσος. Πρόκειται για ένα σύστημα γευσίων, σχιστολίθων και αμφιβολιτικών γνευσίων ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης με ΒΔ κλίση περίπου 45° , που διασχίζονται από πυκνό δίκτυο πηγματιτικών φλεβών, καθώς και το **βύθισμα της λεκάνης του Νέστου** κατά το Νεογενές με δύο κυρίως ρήγματα εδραιώνουν την παραπάνω άποψη.



Εικόνα 3 : Παραλία Αβδήρων



Εικόνα 4 : Παραλία Άη-Γιάννη



Εικόνα 5: Κολπίσκοι στα Άβδηρα

Επιπλέον, η παρουσία νουμουλιτικού ασβεστολίθου που αποτίθεται σε αβαθή, καλά αεριζόμενα νερά, καθώς και η παρουσία συγκλίνων στα ιζήματα, που δημιουργήθηκαν από τη δράση της βαρύτητας, προκύπτει πως η τριτογενής θάλασσα κατέκλυσε αρχικά κατά το Μέσο Ηώκαινο μια τοπική τάφρο διεύθυνσης ΒΑ - ΝΔ , όπου σήμερα ταυτίζεται σχεδόν με το σύγκλινο που διέρχεται από τη λίμνη με διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ.

Κατά το Ολιγόκαινο η ιζηματογένεση συνεχίζεται στις ίδιες συνθήκες με εκείνες του Άνω Ηωκαίνου. Την περίοδο αυτή η θάλασσα είχε τη μεγαλύτερη εξάπλωσή της. Ιζήματα Ανωτέρου Ολιγοκαίνου έχουν μηδαμινή εξάπλωση. Την περίοδο αυτή ακολούθησε μια φάση συμπίεσεων που κορυφώθηκε στο Άνω Ολιγοκαίνο – 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 που δημιούργησε μια κλειστή λιμνοθάλασσα. Κατά το Ανώτερο Πλειόκαινο υπήρξε ανάδυση των ιζημάτων κατά περιοχές οδηγώντας στη μείωση της έκτασης της λιμνοθάλασσας, υπόλοιπο της οποίας είναι η λίμνη Βιστωνίδα και η λεκάνη αρχίζει να παίρνει τη σημερινή της μορφή (ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ 1985).

1.5.2 Γεωλογική εξέλιξη κατά το Τεταρτογενές

Η έναρξη του Τεταρτογενούς συνοδεύτηκε από μικρού μεγέθους διαρρήξεις που προκάλεσαν νέες καταβυθίσεις τεμαχών μικρότερης έκτασης στο εσωτερικό των παλαιότερων βυθισμάτων. Κατά αυτόν τον τρόπο οριοθετήθηκε η σημερινή τεταρτογενής λεκάνη της Βιστωνίδας. Στη λεκάνη αυτή συνεχίζει η απόθεση λιμνοθαλάσσιων και χερσαίων ιζημάτων, όπως και

κατά το Πλειόκαινο, καθιστώντας έτσι δύσκολη τη διάκριση μεταξύ πλειστοκαινικών και πλειοκαινικών ιζημάτων.

Στη συνέχεια οι ισοστατικές κινήσεις – ανοδικές και καθοδικές – που ακολούθησαν και που συνεχίζονται με διάφορους ρυθμούς μέχρι σήμερα , προκάλεσαν διαδοχικές διαβρώσεις (ανοδικές κινήσεις) και αποθέσεις (καθοδικές κινήσεις) . Κατά μήκος των χειμάρρων της περιοχής υπάρχουν υψηλές πλειστοκαινικές αναβαθμίδες που προκλήθηκαν από την ορμητικότητα των νερών τους που απέκτησαν μετά την ανύψωση της περιοχής.

Σήμερα όλη η περιοχή βρίσκεται υπό την επίδραση της αργής καθοδικής κίνησης, από τη φόρτιση της περιοχής της λιμνοθάλασσας με τα μεταφερόμενα υλικά των χειμάρρων και ποταμών που καταλήγουν σε αυτήν.

Οι προσχώσεις της περιοχής έχουν ένα ιδιαίτερο κοκκομετρικό χαρακτήρα ετερογενούς σύστασης. Ποταμοχειμάρροια προϊόντα αποτίθενται σε δελταϊκό περιβάλλον. Αυτό οφείλεται στη μικρή απόσταση που έχουν τα σημεία εξόδου των χειμάρρων του κάμπου από τον τελικό αποδέκτη των προϊόντων τους, δηλ. τη λίμνη και τη θάλασσα (ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ 1985) .



Εικόνα 6 : Η Παραλία της Μάνδρας



Εικόνα 7: Πόρτο - Λάγος



Εικόνα 8 : Πόρτο –Λάγος



Εικόνα 9: Αποθέσεις φυκών από παράκτια στερεομεταφορά στην παραλία του Πόρτο – Λάγος

1.6 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Τρεις είναι οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η γεωμορφολογική ανάπτυξη μιας περιοχής:

- Η λιθολογική της σύσταση
- Οι τεκτονικές δυνάμεις και η συσσώρευση υλικών (δημιουργία αναγλύφου)
- Η αποσάθρωση και η διάβρωση (τάση ισοπέδωσης των μορφών που δημιουργήθηκαν από τον παραπάνω παράγοντα)

Η σημερινή εικόνα που παρουσιάζει η περιοχή είναι αποτέλεσμα του πρώτου παράγοντα και της υπερίσχυσης ενός από τους άλλους δύο παράγοντες. Έτσι, στα νότια του νομού Ξάνθης συναντώνται οι εξής γεωμορφολογικοί τύποι:

- Τεταρτογενείς αποθέσεις
- Η λίμνη Βιστωνίδα
- Οι ακτές

Πριν, όμως, αναλυθούν οι τύποι αυτοί, αξίζει μια σύντομη αναφορά και στο γεωμορφολογικό τύπο του ορεινού αναγλύφου, που συναντάται βορειότερα.

Τα πετρώματα του ορεινού αναγλύφου ανήκουν στη μάζα της Ροδόπης. Κυριαρχεί έντονο ανάγλυφο, πυκνό υδρογραφικό δίκτυο και σημαντικός τεκτονισμός που βοηθούν την αποσάθρωση της οποίας τα προϊόντα μεταφέρονται με τη βοήθεια των χειμάρρων, με τελικούς αποδέκτες τα ιζήματα της περιοχής.

1.6.1 Αλλουβιακές Τεταρτογενείς αποθέσεις

Πρόκειται για νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις. Γενικά, πρόκειται περί λιμναίων και ποτάμιων αποθέσεων, κυρίως χαλίκων και άμμων.

1.6.2 Η λίμνη Βιστωνίδα

Αποτελεί ξεχωριστό τύπο γεωμορφολογικού αναγλύφου. Διαχωρίζεται από τη θάλασσα από έναν ιθμό με θίνες (περιοχή Πόρτο-Λάγος) κι επικοινωνεί μαζί της με κανάλια κάθετα προς τον ιθμό. Αποτελεί τον αποδέκτη όλων σχεδόν των χειμάρρων της περιοχής.

Μορφολογικά αποτελεί μια κοίλη επιφάνεια υψομετρικά χαμηλότερη της υπόλοιπης περιοχής. Κατά τα διάφορα στάδια της εξέλιξής της αποτέλεσε την έξοδο προς τη θάλασσα των κλειστών λεκανών που κατέκλυζαν διαδοχικά τον κάμπο. Η σημερινή της μορφή είναι αποτέλεσμα μιας δυναμικής εξελικτικής διαδικασίας λεκάνης που δέχεται ιζήματα που συναντώνται στη χέρσο.

Δημιουργήθηκε από μια καθοδική κίνηση κατά το Μειόκαινο-Πλειόκαινο, όπου επικρατούσαν έντονες ανοδικές και καθοδικές κινήσεις. Η θάλασσα εισχώρησε στη σημερινή περιοχή της λίμνης και με την ενέργεια των κυμάτων της επεκτάθηκε προς το εσωτερικό δημιουργώντας έτσι μια μορφή κλειστής θάλασσας. Στη συνέχεια, τα ρεύματα που άρχισαν να δημιουργούνται μέσα στην κλειστή θάλασσα και είχαν αντίθετη φορά από αυτά της θάλασσας, αποτέλεσαν την αρχή της δημιουργίας του ιθμού.

Κατά το Πλειστόκαινο άρχισε ο περιορισμός της έκτασης της λίμνης εξαιτίας της μεταφοράς και απόθεσης υλικών από τους χειμάρρους.

Ένα ύβωμα στη δίοδο επικοινωνίας της με τη θάλασσα καθιστά δυσκολότερη την είσοδο και ανταλλαγή νερών, προσδίδοντας στη λίμνη χαρακτήρα Ευξεινικής λεκάνης. Η περιορισμένη κυκλοφορία του νερού σε υφάλμυρο περιβάλλον προκαλεί στρωμάτωση τη στήλης του νερού (θερμοκρασία, αλατότητα, οξυγόνο) και δημιουργία ανοξικού στρώματος στο βαθύτερο στρώμα. Η απόθεση μαύρων αργίλλων συνοδεύεται από ποσότητες οργανικού υλικού, H_2O , NH_3 και βαρέων μετάλλων (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ 2004).

1.6.3 Οι ακτές

Οι ακτές της περιοχής ανήκουν στον τύπο των χαμηλών ακτών. Χαρακτηριστικά αυτών των ακτών είναι ότι σχηματίζονται από χαλαρά υλικά, δεν υφίστανται τη θαλάσσια διάβρωση κι έχουν την τάση να αναπτύσσονται σε βάρος της θάλασσας. Τέλματα, λιμνοθάλασσες, θίνες και παραλιακές ταινίες επικρατούν (RODMAN 1982).

Όπως και η λίμνη, έτσι και οι ακτές δημιουργήθηκαν στα πλαίσια των ισοστατικών κινήσεων του Μειοκαίνου-Πλειοκαίνου. Με τις εισχωρητικές κινήσεις της θάλασσας δημιουργήθηκαν μικροί κλειστοί κόλποι που με το πέρασμα του χρόνου κι ενώ η θαλάσσια διάβρωση συνεχιζόταν, τα υλικά αυτά με τη βοήθεια των ρευμάτων δημιούργησαν ιθμούς που έκλειναν τα ανοίγματα, δημιουργώντας έτσι κλειστές λιμνοθάλασσες.

Σημερινά υπολείμματα αυτών, είναι οι λιμνοθάλασσες Λάφρα και Λαφρουδά, οι οποίες συνεχίζουν να τροφοδοτούνται από χειμάρρους. Οι περισσότερες οι οποίες δε δεχόντουσαν τροφοδοσία αποξηράνθηκαν αφήνοντας πίσω τους κυματοειδή κατάλοιπα με μορφή θινών αγγιλοαμμώδους σύστασης, ή τέλματα (περιοχή Πόρτο-Λάγος).

Σήμερα οι ακτές διανύουν το στάδιο της ωριμότητας.

2.1 ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

Η χλωρίδα και η πανίδα στην περιοχή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω και των υδροβιοτόπων των χειμάρρων και των λιμνών.

Η χλωρίδα χωρίζεται σε δύο ζώνες:

- Στη ζώνη των υδροβιοτόπων
- Στη ζώνη των καλλιεργούμενων εκτάσεων

Στους υδροβιότοπους υπάρχουν υδρόβιες, ελόβιες και χερσαίες διαπλάσεις συγκροτημένες από ομάδα φυτοκοινωνιών. Ανάλογα με τα είδη που συμμετέχουν ταξινομούνται σε υδρόβια, ελόβια, αλόφιλη, αμμόφιλη, αμμοτρινόφιλη και βλάστηση λιβαδιών. Στην καλλιεργούμενη έκταση συναντάται βαμβάκι και σιτηρά.

Η πολύ ενδιαφέρουσα πανίδα της περιοχής περιλαμβάνει ιχθυοπανίδα, αμφίβια, ερπετά, θηλαστικά κι ενδιαφέρουσα ορνιθοπανίδα με πελεκάνους, ερωδιούς και άλλα είδη σπάνιων πουλιών.

2.2 ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ

Η περιοχή προσφέρεται για ανάπτυξη μονάδων πρωτογενούς παραγωγής, γι' αυτό και έχει εκδηλωθεί μεγάλο ενδιαφέρον τόσο από εταιρείες όσο και από ιδιώτες. Σήμερα οι μονάδες που λειτουργούν είναι οι εξής:

- ❖ Κανάλια διαχείμασης βάθους 5 m που σκεπάζονται με δίχτυα για την προστασία των ψαριών κυρίως από πτηνά που αναζητούν τροφή στην περιοχή .
- ❖ Στην περιοχή των Αβδήρων, στο λιμάνι υπάρχουν πλωτές εγκαταστάσεις μυδοκαλλιέργειας .

❖ Στα << Ιχθυοτροφεία Θράκης Α.Ε.>> διεξάγεται εντατική καλλιέργεια τσιπούρας μεταξύ Λάφρης και Αλυκών .

❖ Ανάμεσα στις παραλίες Μάνδρας και Αβδήρων λειτουργούν 3 μονάδες μυδοκαλλιέργειας με σύστημα long line . Τα μικρά βάθη στην περιοχή αυτή ευνοούν την αχιβαδοκαλλιέργεια.

❖ Το ιχθυοτροφείο στη λίμνη Βιστωνίδα, λειτουργεί με συστηματικότητα, αποφέροντας μεγάλες ποσότητες ψαριών. Πρόκειται για το μεγαλύτερο φυσικό ιχθυοτροφείο της Ελλάδας.



Εικόνα 10 : Θυροφράγματα στη λίμνη Βιστωνίδα

2.3 Η ΛΙΜΝΗ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑ

Η λίμνη Βιστωνίδα βρίσκεται στα όρια των νομών Ξάνθης και Ροδόπης και χωρίζεται από τη θάλασσα με μια στενή ζώνη ξηράς στο Λάγος.

Έχει έκταση 45 km², μέσο βάθος 2,28 m και μέγιστο βάθος 3,70 m. Το βάθος της αυξάνεται κατά 5 περίπου μέτρα, αν συνυπολογιστεί και το ασταθές στρώμα ιλύος. Το μήκος της ανέρχεται στα 11,35 km, το πλάτος της στα 3,60 km, ενώ ο όγκος της είναι 101.275.000 km³. Η έκτασή της μειώνεται συνεχώς. Η λίμνη αποτελεί τον κυριότερο υδατικό πόρο της περιοχής. Σε αυτή εκβάλλουν αρκετά υδατορεύματα με σπουδαιότερους τους ποταμούς Κόσυνθο, Κομψάτο και Τράχο.

Η συνολική λεκάνη απορροής των χειμάρρων που εκβάλλουν στη Βιστωνίδα ανέρχεται σε 1334 km², από τα οποία τα 1041 ανήκουν στην ορεινή ζώνη, 265 στην πεδιάδα και 28 περίπου αποκλειστικά στη λίμνη. Σχεδόν όλοι πηγάζουν από τα ορεινά της Ξάνθης και της Ροδόπης και δύο από αυτούς (ο Κόσυνθος και ο Κομψάτος) έχουν αρκετά μεγάλες σε έκταση λεκάνες απορροής. Ο ετήσιος όγκος νερού που εισρέει στη Βιστωνίδα είναι της τάξης των 360*10⁶ m³. Η μέση ετήσια παροχή είναι 11,4m/sec. Η λίμνη επικοινωνεί με το Βιστωνικό κόλπο μέσω ενός κεντρικού διαύλου και δύο τεχνητών εισοδευτικών σημείων που βρίσκονται στο νότιο τμήμα της. Κατά τους χειμερινούς μήνες παρατηρείται μεγαλύτερη εισροή στη λίμνη μεγέθους 2,41 - 1,8 m³/sec.

Τα τελευταία χρόνια κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όλο το νερό χρησιμοποιείται για αρδευτικό σκοπό και συνεπώς η είσοδος νερού στη λίμνη είναι μηδενική. Η εκροή προς τη θάλασσα, εάν παραλείψουμε την απώλεια νερού λόγω εξάτμισης, υπολογίζεται σε 360*10⁶ m³ νερού / έτος. Η είσοδος του θαλάσσιου νερού ευνοείται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου έχουμε επιπλέον πτώση της στάθμης του νερού της λίμνης λόγω εξάτμισης (ΦΩΚΑ 1996).

2.4 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΟΡΕΙΩΝ ΠΑΡΑΛΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ

Ως βόρεια παράλια του Αιγαίου Πελάγους ορίζονται τα παράλια που αναπτύσσονται μεταξύ του βορειανατολικού ορίου του Στρυμονικού κόλπου (Άκρα Απολλωνία) 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 κατεύθυνση από Δύση προς Ανατολή. Στο δυτικότερο τμήμα τους τα βάθη είναι σχετικά μεγάλα σε μικρές αποστάσεις. Στα παράλια αυτά σχηματίζεται ο κόλπος της Καβάλας. Από το νοτιοανατολικό όριο του κόλπου της Καβάλας, τα παράλια εκτείνονται ανατολικά 7 περίπου μίλια μέχρι τις εκβολές του ποταμού Νέστου, που αποτελούν και το όριο της Μακεδονίας με τη Θράκη. Μπροστά σε αυτά βρίσκονται η νησίδα Θασσοπούλα και το νησί της Θάσου.

Ανατολικά από τις εκβολές του ποταμού Νέστου σχηματίζεται ο ανοιχτός προς το Νότο Βιστωνικός όρμος ή Λάγος στο μυχό του οποίου βρίσκεται και το λιμάνι του Λάγους. Τα βάθη της θάλασσας στην ευρύτερη περιοχή του όρμου Βιστωνίας είναι πολύ μικρά. Είναι μάλιστα χαρακτηριστικό το γεγονός ότι σε απόσταση 2 km από το Βιστωνικό όρμο, το βάθος της θάλασσας είναι κάτω από 6 m, σε απόσταση 7 km το βάθος είναι μόλις 17 m, ενώ σε απόσταση 20 km φτάνει μόνο τα 30 m.

Από το Βιστωνικό όρμο, τα παράλια της Θράκης συνεχίζουν προς τα ανατολικά. Κατά μήκος των θρακικών παραλιών τα βάθη είναι σχετικά μικρά. Στο ανατολικότερο τμήμα τους, σε μικρή απόσταση από τις εκβολές του Έβρου, βρίσκεται η Αλεξανδρούπολη. Περίπου 23 μίλια ανοιχτά, νοτιοδυτικά της Αλεξανδρούπολης, βρίσκεται το νησί της Σαμοθράκης. Οι παραλίες της Σαμοθράκης είναι βραχώδεις, σε αντίθεση με τις προσχωματικές παραλίες της Θράκης γενικότερα.

2.5 Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ

Ο Ν. Ξάνθης έχει μικρή σχετικά ακτογραμμή στο Θρακικό πέλαγος και δεν παρουσιάζει 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 κι έχουν την τάση να αναπτύσσονται σε βάρος της θάλασσας. Εξαίρεση αποτελεί ο τύπος των ακτών της παραλίας των Αβδήρων, διότι η περιοχή αποτελείται από συμπαγή πετρώματα που φτάνουν μέχρι τη θάλασσα. Οι υπόλοιπες ακτές είναι κλαστικές, με η παρουσία τελμάτων και λιμνοθαλασσών.

Οι λιμνοθάλασσες συνδέονται με τη θάλασσα με έναν ή περισσότερους διαύλους, με προσανατολισμό περίπου κάθετο προς την ακτή. Γενικά οι δίαυλοι εισόδου, είτε είναι φυσικοί είτε τεχνητοί, κόβουν εγκάρσια τις περιφραγματικές νησίδες και επιτρέπουν στα 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 σαν αποτέλεσμα τη διακύμανση της θερμοκρασίας και της αλατότητας του νερού. Γενικά οι παράκτιες λιμνοθάλασσες συγκρατούν ανόργανα ιζήματα και οργανική ύλη και συνεπώς χρησιμεύουν σα δεξαμενές υλικών ή σα φυσικά φίλτρα. Οι λιμνοθάλασσες μπορεί επίσης να είναι ευαίσθητα οικοσυστήματα ευπαθή σε συνέπειες μόλυνσης από αστικές βιομηχανικές και αγροτικές απορροές (ΚΟΓΙΑ 2006) .

Εκτός από τη λίμνη Βιστωνίδα, στην περιοχή έχουν απομείνει και άλλες μικρότερες λιμνοθάλασσες. Νότια και νοτιοανατολικά της Μάνδρας εντοπίζονται οι λιμνοθάλασσες Λάφρη και Λαφρουδά. Το βάθος της Λάφρης δεν υπερβαίνει το ένα μέτρο, γεγονός που οφείλεται στη μικρή έκταση που περιλαμβάνει σε σχέση με τα υλικά που δέχεται .

Τέλος, κατά μήκος όλης της παραλιακής περιοχής έρευνας συναντώνται εκτάσεις με αρμυρά έλη.

Όσον αφορά τη μορφολογία του πυθμένα κοντά στο λιμένα του Πόρτο-Λάγος, αυτή μελετήθηκε το 1978 με γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν από το ΚΕΔΕ. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το υπέδαφος στον πυθμένα της λιμενολεκάνης είναι αμμώδες έως ιλυοαμμώδες, με σχετικά καλή αντοχή (αριθμός κρούσεων $N > 10$) (ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ 1994) .

Οι αλυκές της περιοχής είναι αυτές της περιοχής της Νέας Κεσσάνης, των οποίων η λειτουργία είχε διακοπεί για ένα διάστημα. Επαναλειτούργησαν κατόπιν θέλησης του Δήμου Ξάνθης για τη χρησιμοποίηση του αλατιού κυρίως το χειμώνα στους παγωμένους δρόμους.

2.7 Ενεργειακά έργα

- Ο αγωγός φυσικού αερίου

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης ο αγωγός από τη Ν.Καρβάλη ακολουθεί τη χάραξη της Εθνικής οδού και υπάρχει το σενάριο συνδυασμού με την Εγνατία οδό στο τμήμα γεφύρωσης του ποταμού Νέστου. Ο αγωγός αυτός θα επεκταθεί προς το Πόρτο Λάγος.

- Γεωθερμικά πεδία Μαγγάνων-Ερασμίου και Νέας Κεσσάνης

Τόσο στην περιοχή Μαγγάνων – Ερασμίου όσο και στην περιοχή της Ν.Κεσσάνης τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση κατοικιών, θερμοκηπίων, υδατοκαλλιεργιών. Στην περιοχή της Ν.Κεσσάνης υπάρχουν 4 γεωτρήσεις κι ένα μηχανοστάσιο - τόπος συγκέντρωσης των γεωθερμικών ρευστών.

2.8 Υδρογεωλογικές συνθήκες

Υδρογεωλογικά η περιοχή παρουσιάζει ενδιαφέρον στα σημεία ύπαρξης παλαιογενών ιζημάτων. Υδρογεωτρήσεις που έγιναν σε περιοχές

που συνάντησαν μεταμορφωμένο πέτρωμα ακόμα και λίγα μέτρα κάτω από τεταρτογενείς αποθέσεις – Άβδηρα και Μυρωδάτο – απέδειξαν ότι η διαπερατότητα των στρωμάτων ήταν ασήμαντη (παροχές μέχρι $3 \text{ m}^3 / \text{h}$).

Τα παλαιογενή στρώματα αποτελούνται από εναλλαγές στρωμάτων ψαμμιτών, κροκαλοπαγών, αργιλικών σχιστόλιθων. Γεωτρήσεις που έγιναν στην περιοχή Πεζούλας – Αβδήρων και διέτρησαν Παλαιογενείς σχηματισμούς έδωσαν παροχές $20 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Στα παλαιογενή στρώματα κάτω από τις Τεταρτογενείς αποθέσεις που παρουσιάζουν ένα μέσο δυναμικό (περιοχές Ποταμιάς - Γκιώνας - Μάνδρας) εμφανίζονται ψαμμίτες με χαλαρό πορώδες. Η τροφοδοσία τους εξασφαλίζεται μέχρι ενός βαθμού από κατεισδύσεις νερού και από τις βροχοπτώσεις στο επιφανειακό τους ανάπτυγμα.

Η παρουσία ασυνεχών υδρογεωλογικών σχηματισμών στην παράκτια ζώνη της Μάνδρας και νότια της Ποταμιάς έχει ευεργετικό ρόλο στην παρεμπόδιση της διείσδυσης της θάλασσας στην πεδινή περιοχή δυτικά της Βιστονίδας, αποτρέποντας έτσι το φαινόμενο της υφαλμύρισης.

Το δευτερογενές πορώδες της ενότητας των μαρμάρων στην παραλιακή ζώνη των Αβδήρων και συγκεκριμένα στον αρχαιολογικό χώρο και στην περιοχή του Μυρωδάτου είναι ο σημαντικότερος παράγοντας της περατότητάς τους.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί μια θερμική επίδραση σε βάθος με την ύπαρξη υψηλής θερμοκρασίας των υδροφόρων οριζόντων στην ευρύτερη περιοχή Ποταμιάς. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στη θερμομεταλλική υδροφορία της περιοχής νότια της Νέας Κεσσάνης.

Η έξοδος του νερού προς τη θάλασσα στα δυτικότερα σημεία της λεκάνης γίνεται μέσω του ανοίγματος Κυψέλης – Μέλισσας μέσω του ευρύτερου δέλτα του Νέστου, καθώς και από τους χειμάρρους που καταλήγουν στις μικρές λιμνοθάλασσες Λάφρα και Λαφρουδά δυτικά του Πόρτο -Λάγος.

Η απορροή από τον κάμπο προς τη λίμνη και τη θάλασσα και η τροφοδοσία των υπόγειων οριζόντων είναι οι βασικοί παράγοντες στους οποίους μπορεί να συνοψισθεί το ισοζύγιο των νερών του κάμπου.

1. Το νερό που εισέρχεται στον κάμπο επιφανειακά (σημειακές και γραμμικές αφίξεις) στο σύνολό του είναι $1087,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

2. Το νερό που απορρέει από τις βροχές στο ανάπτυγμα του κάμπου μετά την άμεση εξατμισιοδιαπνοή και την άμεση κατείσδυση στο σύνολό του είναι $26,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Από τις τιμές αυτές αφαιρείται ένα μέρος που αμέσως μετά την είσοδο του νερού στον κάμπο διηθείται προς τους υπόγειους υδροφορείς κι ένα μέρος που διηθείται κι εξατμίζεται κατά τη διαδρομή του στον κάμπο

2.9 Γενικά στοιχεία κλίματος

Σε γενικές γραμμές η περιοχή μελέτης παρουσιάζει εύκρατο κλίμα με μεγάλες ετήσιες αλλά και ημερήσιες διακυμάνσεις. Αυτός ο τύπος κλίματος που πλησιάζει αρκετά το μεσογειακό τύπο κλίματος έχει ως χαρακτηριστικά τα ξηρά και θερμά καλοκαίρια, ενώ οι χειμώνες είναι ήπιοι και βροχεροί. Στην περιοχή της λίμνης το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως έντονο μεσογειακό. Ο μέσος όρος ημερών χιονιού είναι 4,7 , ενώ η περίοδος που παρατηρείται είναι από Νοέμβριο μέχρι Μάρτιο. Ο μέσος όρος των ημερών παγετού είναι 22,4 ημέρες από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο.

Στην περιοχή εμφανίζονται δύο ομάδες ανέμων:

✱ Οι άνεμοι που οφείλονται αφ'ενός στην επέκταση του θερινού χαμηλού από την Ασία, που μπορεί να ενισχυθεί και από τη μεταφορά ψυχρών αερίων μαζών καθ'ύψος από την Α. Μεσόγειο και αφ'ετέρου στον αντικυκλώνα του Ατλαντικού προς τη ΝΑ Ευρώπη. Αρχίζουν να πνέουν από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου , όπου κι εμφανίζονται με τη μέγιστη ένταση και συχνότητα. Σε ημερήσια χρονική κλίμακα, η μέγιστή τους ένταση εμφανίζεται το απόγευμα, ενώ το βράδυ μηδενίζεται.

2.10 Στοιχεία παλίρροιών, θαλάσσια ρεύματα και κύματα

Τα ρεύματα που επικρατούν προέρχονται κυρίως από τα στενά των Δαρδαελλίων, με δυτική κυρίως κατεύθυνση. Τα ρεύματα αυτά επηρεάζονται σημαντικά από τις καιρικές συνθήκες και ιδιαίτερα από την κατεύθυνση και τη δύναμη των πνεόντων ανέμων.

Στο ανατολικότερο σημείο της περιοχής έρευνας (περιοχή Πόρτο – Λάγος), σχηματίζονται ρεύματα λόγω πλημμυρικής εκροής από το δίαυλο εισόδου. Τέτοια ρεύματα ροής είναι αντίθετα σε σχέση με τα επιφανειακά ρεύματα ροής. Οι διευθύνσεις τους είναι τέτοιες ώστε να έχουν τη δυνατότητα να εναποθέτουν τα φερτά υλικά στην περιοχή του διαύλου. Υπάρχει, δηλαδή, μια τάση τροφοδότησης της ευρύτερης περιοχής της λιμενολεκάνης. Σε συνδιασμό και με την επίδραση της εναπόθεσης λόγω κυματισμού και λόγω παλίρροιας, τα φερτά υλικά μεταφέρονται κι εναποθέτονται στην ευρύτερη περιοχή, που είναι και η περιοχή μελέτης.

Στη Μεσόγειο και στις ελληνικές θάλασσες η παλίρροια είναι ασήμαντη. Στην περιοχή του Λάγους η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει ή κατεβαίνει κατά 0,40 -0,50 m, όταν πνέουν Νότιοι ή Βόρειοι άνεμοι αντίστοιχα.

Εκεί που η έκταση της παλίρροιας είναι σχετικά μεγάλη, θα αναπτυχθούν ισχυρά εγκάρσια ρεύματα διαμέσου των εισόδων που διατηρούνται σαν σχηματισμοί περιφραγμάτων. Γι' αυτό, οι παράκτιες λιμνοθάλασσες που βρίσκονται σε ακτές με μικρή έκταση παλίρροιας, οι παλίρροιακές εισοδοί είναι λιγότερο πιθανόν να διατηρηθούν και τα περιφράγματα είναι δυνατόν να εμποδίζουν τις παλίρροιακές επιρροές από τις εσωκλειόμενες λιμνοθάλασσες (ΦΩΚΑ 1996) .

Οι ακτές της περιοχής έχουν ευρύ ενεργό ανάπτυγμα ανέμου. Πλήττονται από ανέμους νότιας συνιστώσας, οι οποίοι δημιουργούν αρκετά έντονους κυματισμούς .

2.11 Λιμενικά έργα στη θαλάσσια ζώνη στο ανατολικότερο τμήμα της περιοχής μελέτης

Η κυριότερη κατασκευή στο λιμένα αφορά δύο βραχίονες κατασκευασμένους με πασσαλοσανίδες από μπετόν δεξιά και αριστερά στο βόρειο τμήμα του διαύλου.

Υπάρχουν και δύο βραχίονες από ογκόλιθους για την προστασία του στομίου και του διαύλου του λιμένα από προσχώσεις. Η μεταξύ τους απόσταση είναι 180 m, ενώ το πλάτος εκσκαφής του διαύλου είναι 80 m, αφήνοντας 25m στον πόδα του κάθε βραχίονα, στο φυσικό βάθος του πυθμένα.

2.12 Ιζηματομεταφορά συσχετιζόμενη με το λιμένα

Εξαιτίας του μικρού βάθους των ακτών του Βιστωνικού όρμου, το παράκτιο ρεύμα που αναπτύσσεται κατά τις περιόδους κακοκαιρίας και κατά τη διάρκεια πνοής των ισχυρών κυματισμών, κινείται παράλληλα προς την ακτή. Είναι ο κύριος παράγοντας μεταφοράς αμμωδών υλικών κατά μήκος, αλλά και κάθετα προς την ακτή. Το ρεύμα ενισχύεται από εναποθέσεις άμμου και ιλύος του πυθμένα του όρμου. Οι εναποθέσεις αυτές προέρχονται από τις εκβολές του Νέστου κυρίως, αλλά και από άλλες εκβολές ανατολικά του Νέστου (ΝΙΚΟΛΑΟΥ – ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ1994) .

Συγκεκριμένα για την περιοχή του λιμένα οι διαδικασίες ιζηματομεταφοράς είναι οι εξής:

☼ Το φαινόμενο της παλίρροιας επηρεάζει την περιοχή ακόμη και με ήρεμες καιρικές συνθήκες δημιουργώντας ρεύματα διακυμαινόμενης έντασης και εναλλασσόμενης φοράς που κινούνται παράλληλα προς τον άξονα του διαύλου. Έτσι, τα παλιρροιακά ρεύματα μεταφέρουν ποσότητα άμμου κατά μήκος του διαύλου, ανάλογη με την έντασή τους.

☼ Κατά την περίοδο των έντονων βροχοπτώσεων η στάθμη της λίμνης Βιστωνίδας ανεβαίνει σε σχέση με αυτή της θάλασσας και τότε παρατηρείται απορροή του πιο γλυκού νερού από τη λίμνη στη λεκάνη και από το λιμάνι στη θάλασσα μέσω του διαύλου. Η ροή όπως είναι φυσικό συνοδεύεται και από μεταφορά υλικών που προέρχονται από τους χείμαρρους που εκβάλλουν στη λίμνη (ΝΙΚΟΛΑΟΥ – ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ 1994) .



Εικόνα 11 : Λιμένας Πόρτο-Λάγους



Εικόνα 12: Παραλία Πόρτο – Λάγος ακριβώς Δυτικά του λιμένα

Κεφάλαιο 3

3.1 Μεθοδολογία υπαίθρου

Σε μία πορεία με σημείο έναρξης την παραλία δυτικά του λιμένα το Πόρτο-Λάγους και προορισμό το ακρωτήριο Μπαλούστρα στα Άβδηρα, ακολουθώντας πάντα την ακτογραμμή, καταγράφηκαν με τη βοήθεια GPS οι συντεταγμένες διαφόρων σημείων, ανά τακτά διαστήματα, όπου αυτό ήταν εφικτό.

Από κάποιες όμως, περιοχές, ήταν πολύ δύσκολη έως αδύνατη η καταγραφή των ακριβών συντεταγμένων των ακτογραμμών. Αυτό οφείλεται σε δύο κυρίως λόγους:

- ❖ Στη δύσκολη πρόσβαση προς τις περιοχές.
- ❖ Στην εδαφική αστάθειά τους, εφόσον πρόκειται κυρίως για ελώδης εκτάσεις.

Τέλος, συλλέχθηκαν δείγματα από άμμους από 5 σημεία. Η δειγματοληψία έγινε τόσο από την ακτή όσο και από την απολιθωμένη ζώνη, όπου αυτή είναι διακριτή. Η δειγματοληψία συνοδευόταν και από καταγραφή των συντεταγμένων των σημείων με GPS.

3.2 Μεθοδολογία εργαστηρίου

Έγινε ψηφιοποίηση του χάρτη της ευρύτερης περιοχής της παρούσας εργασίας. Ψηφιοποιήθηκε η ακτογραμμή από το λιμένα του Πόρτο – Λάγους έως και το ακρωτήριο Μπαλούστρα. Επίσης, ψηφιοποιήθηκαν οι διάφορες λίμνες και λιμνοθάλασσες (Βιστωνίδα, Λάφρη, Λαφρουδά, Αλμύρα και άλλες μικρότερες), καθώς και οι σημαντικότεροι δρόμοι, οι οποίοι ενώνουν τα χωριά της περιοχής.

Τα στίγματα που καταγράφηκαν κατά την πορεία κατά μήκος της ακτογραμμής, μεταφέρθηκαν στον ψηφιοποιημένο χάρτη της περιοχής με τη βοήθεια του προγράμματος MAP INFO 8.0 . Για κάποια από αυτά είναι φανερή η απόκλιση από την μέχρι τώρα χαρτογραφημένη ακτογραμμή, ενώ κάποια άλλα φαίνεται να συμφωνούν απόλυτα με αυτή. Επίσης, με τη βοήθεια του ίδιου προγράμματος, περάστηκαν και τα στίγματα των σημείων δειγματοληψίας, τα οποία δεν ανήκαν στην πορεία παράλληλα με την ακτογραμμή.

Έγινε κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων που συλλέχθηκαν.

Οι περιοχές από τις οποίες συλλέχθηκαν είναι:

- 1 δείγμα από την παραλία του Πόρτο – Λάγος
- 2 δείγματα απο την παραλία της Μάνδρας
- 1 δείγμα από την παραλία των Αβδήρων

Τόσο από την περιοχή του ενός δείγματος από τη Μάνδρα, όσο και από το δείγμα που προέρχεται από τα Άβδηρα , ήταν δυνατή η δειγματοληψία τόσο από το ανώτερο όσο και από την κατώτερο τμήμα της παραλίας.

Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο του Ι.Γ.Μ.Ε. Ξάνθης. Με το διαθέσιμο εξοπλισμό του εργαστηρίου του Ι.Γ.Μ.Ε, συντελέστηκαν οι παρακάτω εργασίες:

- Για την απομάκρυνση νερού και υγρασίας, τοποθετήθηκαν στο φούρνο όπου και παρέμειναν για 1 ώρα.

- Κοσκινίστηκαν σε κόσκινα διαμέτρων ανάλογα με αυτά που αναφέρθηκαν στον πίνακα 2.
- Κάθε κλάσμα μεταφερόταν σε πλαστικό σακουλάκι, γνωστού βάρους.
- Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας του κοσκινίσματος, τα δείγματα πέρασαν από τη διαδικασία της ζύγισης.
- Τα δεδομένα καθώς και αποτελέσματα περάστηκαν σε πίνακα και με περαιτέρω επεξεργασία υπολογίστηκε το βάρος % του κάθε κλάσματος σε σχέση με το αρχικό βάρος του δείγματος.

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω δίνεται πίνακας με τα στίγματα που καταγράφηκαν κατά μήκος της ακτογραμμής.

Πίνακας 1

N 41 00.167 E 25 07.412	N 41 00.320 E 25 06.811
N 41 00.030 E 25 07.412	N 41 00.319 E 25 06 759
N 41 00.066 E 25 07.371	N 41 00.319 E 25 06.673
N 41 00.095 E 25 07.304	N 41 00.264 E 25 06.630
N 41 00.115 E 25 07.232	N 41 00.291 E 25 06.555
N 41 00.136 E 25 07.160	N 41 00.282 E 25 06.475
N 41 00.158 E 25 07.089	N 41 00.334 E 25 06.462
N 41 00.174 E 25 07.013	N 41 00.345 E 25 06.423
N 41 00.219 E 25 06.936	N 41 00.350 E 25 06.355
N 41 00.251 E 25 06.893	N 41 00.362 E 25 06.284

Συνέχεια από Πίνακα 1

N 40 58.258 E 25 01.081	N 40 56.350 E 24 59.422
N 40 58.172 E 25 00.883	N 40 56.383 E 24 59.498
N 40 57.998 E 25 00.48	N 40 56.463 E 24 59.523
N 40 57.267 E 24 5.817	N 40 56.495 E 24 59.566
N 40 56.898 E 24 59.783	N 40 56.645 E 24 59.707
N 40 56.087 E 24 59.334	N 40 56.788 E 24 59.747
N 40 56.198 E 24 59.298	N 40 56.866 E 24 59.771
N 40 56.248 E 24 59.317	N 40 56.929 E 24 59.808
N 40 56.284 E 24 59.352	N 40 56.919 E 24 59.805
N 40 56.333 E 24 59.390	N 40 57.199 E 24 59.962

Συνέχεια από Πίνακα 1

N 40 57.216 E 24 59.921	N 40 57.509 E 24 59.854
N 40 58.372 E 24 59.883	N 40 58.264 E 25 01.080
N 40 57.372 E 24 59.883	



Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα σημεία δειγματοληψίας από τα ανώτερα τμήματα της παραλίας.

Πίνακας 2

N 40 58.118
E 25 00.741
N 40 56.202
E 40 59.296

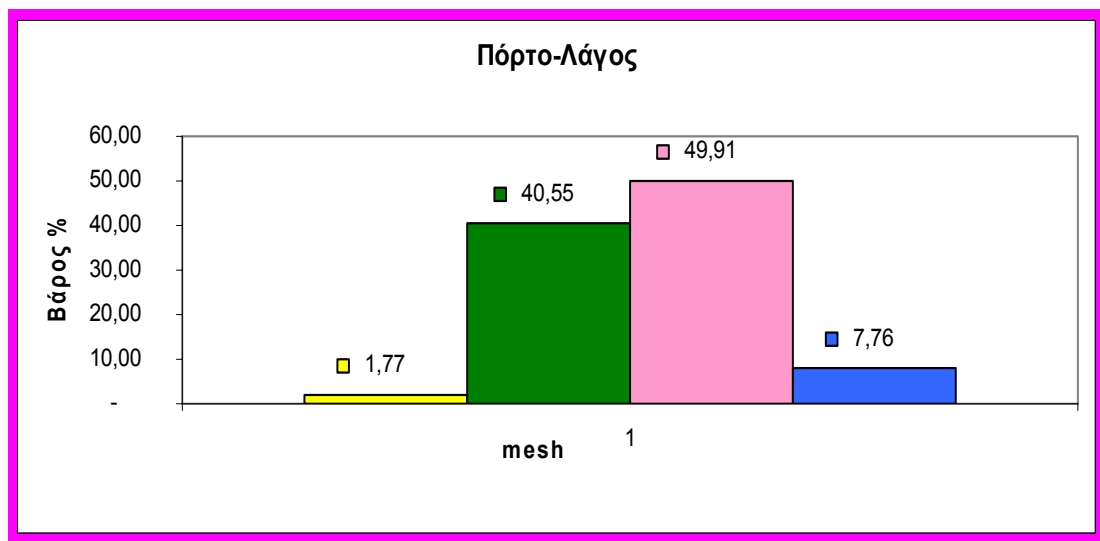
Στον παρακάτω χάρτη απεικονίζονται όλα τα στίγματα :

Πίνακας με διαβαθμίσεις της κλίμακας mesh που χρησιμοποιήθηκαν στις κοκκομετρίες :

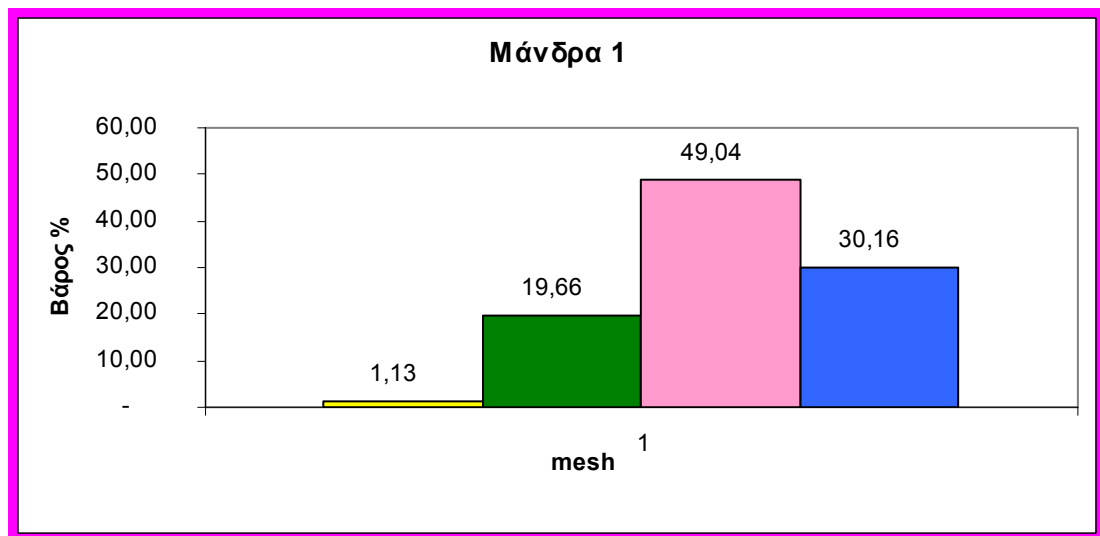
Πίνακας 3

60
80
100
125

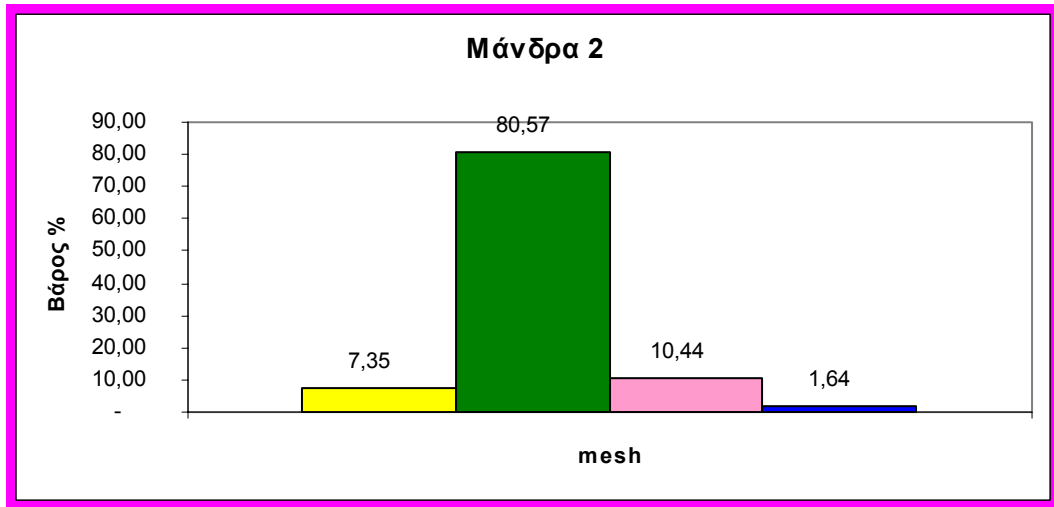
Παρακάτω δίνονται με μορφή ραβδογραμμάτων οι ποσοστιαίες αναλογίες των δειγμάτων στα 60, 80, 100 και 125 mesh.



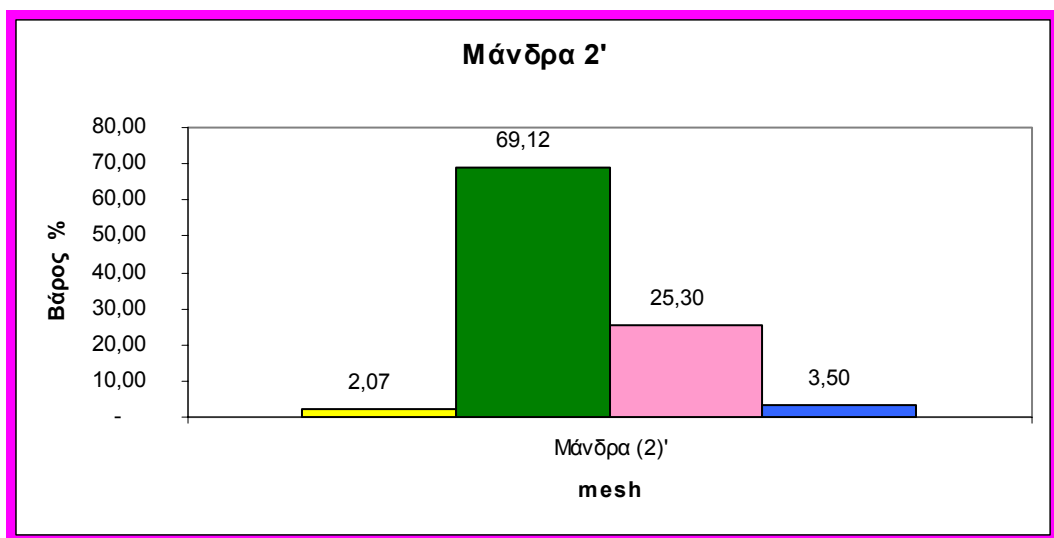
Διάγραμμα 1



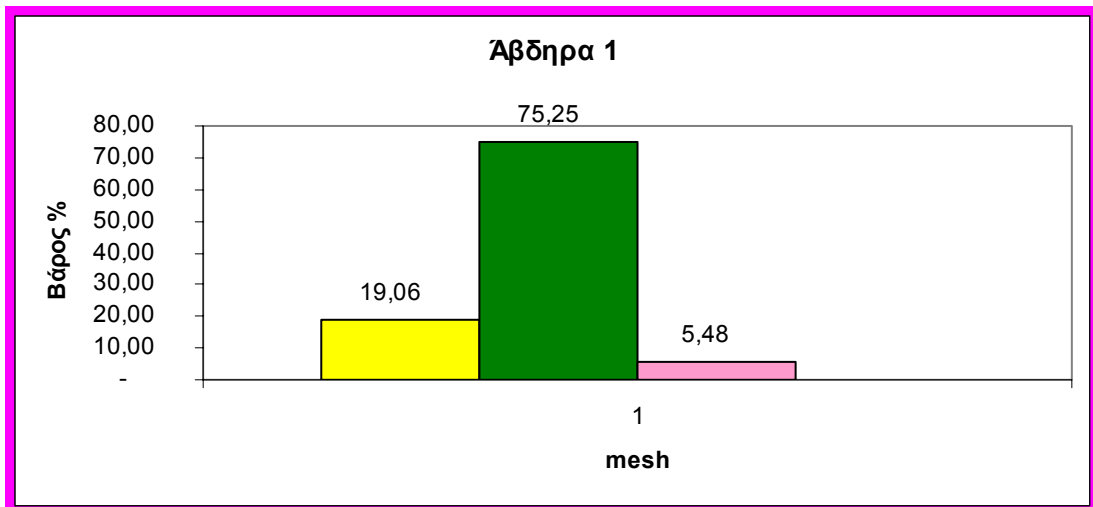
Διάγραμμα 2



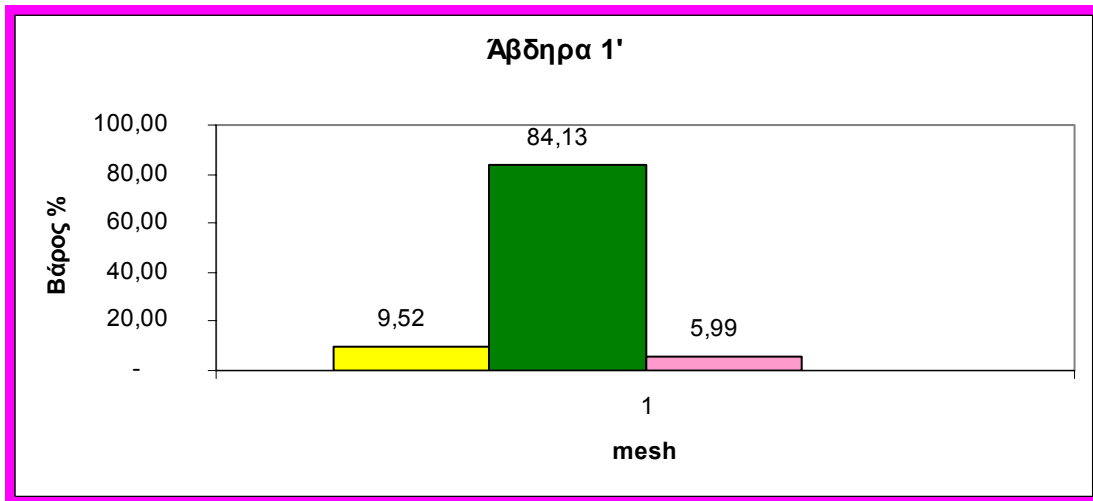
Διάγραμμα 3



Διάγραμμα 4



Διάγραμμα 5



Διάγραμμα 6



Όπως δείχνουν τα διαγράμματα, τα δείγματα που συλλέχθηκαν από το Πόρτο-Λάγος και την παραλία της Μάνδρας σε μια πορεία Α-Δ είναι λεπτόκοκκα με σχεδόν το 50% αυτών να είναι 100 mesh (διαγράμματα 1 και 2). Στα υπόλοιπα δείγματα το μεγαλύτερο ποσοστό έχουν τα 80 mesh.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παράκτια ζώνη του Ν. Ξάνθης αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου οικοσυστήματος, που εκτείνεται ανατολικά και δυτικά των εκβολών του ποταμού Νέστου. Βρίσκεται στον σχετικά ρηχό Βιστωνικό όρμο. Η περιοχή αυτή επηρεάζεται άμεσα από τις εκβολές των ποταμών του Ν. Ροδόπης, της λιμνοθάλασσας Βιστωνίδας, μικρών ποταμών και στραγγιστικών τάφρων του Ν. Ξάνθης και βεβαίως από τις εκβολές του ποταμού Νέστου. Εκτός από μια μικρή λοφώδη προέκταση στην περιοχή των Αβδήρων, που καταλήγει μέχρι τη θάλασσα, η υπόλοιπη παράκτια περιοχή αποτελείται από αμμώδεις ακρογιαλιές. Λόγω του προσχωσιγενούς χαρακτήρα τους έχουν σχηματίσει μικρές λίμνες, λιμνοθάλασσες και έλη. Η έκτασή τους είναι μικρή επικοινωνούν με τη θάλασσα και χωρίζονται από αυτή με εδαφικές ζώνες όπου επικρατούν αργιλικά και αμμώδη υλικά σε εναλλαγές.

Στην παραλιακή ζώνη δυτικά του λιμένα του Πορτο - Λάγους και στην παραλία της Μάνδρας παρατηρείται μια μικρή μετατόπιση των ακτών προς τη θάλασσα (πρόσχωση). Και στις δύο περιπτώσεις οι λιμνοθάλασσες συμβάλλουν στην εικόνα αυτή, με τα φερτά υλικά που αποθέτουν από τα στόμια επικοινωνίας τους με την θάλασσα. Τόσο η λιμνοθάλασσα Βιστωνίδα στην παραλία του Λάγους, όσο και οι λιμνοθάλασσες Λάφρη και Λαφρουδά, επικοινωνούν με τη θάλασσα μέσω στενών περασμάτων – ανθρωπογενών ή μη – από τα οποία εξέρχονται τα αιρούμενα ιζήματα προς την θάλασσα. Τα αιρούμενα ιζήματα αποτελούνται από λεπτόκοκκο κλαστικό υλικό που των χειμάρρων που εκβάλλουν στις λιμνοθάλασσες.

Επιπλέον, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις με την κατασκευή και τις συνεχείς εκβαθύνσεις του διαύλου επικοινωνίας της Βιστωνίδας με την θάλασσα διευκολύνουν την έξοδο των φερτών υλών. Τα υλικά αυτά με την βοήθεια των κυματισμών διασκορπίζονται στον αβαθή παράκτιο χώρο, δημιουργώντας προσχωματικές αποθέσεις. Ανατολικό όριο των αποθέσεων αυτών αποτελούν οι εγκάρσιοι πρόβολοι της εισόδου του λιμένα του Λάγους.

- Χάρτης 1: Νομός Ξάνθης – Πόρτο-Λάγος
- Χάρτης 2: Προγραμματιζόμενα έργα
- Χάρτης 3: Θεσμοθετημένες ζώνες προστασίας
- Χάρτης 4: Χρήσεις γης και δραστηριότητες
- Χάρτης 5: Χάρτης της περιοχής με στίγματα και ψηφιοποίηση ως προς την ακτογραμμή και τους κυριότερους δρόμους με επανωτισμένη δορυφορική εικόνα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

RODMAN, E., SNEAD (1982) Coastal Landforms and Surface Features

ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ, Ι.Β. (1985) Υδρογεωλογική μελέτη λεκάνης λίμνης Βιστωνίδας-Μελέτη υδροφόρων οριζόντων μέσα σ'ένα ευρύ ετερογενές πεδίο, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΚΟΓΙΑ, Γ.Φ. (2006) Μελέτη διείσδυσης της θάλασσας σε παράκτιες λιμνοθάλασσες – Εφαρμογή στη Βιστωνίδα, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

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

ΜΟΥΡΙΚΗΣ Γ., ΠΕΡΖΑΜΑΝΗΣ Ι. (1994) Χρήση γης και διερεύνηση υπεδάφους παράκτιας περιοχής Μαγγάνων-Νέας Κεσσάνης (Νομού Ξάνθης). Διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΝΟΥΣΙΝΑΝΟΥ, Θ., ΛΙΒΑΔΑ, Γ., ΚΑΡΑΟΛΙΔΗ, Χ., ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ, Φ. (1976) Γεωλογική μελέτη λεκάνης Ξάνθης – Κομοτηνής Δ.Ε.Π., Αθήνα

ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Β., ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ, Β. (1994) Πειραματική διερεύνηση των δημιουργούμενων ρευμάτων λόγω πλημμυρικής εκροής από το στόμιο του λιμένα του Πόρτο-Λάγος και η σημασία τους στην πρόσχωση του διαύλου του λιμένα. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΦΩΚΑ, Ι. (1996) Χωροταξική και πολεοδομική διάσταση της χερσαίας ζώνης του λιμένα του Πόρτο-Λάγος. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

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

Διευθύνσεις από το Διαδίκτυο:

http://natura.minenv.gr/natura/server/user/biotopos_info.asp

http://xanthi/english/tour/vistonida_photo.htm

<http://mfa.gr/greece/enviroment/wetlands/vistonida>