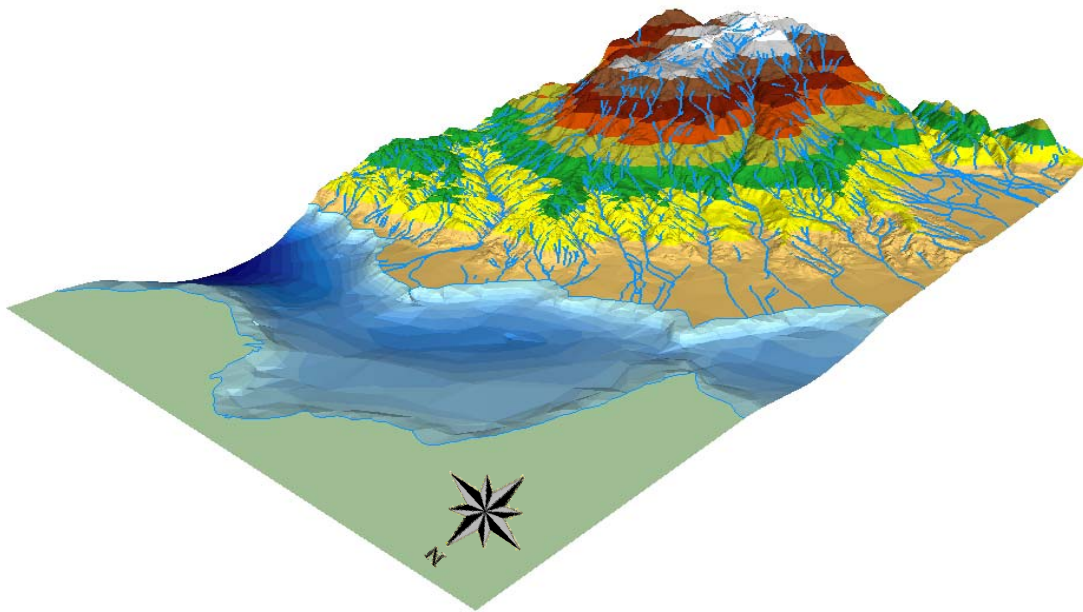




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΝΑΥΤΙΚΗ & ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΕΠΙΣΤΗΜΗ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΜΟΡΦΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΙΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΧΑΪΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ”



ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΓΡΟΝΟΜΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ε.Μ.Π.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ Δ/ντής Ερευνών στο Ελληνικό
Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ.)

ΑΘΗΝΑ

Οκτώβριος 2008

Θέλω να ευχαριστήσω τον Χρήστο Αναγνώστου Διευθυντή ερευνών στο ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. που μου ανέθεσε αυτή την διπλωματική εργασία, για την αμέριστη υποστήριξη του κατά τη διεξαγωγή της.

Επίσης, θα ήταν παράλειψη αν δεν ευχαριστούσα τις Περιβαλλοντολόγους από το Εργαστήριο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. Χαρά Κυριακίδου και Παρασκευή Δρακοπούλου για την βοήθεια τους σε τεχνικά θέματα.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τον Τοπογράφο Μηχανικό Πλιάκο Απόστολο για τις τεχνικές συμβουλές του και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε σε δυσκολίες που συνάντησα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μεταπτυχιακή αυτή μελέτη έχει ως αντικείμενο την ανάλυση της παράκτιας ζώνης στην περιοχή του Ρίου Αχαΐας. Το γενικό πλαίσιο της στρατηγικής της μελέτης βάση της οποίας εκπονήθηκε η παρούσα εργασία αφορά καταρχάς την χωροθέτηση της περιοχής μελέτης και μελετάται η δυναμική και οι μηχανισμοί που διαμορφώνουν την κατάσταση των ακτών στην περιοχή. Την δυναμική των ακτών καθορίζουν δυο κύριοι μηχανισμοί, ο μηχανισμός τροφοδοσίας των ακτών της περιοχής με φερτές ύλες και ο μηχανισμός διευθέτησης αυτών των υλών στις ακτές.

Ο μηχανισμός διευθέτησης των φερτών υλών εξαρτάται από το ανεμολογικό / κυματικό καθεστώς της περιοχής. Ο μηχανισμός τροφοδοσίας εξαρτάται από το γεωλογικό υπόστρωμα της ευρύτερης περιοχής, από τη γεωμορφολογία, από το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής, από τη φυτοκάλυψη της.

Στα πλαίσια της κατανόησης της γεωλογικής δομής της ευρύτερης λεκάνης απορροής σχεδιάστηκε ένας γεωλογικός χάρτης βασισμένος σε προηγούμενες χαρτογραφήσεις και έγινε περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής. Στα πλαίσια της ποσοτικής γεωμορφολογικής μελέτης το δίκτυο αναλύθηκε σύμφωνα με τον 1^ο και 2^ο νόμο του Horton, μελετήθηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου και εκτιμήθηκαν οι ιδανικές τιμές όσον αφορά τον αριθμό των κλάδων, το μέσο μήκος των κλάδων, και διερευνήθηκε η σχέση μεταξύ πραγματικών και ιδανικών τιμών. Η σχέση αυτή έδειξε αρνητικές τιμές που δείχνουν ελλιπή ανάπτυξη του αριθμού των κλάδων του μήκους γεγονός που οδηγεί στη διαπίστωση ότι το υδρογραφικό δίκτυο διανύει το στάδιο νεότητας στη μεγαλύτερη έκταση του.

Για την σκιαγράφηση του κλίματος της περιοχής αναλύθηκαν τα κλιματικά στοιχεία της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας του αέρα. Οι βροχοπτώσεις είναι σημαντικός παράγοντας γιατί καθορίζουν την υδροδυναμική του υδρογραφικού δικτύου και ως εκ τούτου και το δυναμικό μεταφοράς των φερτών υλικών.

Για την πληρέστερη ανάλυση της παρούσας μελέτης μελετήθηκε η ανθρωπογενής παρέμβαση στην ευρύτερη παράκτια περιοχή μελέτης καθώς ο ανθρώπινος παράγοντας παίζει σημαντικό ρόλο στην δυναμική της παράκτιας ζώνης.

Εξάλλου, η οικιστική δραστηριότητα στον παράκτιο χώρο, η μεγάλη συγκέντρωση κατοικιών και ξενοδοχειακών μονάδων και η λειτουργία λιμενικών και άλλων εγκαταστάσεων, δημιουργούν ιδιόμορφα αστικά περιβάλλοντα μέσα από τις

κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες οι οποίες έχουν αντίκτυπο και συρρίκνωση του φυσικού περιβάλλοντος και των πόρων του. Έτσι, αυτού του είδους η αστικοποίηση στις παράκτιες περιοχές, τροποποιεί αυτό τον ίδιο τον παράκτιο χώρο, έχει αρνητικές επιπτώσεις στην τοπική πανίδα και χλωρίδα, αλλά και σε δραστηριότητες που ήταν περισσότερο συμβατές με το περιβάλλον. Σε ένα τέτοιο διαταραγμένο φυσικό περιβάλλον φαινόμενα διάβρωσης της παράκτιας ζώνης είναι πολύ συχνά και είναι το αποτέλεσμα μεγαλύτερης απώλειας παρά εναπόθεσης υλικού στη θέση αυτή. Γενικά, η προσφορά υλικού από τους ποταμούς, η διάβρωση των ακτών και η παράκτια μεταφορά συνιστούν τις κύριες φυσικές συνεισφορές υλικού στον παράκτιο χώρο.

Επίσης για την μελέτη της διαχρονικής μεταβολής της ακτογραμμής χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες της περιοχής του 1945, 1960, 1986 και 2002.

Αυτή η αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών της περιοχής θα μας οδηγήσει στην κατανόηση των διαδικασιών που συντελούν στη διαμόρφωση των ακτών της περιοχής αυτής. Παρατηρήθηκε ότι οι τεκτονικές δομές, η λιθολογία των σχηματισμών της περιοχής και η επίδραση των εξωγενών διεργασιών όπως η διάβρωση, η μεταφορά και η απόθεση έχουν επηρεάσει την εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου και την μορφολογία του αναγλύφου της λεκάνης απορροής. Από αυτούς τους μηχανισμούς εξαρτάται η σημερινή κατάσταση των ακτών αλλά και οι διαχρονικές μεταβολές της ακτογραμμής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
1. Εισαγωγή-Προβληματισμός	5
2 Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης.....	10
3. Παράγοντες που διαμορφώνουν τις ακτές	19
4. Μεθοδολογικός σχεδιασμός.....	23
5. Μηχανισμός τροφοδοσίας των ακτών με φερτές ύλες	29
5.1 Γεωλογία-Τεκτονική	29
5.2 Γεωμορφολογία.....	33
5.2.1 Γενική γεωμορφολογική εικόνα	33
5.2.2 Ανάλυση λεκανών απορροής	39
5.2.3 Ανάλυση υδρογραφικών δικτύων.....	48
5.2.4 Σύνθεση μηχανισμού τροφοδοσίας	61
6. Μηχανισμός διευθέτησης των φερτών υλών	64
6.1 Ανεμολογικό και Κυματικό καθεστώς.....	64
6.2 Διευθέτηση φερτών υλών.....	67
7. Περιγραφή των ακτών - Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και επιπτώσεις.....	69
8. Διαχρονική μεταβολή των ακτών	77
9. Σύνθεση αποτελεσμάτων – Διαχειριστικές προτάσεις	80
Βιβλιογραφία	85

1. Εισαγωγή-Προβληματισμός

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της Διπλωματικής Εργασίας για το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών ‘Ναυτική και Θαλάσσια Τεχνολογία και Επιστήμη’ της σχολής των Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Αντικείμενο της μελέτης είναι η μορφοδυναμική του συστήματος των ακτών της περιοχής Ρίου Νομού Αχαΐας.

Με την πάροδο των χρόνων, κατέστη σαφές ότι ο παράκτιος χώρος αποτελεί μία ξεχωριστή χωρική ενότητα και έχει πολλές ιδιαιτερότητες που τον διαφοροποιούν από όλους τους υπολοίπους. Ο χώρος αυτός είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος και ευάλωτος, εφόσον είναι υποκειμένο πολλαπλών ανθρωπογενών παρεμβάσεων με όλες τις δυσμενείς επιπτώσεις που μπορεί αυτό να έχει στο γενικότερο περιβάλλον του.

Η παράκτια ζώνη αποτελεί φυσικό πλουτοπαραγωγικό πόρο, αλλά και πόλο έλξης για ποικίλες δραστηριότητες. Ο τουρισμός και η αναψυχή στις παράκτιες περιοχές είναι μια πολύ μεγάλη οικονομική και όχι μόνο δραστηριότητα και ίσως αποτελεί το βασικότερο παράγοντα αλλαγών στην παράκτια ζώνη. Εξάλλου, λόγω του ιδιαίτερου χαρακτήρα που έχουν οι παράκτιες περιοχές και των πλεονεκτημάτων που αυτές προσφέρουν σε αναπτυξιακές δραστηριότητες και έργα κοινωνικό οικονομικού χαρακτήρα, είναι επόμενο να έχουν επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο, ο προβληματισμός που γεννάται είναι, με πια μέσα και με ποιες παρεμβάσεις θα ελαχιστοποιηθούν οι οποιεσδήποτε επιβαρύνσεις και ίσως οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Έτσι ο παράκτιος χώρος αποτελεί περιοχή όπου διάφορες δραστηριότητες βρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη και μετασχηματισμό που έχουν επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Άρα το φυσικό περιβάλλον μπορεί να τροποποιείται με την πάροδο του χρόνου, για παράδειγμα, εξαιτίας του ανέμου, της ροής των νερών, της διάβρωσης, των κυμάτων, της ιζηματογένεσης, αλλά και από την επίδραση της βλάστησης και του ανθρώπου. Εξάλλου, με την πάροδο του χρόνου, τα κύματα αλλού “κατατρώγουν” (διάβρωση) την ακτή και αλλού αποθέτουν υλικά, ενώ τα ποτάμια φέρνουν από την ενδοχώρα υλικά και τα αποθέτουν στον παράκτιο χώρο και έτσι μπορεί να σχηματίσουν δέλτα ή και να δημιουργήσουν αβαθή θαλάσσια λεκάνη. Ακολούθως, μέσα από δευτερογενείς επιδράσεις μπορούν να επηρεαστούν τα

κυρίαρχα ρεύματα της περιοχής, ο κυματισμός, η θερμοκρασία των νερών, η βλάστηση και η ποιότητα των νερών του παράκτιου χώρου.

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο παράκτιος χώρος από τη μία πλευρά δεν είναι συγκυριακής φύσης και από την άλλη, σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να επιλυθούν χωρίς ουσιαστικές παρεμβάσεις, οι οποίες θα πρέπει να είναι συντονισμένες ώστε να είναι και αποτελεσματικές. Όλες αυτές οι διαπιστώσεις οδηγούν στην επιτακτική ανάγκη για λήψη μέτρων για να αντιμετωπιστούν τα διαρκώς διογκούμενα προβλήματα του παράκτιου χώρου.

Με δεδομένο ότι η Ελλάδα παρόλο τη μικρή της χερσαία έκταση, διαθέτει περίπου 16.000km ακτογραμμής, περίπου το 50% της Ευρώπης και πάνω από 3000 νησιά (Δουκάκης Ε. 1998), αντιλαμβανόμαστε ότι οι παράκτιες περιοχές της αποκτούν ιδιαίτερη σημασία για τη ζωή και την ανάπτυξη της. Η επισήμανση αυτή αποκτά μεγαλύτερο ενδιαφέρον, αν αναλογιστούμε ότι οι παράκτιες αυτές ζώνες εμφανίζουν μια μεγάλη ποικιλία και σχετικά με το φυσικό περιβάλλον που απαντάται σε αυτές και αναφορικά με τη διαμονή σε αυτές ανθρώπων και συνεπακόλουθα με τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται εκεί. Το 70% περίπου του ελληνικού πληθυσμού κατοικεί στην παράκτια ζώνη ενώ πλήθος δραστηριοτήτων και χρήσεων συγκεντρώνεται σε αυτή (κατοικία, αναψυχή και τουρισμός, βιομηχανία, εμπόριο, αλιεία και υδατοκαλλιέργειες, γεωργία και κτηνοτροφία, επικοινωνία και θαλάσσιες μεταφορές, υγροβιότοποι). Η ποικιλομορφία των χρήσεων γης στην ελληνική παράκτια ζώνη, η σύγκρουση μεταξύ ασύμβατων χρήσεων (π.χ. τουρισμός και βιομηχανία), οι έντονες οικιστικές πιέσεις, ο μαζικός τουρισμός και η ασάφεια του υπάρχοντος αναχρονιστικού νομοθετικού πλαισίου απειλούν την ακεραιότητα των ελληνικών ακτών.

Επιτακτική λοιπόν είναι η ανάγκη για ολοκληρωμένη προσέγγιση της διαχείρισης των παράκτιων ζωνών με αποκλειστικό στόχο την αειφόρο, βιώσιμη και ισόρροπη ανάπτυξη. Η βιώσιμη διαχείριση της παράκτιας ζώνης σημαίνει όχι μόνο ανάπτυξη με σεβασμό στις φυσικές και πολιτισμικές ιδιαιτερότητες, αλλά εξασφάλιση των προϋποθέσεων για την κοινωνική ευημερία του παράκτιου πληθυσμού, ο οποίος αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα.

Σύμφωνα με το 'Δίκτυο Διαχείρισης και Σχεδιασμού Παράκτιων Περιοχών' η διαχείριση των παράκτιων ζωνών ορίζεται ως "...δυναμική διαδικασία στην οποία μια δεδομένη συντονισμένη στρατηγική αναπτύσσεται και τίθεται σε εφαρμογή για την

κατανομή περιβαλλοντικών, κοινωνικό-οικονομικών και θεσμικών πόρων με σκοπό να επιτευχθεί η διατήρηση και η αειφόρος πολλαπλή χρήση της παράκτιας ζώνης”.

Σε αυτό το πλαίσιο, η Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης (Ο.Δ.Π.Ζ.) αποβλέπει στη σύνθεση των διάφορων πολιτικών (οικονομικών, κοινωνικών, περιβαλλοντικών και αναπτυξιακών) που έχουν επιπτώσεις στις παράκτιες περιοχές και τη λήψη αποφάσεων που προκύπτουν από μια μεθοδολογία συμμετοχικού σχεδιασμού. Η προσέγγιση αυτή αφορά ταυτοχρόνως τον προγραμματισμό και τη διαχείριση των παράκτιων πόρων και του παράκτιου χώρου. Πρόκειται δηλαδή για μια δυναμική διαδικασία που εξελίσσεται με το χρόνο.

Συνήθως, οι ζημιόγρονες επιπτώσεις στο περιβάλλον προέρχονται σχεδόν από απρογραμμάτιστο και μη ορθολογικό σχεδιασμό της διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής. Αυτό για τη χώρα μας αποκτά ιδιαίτερη σημασία, επειδή εξαιτίας των κλιματικών συνθηκών και των πολλαπλών χρήσεων κάθε υδάτινου πόρου, η χωρίς σχεδιασμό ιεράρχηση των δραστηριοτήτων, αποτελούν πάντοτε πιθανή απειλή και πρόβλημα. Επομένως, η μεθοδολογία μελέτης του παράκτιου χώρου οφείλει να περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων,

- την επεξεργασία και αξιολόγηση της υπάρχουσας πληροφορίας (κλιματικών δεδομένων, χρονοσειρές κυματικών δεδομένων, ρευμάτων, στερεοπαροχής, ίζημάτων, ποιότητας νερού, φαινόμενα ευτροφισμού, κοινωνικό-οικονομικά δεδομένα κ.α),

- τις εργασίες υπαίθρου για επικαιροποίηση των δεδομένων και συλλογή καινούργιων στοιχείων και πληροφοριών με χρήση νέων τεχνολογιών (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών), δορυφορικές φωτογραφίες σε εποχική βάση, ηλεκτρομαγνητικές διασκοπήσεις, ιχνηθετήσεις κ.α),

- τις εργασίες εργαστηρίου (επεξεργασία, αναλύσεις, αξιολογήσεις, μοντέλα),
- τη διερεύνηση της φέρουσας χωρητικότητας της υπόψη περιοχής και των περιθωρίων που αναπτύσσονται για περαιτέρω αξιοποίηση,

- το σχεδιασμό και την ορθολογική διαχείριση των αναπτυξιακών δράσεων με στόχο την προώθηση αειφόρου χρήσης και στρατηγικού σχεδιασμού για τις ακτές, την ισόρροπη ζήτηση των πόρων της παράκτιας ζώνης, την επίλυση των αντιθέσεων χρήσης,

- τη συνεχή παρακολούθηση του περιβάλλοντος και αν επιβάλλονται, διορθωτικές παρεμβάσεις με στόχο την ολοκληρωμένη και ευέλικτη προσέγγιση σχεδιασμού και διαχείρισης,

- έναν ειδικό φορέα για την εφαρμογή και την αντιμετώπιση των ζητημάτων της παράκτιας ζώνης με επικοινωνία, συνεργασία, συντονισμό, μακροπρόθεσμη αντίληψη και εθνική προοπτική μεταξύ επιστημόνων, αρχών και χρηστών.

Σκοπός της εργασίας, όπως προαναφέρθηκε, είναι η μελέτη της μορφοδυναμικής του συστήματος των ακτών της περιοχής του Ρίου του Ν. Αχαΐας. Το σύστημα των ακτών οριοθετήθηκε με βάση α) πρακτικούς λόγους, β) φυσικά γνωρίσματα της περιοχής.

Οι πρακτικοί λόγοι επιβάλλονται από το γεγονός ότι η παρούσα εργασία αποτελεί μια δοκιμασία εκπαιδευτική και έπρεπε να τεθούν κάποια όρια ως προς την έκταση των ακτών που μελετηθήκαν. Η έκταση των ακτών που επελέγη παρουσιάζει παρόλα αυτά μια ποικιλία γεωμορφών που εξυπηρετούν ικανοποιητικά τον εκπαιδευτικό στόχο της μελέτης.

Τα φυσικά κριτήρια οριοθέτησης του συστήματος των ακτών καθορίζονται από τους φυσικούς παράγοντες, αυτούς που επιδρούν στην μορφοδυναμική των ακτών. Η χερσαία ζώνη εκτείνεται προς την ενδοχώρα σε τέτοια έκταση, ώστε να καλύπτει τα απορρέοντα προς την μελετώμενη ακτή επιφανειακά ύδατα με τις μεταφερόμενες από αυτή φερτές ύλες, υλικά που συντελούν στην δημιουργία ακτών απόθεσης.

Η θαλάσσια ζώνη εκτείνεται προς την θάλασσα, σε έκταση η οποία υφίσταται την δράση του κυματισμού και ως εκ τούτου υπόκεινται σε διαρκείς μεταβολές.

Με βάση τα πιο πάνω κριτήρια οριοθετήθηκε η περιοχή μελέτης όπου φαίνεται στην Εικ. 2. Εντός του οριοθετημένου χώρου μελέτης, αναλύονται οι παράγοντες που είναι σημαντικές για την διαμόρφωση των ακτών και οι οποίοι ταξινομούνται

- α) στους μηχανισμούς τροφοδοσίας των ακτών με φερτές ύλες
- β) στους μηχανισμούς διευθέτησης των φερτών υλών
- γ) στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που επιδρούν στις προαναφερόμενες φυσικές διεργασίες.

Αυτή η προσέγγιση θα αναδείξει την δυναμική διαμόρφωσης και εξέλιξης των ακτών της περιοχής και θα επιτρέψει σε περίπτωση προβλημάτων που σχετίζονται με τις δυναμικές μεταβολές των ακτών να ληφθούν τα κατάλληλα και τεκμηριωμένα μέτρα αντιμετώπισης τους.

Έτσι λοιπόν αφού περιγραφούν τα γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης (Κεφ. 2) θα γίνει μια γενική περιγραφή των παραγόντων, που διαμορφώνουν

τις ακτές (Κεφ. 3). Στην συνέχεια θα αναφερθεί συνοπτικά ο μεθοδολογικός σχεδιασμός για την προσέγγιση των θεμάτων της μελέτης (Κεφ. 4).

Στο Κεφ. 5 αναλύεται ο μηχανισμός τροφοδοσίας των ακτών της περιοχής με φερτές ύλες, ο οποίος περιλαμβάνει μια αναφορά στην γεωλογική δομή της περιοχής και αναδεικνύει το ρόλο του γεωλογικού υποβάθρου στην διαμόρφωση της γεωμορφολογίας της περιοχής, ανάγλυφο, λεκάνες απορροής, υδρογραφικό δίκτυο.

Στο Κεφ. 6 προσεγγίζεται ο μηχανισμός διευθέτησης των φερτών υλών. Αναλύεται το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής και η προκύπτουσα από αυτό κυματική δυναμική.

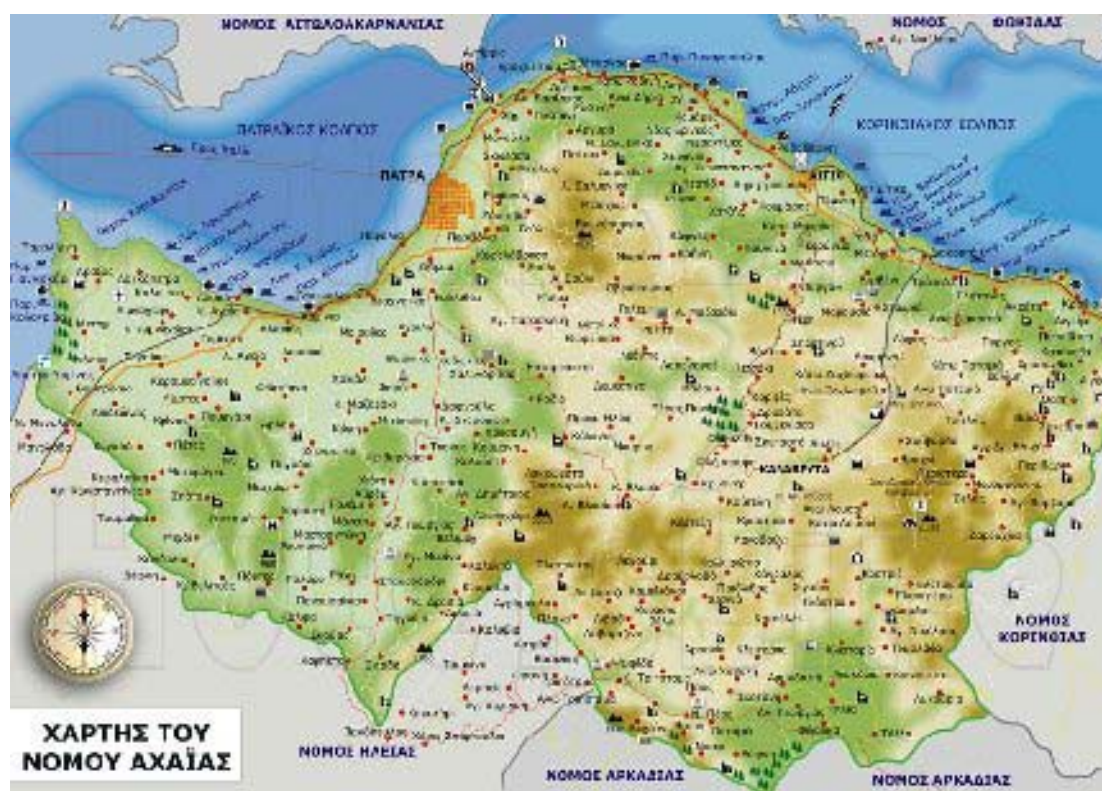
Στο Κεφ. 7 περιγράφονται ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που επηρεάζουν την φυσική δυναμική των ακτών και γίνονται ως εκ τούτου εκδιαμορφωτές των παράκτιων γεωμορφών στην περιοχή.

Στο Κεφ. 8 γίνεται περιγραφή των ακτών και μελετάται η διαχρονική τους εξέλιξη. Τέλος στο Κεφ. 9 συντίθενται τα αποτελέσματα στην ενιαία μορφοδυναμική του συστήματος των ακτών της περιοχής, αναδεικνύονται οι “θερμές εστίες”, που πρέπει να αντιμετωπιστούν και προτείνονται τρόποι αυτής της αντιμετώπισης.

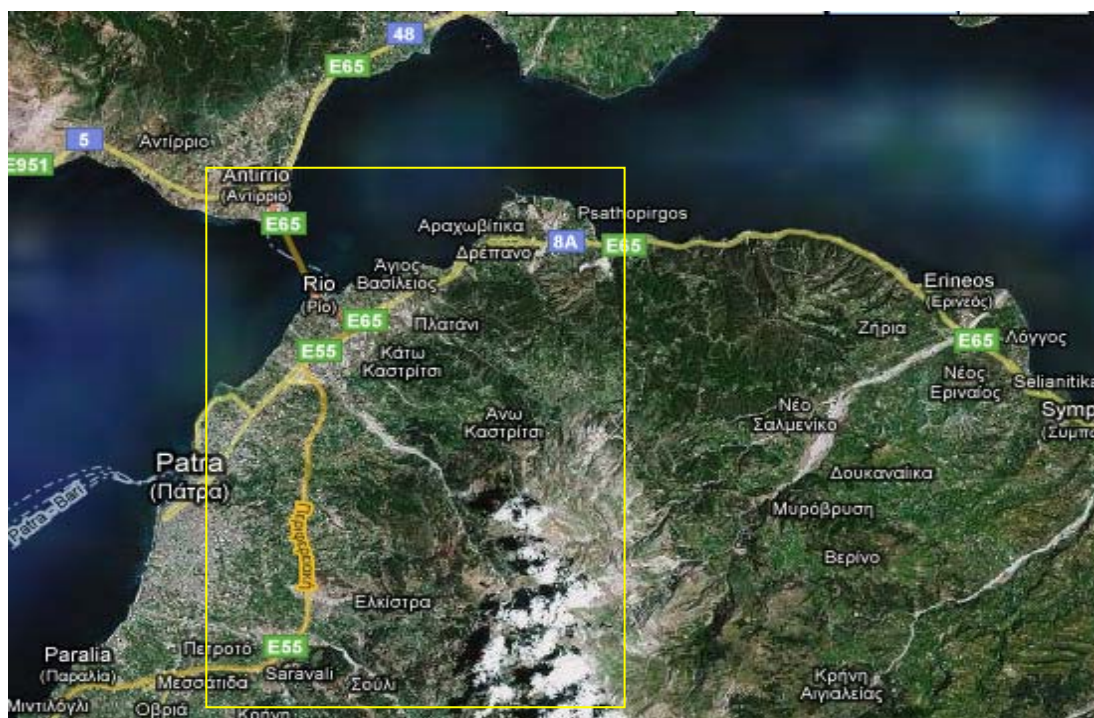
2 Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης οριοθετείται από τα όρια του Δήμου Ρίου ο οποίος υπάγεται διοικητικά στον νομό Αχαΐας και βρίσκεται μεταξύ $38^{\circ} 20' 30''$ βόρειου γεωγραφικού πλάτους, $37^{\circ} 45' 00''$ νότιου γεωγραφικού πλάτους και μεταξύ των μεσημβρινών $21^{\circ} 44' 40''$ και $21^{\circ} 53' 00''$. Το Ρίο βρίσκεται στη Β. Πελοπόννησο, 8km ανατολικά της Πάτρας και μαζί με το Αντίρριο απέναντι στη Ν. Στερεά Ελλάδα σχηματίζουν μεταξύ τους το πορθμό Ρίου-Αντίρριου. Στα δυο ακρωτήρια καταλήγουν τμήματα της εθνικής οδού που συνδέει την Ήπειρο και τη Δ. Στερεά με τη Πελοπόννησο. Μεταξύ τους υπάρχει πορθμειακή σύνδεση και τα τελευταία χρόνια για την ένωση των δυο ακρωτηρίων δημιουργήθηκε μεγάλη εναέρια γέφυρα.

Η υπό μελέτη περιοχή οριοθετείται από την παράκτια ζώνη η οποία περιλαμβάνει τα περίχωρα της πόλης των Πατρών στην ανατολική πλευρά της πόλης, την γέφυρα Ρίου-Αντίρριου, το κάστρο του Ρίου, τον Άγιο Βασίλειο, το Άκταιο, τα Αραχωβίτικα, το Δρέπανο και κλείνει στο δέλτα που υπάρχει στην περιοχή του Ψαθόπυργου. (Εικόνα 1, Εικόνα 2)



Εικόνα 1: Χάρτης του νομού Αχαΐας

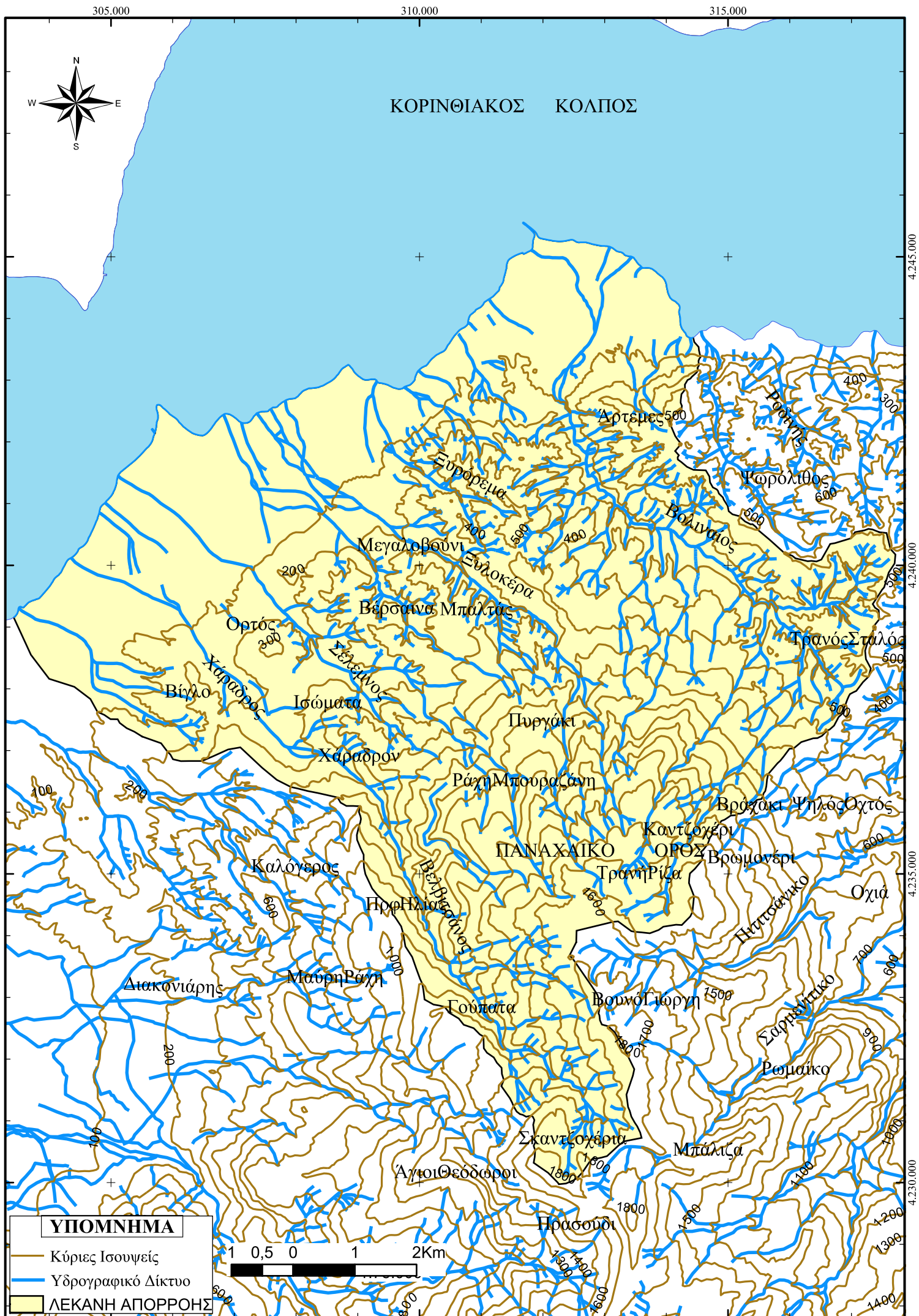


Εικόνα 2: Δορυφορική εικόνα όπου το πλαίσιο περιλαμβάνει το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης. Πηγή εικόνας Google earth

Όσον αφορά το χερσαίο κομμάτι αυτό φτάνει μέχρι την οροσειρά του Παναχαϊκού, με μεγαλύτερο υψόμετρο νότια την κορυφή Σκαντζοχέρια (1800m.), Βουνό Γιώργη (1800m.), Τρανή Ρίζα (1600m.) Ανατολικά βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι Τρανός, Στάλος, Ψωρόλιθος (593m.) και Άρτεμες (506m.). Δυτικά βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι Προφήτης Ηλίας (100m.), Ορτός (200m.), Ισώματα, Χάραδρον (500m.) και βόρεια η ράχη Μπουραζάνη, το Πυργάκι, το Μεγαλοβούνι (400m.), τα Βέρσaina (300m.), και ο Μπαλτάς.(Εικόνα 3) Η κυρία ορεινή πύχωση του Παναχαϊκού αποτελεί τμήμα της γεωτεκτονικής ενότητας Πίνδου και διασχίζει την Πελοπόννησο με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ. Η ρηξιγενής όμως τάφος των κόλπων Πατραϊκού – Κορινθιακού την έχει χωρίσει από τα βουνά της Αιτωλίας. Οι λεκάνες απορροής περιλαμβάνουν τους οικισμούς Κάτω και Άνω Συχαινά, Σκιοέσσα, Μπάλας, Κάτω και Άνω Καστρίτσι, Καψάλωνα, Πλατάνι, Παναγαϊκά, Αργυρά, Αγ. Μαρίνα, Πιτίτσα, Σελλά. Τα ποτάμια τα οποία συμπεριλαμβάνονται στην περιοχή είναι ο Βελβιτσάνος, ο Σέλεμος, το ρέμα των Κάτω Συχαινών, τα οποία εκβάλουν στον Πατραϊκό κόλπο. Η Ξυλοκέρα, το Ξηρόρρεμα, ο Βολιναίος, 3 ποτάμια του Αγ. Βασιλείου και ο ποταμός ανατολικά του Ρίου εκβάλουν στον κορινθιακό κόλπο. Οι κοίτες των ποταμών έχουν διεύθυνση ροής από τα νοτιοανατολικά προς τα βορειοδυτικά. (Εικόνα 4)



Εικόνα 3 : Τοπογραφικός Χάρτης περιοχής μελέτης



Εικόνα 4 : Χάρτης λεκάνης απορροής περιοχής μελέτης

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας είναι στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου και μεταξύ των γεωγραφικών πλατών $34^{\circ} 44' 53''$ και $41^{\circ} 44' 53''$. Το κλίμα είναι μεσογειακό, χαρακτηρίζεται δηλαδή από ήπιους βροχερούς χειμώνες και σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια με μεγάλη ηλιοφάνεια. Αν όμως παρατηρηθεί το κλίμα κατά περιοχές θα διαπιστώσει κανείς μεγάλες διαφορές μεταξύ τους και ποικιλία κλιματικών τύπων. Αυτό οφείλεται στην πολυμορφία του ελληνικού ανάγλυφου (οροσειρές, κόλποι, χερσόνησοι, νησιά), αλλά και σε δυναμικούς παράγοντες όπως είναι οι αντικυκλώνες της Ευρώπης, της νοτιοδυτικής Ρωσίας, ο Σιβηρικός αντικυκλώνας και ο θερμός αντικυκλώνας του βορείου Ατλαντικού. Το έτος μπορεί να διαιρεθεί σε δύο εποχές: Την ψυχρή εποχή (Οκτώβριος – Μάρτιος) βροχερή περίοδος και τη θερμή εποχή (Απρίλιος – Σεπτέμβριος) άνομβρη περίοδος. (Ι. Ζαμπάκας, 1981). Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στα βόρεια και ορεινά διαμερίσματα και στις κοιλάδες που περιβάλλονται από ψηλά όρη. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στη Θεσσαλική πεδιάδα, στις πεδινές εκτάσεις της Στερεάς, της Νοτίου Πελοποννήσου κλπ. Η μέση σχετική υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 60° και 70° βαθμών και οι περιοχές με την μεγαλύτερη υγρασία είναι οι βορειοδυτικές. Η υγρότερη εποχή είναι ο χειμώνας και μετά το φθινόπωρο. Το καλοκαίρι η σχετική υγρασία είναι μικρότερη από τους 50° .

Οι άνεμοι έχουν σημαντικές μεταβολές ως προς την διεύθυνση και την ένταση τους γεγονός που οφείλεται σε μεγάλη ποικιλία του ανάγλυφου, στη συνεχή εναλλαγή ξηράς και θάλασσας και στη εναλλαγή υφειακών και αντικυκλωνικών καταστάσεων. Την περίοδο Μαΐου – Σεπτεμβρίου σε όλη σχεδόν τη Ελλάδα επικρατούν οι ετήσιοι άνεμοι (μελτέμια). Το ετήσιο ύψος της βροχής είναι αρκετά υψηλό στο Ιόνιο ακόμη και στις παράκτιες περιοχές της δυτικής Ελλάδας. Τις μεγαλύτερες τιμές εμφανίζουν κεντρικές ορεινές περιοχές. Στην ανατολική Ελλάδα το ύψος της βροχής είναι συγκριτικά μικρότερο. Η πιο βροχερή εποχή του έτους είναι ο χειμώνας, ακολουθεί το φθινόπωρο και η άνοιξη.

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου σε ένα τόπο εξαρτάται από το κλίμα και το ανάγλυφο. Όμως και οι δύο αυτοί βασικοί παράγοντες επηρεάζονται ο ένας από τον άλλο. Στην Ελλάδα η γένεση των οροσειρών έχει επηρεάσει το κλίμα και μπορούμε να ξεχωρίζουμε δύο ζώνες τη δυτική και την ανατολική. Στην κάθε ζώνη τόσο το κλίμα και τα υδρογραφικά δίκτυα διαφέρουν. Στην δυτική Ελλάδα το ύψος της βροχής είναι μεγαλύτερο και έτσι οι ποταμοί που πηγάζουν εκεί δέχονται

περισσότερα νερά σε σχέση με την έκταση που έχουν οι λεκάνες απορροής τους εκφράζοντας μεγαλύτερες παροχές και στερεοπαροχές.

Οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής μελέτης εξετάζονται στα πλαίσια της μελέτης του κλίματος του νομού Αχαΐας. Η Αχαΐα όπως έχει αναφερθεί βρίσκεται στο ΒΔ άκρο της Πελοποννήσου και βρέχεται από το Ιόνιο πέλαγος (δυτικά) και από τους κόλπους Πατραϊκό και Κορινθιακό (βόρεια). Το εσωτερικό καλύπτεται από ορεινούς όγκους με μέγιστο υψόμετρο 1500 – 2000m. Το κλίμα στην περιοχή είναι εύκρατο μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσογειακό στα παράκτια τμήματα και ηπειρωτικό στο εσωτερικό και ορεινό τμήμα του νομού.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 17°C–18°C στην παράκτια περιοχή και χαμηλότερη στις ορεινές περιοχές. Το χειμώνα στην περιοχή μελέτης η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από άλλες περιοχές της Πελοποννήσου, γιατί επηρεάζεται περισσότερο από τους δυτικούς ανέμους παρά από τους βόρειους, που είναι ψυχρότεροι, επειδή προστατεύεται από τις οροσειρές της Στερεάς Ελλάδας. Στο ορεινό τμήμα του νομού Αχαΐας η εποχή του χειμώνα έχει μεγάλη διάρκεια με παγετούς και πολλά χιόνια.

Για την μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης κρίθηκε αναγκαία η συλλογή και ανάλυση δεδομένων σχετικών με την θερμοκρασία του αέρα και τη βροχόπτωση. Η συλλογή, η στατιστική επεξεργασία και η περιγραφή των κλιματικών αυτών στοιχείων θεωρείται απαραίτητη στην ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής ενός ποταμού αφού αποτελούν έναν από τους βασικότερους παράγοντες που συμβάλουν στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου. Επιπλέον το είδος και το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, διαμορφώνουν το χαρακτήρα και την ποιότητα της επιφανειακής ροής, από την οποία εξαρτάται άμεσα η υδρογραφική υφή της περιοχής (Καρύμπαλης 2003). Τα στοιχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY). Για την καλύτερη παρουσίαση των κλιματολογικών στοιχείων, χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενή δεδομένα τριών μετεωρολογικών σταθμών τα χαρακτηριστικά των οποίων περιλαμβάνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών

Σταθμός	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος	Ύψος Βαρομέτρου	Έτος
Αίγιο	22ο 05' Α	38ο 15' Β	64,0m	1974-1997
Ανδραβίδα	21ο 17' Α	37ο 55' Β	15,1m	1959-2001
Άραξος	21ο 25' Α	38ο 08' Β	11,7m	1955-2001

Για τους τρεις σταθμούς παρατήρησης υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες, οι μέσες μηνιαίες μέγιστες και ελάχιστες και οι μέσες ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα για το χρονικό διάστημα λειτουργίας τους. (Πίνακας 2)

Πίνακας 2. Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές μέγιστης, μέσης και ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα σε °C για τους τρεις μετεωρολογικούς σταθμούς Αιγίου, Ανδραβίδας και Αράξου

Σταθμός Αίγιο	Έτη 1974-1997					I	I	A	Σ	O	N	Δ
	I	Φ	M	A	M							
Απολύτως Μέγιστη	18,2	18,7	21,6	25	30	36	38	36,8	33,3	29,1	23	19,7
Μέση θερμοκρασία	10,2	10,2	12,5	16	20,1	25	27	27,2	24,4	19,6	14,6	11,2
Απολύτως Ελάχιστη	-0,7	0,1	2	5,4	8,9	13	16	16,8	13,4	10	5	0,4

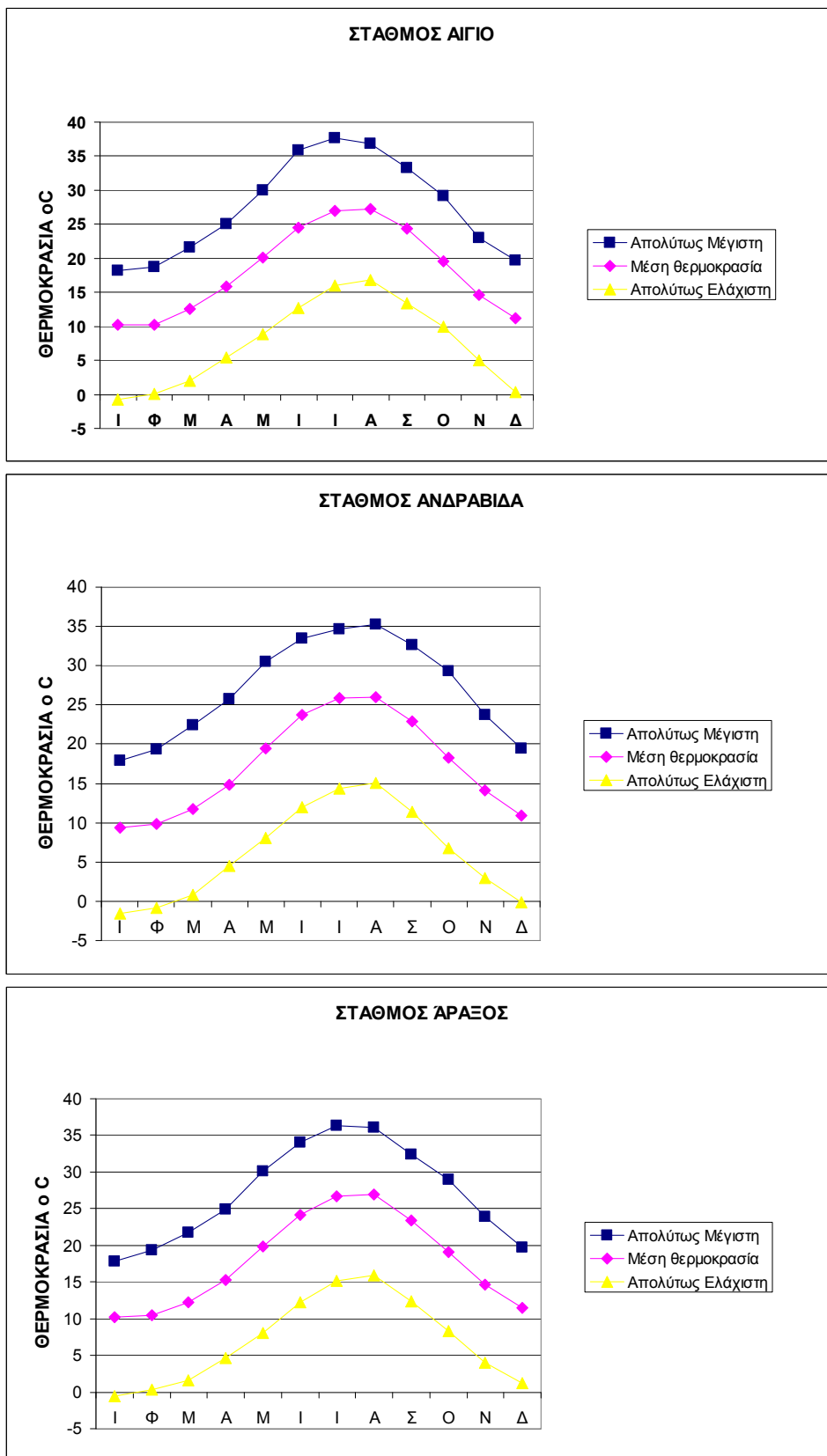
Σταθμός Ανδραβίδα	Έτη 1959-2001					I	I	A	Σ	O	N	Δ
	I	Φ	M	A	M							
Απολύτως Μέγιστη	17,9	19,3	22,4	26	30,5	34	35	35,3	32,6	29,3	23,7	19,5
Μέση θερμοκρασία	9,4	9,9	11,8	15	19,5	24	26	26	22,9	18,3	14,1	10,9
Απολύτως Ελάχιστη	-1,5	-0,8	0,8	4,5	8,1	12	14	15,1	11,4	6,8	2,9	-0,1

Σταθμός Αράξος	Έτη 1955-2001					I	I	A	Σ	O	N	Δ
	I	Φ	M	A	M							
Απολύτως Μέγιστη	17,8	19,4	21,7	25	30,1	34	36	36,1	32,4	29	23,9	19,7
Μέση θερμοκρασία	10,2	10,5	12,2	15	19,9	24	27	26,9	23,4	19,1	14,7	11,5
Απολύτως Ελάχιστη	-0,5	0,3	1,6	4,6	8	12	15	15,9	12,4	8,3	4	1,2

Τα διαγράμματα της εικόνας 5 δείχνουν ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα ακολουθεί απλή κύμανση και στους τρεις σταθμούς παρατήρησης. Η μέγιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο στο σταθμό Αίγιο 37,7°C και στον σταθμό Αράξος 36,3°C και στον σταθμό της Ανδραβίδας 35,3°C τον Αύγουστο. Η μικρότερη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιανουάριο και είναι για τους σταθμούς Αίγιο -0,7°C, για τον Αράξος -0,5°C και για την Ανδραβίδα -1,5°C. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου είναι πολύ μικρή. Το ίδιο συμβαίνει και με την διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας των καλοκαιρινών μηνών Ιούλιο και Αύγουστο στους συγκεκριμένους σταθμούς.

Από την μέση ετήσια θερμοκρασία παρατηρείται ότι το κλίμα στην περιοχή μελέτης είναι εύκρατο με θερμότερη εποχή το καλοκαίρι και ψυχρότερη το χειμώνα. Χαρακτηριστικό είναι ότι το φθινόπωρο είναι θερμότερο της άνοιξης όπως συμβαίνει

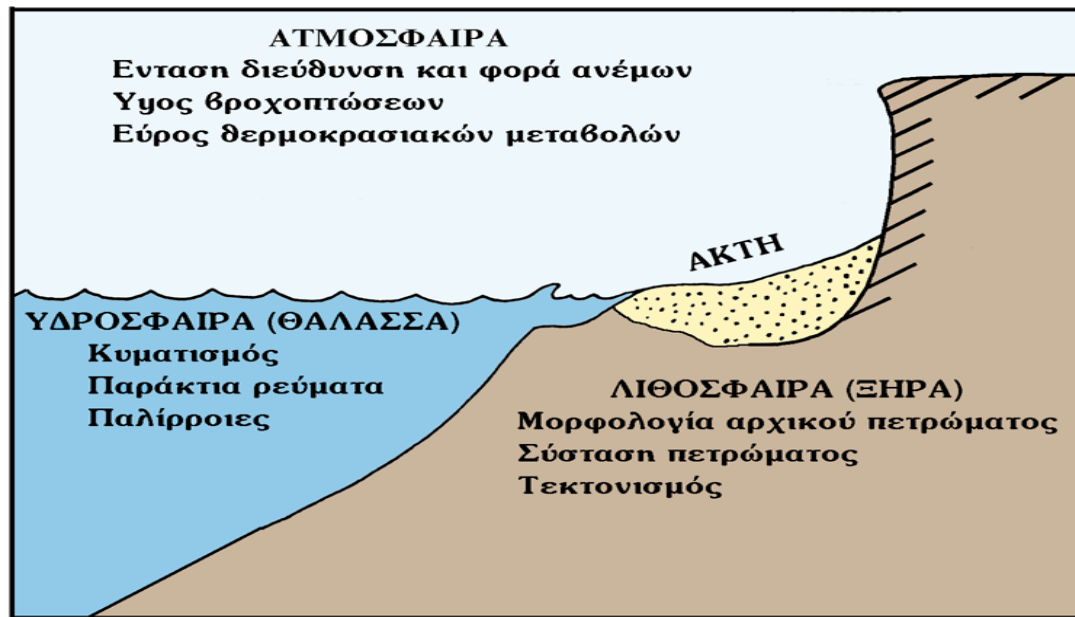
σε όλη τη χώρα λόγω των ψυχρών βορείων ανέμων. Η θερμοκρασία κατά την ψυχρή εποχή σπάνια φτάνει στα παράκτια τμήματα υπό το μηδέν και τούτο μόνο κατά τους μήνες από Δεκέμβριο έως και Φεβρουάριο. Όσο όμως προχωράμε στο εσωτερικό και μάλιστα στα ορεινά τμήματα ο παγετός γίνεται συχνότερος και ο χειμώνας δριμύτερος. Έτσι στο Αίγιο η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία που σημειώθηκε έφτασε στους -7°C , στην Ανδραβίδα τους -8°C και στον Άραξο -5°C . Στα υψηλά όμως ορεινά τμήματα ασφαλώς θα σημειώνονται μικρότερες θερμοκρασίες. Γενικά στο ορεινό εσωτερικό της περιοχής μελέτης η ψυχρή εποχή του έτους έχει μεγάλη διάρκεια και είναι δριμεία με παγετούς ισχυρούς και άφθονα χιόνια. Το καλοκαίρι στα παράκτια τμήματα η θερμοκρασία είναι μικρότερη από αυτή του εσωτερικού πλην των ορεινών συγκροτημάτων στα οποία οι θερμοκρασίες είναι σημαντικά μικρότερες. Οι απόλυτες μέγιστες τιμές θερμοκρασίες που σημειώθηκαν στο Αίγιο ήταν $37,7^{\circ}\text{C}$, στην Ανδραβίδα $35,3^{\circ}\text{C}$ και στον Άραξο $36,1^{\circ}\text{C}$.



Εικόνα 5: Διαγράμματα ετήσιας πορείας των μέσων, μέγιστων, ελάχιστων θερμοκρασιών του αέρα σε °C για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αιγίου, Ανδραβίδας, Αράξου

3. Παράγοντες που διαμορφώνουν τις ακτές

Οι ακτές συνθέτουν ένα πολύπλοκο φυσικό σύστημα μιας και αποτελούν την οριοθετική γραμμή μεταξύ λιθόσφαιρας, ατμόσφαιρας και υδρόσφαιρας (Εικόνα 6). Στη ζώνη των ακτών έχουμε την αλληλεπίδραση ορισμένων παραγόντων που χαρακτηρίζουν τις τρεις πιο πάνω ενότητες.



Εικόνα 6: Σχηματική παράσταση της παράκτιας ζώνης και των φυσικών παραμέτρων που δρουν σ' αυτή

Η αλληλεπίδραση αυτή διαμορφώνει μία συγκεκριμένη κατάσταση δυναμικής ισορροπίας που τις περισσότερες φορές είναι ευαίσθητη και εύθραυστη. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η παράκτια ζώνη να διαφοροποιείται σε περιβάλλοντα τα οποία παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον ως γεώτοποι, υγρότοποι και βιότοποι.

Τα παράκτια αυτά περιβάλλοντα αποτελούν σχηματισμούς που χαρακτηρίζονται από μία ευαίσθητη ισορροπία. Κάθε επέμβαση στην ευαίσθητη αυτή ισορροπία μπορεί να προκαλέσει μία αλυσίδα προβλημάτων καθώς και περιβαλλοντικές αλλοιώσεις πολλές φορές μη αναστρέψιμες.

Η Ελλάδα διαθέτει ένα μήκος παράκτιας ζώνης μεγαλύτερο των 16.000km με μεγάλη ποικιλία παράκτιων περιβαλλόντων. Η ιστορία της Ελλάδας είναι στενά συνδεδεμένη με την θάλασσα. Στον παράκτιο χώρο της Αρχαίας Ελλάδας αλλά και ολόκληρης της Μεσογείου αναπτύχθηκαν πολιτισμοί. Οι σημαντικότερες πόλεις που βρίσκονται στον παράκτιο χώρο συγκέντρωναν ανέκαθεν το μεγαλύτερο ποσοστό

των οικονομικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων με αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμιακού δυναμικού στο χώρο αυτό.

Στον Ελληνικό χώρο όπου ο δείκτης μήκους ακτών / συνολική έκταση χώρας είναι υψηλός και η ποικιλία των παράκτιων περιβαλλοντικών χώρων να είναι αρκετά αξιόλογη, είναι προφανές ότι το ενδιαφέρον της θαλάσσιας περιβαλλοντικής έρευνας θα πρέπει να εστιάζεται στον παράκτιο χώρο σε ότι αφορά την επίδραση του ανθρώπου.

Ο ρόλος της παράκτιας γεωμορφολογίας και μορφοδυναμικής των ακτών στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, στην περιβαλλοντική μελέτη και έρευνα θεωρείται σημαντικός έτσι ώστε να διερευνηθούν τα παράκτια θαλάσσια περιβαλλοντικά προβλήματα μέσα από την επιστημονική οπτική γωνία η οποία εστιάζει στην προσέγγιση των παραγόντων εκείνων που δρουν στις ακτές καθώς και των αντίστοιχων μηχανισμών που τις διαμορφώνουν (δυναμική των ακτών) και στην περιγραφή - ταξινόμηση των πλέον σημαντικών περιβαλλόντων δηλ. των παράκτιων γεωτόπων, οι οποίοι αποτελούν συγκεκριμένες χωρικές ενότητες (ακτές) με ιδιαίτερα γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.

Οι κύριοι παράγοντες και οι κύριες διεργασίες που διαμορφώνουν τις ακτές ανάγονται σε μια κατηγορία παραγόντων που σχετίζεται με την τροφοδοσία της ακτής με υλικά και μια άλλη κατηγορία που σχετίζεται με τους μηχανισμούς διευθέτησης των υλικών αυτών κατά μήκος των ακτών. (Αναγνώστου Χ. & Χρόνης Γ., 1997) Έτσι λοιπόν η γεωλογία του παράλιου χώρου, η γεωμορφολογία, το υδρογραφικό δίκτυο, οι κλιματολογικές συνθήκες αλλά και η φυτοκάλυψη είναι παράγοντες που συντελούν στην παραγωγή ψαθυρών υλικών από τα πετρώματα του γεωλογικού υποβάθρου, στην μεταφορά τους και στην τροφοδοσία των ακτών με αυτά.

Η δυναμική κατάσταση της θάλασσας κατά μήκος των ακτών είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την διευθέτηση των προσφερομένων φερτών υλών. Η δυναμική κατάσταση της θάλασσας εξαρτάται και από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες (π. χ. άνεμος). Ο κυματισμός είναι ο σημαντικότερος παράγοντας της δυναμικής κατάστασης της θάλασσας, που διαμορφώνει τις ακτές. Ο κυματισμός του οποίου η συμπεριφορά εξαρτάται και από τη μορφολογία του υποθαλάσσιου χώρου και των ακτών μπορεί να διαβρώνει καταρχήν πετρώματα των ακτών και να διαμορφώνει βραχώδεις ακτές ή να διευθετεί τις φερτές ύλες και να διαμορφώνει προσχωσιγενείς παραλίες.

Όταν τα κύματα ταξιδεύουν προς την ακτή έχουμε μια μικρή προώθηση σωματιδίων δηλ. μαζών ύδατος προς αυτή. Αν ο κυματισμός πέφτει υπό γωνία στην ακτογραμμή και περιθλάται τότε ένα μέρος των μαζών αυτών κινείται παράλληλα προς την ακτή ενώ ένα άλλο μέρος επιστρέφει προς τα βαθύτερα της θάλασσας.

Το τι έκταση καταλαμβάνει ένα τέτοιο φαινόμενο εξαρτάται κατ' αρχή από την υποθαλάσσια μορφολογία, από τη γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού και από την ένταση του κυματισμού. Γενικά ισχύει ότι όσο πιο μεγάλη είναι η γωνία πρόσπτωσης τόσο πιο μεγάλη είναι και η ταχύτητα αυτού του παράκτιου ρεύματος. Το ρεύμα αυτό κινείται κατά μήκος των ακτών μεταξύ της ακτογραμμής από τη μια και της ζώνης θραύσης του κυματισμού από την άλλη, καλούνται δε «κατά μήκος της ακτής ρεύματα» ή παράκτια ρεύματα (longshore currents). Δρουν ως ένα είδος ποτάμιου ρεύματος που οριοθετείται από τη μια από την ακτογραμμή και από την άλλη από τη ζώνη θραύσης του κυματισμού. Η ταχύτητα ενός «κατά μήκος της ακτής κινούμενου ρεύματος» κυμαίνεται συνήθως από 10 έως 20cm/s μπορεί όμως να φτάσει με ένα δυνατό άνεμο και ταχύτητα των 100cm/s. Η συνέργεια κυματισμού με τα 'κατά μήκος των ακτών ρευμάτων' έχει ως αποτέλεσμα τη μετακίνηση των αμμωδών υλικών μιας παραλίας. Τα 'κατά μήκος της ακτής ρεύματα' λοιπόν συνεργούν στην παράκτια μετακίνηση των υλικών με τα οποία έχει τροφοδοτηθεί μια παραλία και συντελούν στη διαμόρφωση της ακτής αυτής.

Η κανονική κίνηση των κυμάτων προς την ακτογραμμή με λίγο πολύ παράλληλο προς την ακτή προσανατολισμό προκαλεί ανύψωση της στάθμης της θάλασσας (όπως αναφέραμε) λόγω της μεταφοράς μαζών προς την ακτή. Αυτή η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας προκαλεί ασταθή κατάσταση με τάση των υδάτινων μαζών να επιστρέφουν στην αρχική τους θέση και συνέπεια τη δημιουργία εγκάρσιων ρευμάτων επαναφοράς (rip currents). Τα εγκάρσια ρεύματα επαναφοράς μπορεί αν φτάσουν και μια ταχύτητα της τάξης των 100 m/s να έχουν μια επίδραση και μέχρι 500m ανοιχτά της παραλίας.

Τα εγκάρσια ρεύματα επαναφοράς οριοθετούν εντός της ζώνης θραύσης του κυματισμού θύλακες κυκλικής κυκλοφορίας των υδάτων. Τα ύδατα κινούνται με τον κυματισμό από τα ανοιχτά προς την ακτή, δημιουργούν ρεύματα κινούμενα κατά μήκος της ακτής, διακοπτόμενα από τα εγκάρσια ρεύματα επαναφοράς των μαζών στην αρχική της θέση κ. ο. κ . Τα εγκάρσια ρεύματα επαναφοράς έχουν σαφή ροή από την ακτή προς το εσωτερικό.

Με μικρότερη σημασία ακολουθούν οι παλίρροιες. Η παλίρροια είναι η μετακίνηση υδάτινων μαζών που οφείλεται στην περιοδική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας χαρακτηρίζεται ως πλημμυρίδα και η πτώση της ως άπτωσης.

Το γεωλογικό υπόβαθρο αποτελεί ένα παράγοντα σημαντικό για την μορφή και ισορροπία των ακτών. Το είδος των πετρωμάτων και η ανθεκτικότητά τους μπορούν να καθορίσουν την μορφή των ακτών. Το γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής είναι σημαντικό ως χώρος που τροφοδοτεί τις ακτές με υλικά που παράγονται με την διαδικασία της αποσάθρωσης και της διάβρωσης. Τα υλικά αυτά μπορούν να μεταφερθούν με τη δράση του υδρογραφικού δικτύου προς τις ακτές. Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελεί το μεταφορικό μέσο που οδηγεί τις φερτές ύλες στις ακτές και εξαρτάται τόσο από το ανάγλυφο όσο και από τις υδρολογικές συνθήκες της περιοχής. (Αναγνώστου Χ. & Χρόνης Γ., 1997)

Για το λόγο αυτό οριοθετείται η περιοχή του χερσαίου χώρου, που εν δυνάμει επηρεάζει την μορφολογία και την μορφοδυναμική των ακτών. Το καλύτερο όριο είναι αυτό που οριοθετεί την λεκάνη απορροής της περιοχής. Η λεκάνη απορροής που οριοθετείται από τον υδροκρίτη, την 'κορυφογραμμή του γεωμορφολογικού αναγλύφου, που χωρίζει περιοχές απορροής των επιφανειακών υδάτων.

Η γεωμορφολογία χαρακτηρίζεται από τις υψομετρικές διαφορές της περιοχής αλλά και από το ανάγλυφό της. Ένα απότομο και πολυσχιδές ανάγλυφο μπορεί να γίνει ένας σημαντικός τροφοδότης σε προϊόντα διάβρωσης γιατί τόσο η βαρύτητα που συντελεί στην πτώση και τον τεμαχισμό όγκων των πετρωμάτων όσο και κυρίως το υδρογραφικό δίκτυο με την έντονη ροή από τα υψηλότερα στα χαμηλότερα συντελούν στη σημαντική τροφοδοσία του παράκτιου χώρου με φερτά υλικά.

Από τις μετεωρολογικές παραμέτρους που καθορίζουν το κλίμα της περιοχής σημαντικές είναι οι βροχοπτώσεις και οι άνεμοι. Τόσο ο ρυθμός των βροχοπτώσεων όσο και η κατανομή τους στο χρόνο είναι καθοριστικές για την δυναμική του υδρογραφικού δικτύου. Αυξημένες βροχοπτώσεις αυξάνουν τις απορρέουσες μέσω του υδρογραφικού δικτύου υδάτινες μάζες και συνεπώς αυξάνουν και την ικανότητα μεταφοράς του σε φερτές ύλες.

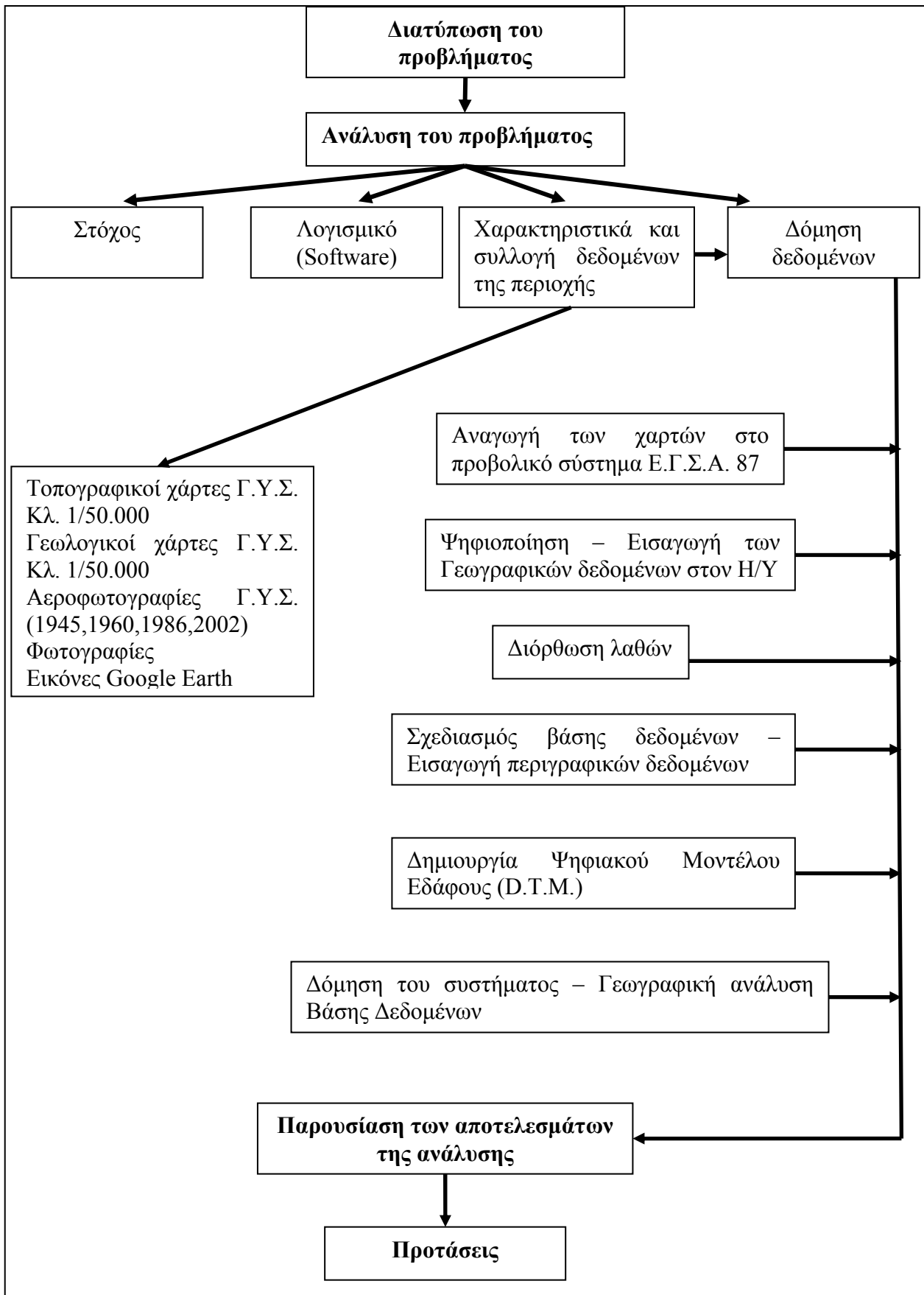
Επίσης σημαντικός παράγοντας που επιδρά καταλυτικά στην διαμόρφωση των ακτών είναι οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Όλοι οι πιο πάνω παράγοντες δημιουργούν τους διάφορους τύπους των ακτών και τα διάφορα παράκτια περιβάλλοντα.

4. Μεθοδολογικός σχεδιασμός

Η τεράστια ανάπτυξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της επιστήμης της πληροφορικής παρέχει μεγάλες δυνατότητες για πολύπλοκες αναλύσεις και προσδιορισμούς σχέσεων πολλών μορφομετρικών παραμέτρων, αλλά και για την πληρέστερη στατιστική επεξεργασία, παρουσίαση των αποτελεσμάτων και εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων (Κουτσόπουλος Κ. 1999). Συμβάλει επίσης στην αντιμετώπιση διαφόρων γεωγραφικών προβλημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Η διαδικασία ανάπτυξης του συστήματος πραγματοποιήθηκε με βάση τις αρχές που διέπουν τον σχεδιασμό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, αλλά και προσαρμόζοντας τις ιδιαιτερότητες που προέκυψαν από την ίδια την φύση του συστήματος. Οι ιδιαιτερότητες αυτές αφορούν την μορφή των πληροφοριών που συλλέχθηκαν αλλά και την πολλαπλότητα των στόχων του αναπτυχθέντος συστήματος. Οι προδιαγραφές που έπρεπε να ικανοποιηθούν κατά την υλοποίηση του, είναι η εξής:

- ικανότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου ετερογενών δεδομένων που αναφέρονται στον χώρο
- ικανότητα απάντησης σε ερωτήσεις που αφορούν την ύπαρξη, τη θέση και τις ιδιότητες μεγάλου αριθμού πληροφοριών
- ευελιξία στην απάντηση ερωτήσεων που απαιτούν διαλογική (interactive) επικοινωνία συστήματος – χρήστη
- δυνατότητα ικανοποίησης πολλών αναγκών διαφορετικών χρηστών

Το γενικό πλαίσιο της στρατηγικής της μελέτης παρουσιάζεται στο διάγραμμα ροής της Εικόνας 7. Οι φάσεις ανάλυσης και σχεδιασμού του συστήματος πραγματοποιήθηκε προκειμένου να απλοποιηθούν τα προβλήματα και για την ορθολογικότερη διαχείριση των δεδομένων.



Εικόνα 7: Διάγραμμα ροής που απεικονίζεται η στρατηγική της μελέτης

Στόχος του συστήματος είναι η παροχή ολοκληρωμένης και αξιόπιστης πληροφορίας που αφορά την παράκτια ζώνη της ευρύτερης περιοχής του Ρίου, το οποίο θα βοηθά στην λήψη αποφάσεων σε ότι αφορά τον παράκτιο σχεδιασμό της περιοχής. Μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την εκπόνηση μελέτης σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης. Οι παράκτιες μελέτες είναι ο συνδυασμός τοπογραφικών, γεωλογικών, υδρογραφικών και τεχνικών μελετών, που δίνουν την «ακτινογραφία» της παράκτιας ζώνης σε μια περιοχή.

Το σύστημα σχεδιάστηκε έτσι ώστε να είναι απλό, εύχρηστο και με όσο το δυνατόν μειούμενο χρόνο πρόσβασης στα στοιχεία (ο οποίος φυσικά εξαρτάται από το είδος και τον όγκο των στοιχείων που ζητούνται). Ανάλογα με τον χρήστη και τις ανάγκες του, μπορεί να απαιτούνται στοιχεία ενημερωμένα (υφισταμένη κατάσταση) ή στοιχεία του παρελθόντος που σημαίνει ότι απαιτεί υψηλό βαθμό ενημερότητας. Για τον λόγο αυτό, το σύστημα θα παραμείνει «ανοικτό», δηλαδή θα παρέχει την δυνατότητα επέμβασης και επομένως επέκτασης της βάσης δεδομένων. Το λογισμικό που επιλέχθηκε για την διαχείριση και η επεξεργασία των γεωγραφικών δεδομένων έγινε με το λογισμικό Arc Gis 9.02 τις ESRI.

Η διαδικασία διερεύνησης – συλλογής στοιχείων έγινε με βάση τις ανάγκες για την ανάπτυξη και τον σχεδιασμό του συστήματος. Τα βασικά στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνει μια τέτοια μελέτη, ανάλογα πάντα με τις ιδιομορφίες και τις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής είναι τα ακόλουθα:

1. Ταξινόμηση και διαχωρισμό του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής
2. Ταξινόμηση και διαχωρισμό των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής
3. Ταξινόμηση και διαχωρισμό των λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης

Κατά την εφαρμογή της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν αναλογικά γεωγραφικά δεδομένα, δηλαδή τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000 έκδοσης Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), συγκεκριμένα τα φύλλα χάρτη Ναύπακτος και Χαλανδρίτσα. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχοι γεωλογικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000 έκδοσης Ι.Γ.Μ.Ε. Τέλος χρησιμοποιήθηκαν και αεροφωτογραφίες έκδοσης Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) από τις χρονιές 1945 (2 Α/Φ κλίμακας 1/42000), 1960 (2 Α/Φ κλίμακας 1/30000), 1986 (2 Α/Φ κλίμακας 1/30000), 2002 (4 Α/Φ κλίμακας 1/15000). Για την επεξεργασία των δεδομένων οι αναλογικοί χάρτες έπρεπε να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή και αυτό έγινε με την βοήθεια σαρωτή A0, η ανάλυση κάθε χάρτη ήταν 300 dpi.

Για την οργάνωση των δεδομένων έπρεπε να ορισθεί ένα κοινό σύστημα συντεταγμένων. Το σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιήθηκε είναι το ΕΓΣΑ'87. Μετά την εισαγωγή του χάρτη στο Arc Map επιλέγονται τέσσερα σημεία γνωστών συντεταγμένων από τον τοπογραφικό χάρτη και στην συνέχεια γίνεται η αγκίστρωση του. Με αυτό τον τρόπο οι αυθαίρετες συντεταγμένες του χάρτη (X,Ψ) που αναφέρονται στο τοπικό σύστημα αναφοράς του μέσου ψηφιοποίησης (ψηφιοποιητής, οθόνη, σαρωτής) και δεν έχουν γεωγραφική έννοια μετατρέπονται σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ'87 του συστήματος (χ,ψ). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται γεωμετρική αγκίστρωση και γίνεται με τη βοήθεια των γνωστών τεσσάρων σημείων αγκίστρωσης του χάρτη. Έτσι επιλύεται το πρόβλημα της μετάθεσης και στροφής κατά την τυχαία τοποθέτηση του αναλογικού χάρτη στην επιφάνεια του μέσου ψηφιοποίησης (Νάκος Β. 2006). Επιπλέον είναι γνωστό ότι κάθε χάρτης παραμορφώνεται, λόγω των ιδιοτήτων του υλικού εκτύπωσης, από μεταβολές της θερμοκρασίας και υγρασίας αλλά και από τον τρόπο αναπαραγωγής του. Είναι επομένως χρήσιμο το γεωμετρικό μοντέλο που θα επιλύει την γεωμετρική αγκίστρωση να συνορθώνει ταυτόχρονα και τις παραμορφώσεις (διαφορετική κλίμακα κατά μήκος των αξόνων, μη καθετότητα των αξόνων). Κατάλληλο μοντέλο για το σκοπό αυτό είναι ο ομοπαράλληλος ή αφινικός μετασχηματισμός (affine transformation). (Κάβουρας Μ. 1998)

Ο μετασχηματισμός είναι δυνατόν να υλοποιηθεί όταν είναι γνωστές οι συντεταγμένες ενός αριθμού σημείων τόσο στον ψηφιοποιητή όσο και στο προβολικό σύστημα του χάρτη. Με βάση τα σημεία αυτά είναι δυνατή η δημιουργία των εξισώσεων σύνδεσης μεταξύ του συστήματος του ψηφιοποιητή και του συστήματος αναφοράς του χάρτη. Ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός των σημείων για το μετασχηματισμό είναι 3. Όμως, με 3 μόνο γνωστά σημεία δεν μπορούμε να έχουμε αίσθηση του σφάλματος που έχει πιθανότατα γίνει. Συνεπώς επιλεγούμε 4 σημεία κατάλληλα διασκορπισμένα στον χάρτη (σχεδόν στις 4 γωνίες του διαγράμματος) και βρίσκουμε για αυτά εικονοσυντεταγμένες (από το Arc Gis) και πραγματικές συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ'87 (από τα διαγράμματα της Γ.Υ.Σ.). Αφού οι συντεταγμένες εισάγονται στο σύστημα το λογισμικό εξάγει το R.M.S. σφάλμα. Στην παρούσα μελέτη το σφάλμα ήταν της τάξεως των 10m το οποίο είναι ικανοποιητικό αφού το ανθρώπινο μάτι έχει διακριτική ικανότητα 0.25mm, που σε κλίμακα 1/50.000 των χαρτών αντιστοιχεί σε 12.5m. Το R.M.S. Error λοιπόν, που έχουμε ικανοποιεί την απαιτούμενη ακρίβεια ($10m < 12.5m$).

Τα γεωγραφικά δεδομένα είναι ένα σύνολο από καταγραφές – μετρήσεις που σχετίζονται με αντικείμενα του γεωγραφικού χώρου. Στην διαδικασία οργάνωσης των χωρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το διανυσματικό μοντέλο (raster to vector) ψηφιοποιώντας χειροκίνητα τους χάρτες. Τα διανυσματικά μοντέλα οργανώνονται σε θεματικά επίπεδα και οι διαδοχικές επικαλύψεις (layer) οι οποίες δημιουργήθηκαν είναι οι παρακάτω:

1. Οδικό δίκτυο τύπου polyline, σε αυτό έχουν ψηφιοποιηθεί οι δρόμοι της περιοχής μελέτης. Και χωρίζονται σε 4 κατηγορίες, εθνική οδός, επαρχιακή οδός, αγροτική οδός και χωματόδρομος.

2. Ακτογραμμή τύπου polyline, σε αυτό έχει ψηφιοποιηθεί η ακτογραμμή της περιοχής μελέτης από τον χάρτη της Γ.Υ.Σ. 1/50.000 όπως επίσης και για τις συγκεκριμένες χρονικές στιγμές από τις αεροφωτογραφίες.

3. Ισοϋψείς τύπου polyline, σε αυτό έχουν ψηφιοποιηθεί οι ισοϋψείς καμπύλες ισοδιάστασης 20m. Στο attribute table έχει δημιουργηθεί πεδίο (field) με το όνομα depth όπου έχουν καταχωρηθεί τα βάθη.

4. Ισοβαθείς τύπου polyline, σε αυτό έχουν ψηφιοποιηθεί οι ισοβαθείς καμπύλες της περιοχής μελέτης. Στο attribute table έχει δημιουργηθεί πεδίο (field) με το όνομα elevation όπου έχουν καταχωρηθεί τα υψόμετρα του βυθού.

5. Σημεία ισοβαθών τύπου point με υψομετρική πληροφορία για τον βυθό.

6. Υδρογραφικό δίκτυο τύπου polyline και εδώ έχει ψηφιοποιηθεί το υδρογραφικό δίκτυο. Στο attribute table έχει δημιουργηθεί στήλη όπου καταγράφεται η τάξη του κάθε κλάδου (η αρίθμηση έχει γίνει σύμφωνα με το σύστημα Strahler 1957) και το μήκος του κάθε κλάδου.

7. Υδροκρίτης τύπου polyline όπου έχουν ψηφιοποιηθεί οι υδροκρίτες του υδρογραφικού δικτύου και στο attribute table υπάρχει η στήλη με την τάξη κάθε υδροκρίτη.

8. Λεκάνες απορροής τύπου polygon όπου έχουν ψηφιοποιηθεί οι λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου από τους υδροκρίτες και στο attribute table υπάρχουν οι στήλες που αφορούν τη περίμετρο της κάθε λεκάνης, το εμβαδόν της κάθε λεκάνης, και η τάξη της κάθε λεκάνης βάση του αντίστοιχου κλάδου της.

9. Γεωλογικοί σχηματισμοί τύπου polygon και έχουν ψηφιοποιηθεί οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης. Στο attribute table υπάρχει στήλη με τη λιθολογία του κάθε πετρώματος.

10.Ρήγμα τύπου polyline όπου έχουν ψηφιοποιηθεί τα ρήγματα και στο attribute table υπάρχει στήλη με την κατηγορία που ανήκει κάθε ρήγμα, τα οποία χωρίζονται σε Ρήγμα ορατό, Ρήγμα πιθανό, Εφίπλευση.

11.Ονοματολογία οικισμών, ποταμών και οροσειρών όπου στο attribute table υπάρχει στήλη με τα ονόματα αυτών.

Επόμενο στάδιο ήταν ο εμπλουτισμός της βάσης δεδομένων με τη εισαγωγή περιγραφικών δεδομένων για κάθε χωρική οντότητα.

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους που δημιουργήθηκαν στην παρούσα εργασία αφορούν το χερσαίο και θαλάσσιο κομμάτι και έγιναν στο Arc Gis με τη μέθοδο της σύνθετης απεικόνισης της σκιάς του αναγλύφου (hill shading) και χρειάστηκε το 3d analyst (raster to tin). Αφού ψηφιοποιήθηκαν οι ισουψείς, ισοβαθείς καμπύλες και τα σημεία ισοβαθών, στη βάση δεδομένων δημιουργείται ένα πεδίο με τιμές τα αντίστοιχα υψόμετρα τους. Η δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους γίνεται μέσα στο GRID module του ARC-INFO. Οι επιλογές που μου παρέχει το πρόγραμμα GRID, είναι γενικά αρκετές, η εντολή που χρησιμοποιείται είναι η TOPOGRID (συγκεκριμένα υλοποιήθηκε για υδρολογικές εφαρμογές).

Κατά τη διαδικασία του TOPOGRID, επίσης, δημιουργούνται κορυφές που αξιοποιούνται από τον αλγόριθμο για να βελτιώσουν το παραγόμενο αποτέλεσμα του GRID. Για ένα δεδομένο διάστημα δειγματοληψίας, υπάρχει ένα ελάχιστο μέγεθος χαρακτηριστικού που μπορεί να αναλυθεί (το ορίζουμε με το cell size). Η επιλογή της ανάλυσης γίνεται με βάση το μισό, τουλάχιστον, του μεγέθους του μικρότερου χαρακτηριστικού το οποίο προκύπτει από την ακρίβεια των πρωτογενών δεδομένων (διακριτική ικανότητα X κλίμακα = $0.00025m \times 50000 = 12,5m$), άρα είναι 6,25m. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε το cell size να είναι 5m.

Τελικό στάδιο της μελέτης ήταν η γεωγραφική ανάλυση της βάσης δεδομένων με την δημιουργία επιμηκών τομών των κύριων ποταμών (από το 3D analyst η εντολή create profile graph), την δημιουργία χαρτών κλίσεων (από το 3D analyst η εντολή surface analysis slope) και γενικότερα την παραγωγή θεματικών χαρτών. (Κουτσόπουλος Κ. και Ανδρουλάκης Ν., 2003)

5. Μηχανισμός τροφοδοσίας των ακτών με φερτές ύλες

5.1 Γεωλογία-Τεκτονική

Ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης προέκυψε από την σύνθεση των στοιχείων των γεωλογικών φύλλων Ναύπακτος και Χαλανδρίτσα κλίμακας 1:50.000 του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε. 1971, 1984).

Η λεκάνη απορροής δομείται από τους αλπικούς γεωλογικούς σχηματισμούς της γεωτεκτονικής ζώνης της Πίνδου και τις μεταλπικές Πλείο-Πλειστοκαινικής ηλικίας αποθέσεις. Η τεκτονική δομή και η λιθολογία των σχηματισμών της περιοχής έχουν επηρεάσει την εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου και την μορφολογία του αναγλύφου της λεκάνης απορροής του. Συγκεκριμένα οι σχηματισμοί που εμφανίζονται είναι οι εξής:

1. Ασβεστόλιθοι ηλικίας Ιουρασικού
2. Ραδιολαρίτες, ηλικίας Ιουρασικού – Κατώτερου Κρητιδικού
3. Κερατόλιθοι και ασβεστόλιθοι ηλικίας Κατωτέρου – Ανωτέρου Κρητιδικού
4. Πελαγικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Ανωτέρου Κρητιδικού
5. Φλύσχης ηλικίας Μαιστρίχιου – Παλαιόκαινου, αποτελείται από στρώματα κυρίως ψαμμιτικά και σπανιότερα μαργαϊκά, που εναλλάσσονται με λεπτόπλακώδεις ασβεστόλιθους
6. Μάργες και αμμούχοι άργιλοι ηλικίας Πλειόκαινου – Πλειστόκαινου αποτελείται από εναλλαγές λεπτόκοκκων ψαμμίτων και κροκαλοπαγών χαλαρής και συχνά ισχυρής συνοχής.
7. Σύγχρονες προσχώσεις και πλευρικά κορήματα. Τα πλευρικά κορήματα είναι μορφές που οφείλονται στην κίνηση υλικών λόγω βαρύτητας, ανέμου, νερού και στην συνέχεια μεταφερθήκαν στις κλιτύς των ορέων (Δάβη Ε. 1991). Αποτελούνται από πολύ μικρά γωνιώδη υλικά, και από χαλαρά και ασύνδετα που είναι και τα νεώτερα και καλύπτουν τις απόκρημνες πλαγιές των ορεινών όγκων.
8. Αποθέσεις κοιλάδων και χειμαρρώδεις αποθέσεις, (άργιλοι, άμμοι, χαλίκια, κροκάλες)

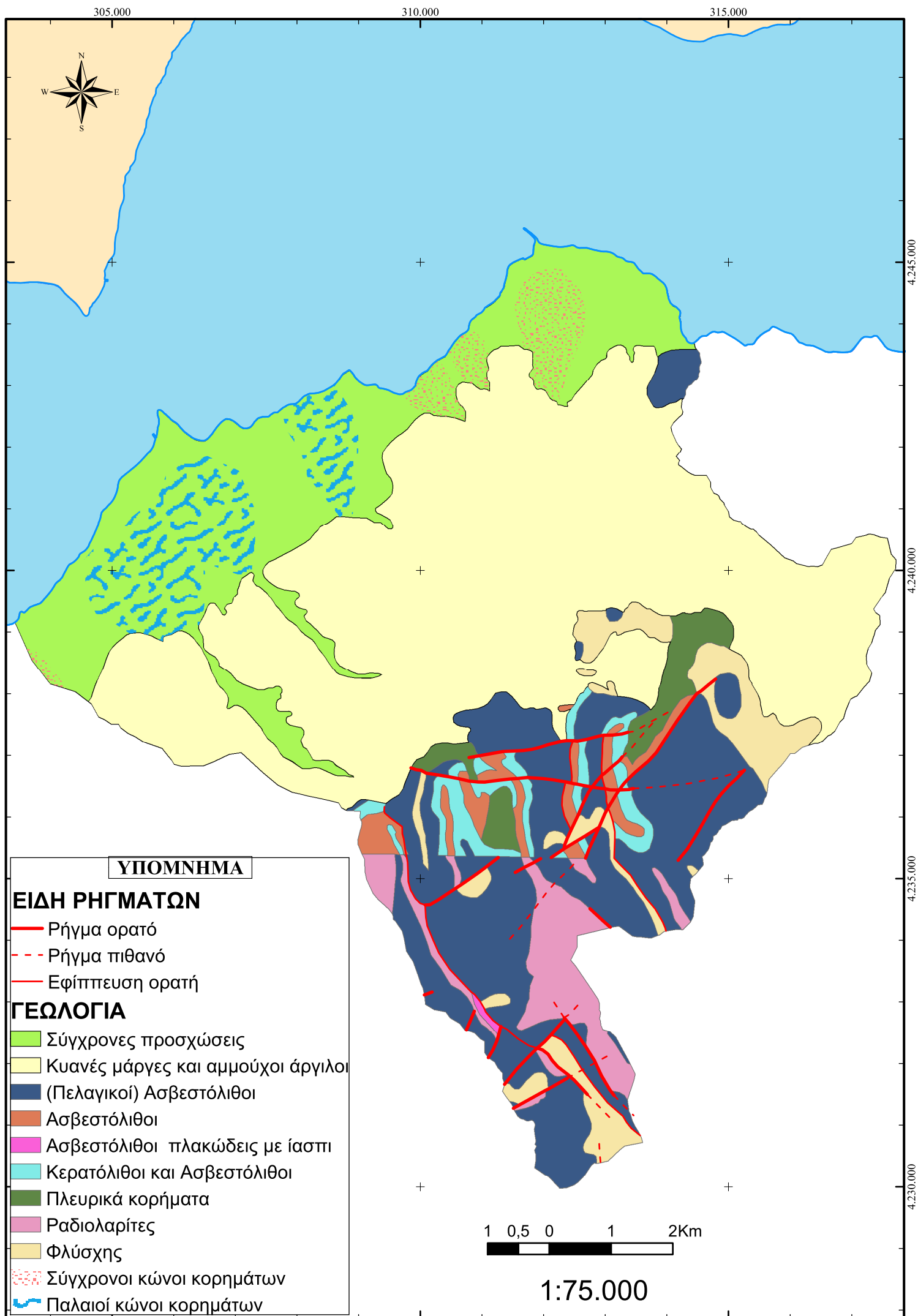
Στην συγκεκριμένη μελέτη έχει γίνει ενοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών με αριθμό 1, 2, 3, 4 και ο ενοποιημένος σχηματισμός ονομάστηκε ασβεστόλιθοι και κερατόλιθοι. (Εικόνες 8,9) Επίσης ο γεωλογικός σχηματισμός 5 φλύσχης μετονομάστηκε σε ψαμμίτες και μάργες.

Η ενότητα της Πίνδου είναι το τυπικότερο κάλυμμα στον Ελλαδικό χώρο (Δ. Παπανικολάου, 1986). Πρόκειται για μία ενότητα με πελαγική ιζηματογένεση από το Τριαδικό μέχρι το Ανώτερο Κρητιδικό. Η μετάβαση από τη βιοχημική στην κλαστική ιζηματογένεση γίνεται με μεταβατικά στρώματα στα οποία σταδιακά περιορίζονται οι ασβεστόλιθοι και υπερισχύει το κλαστικό υλικό μέχρι πλήρους επικράτησης του φλύσχη. Η στρωματογραφική της διάρθρωση δεν είναι παντού ίδια αλλά διαφέρει από θέση σε θέση. (Ε. Καρύμπαλης 2003). Οι εμφανίσεις των στρωμάτων της ενότητας της Πίνδου καταλαμβάνουν περίπου τη μισή νότια έκταση της λεκάνης απορροής, ενώ το υπόλοιπο της λεκάνης απορροής (προς το βορρά) καταλαμβάνεται από Τεταρτογενείς σχηματισμούς.

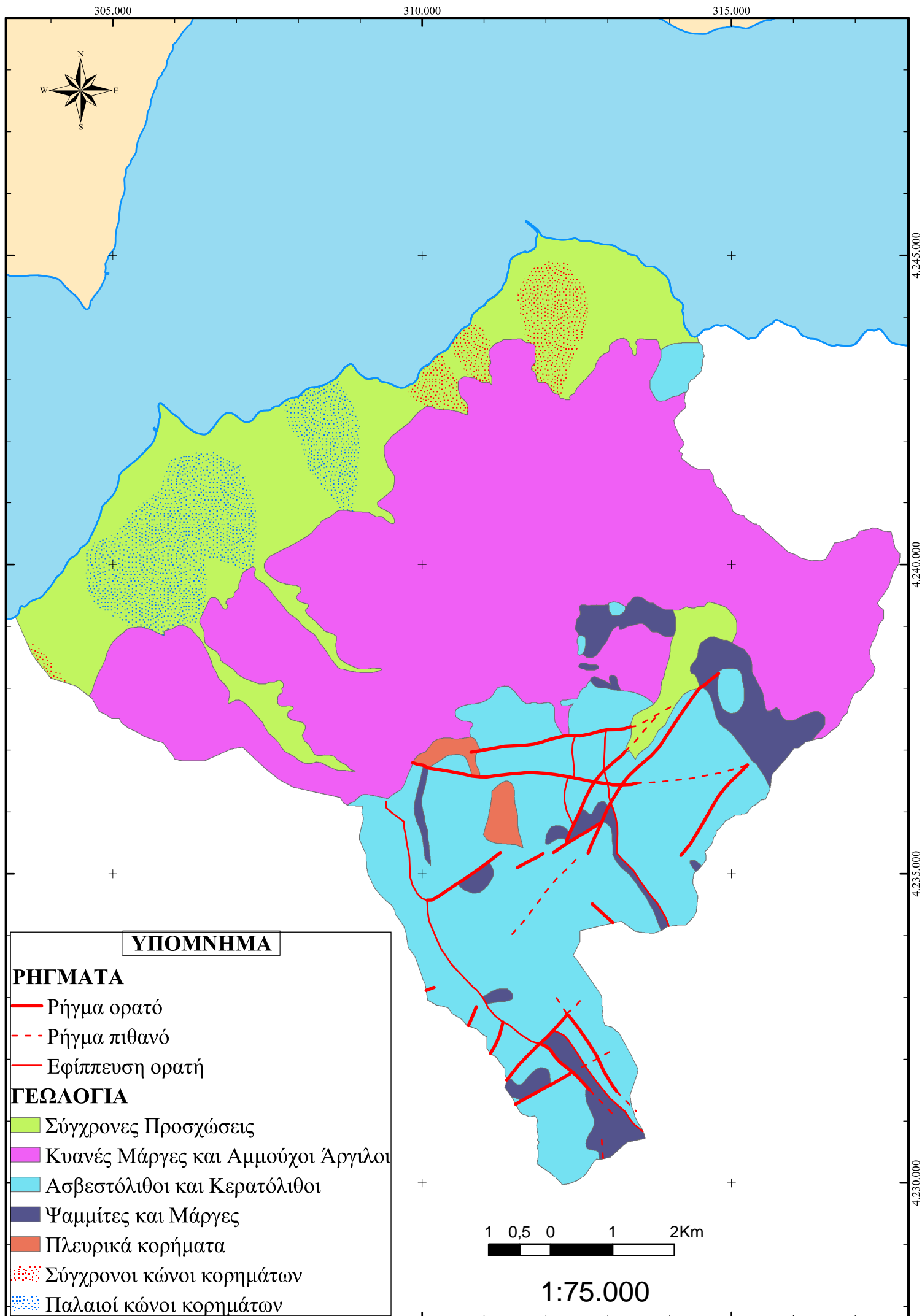
Ο ρηγματογόνος τεκτονισμός της ευρύτερης περιοχής μελέτης είτε είναι σύγχρονος των αλπικών πτυχωσιγενών δομών, ακολουθώντας τους ίδιους προσανατολισμούς είτε ανεξάρτητος αυτών και συνεπώς μεταγενέστερος με επικρατούσα διεύθυνση ρηγμάτων Α-Δ. τα εγκάρσια προς τη γεωλογική δομή ρήγματα σχετίζονται με κινήσεις του Μειοκαίνου (Ε. Καρύμπαλης 2003). Η τεκτονική δομή της περιοχής μελέτης αποτελείται από 31 ρήγματα εκ των οποίων 16 είναι ορατά, 10 είναι πιθανά και 5 είναι εφιππεύσεις. Η διεύθυνση τους είναι ΝΑ-ΒΔ αλλά και ΝΔ-ΒΑ δηλαδή παράλληλη και κάθετη στο υδρογραφικό δίκτυο.(Εικόνα 8) Η ευρύτερη περιοχή μελέτης βρίσκεται πολύ κοντά σε τεκτονικές τάφρους όπως η Ελληνική τάφρος υποβύθισης στα δυτικά και η τάφρος του Κορινθιακού κόλπου βόρεια. Αυτές εμφανίζουν μια πρόσφατη γεωδυναμική εξέλιξη με αποτέλεσμα την αυξημένη σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή.

Στο νομό της Αχαΐας συχνή είναι η εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων ή κινήσεων υλικών στα πρανή. Τα φαινόμενα αυτά εκδηλώνονται σε ευρύ φάσμα σχηματισμών, είτε αυτοί ανήκουν στο Αλπικό υπόβαθρο, είτε στα νεώτερα ιζήματα. Λόγω της μεγάλης εξάπλωσης των Πλειοκαινικών – Πλείστοκαινικών ιζημάτων και των ιδιαίτερων στρωματογραφικών τους εναλλαγών στην περιοχή ότι σχεδόν στο σύνολο τους οι κατολισθήσεις συμβαίνουν στα ιζήματα αυτά.

Στη δημιουργία ασταθών ζωνών βοήθησαν οι έντονες ανυψώσεις των ιζημάτων, η ρηγματογόνος τεκτονική, η λιθολογική ετερογένεια, και η έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα της τάφρου του Κορινθιακού. Ο Κορινθιακός κόλπος θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει ένα ασύμμετρο τεκτονικό βύθισμα, τα επίκεντρα των σεισμικών εστιών, που υπάρχουν κατά μήκος του Κορινθιακού κόλπου, αποδεικνύουν ότι τα ρήγματα είναι ακόμα ενεργά.



Εικόνα 8 : Γεωλογικός χάρτης λεκάνης απορροής



Εικόνα 9 : Ενοποιημένος γεωλογικός χάρτης λεκάνης απορροής

5.2 Γεωμορφολογία

5.2.1 Γενική γεωμορφολογική εικόνα

Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται από μεγάλες κλίσεις στα ορεινά με πυκνή βλάστηση και στα τελευταία 2km μέχρι την παραλία το γεωμορφολογικό ανάγλυφο είναι γενικά χαμηλό και ήπιο μεταξύ 0% έως 5%. Η ευρύτερη περιοχή καταλαμβάνεται από τον πολεοδομικό ιστό της πόλης του Ρίου. Μικρομορφολογικές διαφορές έχουν αλλοιωθεί από την πολεοδόμηση. (Εικόνα 10,11)



Εικόνα 10: Εικόνα όπου φαίνεται η γέφυρα Ρίου-Αντίρριου (Προσωπική λήψη φωτογραφίας, Ιούνιος 2008)

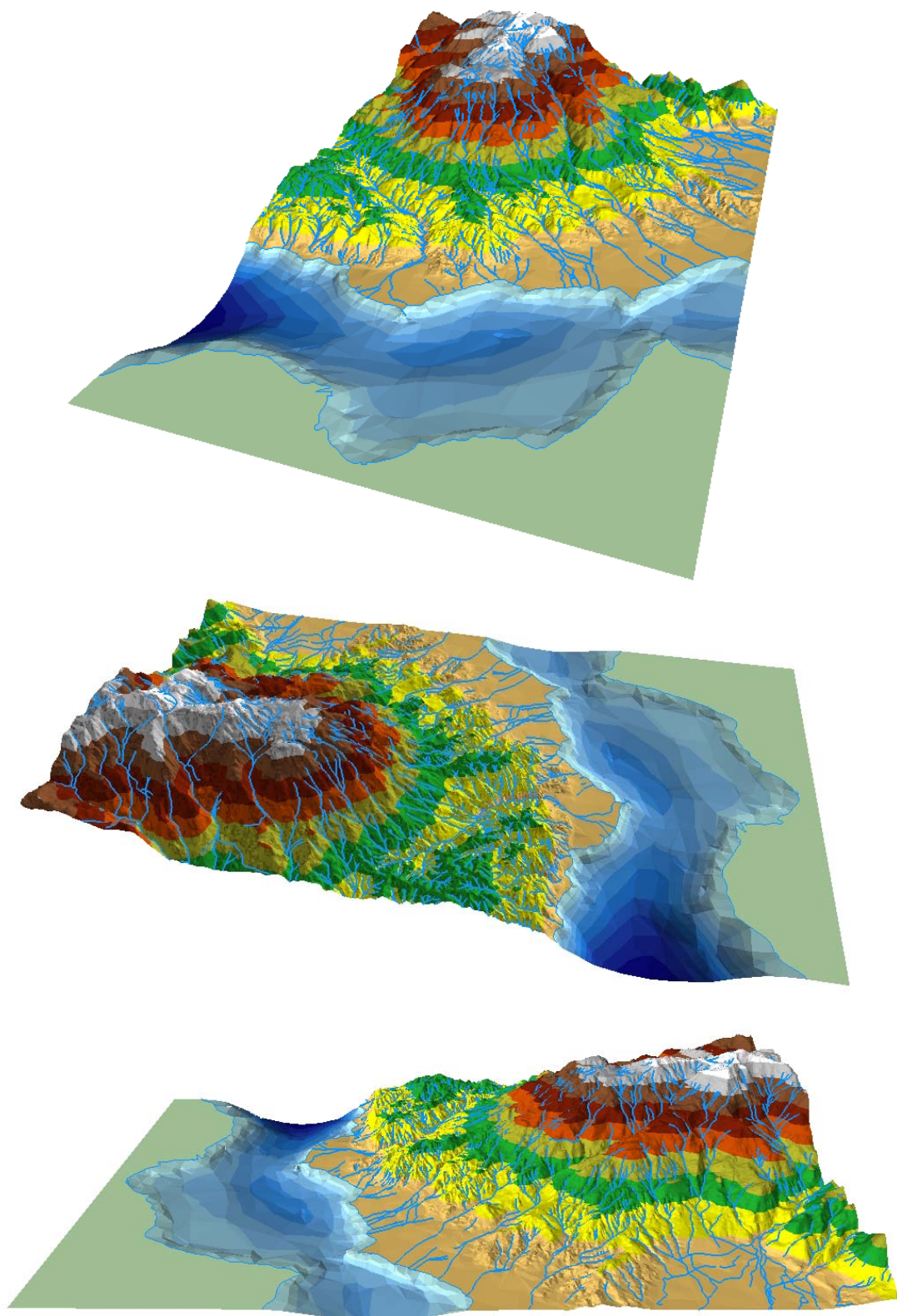


Εικόνα 11: Εικόνα όπου φαίνεται η βλάστηση της περιοχής μελέτης, (περιοχή Άνω Καστριτσίου) (Προσωπική λήψη φωτογραφίας, Ιούνιος 2008)

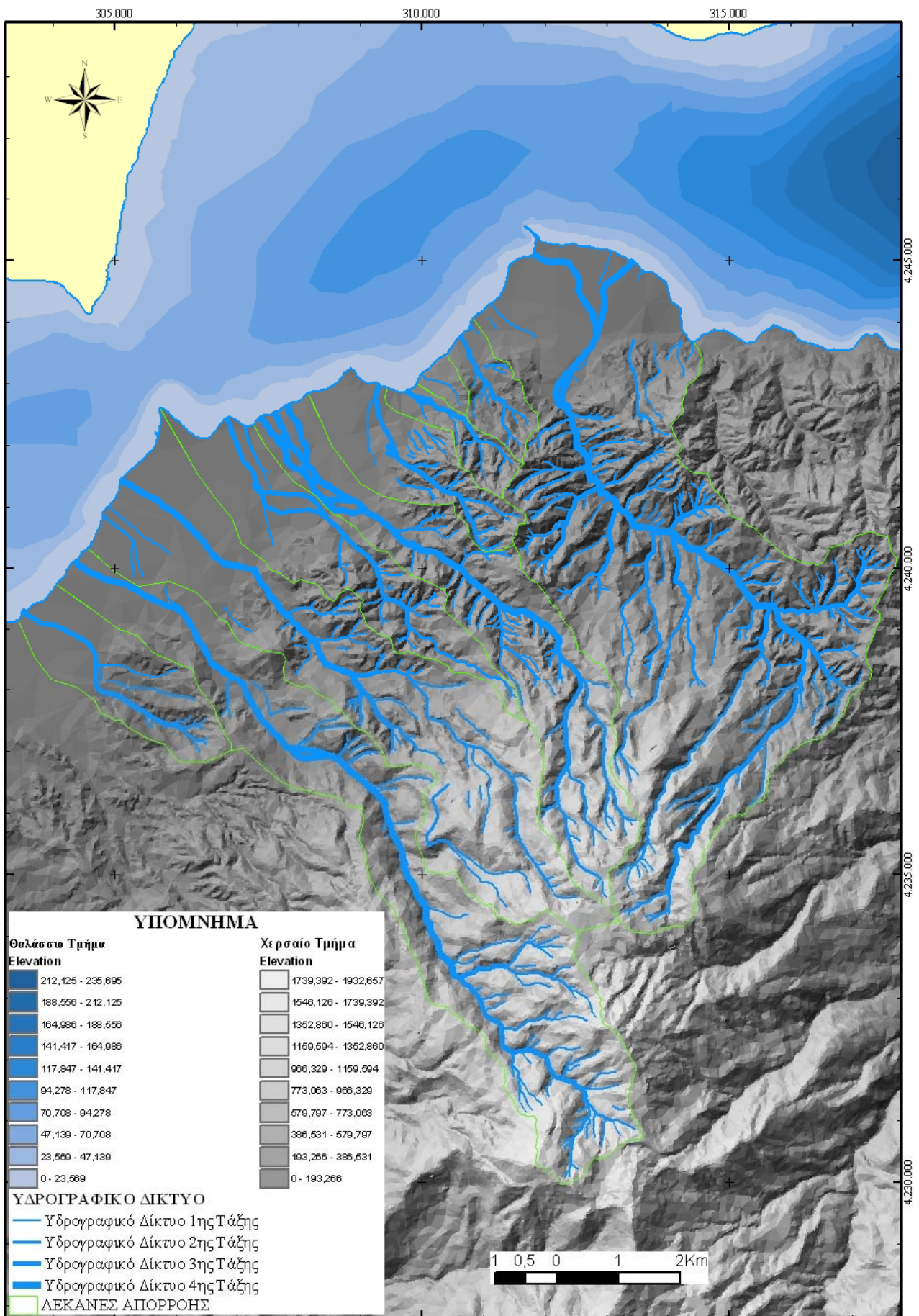
Το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής είναι 1932m και βρίσκεται βόρεια στην οροσειρά του παναχαϊκού ενώ της περιοχής μελέτης που οριοθετείται από τον υδροκρίτη μηδενικής τάξης είναι 1845m. Όσον αφορά τις κλίσεις του αναγλύφου παρατηρούμε ότι οι μέγιστες τιμές είναι στο ορεινό τμήμα βόρεια της περιοχής μελέτης και φτάνουν μέχρι τη τιμή των 70° μοιρών.

Λόγω της σπουδαιότητας της κλίσης αναγκαίος είναι ο χάρτης τρισδιάστατου αναγλύφου του χερσαίου και του υποθαλάσσιου τμήματος (Digital Terrain Model) (Εικόνα 12,13), χάρτης κλίσεων (Εικόνα 14) και χάρτης προσανατολισμού εδάφους (Εικόνα 15).

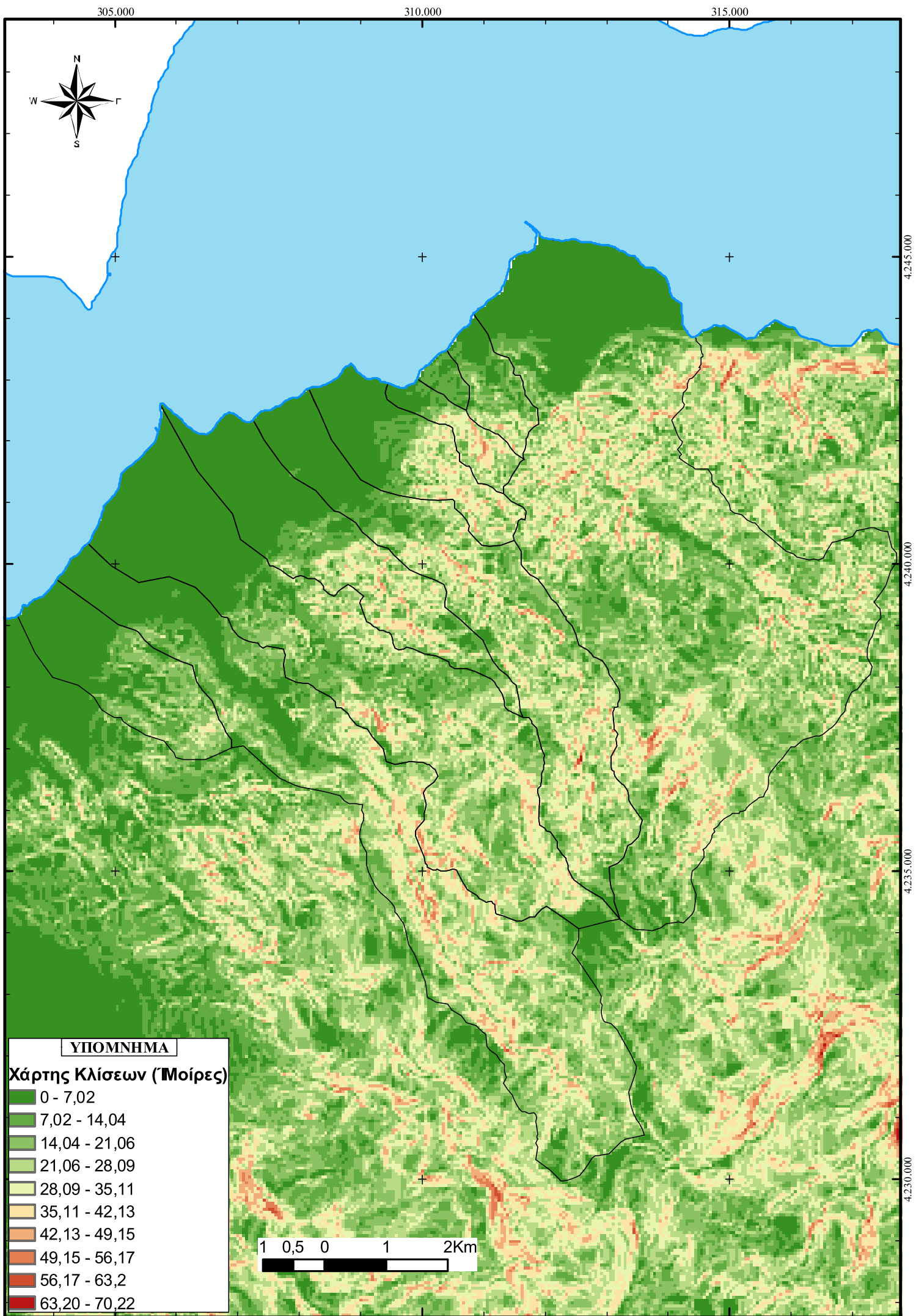
Το υποθαλάσσιο ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται από έντονες κλίσεις κοντά στην ακτογραμμή και στην συνέχεια ομαλές κλίσεις. Το μέγιστο βάθος είναι 235m και βρίσκεται στον κορινθιακό κόλπο.(Εικόνα 12,13)



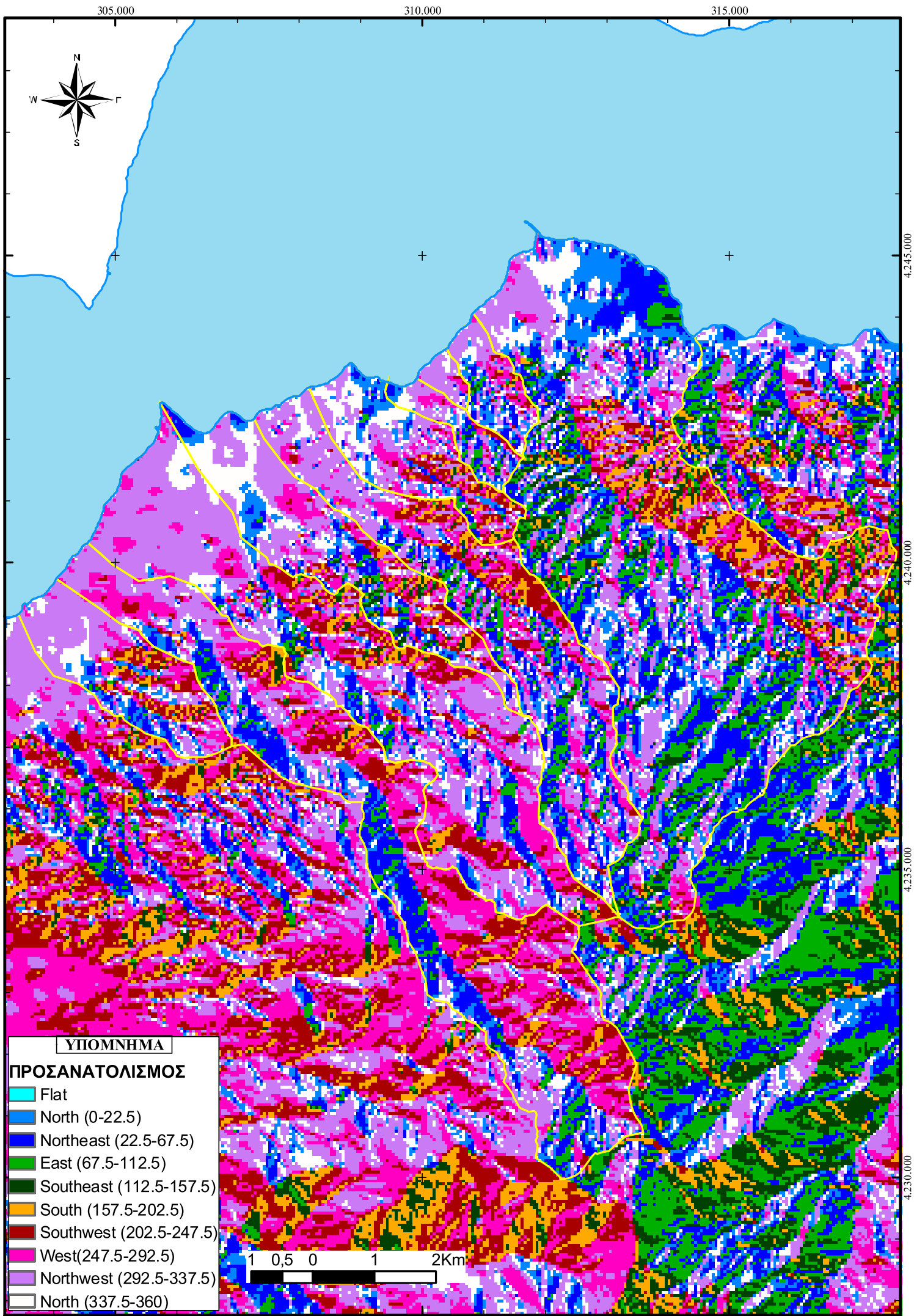
Εικόνα 12: Τρισδιάστατη απεικόνιση της περιοχής μελέτης



Εικόνα 13 : Τρισδιάστατο Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (DTM) περιοχής μελέτης



Εικόνα 14 : Χάρτης κλίσεων εδάφους περιοχής μελέτης



Χάρτης 15 : Χάρτης προσανατολισμού εδάφους περιοχής μελέτης

5.2.2 Ανάλυση λεκανών απορροής

Κάθε υδρογραφικό δίκτυο διαθέτει μια λεκάνη συλλογής και απομάκρυνσης του νερού, η οποία συνήθως είναι μια επιφάνεια εδάφους που περιβάλλεται από υψώματα. Η λεκάνη αυτή λέγεται λεκάνη απορροής ή αποστράγγισης.

Μέσα στη λεκάνη απορροής, η γραμμή συνάντησης των κατηφορικών επιφανειών του τοπογραφικού αναγλύφου, στην οποία συγκεντρώνονται τα απορρέοντα νερά, λέγεται γραμμή συγκέντρωσης των νερών ή μισγάγγεια.

Κατά την αντίθετη διεύθυνση, οι επιφάνειες του τοπογραφικού αναγλύφου είναι ανηφορικές. Στα όρια δυο γειτονικών λεκανών απορροής η γραμμή συνάντησης των ανηφορικών επιφανειών, στην οποία διαχωρίζονται τα νερά που θα καταλήξουν στην μια ή στην άλλη λεκάνη, λέγεται γραμμή διαχωρισμού των νερών ή υδροκρίτης.

Βάσει των χαρτών της Γ.Υ.Σ. με τις υψομετρικές καμπύλες έγινε η χάραξη της κυρίας υδροκριτικής γραμμής (μηδενικής τάξης) και των επιμέρους (πρώτης, δεύτερης και τρίτης τάξης) και οριοθετήθηκαν οι επιμέρους λεκάνες απορροής καθώς και όλες οι μετρήσεις που αφορούν μήκη εμβαδά και υψόμετρα.

Η περιοχή μελέτης αποτελείται από 10 λεκάνες απορροής όπως αυτές προέκυψαν από την χάραξη των υδροκριτικών γραμμών, όπου περικλείουν τα 10 υδρογραφικά δίκτυα της υπό μελέτης περιοχής. Η μέτρηση των λεκανών απορροής έχει ξεκινήσει από δυτικά προς τα ανατολικά, και αντανakλά τις κλιματικές, τις λιθολογικές και τεκτονικές ιδιαιτερότητες της περιοχής που αποστραγγίζει.

Για την ποσοτική ανάλυση των λεκανών απορροής υπολογίστηκαν και επεξεργάστηκαν οι μορφομετρικές παράμετροι για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε ότι αφορά την εξέλιξη του δικτύου και τη διερεύνηση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή μελέτης. (Πίνακας 3)

Από τη βάση δεδομένων του προγράμματος εξήχθησαν οι παράμετροι που αφορούσαν το εμβαδόν και τη περίμετρο της λεκάνης απορροής και το μήκος των ισουψών καμπύλων.

Πίνακας 3: Μετρούμενες και υπολογιζόμενες μορφομετρικές παράμετροι, οι συμβολισμοί, η μαθηματική τους έκφραση και οι μονάδες μέτρησης για τις λεκάνες απορροής

Μορφομετρικές παράμετροι που αφορούν τις λεκάνες απορροής			
Παράμετρος	Συμβολισμός	Μαθηματική έκφραση	Μονάδες μέτρησης
Εμβαδόν λεκάνης απορροής	(Au)	-	(km ²)
Περίμετρος λεκάνης απορροής	(Pu)	-	(km)
Συνολικό μήκος ισουψών καμπυλών	(Lcu)	-	(km)
Υδρογραφική πυκνότητα	(Du)	$Du = \Sigma Lu / Au$	(km ⁻¹)
Υδρογραφική συχνότητα	(Fu)	$Fu = \Sigma Nu / Au$	(km ⁻²)
Μέση Κλίση λεκάνης	(Su)	$Su \% = \Sigma Lcu CI / Au$	(%)
Κυκλικότητα λεκάνης	(Rc)	$Rc = 4\pi(Au) / (Pu)^2$	(Αριθμός)

Ένα σημαντικό γνώρισμα των δικτύων αποστράγγισης είναι η ‘υφή αποστράγγισης’ όρος που πρώτος ο Horton (1945) χρησιμοποίησε και αναφέρεται στην έκταση που καταλαμβάνουν τα κύρια και τα δευτερεύοντα ρεύματα σε σχέση με τη συνολική έκταση της λεκάνης απορροής. (Αστεριάδης Γ., 1993) Στον όρο ‘υφή αποστράγγισης’ συμπεριλαμβάνονται οι όροι ‘υδρογραφική πυκνότητα αποστράγγισης’ και ‘υδρογραφική συχνότητα των ρευμάτων’. Η υδρογραφική πυκνότητα μαζί με την υδρογραφική συχνότητα συνθέτουν την υδρογραφική υφή (drainage texture) μιας λεκάνης. Υψηλές τιμές πυκνότητας και συχνότητας είναι ένδειξη λεπτής υδρογραφικής υφής, ενώ χαμηλές τιμές υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας χαρακτηρίζουν τραχεία υδρογραφική υφή.

Με τον όρο ‘πυκνότητα αποστράγγισης’ εννοούμε το συνολικό μήκος των ρευμάτων, κυρίων και δευτερευόντων, μέσα σε μια λεκάνη αποστράγγισης, σε σχέση προς την επιφάνεια της λεκάνης αυτής, δηλαδή

$$D_u = \Sigma L_u / A_u$$

όπου ΣL_u : συνολικό μήκος των ρευμάτων σε km σε μια λεκάνη απορροής, και A_u το εμβαδόν της λεκάνης απορροής σε km², Η παράμετρος αυτή εκφράζει δηλαδή τον αριθμό των km κοίτης ποτάμιου ρεύματος που διατηρείται από επιφάνεια αποστράγγισης 1km² (Κ. Παυλόπουλος, Ε. Καρύμπαλης 2003).

Αντίστοιχα με τον όρο ‘συχνότητα ρευμάτων’ εννοούμε το συνολικό αριθμό ρευμάτων, κυρίων και δευτερευόντων, που βρίσκονται μέσα σε μια λεκάνη αποστράγγισης, σε σχέση με την επιφάνεια της λεκάνης αυτής, δηλαδή

$$F_u = \sum N_u / A_u$$

όπου $\sum N_u$ ο συνολικός αριθμός ρευμάτων σε km σε μια λεκάνη απορροής, και A_u το εμβαδόν της λεκάνης απορροής σε km².

Οι παράγοντες που επηρεάζουν και από τους οποίους εξαρτάται η υφή αποστράγγισης είναι η φύση των πετρωμάτων, αν είναι σκληρά, ανθεκτικά, συμπαγή ή όχι. Άλλος παράγοντας είναι το κλίμα που επηρεάζει έμμεσα ή και άμεσα την υφή αποστράγγισης. Έμμεσα γιατί ελέγχει το είδος και την ποσότητα της βλάστησης με την οποία, σε συνεχεία, επηρεάζεται η ποσότητα και ο ρυθμός των επιφανειακών ρεόντων βρόχινων νερών. Άμεσα με τον επηρεασμό της ικανότητας του εδάφους να απορροφήσει το νερό της βροχής, καθώς και το κλίμα προσδιορίζει αν το έδαφος είναι παγωμένο ή κορεσμένο σε υγρασία. Επίσης η ποσότητα της βροχής επηρεάζει και καθορίζει το χαρακτήρα της επιφανειακής ροής των βρόχινων νερών. Άλλος παράγοντας είναι η χωρητικότητα διήθησης και η διαπερατότητα των χαλαρών και των συνεκτικών πετρωμάτων μιας περιοχής. Σχετικά έχει παρατηρηθεί ότι το δίκτυο αποστράγγισης είναι σημαντικά πυκνότερο πάνω από αδιαπέραστα στο νερό πετρώματα, από ότι πάνω από υδροπερατά. Τέλος το ανάγλυφο μιας περιοχής, η βλάστηση, η άφθονη παρουσία πτυχών, ρηγμάτων και άλλων τεκτονικών μορφών, επηρεάζουν σε ένα βαθμό την ‘υφή αποστράγγισης’.

Κλίση κλιτίων λεκάνης (slope of the valley sides) (S) είναι ο λόγος του γινομένου του συνολικού μήκους των ισοϋψών καμπύλων μίας συγκεκριμένης ισοδιάστασης που οριοθετούνται από τον υδροκρίτη της λεκάνης επί την ισοδιάσταση αυτή προς το συνολικό εμβαδόν της λεκάνης.

$$\text{Είναι δηλαδή } S_u \% = \sum L_{cu} CI / A_u$$

όπου $\sum L_{cu}$ το συνολικό μήκος των ισοψών καμπύλων, CI η ισοδιάσταση των ισοψών καμπύλων και A_u το εμβαδόν της λεκάνης απορροής.

Η παράμετρος αυτή αποτελεί μία ποσοτική έκφραση της τραχύτητας του αναγλύφου. Εκφράζεται επί τοις εκατό (%) και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της τόσο περισσότερο απότομο και τραχύ είναι το ανάγλυφο της κοιλάδας που έχει

δημιουργήσει η κοίτη του συγκεκριμένου κλάδου (Παυλόπουλος Κ. – Καρύμπαλης Ε. 2003). Στη διαμόρφωση των κλιτύων της λεκάνης απορροής σημαντικοί παράγοντες είναι η λιθολογία, ο τεκτονισμός, το κλίμα, η βλάστηση και άλλα.

Η κυκλικότητα λεκάνης (circularity) (C) αποτελεί μια ποσοτική έκφραση του σχήματος (της γεωμετρίας) της λεκάνης απορροής. Ο τύπος της κυκλικότητας είναι

$$R_c = 4\pi A_u / P_u^2$$

όπου A_u το εμβαδόν της λεκάνης απορροής και P_u η περίμετρος αυτής. (Τσακίρης Γ., 1995). Οι τιμές της παραμέτρου της κυκλικότητας κυμαίνονται από 0,00 έως 1,00 με την τιμή 1,00 να αντιστοιχεί σε λεκάνη μορφής τέλειου κύκλου. Όταν το σχήμα της λεκάνης προσεγγίζει το τετράγωνο η τιμή της παραμέτρου γίνεται 0,79 και συνεχίζει να ελαττώνεται όσο το σχήμα γίνεται περισσότερο επίμηκες (Κ. Παυλόπουλος, Ε. Καρύμπαλης, 2003).

Η μελέτη της γεωμετρίας και του σχήματος των λεκανών είναι σημαντική για τον προσδιορισμό των γεωμορφολογικών διεργασιών που δρουν εντός αυτών. Επιμήκεις μορφές λεκανών χαρακτηρίζουν λεκάνες με πιθανή κυρίαρχη διεργασία, την οπισθοδρομούσα διάβρωση. Επιπλέον χαμηλές τιμές κυκλικότητας μπορεί να αποτελούν ένδειξη ότι η διαμόρφωση της κεντρικής κοίτης του συγκεκριμένου κλάδου έχει βοηθηθεί από την ύπαρξη τεκτονικών ασυνεχειών (ρήγματα, διακλάσεις) ή την επαφή γεωλογικών σχηματισμών διαφορετικής λιθολογίας. Αντίθετα, λεκάνες κυκλικού σχήματος συνήθως αντιπροσωπεύουν προχωρημένο στάδιο εξέλιξης στο οποίο ενδείξεις σαν αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω με την πάροδο του χρόνου, έχουν εξομαλυνθεί (Κ. Παυλόπουλος, Ε. Καρύμπαλης, 2003).

Από τον πίνακα 4 και την εικόνα 14, 16 μπορούμε να εξάγουμε τα εξής μορφολογικά συμπεράσματα για τις λεκάνες απορροής της υπό μελέτης περιοχής. Η συνολική έκταση των λεκανών απορροής είναι 100 km². Συγκεκριμένα:

Λεκάνη απορροής 1

Η λεκάνη απορροής 1 έχει εμβαδόν 4,44 km², περικλείει το υδρογραφικό δίκτυο μέρους της περιοχής του Προαστίου και των Κάτω και Ανω Συχαιών που εκβάλλει στον πατραϊκό κόλπο. Το μέγιστο υψόμετρο της φτάνει τα 340m, έχει ήπιο σχετικά ανάγλυφο, με κλίσεις που κυμαίνονται από 0° έως 7° σε μια ζώνη 1,5km από την ακτογραμμή και 7° έως 25° στην συνεχόμενη ζώνη των 2,5km μέχρι τα όρια της.

Λεκάνη απορροής 2

Η λεκάνη απορροής 2 έχει εμβαδόν $18,64 \text{ km}^2$ και περικλείει την περιοχή των προαστίων της Πάτρας στην παράκτια ζώνη και τον Μπάλα και την Σκιόεσσα εσωτερικά αυτής. Πρόκειται για την πιο επιμήκη λεκάνη της περιοχής που, και φτάνει τα 13 km μέχρι τους πρόποδες του Παναχαϊκού. Το μέγιστο υψόμετρο είναι 1845 m και έχει τραχύ ανάγλυφο με απότομα πρηνή, με κλίσεις που παίρνουν τιμές μέχρι τις 70° κατά μήκος του Βελβιτσάνου ποταμού που περιβάλλει.

Λεκάνη απορροής 3

Η λεκάνη απορροής 3 έχει εμβαδόν $17,02 \text{ km}^2$ και περικλείει τον αστικό χώρο του Ρίου, της Μαγούλας και των Καμαλώνων. Έχει μέγιστο υψόμετρο 1600 m που εντοπίζεται στους πρόποδες του Παναχαϊκού και κλίσεις που κυμαίνονται από 0° έως 7° σε μια ζώνη 3 km από την ακτογραμμή και 7° έως 28° στην συνεχόμενη ζώνη των 8 km μέχρι τα όρια της λεκάνης. Περικλείει τον Σέλεμνο ποταμό.

Λεκάνη απορροής 4

Η λεκάνη απορροής 4 έχει εμβαδόν $6,65 \text{ km}^2$ και περικλείει ένα μέρος του Ρίου και την περιοχή του Άνω και Κάτω Καστριτσίου. Είναι επιμήκης λεκάνη, που φτάνει τα 7 km εκ των οποίων τα πρώτα 2 km είναι με κλίσεις της τάξης μέχρι και 7° και στο υπόλοιπο φτάνουν μέχρι και τις 50° σε συγκεκριμένα σημεία στο κέντρο της λεκάνης. Το μέγιστο υψόμετρο είναι της τάξης των 860 m και βρίσκεται στο βορειότερο σημείο αυτής.

Λεκάνη απορροής 5

Η λεκάνη απορροής 5 έχει εμβαδόν $11,32 \text{ km}^2$ και περικλείει την περιοχή των Παναγαικών, το Άκταιο και μέρος του Άνω Καστριτσίου. Πρόκειται για επιμήκη λεκάνη με μήκος 10 km εκ των οποίων τα πρώτα 2 km από την ακτογραμμή είναι με κλίσεις της τάξης μέχρι και 7° και στα υπόλοιπα 8 km φτάνουν μέχρι και τις 60° κατά μήκος της κοίτης του ποταμού Ξυλοκέρα που περικλείει, με εξαίρεση ένα σημείο βόρεια στο οποίο η κλίση είναι 70° . Μέγιστο υψόμετρο είναι τα 1600 m στους πρόποδες του Παναχαϊκού

Λεκάνη απορροής 6

Η λεκάνη απορροής 6 έχει εμβαδόν $3,99 \text{ km}^2$ και περικλείει την περιοχή Πλατάνη. Επιμήκης λεκάνη με μήκος 4 km εκ των οποίων στην παράλια ζώνη του 1 km είναι με κλίσεις της τάξης μέχρι και 7° και στα υπόλοιπα 3 km φτάνουν μέχρι και τις 50° κατά μήκος της κοίτης του ποταμού Ξυρόρεμα που περικλείει. Μέγιστο υψόμετρο είναι τα 560 m .

Λεκάνη απορροής 7

Η λεκάνη απορροής 7 έχει εμβαδόν $1,32\text{km}^2$ και περικλείει μαζί με τις λεκάνες 8 και 9 την περιοχή του Αγίου Βασιλείου. Μικρή επιμήκης λεκάνη με μήκος περίπου $2,3\text{km}$ και οι κλίσεις φτάνουν μέχρι και τις 50° στην κύρια κοίτη του ποταμού. Στην παράλια ζώνη των 500m οι κλίσεις είναι μέχρι 7° στο δυτικό κομμάτι ενώ στο ανατολικό φτάνουν μέχρι και τις 14° . Μέγιστο υψόμετρο είναι τα 520m .

Λεκάνη απορροής 8

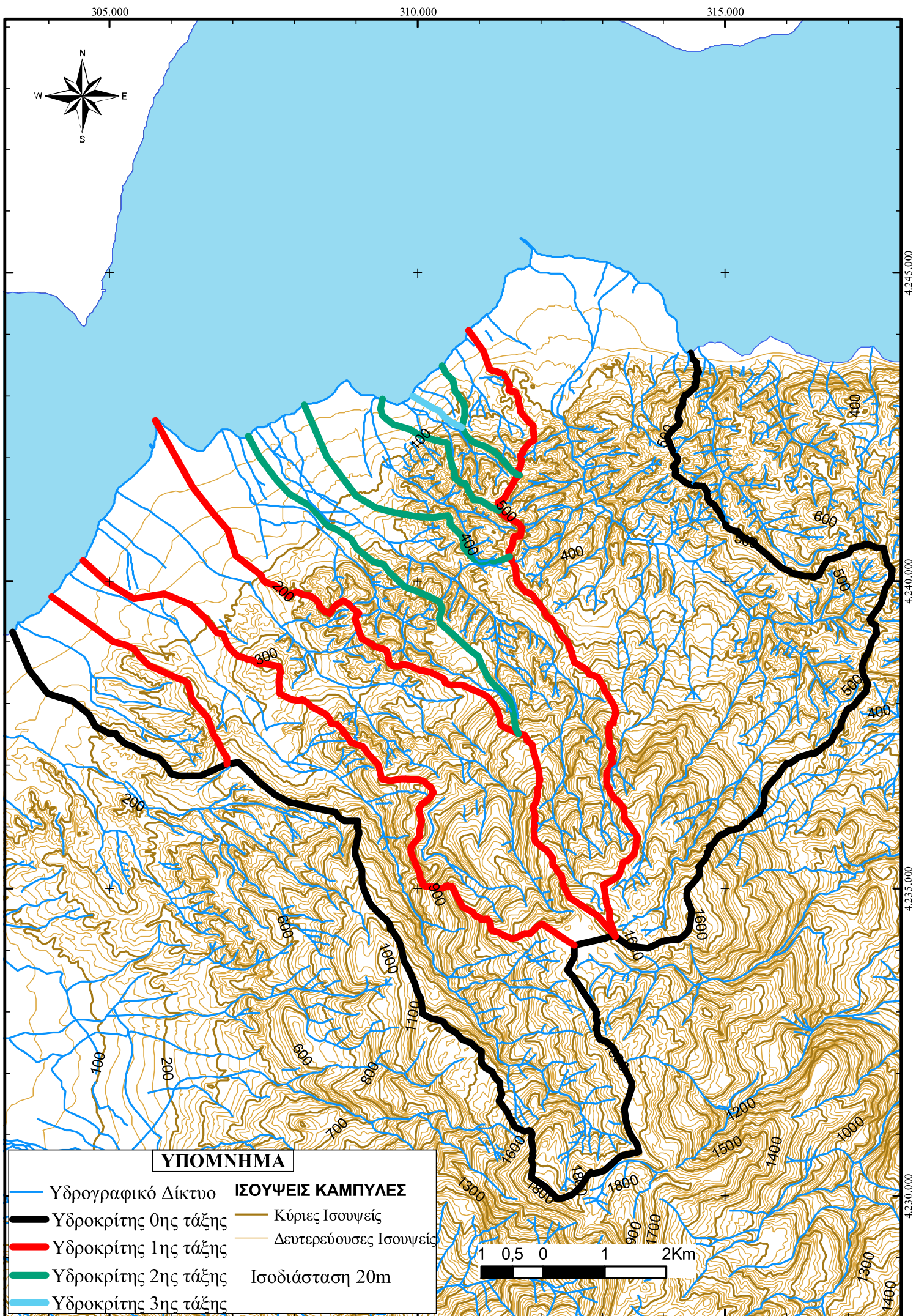
Η λεκάνη απορροής 8 είναι η μικρότερη λεκάνη της περιοχής μελέτης με εμβαδόν $0,43\text{km}^2$ και περικλείει ένα μέρος του Αγίου Βασιλείου. Οι κλίσεις σε όλη την λεκάνη είναι από 7° έως 21° με εξαίρεση το ανατολικό τμήμα όπου φτάνουν μέχρι τις 30° . Μέγιστο υψόμετρο είναι τα 141m .

Λεκάνη απορροής 9

Η λεκάνη απορροής 9 έχει εμβαδόν $1,61\text{km}^2$ και περικλείει ένα μέρος του Αγίου Βασιλείου. Οι κλίσεις ξεκινούν στην παράλια ζώνη των 500m από 0° έως 7° και φτάνουν μέχρι και τις 30° εσωτερικά αυτής. Εξαίρεση αποτελεί ένα τμήμα στα βόρεια όπου οι κλίσεις παίρνουν τιμές μεταξύ 40° έως 55° .

Λεκάνη απορροής 10

Η λεκάνη απορροής 10 είναι η μεγαλύτερη λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης με εμβαδόν $34,58\text{ km}^2$ και περικλείει τις περιοχές Πιτίτσα, Αγία Μαρίνα, Αργυρά, Δρέπανο, Ψαθόπυργο, Αραχωβίτικα. Ο ποταμός που περικλείει είναι ο Βολιναίος του οποίου κλάδοι ξεκινούν από τους πρόποδες του Παναχαϊκού νοτιοδυτικά της λεκάνης. Στην παραλία της λεκάνης έχει δημιουργηθεί δέλτα με κλίσεις που κυμαίνονται από 0° έως 7° . Στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής το ανάγλυφο είναι έντονο με απότομες κλίσεις, σχεδόν χειμμαρώδεις, με κλίσεις από 40° έως 60° κατά μήκος του ποταμού. Στο υπόλοιπο τμήμα της περιοχής οι κλίσεις είναι πιο ήπιες αλλά εξίσου μεγάλες με τιμές από 30° έως 50° . Μέγιστο υψόμετρο είναι τα 1621m νοτιοδυτικά της λεκάνης.



Εικόνα 16 : Χάρτης υδροκρτικών γραμμών με ισουψείς καμπύλες

Πίνακας 4: Μετρούμενες και υπολογιζόμενες μορφομετρικές παράμετροι, για τις 10 λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης

	ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Εμβαδόν λεκάνης απορροής (km²)	4,44	18,64	17,02	6,65	11,32	3,99	1,32	0,43	1,61	34,58
Περίμετρος λεκάνης απορροής (km)	9,67	32,94	28,82	17,57	24,10	10,35	6,44	2,78	6,05	33,85
Συνολικό μήκος ισοϋψών καμπυλών (km)	47,83	366,65	282,47	98,76	240,31	70,10	31,79	4,27	25,60	717,73
Μέση Κλίση λεκάνης (%)	21,53	39,34	33,18	29,68	42,46	35,13	48,34	19,90	31,82	41,52
Μέγιστο Υψόμετρο(m)	340	1845	1600	860	1600	560	520	141	400	1621
Υδρογραφική πυκνότητα (1/km)	2,00	2,48	2,19	2,53	3,52	3,18	3,94	2,06	3,43	3,22
Υδρογραφική συχνότητα (1/km)	3,15	4,34	3,82	5,71	7,51	9,77	9,88	2,33	10,57	7,78
Κυκλικότητα λεκάνης	0,60	0,22	0,26	0,27	0,24	0,47	0,40	0,70	0,55	0,38

Οι μέσες κλίσεις των λεκανών βάσει τύπου κυμαίνονται από 19,90 % στην λεκάνη 8 μέχρι 48,34 % στην λεκάνη 7 οι οποίες χαρακτηρίζονται υψηλές, δηλαδή το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί έντονο ιδιαίτερα στο ορεινό τμήμα αυτών. Το μέγιστο υψόμετρο παρατηρείται στην λεκάνη απορροής 3 (1600m) ενώ το ελάχιστο στην λεκάνη απορροής 8 (141m).(Εικόνα 16)

Οι τιμές της παραμέτρου της υδρογραφικής πυκνότητας για τις λεκάνες απορροής κυμαίνονται μεταξύ 2,00 και 3,94. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν 2,00 και 3,94km ρευμάτων αντίστοιχα σε κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο επιφάνειας. Η μικρότερη τιμή πυκνότητας 2,00 ανήκει στην λεκάνη 1 που έχει αναπτυχθεί σε κυανές μάργες και αμμούχους αργίλους, ενώ η λεκάνη με την μεγαλύτερη τιμή είναι του κλάδου 7 και έχει το ίδιο γεωλογικό υπόβαθρο. Οι χαμηλές τιμές της

υδρογραφικής πυκνότητας ευνοούνται από την ύπαρξη συμπαγών, σκληρών πετρωμάτων και από την ύπαρξη πυκνής βλάστησης. (Αστεριάδης Γ., 1993)

Οι λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου παρουσιάζουν ένα αρκετά μεγάλο εύρος τιμών υδρογραφικής συχνότητας, 2,33 έως 10,57, που οφείλεται κυρίως στους λιθολογικούς σχηματισμούς από τους όποιους καταλαμβάνονται.

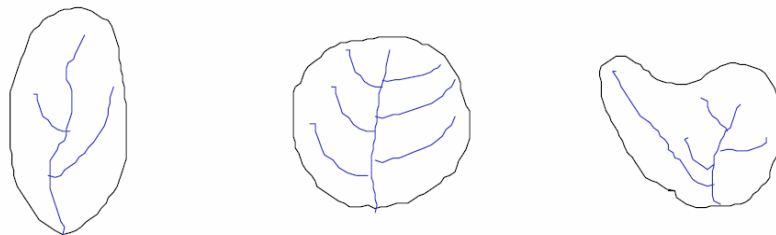
Όπως φαίνεται στο πίνακα 4 οι λεκάνες 1, 8, 9 χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές κυκλικότητας. Αυτές οι λεκάνες χαρακτηρίζονται κυκλικής μορφής και είναι κυρίως οι λεκάνες που βρίσκονται στη βορειοανατολική πλευρά. Οι λεκάνες 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 έχουν χαμηλή κυκλικότητα και βρίσκονται στη νότια πλευρά και είναι εκτεταμένες και επιμήκεις. Επιπλέον οι χαμηλές τιμές της κυκλικότητας των επιμηκών λεκανών είναι πιθανά ένδειξη ότι τεκτονικές ασυνέχειες βοήθησαν στη διαμόρφωση της κεντρικής κοίτης των κλάδων ή η διαμόρφωση τους οφείλεται στο ότι αναπτύσσονται σε σχηματισμούς διαφορετικής λιθολογίας.

Το σχήμα της λεκάνης απορροής επηρεάζει το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής και επομένως το μέγεθος της παροχής που παρατηρείται στο στόμιο της λεκάνης. (Τσακίρης Γ., 1995) Πιο συγκεκριμένα, επιμήκεις λεκάνες απορροής έχουν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης από κυκλικές και κατά συνέπεια, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, οι επιμήκεις εμφανίζουν μικρότερες παροχές. Άρα ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει η απορροή από το πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης στο στόμιο, είναι πολύ μεγαλύτερος στις επιμήκεις λεκάνες από αυτών των κυκλικών. (Εικόνα 17)

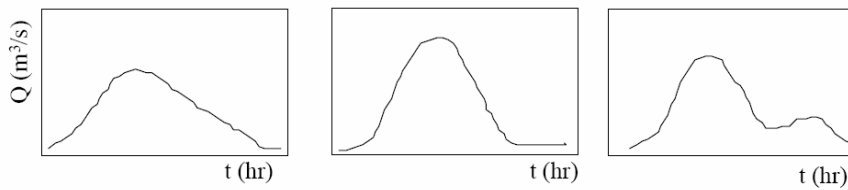
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΡΡΟΗ

Επίδραση της γεωμετρίας στο υδρογράφημα

ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (ΜΕ ΕΜΒΑΔΟΝ 4)



ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΩΦΕΛΙΜΗ ΒΡΟΧΗ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ I ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ D



$$V=A \cdot I \cdot D$$

Εικόνα 17: Επίδραση Γεωμορφολογίας στην απορροή ποταμού

5.2.3 Ανάλυση υδρογραφικών δικτύων

Οι συνθήκες ροής των υδρογραφικών δικτύων ρυθμίζονται από ορισμένους παράγοντες όπως την λιθολογία, την τεκτονική, τις κλίσεις του γήινου ανάγλυφου, το κλίμα, τις ανθρώπινες επεμβάσεις και άλλα. Η εξέλιξη ενός υδρογραφικού δικτύου όπως είναι φυσικό επηρεάζεται και ελέγχεται από την οιαδήποτε μεταβολή ενός ή περισσοτέρων από τους παράγοντες αυτούς. (Κ. Παυλόπουλος). Η βασική τεκτονική δομή είναι εκείνη που καθορίζει τη διεύθυνση ροής των ποταμών.

Σημαντικός παράγοντας για τη ροή των υδρογραφικών δικτύων είναι η ποσότητα της βροχόπτωσης. Το απότομο πολυσχιδές και τραχύ ανάγλυφο των ορεινών περιοχών και οι ραγδαίες βροχοπτώσεις εντός των λεκανών απορροής δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για τον σχηματισμό χειμάρρων.

Ο Πίνακας 5 περιλαμβάνει τις μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές βροχόπτωσης που υπολογίστηκαν για την χρονική διάρκεια λειτουργίας του κάθε μετεωρολογικού σταθμού. Από τα διαγράμματα της Εικόνας 18 φαίνεται ότι για τον σταθμό Αιγίου η βροχόπτωση παρουσιάζει διπλή κύμανση ενώ για τους δύο άλλους σταθμούς η κύμανση είναι απλή. Από τις τιμές αυτές παρατηρείται ότι το ελάχιστο ύψος βροχής ήταν 7,9mm τον μήνα Ιούλιο και 24,5mm τον Ιανουάριο (έχουμε δύο ελάχιστα) για τον σταθμό του Αιγίου, 9,5mm για τους σταθμούς Αράξου και Ανδραβίδας, τους καλοκαιρινούς μήνες και συγκεκριμένα τον μήνα Ιούλιο. Το μέγιστο ύψος βροχής ήταν 194,2mm τον Νοέμβριο και 116,7mm τον Μάρτιο (έχουμε δύο μέγιστα) για τον σταθμό Αιγίου, 130,4mm για τον σταθμό Αράξου και 149,4 για τον σταθμό της Ανδραβίδας για το μήνα Νοέμβριο.

Επίσης από τα ραβδογράμματα παρατηρείται απότομη αύξηση της βροχόπτωσης από τον Σεπτέμβριο στον Οκτώβριο. Η μηνιαία βροχόπτωση, για τους χειμερινούς μήνες είναι συγκριτικά ελαφρά μεγαλύτερη για τον σταθμό του Αιγίου σε σχέση με τους άλλους σταθμούς. Είναι δυνατόν να διακριθεί μία περίοδος του έτους υψηλής απορροής που διαρκεί από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο και μία περίοδος χαμηλής απορροής που διαρκεί από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο. Η βροχή είναι σχετικά άφθονη στην περιοχή εξαιτίας του ότι βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Πελοποννήσου το οποίο είναι εκτεθειμένο στους βροχοφόρους δυτικής διεύθυνσης ανέμους και τις υφέσεις που κινούνται από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Στην βόρεια παράκτια περιοχή το ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται μεταξύ 700 και 821,3mm ενώ στο εσωτερικό τμήμα αυξάνεται προχωρώντας στα ορεινά συγκροτήματα. Ακόμη και

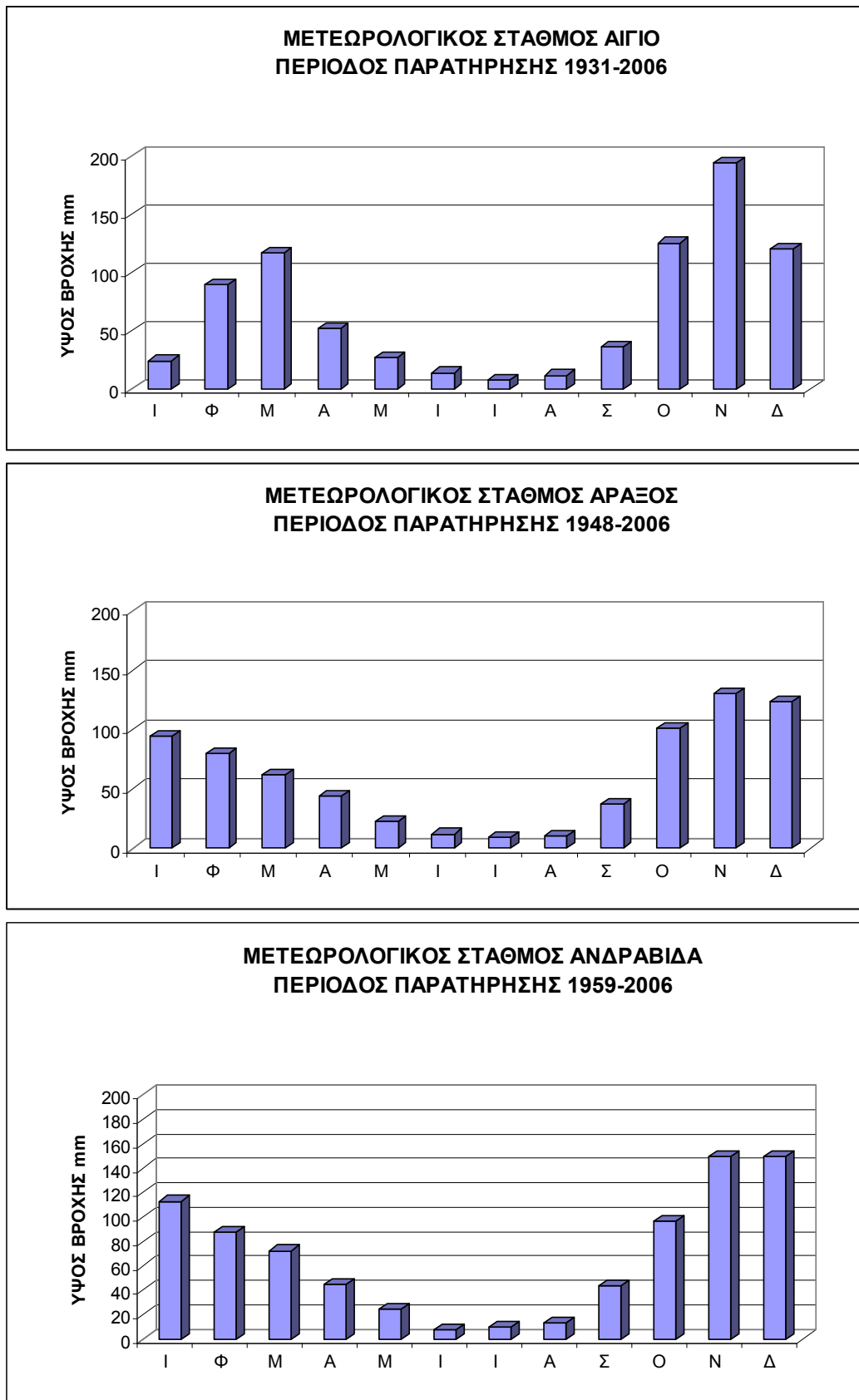
κατά την διάρκεια της ξηρότερης περιόδου που είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ξεσπούν σε ορισμένες περιπτώσεις ραγδαίες βροχές θερμικών καταιγίδων. (Ι. Ζαμπάκας, 1981). Παρόμοια πορεία με την βροχόπτωση πρέπει να ακολουθεί και η στερεοπαροχή του ποταμού, για την οποία δεν υπάρχουν μετρήσεις. Και για τους τρεις σταθμούς μελέτης παρατηρείται ότι η ελάττωση του ύψους βροχής από το υγρότερο προς το ξηρότερο μήνα, είναι ομαλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη αύξηση από τον ξηρότερο προς τον υγρότερο.

Πίνακας 5: Μέσα μηνιαία και μέσα ετήσια ύψη βροχής σε mm για τους τρεις μετεωρολογικούς σταθμούς Αιγίου, Αράξου, Ανδραβίδας

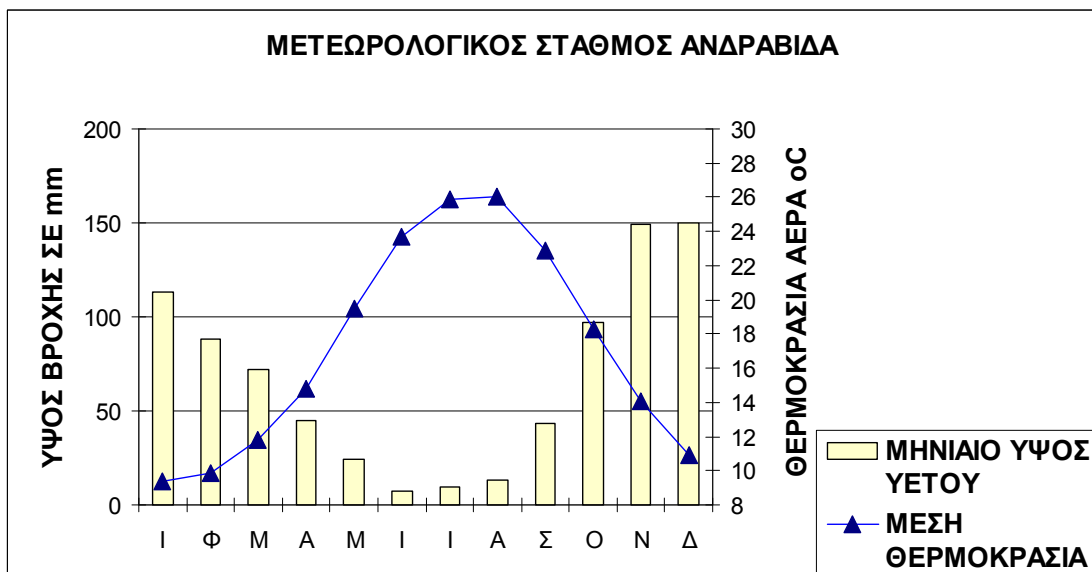
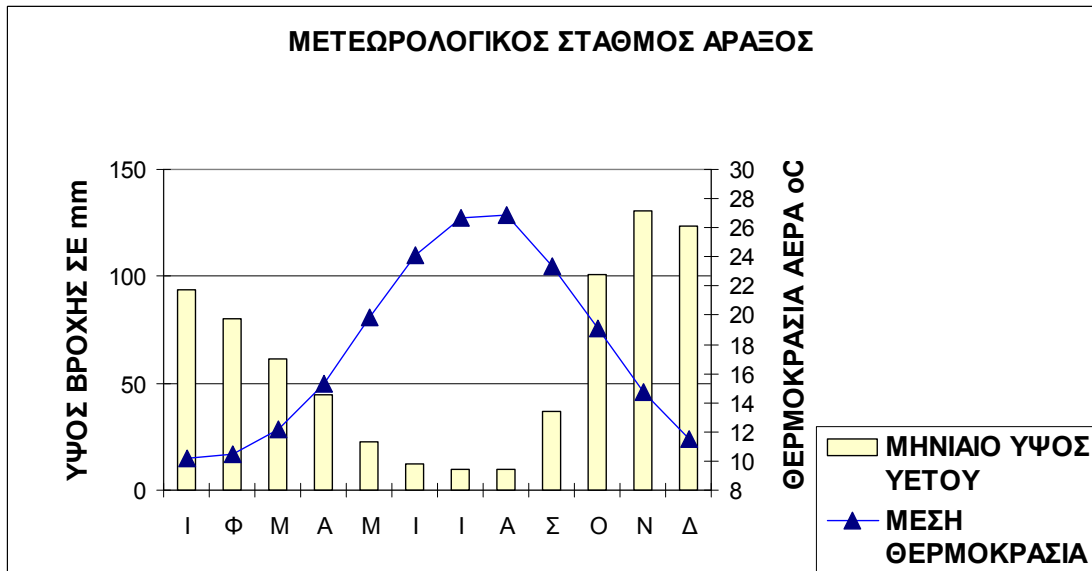
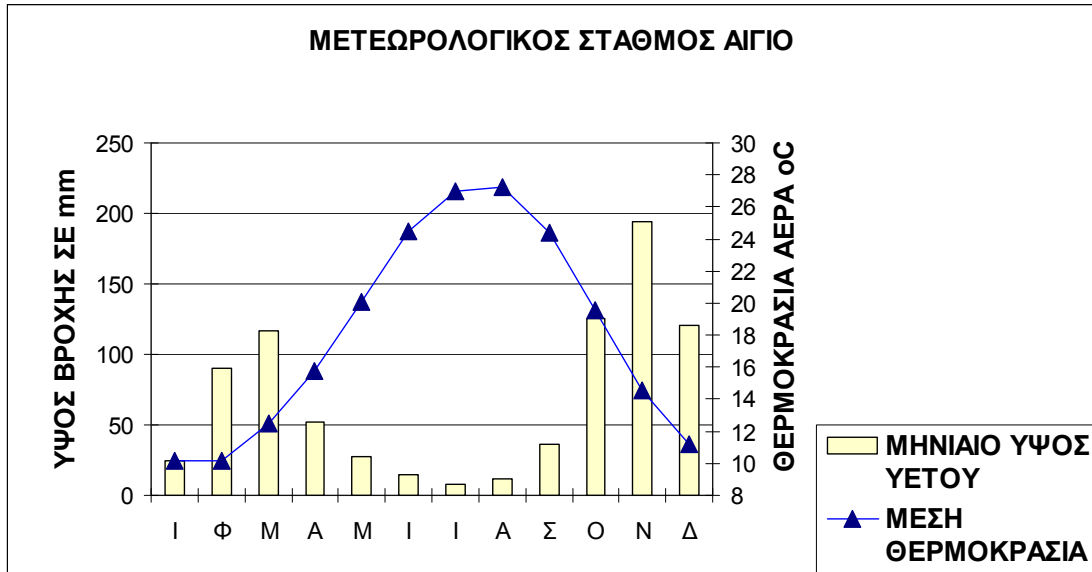
ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΙΓΙΟ (ΕΤΗ 1931-2006)												
Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΟΣ
24,5	90,1	116,7	52	27,3	14,4	7,9	11,9	36,4	125,4	194,2	120,5	821,3

ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΡΑΞΟΣ (ΕΤΗ 1948-2006)												
Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΟΣ
94	80	61,6	44,3	22,8	12	9,5	9,9	37	100,8	130,4	123,2	728,2

ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ (ΕΤΗ 1959-2006)												
Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΟΣ
112,9	88,1	72,4	45,2	24,2	7,7	9,5	12,9	43,4	96,7	149,4	149,9	812,3



Εικόνα 18: Διαγράμματα ετήσιας κύμανσης της βροχόπτωσης για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αιγίου, Αράξου και Ανδραβίδας



Εικόνα 19:Θερμοϋετογράμματα για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αιγίου, Αράξου και Ανδραβίδας

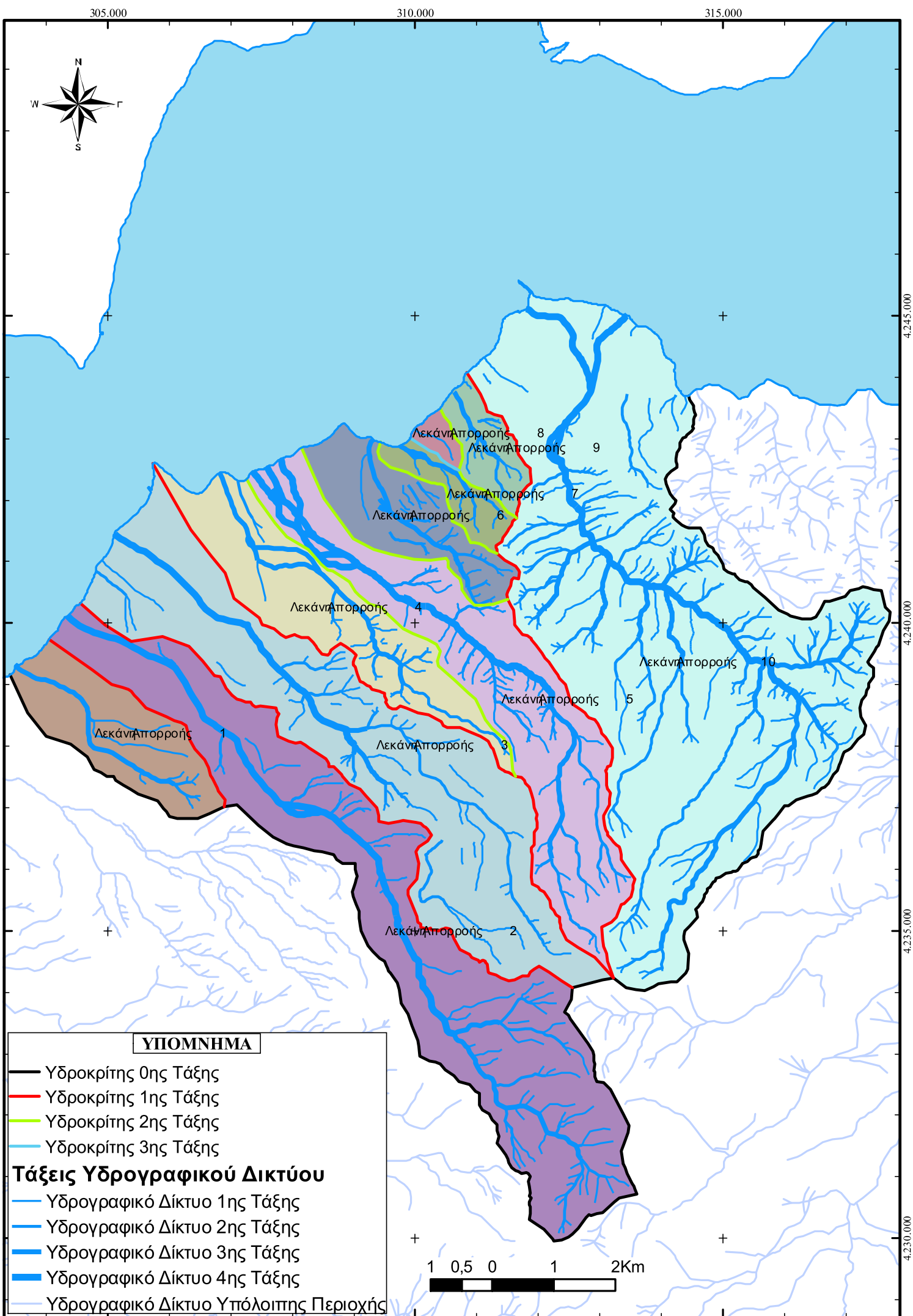
Από τα κοινά διαγράμματα ύψους βροχής – θερμοκρασία αέρα (Εικόνα 19) για την περιοχή μελέτης διαφαίνεται ότι υπάρχει μία περίοδος του έτους ξηρή και θερμή που διαρκεί από τον Απρίλιο ως τον Οκτώβριο και μία ψυχρή και υγρή από τον Νοέμβριο έως τον Μάρτιο. Αυτό δηλώνει μεγαλύτερες παροχές στον ποταμό για την υγρή περίοδο του έτους. Δεδομένης της ευδιάβρωτης λιθολογίας των Πλειο – Πλειστοκαινικών σχηματισμών της λεκάνης αναμένονται υψηλότερες τιμές στερεοπαροχής του ποταμού κατά τις υγρές περιόδους του έτους.

Η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης προϋποθέτει την μέτρηση και τον υπολογισμό μορφομετρικών παραμέτρων και δεικτών των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, την στατιστική τους επεξεργασία και τον προσδιορισμό μορφομετρικών παραμέτρων και δεικτών των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, την στατιστική τους επεξεργασία και τον προσδιορισμό των θετικών ή αρνητικών αποκλίσεων τους από τις τιμές που αντιπροσωπεύουν σε ιδανικές συνθήκες.

Η αρίθμηση ενός υδρογραφικού δικτύου είναι ο καθορισμός της σχέσης μεταξύ των κλάδων, που βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο οι κλάδοι συνδέονται μεταξύ τους, για την αποστράγγιση μιας περιοχής. Η αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου έγινε με την μέθοδο του A. Strahler (1957). Σύμφωνα με αυτή οι κλάδοι που δεν δέχονται ποσότητες νερού από μικρότερα ρεύματα ονομάζονται Ιης τάξης. Όταν δυο κλάδοι Ιης τάξης ενωθούν προκύπτει ένας κλάδος ΙΙης τάξης. Με τον ίδιο τρόπο όταν δύο κλάδοι ΙΙης τάξης ενωθούν προκύπτει ένας κλάδος ΙΙΙης τάξης κ.ο.κ. Στην περίπτωση που συμβάλουν δύο κλάδοι διαφορετικής τάξης, ο κλάδος που προκύπτει διατηρεί τον αριθμό της μεγαλύτερης τάξης. Η περιοχή μελέτης με τις τάξεις του υδρογραφικού δικτύου απεικονίζεται στην εικόνα 20.

Πρώτος ο Horton (1932) υποστήριξε την άποψη ότι η ανάπτυξη κάθε υδρογραφικού δικτύου ακολουθεί ορισμένους φυσικούς νόμους. Διατύπωσε έτσι δύο νόμους που πρέπει να διέπουν την ανάπτυξη και διαμόρφωση των υδρογραφικών δικτύων όταν αυτά αναπτύσσονται σε μία περιοχή με σταθερές κλιματικές συνθήκες χωρίς τεκτονικές κινήσεις και με ενιαία λιθολογία.

Για την ποσοτική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου υπολογίστηκαν και επεξεργάστηκαν οι μορφομετρικές παράμετροι βάσει των νόμων του Horton που κρίθηκαν απαραίτητες για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε ότι αφορά την εξέλιξη του δικτύου και τη διερεύνηση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή μελέτης.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Υδροκρίτης 0ης Τάξης
 - Υδροκρίτης 1ης Τάξης
 - Υδροκρίτης 2ης Τάξης
 - Υδροκρίτης 3ης Τάξης
- Τάξεις Υδρογραφικού Δικτύου**
- Υδρογραφικό Δίκτυο 1ης Τάξης
 - Υδρογραφικό Δίκτυο 2ης Τάξης
 - Υδρογραφικό Δίκτυο 3ης Τάξης
 - Υδρογραφικό Δίκτυο 4ης Τάξης
 - Υδρογραφικό Δίκτυο Υπόλοιπης Περιοχής

Εικόνα 20: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής μελέτης

Πίνακας 6: Μετρούμενες μορφομετρικές παράμετροι, οι συμβολισμοί, και οι μονάδες μέτρησης για τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου

Μορφομετρικές παράμετροι που αφορούν το υδρογραφικό δίκτυο		
Παράμετρος	Συμβολισμός	Μονάδες μέτρησης
Τάξη κλάδου	(u)	-
Αριθμός κλάδων τάξης u	(Nu)	-
Μήκος Κλάδου	(Lu)	(m)

Ο πίνακας 6 περιλαμβάνει τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν, το συμβολισμό τους, καθώς και τις μονάδες μέτρησης κάθε μιας από αυτές. Οι κλάδοι των φυσικών υδατορευμάτων που αποχετεύουν τα νερά της επιφανειακής απορροής, αποτελούν ένα οργανωμένο δίκτυο, το υδρογραφικό δίκτυο. Οι κλάδοι αυτοί παρουσιάζουν ποικιλία χαρακτηριστικών με διατομές που προοδευτικά αυξάνονται, ξεκινώντας από τα τελευταία μικρορυάκια του αναγλύφου και καταλήγοντας στο υδατόρευμα που συγκεντρώνει την απορροή του συνόλου της λεκάνης. Όλοι οι κλάδοι συνδέονται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο ώστε οι πιο κατάντη, να δέχονται την απορροή των πιο ανάντη. Ο πρώτος νόμος του Horton ονομάζεται και νόμος του αριθμού των κλάδων και αναφέρετε στη σχέση του αριθμού των κλάδων κάθε τάξης ενός υδρογραφικού δικτύου.

Ο λόγος διακλαδώσεων (bifurcation ratio), ορίζεται ως ο λόγος του αριθμού των τμημάτων τάξης i ενός ποταμού, προς τον αριθμό των τμημάτων τάξης $i + 1$.

$$R_b = N_i / N_{i+1}$$

Αν θέσουμε Ω την μέγιστη τάξη που φτάνει ο κάθε ποταμός, τότε το i λαμβάνει τιμές από 1 μέχρι $\Omega - 1$. Ο Horton έδειξε ότι για κάθε λεκάνη απορροής, ο λόγος αυτός παραμένει πρακτικώς σταθερός. Ένα τμήμα τάξης $i > 1$ μπορεί να αποτελείται από αρκετά επιμέρους τμήματα ίδιας τάξης (τμήματα με την περιορισμένη έννοια, από κόμβο σε κόμβο). Δηλαδή ο όρος “τμήμα” στον παραπάνω ορισμό, έχει την ευρύτερη έννοια ενός τμήματος τάξης i που ξεκινάει από κάπου και τελειώνει όταν συναντήσει ένα τμήμα ίδιας ή μεγαλύτερης τάξης.

Για την διερεύνηση της σχέσεις μεταξύ του αριθμού των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου ποταμού μετρήθηκε ο αριθμός των κλάδων ανά τάξη (Nu) και υπολογίστηκαν οι λόγοι διακλάδωσης (R_b), ο ιδανικός αριθμός κλάδων κάθε τάξης και τα ποσοστά απόκλισης των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές (Πίνακας 7)

Πίνακας 7: Μετρούμενες μορφομετρικές παράμετροι για τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου

1ος Νόμος Horton	ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Αριθμός κλάδων τάξης I	10		65		50		27		61		29		8		1		12		204	
Αριθμός κλάδων τάξης II	3		12		11		7		14		7		3		-		4		52	
Αριθμός κλάδων τάξης III	1		2		3		4		2		3		2		-		1		10	
Αριθμός κλάδων τάξης IV	-		2		1		-		8		-		-		-		-		3	
Λόγος διακλάδωσης Rb	3,33		5,42		4,55		3,86		4,36		4,14		2,67		-		3,00		3,92	
	3,00		6,00		3,67		1,75		7,00		2,33		1,50		-		4,00		5,20	
	-		1,00		3,00		-		0,25		-		-		-		-		3,33	
Μέσος λόγος διακλάδωσης Rb μέσο	3,17		4,14		3,74		2,80		3,87		3,24		2,08		-		3,5		4,15	
Ιδανική τιμή	10,03	10	141,80	142	52,20	52	31,44	31	463,34	463	31,46	31	8,68	9	-	12,25	12	214,75	215	
	3,17	3	34,26	34	13,97	14	11,21	11	119,76	120	9,71	10	4,17	4	-	3,50	3	51,72	52	
	1,00	1	8,28	8	3,74	4	4,00	4	30,95	31	3,00	3	2,00	2	-	1,00	1	12,46	12	
	-	-	2,00	2	1,00	1	-	-	8,00	8	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	3
Απόκλιση % από την ιδανική τιμή	0,00		-54,23		-3,85		-14,12		-86,83		-6,45		-11,11		-		0,00		-5,12	
	0,00		-64,71		-21,43		-37,58		-88,33		-30,00		-25,00		-		33,33		0,00	
	0,00		-75,00		-25,00		0,00		-93,55		0,00		0		-		0,00		-16,67	
	-		0,00		0,00		-		0,00		-		-		-		-		0,00	

Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνετε ότι οι κλάδοι Ιης τάξης δικτύου είναι αριθμητικά λιγότεροι από τους ιδανικούς σε όλες σχεδόν τις λεκάνες απορροής όπου και συμπεραίνεται ότι το υδρογραφικό δίκτυο της πρώτης τάξης, δεν έχει προλάβει να αποκτήσει την ιδανική ανάπτυξη από πλευράς πλήθους κλάδων. Από αυτό προκύπτει ότι το δίκτυο των κλάδων Ι τάξης είναι σε εξέλιξη και βρίσκεται σε στάδιο νεότητας. Στο υδρογραφικό δίκτυο 9 φαίνεται ότι οι πρώτης τάξεως κλάδοι έχουν αποκτήσει ιδανική τιμή. Το νότιο τμήμα του δικτύου που αναπτύσσεται στους Αλπικούς σχηματισμούς δεν έχει διαμορφώσει κλάδους Ιης τάξης. Αντίθετα το νεώτερο δίκτυο που εξελίσσεται σε Πλείο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις έχει πολλούς Ιης τάξης κλάδους.

Επίσης, παρατηρείται ότι οι κλάδοι ΙΙης και ΙΙΙης τάξης παρουσιάζουν αρνητικές τιμές, άρα δεν έχει προλάβει να αποκτήσει την ιδανική ανάπτυξη από πλευράς πλήθους κλάδων. Αντίθετα παρατηρείται ότι οι κλάδοι ΙΙης και ΙΙΙης τάξης στο υδρογραφικό δίκτυο 9 παρουσιάζουν θετικές αποκλίσεις από τις ιδανικές τιμές. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι ένα τμήμα των λεκανών απορροής των κλάδων αυτών αποτελούσε υπόλειμμα παλαιότερου υδρογραφικού δικτύου, που μεταγενέστερα ακολούθησε την αναγεννητική εξέλιξη της περιοχής εκβαθύνοντας τις κοίτες τους και διατηρώντας τις λεκάνες απορροής. Επίσης οι θετικές αποκλίσεις των ΙΙης και ΙΙΙης τάξης κλάδων μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι αρκετοί από αυτούς αναπτύσσονται σε σχηματισμούς που είναι αδιαπέραστοι αποκτώντας μεγάλα μήκη.

Το υδρογραφικό δίκτυο 1 έχει μηδενικές αποκλίσεις και αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι αποτελούσε υπόλειμμα παλαιότερου υδρογραφικού δικτύου που μεταγενέστερα ακολούθησε την αναγεννητική εξέλιξη της περιοχής εκβαθύνοντας τις κοίτες τους και διατηρώντας την λεκάνη απορροής.

Πολλοί κλάδοι πρώτης τάξης απορρέουν απευθείας σε κλάδους τρίτης και τέταρτης τάξης γεγονός που προκαλεί ανωμαλίες στην διαδοχική κατά τάξη απορροή του δικτύου.

Ο δεύτερος νόμος του Horton λέει ότι : ο λόγος των μηκών (length ratio), ορίζεται ως ο λόγος του μέσου συνολικού μήκους των τμημάτων τάξης $i + 1$, προς το μέσο συνολικό μήκος των τμημάτων τάξης i .

$$R_L = \bar{L}_{i+1} / \bar{L}_i$$

όπου το μέσο συνολικό μήκος των τμημάτων τάξης i δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{L}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} L_{j,i}$$

όπου N_i ο αριθμός των τμημάτων τάξης i . Και αυτός ο λόγος παραμένει πρακτικώς σταθερός για μία συγκεκριμένη λεκάνη. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι ως $L_{j,i}$ συμβολίζουμε το μήκος του τμήματος τάξης i μετρούμενο από το αρχικό ανάντη τμήμα του υδρογραφικού δικτύου.

Από το κατάντη πέρας του τμήματος που μας ενδιαφέρει προχωράμε ανάντη, ακολουθώντας το τμήμα με τη μέγιστη κάθε φορά τάξη, μέχρι το πιο απομακρυσμένο τμήμα τάξης 1.

Ο δεύτερος νόμος του Horton, αναφέρεται στο μήκος των κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου. Η εφαρμογή του νόμου οδήγησε σε παρατηρήσεις σχετικά με τη σχέση μεταξύ του μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης.

Σύμφωνα με το 2^ο νόμο: Τα μέσα μήκη των διαδοχικά μεγαλύτερης τάξης κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου τείνουν να σχηματίσουν μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία, της οποίας πρώτος όρος είναι το μέσο μήκος των κλάδων πρώτης τάξης και λόγος, ο λόγος του μήκους (Κ. Παυλόπουλος, Ε. Καρύμπαλης, 2003). Για τη διερεύνηση της σχέσης αυτής κατασκευάστηκαν ο Πίνακας 8 ο οποίος περιλαμβάνει τα μέσα «καθαρά» μήκη των κλάδων ανά τάξη, τους λόγους μήκους (RL) και τις αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές κατά Horton.

Πίνακας 8: Σχέση μεταξύ του μέσου «καθαρού» μήκους των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των ιδανικών τιμών κατά Horton ανά τάξη

2ος Νόμος Horton	ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Μέσο μήκος κλάδων Lu (m) τάξης I	457,40	373,49	394,55	207,61	245,66	205,36	288,88	883,77	249,32	259,57
Μέσο μήκος κλάδων Lu (m) τάξης II	256,49	598,89	981,60	669,45	762,49	456,12	356,15	–	296,70	621,07
Μέσο μήκος κλάδων Lu (m) τάξης III	3536,99	2047,14	433,51	1635,59	1398,53	1186,98	898,74	–	1348,14	1449,43
Μέσο μήκος κλάδων Lu (m) τάξης IV	–	5317,56	5417,98	–	1427,00	–	–	–	–	3908,92
Λόγος μήκους (RL)	0,56	1,60	2,49	3,22	3,10	2,22	1,23	–	1,19	2,39
	13,79	3,42	0,44	2,44	1,83	2,60	2,52	–	4,54	2,33
	–	2,60	12,50	–	1,02	–	–	–	–	2,70
Μέσος λόγος μήκους (RL mean)	7,18	2,54	5,14	2,83	1,99	2,41	1,88	–	2,87	2,47
Ιδανικό μήκος κλάδων (m)	457,40	373,49	394,55	207,61	245,66	205,36	288,88	–	249,32	259,57
	3281,97	948,56	2028,97	588,35	487,91	495,26	542,57	–	714,77	642,29
	23549,19	2409,12	10434,05	1667,28	969,05	1194,44	1019,03	–	2049,18	1589,31
	–	6118,60	53657,43	–	1924,64	–	–	–	–	3932,65
Απόκλιση % από την ιδανική τιμή	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	–	0,00	0,00
	-92,18	-36,86	-51,62	13,78	56,28	-7,90	-34,36	–	-58,49	-3,30
	-84,98	-15,03	-95,85	-1,90	44,32	-0,62	-11,80	–	-34,21	-8,80
	–	-13,09	-89,90	–	-25,86	–	–	–	–	-0,60

Από την σύγκριση του μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη με τις ιδανικές τιμές κατά Horton παρατηρείται ότι υπάρχει μεγάλη αρνητική απόκλιση των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές. Οι αρνητικές αποκλίσεις που εμφανίζουν σχεδόν όλες οι τάξεις δείχνουν ότι το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης βρίσκεται σε στάδιο νεότητας. Για τις αρνητικές αποκλίσεις του υδρογραφικού δικτύου ευθύνονται η γεωλογική, η τεκτονική και η λιθολογική δομή της περιοχής. Πιθανώς όμως να ευθύνεται και η μέση τιμή των κλάδων πρώτης, δεύτερης και τρίτης τάξης που αναπτύσσονται στο νότιο τμήμα της λεκάνης, που αποκτούν μεγαλύτερο μήκος από τους αντίστοιχους που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα αυτής. (υδρογραφικό δίκτυο 10)

Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το υδρογραφικό δίκτυο 4 και 5 όπου έχει θετικές αποκλίσεις. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι αποτελεί υπόλειμμα παλαιότερου υδρογραφικού δικτύου, που μεταγενέστερα ακολούθησε την αναγεννητική εξέλιξη της περιοχής εκβαθύνοντας τις κοίτες τους και διατηρώντας την λεκάνη απορροής.

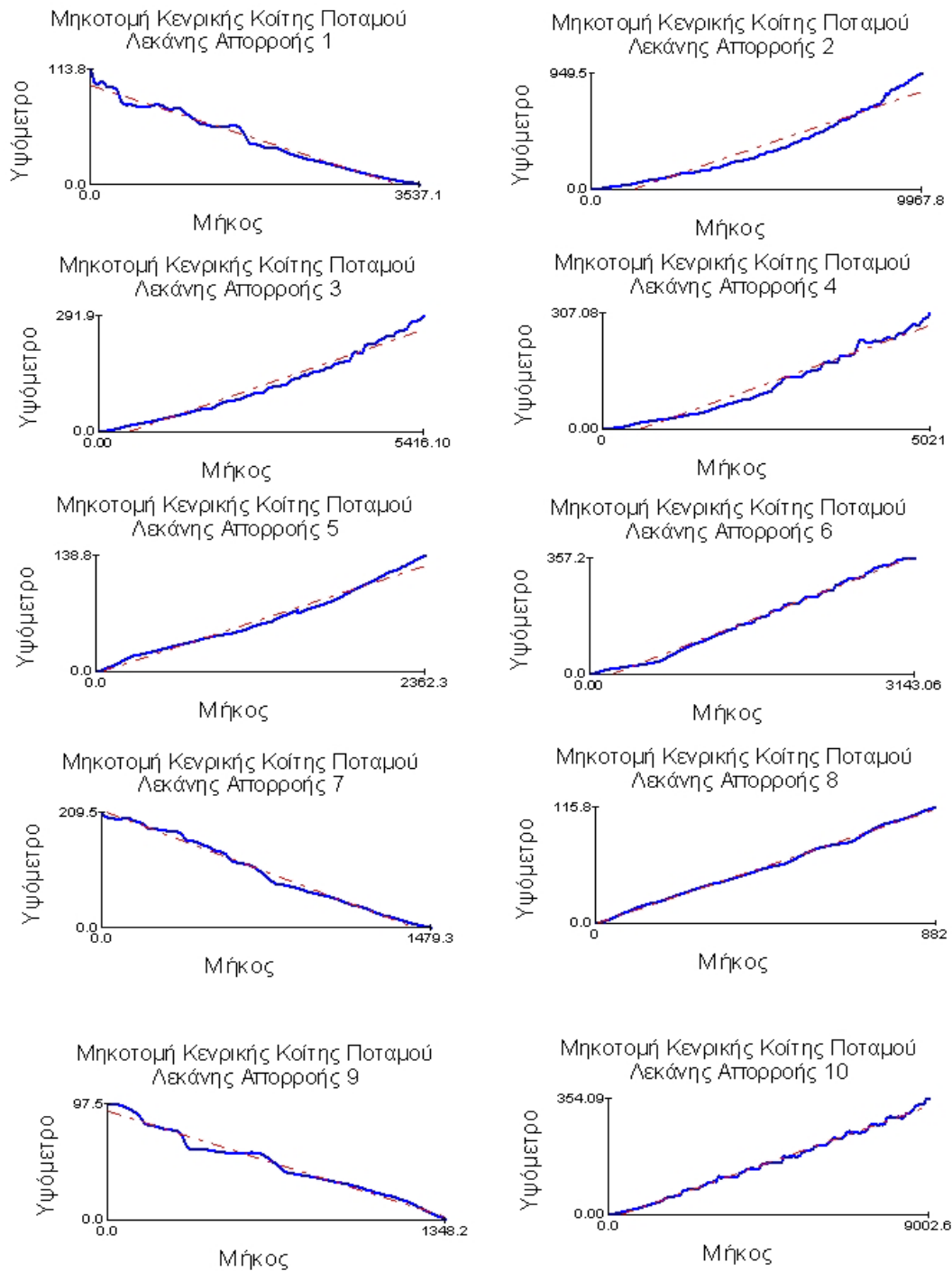
Σημαντικό ποσοστό μήκους κλάδων Ιης , ΙΙης και ΙΙΙης τάξης απορρέει απευθείας στην κεντρική κοίτη του ποταμού. Την μεγαλύτερη απόκλιση παρουσιάζουν οι κλάδοι της ΙΙΙης τάξης του υδρογραφικού δικτύου 3 (-95,85%). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι κλάδοι αυτοί συμβάλλουν απευθείας με την κεντρική κοίτη του ποταμού που είναι ΙVης τάξης και δεν έχουν προλάβει να αποκτήσουν ικανοποιητικό μήκος.

Η ένταση των διεργασιών διάβρωσης και απόθεσης κατά μήκος των ποταμών εξαρτάται εκτός από την κλίση της κοίτης και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής όπως τη βλάστηση, τη λιθολογία, την παροχή και στερεοπαροχή του ποταμού στη συγκεκριμένη θέση και άλλα (Καρύμπαλης Ε., 2003).

Στον παρακάτω πίνακα έχουν υπολογιστεί οι μέσες κλίσεις των 10 κύριων ποταμών της περιοχής μελέτης. (Εικόνα 21, Πίνακας 9) Παρατηρείται ότι την μικρότερη κλίση την έχει ο κεντρικός ποταμός της λεκάνης απορροής 1 (1,84°) και την μεγαλύτερη ο κεντρικός ποταμός της λεκάνης απορροής 7 (8,06°). Ο υπολογισμός της μέσης τιμής έγινε προσεγγιστικά, αφού πρώτα προσαρμόστηκε στην κάθε μηκοτομή των ποταμών η βέλτιστη ευθεία όπως φαίνεται στην εικόνα 21.

Πίνακας 9: Μέσες κλίσεις κεντρικών ποταμών

	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Μέση Κλίση Κεντρικών Ποταμών σε Μοίρες	1,84	5,44	3,08	3,50	3,36	6,48	8,06	7,48	4,14	2,25



Εικόνα 21: Γραφικές παραστάσεις μηκотоμών κεντρικών ποταμών

5.2.4 Σύνθεση μηχανισμού τροφοδοσίας

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης είναι σύνθετο ως προς την μορφή, αποτελείται από 10 λεκάνες απορροής, 10 υδρογραφικά δίκτυα και υδροκρίτες μέχρι 3^{ης} τάξης. Οι κεντρικές κοίτες του υδρογραφικού δικτύου έχουν διεύθυνση ροής από τα νοτιοανατολικά προς τα βόρειο - δυτικά και στη συνέχεια εκβάλλουν βόρεια στον Κορινθιακό κόλπο και στον Πατραϊκό κόλπο. Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη φυτοκάλυψη και έντονες κλίσεις στο ορεινό τμήμα που παίρνουν τιμές από 7° έως 40°, με εξαίρεση κάποια τμήματα όπου οι κλίσεις έχουν τιμές μεταξύ 40° έως και 70°. Η παράκτια ζώνη αποτελεί τμήμα ήπιας κλίσης με τιμές που κυμαίνονται από 0° έως 7°, με μήκος ζώνης περίπου 2km από την ακτογραμμή στο μεγαλύτερο τμήμα της. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που κυριαρχούν στην περιοχή είναι μάργες, άργιλοι, ασβεστόλιθοι, κερατόλιθοι, και σε μικρότερο ποσοστό ψαμμίτες. Η παράκτια ζώνη αποτελείται από σύγχρονες προσχώσεις και κώνους κορημάτων. (Εικόνα 22)

Το βόρειο και ανατολικό τμήμα της λεκάνης αποστραγγίζεται από ένα καλά ανεπτυγμένο δίκτυο με κύριο χαρακτηριστικό το μεγάλο αριθμό κλάδων σχετικά μικρού μήκους. Η καλή ανάπτυξη στην περιοχή αυτή είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και τις αλληλεπιδράσεις τους με τους λιθολογικούς και τεκτονικούς παράγοντες. Αφ' ενός υπάρχει πλούσια τροφοδοσία νερού από τις συχνές βροχοπτώσεις και αφετέρου η παρουσία εναλλαγών στρωμάτων από μάργες, αργίλους, αδρομερείς άμμους, λεπτόκοκκους ψαμμίτες και κροκαλοπαγή ισχυρής συνοχής, εμφανίζουν μικρή υδροπερατότητα που προκαλεί αύξηση της επιφανειακής απορροής δημιουργώντας κλάδους που συνδέονται μεταξύ τους με ακανόνιστη διακλάδωση και σχηματίζουν ένα υδρογραφικό δίκτυο που μπορεί να χαρακτηριστεί ως δενδρικό.

Στο νότιο τμήμα της λεκάνης του Βολιναίου, το δίκτυο που αποστραγγίζει τις βόρειες πλαγιές του όρους Παναχαϊκό είναι επηρεασμένο από την μεγάλη κλίση του αναγλύφου, την τεκτονική δομή στην περιοχή και τις λιθολογικές ιδιαιτερότητες. Η ύπαρξη δύο ρηγμάτων με διεύθυνση ανατολή-δύση και δύο άλλων ρηγμάτων με διεύθυνση Νοτιοδυτικά - Βορειοανατολικά τα οποία τέμνονται δημιουργούν ένα βύθισμα στη Νοτιοδυτική πλευρά της λεκάνης και έχουν βοηθήσει την ανάπτυξη πλευρικών κορημάτων στις παρυφές του όρους Παναχαϊκό. Και οι εναλλαγές σχηματισμών όπως πελαγικοί ασβεστόλιθοι, μικρολατιποπαγείς ασβεστόλιθοι με

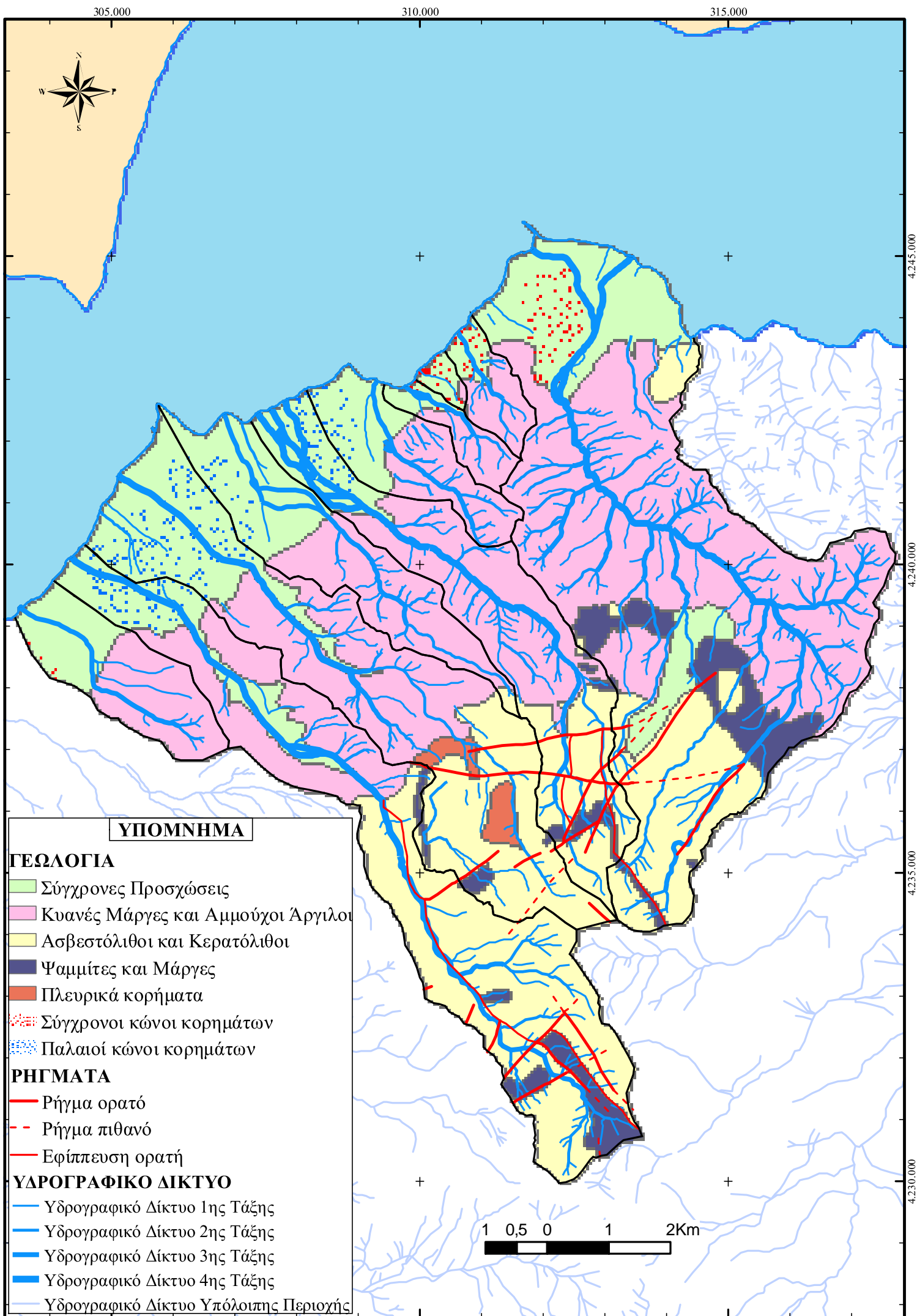
πυριτικό υλικό, ρουδίστες, φλύσχη και κερατόλιθον δημιουργούν ένα υδρογραφικό δίκτυο παράλληλου τύπου το οποίο είναι αισθητά αραιότερο, με μεμονωμένους κλάδους μικρών τάξεων, μεγάλου μήκος (Εικόνα 22). Ο ένας κλάδος τρίτης τάξης ακολουθεί την διεύθυνση του ρήγματος που αναπτύσσεται στην περιοχή αυτή της λεκάνης. (Κατσέλης Σ., 2007)

Το βορειοδυτικό τμήμα αποστραγγίζεται από ένα υδρογραφικό δίκτυο παράλληλης μορφής. Ο παράλληλος τύπος δικτύων εμφανίζεται σε περιοχές με εμφανείς κλίσεις κλιτύων ή εκεί όπου η γεωλογική δομή υποχρεώνει τον σχηματισμό κλάδων σε κανονικά διαστήματα με σχεδόν παράλληλη διάταξη (Schum S.1977). Ο συνδυασμός των διαπερατών – αδιαπεραστων σχηματισμών κυανούχων μάργων και αργίλων και κροκαλοπαγών βοήθησε την ανάπτυξη ποτάμιων ρευμάτων παράλληλης μορφής που συμβάλουν με την κεντρική κοίτη των ποταμών.

Στις βορειοανατολικές περιοχές οι σχηματισμοί είναι ηλικίας Πλειόκαινου – Πλειστόκαινου και αποτελούνται από εναλλαγές περατών, ημιπερατών και στεγανών στρωμάτων. Τα στρώματα αυτά όπως έχει ήδη αναφερθεί αποτελούνται από μάργες, αργίλους, λεπτόκοκκους ψαμμίτες, αδρομερείς άμμους και κροκαλοπαγή. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής αυτής μπορεί να χαρακτηριστεί ως παράλληλης μορφής. Η γεωλογική και τεκτονική δομή έχει επιδράσει αναγκάζοντας πολλούς κλάδους μικρών τάξεων να συμβάλουν, σχεδόν σε ορθή γωνία με το κύριο ποτάμιο ρεύμα. Στο μεγαλύτερο μήκος της κοίτης των ποταμών παρατηρούνται αρκετοί κλάδοι πρώτης τάξης να συμβάλουν απ' ευθείας στο κύριο ποτάμιο ρεύμα.

Στα δυτικά της περιοχής μελέτης αναπτύσσονται υδρογραφικά δίκτυα παράλληλης μορφής μεγάλου μήκους όπου οι κύριοι κλάδοι συνδέονται με κλάδους μικρότερης τάξης υπό οξείες γωνίες. Η δημιουργία παράλληλων μορφών δικτύου συνδέεται με την ύπαρξη συμπαγών σκληρών πετρωμάτων (ασβεστόλιθοι, κερατόλιθοι, ψαμμίτες, μάργες, αμμούχοι άργιλοι) με μικρή υδροπερατότητα.

Το μεγαλύτερο μήκος κεντρικής κοίτης ποταμού παρατηρείται στο Βελβιτσάνο ποταμό μήκους 10km το οποίο εφάπτεται σε ρήγμα εφίπλευσης, δηλαδή η διεύθυνση του ρήγματος καθόρισε τη γραμμή της κοιλάδας και την διεύθυνση του συστήματος αποστράγγισης. Σε άλλες περιπτώσεις παρατηρείται ρεύματα να ακολουθούν δρόμους ζίκ-ζάκ λόγω της συνάντησης τους με τα ρήγματα και περιπτώσεις ρεύματα να εφάπτονται με όρια γεωλογικών σχηματισμών (νότιο τμήμα περιοχής).



Εικόνα 22 : Γεωλογικός χάρτης και υδρογραφικό δίκτυο λεκάνης απορροής

6. Μηχανισμός διευθέτησης των φερτών υλών

6.1 Ανεμολογικό και Κυματικό καθεστώς

Η κυκλοφορία των επιφανειακών νερών του κόλπου κυριαρχείται από τη χροανοειδή κίνηση τόσο του ανέμου όσο και των νερών διαμέσου του στενού του Ρίου – Αντίρριου και του δυτικού και ανατολικού κόλπου. Από πλευράς παλιρροιακών συνθηκών σύμφωνα με την Υδρολογική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού (1991) το μέσο εύρος παλίρροιας στον κόλπο είναι 15cm. Εντούτοις τα ρεύματα παλίρροιας στο δυτικό άκρο του κόλπου μεταξύ των Ακρωτηρίων Δρέπανου και Μόρνου φθάνουν σε ταχύτητες μεγαλύτερες από 10dc/sec. Το σημαντικό ύψος κύματος στην περιοχή είναι της τάξης του 1.5m.

Οι άνεμοι του δυτικού τομέα (ΝΔ, Δ, ΒΔ) έχουν συνολική συχνότητα πνοής 28,29% ενώ αυτοί του ανατολικού τομέα (ΒΑ, Α, ΝΑ) παρουσιάζουν συχνότητα πνοής 21,09% σύμφωνα με τα στοιχεία του σταθμού της ΕΜΥ στη Πάτρα. Οι νότιοι άνεμοι εκπροσωπούνται με μικρές συχνότητες. Κυρίαρχες διευθύνσεις ανέμων από τα στοιχεία του σταθμού της ΕΜΥ στην Άραξο είναι οι άνεμοι του δυτικού τομέα (ΝΔ, Δ, ΒΔ) με ποσοστό 24,25%, μαζί με τους ανέμους του ανατολικού τομέα (ΒΑ, Α, ΝΑ) με συνολική συχνότητα πνοής 29,56%, (Εικόνα 23, Πίνακας 10).

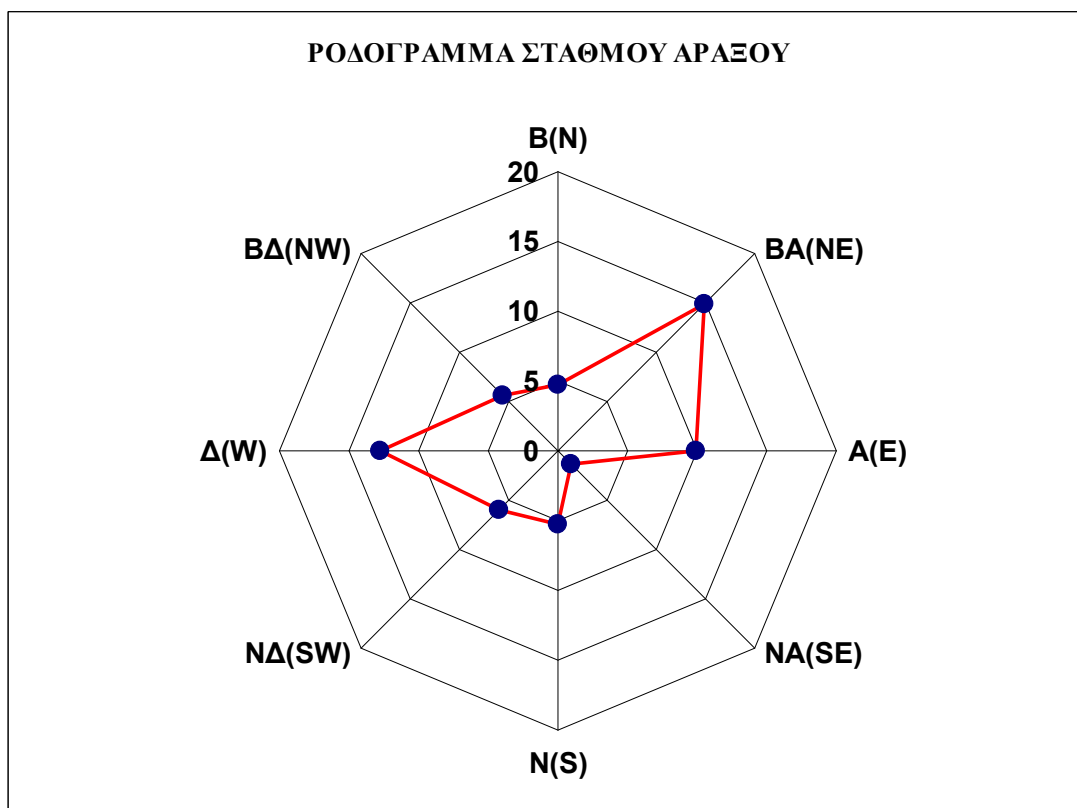
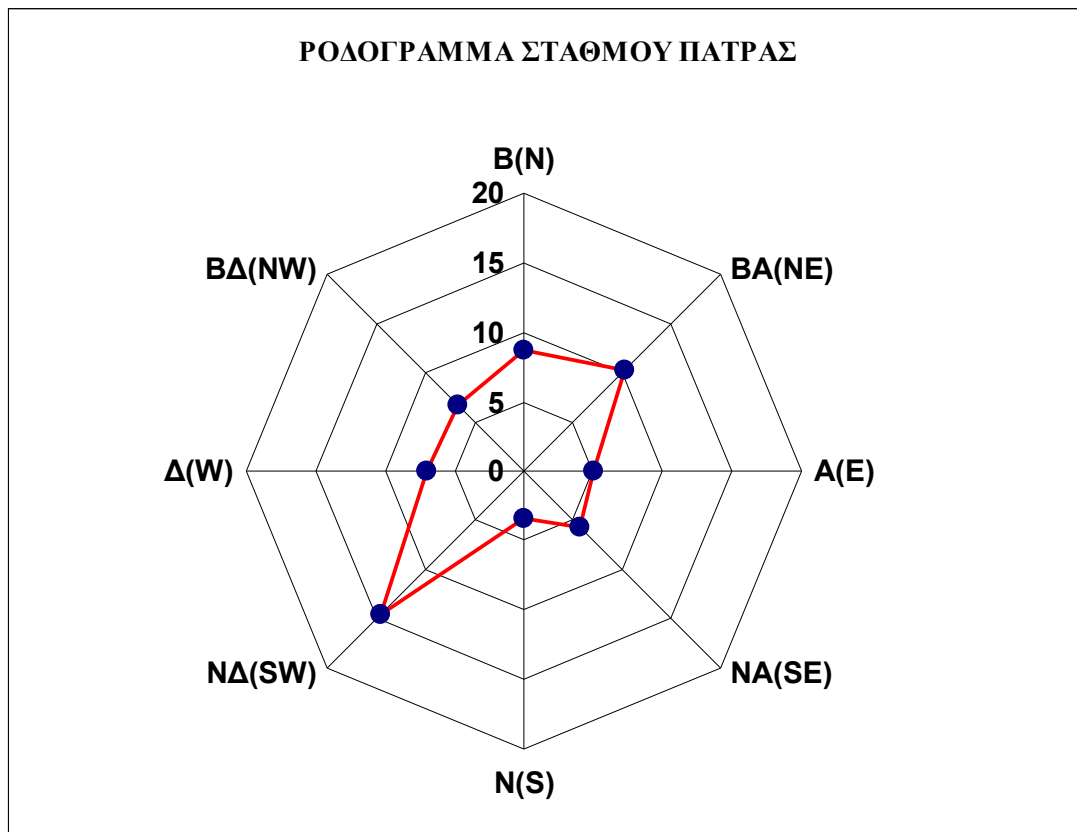
Το δυτικό τμήμα της ακτογραμμής δέχεται την επίδραση κυρίως των ΝΔ ανέμων, μέχρι 7 μποφόρ, οπότε δημιουργούν κυματισμούς με έντονη παράκτια μεταφορική ικανότητα και διάβρωση της ακτογραμμής.

Το μήκος ανάπτυξης των κυμάτων από τα ανατολικά είναι αρκετά μεγαλύτερο από ότι στα ΝΝΔ διότι τα στενά του Ρίο ελαχιστοποιούν το πέρασμα των κυμάτων από τον Πατραϊκό στον Κορινθιακό κόλπο. Εξαιτίας αυτού οι ακτογραμμές που είναι προσανατολισμένες προς την ανατολή είναι εκτεθειμένες σε μεγάλα μήκη ανάπτυξης κυμάτων και σε περιοδικά επίμονες μεγάλες εντάσεις ανέμων σε αντίθεση με τα μικρά μήκη ανάπτυξης κυμάτων και μικρής διάρκειας ισχυρούς ανέμους που πλήττουν τις ακτές που είναι προσανατολισμένες προς τα δυτικά (D. Piper , et. al., 1982).

Πίνακας 10: Συγκεντρωτικά ανεμολογικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό της Πάτρας και του Αράξου για την περίοδο από το 1955 έως το 2002 (Στοιχεία της EMY)

STATION ΠΑΤΡΑ										
	B(N)	BA(NE)	A(E)	NA(SE)	N(S)	NΔ(SW)	Δ(W)	ΒΔ(NW)	MET.NHN	ΑΘΡ
B/ts									VRB-CLM	SUM
v=										
0									38,481	38,481
1	1,602	3,332	3,523	3,772	1,311	3,169	2,188	2,039	0,000	20,9360
2	2,606	3,757	1,018	1,551	1,110	4,934	3,068	2,604	0,000	20,6480
3	2,213	1,886	0,317	0,279	0,578	3,671	1,145	1,525	0,000	11,6140
4	1,470	0,871	0,111	0,101	0,308	1,783	0,473	0,435	0,000	5,5520
5	0,641	0,316	0,048	0,024	0,100	0,695	0,094	0,104	0,000	2,0220
6	0,152	0,140	0,036	0,006	0,027	0,220	0,054	0,039	0,000	0,6740
7	0,012	0,003	0,000	0,000	0,006	0,024	0,015	0,006	0,000	0,0660
8	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,0060
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000
10	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0030
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000
SUM	8,699	10,308	5,053	5,733	3,440	14,496	7,040	6,752	38,481	100,00

STATION ΑΡΑΞΟΣ										
	B(N)	BA(NE)	A(E)	NA(SE)	N(S)	NΔ(SW)	Δ(W)	ΒΔ(NW)	MET.NHN	ΑΘΡ
B/ts									VRB-CLM	SUM
v=										
0									39,476	39,476
1	0,298	0,282	0,587	0,217	0,344	0,391	0,354	0,289	0,002	2,7640
2	2,259	3,443	2,996	0,611	1,867	2,734	5,445	2,852	0,200	22,4070
3	1,449	4,527	2,772	0,315	1,601	1,661	5,025	1,836	0,002	19,1880
4	0,624	4,598	2,159	0,116	0,927	0,870	1,567	0,498	0,000	11,3590
5	0,122	1,393	0,903	0,024	0,304	0,176	0,252	0,092	0,000	3,2660
6	0,023	0,527	0,336	0,005	0,143	0,074	0,074	0,015	0,000	1,1970
7	0,004	0,105	0,083	0,004	0,021	0,010	0,018	0,011	0,000	0,2560
8	0,001	0,028	0,033	0,000	0,008	0,000	0,005	0,003	0,000	0,0780
9	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0060
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,0040
11	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0010
SUM	4,780	14,906	9,873	1,292	5,217	5,916	12,742	5,596	39,680	100,00

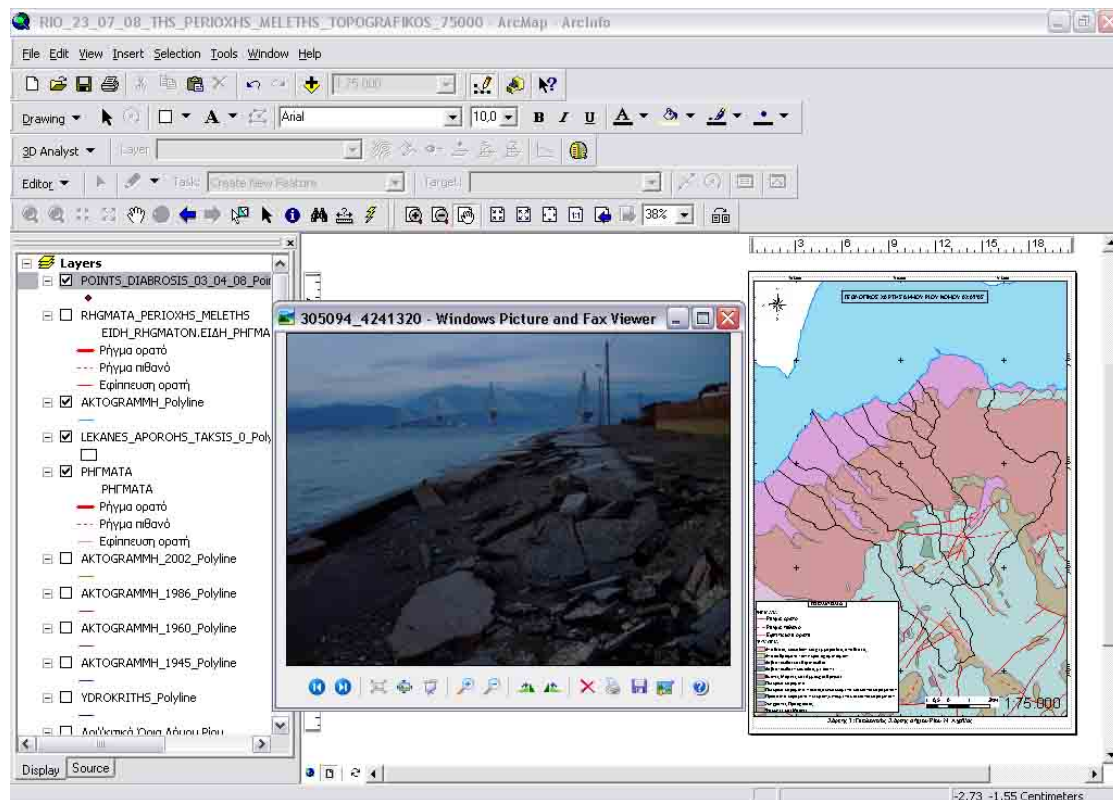


Εικόνα 23: Αποτύπωση σε ροδόγραμμα των συγκεντρωτικών ανεμολογικών στοιχείων από τον μετεωρολογικό σταθμό της Πάτρας και του Άραξου για την περίοδο από το 1955 έως το 2002 (Στοιχεία της ΕΜΥ)

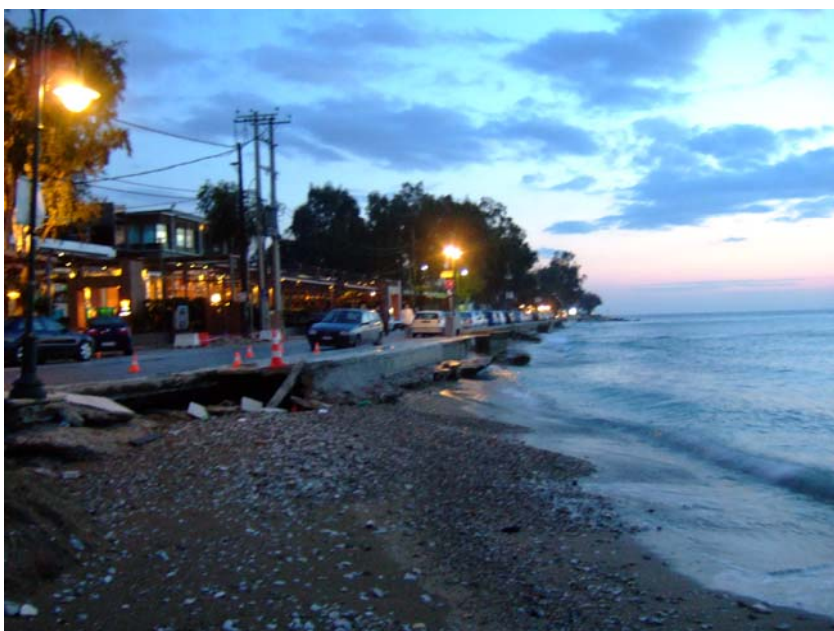
6.2 Διευθέτηση φερτών υλών

Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι δυτικοί, νοτιοδυτικοί και ανατολικοί, βορειοανατολικοί. Λόγω της υπό γωνία πρόσπτωσης των κυματισμών στην παραλία αλλά και του φαινομένου της περίθλασης των κυματισμών έχουμε διευθέτηση των φερτών υλών προς αυτές τις κατευθύνσεις και κάποιες φορές διάβρωση ακτών όταν τα καιρικά φαινόμενα είναι έντονα και διαρκή στο χρόνο.

Κατά την διάρκεια μιας τέτοιας περιόδου στις 2-3 Απριλίου του 2008 είχαμε ένα τέτοιο συμβάν με σημαντική διάβρωση των ακτών ύστερα από άσχημο καιρό και την δημιουργία σφοδρών κυματισμών. Οι εικόνες του φαινομένου αφού περάστηκαν στο σύστημα, συνδέθηκαν με την γεωγραφική τους θέση. (Εικόνες 24,25)



Εικόνα 24:Εικόνα του συστήματος



Εικόνα 25: Εικόνες που δείχνουν την διάβρωση των ακτών στην περιοχή του Ρίου κατά την διάρκεια των έντονων καιρικών φαινομένων της περιόδου 2-3 Απριλίου 2008 (Προσωπική λήψη φωτογραφιών, Απρίλιος 2008)

7. Περιγραφή των ακτών - Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και επιπτώσεις

Τα ιζήματα της παραλίας συνίστανται από υλικά ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης, από αδρομερή άμμο μέχρι κροκάλες αρκετών εκατοστών.(Εικόνα 26). Η παραλία δέχεται επίδραση από την ξηρά μέσω του υδρογραφικού δικτύου(Εικόνα 27) της περιοχής το οποίο διατρέχει τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής (μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή, πλειο-πλειστοκαινικής περιόδου) και έχουν αποτελέσει σε όλη την περίοδο την πηγή τροφοδοσίας των ακτών με ψαθυρά υλικά.



Εικόνα 26: Η αμμοκροκαλώδης σύσταση των ιζημάτων της υποαέριας παραλίας της περιοχής



Εικόνα 27: Χάρτης Google με λεκάνες απορροής και υδρογραφικό δίκτυο

Αυτά τα υλικά όπου ο μηχανισμός διευθέτησης τους εξαρτάται, από μεταβολές του ανεμολογικού καθεστώτος (Νοτιοδυτικοί και Βορειοανατολικοί άνεμοι), που κατευθύνει την δράση του κυματισμού στην περιοχή και ο οποίος λειτουργεί σαν ισορροπιστικός παράγοντας για τη δυναμική των ακτών, έχουν σχηματίσει την αμμοκροκαλώδη παραλία της ακτής. (Εικόνα 26). Αυτές οι φυσικές διεργασίες δρουν και διαμορφώνουν την παραλία της περιοχής σε μια γενικά ισορροπημένη κατάσταση. Την ισορροπημένη αυτή κατάσταση έχει διαταράξει ο άνθρωπος με διάφορες παρεμβάσεις, που έφεραν αρνητικά αποτελέσματα.

Ποιες είναι αυτές οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και πως αυτές επέδρασαν ώστε να διαταραχθεί η δυναμική ισορροπία των ακτών στην περιοχή;

- Η επέκταση του δομημένου περιβάλλοντος στις ακτές της πόλης του Ρίου είχε σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του φυσικού συστήματος, την εξαφάνιση των μικρών ποταμοχειμάρρων που τροφοδοτούσαν τις ακτές με φερτές ύλες από την αποσάθρωση των πλειο-πλειστοκαινικών σχηματισμών του γεωλογικού υποβάθρου της περιοχής. Λόγω της δόμησης οι διατομές κατά μήκος των ποταμών μειωθήκαν αισθητά, κάτι το οποίο διαπιστώνεται από τις αεροφωτογραφίες της περιοχής, με συνέπεια να διαταραχθεί το ισοζύγιο των φερτών υλών. (Εικόνα 28)

Επίσης από τις αεροφωτογραφίες του Βολιναίου είναι εμφανές ότι έχει εξαφανισθεί το δυτικό τμήμα του λόγω της αστικοποίησης της περιοχής και επομένως συνεισφέρει φερτές ύλες μόνο το ανατολικό τμήμα του ποταμού. (Εικόνα 29)

- Η χωρίς σχεδιασμό (ενίοτε και αυθαίρετη) κατασκευή εγκάρσιων προς την ακτή προβόλων (Εικόνα 30) για δημιουργία ευρύτερων παραλιών μπροστά από τα ξενοδοχειακά συγκροτήματα της δυτικής ακτής συντέλεσε στην ανάσχεση της παράκτιας μεταφοράς των υλικών. Η μείωση αυτής της τροφοδοσίας της ακτής με υλικά επέτρεψε στον κυματισμό να επεκτείνει την διαθρωτική του δράση και να διαβρώνει παλαιές αποθέσεις μειώνοντας το εύρος της παραλίας και φτάνοντας και μέχρι το οδικό τμήμα της παραλίας. (Εικόνα 33) Και αυτή η ενέργεια συντέλεσε στη διατάραξη του ισοζυγίου των υλικών της παραλίας και συνεισέφερε στην επίταση του φαινόμενου της διάβρωσης.

Εστιάζοντας στην περιοχή του Ρίου διακρίνουμε τον σχετικά πυκνοδομημένο χώρο της παράκτιας περιοχής (Εικόνα 30, 31). Στην εικόνα αυτή διακρίνεται καθαρά ότι κατά μήκος της δυτικής ακτής και γενικά στην παράκτια περιοχή έχουμε ένα εκτεταμένο δομημένο περιβάλλον μέχρι την εθνική οδό, με την ύπαρξη ξενοδοχειακών μονάδων κατά σειρά Hotel Tzaki, Hotel Achaia Beach, Hotel Porto

Rio (Εικόνα 30), κατοικιών αλλά και με τη γέφυρα Ρίου-Αντίρριου(Εικόνα 31). Παρατηρείται ότι οι διευθετήσεις των υδατορευμάτων στην περιοχή του Ρίου έχουν επηρεαστεί αισθητά στην παράλια ζώνη από την πολεοδόμηση της περιοχής(Εικόνα 32)



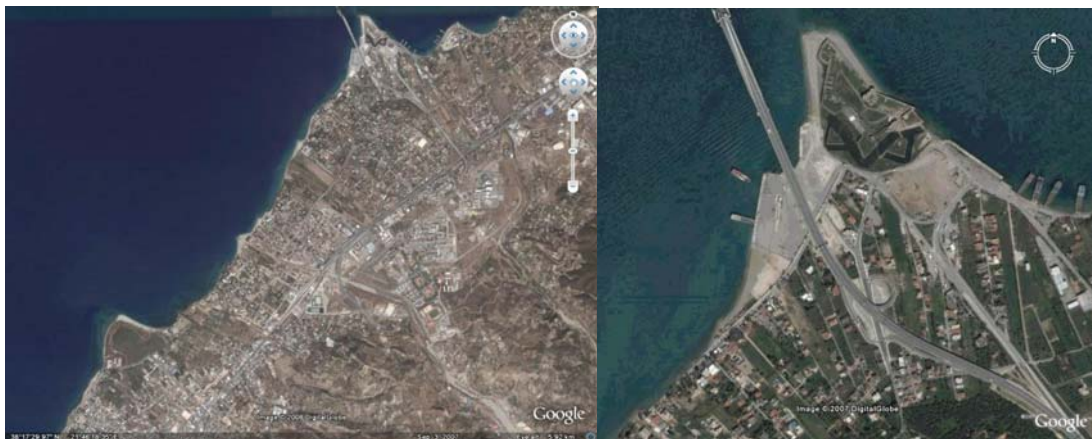
Εικόνα 28: Αεροφωτογραφία του 1945 και του 2002 όπου φαίνεται η μείωση της έκτασης του ποταμού Βελβιτσάνου



Εικόνα 29: Αεροφωτογραφία του 1945 και του 2002 για το Βολιναίο ποταμό



Εικόνα 30: Παράκτια ζώνη δυτικά της γέφυρας με τις ξενοδοχειακές μονάδες



Εικόνα 31: Αριστερά το Ρίο και δεξιά το κάστρο του Ρίου με την γέφυρα



Εικόνα 32:Κοίτες ποταμών

Το Ρίο μαζί με το Αντίρριο απέναντι στη Ν. Στερεά Ελλάδα σχηματίζουν μεταξύ τους το πορθμό Ρίου-Αντίρριου. (Εικόνα 34) Στα δυο ακρωτήρια καταλήγουν τμήματα της εθνικής οδού που συνδέει την Ήπειρο και τη Δ. Στερεά με τη Πελοπόννησο. Μεταξύ τους υπάρχει πορθμειακή σύνδεση και τα τελευταία χρόνια για την ένωση των δυο ακρωτηρίων δημιουργήθηκε μεγάλη εναέρια γέφυρα. Η παράκτια περιοχή της γέφυρας χαρακτηρίζεται από την επιβλητικότητα του έργου και από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις που έχει υποστεί ο χώρος γενικότερα με την δημιουργία οδικών αρτηριών. Όπως κάθε έργο έτσι και η Γέφυρα Ρίου - Αντίρριου συνιστά μία επέμβαση του ανθρώπου στο περιβάλλον. Έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην αισθητική του όλου έργου. Η αρχιτεκτονική του και η ένταξή του στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και στην ιστορική φυσιογνωμία της περιοχής, εξασφαλίζουν ένα αξιόλογο αποτέλεσμα.

Δυτικά της γέφυρας υπάρχει αποβάθρα που αποτελεί το δυτικό κομμάτι του πορθμείου για την ένωση Ρίου-Αντίρριου. (Εικόνα 31) Επίσης ο χώρος χαρακτηρίζεται από την παρουσία κέντρων διασκέδασης κατά μήκος της παραλίας. (Εικόνα 33) Παρατηρώντας το παράκτιο χώρο της γέφυρας δυτικά αυτής φαίνεται ξεκάθαρα η επίδραση του ανθρώπου στην ακτή και πως διαμορφώθηκε αυτή ύστερα από ανθρώπινες παρεμβάσεις (δρόμος κατά μήκος της ακτογραμμής). Έτσι φαίνεται πως από ένα σημείο και μετά η ακτή ουσιαστικά παύει να υπάρχει και τα κύματα ακουμπούν το κομμάτι του οδικού τμήματος. (Εικόνα 33) Επίσης, ενώ στην αρχή του δρόμου πηγαίνοντας δυτικά υπάρχει πεζοδρόμιο αυτό παύει να υπάρχει από το σημείο όπου δεν υπάρχει ακτή. Αντί αυτού για πεζοδρόμιο χρησιμοποιείται ένα κομμάτι του οδικού τμήματος πλάτους περίπου 2m, το οποίο είναι συνέχεια κατειλημμένο από σταθμευμένα αυτοκίνητα κάνοντας τη διέλευση των πεζών σχεδόν

αδύνατη. Επίσης, η παραλία χρησιμοποιείται από τα κέντρα διασκέδασης της περιοχής με την τοποθέτηση τραπεζιών κατά μήκος αυτής. Ανατολικά της γέφυρας υπάρχει το κάστρο του Ρίου και εν συνεχεία η ανατολική αποβάθρα του πορθμείου.



Εικόνα 33:Κέντρα διασκέδασης στην περιοχή και <φαγωμένη> παραλία



Εικόνα 34: Η γέφυρα Ρίου Αντίρριου

Η ανατολική ακτή της περιοχής μελέτης έχει δομηθεί λιγότερο, μέχρι το δέλτα του ποταμού Βολιναίου όπου διακρίνονται λιμενικές κυρίως εγκαταστάσεις αλλά και το εργοστάσιο του TITAN στην παράκτια ζώνη (Εικόνα 35).



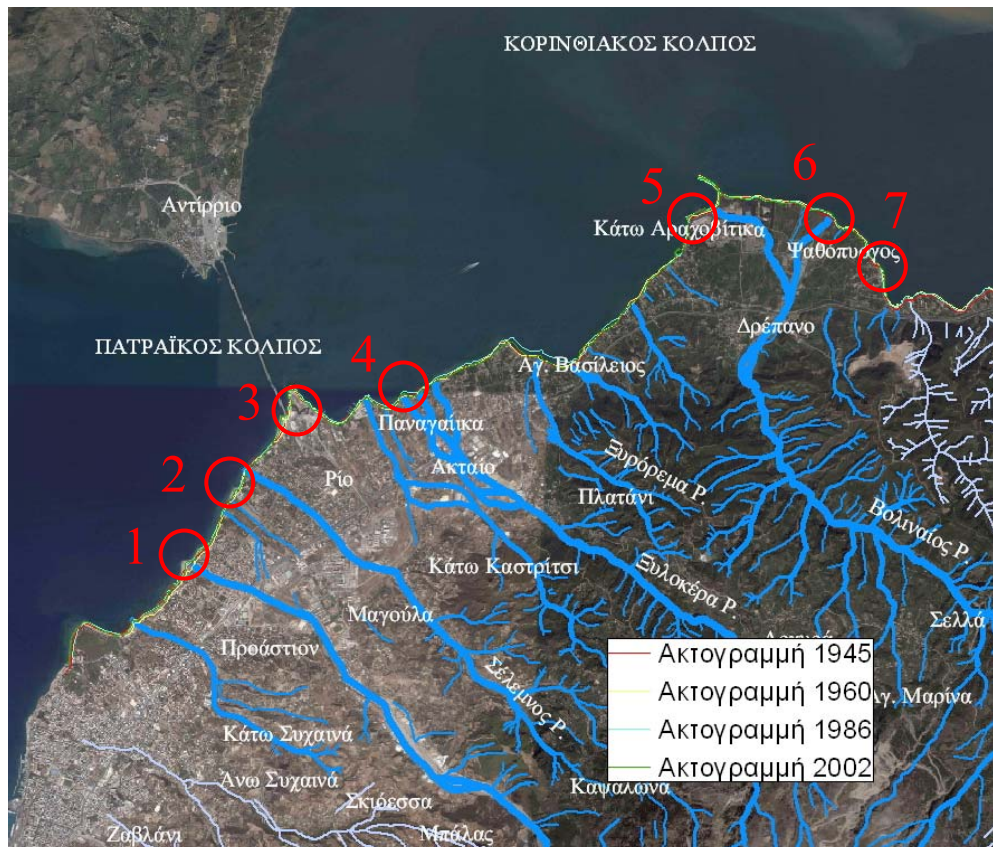
Εικόνα 35: Εργοστάσιο του TITAN και Μαρίνα στα Αραχωβίτικα

8. Διαχρονική μεταβολή των ακτών

Η δυναμική της παράκτιας μετακίνησης των ιζημάτων, που όπως αναφέρθηκε οφείλεται στην εναπόθεση φερτών υλών από το ποτάμιο σύστημα, στο επικρατούν ανεμολογικό-κυματικό καθεστώς της περιοχής, στις ετήσιες μεταβολές και διακυμάνσεις του και στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις έχει σαν συνέπεια μεταβολές της ακτογραμμής. Αυτές οι μεταβολές αποδίδονται στην εικόνα 36.

Από τις αεροφωτογραφίες του 1945, 1960, 1986, 2002 στις οποίες, αφού πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της γεωαναφοράς, ψηφιοποιήθηκε η ακτογραμμή και φαίνεται ότι η ακτογραμμή από το 1945 έως το 2002 έχει υποστεί κατά περιοχές μεταβολή η οποία οφείλεται στο υδρογραφικό δίκτυο (αποθέσεις φερτών υλών) και στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. (Εικόνες 37 έως 42)

Στις διαφορές των μετατοπίσεων της ακτογραμμής από τις αεροφωτογραφίες του 1945, 1960, 1986 και 2002 πρέπει να συνυπολογιστεί το σφάλμα της γεωαναφοράς που δίνει το πρόγραμμα (R.M.S.=±10m) Επίσης στην όλη διαδικασία πρέπει να συνυπολογιστούν και σφάλματα ψηφιοποίησης από κακής ποιότητας αεροφωτογραφίες.



Εικόνα 36: Απεικόνιση της μεταβολής της ακτογραμμής



Εικόνα 37: Απόθεση φερτών υλών από ποταμό Βελβιτσάνο και ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στις παραλίες όπου εφάπτονται με ξενοδοχειακές μονάδες στο Ρίο



Εικόνα 38: Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (Αποβάθρες Πορθμείου και Κάστρο Ρίου)



Εικόνα 39: Απόθεση φερτών υλών Ποταμού Ξυλοκέρα



Εικόνα 40: Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στα Αραχωβίτικα (Μαρίνα και εργοστάσιο ΤΙΤΑΝ)



Εικόνα 41: Απόθεση φερτών υλών ποταμού Βολιναιίου



Εικόνα 42: Αστικοποίηση παραλίας στον Ψαθόπυργο

9. Σύνθεση αποτελεσμάτων – Διαχειριστικές προτάσεις

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση της δυναμικής των ακτών, των ανθρωπογενών παρεμβάσεων και την ποσοτικής, γεωμορφολογικής ανάλυσης του υδρογραφικού δικτύου του ποτάμιου συστήματος της περιοχής μελέτης μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

Από την επεξεργασία των κλιματικών στοιχείων της ΕΜΥ συμπεραίνεται ότι το κλίμα της περιοχής μελέτης είναι Μεσογειακό, χαρακτηρίζεται δηλαδή από ήπιους βροχερούς χειμώνες και σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια με μεγάλη ηλιοφάνεια. Γενικά διακρίνεται μία υγρή και ψυχρή περίοδο κατά τη διάρκεια του υδρολογικού έτους που διαρκεί από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο και μία ξηρή και θερμή περίοδο που διαρκεί από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο.

Οι συνθήκες ροής του υδρογραφικού δικτύου ρυθμίζονται από ορισμένους παράγοντες όπως την λιθολογία, την τεκτονική, της κλίσεις του αναγλύφου και το κλίμα. Η συνολική λεκάνη απορροής δομείται από μάργες, αργίλους, ψαμμίτες, ασβεστόλιθους, κερατόλιθους και πλευρικά κορήματα. Το τεκτονικό καθεστώς και η λιθολογία των σχηματισμών της περιοχής έχουν επηρεάσει την εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου και την μορφολογία του αναγλύφου. Το βόρειο και ανατολικό τμήμα του δικτύου μπορεί να χαρακτηριστεί σαν δενδροειδούς μορφής ενώ αντίθετα το μεγαλύτερο τμήμα του υπόλοιπου υδρογραφικού δικτύου ανήκει στο παράλληλο τύπο.

Από την σχέση μεταξύ του αριθμού των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου διαπιστώνεται ότι οι αποκλίσεις των πραγματικών τιμών από τις ιδανικές είναι γενικά αρνητικές. Έτσι προκύπτει ότι οι κλάδοι είναι σε εξέλιξη και βρίσκονται σε στάδιο νεότητας. Οι μηδενικές ή θετικές αποκλίσεις από τις ιδανικές τιμές που παρουσιάζει το υδρογραφικό δίκτυο 1 (όλοι οι κλάδοι), 9 (κλάδοι πρώτης τάξεως) και 10 (κλάδοι δευτέρας τάξεως) δείχνει ότι πιθανόν αποτελούν υπόλειμμα παλαιότερου υδρογραφικού δικτύου που μεταγενέστερα ακολούθησε την αναγεννητική εξέλιξη της περιοχής εκβαθύνοντας τις κοίτες τους και διατηρώντας την λεκάνη απορροής. Το νοτιοανατολικό τμήμα του δικτύου που αναπτύσσεται στους αλπικούς σχηματισμούς δεν έχει διαμορφώσει πολλούς κλάδους πρώτης τάξης. Αντίθετα το δίκτυο που εξελίσσεται σε Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις έχει πολλούς πρώτης τάξης κλάδους. Σε αυτό βοηθάει η λιθολογία των ευδιάβρωτων λιθολογικών σχηματισμών.

Επίσης αρκετοί από τους κλάδους αναπτύσσονται πάνω σε σχηματισμούς που είναι αδιαπέραστοι αποκτώντας μεγάλα μήκη.

Από την σύγκριση του μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη με τις ιδανικές τιμές κατά Horton παρατηρείται ότι υπάρχει μεγάλη αρνητική απόκλιση των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές. Οι αρνητικές αποκλίσεις που εμφανίζουν σχεδόν όλες οι τάξεις δείχνουν ότι το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης βρίσκεται σε στάδιο νεότητας. Για τις αρνητικές αποκλίσεις του υδρογραφικού δικτύου ευθύνονται η γεωλογική, η τεκτονική και η λιθολογική δομή της περιοχής.

Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το υδρογραφικό δίκτυο 4 και 5 όπου έχει θετικές αποκλίσεις. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι αποτελεί υπόλειμμα παλαιότερου υδρογραφικού δικτύου, που μεταγενέστερα ακολούθησε την αναγεννητική εξέλιξη της περιοχής εκβαθύνοντας τις κοίτες τους και διατηρώντας την λεκάνη απορροής.

Σημαντικό ποσοστό μήκους κλάδων Ιης τάξης απορρέει απευθείας στην κεντρική κοίτη του ποταμού. Την μεγαλύτερη απόκλιση παρουσιάζουν οι κλάδοι της ΙΙης τάξης του υδρογραφικού δικτύου 3 (-95,85%). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι κλάδοι αυτοί συμβάλλουν απευθείας με την κεντρική κοίτη του ποταμού που είναι ΙVης τάξης και δεν έχουν προλάβει να αποκτήσουν ικανοποιητικό μήκος. (Κατσέλης Σταύρος, 2007)

Οι τιμές των κλίσεων για τις λεκάνες του υδρογραφικού δικτύου είναι υψηλές, και η συνολική λεκάνη απορροής χαρακτηρίζεται από έντονες διαβρωτικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα εντός αυτής. Οι μέσες κλίσεις των λεκανών κυμαίνονται από 19,90 % στην λεκάνη 8 μέχρι 48,34 % στην λεκάνη 7 οι οποίες χαρακτηρίζονται υψηλές, δηλαδή το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί έντονο.

Η υδρογραφική πυκνότητα και η υδρογραφική συχνότητα συνθέτουν την υδρογραφική υφή μιας λεκάνης. Οι τιμές της παραμέτρου της υδρογραφικής πυκνότητας για τις λεκάνες απορροής κυμαίνονται μεταξύ 2,00 και 3,94. Οι χαμηλές τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας ευνοούνται από την ύπαρξη συμπαγών, σκληρών πετρωμάτων και από την ύπαρξη πυκνής βλάστησης.

Οι λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου παρουσιάζουν ένα αρκετά μεγάλο εύρος τιμών υδρογραφικής συχνότητας, 2,33 έως 10,57, που οφείλεται κυρίως στους λιθολογικούς σχηματισμούς από τους όποιους καταλαμβάνονται.

Οι λεκάνες 1, 8, 9 χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές κυκλικότητας. Αυτές οι λεκάνες χαρακτηρίζονται κυκλικής μορφής και βρίσκονται βόρεια. Οι λεκάνες 2, 3, 4,

5, 6, 7, 10 έχουν χαμηλή κυκλικότητα και βρίσκονται στη νότια πλευρά και είναι εκτεταμένες και επιμήκεις. Επιπλέον οι χαμηλές τιμές της κυκλικότητας των επιμήκων λεκανών είναι πιθανά ένδειξη ότι τεκτονικές ασυνέχειες βοήθησαν στη διαμόρφωση της κεντρικής κοίτης των κλάδων ή η διαμόρφωση τους οφείλεται στο ότι αναπτύσσονται σε σχηματισμούς διαφορετικής λιθολογίας. Το σχήμα της λεκάνης απορροής επηρεάζει το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής. Πιο συγκεκριμένα οι επιμήκεις λεκάνες απορροής έχουν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης από κυκλικές και κατά συνέπεια, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, οι επιμήκεις εμφανίζουν μικρότερες παροχές. Άρα ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει η απορροή από το πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης στο στόμιο, είναι πολύ μεγαλύτερος στις επιμήκεις λεκάνες από τον αντίστοιχο χρόνο των κυκλικών.

Όσον αφορά τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις αυτές επέδρασαν αρνητικά ώστε να διαταραχθεί η δυναμική ισορροπία των ακτών στην περιοχή. Η επέκταση του δομημένου περιβάλλοντος στις ακτές της πόλης του Ρίου είχε σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του φυσικού συστήματος, την εξαφάνιση των μικρών ποταμοχειμάρρων που τροφοδοτούσαν τις ακτές με φερτές ύλες από την αποσάθρωση των πλειοπλειστοκαινικών σχηματισμών του γεωλογικού υποβάθρου της περιοχής. Επίσης λόγω της δόμησης και γενικότερα της ανθρώπινης παρέμβασης οι διατομές κατά μήκος των ποταμών μειώθηκαν αισθητά, οπότε διαταράχθηκε το ισοζύγιο των φερτών υλών. Έτσι η μείωση αυτή της τροφοδοσίας της ακτής με υλικά επέτρεψε στον κυματισμό να επεκτείνει την διαβρωτική του δράση και να μειώνει το εύρος της παραλίας διαταράσσοντας το ισοζύγιο των φερτών υλικών.

Στα προηγούμενα λοιπόν αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, εξετάστηκαν οι παράγοντες που καθορίζουν την δυναμική της ακτής και αναδείχθηκαν τα αίτια που έχουν οδηγήσει την περιοχή στην διατάραξη αυτής της δυναμικής. Αυτή η ανάλυση είναι σημαντική για να μας βοηθήσει να επιλέξουμε αφενός τρόπους για την διαχείριση της παράκτιας ζώνης και αφετέρου τις ενδεδειγμένες λύσεις για την προστασία των ακτών από την διάβρωση.

Σκοπός της διαχείρισης της παράκτιας ζώνης θα πρέπει να είναι η ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ ερευνητικών, ακαδημαϊκών, βιομηχανικών, κατασκευαστικών εταιρών στον τομέα του δομημένου περιβάλλοντος, με έμφαση στο αειφόρο δομημένο περιβάλλον, προκειμένου οι συσχετισμοί χωροταξικών και αναπτυξιακών κατευθύνσεων στον παράκτιο χώρο, να αξιοποιήσουν την εμπειρία των συλλογικών φορέων για την προστασία της παράκτιας ζώνης.

Λόγω της πολιτικής γης που ασκήθηκε, της κακής νομοθεσίας και της έλλειψης απαραίτητων ρυθμίσεων, οι ακτές και οι παραλίες κινδυνεύουν τόσο από τις δυνάμεις της φύσης όσο και από εμάς τους ίδιους που τις τελευταίες δεκαετίες είμαστε ταυτόχρονα θύματα και θύτες μιας ανάπτυξης απότομης, άνισης και άναρχης, που τα βασικά χαρακτηριστικά της είναι η έλλειψη υποδομής και η απουσία προγραμματισμού.

Προκειμένου να καταστεί δυνατή η αποτελεσματική προστασία και ορθολογική αξιοποίηση και διαχείριση των παράκτιων χώρων απαιτείται ο σαφής καθορισμός του αιγιαλού και την παραλίας, οι οποίοι αποτελούν δημόσια γη. Χρειάζεται λοιπόν ένας φορέας που θα διοικεί, θα διαχειρίζεται και θα προστατεύει την δημόσια περιουσία και θα έχει την πολιτική βούληση και θα ασκεί την πολιτική γης σε αυτή.

Το ρόλο αυτού του φορέα μπορεί να αναλάβει το κτηματολόγιο όπου με μια άρτια και συστηματική κτηματολογική εργασία σε πανελλαδική κλίμακα μπορεί αξιόπιστα να δημιουργήσει κτηματολογικά υπόβαθρα για τον καθορισμό του αιγιαλού και της παραλίας. Αυτό σε συνδυασμό με την χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) θέτει τέλος στην καταπάτηση και την άναρχη δόμηση, επιλύει προβλήματα οργάνωσης και σχεδιασμού του παράκτιου χώρου, παρεμποδίζει την ασύδοτη κατάχρηση της χρήσης της παράκτιας γης από αυθαίρετες επιχειρηματικές επιλογές και θωρακίζει το παράκτιο χώρο από πλευράς φυσικών οικοσυστημάτων.

Επιπλέον, σε περιπτώσεις όπου παρατηρούνται έντονα φαινόμενα διάβρωσης, η κατασκευή παράκτιων τεχνικών έργων διευθέτησης και προστασίας ακτών, όπως είναι οι βραχίονες, οι μάλτοι, οι προβλήτες, οι κυματοθραύστες, οι κρηπιδότοιχοι, αποτελούν μέθοδοι προστασίας των ακτών, οι οποίες θεωρούνται «σκληρής» μορφής παρεμβολές στο φυσικό χώρο. Τα έργα αυτά έχουν συχνά μεγάλο κόστος και προκαλούν περιβαλλοντική αναταραχή, γεγονός που πρέπει να εξαιρεθεί. Για τον λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια να εφαρμοστούν στις έντονα διαβρωμένες παράκτιες περιοχές, οι λεγόμενες «ήπιες» μέθοδοι προστασίας των ακτών. Έχει αποδειχθεί ότι, οι «σκληρές» μέθοδοι προστασίας των ακτών δεσμεύουν το σύνολο της ενέργειας που μεταφέρουν τα κύματα και τα ρεύματα και στερούν από την ακτή την φυσική ανακύκλωση των νερών.

Οι «ήπιες» μέθοδοι στοχεύουν στην ανάσχεση αυτής της κατάστασης, μειώνοντας την επιβλαβή δράση των ρευμάτων όπου χρειάζεται. Ως τέτοιες

θεωρούνται ο τεχνητός εμπλουτισμός των ακτών, οι υποθαλάσσιοι και πλωτοί κυματοθραύστες, τεχνητοί ύφαλοι κ.τ.λ.

Η αναπλήρωση του ελλειμματικού ισοζυγίου με τεχνητή τροφοδοσία των ακτών με τα κατάλληλα ψαθυρά υλικά αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη λύση γιατί

- Δεν δημιουργεί κανένα περιβαλλοντικό πρόβλημα και αποκαθιστά το ανθρωπογενώς διαταραγμένο περιβάλλον,
- Είναι η οικονομικότερη λύση από όλες τις άλλες που εμπεριέχουν κυρίως κατασκευές,
- Είναι η πιο ενδεδειγμένη αισθητικά λύση.
- Βασική τοποθέτηση της μεθόδου είναι ότι οι παρεμβάσεις του ανθρώπου δεν πρέπει να έχουν ως στόχο να διευθετούν τη φύση (τα φυσικά φαινόμενα) εξυπηρετώντας ανθρωπογενείς απαιτήσεις, αλλά να διευθετούν τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες σύμφωνα με την δυναμική των φυσικών φαινομένων.

Τέλος για την εφαρμογή της λύσης, για το πρόβλημα της διάβρωσης της ακτής απαιτείται:

- Αναζήτηση των κατάλληλων φυσικών υλικών που απαιτούνται για την παρέμβαση.
- Ο σχεδιασμός της τροφοδοσίας και της απόθεσης των υλικών στον χώρο της ακτής και ο υπολογισμός του όγκου των απαραίτητων υλικών.
- Η κατάστρωση σχεδίου παρακολούθησης της παρέμβασης.

Συμπερασματικά η έλλειψη πολιτικής για την αντιμετώπιση των δυναμικών διεργασιών της παράκτιας ζώνης, η έλλειψη προληπτικών μέτρων και ο ελλιπής σχεδιασμός των παράλιων περιοχών αποτελούν μια πραγματικότητα για τον Ελλαδικό χώρο. Η αντιμετώπιση του προβλήματος επιβάλλει τη δημιουργία ψηφιακού αρχείου όλων των ακτών που θα περιέχει γεωμετρικά, γεωλογικά, μετεωρολογικά κλπ. στοιχεία όπου το εθνικό αρχείο ακτών θα πρέπει να ενημερώνεται για κάθε αλλαγή που θα συμβαίνει προκειμένου να επιτύχουμε τον επιδιωκόμενο στόχο, την ολοκληρωμένη διαχείριση και αειφόρο ανάπτυξη της παράκτιας ζώνης.

Βιβλιογραφία

- Αστεριάδης Γ. (1993) Στοιχεία Φυσικής Γεωγραφίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη
- Γ.Υ.Σ. (Ιούνιος 1987). Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:50.000 φύλλο Ναύπακτος, Αθήνα.
- Γ.Υ.Σ. (Δεκέμβριος 1990). Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:50.000 φύλλο Χαλανδρίτσα, Αθήνα.
- Δάβη Ελευθερία (1991) Πετρολογία, Εκδόσεις Συμμετρία Αθήνα.
- Δουκάκης Ε. (1998) Ωκεανογραφία Ε.Μ.Π. Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας.
- Ζαμπάκας, Ι. (1981) Γενική Κλιματολογία, Αθήνα.
- ΙΓΜΕ, (1971). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:50.000 φύλλο Ναύπακτος, Αθήνα.
- ΙΓΜΕ, (1970). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:50.000 φύλλο Χαλανδρίτσα, Αθήνα.
- Horton, R. (1932). Drainage Basin characteristics. American Geophysical Union, Transactions.
- Κάβουρας Μαρίνος (1998) Αρχές Γεωπληροφορικής Και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, Ε.Μ.Π. Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.
- Κατσέλης Σπύρος (2007) ‘Ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου ποταμού’, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας.
- Κουτσόπουλος Κ. και Ανδρουλάκης Ν., (2003). Εφαρμογές Συστημάτων Πληροφοριών με την χρήση του λογισμικού ArcGis, Αθήνα, Παπασωτηρίου.
- Κουτσόπουλος Κ (1999) Σημειώσεις μαθήματος Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών Ε.Μ.Π. Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού.
- Νάκος Β. ,(2006) Αναλυτική Χαρτογραφία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας.
- Παπανικολάου Δ. (1986) Γεωλογία της Ελλάδος.

Παυλόπουλος Κ. και Καρύμπαλης Ε., (2003). Σημειώσεις Εργαστηριακών Ασκήσεων Γεωμορφολογίας. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

Piper, D.J.W., Panagos, A.G., Kontopoulos, N. & Spiliotopoulou, M. (1982). Coastal processes and morphology, Gulf of Patras, Greece , *Z. Geomorphol.*, N. F., 26: 365 – 374.

Schumm, S.A. (1977). *The fluvial system*, New York.

Strahler, A. (1957), quantitative analysis of Watershed Geomorphology. *Am. Geophys. Union Trans.* 38 (6)

Τσακίρης Γ. (1995) Υδάτινοι Πόροι Ι. Τεχνική Υδρολογία, Αθήνα

Χρόνης Γ., & Χ. Αναγνώστου. 1997. Εισαγωγή στην παράκτια γεωλογία. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος