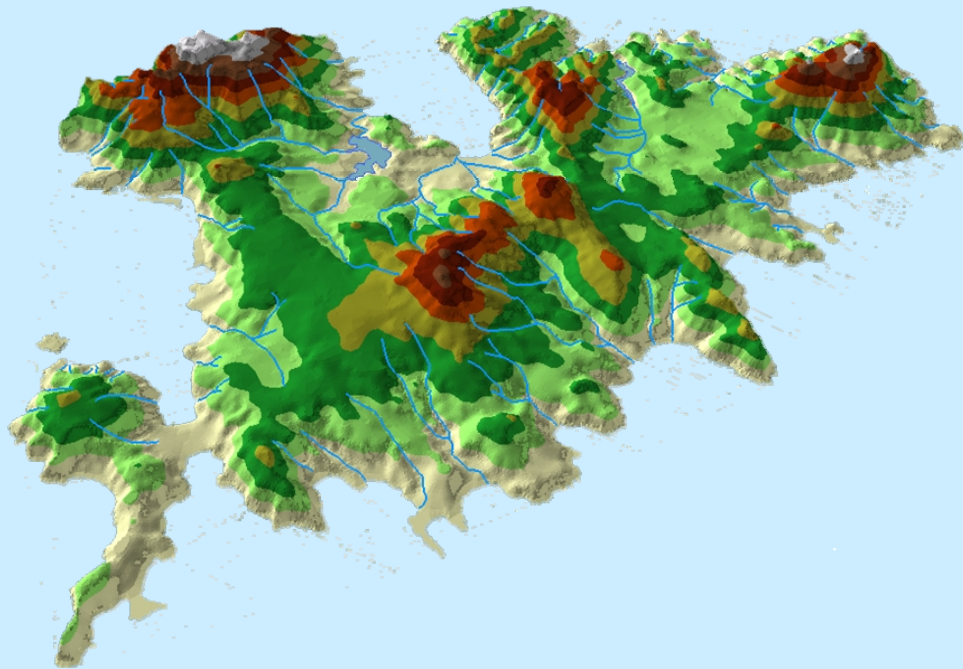




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
“ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ  
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ  
ΕΦΑΡΜΟΓΗ: Ν. ΜΥΚΟΝΟΣ ”



ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Επιβλέπων: ΚΩΣΤΑΣ ΚΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ

Οκτώβριος 2010

---

Θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Κώστα Κουτσόπουλο, Καθηγητή ΕΜΠ. Επίσης, θα ήθελα να κάνω ιδιαίτερη αναφορά, εκφράζοντας παράλληλα τις θερμές ευχαριστίες μου στον Χρήστο Αναγνώστου, Διευθυντή ερευνών στο ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. για την συνεργασία και καθοδήγηση του αλλά και για την αμέριστη υποστήριξη του κατά την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Δρ. Θωμά Χατζηχρήστο από το Εργαστήριο Γεωγραφίας & Ανάλυσης Χώρου του Ε.Μ.Π. για την συνεργασία του, την παροχή ψηφιακού υλικού και τις εύστοχες παρατηρήσεις του που διεύρυναν την οπτική μου στην προσέγγιση του θέματος.

Επίσης, θα ήταν παράλειψη αν δεν ευχαριστούσα τις Χαρά Κυριακίδου και Παρασκευή Δρακοπούλου από το Εργαστήριο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. για την παροχή υλικού που ήταν σημαντική για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του θέματος..

Θα ήταν αγνωμοσύνη αν δεν ευχαριστούσα θερμά τον Τοπογράφο Μηχανικό Πλιάκο Απόστολο για τις τεχνικές συμβουλές του και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε σε δυσκολίες που συνάντησα.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου που στηρίζοντας με ηθικά και υλικά όλα αυτά τα χρόνια, μου επέτρεψε να αποκτήσω το πολύτιμο δώρο της γνώσης.

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η μεταπτυχιακή αυτή μελέτη έχει ως αντικείμενο την ανάλυση της παράκτιας ζώνης στην περιοχή της Μυκόνου. Το γενικό πλαίσιο της στρατηγικής της μελέτης βάσει της οποίας εκπονήθηκε η παρούσα εργασία αφορά την δυναμική των ακτών και γενικά της παράκτιας ζώνης της Μυκόνου όπου μελετώνται οι μηχανισμοί που διαμορφώνουν την κατάσταση των ακτών στην περιοχή. Παράλληλα, στο πλαίσιο της χωρικής προσέγγισης χρησιμοποιήθηκαν όλα εκείνα τα εργαλεία για τη συλλογή, διαχείριση, και απεικόνιση χωρικών δεδομένων που προσφέρουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών καθώς αποτελούν το πιο κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης και βοηθούν στο σχεδιασμό του χώρου.

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<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> 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 στο κλειστό φυσικό σύστημα της Μυκόνου.

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 γεωποικιλότητα, 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, καταγράφηκαν όλες οι προσχωσιγενείς ακτές με τα γεωμετρικά τους στοιχεία και για την μελέτη της διαχρονικής μεταβολής της ακτογραμμής χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες της περιοχής του 1945, 1960, 1989 και δορυφορική εικόνα του 2004.

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

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
1. Εισαγωγή-Προβληματισμός .....	5
2. Μορφολογική ανάλυση παράκτιας ζώνης .....	11
2.1 Παράγοντες που διαμορφώνουν τις ακτές .....	11
2.2 Στοιχεία γεωμορφολογίας .....	15
2.2.1 Ανάλυση λεκανών απορροής .....	15
2.2.2 Ανάλυση υδρογραφικών δικτύων.....	20
3. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών .....	24
4. Μεθοδολογία.....	28
5. Εφαρμογή: Ν. Μύκονος.....	30
5.1 Η Γεωγραφία της Ν. Μυκόνου .....	33
5.2. Μηχανισμός τροφοδοσίας των ακτών με φερτές ύλες.....	44
5.2.1 Γεωλογία – Τεκτονική.....	44
5.2.2 Γεωμορφολογία .....	48
5.2.2.1 Γενική γεωμορφολογική εικόνα .....	48
5.2.2.2 Ανάλυση λεκανών απορροής.....	54
5.2.2.3 Ανάλυση υδρογραφικού δικτύου .....	63
5.2.2.4 Σύνθεση μηχανισμού τροφοδοσίας.....	70
5.3 Μηχανισμός διευθέτησης των φερτών υλών .....	73
5.3.1 Ανεμολογικό και κυματικό καθεστώς.....	73
5.3.2 Διευθέτηση φερτών υλών .....	77
5.4 Περιγραφή των ακτών - Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και επιπτώσεις	78
5.5 Διαχρονική μεταβολή των ακτών.....	86
6. Σύνθεση αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα.....	88
Βιβλιογραφία .....	95

## 1. Εισαγωγή-Προβληματισμός

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της Διπλωματικής Εργασίας για το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών ‘Γεωπληροφορική’ της σχολής των Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Αντικείμενο της μελέτης είναι η μορφολογική ανάλυση της παράκτιας ζώνης για το νησί της Μυκόνου.

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 υποκείμενο 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 (Τσάκα, 2002). 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.

Η παράκτια ζώνη αποτελεί ένα σύνθετο σύστημα, ιδιαίτερης πολυπλοκότητας, όπου χέρσο – παράκτιο θαλάσσιο περιβάλλον – ατμόσφαιρα αλληλεπιδρούν. Σήμερα, οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες ανταγωνίζονται μεταξύ τους εξαντλώντας πεπερασμένους πλουτοπαραγωγικούς πόρους της παράκτιας ζώνης με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος (1).

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.(Χρόνης & Αναγνώστου, 1997)

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 με μεγάλη ποικιλία παράκτιων περιβαλλόντων, 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.

Η Ελλάδα, με χερσαία έκταση περίπου 132.000 τετρ. χιλιόμετρα είναι η χώρα με την πλέον εκτεταμένη ακτογραμμή μεταξύ των χωρών της Μεσογείου. Η ελληνική παράκτια ζώνη διαδραματίζει στρατηγικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας, αφού ποσοστό μεγαλύτερο από 57% του πληθυσμού είναι εγκατεστημένο στις παράκτιες περιοχές, όπου αναπτύσσεται αντίστοιχα το 90% του τουρισμού και αναψυχής, πάνω από το 80% των βιομηχανικών δραστηριοτήτων και τέλος το 35% της γεωργίας (1).

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 (5). Είναι προφανές λοιπόν ότι το ενδιαφέρον της θαλάσσιας περιβαλλοντικής

έρευνας θα πρέπει να εστιάζεται στον παράκτιο χώρο σε ότι αφορά την επίδραση του ανθρώπου.

Επίσης, 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. Παράλληλα, στον Ελλαδικό χώρο ένα σημαντικό μέρος των πεδινών άρα και αξιοποιήσιμων εδαφών βρίσκεται ουσιαστικά στον παράκτιο χώρο με το 30% των ακτών να είναι ιζηματογενείς και το 70% να είναι προϊόν διάβρωσης (Αβαγιανού Θ. 2006).

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.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ορίζει την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης (Ο.Δ.Π.Ζ.) ως:

*"μία συνεχή διαδικασία της διοίκησης, γενικός σκοπός της οποίας είναι να κάνει πράξη την αειφορική ανάπτυξη και τη διατήρηση στις παράκτιες ζώνες καθώς και να διαφυλάξει τη βιοποικιλότητα σε αυτές. Για το σκοπό αυτόν, η ΟΔΠΖ επιδιώκει, μέσα από μια πιο αποτελεσματική διαχείριση, να εγκαθιδρύσει και να διατηρήσει την άριστη χρήση και αειφορικά επίπεδα ανάπτυξης και δραστηριότητας (χρήσης) στην παράκτια ζώνη, και με το πέρασμα του χρόνου να βελτιώσει τη φυσική κατάσταση του παράκτιου περιβάλλοντος".(4)*

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 ζημιογόνες επιπτώσεις στο παράκτιο περιβάλλον προέρχονται από απρογραμματίστο 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.

Είναι γεγονός ότι αρκετή έρευνα έχει εκπονηθεί τα τελευταία χρόνια για την μελέτη της παράκτιας ζώνης με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Οι κύριες ερευνητικές δραστηριότητες εστιάζουν στη μελέτη του θαλάσσιου περιβάλλοντος, της παράκτιας ζώνης και των αλληλεπιδράσεων με την ατμόσφαιρα

και βασίζονται στην ανάπτυξη χωρικών βάσεων δεδομένων, στην ανάπτυξη ή/και εφαρμογή κατάλληλων μεθοδολογιών και εργαλείων ανάλυσης και στατιστικών μοντέλων (1). Επίσης, οι ερευνητικές δραστηριότητες εστιάζουν στη λεπτομερή αποτύπωση της ακτογραμμής (8), στην πιθανή αλλαγή της (7) καθώς και στην εκτίμηση της εδαφολογικής διάβρωσης και της μεταφοράς ύλης στην παράκτια ζώνη.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εξετάζει και αναλύει τα φυσικά κριτήρια οριοθέτησης του συστήματος των ακτών που 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 μέσω των λεκανών απορροής και των υλικών από τις μεταφερόμενες φερτές ύλες, 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. Εντός του οριοθετημένου χώρου μελέτης, αναλύονται οι παράγοντες που είναι σημαντικοί 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 και γενικότερα της παράκτιας ζώνης της περιοχής και θα επιτρέψει σε περίπτωση προβλημάτων που σχετίζονται με τις δυναμικές μεταβολές των παράκτιων περιοχών να ληφθούν τα κατάλληλα και τεκμηριωμένα μέτρα αντιμετώπισης τους.

Όλη η ανάλυση της εργασίας πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών όπου αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για την συλλογή, διαχείριση και απεικόνιση χωρικών δεδομένων και μπορούν να βοηθήσουν το σχεδιασμό και την επίλυση χωρικών προβλημάτων.

Στην συνέχεια ακολουθεί η αναφορά στη δομή της εργασίας και στο περιεχόμενο των αντίστοιχων κεφαλαίων της. Έτσι στο Κεφ. 2 αφού γίνει μια γενική περιγραφή των παραγόντων, που διαμορφώνουν τις ακτές θα αναφερθούν τα απαραίτητα στοιχεία θεωρίας της γεωμορφολογίας. Στη συνέχεια στο Κεφ.3 θα αναλυθεί η σημασία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Επίσης θα

αναφερθεί στο Κεφ.4 συνοπτικά η μεθοδολογία για την προσέγγιση των θεμάτων της μελέτης.

Στο Κεφ. 5 αφού περιγράφονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν γίνεται αναφορά στη γεωγραφία της περιοχής μελέτης, 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.

Στη συνέχεια προσεγγίζεται ο μηχανισμός διευθέτησης των φερτών υλών. Αναλύεται το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής και η προκύπτουσα από αυτό κυματική δυναμική. Περιγράφονται ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που επηρεάζουν την φυσική δυναμική των ακτών και γίνονται ως εκ τούτου εκδιαμορφωτές των παράκτιων γεωμορφών στην περιοχή. Επίσης, γίνεται περιγραφή και καταγραφή των ακτών και μελετάται η διαχρονική τους εξέλιξη.

Τέλος στο Κεφ. 6 συντίθενται τα αποτελέσματα στην ενιαία μορφοδυναμική του συστήματος των ακτών της περιοχής, και αναδεικνύονται οι “θερμές εστίες” της παράκτιας ζώνης της περιοχής μελέτης.

## 2. Μορφολογική ανάλυση παράκτιας ζώνης

### 2.1 Παράγοντες που διαμορφώνουν τις ακτές

Οι ακτές συνθέτουν ένα πολύπλοκο φυσικό σύστημα μιας και αποτελούν την οριοθετική γραμμή μεταξύ λιθόσφαιρας, ατμόσφαιρας και υδρόσφαιρας (Εικ. 1). Στη ζώνη των ακτών έχουμε την αλληλεπίδραση ορισμένων παραγόντων που χαρακτηρίζουν τις τρεις πιο πάνω ενότητες.



Εικόνα 1: Σχηματική παράσταση της παράκτιας ζώνης και των φυσικών παραμέτρων που δρουν σ' αυτή (Χρόνης & Αναγνώστου, 1997)

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.

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 (Χρόνης & Αναγνώστου, 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.

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. (Χρόνης & Αναγνώστου, 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.

Η δυναμική κατάσταση της θάλασσας κατά μήκος των ακτών είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την διεύθυνση 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 ρεύματα» 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 άμπωτης.

Επίσης σημαντικός παράγοντας που επιδρά καταλυτικά στην διαμόρφωση των ακτών είναι οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες οι παράκτιες περιοχές υφίστανται εντατικές περιβαλλοντικές πιέσεις, ως αποτέλεσμα των αναπτυσσόμενων στην παράκτια ζώνη ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Σήμερα, οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες ανταγωνίζονται μεταξύ τους εξαντλώντας πεπερασμένους πλουτοπαραγωγικούς πόρους της παράκτιας ζώνης με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Από την άλλη πλευρά, η χρήση του παράκτιου συστήματος ως περιοχές έντονης ανθρωπογενούς δραστηριότητας (οικιστική ανάπτυξη, αναψυχή, γεωργία, αλιεία, τουρισμός, εμπόριο, βιομηχανία) αποτελούν δράσεις συχνά συγκρουόμενες αφού κάποιες επιβαρύνουν το φυσικό περιβάλλον (π.χ. βιομηχανία), ενώ άλλες έχουν ως απαίτηση υψηλή περιβαλλοντική ποιότητα (π.χ. τουρισμός, αναψυχή). Όλοι οι πιο πάνω παράγοντες δημιουργούν τους διάφορους τύπους των ακτών και τα διάφορα παράκτια περιβάλλοντα.

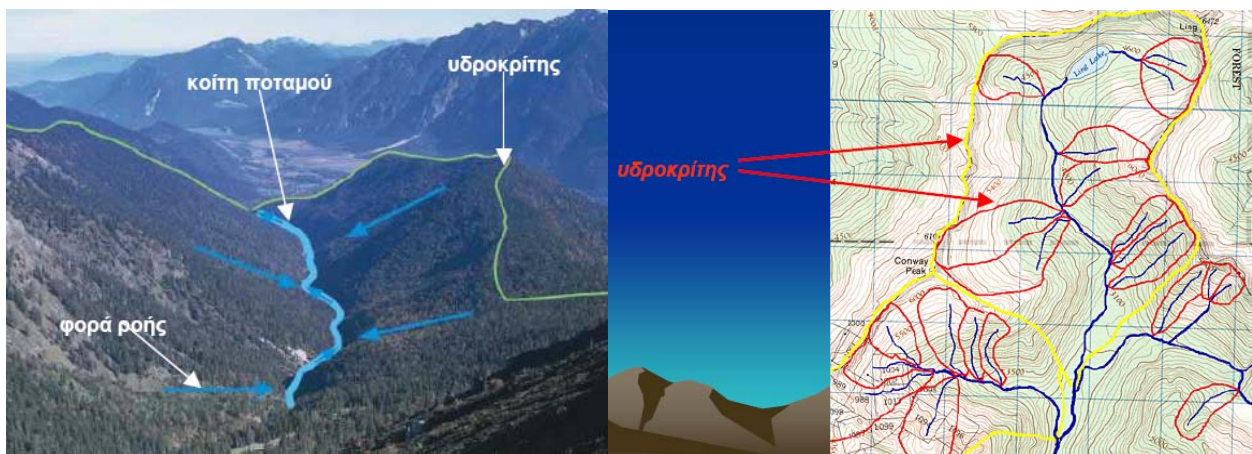
## 2.2 Στοιχεία γεωμορφολογίας

### 2.2.1 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 (Εικ. 2). Η χάραξη των υδροκριτών γίνεται είτε χειρωνακτικά πάνω σε τοπογραφικό χάρτη χρησιμοποιώντας τις ισουψείς καμπύλες είτε ψηφιακά, χαράζοντας πάνω σε ψηφιακό τοπογραφικό χάρτη τους υδροκρίτες είτε χρησιμοποιώντας πλήρως αυτοματοποιημένες μεθόδους από προγράμματα όπως είναι το ArcGIS.



Εικόνα 2: Σχηματική παράσταση λεκάνης απορροής και υδροκρίτη

Για την ποσοτική ανάλυση των λεκανών απορροής υπολογίζονται οι μορφομετρικές παράμετροι για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε ότι αφορά την εξέλιξη του δικτύου και τη διερεύνηση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην εκάστοτε περιοχή μελέτης. (Πίνακας 1)



Έτσι έχουμε τις μετρούμενες παραμέτρους οι οποίες είναι το εμβαδόν, η περίμετρος και το συνολικό μήκος των ισουψών και τις υπολογιζόμενες οι οποίες είναι η υδρογραφική πυκνότητα και συχνότητα, η μέση κλίση και η κυκλικότητα.

Πίνακας 1: 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 <sup>2</sup> )
Περίμετρος λεκάνης απορροής	(Pu)	-	(km)
Συνολικό μήκος ισουψών καμπυλών	(Lcu)	-	(km)
Υδρογραφική πυκνότητα (Πυκνότητα αποστράγγισης)	(Du)	$Du = \Sigma Lu / Au$	(km <sup>-1</sup> )
Υδρογραφική συχνότητα (Συχνότητα ρευμάτων)	(Fu)	$Fu = \Sigma Nu / Au$	(km <sup>-2</sup> )
Μέση Κλίση λεκάνης	(Su)	$Su\% = \Sigma Lcu * CI / Au$	(%)
Κυκλικότητα λεκάνης	(Rc)	$Rc = 4\pi(Au) / (Pu)^2$	(Αριθμός)

$\Sigma L_u$  το συνολικό μήκος των ρευμάτων σε km σε μια λεκάνη απορροής

$\Sigma N_u$  το συνολικός αριθμός ρευμάτων σε μια λεκάνη απορροής

$\Sigma L_{cu}$  το συνολικό μήκος των ισουψών καμπύλων

CI η ισοδιάσταση των ισουψών καμπύλων

Ένα σημαντικό γνώρισμα των δικτύων αποστράγγισης είναι η “**υφή αποστράγγισης**” όρος που πρώτος ο Horton (1932) χρησιμοποίησε και αναφέρεται στην έκταση που καταλαμβάνουν τα κύρια και τα δευτερεύοντα ρεύματα σε σχέση με τη συνολική έκταση της λεκάνης απορροής (Αστεριάδης, 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 **“υδρογραφική πυκνότητα”** ή **“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

$$D_u = \sum L_u / A_u$$

όπου  $\sum L_u$  : συνολικό μήκος των ρευμάτων σε km σε μια λεκάνη απορροής, και  $A_u$  το εμβαδόν της λεκάνης απορροής σε  $\text{km}^2$ , Η παράμετρος αυτή εκφράζει δηλαδή τον αριθμό των km κοίτης ποτάμιου ρεύματος που διατηρείται από επιφάνεια αποστράγγισης  $1\text{km}^2$  (Παυλόπουλος & Καρύμπαλης, 2003).

Αντίστοιχα με τον όρο **“υδρογραφική συχνότητα”** ή **“συχνότητα ρευμάτων”** εννοούμε το συνολικό αριθμό ρευμάτων, κυρίων και δευτερευόντων, που βρίσκονται μέσα σε μια λεκάνη απορροής, 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 μια λεκάνη απορροής, και  $A_u$  το εμβαδόν της λεκάνης απορροής σε  $\text{km}^2$ .

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, καθόσον 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”. (Αστεριάδης, 1993)

Κλίση κλιτίων λεκάνης (slope of the valley sides) (S) είναι ο λόγος του γινομένου του συνολικού μήκους των ισοϋψών καμπυλών 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 ισουψών καμπύλων, CI η ισοδιάσταση των ισουψών 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 & Καρύμπαλης, 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, 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 (Παυλόπουλος & Καρύμπαλης, 2003).

Η μελέτη της γεωμετρίας και του σχήματος των λεκανών είναι σημαντική για τον προσδιορισμό των γεωμορφολογικών διεργασιών που δρουν εντός αυτών. Επίμηκεις 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 (Παυλόπουλος & Καρύμπαλης, 2003).

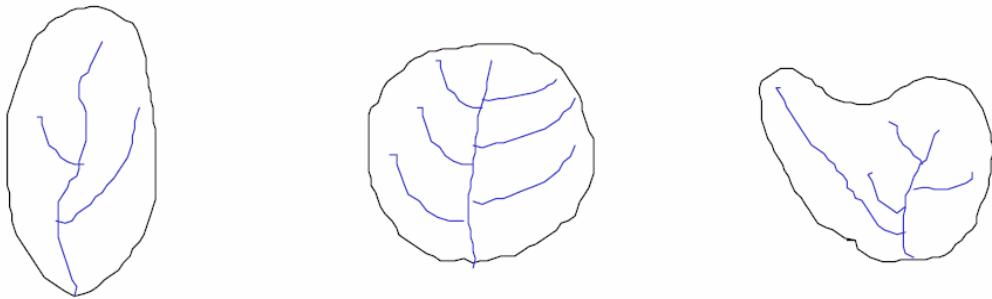
Το σχήμα της λεκάνης απορροής επηρεάζει το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής και επομένως το μέγεθος της παροχής που παρατηρείται στο στόμιο της

λεκάνης. (Τσακίρης, 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 (Εικ. 3).

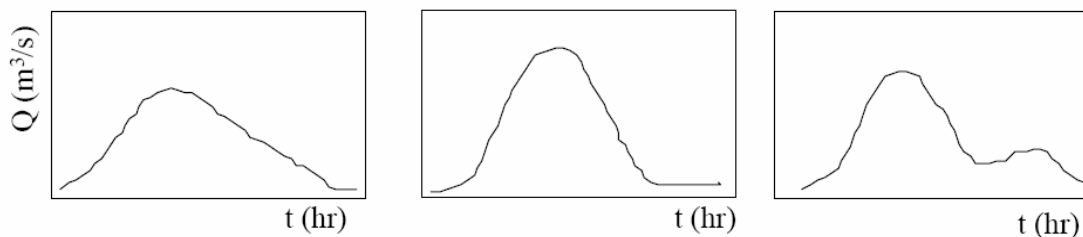
## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΡΡΟΗ

Επίδραση της γεωμετρίας στο υδρογράφημα

ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (ΜΕ ΕΜΒΑΔΟΝ  $A$ )



ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΩΦΕΛΙΜΗ ΒΡΟΧΗ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ  $I$  ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ  $D$



$$V=A*I*D$$

Εικόνα 3: Επίδραση Γεωμορφολογίας στην απορροή ποταμού

### 2.2.2 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. (Παυλόπουλος & Καρύμπαλης, 2003). 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.

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 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.

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.

Πίνακας 2: 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 2 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 1<sup>ος</sup> νόμος του Horton ονομάζεται και νόμος του αριθμού των κλάδων και αναφέρεται 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  $\Omega$  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.

Ο 2<sup>ος</sup> 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 2<sup>ος</sup> 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<sup>ο</sup> 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 (Παυλόπουλος & Καρύμπαλης, 2003).

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 (Παυλόπουλος & Καρύμπαλης, 2003). Ένα από αυτά είναι και το κλίμα της περιοχής.

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.

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας είναι στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου και μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 34° 44' 53'' και 41° 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 (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.



### 3. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Η μετάδοση της πληροφορίας είναι μια διαδικασία που συναντιέται σε πάρα πολλές δραστηριότητες του ανθρώπου από τις απλές και καθημερινές ενέργειες, μέχρι τις πολύ εξειδικευμένες μελέτες και έρευνες. Όταν η πληροφορία περιλαμβάνει δεδομένα, τα οποία είναι συνδεδεμένα άμεσα ή έμμεσα με κάποιο τόπο, ένας εύκολος και κατανοητός τρόπος μετάδοσης της είναι ο συσχετισμός με το γεωγραφικό χώρο που εμφανίζεται. Μια μορφή συσχετισμού είναι η απεικόνιση των δεδομένων σε συνδυασμό με την απεικόνιση του γεωγραφικού χώρου που αναφέρονται.

Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί, από τις πρώτες κιόλας οργανωμένες κοινωνίες, διάφορες τεχνικές όπως είναι η δημιουργία τοπογραφικών και θεματικών χαρτών, οι οποίοι αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή μακρινών χωρών, σαν μια βοήθεια προς την ναυτιλία και τις στρατιωτικές επιχειρήσεις. Η εξέλιξη όμως στην κατανόηση και εκτίμηση των φυσικών διαθεσίμων (γεωλογία, γεωμορφολογία, εδαφολογία κ.λ.π.), αλλά και η πρόοδος των επιστημονικών μελετών και τεχνολογιών, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για χαρτογράφηση του καινούργιου υλικού που προκύπτει.

Οι επιταχυνόμενοι ρυθμοί της σύγχρονης εποχής και η εναλλαγή των πληροφοριών ακόμα και σε καθημερινή ή και ωριαία βάση, δεν μπορούν να συμβαδίσουν με την δαπανηρή και απαγορευτικά χρονοβόρα διαδικασία παραγωγής θεματικών χαρτών σχεδιασμένων στο χέρι. Υπάρχει δηλαδή ανάγκη για συνεχή ανανέωση της χωρικής βάσης δεδομένων. Στις αρχές της δεκαετίας του '80 γνώρισαν εξαιρετικά μεγάλη ανάπτυξη τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Γ.Σ.Π. (Geographic Information Systems – G.I.S.). Οι κυριότεροι λόγοι που ώθησαν την τεχνολογία των Γ.Σ.Π. στα μεγάλα άλματα της τελευταίας τριακονταετίας ήταν:

- Η μεγάλη ανάπτυξη της πληροφορικής και το διαρκώς μειούμενο κόστος των αντίστοιχων μηχανημάτων και προγραμμάτων
- Η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης, ερμηνείας και πρόβλεψης των συνθηκών του γήινου περιβάλλοντος
- Η διαρκώς αυξανόμενη ανησυχία για την περιβαλλοντική υποβάθμιση τόσο σε τοπική, όσο και σε εθνική αλλά και παγκόσμια κλίμακα και βεβαίως
- Η αδυναμία επεξεργασίας με παραδοσιακούς τρόπους του τεράστιου αριθμού στοιχείων και σύνθετων επεξεργασιών που απαιτούνται για τη μελέτη των

φυσικών, κοινωνικών και οικονομικών μεγεθών των σύγχρονων προβλημάτων ανάπτυξης.

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, 1999). Συμβάλλει επίσης στην αντιμετώπιση διαφόρων γεωγραφικών προβλημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης πληροφοριών σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης. Η πληροφοριακή βάση των Σ.Π.Γ. αποτελείται από παρατηρήσεις για χωρικά κατανομημένα χαρακτηριστικά, δραστηριότητες ή γεγονότα που καθορίζονται στο χώρο σαν σημεία, γραμμές ή επιφάνειες. Το Γ.Σ.Π. επεξεργάζεται τα στοιχεία για αυτά τα σημεία, γραμμές, ή επιφάνειες, δημιουργώντας τις αναγκαίες πληροφορίες για την απάντηση χωρικών ερωτημάτων και αναλύσεων.

Κάθε Γ.Σ.Π. πρέπει να βασίζεται σε όσο γίνεται πιο πρόσφατα, ομοιογενή και κυρίως σωστά στοιχεία που είναι διαθέσιμα, ώστε να μπορεί να δημιουργηθεί μια συνεπής πολυκλαδική πληροφοριακή βάση. Αυτό μπορεί να γίνει κυρίως με την δημιουργία ενός συστήματος πληροφοριών, που να εξασφαλίζει ότι τα στοιχεία του μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σύνολο προσεγγίσεων ή μοντέλων, σχετιζόμενων με τις συγκεκριμένες ερωτήσεις για τα χωρικά προβλήματα που απαιτούν λύσεις. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί γνωρίζοντας το πλαίσιο μέσα στο οποίο οι αποφάσεις λαμβάνονται και για τις οποίες το πληροφοριακό σύστημα χρειάζεται.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των Γ.Σ.Π. περιγράφουν υπαρκτά αντικείμενα ως προς :

- Τη θέση τους σε κάποιο γνωστό σύστημα συντεταγμένων
- Των χαρακτηριστικών τους, που δεν σχετίζονται με την θέση (θεματικά χαρακτηριστικά)
- Των χωρικών αλληλοσυσχετίσεων μεταξύ τους (τοπολογικές σχέσεις)

Έτσι, ένα Γ.Σ.Π. είναι μια πολύπλοκη, πολυεπιπεδική και πολυκλαδική σειρά διαδικασιών και αποφάσεων. Με άλλα λόγια, μια οποιαδήποτε αλλαγή σε αυτή την

αλυσίδα των αποφάσεων ή διαδικασιών, έχει σαν αποτέλεσμα κάποια άλλης μορφής προϊόντος. Επιπλέον, ένα σωστό Γ.Σ.Π. πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω αρχές:

- Το σύστημα που θα αναπτυχθεί πρέπει να είναι χρήσιμο τόσο στους πολιτικούς υπεύθυνους που παίρνουν τις αποφάσεις όσο και στους χρήστες
- Οι τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για την συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων, πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στην τεχνολογία και γενικότερα στην υποδομή που επικρατεί στην χώρα.
- Το επίπεδο απόδοσης του συστήματος και κατ' επέκταση οι δυνατότητες του Η/Υ, να είναι σύμφωνα με τις ανάγκες και κυρίως τις οικονομικές δυνατότητες της χώρας.

Οι παραδοχές που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων, πρέπει να αναφέρονται σε κάθε επιλογή προγραμμάτων που βασίζονται στις πληροφορίες του Γ.Σ.Π.

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η δημιουργία ενός Γ.Σ.Π. είναι μια επίπονη και δύσκολη διαδικασία η οποία ουσιαστικά αντιπροσωπεύει την χρυσή τομή μεταξύ των απαιτήσεων του χρήστη και του υπεύθυνου των αποφάσεων αλλά και των δυνατοτήτων του ηλεκτρονικού συστήματος που χρησιμοποιείται και το οποίο ανακλάται σε μια ευαίσθητη ισορροπία μεταξύ προγραμμάτων (software) και Η/Υ (hardware).

Τα Γ.Σ.Π. έχουν εφαρμοσθεί ευρέως σε πάρα πολλές επιστήμες (πολεοδομία, χωροταξία, κτηματολόγιο, τηλεπισκόπηση, ερευνά αγοράς, επιλογή βέλτιστης θέσης, συγκοινωνιακά, οδοποιία, οικολογία, γεωλογία κ.α.) και αυτό εξ' αιτίας της πλειάδας των πλεονεκτημάτων που συγκεντρώνουν. Μερικά από αυτά είναι τα εξής:

1. Τα στοιχεία διατηρούνται σ' ένα μικρό χώρο (π.χ. μια μαγνητική ταινία).
2. Η διατήρηση και η ανάληψη των στοιχείων γίνεται σε πολύ μικρότερο κόστος ανά μονάδα στοιχείων.
3. Η ανάληψη των στοιχείων είναι σημαντικά γρηγορότερη.
4. Διαφορετικά προγράμματα Η/Υ επιτρέπουν μια μεγάλη ποικιλία επεξεργασίας των στοιχείων.
5. Χωρικά και μη χωρικά, γραφικά και μη γραφικά χαρακτηριστικά, μπορούν να επεξεργαστούν ταυτόχρονα και σε συσχέτιση το ένα με το άλλο.
6. Πολλαπλοί και γρήγοροι έλεγχοι για την «γεωγραφία / φυσιογνωμία» μιας περιοχής, μπορούν να γίνουν με την χρήση διάφορων μοντέλων.

7. Ανάλυση διαχρονικών αλλαγών μπορεί να γίνει χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

8. Μπορούν να προσαρμοστούν σε interactive γραφικά συστήματα, που διευκολύνουν την ανάλυση.

9. Μπορούν να γίνουν αναλύσεις που είναι σχεδόν αδύνατες με το χέρι (π.χ. ψηφιακή ανάλυση εδάφους).

10. Δημιουργούν συνθήκες για μια ολοκληρωμένη διαδικασία όπου η συλλογή στοιχείων, η ανάλυση και η διαδικασία αποφάσεων αποτελούν μια συνεχή ροή.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ένα Γ.Σ.Π. δεν είναι απλά ένα μέσο με το οποίο παράγονται χάρτες, διαγράμματα, ή κατάλογοι ποιοτικών χαρακτηριστικών, αλλά μια νέα, ολοκληρωμένη τεχνολογία απαραίτητη για την ανάλυση και μελέτη του χώρου καθώς και την λήψη αποφάσεων που αφορούν τη γη, το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Παρέχουν δηλαδή, δυνατότητες εξομοίωσης και ανάλυσης του φυσικού περιβάλλοντος. Οι αναλυτικές τους δυνατότητες αξιοποιούνται μόνο όταν οι πληροφορίες που περιέχουν είναι διευθετημένες σε διακριτά θεματικά επίπεδα οντοτήτων με δομημένη τοπολογία και ορθολογικά σχεδιασμένη βάση δεδομένων στην οποία αναφέρονται οι περιγραφικές πληροφορίες. Οι διαδικασίες ανάλυσης, είτε αφορούν χωρικά, είτε αφορούν περιγραφικά δεδομένα, ακολουθούν βασικούς λογικούς κανόνες.

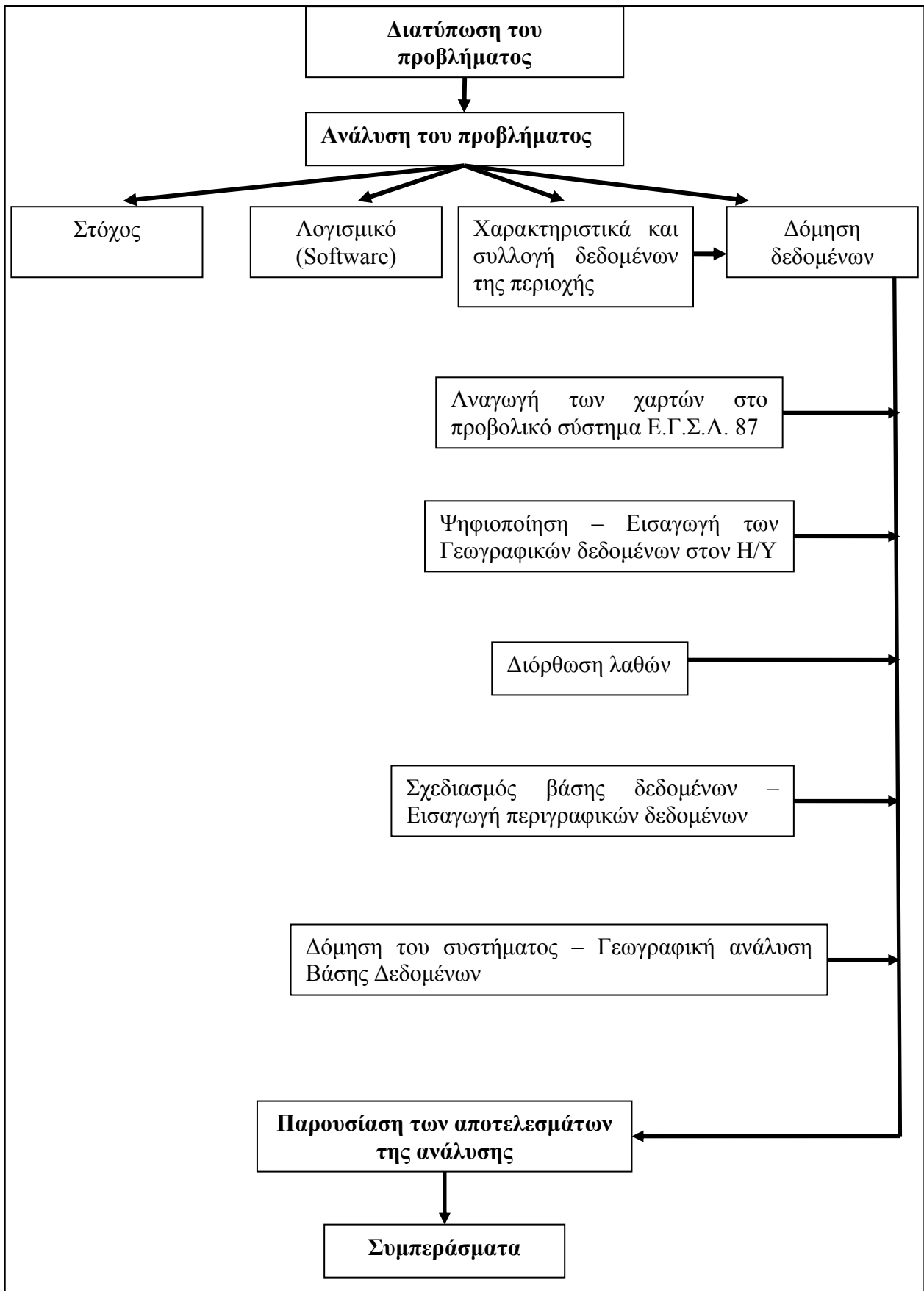
#### 4. Μεθοδολογία

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 υλοποίησή του, είναι η εξής:

- ικανότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου ετερογενών χωρικών δεδομένων
- 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 4. Οι φάσεις ανάλυσης και σχεδιασμού του συστήματος πραγματοποιήθηκε προκειμένου να απλοποιηθούν τα προβλήματα και για την ορθολογικότερη διαχείριση των δεδομένων. Στόχος του συστήματος είναι η παροχή ολοκληρωμένης και αξιόπιστης πληροφορίας που αφορά την παράκτια ζώνη της Μυκόνου, το οποίο θα βοηθά στην λήψη αποφάσεων σε ότι αφορά τον παράκτιο σχεδιασμό της περιοχής. Οι παράκτιες μελέτες είναι ο συνδυασμός τοπογραφικών, γεωλογικών, υδρογραφικών και τεχνικών μελετών, που δίνουν την «ακτινογραφία» της παράκτιας ζώνης. Η εισαγωγή των γεωγραφικών δεδομένων έγινε σε ενιαίο σύστημα αναφοράς και αφού διορθώθηκαν τυχόν λάθη σχεδιάστηκε η βάση δεδομένων. Επόμενο στάδιο ήταν η γεωγραφική ανάλυση της βάσης και τέλος η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με τα συμπεράσματα.

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.



Εικόνα 4: Διάγραμμα ροής που απεικονίζεται η στρατηγική της μελέτης

## 5. Εφαρμογή: Ν. Μύκονος

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
4. Ταξινόμηση και διαχωρισμό των ακτών της περιοχής

Κατά την εφαρμογή της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν αναλογικά γεωγραφικά δεδομένα, δηλαδή τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50.000 έκδοσης Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), συγκεκριμένα το φύλλο χάρτη Μύκονος. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν ο αντίστοιχος γεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:50.000 έκδοσης Ι.Γ.Μ.Ε. καθώς και ο υδρογραφικός χάρτης κλίμακας 1:150.000 έκδοσης Υδρογραφικής Υπηρεσίας Ναυτικού (Υ.Υ.Π.Ν.), συγκεκριμένα το φύλλο χάρτη Κόλπος Πεταλίων μέχρι Ν. Νάξου. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα θερμοκρασίας, ανεμολογικά δεδομένα δεδομένα βροχόπτωσης από την Ε.Μ.Υ. καθώς και παρουσίαση κυματικών δεδομένων από το σύστημα Ποσειδών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Τέλος χρησιμοποιήθηκαν και αεροφωτογραφίες έκδοσης Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) από τις χρονιές 1945 (4 Α/Φ κλίμακας 1/42000), 1960 (6 Α/Φ κλίμακας 1/30000), 1989 (5 Α/Φ κλίμακας 1/35000), καθώς και δορυφορική εικόνα παραγωγής 2004. Για την επεξεργασία των δεδομένων οι αναλογικοί χάρτες έπρεπε να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή και αυτό έγινε με την βοήθεια σαρωτή Α0, η ανάλυση κάθε χάρτη ήταν 600 dpi.

Το λογισμικό που επιλέχθηκε για την διαχείριση και η επεξεργασία των γεωγραφικών δεδομένων έγινε με το λογισμικό Arc Gis 9.3 τις ESRI. 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, 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, 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. Η μέση τετραγωνική ρίζα (R.M.S.) λάθους αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ των αρχικών σημείων ελέγχου και των νέων θέσεων σημείου ελέγχου και υπολογίζεται από τον αφινικό μετασχηματισμό όπου από τις συντεταγμένες  $\chi_1, \psi_1$  του ενός συστήματος στις συντεταγμένες  $\chi_2, \psi_2$  του άλλου συστήματος χρησιμοποιείται η παρακάτω σχέση

$$\chi_2 = \alpha_1 \cdot \chi_1 + \beta_1 \cdot \psi_1 + \gamma_1$$

$$\psi_2 = \alpha_2 \cdot \chi_1 + \beta_2 \cdot \psi_1 + \gamma_2$$

Ο μετασχηματισμός αυτός ονομάζεται ομοπαράλληλος ή αφινικός και αναπαριστά δυο μεταθέσεις, διαφορετικές κλίμακες κατά μήκος των αξόνων  $\chi$  και  $\psi$ , στροφή και μη καθετότητα των αξόνων. (Κάβουρας, 1998)



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 ( $10m < 12.5m$ ). Στην περίπτωση του υδρογραφικού χάρτη κλίμακας 1/150.000 είχαμε R.M.S. Error  $30m < 37,5 = (0,25 * 150000 / 1000)$ .

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 ή παραχωρήθηκαν από τα εργαστήρια του ΕΜΠ Γεωγραφίας και Ανάλυσης του χώρου και το εργαστήριο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. είναι οι παρακάτω:

1. Οδικό δίκτυο
2. Ακτογραμμή του 2004, 1945, 1960, 1989
3. Ισοϋψείς ισοδιάστασης 4m.
4. Ισοβαθείς
5. Σημεία ισοβαθών
6. Υδρογραφικό δίκτυο
7. Υδροκρίτης
8. Λεκάνες απορροής
9. Γεωλογικοί σχηματισμοί
10. Ρήγμα
11. Προσχωσιγενείς Ακτές
12. Ονοματολογία οικισμών, ποταμών και παραλιών

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους που δημιουργήθηκαν στην παρούσα εργασία αφορούν το χερσαίο και θαλάσσιο κομμάτι και έγιναν στο Arc Gis με τη μέθοδο των τριγώνων (tin) και χρειάστηκε το 3d analyst (create tin). Αφού ψηφιοποιήθηκαν οι ισοψείς, ισοβαθείς καμπύλες και τα σημεία ισοβαθών, στη βάση δεδομένων δημιουργείται ένα πεδίο με τιμές τα αντίστοιχα υψόμετρα/βάθη τους. Τέλος για την καλύτερη απεικόνιση των δεδομένων δημιουργήθηκε χάρτης κλίσεων και προσανατολισμού (από το 3D analyst η εντολή surface analysis slope και aspect).

### 5.1 Η Γεωγραφία της Ν. Μυκόνου

Η Μύκονος βρίσκεται στην περιοχή του Κεντρικού Αιγαίου και υπάγεται στην Περιφέρεια Κυκλάδων (Νομός Κυκλάδων) (Εικ. 6, Εικ. 7), μια νησιωτική περιφέρεια η οποία αριθμεί 39 συνολικά νησιά – μικρά και μεγάλα – εκ των οποίων μόνο τα 24 κατοικούνται. Πρόκειται για μια νησιωτική περιφέρεια, η οποία συγκροτήθηκε με βάση κυρίως το κοινό ιστορικό και πολιτισμικό της παρελθόν.

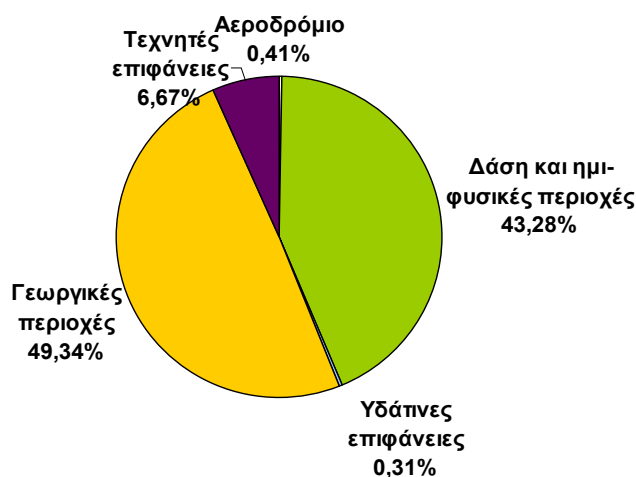
Ο Νομός Κυκλάδων είναι ένα νησιωτικό σύμπλεγμα που βρίσκεται στο νότιο και μέχρι το κεντρικό Αιγαίο, μεταξύ Κρήτης, Πελοποννήσου, Εύβοιας και των Νομών Σάμου και Δωδεκανήσου. Τα νησιά βρέχονται από το Αιγαίο, το Μυρτώο και το Κρητικό Πέλαγος. Τα κυριότερα νησιά των Κυκλάδων είναι η Νάξος, η Άνδρος, η Τήνος, η Πάρος, η Κέα, η Μήλος, η Αμοργός, η Ίος, η Σύρος, η Κύθνος, η Μύκονος, η Σίφνος, η Σέριφος, η Θήρα (ή Σαντορίνη), η Σίκινος, η Κίμωλος, η Φολέγανδρος, η Ανάφη, η Αντίπαρος, η Γυάρος, η Ηράκλεια, η Μακρόνησος, η Πολύαιγος, η Ρήνεια, η Δονούσα, η Κέρος, η Θηρασία, το Δεσποτικό και η Δήλος. Γύρω από τα νησιά αυτά υπάρχουν πολλές νησίδες και βραχονησίδες.

Η Μύκονος διοικητικά ανήκει στην επαρχία Σύρου (Νομός Κυκλάδων) και συνιστά σήμερα έναν ενιαίο Δήμο (το Δήμο Μυκόνου, μετά την κατάργηση της Κοινότητας της Ανω Μεράς, με το σχέδιο ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ το 1999). Η Μύκονος, γνωστό τουριστικό κέντρο παγκόσμιας εμβέλειας εδώ και πολλές δεκαετίες, απέχει από τον Πειραιά 110 ναυτικά μίλια. Διοικητικά αλλά και ιδιοκτησιακά, στη Μύκονο ανήκουν οι νησίδες Δήλος και Ρήνεια. Το σύμπλεγμα των νησιών Μυκόνου, Δήλου και Ρήνειας βρίσκεται στο κέντρο της γεωγραφικής και πολιτισμικής ενότητας των Κυκλάδων, που είναι σπαρμένες στο Αιγαίο ολόγυρα από το αρχαίο κέντρο τους την ιερή Δήλο. Το νησί της Δήλου απέχει μόλις 1,5 ναυτικό μίλι απόσταση από την πόλη (Χώρα) της Μυκόνου και είναι στα δυτικά της. Δυτικότερα και σε μικρή απόσταση, βρίσκεται η Ρήνεια. Η συνολική επιφάνεια των 3 νησιών είναι 102.500 στρέμματα.

Πιο συγκεκριμένα, τα τρία αυτά νησιά έχουν προς δυσμάς την -ανάλογη με την Μύκονο σε έκταση- Σύρο (όπου η Ερμούπολη, πρωτεύουσα του Νομού Κυκλάδων, αλλά και έδρα της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου. Στα νότια του συμπλέγματος βρίσκονται οι σημαντικά μεγαλύτερες νήσοι Πάρος και Νάξος, στα βόρεια η Τήνος και στα ανατολικά, σε μεγαλύτερη απόσταση, η Ικαρία.

Η Μύκονος βρίσκεται μεταξύ 37° 30' 00'' βόρειου γεωγραφικού πλάτους, 37° 24' 00'' νότιου γεωγραφικού πλάτους και μεταξύ των μεσημβρινών 25° 17' 00'' και

25° 28' 00''. Η συνολική της επιφάνεια είναι 86.318,504 στρέμματα και από αυτά τα 42.640,98137 είναι Γεωργικές περιοχές (49.34%), τα 37.398,118 στρέμματα χρησιμοποιούνται ως Δάση και ημι-φυσικές περιοχές (43.28%), 5.762,087 στρέμματα καταλαμβάνουν οι Οικισμοί (6.67%) και τα υπόλοιπα 615,813 στρέμματα αποτελούν τις Υδάτινες επιφάνειες μαζί με το Αεροδρόμιο (0,72%). Τα παραπάνω ποσοστά προήλθαν σύμφωνα με τις χρήσεις γης από το Corine Land Use (Εικ. 5, Εικ. 8).



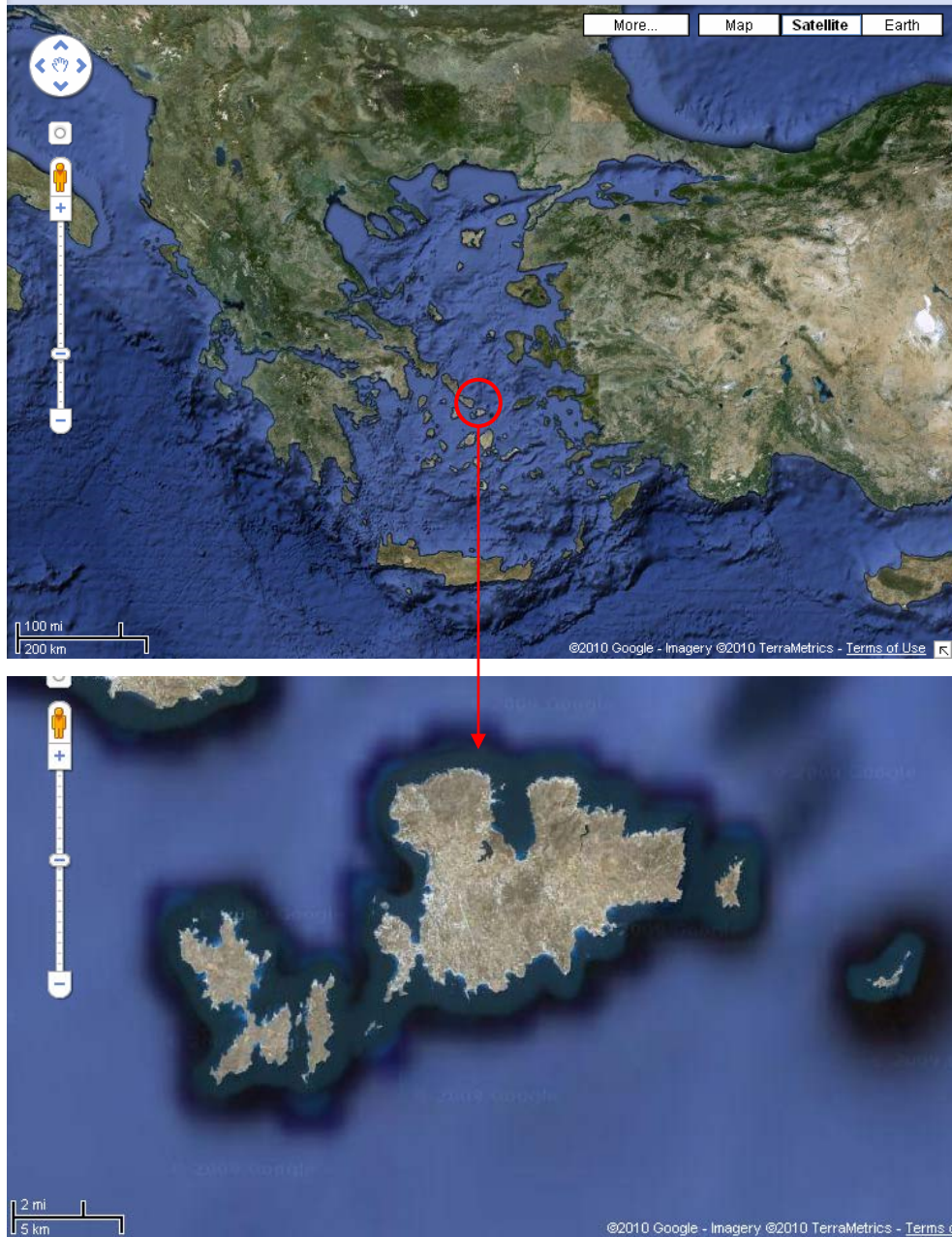
Εικόνα 5: Στατιστικά στοιχεία χρήσης γης σύμφωνα με το Corine Land Use

Επίσης, το συνολικό μήκος της ακτογραμμής της Μυκόνου φτάνει τα 97135,036m. Οι μάλλον απότομες και βραχώδεις ακτές της διακόπτονται πολύ συχνά από όμορφες παραλίες γρανιτικής άμμου, ενώ μικροί σκόπελοι συμπληρώνουν κάποτε το τοπίο, σε μικρή απόσταση από τις ακτές.

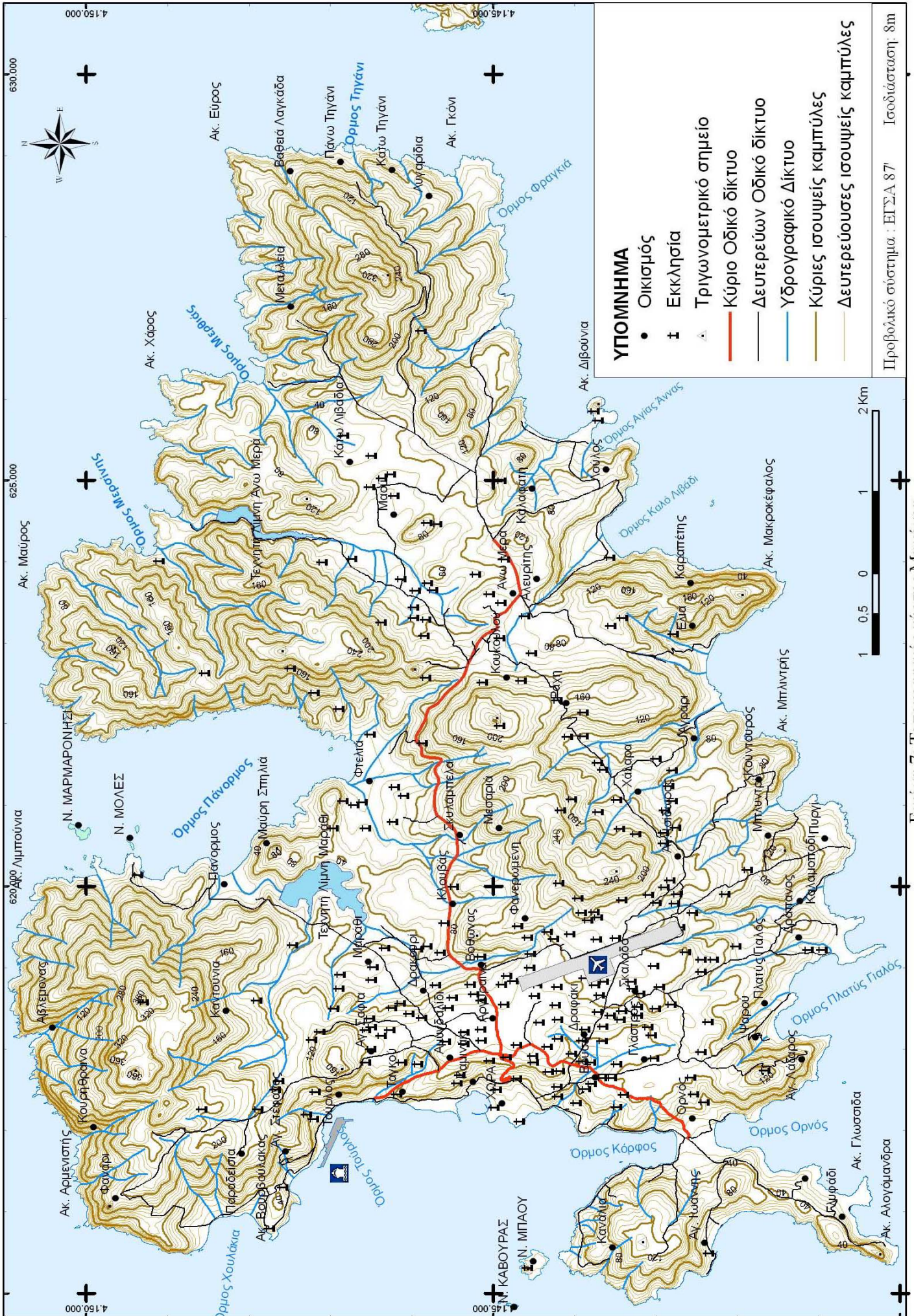
Η γεωμορφολογία του νησιού είναι τυπικά κυκλαδίτικη με εδάφη βραχώδη και ημιορεινά τα οποία χαρακτηρίζονται από φτωχή βλάστηση και λίγους υδάτινους πόρους (λίγοι χείμαρροι και δύο υδροβιότοποι στον Πάνορμο και στο Μαράθι). Το κλίμα είναι εύκρατο με ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ηλιοφάνεια (150 ημέρες), περιόδους ανομβρίας και δυνατά μελτέμια. Την γενική εικόνα του τοπίου των Κυκλάδων και ειδικά της Μυκόνου συνθέτουν κατά κύριο λόγο τα φρύγανα, η μακκία και τα ακάλυπτα βράχια. Ανάμεσα στα φρύγανα βρίσκουν προστασία πολλά είδη ετησίων και βολβωδών φυτών. Γενικά η φυτοκάλυψη του νησιού χαρακτηρίζεται αραιή. Οι υδροβιότοποι της Μυκόνου έχουν ιδιαίτερο ορνιθολογικό ενδιαφέρον και είναι πάνω σε γραμμή περάσματος απειλούμενων μεταναστευτικών ειδών.

Το γεωλογικό υπόστρωμα έχει γενικώς γρανιτική σύσταση με περιορισμένα άλλης σύστασης - κυρίως ασβεστολιθικά - τμήματα. Η επιφάνεια του παρουσιάζει

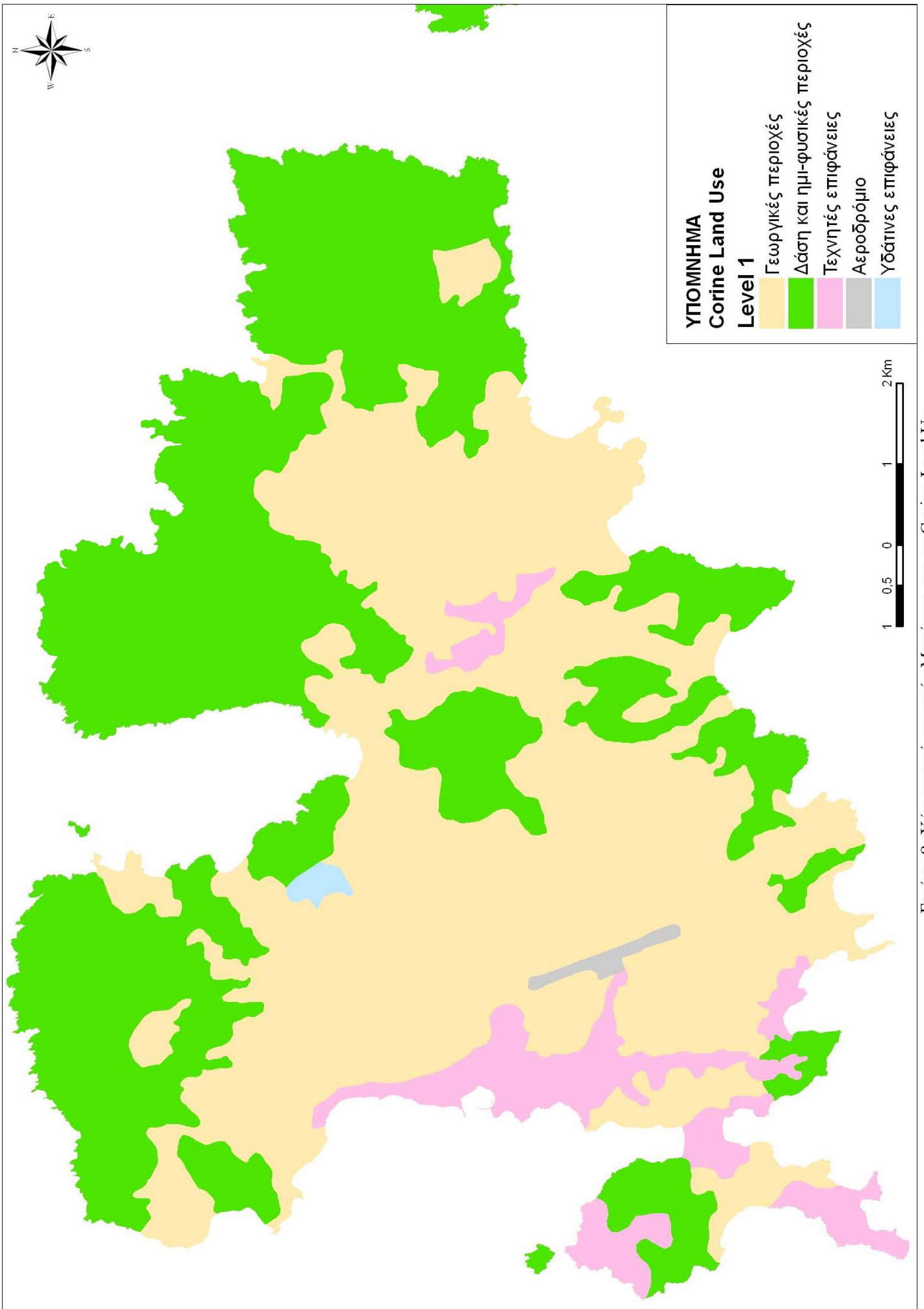
λοφώδεις εξάρσεις μικρού γενικά υψομέτρου. Του τοπίου της Μυκόνου δεσπόζουν όμως οι τρεις υψηλότερες κορυφές : ο Αι-Λιάς ο Βορνώτης (υψόμετρο: 386m στα Β.Δ. μαζί με την κορυφή Βάρδιες (υψόμετρο: 372m) βόρεια του νησιού και ο Αι-Λιάς ο Ανωμερίτης (υψόμετρο: 341m) στα Ανατολικά (Εικ. 7). Η Μύκονος διαθέτει και ορυκτό πλούτο (μόλυβδο, άργυρο και κυρίως βαρύτης), που υπήρξε αντικείμενο μεταλλευτικών δραστηριοτήτων στο παρελθόν.



Εικόνα 6: Περιοχή Μυκόνου (Πηγή Google Earth)



Εικόνα 7: Τοπογραφικός χάρτης Μυκόνου



Εικόνα 8: Χάρτης χρήσεων γης Μυκόνου από το Corine Land Use

Ο συνολικός μόνιμος πληθυσμός της, ανέρχεται στους 9.320 κατοίκους σύμφωνα με την απογράφη του 2001 (Ε.Σ.Υ) (Εικ. 9). Η πληθυσμιακή εξέλιξη του νησιού από το 1971 έως και το 2001 απεικονίζεται στον Πίνακα 3. Η αύξηση του πληθυσμού της Μυκόνου από το 1971 μέχρι το 2001 είναι 141,26%.

Πίνακας 3: Πληθυσμός Μυκόνου

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΝΗΣΟΥ ΜΥΚΟΝΟΥ					
A/A	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	1971	1981	1991	2001
1	Μύκονος	3.009	4.469	3.935	6.467
2	Αγ.Ιωάννης	-	-	58	265
3	Αγ.Στέφανος	6	75	62	205
4	Δήλος	16	16	9	14
5	Κλουβάς	-	-	99	180
6	Μπάος	-	-	-	-
7	Ορνός	59	147	299	237
8	Πλατύ Γιαλός	96	61	303	204
9	Πλιντρί	-	-	282	29
10	Ρήνεια	24	11	-	-
11	Τούρλος	24	71	98	115
12	Φάρος Αρμενιστής	-	-	90	106
13	Ψαρού	-	-	130	107
14	Ανω Μερά	619	665	797	1.335
15	Καλαφάτη	10	15	17	56
	<b>Σύνολα</b>	<b>3.863</b>	<b>5.530</b>	<b>6.176</b>	<b>9.320</b>



Εικόνα 9: Πληθυσμιακή μεταβολή Μυκόνου

Η Μύκονος έχει μέγιστο μήκος 14 περίπου Km και πλάτος 10χλμ. Οι ακτογραμμές σχηματίζουν κόλπους που εισχωρούν σε βάθος μέσα στην ξηρά. Σημαντικότεροι κόλποι είναι της Χώρας, του Πανόρμου και του Ορνού (Εικ. 7). Τα δύο οικοσυστήματα τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον είναι δύο παράκτιοι υγροβιότοποι στον όρμο Πανόρμου, της Φτελιάς και βορειότερα του Πανόρμου, που πλημμυρίζουν περιοδικά σχηματίζοντας μικρές λιμνοθάλασσες. Στην θαλάσσια περιοχή του Πανόρμου καθώς και σε άλλα σημεία γύρω από το Νησί της Μυκόνου έχουν βρεθεί φώκιες. Στην περιοχή του Όρμου Πανόρμου υπάρχει το καταφύγιο θηραμάτων Μοροέργου (4.200 στρέμματα).

Η Μύκονος στο χάρτη προσομοιάζει με ένα ακανόνιστο τρίγωνο, το οποίο όμως χωρίζεται σε δύο τμήματα από έναν σημαντικό κόλπο στον Βορρά (Πάνορμος). Ο Όρμος Πανόρμου και οι λόφοι στα νότια του, διαιρούν την Μύκονο σε δύο περιοχές οι οποίες όμως παρουσιάζουν κοινά γεωλογικά χαρακτηριστικά. Το νησί είναι κυρίως λοφώδες, ενώ κοντά στις ακτές δεν υπάρχουν μεγάλες επίπεδες επιφάνειες.

Ζώνες μικρών κλίσεων είναι δύο στο νησί. Η πρώτη βρίσκεται ανατολικά της Χώρας και σε μορφή αναβαθμίδας πάνω από αυτήν με λόφους στα Β και Α, μεταξύ των υψομέτρων 80 και 120μ. Στα βόρεια όρια της κλίνει ανατολικά και καταλήγει στην περιοχή της Φτελιάς. Το μεγαλύτερο μέρος της επιφανειακής απορροής της ρέει προς την περιοχή της Μαραθιάς. Το έδαφος είναι τραχύ και σκληρό ενώ η μορφολογία του νησιού είναι ορεινή ή ημιορεινή. Η δεύτερη περιοχή μικρών κλίσεων βρίσκεται στην περιοχή της Άνω Μεράς μεταξύ των ισοϋψών 50 και 100, περιβάλλεται από λόφους και αρκετά ρέματα μικρού μήκους και χωρίς ιδιαίτερο βάθος. Νοτιοδυτικά, η επιμήκης χερσόνησος του Διακόφτη προτάσσεται της δυτικής πλευράς του νοητού τριγώνου δημιουργώντας δύο χαρακτηριστικούς ακόμα όρμους, τον Κόρφο με βόρειο προσανατολισμό και τον Ορνό με νότιο.

Το νησί διαθέτει αρκετά ρέματα τα οποία δεν έχουν ονομασίες. Εκείνα τα ρέματα που έχουν ονομασίες είναι το ρέμα της Πηγάδας δυτικά του νησιού στη χώρα, το ρέμα της Σπάρτας που εκβάλει στον όρμο του Πανόρμου, και το ρέμα της Λαγκάδας βορειοανατολικά του νησιού.

Το νησί της Μυκόνου διαθέτει δυο φράγματα, το φράγμα της Μαραθιάς στη Μύκονο που κατασκευάστηκε στη βορειοδυτική πλευρά του Νησιού, σε ευθεία απόσταση από την Χώρα της Μυκόνου 4 km περίπου, επί του χειμάρρου Μαραθιά σε απόσταση 500 μ. περίπου από την θάλασσα. Σκοπός του έργου είναι η αξιοποίηση



των επιφανειακών απορροών για την αντιμετώπιση των αναγκών σε νερό ύδρευσης αλλά και άρδευσης λόγω των αυξημένων αναγκών που παρουσιάζονται κατά τους θερινούς μήνες. Ο ταμιευτήρας του φράγματος έχει χωρητικότητα 3.760.000 m<sup>3</sup>. Επίσης, το φράγμα της Ανω Μεράς που βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά του νησιού, σε ευθεία απόσταση από τη χώρα της Μυκόνου 10 km περίπου, επί του χειμάρρου Μαού Λαγκάδα σε απόσταση 600 m περίπου από τη θάλασσα. Σκοπός του έργου είναι η αξιοποίηση των επιφανειακών απορροών για την αντιμετώπιση των αναγκών σε νερό άρδευσης αλλά και ύδρευσης. Ο ταμιευτήρας του φράγματος έχει χωρητικότητα 1.000.000 m<sup>3</sup>.

Ο σχηματισμός πολλών ορμίσκων στην ακτογραμμή της Μυκόνου με νότιο προσανατολισμό που αντιστοιχούν σε πολυάριθμες, μικρού μεγέθους και καλά προστατευμένες από το βοριά αμμουδερές και πανέμορφες παραλίες, χαρακτηρίζει το Μυκονιάτικο - άνυδρο κατά κανόνα - τοπίο και έχει αναμφίβολα συμβάλλει στην προβολή του τόπου ως προνομιούχου τουριστικού προορισμού σε διεθνές επίπεδο.

Οι κυριότεροι όρμοι της Μυκόνου είναι ο Πάνορμος - Φτελιά ανοικτός προς Βορρά, του Τούρλου ανοικτός προς Δ-ΝΔ, της Μεγάλης Άμμου ανοικτός προς Δ, ο Κόρφος ανοικτός προς Βορρά, του Αϊ Γιάννη ανοικτός προς Δ-ΝΔ ο Ορνός ανοικτός προς Νότο, ο Πλατύ Γιαλός - Ψαρού : ανοικτός προς Νότο, της Παράγκας : ανοικτός προς Νότο, το Πλιντρί - Σούπερ Παρανταίς ανοικτός προς Νότο, η Ελιά ανοικτός προς Νότο, το Καλό Λιβιάδι ανοικτός προς Νότο, ο Καλαφάτης - Αγία Άννα ανοικτός προς Νότο, της Λυιάς ανοικτός προς Νότο, η Μερχιά ανοικτός προς Ανατολικά και η Μερσίνη ανοικτός προς Α.- ΒΑ.

Στον όρμο του Τούρλου, 2 Km βορείως της Χώρας Μυκόνου (και του παλαιού λιμένα) έχει κατασκευαστεί το νέο λιμάνι του Τούρλου , που λειτουργεί πλήρως από το 2002, εξυπηρετώντας τα κρουαζιερόπλοια και, εν μέρει, τις ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες.

Μικρής έκτασης , ακατοίκητες βραχονησίδες του νησιωτικού συμπλέγματος είναι οι : Τραγονήσι και Χταπόδια στα Ανατολικά και ΝΑ της Μυκόνου (η δεύτερη σε αρκετά μεγαλύτερη απόσταση), Άγιος Γεώργιος-Μπάου, Πρασονήσια και Καλαφακίωνα στα Δυτικά, ΝΔ αντίστοιχα, καθώς και οι Μικρός και Μεγάλος Ρεματιάρης, καταμεσής του στενού μεταξύ Δήλου και Ρήνειας.

Οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής μελέτης εξετάζονται στα πλαίσια της μελέτης του κλίματος της ευρύτερης περιοχής των Κυκλάδων και συγκεκριμένα του νοτίου Αιγαίου. Το Νότιο Αιγαίο παρουσιάζει σημαντικές κλιματολογικές

παραλλαγές λόγω της γεωγραφικής θέσης, του μεγέθους και της απόστασης των νησιών από τις πλησιέστερες ηπειρωτικές ακτές. Στο σύνολο των νησιών κυριαρχεί το ήπιο εύκρατο μεσογειακό κλίμα, το οποίο στις ΝΑ περιοχές κλίνει προς το θαλάσσιο.

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 (Παυλόπουλος & Καρύμπαλης, 2003). Τα στοιχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ). Για την καλύτερη παρουσίαση των κλιματολογικών στοιχείων, χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενή δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Μυκόνου τα χαρακτηριστικά του οποίου περιλαμβάνονται στον Πίνακα 4.

Ο χειμώνας είναι ιδιαίτερα ήπιος, με μέση θερμοκρασία που σε πολλά νησιά των Κυκλάδων ξεπερνά τους 12°C. Το καλοκαίρι η μέση θερμοκρασία υπερβαίνει τους 25°C στα περισσότερα νησιά, η ατμόσφαιρα παραμένει όμως δροσερή λόγω της επίδρασης των ανέμων και της θάλασσας. Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής των Ν. Κυκλάδων χαρακτηρίζονται ευνοϊκές για την γεωργική παραγωγή. Η ελεύθερη παγετού περίοδος του έτους, βασικής σημασίας για πολλά φυτικά είδη, είναι εξαιρετικά μεγάλη και εκτείνεται από 1η Μαρτίου μέχρι 15η Νοεμβρίου, δηλαδή 260 ημέρες το έτος. Για τον σταθμό παρατήρησης της Μυκόνου δόθηκαν οι μέσες μηνιαίες, δηλαδή οι μέσες μηνιαίες μέγιστες και ελάχιστες και οι μέσες ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα για το χρονικό διάστημα λειτουργίας τους. (Πίνακας 5)

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Μύκονος

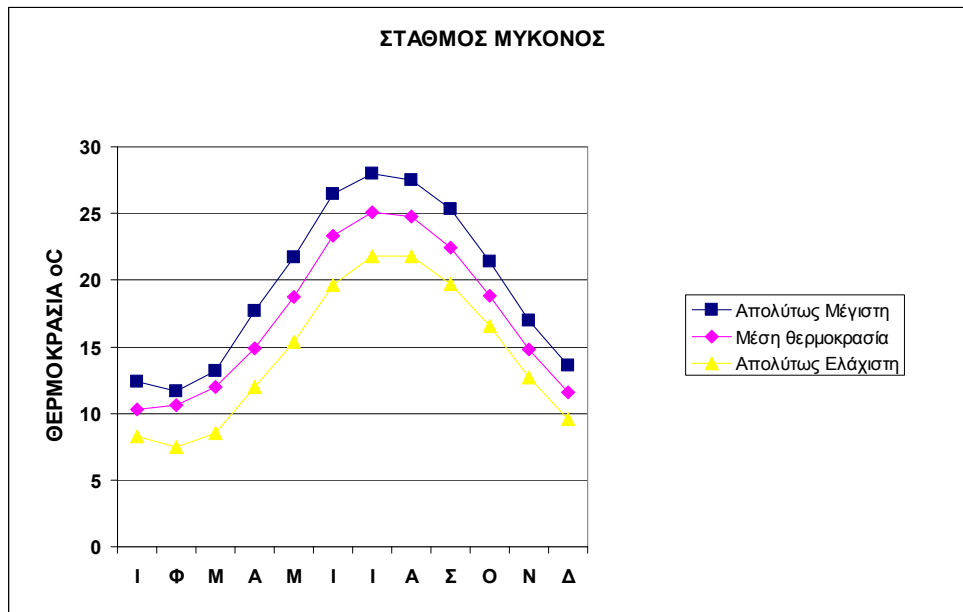
Σταθμός	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος	Ύψος Βαρομέτρου	Έτος
Μύκονος	25ο 25' Α	37ο 26' Β	127,3m	1989-2001

Το διάγραμμα της εικόνας 10 δείχνουν ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα ακολουθεί απλή κύμανση στον σταθμό παρατήρησης. Η μέγιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο με τιμή 37,7°C. Η μικρότερη θερμοκρασία παρατηρείται τον Φεβρουάριο και είναι 8,3°C. Στα υψηλά όμως ορεινά τμήματα ασφαλώς θα σημειώνονται μικρότερες θερμοκρασίες. 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.

Πίνακας 5. Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές μέγιστης, μέσης και ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα σε °C για τον μετεωρολογικό σταθμό Μυκόνου

Σταθμός Μύκονος (Ετη 1989-2001)												
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Απολύτως Μέγιστη	12,4	11,7	13,2	17,7	21,7	26,5	28	27,5	25,3	21,4	17	13,6
Μέση θερμοκρασία	10,3	10,6	12	14,9	18,7	23,3	25,1	24,8	22,4	18,8	14,8	11,6
Απολύτως Ελάχιστη	8,3	7,5	8,5	12	15,4	19,6	21,8	21,8	19,7	16,6	12,7	9,6

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 βορειών 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. Γενικά στο ορεινό εσωτερικό της περιοχής μελέτης η ψυχρή εποχή του έτους έχει μεγάλη διάρκεια και είναι πιο δριμεία. Το καλοκαίρι στα παράκτια τμήματα η θερμοκρασία είναι μικρότερη από αυτή του εσωτερικού πλην των ορεινών συγκροτημάτων στα οποία οι θερμοκρασίες είναι σημαντικά μικρότερες.



Εικόνα 10: Διάγραμμα ετήσιας πορείας των μέσων, μέγιστων, ελάχιστων θερμοκρασιών του αέρα σε °C για τον μετεωρολογικό σταθμό της Μυκόνου

## 5.2. Μηχανισμός τροφοδοσίας των ακτών με φερτές ύλες

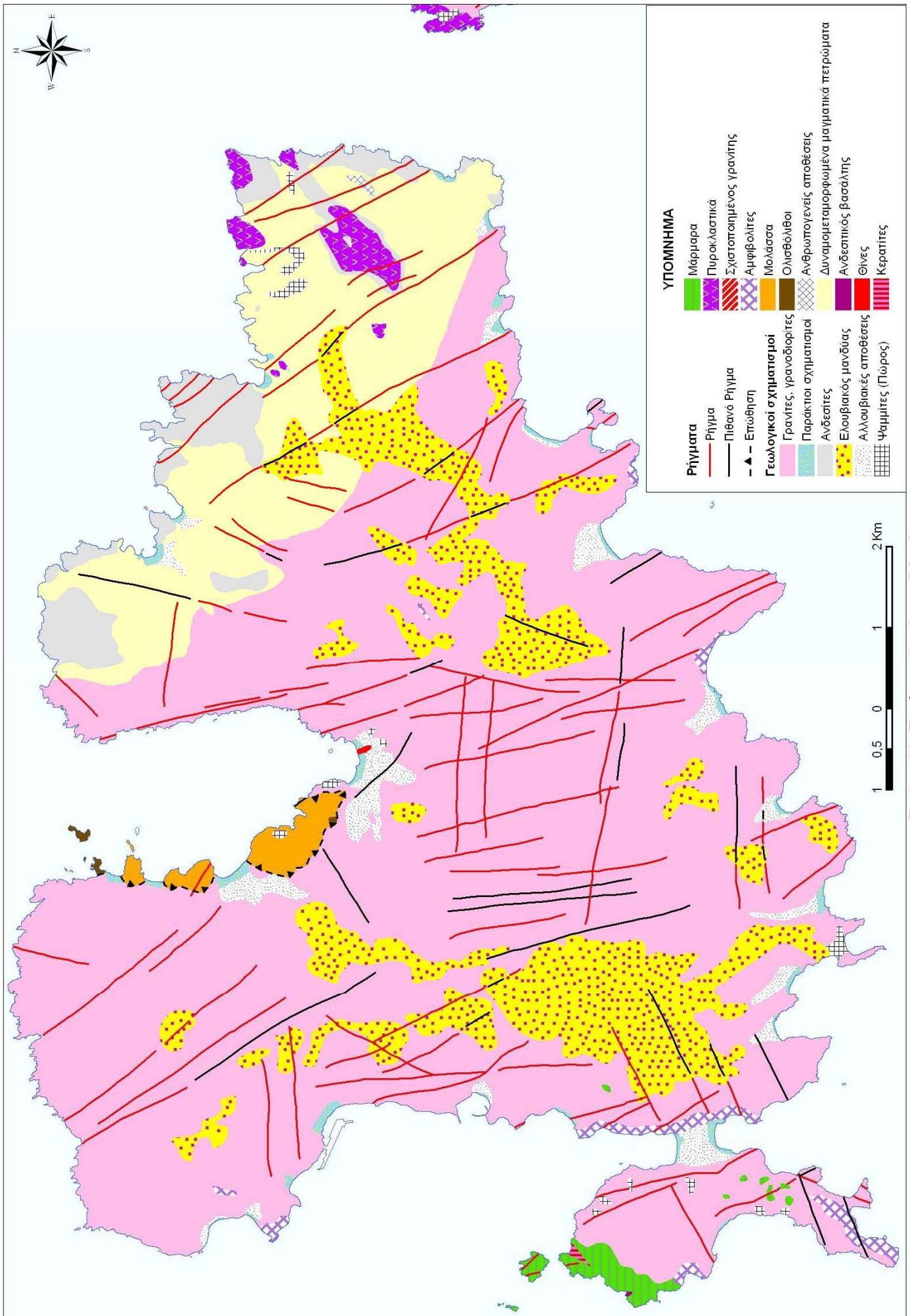
### 5.2.1 Γεωλογία – Τεκτονική

Ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης προέκυψε από το φύλλο Ν. Μύκονος - Ν. Ρηνεία κλίμακας 1:50.000 του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε. Μάιος 2004) (Εικ. 11).

Η Μύκονος δομείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από γρανίτες - γρανοδιορίτες. 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. Συγκεκριμένα οι σχηματισμοί που εμφανίζονται είναι οι εξής:

1. Αποθέσεις ηλικίας τεταρτογενούς – ολόκαινου που περιλαμβάνει ανθρωπογενείς αποθέσεις, παράκτιους σχηματισμούς και αλλουβιακές αποθέσεις.
2. Αποθέσεις ηλικίας τεταρτογενούς – πλειστόκαινου που περιλαμβάνει θίνες, ελλουβιακούς μανδύες, και ψαμμίτες (πώρος).
3. Γεωλογικούς σχηματισμούς που περιλαμβάνονται στη κατηγορία του αττικοκυκλαδικού συμπλέγματος, δηλαδή μάρμαρα και αμφιβολίτες.
4. Μαγματικά πετρώματα που χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τα ηφαιστειακά, δηλαδή πυροκλαστικά, ανδεσίτες, ανδεσιτικός βασάλτης και πλουτώνια πετρώματα, δηλαδή γρανίτες, γρανοδιορίτες, σχιστοποιημένος γρανίτης.
5. Μεταμορφωμένα πετρώματα που χωρίζονται σε πετρώματα μετασώματωσης, δηλαδή κερατίτες, δυναμομεταμορφωμένα μαγματικά πετρώματα και αλλόχθωνες σχηματισμούς που περιλαμβάνουν μολάσσα και ολισθόλιθους.

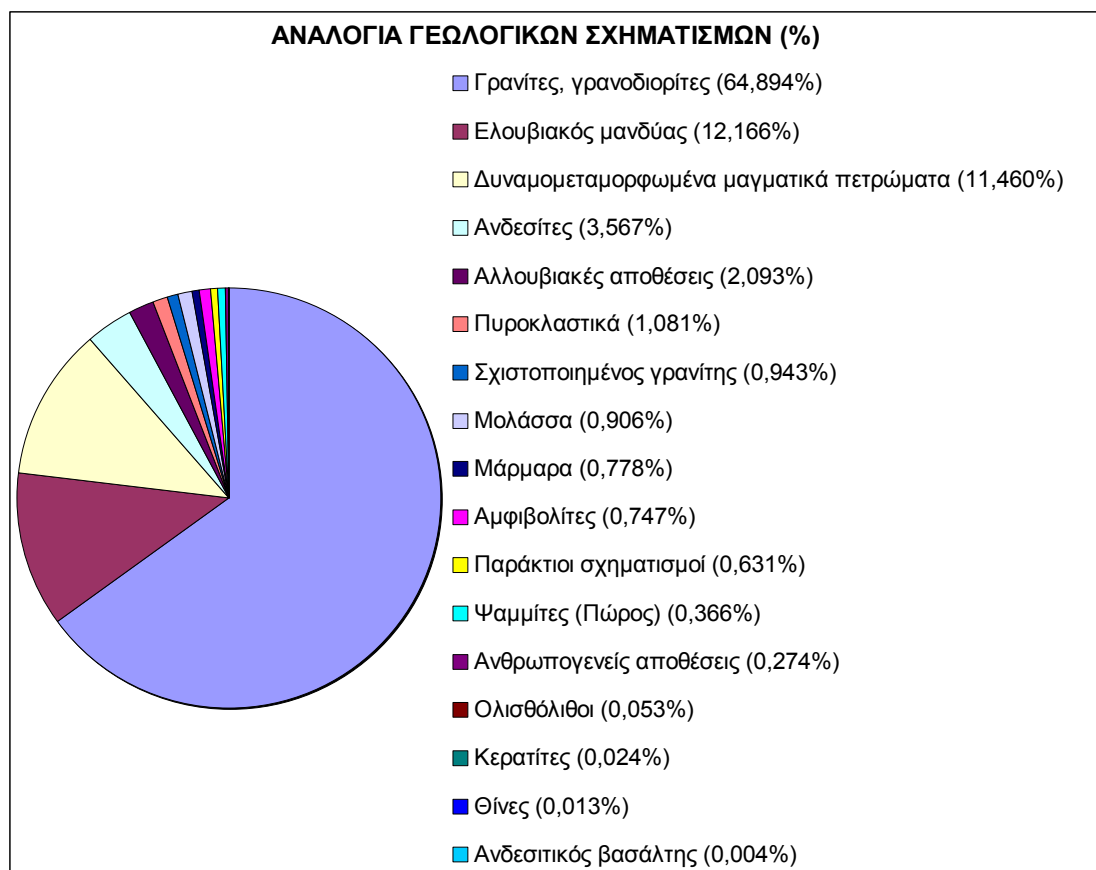
Το μεγαλύτερο μέρος του νησιού κατέχουν γρανιτικά - γρανοδιοριτικά πετρώματα (Εικ. 11, Εικ. 12) τα οποία και παρουσιάζουν την χαρακτηριστική διάβρωση των γρανιτών με τους καμπύλους ογκόλιθους και την γρανιτική άμμο. Κορυφές των λόφων έχουν αποπλυθεί από τα προϊόντα της αποσάθρωσης, ενώ στις ρεματιές και τις περιοχές μικρών κλίσεων είναι αυξημένη η συγκέντρωση αμμώδους υλικού. Είναι σημαντική η συμμετοχή του ανέμου στην διάβρωση και την μεταφορά του υλικού. Στις εκβολές των ρεμάτων σχηματίζονται πολλές μικρές αμμώδεις παραλίες με καλή τροφοδοσία σε γρανιτική άμμο. Ο γρανίτης της Μυκόνου είναι βιοτιτικός, κεροστιλβικός, γνευσιοειδής πορφυριτικός γρανίτης.



Εικόνα 11: Γεωλογικός χάρτης Μυκόνου

Στο γρανίτη αυτό επικρατεί άλλοτε ο βιοτίτης και άλλοτε η κεροσίλβη. Κατά θέσεις μεταπίπτει σε γρανοδιορίτη και στη συνέχεια σε διορίτη ενώ συνήθως παρουσιάζει γνευστοειδή χαρακτήρα. Ο γνευσιοειδής χαρακτήρας είναι συνεπεία ορογενετικών κινήσεων οι οποίες έδρασαν μετά τη διείσδυση και κρυστάλλωση του μάγματος μέσα στην μεταμορφωμένη Αττικοκυκλαδική κρυσταλλοσχεττώδη μάζα. Σε μερικές θέσεις χάνει τον γνευσιοειδή του χαρακτήρα και αποκτά κοκκώδη ιστό χωρίς να χάνει τον πορφυριτικό του χαρακτήρα. Για παράδειγμα, στην τοποθεσία Καλό Λιβάδι ο γρανίτης της Μυκόνου μεταπίπτει σε βιοτιτικό και γνευσιοειδή και στη συνέχεια σε λεπτόκοκκο γρανίτη χάνοντας τον πορφυριτικό του χαρακτήρα. Στην παράκτια ζώνη της ΒΔ πλευράς της Μυκόνου ο γρανίτης μεταπίπτει σε λεπτόκοκκο με έντονο γνευσιοειδή χαρακτήρα. Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των μαγματιτών αυτών είναι γενικά τα ίδια με αυτά των ανάλογων σχηματισμών των γύρω νησιών Έτσι παρουσιάζεται:

- Υδροφορία μικρής δυναμικότητας στον μανδύα. Εκμετάλλευση με πηγάδια βάθους 8 περίπου μέτρων.
- Υδροφορία επίσης μικρής δυναμικότητας υπάρχει στα πεδινά τμήματα (Χώρα, Άνω Μερά) στο εδαφικό κάλυμμα που περιέχει μεγάλο ποσοστό γρανιτικής άμμου.
- Μέσα στα ρήγματα του γρανίτη κατά τόπους μπορεί να βρεθεί υδροφορία μεγαλύτερων παροχών .
- Στην περιοχή της Φτελιάς υπάρχει παχιά απόθεση γρανιτικής άμμου. Η υδροφορία της περιοχής είναι από τις σημαντικότερες του νησιού. Στην Α. Μύκονο, στα ρήγματα όπου γινόταν εκμετάλλευση βαρύτου υπάρχει υδροφορία στην στάθμη της θάλασσας ισχυρά επηρεασμένη από αυτήν.



Εικόνα 12: Αναλογία γεωλογικών σχηματισμών για την περιοχή της Μυκόνου

Τέλος, οι τεκτονικές δομές στην Μύκονο, όπως και σε όλη την Κυκλαδική μάζα, άρχισαν να δημιουργούνται κατά την υποβύθιση της Κάτω Πλάκας, από το Μέσο Μειόκαινο και συνεχίστηκαν μέχρι το Ολιγόκαινο-Μειόκαινο, με την εκταφή τεμαχίων από βάθος μεγαλύτερο των 50 χιλιομέτρων. Έτσι, έχουμε τη δημιουργία συμπιεστικών δομών, ενώ κατά την εκταφή που αρχίζει με την έκταση που παρατηρείται στην περιοχή μετά το Ολιγόκαινο-Μειόκαινο, έχουμε εφελκυστικές δομές. (Παπαλάμπρου, 2006) Η τεκτονική δομή της Μυκόνου είναι ένα σύνθετο αποτέλεσμα προϋπαρχόντων συμπιεστικών δομών και εφελκυστικών – εκτατικών κινήσεων που υπέστησαν τα πετρώματα μετά το Μειόκαινο και οι οποίες είναι παράλληλες με τη διάταξη του Ελληνικού Τόξου.

Στη περιοχή μελέτης διακρίνονται από 164 ρήγματα εκ των οποίων 128 είναι ορατά, 32 είναι πιθανά και 4 είναι επωθήσεις. Η διεύθυνση τους είναι κυρίως ΝΑ-ΒΔ αλλά και ΝΔ-ΒΑ δηλαδή παράλληλη και κάθετη στο υδρογραφικό δίκτυο και σε κάποια σημεία εφαιπτόμενη (Εικ. 11). Τέλος, η Μύκονος ανήκει στην περιοχή της Ελλάδας με την μικρότερη σεισμικότητα.



## 5.2.2 Γεωμορφολογία

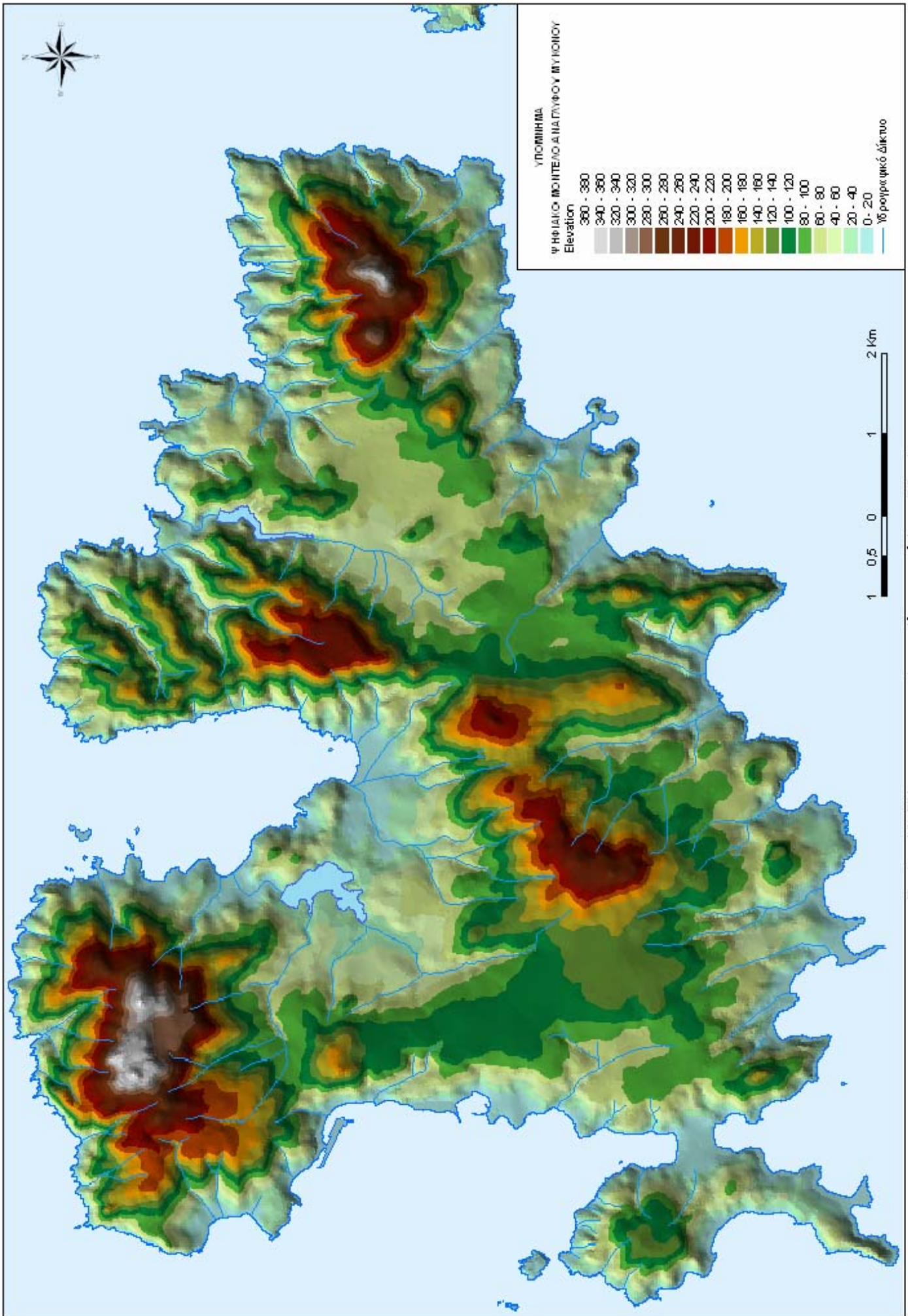
### 5.2.2.1 Γενική γεωμορφολογική εικόνα

Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται γενικά από μικρές κλίσεις. Η επιφάνεια του παρουσιάζει εξάρσεις μικρού γενικά υψομέτρου και δεσπόζουν οι δύο υψηλότερες κορυφές, ο Αι-Λιάς ο Βορνιώτης (υψόμετρο 386m στα Β.Δ. μαζί με την κορυφή Βάρδιες (υψόμετρο:372m) βόρεια του νησιού και ο Αι-Λιάς ο Ανωμερίτης (υψόμετρο: 341μ) στα Ανατολικά (Εικ. 13). Λόγω της σπουδαιότητας της κλίσης αναγκαίος είναι ο χάρτης τρισδιάστατου αναγλύφου του χερσαίου και υποθαλάσσιου τμήματος (Digital Terrain Model) (Εικ. 16), χάρτης κλίσεων (Εικ. 14) και χάρτης προσανατολισμού εδάφους (Εικ. 15).

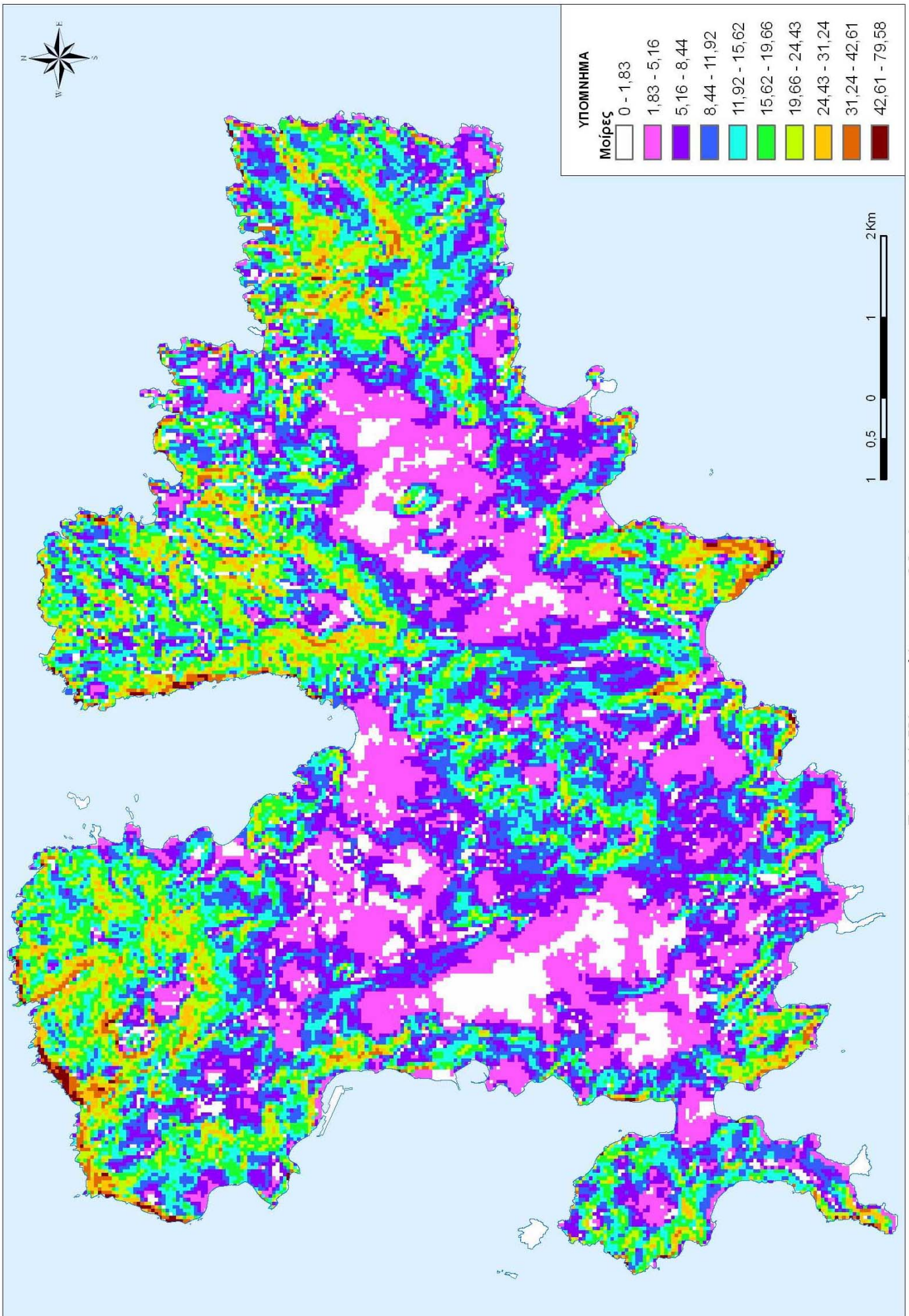
Το νησί είναι κυρίως λοφώδες, ενώ κοντά στις ακτές δεν υπάρχουν μεγάλες επίπεδες επιφάνειες. Ζώνες μικρών κλίσεων είναι δύο στο νησί. Η πρώτη βρίσκεται ανατολικά της Χώρας και σε μορφή αναβαθμίδας πάνω από αυτήν με λόφους στα Β και Α, μεταξύ των υψομέτρων 80m και 120m. Στα βόρεια όρια της κλίνει ανατολικά και καταλήγει στην περιοχή της Φτελιάς. Το μεγαλύτερο μέρος της επιφανειακής απορροής της ρέει προς την περιοχή της Μαραθιάς. Το έδαφος είναι τραχύ και σκληρό ενώ η μορφολογία του νησιού είναι ημιορεινή. Η δεύτερη περιοχή μικρών κλίσεων βρίσκεται στην περιοχή της Άνω Μεράς μεταξύ των ισοψών 50 και 100, περιβάλλεται από λόφους και η απορροή της γίνεται από αρκετά ρέματα μικρού μήκους και χωρίς ιδιαίτερο βάθος.(Εικ. 13)

Οι κλίσεις του εδάφους σύμφωνα με το χάρτη κλίσεων φτάνουν μέχρι και τις 80° και μέγιστες τιμές παρατηρούνται στο βόρειο παράκτιο κομμάτι του νησιού. Επίσης μέγιστες τιμές παρατηρούνται και στο νότιο παράκτιο τμήμα στην περιοχή της Ελιάς. Γενικά επίπεδες επιφάνειες παρατηρούνται στο κεντρικό τμήμα του νησιού στην περιοχή της Άνω Μεράς και δυτικά κοντά στην Χώρα όπου το ανάγλυφο είναι γενικά χαμηλό και ήπιο. Η ευρύτερη περιοχή του παλιού λιμανιού καταλαμβάνεται από τον πολεοδομικό ιστό της περιοχής της Χώρας. (Εικ. 17) Μικρομορφολογικές διαφορές έχουν αλλοιωθεί από την πολεοδόμηση. (Εικ. 17,18,19,20)

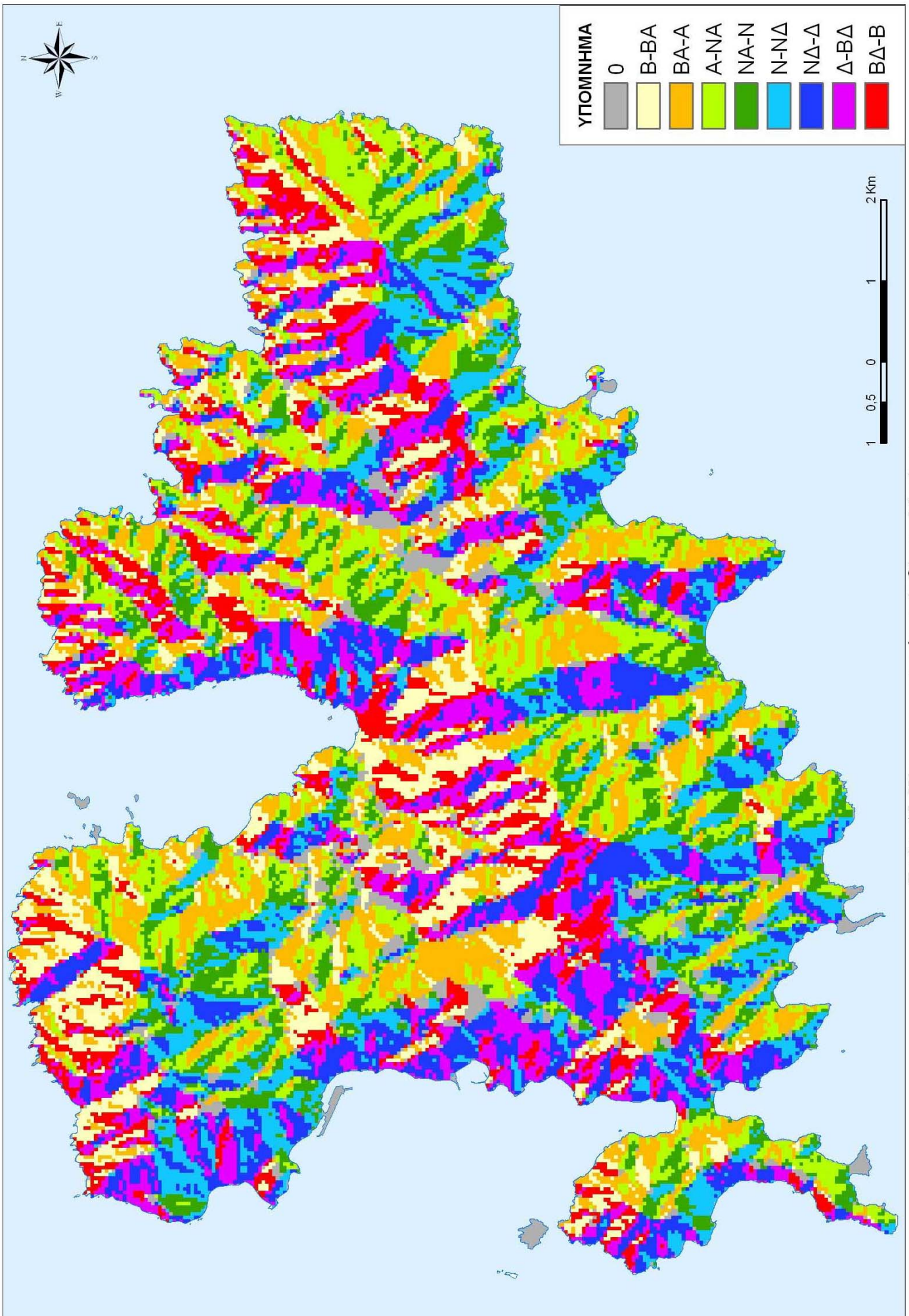
Το υποθαλάσσιο ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται γενικά από βάθη που φτάνουν και τα 100m σε απόσταση 3ν.μ. από την ακτογραμμή με μόνη εξαίρεση το βορειοανατολικό τμήμα του νησιού όπου το μέγιστο βάθος υπερβαίνει τα 800m και βρίσκεται 7,5ν.μ. βορειοανατολικά της ακτογραμμής στο Αιγαίο πέλαγος (Εικ. 16).



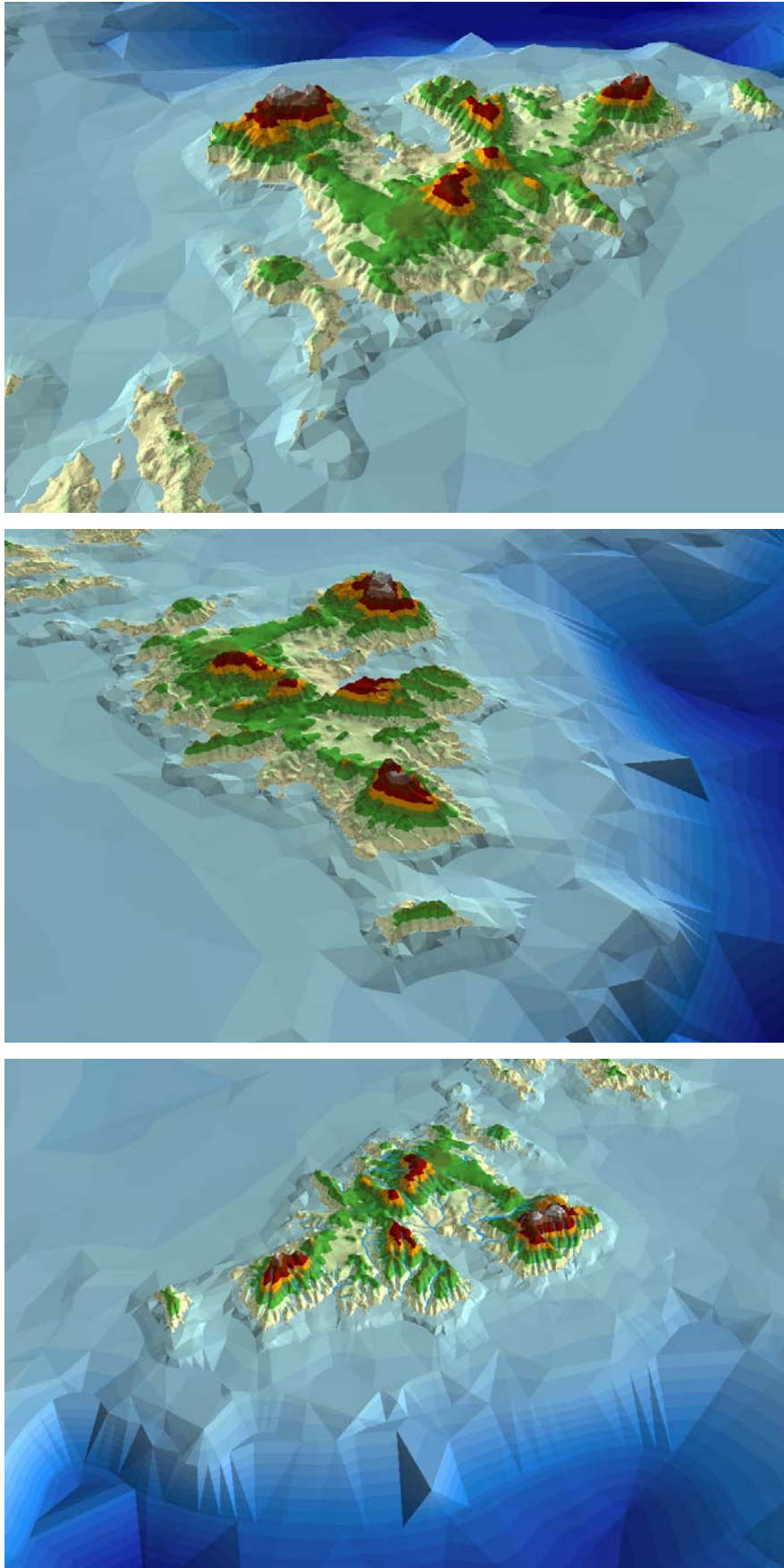
Εικόνα 13: Ξάρτης γεφωτικού μοντέλου αναγλύφου Μυκόνου



Εικόνα 14: Χάρτης κλίσεων γης Μυκόνου



Εικόνα 15: Χάρτης προσανατολισμού εδάφους Μυκόνου



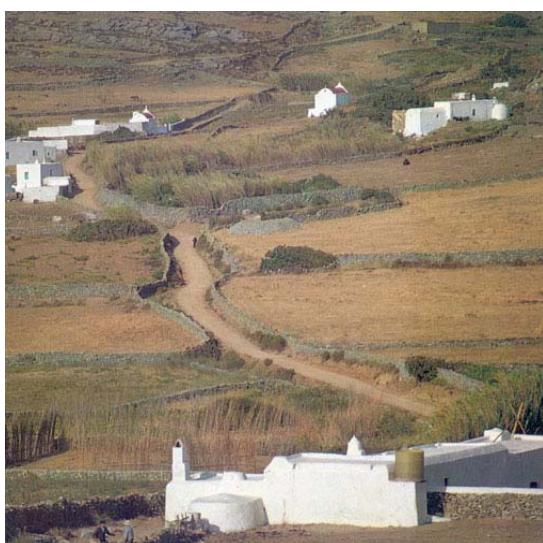
Εικόνα 16: Τρισδιάστατος χάρτης Μυκόνου



Εικόνα 17: Το παλιό λιμάνι



Εικόνα 18: Η επέλαση της δεύτερης κατοικίας στην ύπαιθρο της Μυκόνου



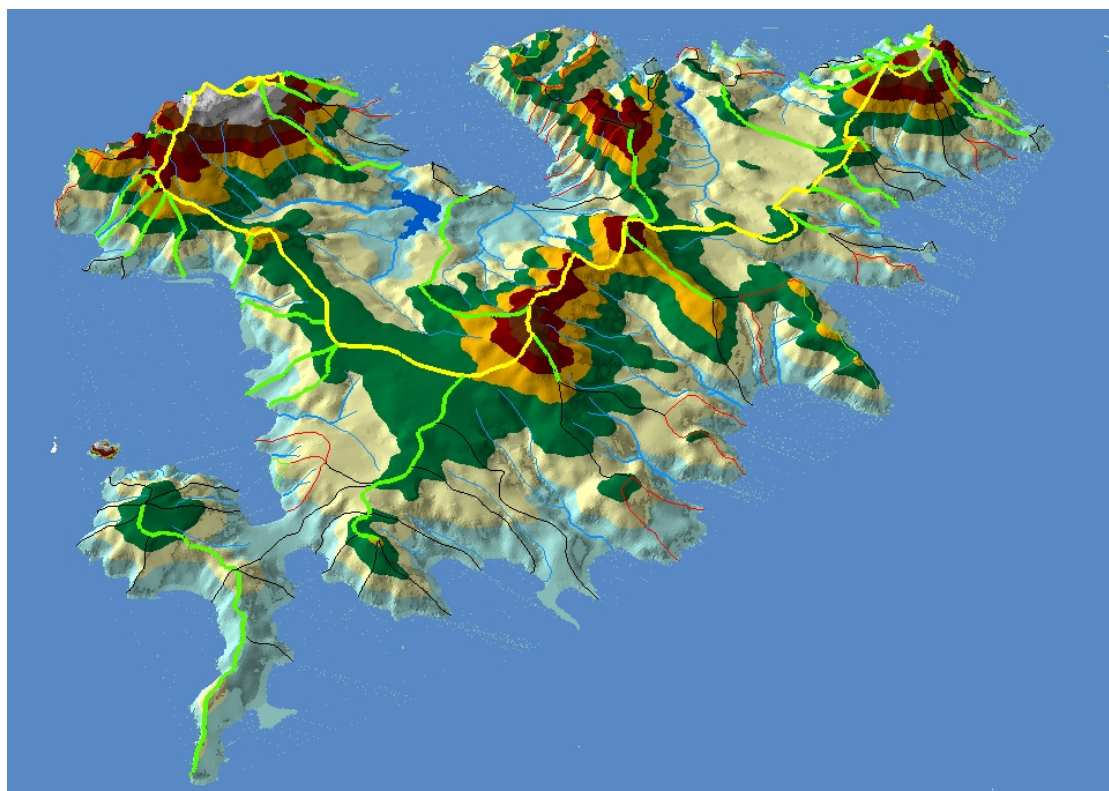
Εικόνα 19: Το τοπίο της μυκονιάτικης υπαίθρου



Εικόνα 20: Η γειτονιά “μικρή Βενετία” της Χώρας

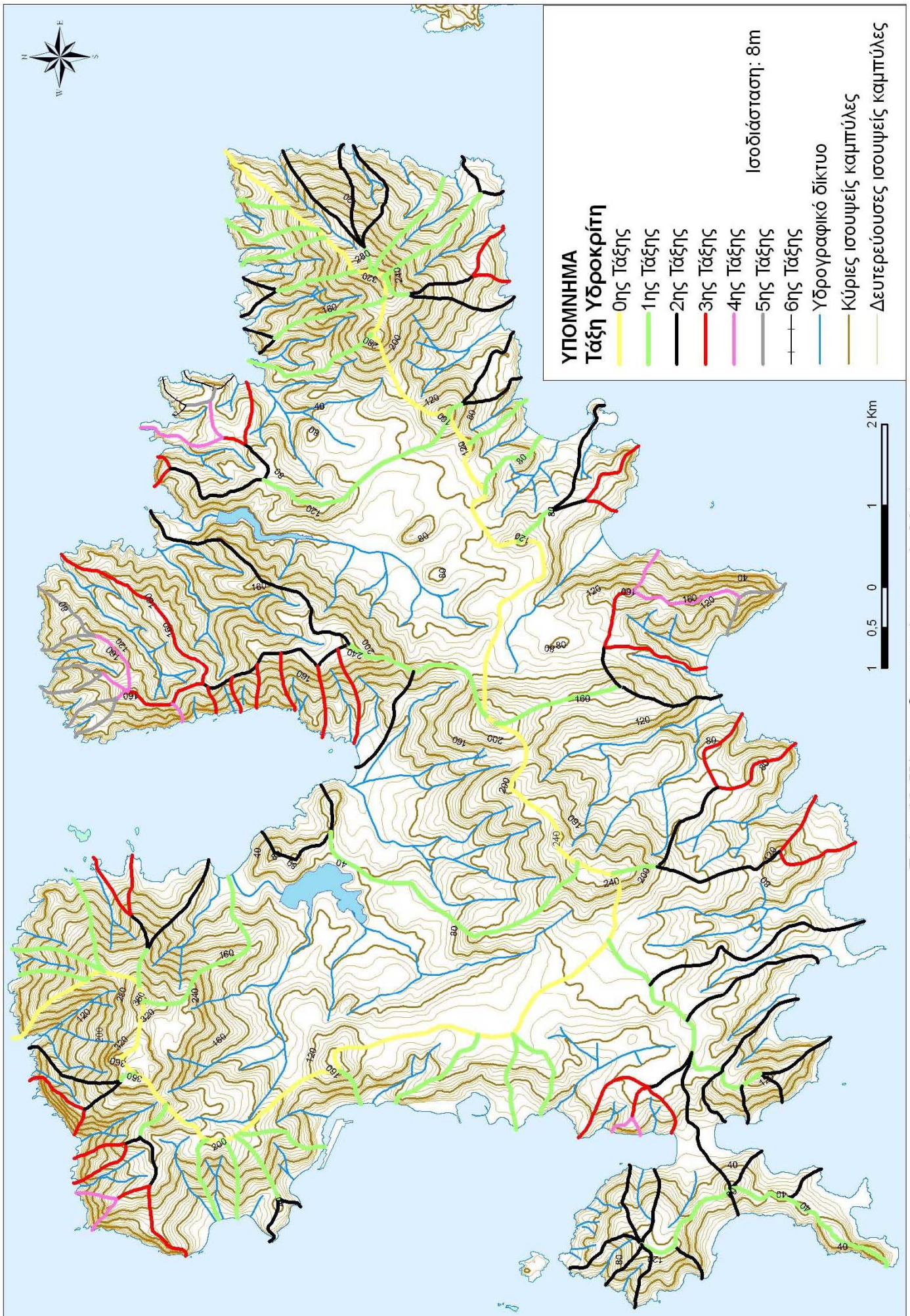
### 5.2.2.2 Ανάλυση λεκανών απορροής

Η περιοχή μελέτης αποτελείται από 106 λεκάνες απορροής όπως αυτές προέκυψαν από την χάραξη των υδροκριτικών γραμμών, όπου 41 λεκάνες απορροής δεν περιέχουν υδρογραφικά δίκτυα ενώ οι υπόλοιπες 65 περικλείουν τα αντίστοιχα υδρογραφικά δίκτυα της υπό μελέτης περιοχής σύμφωνα με τα χαρτογραφημένα ποτάμια του τοπογραφικού χάρτη κλίμακας 1/50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), και αντανακλούν τις κλιματικές, τις λιθολογικές και τεκτονικές ιδιαιτερότητες της περιοχής που αποστραγγίζει (Εικ. 21,22,23).



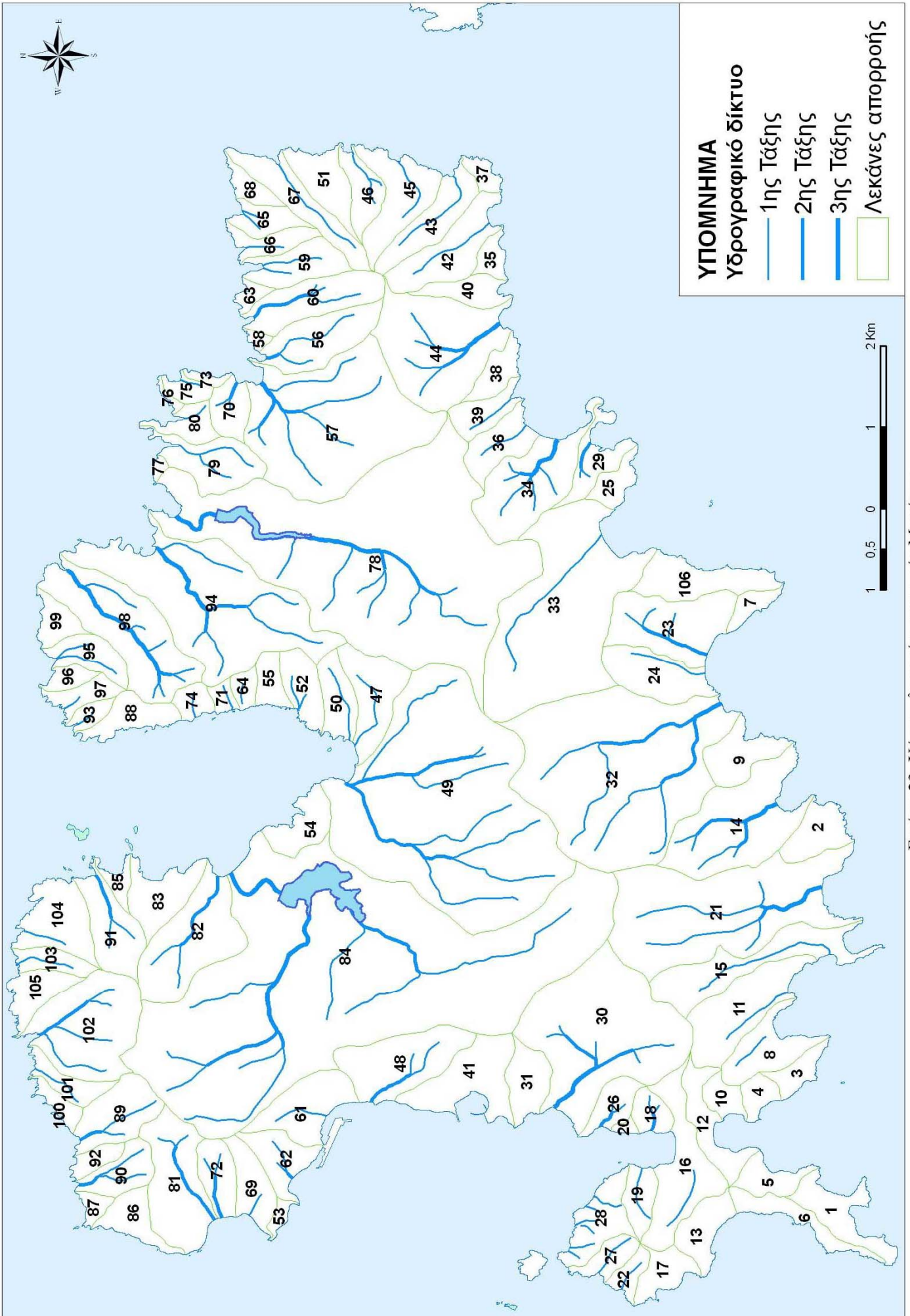
Εικόνα 21: Χάραξη υδροκριτικών γραμμών

Η χάραξη της κύριας υδροκριτικής γραμμής (μηδενικής τάξης) έγινε μέσα από το πρόγραμμα ArcGIS. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκε μέσα από το Hydrology tool το οποίο υπάρχει στο ArcToolbox Window. Οι επιμέρους υδροκριτικές γραμμές (πρώτης, δεύτερης, τρίτης, τέταρτης, πέμπτης και έκτης τάξης) δημιουργήθηκαν βάσει των χαρτών της Γ.Υ.Σ. με τις υψομετρικές καμπύλες και οριοθετήθηκαν οι επιμέρους λεκάνες απορροής καθώς και όλες οι μετρήσεις που αφορούν μήκη εμβαδά και υψόμετρα (Εικ. 22,23).



Εικόνα 22: Χάρτης υδροκρτικών γραμμών Μύκονου





Εικόνα 23: Χάρτης λεκανών απορροής Μυκόνου

Για την ποσοτική ανάλυση των λεκανών απορροής υπολογίστηκαν και επεξεργάστηκαν οι μορφομετρικές παράμετροι (υδρογραφική πυκνότητα, υδρογραφική συχνότητα, μέση κλίση λεκάνης απορροής και κυκλικότητα λεκάνης απορροής) για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε ότι αφορά την εξέλιξη του δικτύου και τη διερεύνηση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή μελέτης. (Πίνακας 4) 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.

Από τον πίνακα 4 μπορούμε να εξάγουμε τα εξής μορφολογικά συμπεράσματα για τις λεκάνες απορροής της υπό μελέτης περιοχής. Η συνολική έκταση των λεκανών απορροής είναι 86,32 km<sup>2</sup>. Επίσης οι εγγραφές του πίνακα 4 οι οποίες είναι υπογραμμισμένες έντονα αναφέρονται σε εκείνες τις λεκάνες απορροής όπου μπορούν και έχουν εφαρμοσθεί οι νόμοι του Horton (5.2.2.3 Ανάλυση υδρογραφικού δικτύου)

Πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι οι λεκάνες 84 και 78 οι οποίες αποτελούν τις μεγαλύτερες λεκάνες της περιοχής μελέτης με εμβαδόν αντίστοιχα 10,77 km<sup>2</sup> και 7,23 km<sup>2</sup> περικλείουν τις δυο τεχνητές λίμνες του Μαραθίου και της Ανω Μεράς μαζί με τα αντίστοιχα φράγματα τα οποία αξιοποιούν τις επιφανειακές απορροές για την αντιμετώπιση των αναγκών σε νερό ύδρευσης αλλά και άρδευσης λόγω των αυξημένων αναγκών που παρουσιάζονται κατά τους θερινούς μήνες. Σύμφωνα με την εικόνα 24 οι 97 από τις 106 λεκάνες απορροής, δηλαδή ποσοστό 91,51%, έχουν εμβαδά που κυμαίνονται από 0,04 km<sup>2</sup> έως 1,83 km<sup>2</sup>.

Οι μέσες κλίσεις των λεκανών βάσει τύπου (Πίν. 1) κυμαίνονται από 7,92 % στην λεκάνη 30 δυτικά στην περιοχή της χώρας μέχρι 85,60 % στην λεκάνη 100 στην βόρεια πλευρά του νησιού όπου το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί ιδιαίτερα έντονο στο τμήμα αυτό (Εικ. 22,23,25).

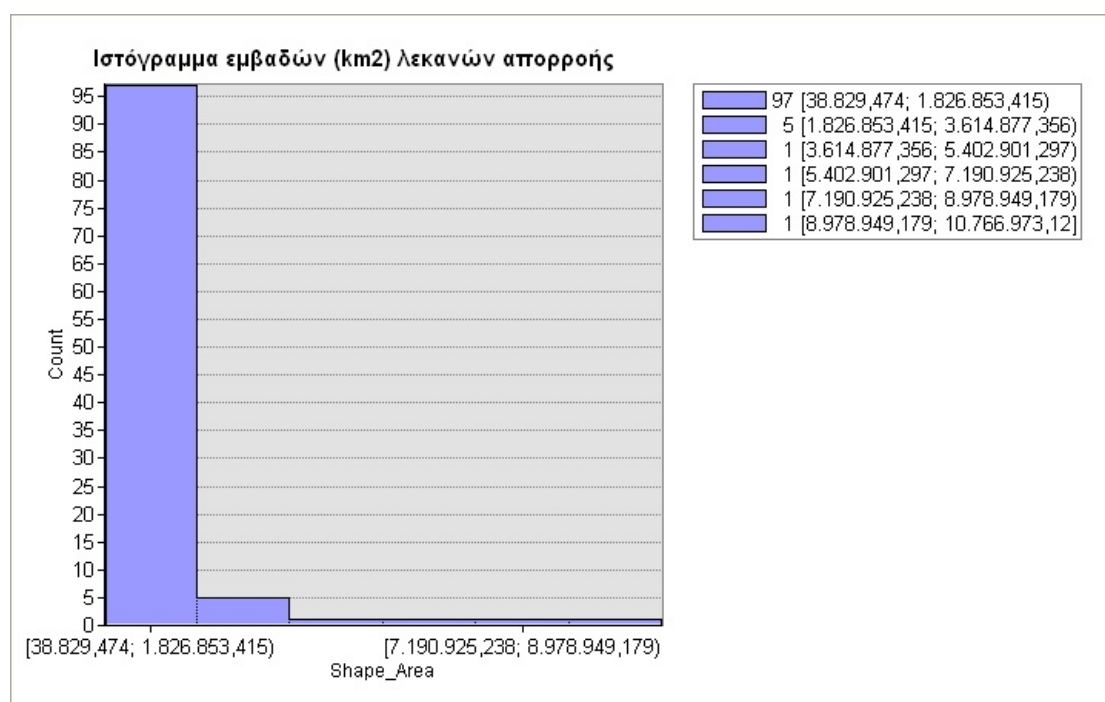
Οι τιμές της παραμέτρου της υδρογραφικής πυκνότητας για τις λεκάνες απορροής κυμαίνονται μεταξύ 0,70 και 4,02. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν 0,70 και 4,02km ρευμάτων αντίστοιχα σε κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο επιφάνειας. Η μικρότερη τιμή πυκνότητας 0,70 ανήκει στην λεκάνη 33 νότια του νησιού που έχει αναπτυχθεί κυρίως σε γρανίτες, γρανοδιορίτες, ενώ η λεκάνη 90 έχει την μεγαλύτερη τιμή και έχει το ίδιο γεωλογικό υπόβαθρο (Εικ. 26). Οι χαμηλές τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας ευνοούνται από την ύπαρξη συμπαγών, σκληρών πετρωμάτων (Αστεριάδης, 1993)

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

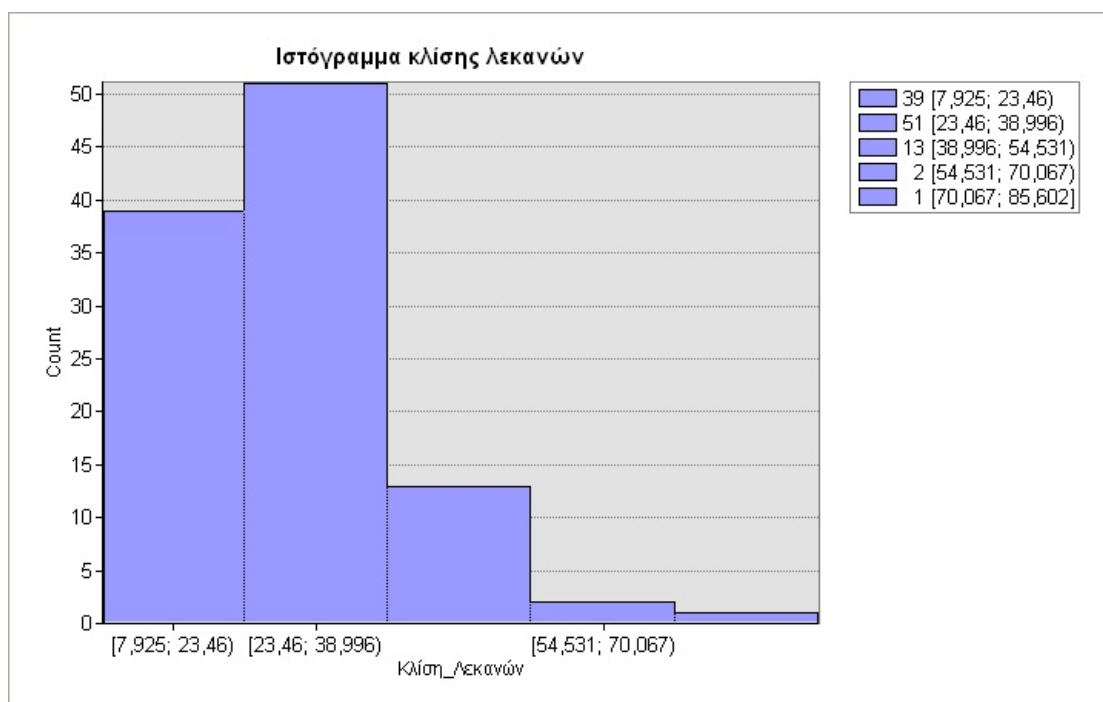
Λεκάνη απορροής	Κλίση λεκανών (%)	Κυκλικότητα λεκανών	Εμβαδόν (km <sup>2</sup> )	Υδρογραφική συχνότητα (km <sup>-2</sup> )	Υδρογραφική πυκνότητα (km <sup>-1</sup> )
1	18,10	0,22	0,50	-	-
2	14,95	0,50	0,40	-	-
3	37,37	0,37	0,22	-	-
4	35,79	0,65	0,18	-	-
5	17,39	0,40	0,28	-	-
6	35,34	0,17	0,36	-	-
7	57,77	0,43	0,16	-	-
8	26,34	0,35	0,53	1,87	0,99
9	23,97	0,45	0,46	-	-
10	28,66	0,54	0,19	-	-
11	15,77	0,47	0,95	1,05	1,01
12	14,74	0,23	0,45	-	-
13	25,23	0,51	0,39	-	-
<b>14</b>	<b>17,64</b>	<b>0,44</b>	<b>1,52</b>	<b>4,60</b>	<b>1,79</b>
15	9,21	0,20	0,98	1,02	1,88
16	13,37	0,28	0,95	1,06	0,85
17	33,02	0,40	0,31	-	-
18	20,75	0,82	0,21	14,02	2,73
19	20,76	0,63	0,28	3,62	2,52
20	47,68	0,54	0,04	-	-
<b>21</b>	<b>14,31</b>	<b>0,38</b>	<b>2,88</b>	<b>2,43</b>	<b>1,69</b>
22	30,02	0,47	0,17	5,87	2,53
23	26,35	0,59	1,03	3,87	1,73
24	21,61	0,59	0,65	1,54	1,48
25	24,00	0,42	0,22	-	-
26	16,07	0,54	0,29	10,52	2,11
27	28,04	0,44	0,23	4,29	2,56
28	24,95	0,38	0,53	11,26	3,01
29	16,53	0,19	0,37	8,21	1,70
<b>30</b>	<b>7,92</b>	<b>0,58</b>	<b>2,71</b>	<b>2,96</b>	<b>1,17</b>
31	14,25	0,59	0,40	-	-
<b>32</b>	<b>18,24</b>	<b>0,63</b>	<b>4,33</b>	<b>1,62</b>	<b>1,70</b>
33	15,21	0,47	3,17	0,32	0,70
<b>34</b>	<b>14,72</b>	<b>0,42</b>	<b>1,10</b>	<b>7,29</b>	<b>2,43</b>
35	22,18	0,46	0,16	-	-
36	19,12	0,50	0,44	2,29	1,57
37	14,35	0,45	0,13	-	-
38	15,18	0,42	0,27	-	-
39	26,72	0,46	0,31	3,19	2,02
40	22,11	0,36	0,29	-	-
41	17,85	0,29	0,81	-	-
42	27,20	0,42	0,74	1,36	1,57
43	24,27	0,41	0,58	1,74	2,20
<b>44</b>	<b>24,87</b>	<b>0,58</b>	<b>1,72</b>	<b>4,07</b>	<b>1,81</b>
45	25,39	0,38	0,73	1,38	1,20

Λεκάνη απορροής	Κλίση λεκανών (%)	Κυκλικότητα λεκανών	Εμβαδόν (km <sup>2</sup> )	Υδρογραφική συχνότητα (km <sup>-2</sup> )	Υδρογραφική πυκνότητα (km <sup>-1</sup> )
46	29,05	0,41	0,34	8,78	2,74
47	24,71	0,52	0,67	1,49	1,65
48	16,52	0,61	0,96	3,13	1,52
<b>49</b>	<b>16,78</b>	<b>0,67</b>	<b>5,93</b>	<b>1,86</b>	<b>2,10</b>
50	28,15	0,51	0,38	2,60	2,50
51	29,55	0,38	0,46	-	-
52	37,39	0,54	0,38	7,88	1,75
53	27,75	0,34	0,08	-	-
54	22,56	0,43	0,40	-	-
55	42,55	0,50	0,22	-	-
56	33,24	0,49	0,76	3,95	2,32
<b>57</b>	<b>17,22</b>	<b>0,58</b>	<b>2,98</b>	<b>3,02</b>	<b>1,94</b>
58	38,74	0,45	0,05	-	-
59	34,07	0,43	0,49	4,12	2,29
60	35,27	0,46	0,74	5,43	2,47
61	27,87	0,53	0,67	1,48	1,01
62	27,14	0,44	0,42	2,38	1,06
63	21,81	0,37	0,10	-	-
64	39,54	0,66	0,13	7,71	1,97
65	25,85	0,43	0,27	7,41	2,09
66	29,75	0,30	0,26	3,81	1,79
67	27,63	0,27	0,61	1,63	2,32
68	28,28	0,35	0,18	-	-
69	22,35	0,44	0,40	2,48	0,76
70	14,22	0,72	0,31	9,82	1,82
71	41,48	0,56	0,10	9,88	3,23
72	28,93	0,72	0,36	8,24	2,95
73	38,38	0,33	0,06	-	-
74	44,38	0,78	0,17	5,91	1,63
75	15,43	0,52	0,15	6,77	1,81
76	48,21	0,25	0,04	-	-
77	57,08	0,54	0,04	-	-
<b>78</b>	<b>16,03</b>	<b>0,35</b>	<b>7,23</b>	<b>1,38</b>	<b>1,18</b>
79	22,22	0,35	0,63	4,78	2,50
80	17,47	0,35	0,25	3,94	1,32
81	22,76	0,57	1,05	2,87	1,47
82	27,99	0,59	1,20	2,51	1,70
83	23,65	0,38	0,52	-	-
<b>84</b>	<b>14,17</b>	<b>0,40</b>	<b>10,77</b>	<b>1,11</b>	<b>1,48</b>
85	19,85	0,24	0,12	-	-
86	44,96	0,38	0,35	-	-
87	54,01	0,46	0,11	-	-
88	46,48	0,33	0,37	-	-
89	40,06	0,63	0,63	4,75	2,16
90	23,72	0,57	0,39	7,71	4,02
91	30,86	0,44	0,62	4,82	2,13
92	39,61	0,46	0,16	-	-
93	26,54	0,46	0,13	7,60	1,84

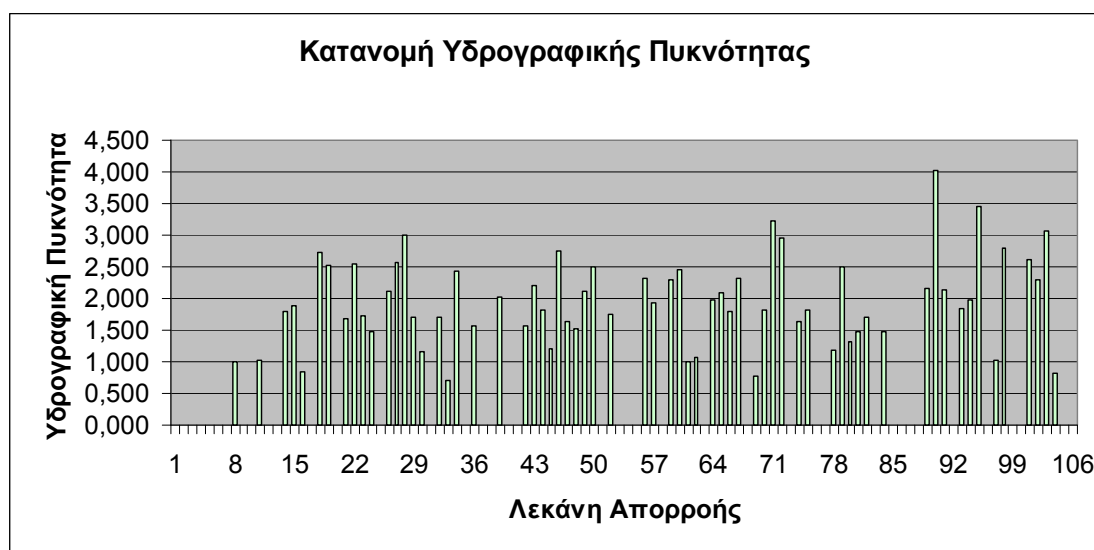
Λεκάνη απορροής	Κλίση λεκανών (%)	Κυκλικότητα λεκανών	Εμβαδόν (km <sup>2</sup> )	Υδρογραφική συχνότητα (km <sup>-2</sup> )	Υδρογραφική πυκνότητα (km <sup>-1</sup> )
<b>94</b>	<b>29,37</b>	<b>0,32</b>	<b>2,86</b>	<b>2,80</b>	<b>1,98</b>
95	29,55	0,49	0,37	5,40	3,46
96	30,31	0,51	0,14	-	-
97	29,85	0,27	0,24	4,19	1,02
<b>98</b>	<b>25,92</b>	<b>0,46</b>	<b>1,52</b>	<b>6,60</b>	<b>2,79</b>
99	33,18	0,43	0,24	-	-
100	85,60	0,25	0,15	-	-
101	34,60	0,28	0,27	3,74	2,62
102	38,47	0,60	1,39	3,60	2,30
103	32,34	0,39	0,24	4,09	3,08
104	30,34	0,39	0,67	1,48	0,81
105	39,36	0,34	0,35	-	-
106	39,32	0,36	0,62	-	-



Εικόνα 24: Κατανομή κλίσεων λεκανών απορροής

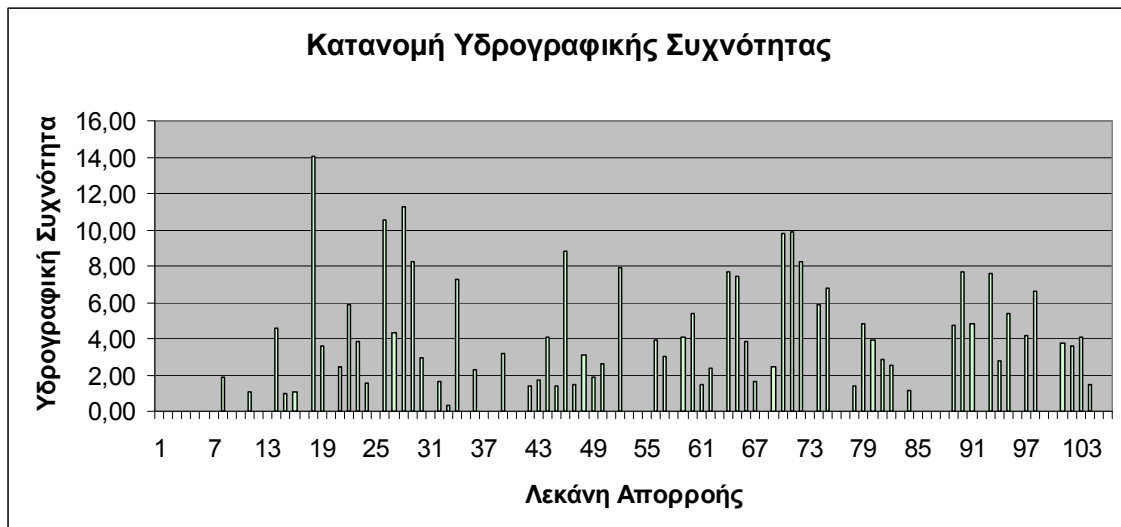


Εικόνα 25: Κατανομή κλίσεων λεκανών απορροής



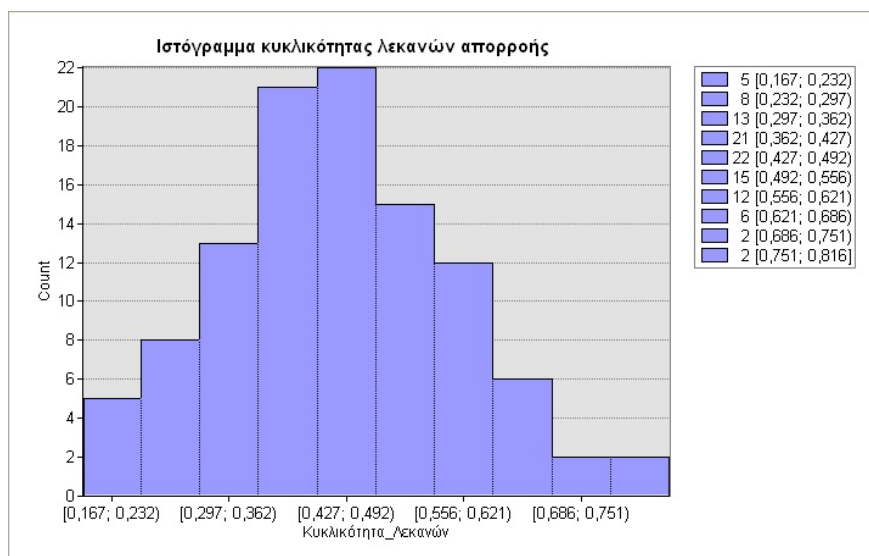
Εικόνα 26: Κατανομή Υδρογραφικής Πυκνότητας

Οι λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου παρουσιάζουν ένα αρκετά μεγάλο εύρος τιμών υδρογραφικής συχνότητας από 0,32 έως 14,02, που οφείλεται κυρίως στους λιθολογικούς σχηματισμούς από τους οποίους καταλαμβάνονται. Η τιμή 0,32 αντιστοιχεί στη λεκάνη 33 και η τιμή 14,02 στη λεκάνη 18 (Εικ. 27).



Εικόνα 27: Κατανομή Υδρογραφικής Συχνότητας

Όπως φαίνεται στο πίνακα 4 και στην εικόνα 23 οι λεκάνες 18, 74, 70, 72, 49, 64, 4, 32, 89, 19 χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές κυκλικότητας. Αυτές οι λεκάνες χαρακτηρίζονται κυκλικής μορφής και είναι κυρίως οι λεκάνες που βρίσκονται διάσπαρτες σε όλο το νησί και επιπλέον καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση. Οι λεκάνες 6, 29, 15, 1, 12, 85, 76, 100, 67, 97 έχουν χαμηλή κυκλικότητα 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. Από την εικόνα 28 φαίνεται ότι 43 λεκάνες απορροής, ποσοστό 40,57%, έχουν τιμές κυκλικότητας από 0,36 έως 0,49.



Εικόνα 28: Ιστόγραμμα κυκλικότητας λεκανών απορροής

### 5.2.2.3 Ανάλυση υδρογραφικού δικτύου

Όπως αναφέρθηκε 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 μετεωρολογικού σταθμού Μυκόνου. Από τα διαγράμματα της εικόνας 25 φαίνεται ότι για τον σταθμό Μυκόνου η βροχόπτωση παρουσιάζει απλή κύμανση. Από τις τιμές αυτές παρατηρείται ότι το ελάχιστο ύψος βροχής ήταν 2,9mm τον μήνα Ιούλιο και 7,11mm τον Σεπτέμβριο (έχουμε δύο ελάχιστα). Το μέγιστο ύψος βροχής ήταν 42,37mm τον Μάρτιο και 80,25mm τον Δεκέμβριο (έχουμε δύο μέγιστα). Δημιουργείται ένα μέγιστο και τον μήνα Αύγουστο αλλά υπάρχει μόνο μια καταγραφή για αυτό το μήνα, συγκεκριμένα το έτος 1990 που δε μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική του συνόλου.

Επίσης από τα ραβδογράμματα παρατηρείται απότομη αύξηση της βροχόπτωσης από τον Σεπτέμβριο στον Οκτώβριο. 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 μικρή στην περιοχή όπως και σε όλες τις Κυκλάδες και εν σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα. Στην περιοχή το ετήσιο ύψος βροχής είναι 254,47mm 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. (Ζαμπάκας, 1981). Παρόμοια πορεία με την βροχόπτωση πρέπει να ακολουθεί και η στερεοπαροχή του ποταμού, για την οποία δεν υπάρχουν μετρήσεις. Παρατηρείται επίσης 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.

Από τα κοινά διαγράμματα ύψους βροχής – θερμοκρασία αέρα (Εικ. 30) 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



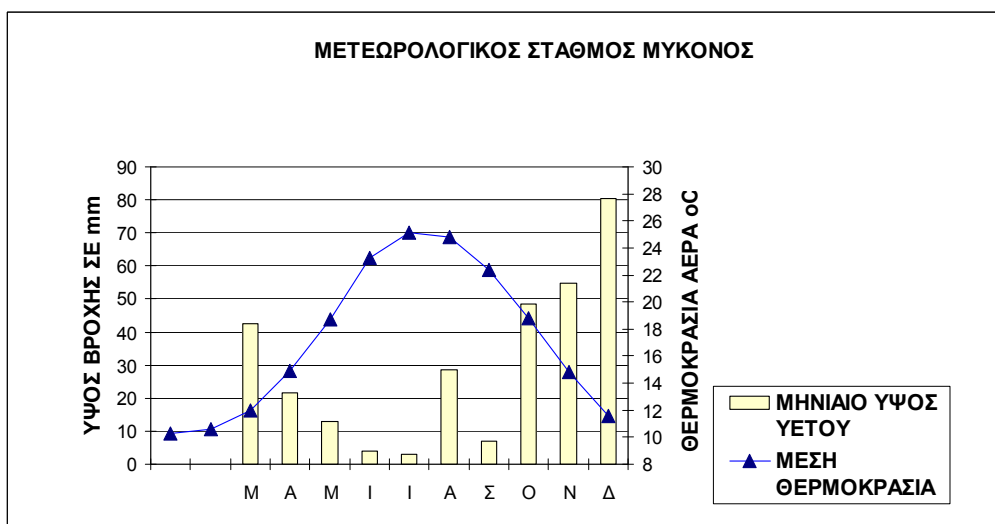
υγρή περίοδο του έτους. Δεδομένης της λιθολογίας των γρανιτικών σχηματισμών της λεκάνης αναμένονται υψηλότερες τιμές στερεοπαροχής του ποταμού κατά τις υγρές περιόδους του έτους.

Πίνακας 5: Μέσα μηνιαία και μέσα ετήσια ύψη βροχής σε mm για τον μετεωρολογικό σταθμό Μυκόνου

ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΥΚΟΝΟΣ ΕΤΗ(1989-2008)										
M	A	M	Ι	Ι	A	Σ	Ο	N	Δ	ΕΤΟΣ
42,37	21,54	13,04	3,90	2,90	28,60	7,11	48,41	54,65	80,25	254,47



Εικόνα 29: Διάγραμμα ετήσιας κύμανσης της βροχόπτωσης για τον μετεωρολογικό σταθμό Μύκονο



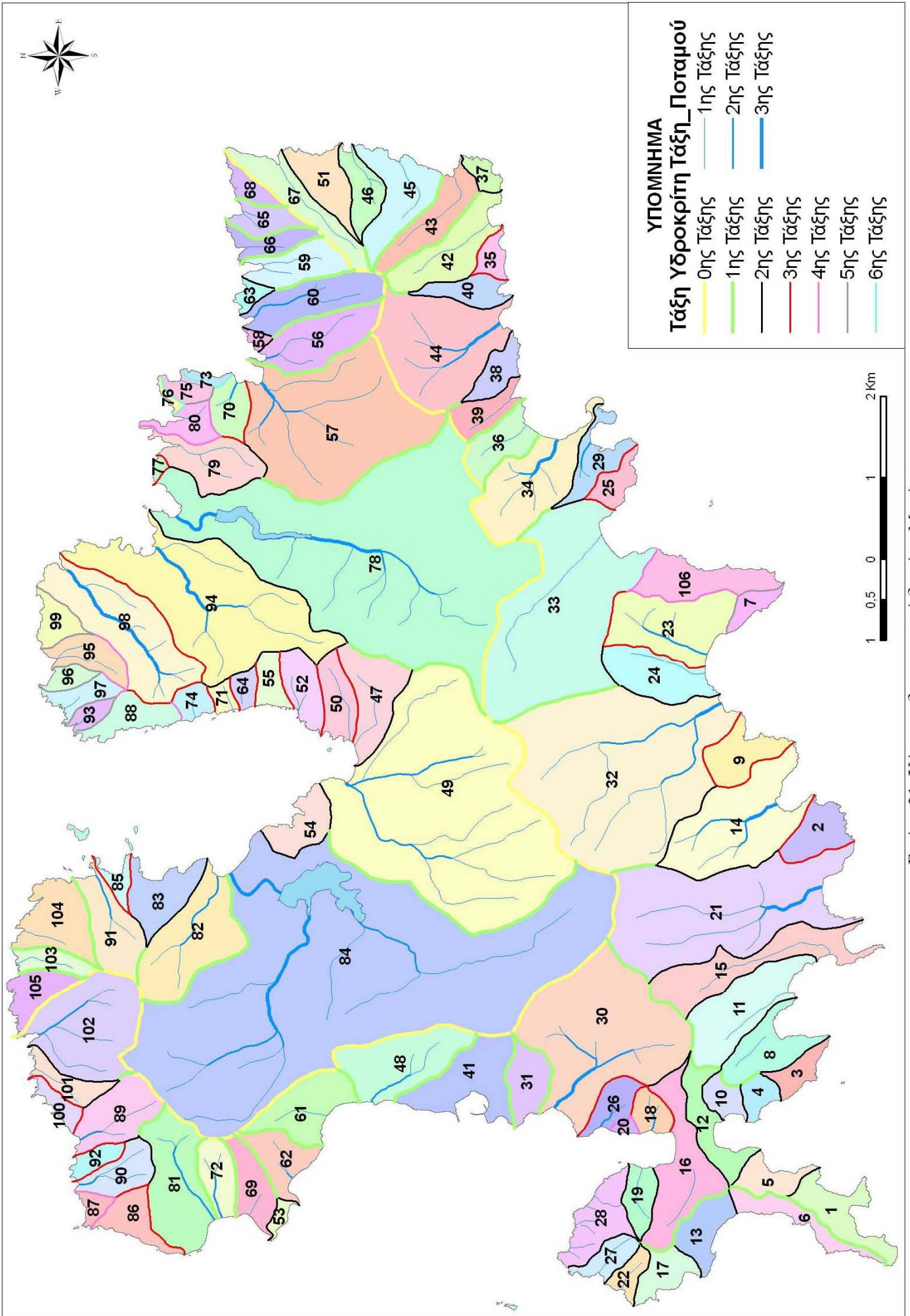
Εικόνα 30: Θερμοϋετόγραμμα για τον μετεωρολογικό σταθμό Μύκονο

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 και τον

προσδιορισμό των θετικών ή αρνητικών αποκλίσεων τους από τις τιμές που αντιπροσωπεύουν σε ιδανικές συνθήκες. Η αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου έγινε με την μέθοδο του Strahler (1957). Από τα 65 χαρτογραφημένα υδρογραφικά δίκτυα που περιλαμβάνουν οι αντίστοιχες λεκάνες, τα 53 έχουν μόνο ποτάμια πρώτης (29) ή και δεύτερης τάξης (24) ενώ τα υπόλοιπα 12 (Πίνακας 4, εγγραφές με έντονα υπογραμμισμένα γράμματα) μαζί με τις λεκάνες τους περιλαμβάνουν και τρίτης τάξης, τα οποία συμβάλουν σημαντικά στην μεταφορά φερτών υλών στην παράκτια ζώνη και στα οποία μπορούν να εφαρμοσθούν οι νόμοι του Horton. Η μορφή του δικτύου αποστράγγισης μπορεί να χαρακτηριστεί σύνθετη (ορθογώνιες και δενδροειδείς μορφές) όπου χαρακτηρίζεται από ακανόνιστες διακλαδώσεις που συνδέουν τους παραποτάμους με τον κύριο ποταμό (Εικ. 31).

Για την διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του αριθμού των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου ποταμού μετρήθηκε ο αριθμός των κλάδων ανά τάξη ( $N_u$ ) και υπολογίστηκαν οι λόγοι διακλάδωσης ( $R_b$ ), ο ιδανικός αριθμός κλάδων κάθε τάξης και τα ποσοστά απόκλισης των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές ( $1^{05}$  N. Horton) (Πίνακας 6). Από τον πίνακα 6 διαπιστώνετε ότι οι κλάδοι Ιης τάξης δικτύου είναι αριθμητικά σχεδόν ίσοι εν σχέση με τους ιδανικούς στις περισσότερες λεκάνες απορροής όπου και συμπεραίνεται ότι το υδρογραφικό δίκτυο της πρώτης τάξης, έχει προλάβει να αποκτήσει την ιδανική ανάπτυξη από πλευράς πλήθους κλάδων. Στο υδρογραφικό δίκτυο 21, 32 και 44 φαίνεται ότι οι πρώτης τάξεως κλάδοι έχουν αποκτήσει ιδανική τιμή.

Επίσης, παρατηρείται ότι οι κλάδοι Ιης και ΙΙης τάξης παρουσιάζουν αρνητικές τιμές οριακά κάτω του μηδενός, που σημαίνει ότι δεν έχει προλάβει να αποκτήσει την ιδανική ανάπτυξη από πλευράς πλήθους κλάδων. Αντίθετα παρατηρείται ότι οι κλάδοι Ιης και ΙΙης τάξης στο υδρογραφικό δίκτυο 21, 32, και 44 παρουσιάζουν μηδενικές 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 μηδενικές αποκλίσεις των Ιης και ΙΙης τάξης κλάδων μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι αρκετοί από αυτούς αναπτύσσονται σε σχηματισμούς που είναι αδιαπέραστοι αποκτώντας μεγάλα μήκη. Πολλοί κλάδοι πρώτης τάξης απορρέουν απευθείας σε κλάδους τρίτης τάξης γεγονός που προκαλεί ανωμαλίες στην διαδοχική κατά τάξη απορροή του δικτύου.



Εικόνα 31: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου Μυκόνου

Πίνακας 6: Μετρούμενες μορφομετρικές παράμετροι για τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου

	1ος Νόμος Horton						
	Τάξη u	Αριθμός κλάδων Nu	Λόγος διακλάδωσης Rb	Μέσος λόγος διακλάδωσης Rb μέσο	Ιδανική τιμή	Απόκλιση % από την ιδανική τιμή	
ΛΕΚΑΝΗ 14	I	8	4,00	3,00	9,000	9	-11,11
	II	2	2,00		3,000	3	-33,33
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 21	I	4	2,00	2,00	4,000	4	0,00
	II	2	2,00		2,000	2	0,00
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 30	I	5	2,50	2,25	5,063	5	-1,23
	II	2	2,00		2,250	2	-11,11
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 32	I	4	2,00	2,00	4,000	4	0,00
	II	2	2,00		2,000	2	0,00
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 34	I	5	2,50	2,25	5,063	5	-1,23
	II	2	2,00		2,250	2	-11,11
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 44	I	4	2,00	2,00	4,000	4	0,00
	II	2	2,00		2,000	2	0,00
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 49	I	8	4,00	3,00	9,000	9	-11,11
	II	2	2,00		3,000	3	-33,33
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 57	I	6	3,00	2,50	6,250	6	-4,00
	II	2	2,00		2,500	3	-20,00
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 78	I	7	3,50	2,75	7,563	8	-7,44
	II	2	2,00		2,750	3	-27,27
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 84	I	8	2,67	2,83	8,028	8	-0,35
	II	3	3,00		2,833	3	5,88
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 94	I	5	2,50	2,25	5,063	5	-1,23
	II	2	2,00		2,250	2	-11,11
	III	1			1,000	1	0,00
ΛΕΚΑΝΗ 98	I	7	3,50	2,75	7,563	8	-7,44
	II	2	2,00		2,750	3	-27,27
	III	1			1,000	1	0,00

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. (Πίνακας 7)

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 δείχνουν ότι το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης θα μπορούσε να αναπτυχθεί περαιτέρω αλλά επειδή το υδρογραφικό σύστημα της περιοχής είναι κλειστό δύσκολα θα πραγματοποιηθεί εκτός από τις περιπτώσεις εκείνες όπου μπορεί σε μικρό βαθμό να συμβεί η οπισθοδρομούσα διάβρωση. 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, και δεύτερης τάξης που αναπτύσσονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής, που αποκτούν μεγαλύτερο μήκος από τους αντίστοιχους που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα αυτής (λεκάνη 21, 44, 57) (Εικ. 31).

Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το υδρογραφικό δίκτυο 14, 30, 32 και 49 όπου έχει θετικές αποκλίσεις στο ιδανικό μήκος δεύτερης τάξης. 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, και Ιης τάξης απορρέει απευθείας στην κεντρική κοίτη των ποταμών. Την μεγαλύτερη απόκλιση παρουσιάζουν οι κλάδοι της Ιης και ΙΙης τάξης της λεκάνης 21 (-92,86%,-96,36%). Αυτό μπορεί οφείλεται στο γεγονός ότι οι κλάδοι Ιης τάξης έχουν πολύ μεγάλο μήκος και συμβάλλουν απευθείας στην κεντρική κοίτη του ποταμού με μια μικρή παρεμβολή ποταμών Ιης τάξης που δεν έχουν προλάβει να αποκτήσουν ικανοποιητικό μήκος (Εικ. 31)

Πίνακας 7: Σχέση μεταξύ του μέσου «καθαρού» μήκους των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των ιδανικών τιμών κατά Horton ανά τάξη

	<b>2ος Νόμος Horton</b>					
	<b>Τάξη u</b>	<b>Μέσο μήκος κλάδων Lu (m)</b>	<b>Λόγος μήκους (RL)</b>	<b>Μέσος λόγος μήκους (RL mean)</b>	<b>Ιδανικό μήκος κλάδων (m)</b>	<b>Απόκλιση % από την ιδανική τιμή</b>
ΛΕΚΑΝΗ 14	I	311	1,68	1,26	310,935	<b>0,00</b>
	II	523	0,83		391,028	<b>33,64</b>
	III	436			491,752	<b>-11,32</b>
ΛΕΚΑΝΗ 21	I	955	0,12	3,43	954,735	<b>0,00</b>
	II	119	6,74		3279,217	<b>-96,36</b>
	III	804			11263,092	<b>-92,86</b>
ΛΕΚΑΝΗ 30	I	266	2,06	1,70	266,153	<b>0,00</b>
	II	549	1,33		452,153	<b>21,49</b>
	III	733			768,137	<b>-4,62</b>
ΛΕΚΑΝΗ 32	I	1166	1,01	0,66	1166,359	<b>0,00</b>
	II	1173	0,31		767,768	<b>52,79</b>
	III	365			505,392	<b>-27,87</b>
ΛΕΚΑΝΗ 34	I	377	0,30	2,63	377,436	<b>0,00</b>
	II	113	4,95		990,885	<b>-88,61</b>
	III	559			2601,375	<b>-78,51</b>
ΛΕΚΑΝΗ 44	I	453	0,90	1,04	453,410	<b>0,00</b>
	II	410	1,17		471,054	<b>-13,04</b>
	III	481			489,384	<b>-1,70</b>
ΛΕΚΑΝΗ 49	I	1133	1,48	0,76	1132,674	<b>0,00</b>
	II	1681	0,03		859,008	<b>95,63</b>
	III	56			651,462	<b>-91,46</b>
ΛΕΚΑΝΗ 57	I	791	0,49	0,57	791,085	<b>0,00</b>
	II	392	0,65		454,228	<b>-13,80</b>
	III	256			260,811	<b>-1,90</b>
ΛΕΚΑΝΗ 78	I	630	0,89	3,10	629,691	<b>0,00</b>
	II	562	5,31		1951,417	<b>-71,20</b>
	III	2982			6047,455	<b>-50,69</b>
ΛΕΚΑΝΗ 84	I	1172	0,96	1,44	1172,016	<b>0,00</b>
	II	1130	1,92		1688,360	<b>-33,08</b>
	III	2166			2432,183	<b>-10,94</b>
ΛΕΚΑΝΗ 94	I	768	0,49	1,64	767,657	<b>0,00</b>
	II	378	2,80		1262,632	<b>-70,05</b>
	III	1058			2076,758	<b>-49,07</b>
ΛΕΚΑΝΗ 98	I	309	0,52	5,70	309,119	<b>0,00</b>
	II	160	10,88		1761,535	<b>-90,90</b>
	III	1744			10038,211	<b>-82,62</b>

#### 5.2.2.4 Σύνθεση μηχανισμού τροφοδοσίας

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης είναι σύνθετο ως προς την μορφή, αποτελείται από 106 λεκάνες απορροής και υδροκρίτες μέχρι 6<sup>ης</sup> τάξης. Έχει επίσης 65 χαρτογραφημένα υδρογραφικά δίκτυα εκ των οποίων τα 53 συμπεριλαμβάνουν κλάδους πρώτης και δεύτερης τάξης και τα υπόλοιπα 12 έχουν επιπλέον και τρίτης τάξης ποταμούς. Οι κεντρικές κοίτες του υδρογραφικού δικτύου έχουν διεύθυνση ροής προς όλες τις κατευθύνσεις και στη συνέχεια εκβάλλουν στα νερά του Αιγαίου πελάγους. Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται από αραιή φυτοκάλυψη και έντονες κλίσεις στο βόρειο τμήμα που παίρνουν τιμές από 20° έως 40°, με εξαίρεση το παράκτιο κομμάτι όπου κάποια τμήματα έχουν κλίσεις μεταξύ 40° έως και 80°. Η παράκτια ζώνη γενικά αποτελεί τμήμα ήπιας κλίσης με τιμές που κυμαίνονται από 0° έως 10°, στο μεγαλύτερο τμήμα της. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που κυριαρχούν στην περιοχή είναι γρανίτες, γρανοδιορίτες, ελουβιακός μανδύας, και σε μικρότερο ποσοστό δυναμομεταμορφωμένα μαγματικά πετρώματα. Η παράκτια ζώνη αποτελείται από παράκτιους σχηματισμούς (Εικ. 32).

Συνολικά η λεκάνη αποστραγγίζεται από ένα καλά ανεπτυγμένο δίκτυο σε ένα κλειστό φυσικό σύστημα με κύριο χαρακτηριστικό το μικρό αριθμό κλάδων σχετικά μικρού μήκους. Η καλή ανάπτυξη στην περιοχή αυτή είναι και αποτέλεσμα του συνδυασμού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και τις αλληλεπιδράσεις τους με τους λιθολογικούς και τεκτονικούς παράγοντες. Αφ' ενός υπάρχει μικρή τροφοδοσία νερού από τις λίγες βροχοπτώσεις και αφετέρου η παρουσία εναλλαγών στρωμάτων από γρανίτες, γρανοδιορίτες, ελουβιακό μανδύα και δυναμομεταμορφωμένα μαγματικά πετρώματα ισχυρής συνοχής, εμφανίζουν μικρή υδροπερατότητα που προκαλεί αύξηση της μικρής επιφανειακής απορροής δημιουργώντας κλάδους που συνδέονται μεταξύ τους με ακανόνιστη διακλάδωση και σχηματίζουν ένα υδρογραφικό δίκτυο που μπορεί να χαρακτηριστεί ως δενδροειδούς μορφής.

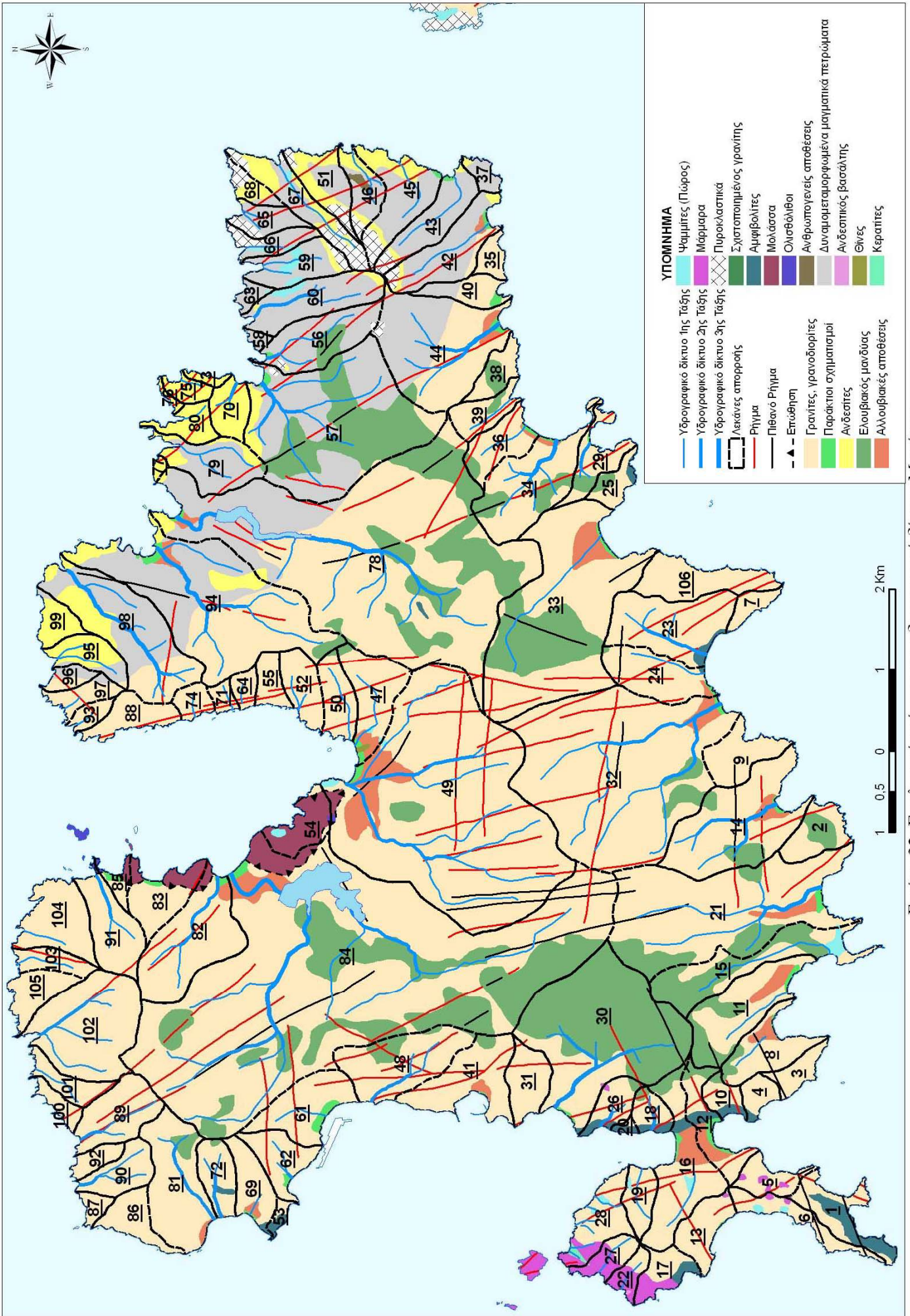
Στο βόρειο τμήμα της περιοχής, το δίκτυο που αποστραγγίζει τις βόρειες πλαγιές είναι επηρεασμένο από την μεγάλη κλίση του αναγλύφου, την τεκτονική δομή στην περιοχή και τις λιθολογικές ιδιαιτερότητες. Η ύπαρξη ρηγμάτων με διεύθυνση κυρίως παράλληλη του νησιώτικου τόξου δηλαδή ΒΔ – ΝΑ τέμνονται σε κάποιες περιοχές με το υδρογραφικό δίκτυο αφού ακολουθούν την διεύθυνση των ρηγμάτων και καθορίζουν 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 όπου οι εναλλαγές σχηματισμών όπως γρανίτες, γρανοδιορίτες, ανδεσίτες ελουβιακός μανδύας, δυναμομεταμορφωμένα μαγματικά πετρώματα έχουν βοηθήσει στην δημιουργία υδρογραφικών δικτύων.

Το βορειοανατολικό τμήμα και κάποιες περιοχές στο νότο αποστραγγίζονται από ένα υδρογραφικό δίκτυο κυρίως παράλληλης μορφής όπου κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι παρατηρούνται αρκετοί κλάδοι πρώτης τάξης να συμβάλουν απ' ευθείας στη θάλασσα. 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, 1977). Ο συνδυασμός των αδιαπέραστων σχηματισμών γρανιτών και γρανοδιοριτών βοήθησε την ανάπτυξη ποτάμιων ρευμάτων παράλληλης μορφής που συμβάλουν με την κεντρική κοίτη των ποταμών. Η γεωλογική και τεκτονική δομή έχει επιδράσει σε αρκετά σημεία αναγκάζοντας πολλούς κλάδους μικρών τάξεων να συμβάλουν, σχεδόν σε ορθή γωνία με το κύριο ποτάμιο ρεύμα.

Στις μεγαλύτερες λεκάνες απορροής της περιοχής, όπου περιλαμβάνουν και τα μεγαλύτερα μήκη κεντρικής κοίτης ποταμών, υπάρχουν τα φράγματα Μαραθίου και Ανω Μεράς όπου αναπτύσσονται υδρογραφικά δίκτυα δενδρικής και παράλληλης μορφής αντίστοιχα μεγάλου μήκους με κλάδους πρώτης τάξης όπου οι κύριοι κλάδοι συνδέονται με κλάδους μικρότερης τάξης υπό αμβλείες γωνίες. Η δημιουργία παράλληλων μορφών δικτύου συνδέεται με την ύπαρξη συμπαγών σκληρών πετρωμάτων με μικρή υδροπερατότητα.





Εικόνα 32: Γεωλογικός χάρτης και υδρογραφικό δίκτυο Μυκόνου

### 5.3 Μηχανισμός διεύθησης των φερτών υλών

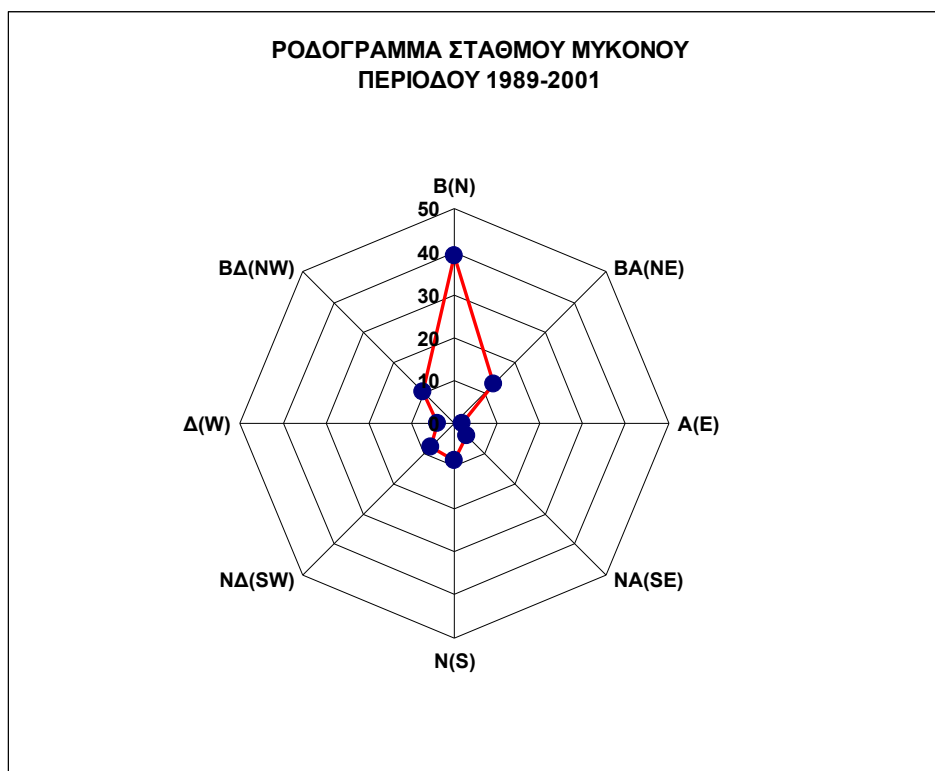
#### 5.3.1 Ανεμολογικό και κυματικό καθεστώς

Οι επικρατούντες άνεμοι στην περιοχή είναι οι βόρειοι με ποσοστό εμφάνισης 39,07%, και ακολουθούν οι βορειοανατολικοί με ποσοστό εμφάνισης 13,13% και οι βορειοδυτικοί με ποσοστό εμφάνισης 10,51% σύμφωνα με τα στοιχεία του σταθμού της EMY στη Μύκονο. Η ένταση των ανέμων είναι μέτρια και κυμαίνεται από 2 έως 7 Beaufort με κάποιες εξαιρέσεις όπου η ένταση φτάνει τα 9 Beaufort. Στον πίνακα 8 και στην εικόνα 33 παρακάτω που ακολουθεί παρουσιάζεται το ανεμόγραμμα όπως αυτό προκύπτει για τη χρονική περίοδο 1989-2001. όπως φαίνεται και από το ροδόγραμμα η κυκλοφορία των επιφανειακών νερών της Μυκόνου υπόκειται στη κίνηση του ανέμου που κυριαρχεί στην ευρύτερη περιοχή των Κυκλάδων δηλαδή των μελετημών.

Τα μελέτεια (ή αλλιώς ετησίες, από την αρχαία ελληνική ονομασία τους) είναι εποχικοί άνεμοι που εκδηλώνονται το καλοκαίρι, κυρίως στο Αιγαίο και στο Κρητικό Πέλαγος. Η διεύθυνσή τους είναι κατά κανόνα βόρεια- βορειοδυτική, ενώ σε ένταση μπορεί να ξεπεράσουν τα 6 και 7 μποφόρ. Μελέτεια υπάρχουν βέβαια και στο Ιόνιο, αλλά με μικρότερη ένταση.

Πίνακας 8: Συγκεντρωτικά ανεμολογικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό της Μυκόνου για την περίοδο από το 1989 έως το 2001 (Στοιχεία της EMY)

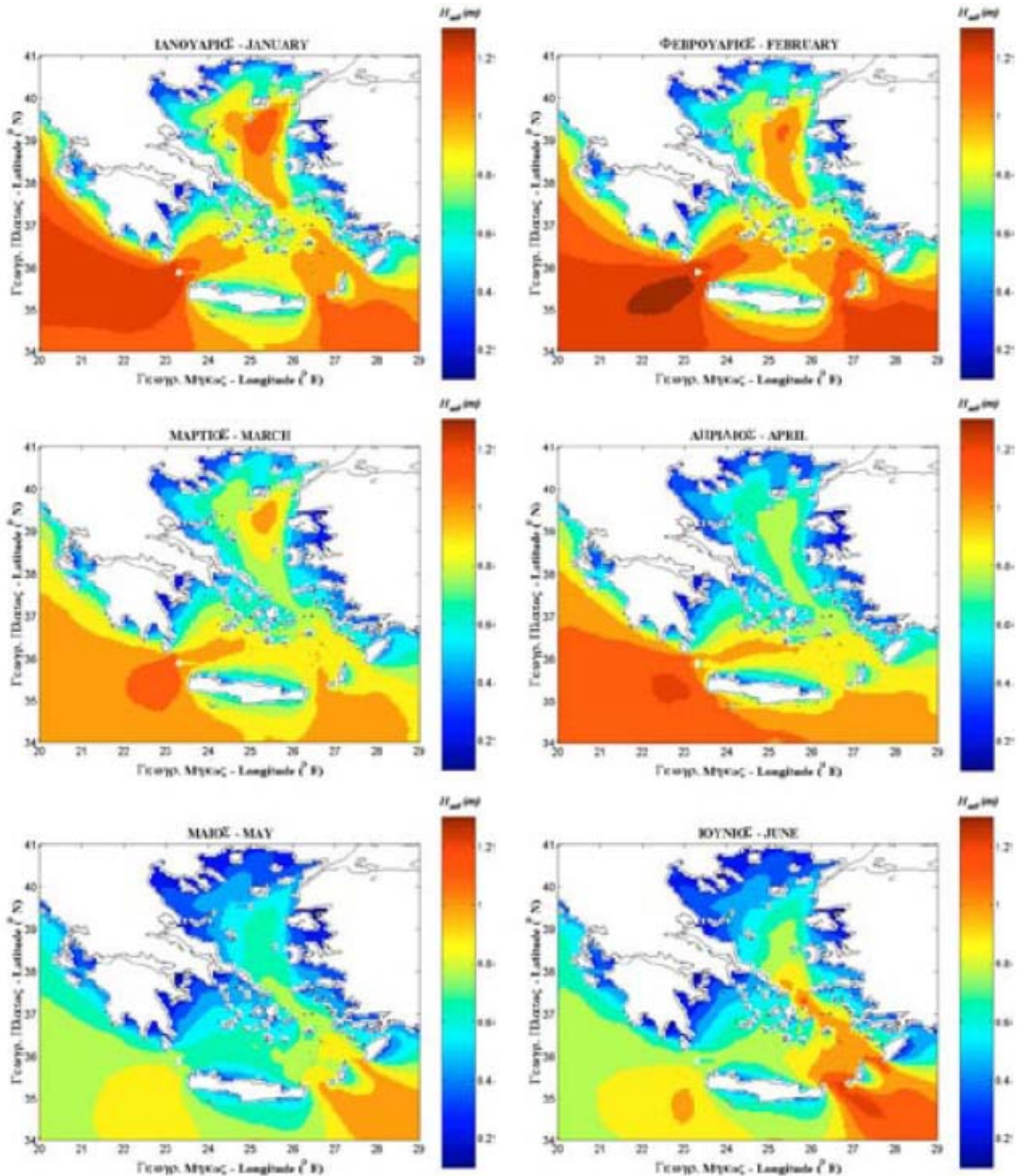
STATION MYKONOS										
	B(N)	BA(NE)	A(E)	NA(SE)	N(S)	NA(SW)	Δ(W)	BA(NW)	MET.NHN	AΘP
BEAUF									CALM	SUM
									10,681	10,681
1	0,034	0,022	0,011	0,011	0,022	0,011	0,011	0,011	0,000	0,1330
2	1,253	1,085	0,291	0,604	1,398	1,398	1,062	0,861	0,000	7,9520
3	3,914	2,617	0,537	1,230	3,120	2,516	1,599	1,487	0,000	17,0200
4	9,114	3,769	0,593	1,197	2,572	2,102	0,716	2,047	0,000	22,1100
5	10,792	2,718	0,280	0,716	1,051	1,107	0,291	2,594	0,000	19,5490
6	9,729	2,102	0,168	0,459	0,481	0,514	0,168	2,393	0,000	16,0140
7	3,679	0,682	0,034	0,101	0,056	0,101	0,022	0,973	0,000	5,6480
8	0,514	0,112	0,000	0,000	0,011	0,011	0,011	0,134	0,000	0,7930
9	0,034	0,011	0,000	0,000	0,011	0,011	0,000	0,011	0,000	0,0780
10	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0220
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000
SUM	39,074	13,129	1,914	4,318	8,722	7,771	3,880	10,511	10,681	100,00



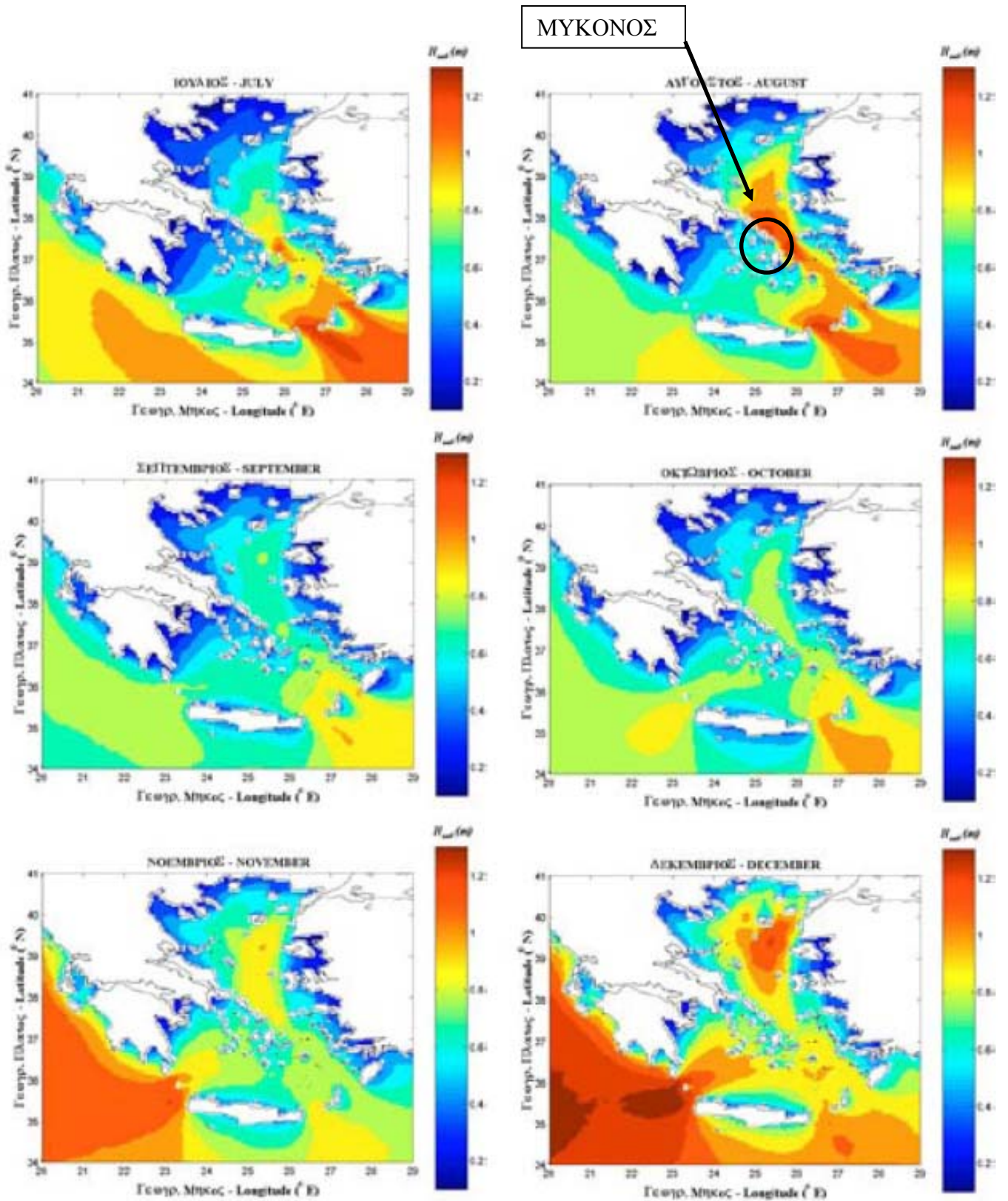
Εικόνα 33: Αποτύπωση σε ροδόγραμμα των συγκεντρωτικών ανεμολογικών στοιχείων από τον μετεωρολογικό σταθμό της Μυκόνου για την περίοδο από το 1989 έως το 2001 (Στοιχεία της ΕΜΥ)

Όσον αφορά το κυματικό καθεστώς της περιοχής στις εικόνες 34 και 35 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές του σημαντικού ύψους κύματος, με βάση τα αποτελέσματα του κυματικού μοντέλου WAM-Cycle 4, μετά από δύο χρόνια λειτουργίας σε κατάσταση πρόγνωσης (1999-2001) για όλο το Αιγαίο Πέλαγος. Το WAM-Cycle 4 αποτελεί προγνωστικό κυματικό μοντέλο τρίτης γενιάς στο Αιγαίο Πέλαγος. Χαρακτηριστική τιμή για το κυματικό δυναμικό αποτελεί το σημαντικό ύψος κύματος όπου ονομάζεται η μέση τιμή ύψους (από κορυφή σε κοιλία) του ενός τρίτου των υψηλότερων κυμάτων σε μια περιοχή. (Προσπαθόπουλος & Σουκισιάν, 2003).

Όσον αφορά στην προγνωστική ικανότητα του WAM-cycle 4 για το Αιγαίο Πέλαγος, προκύπτει ότι το μοντέλο περιγράφει ικανοποιητικά τις τάσεις του κυματικού κλίματος. Τους θερινούς μήνες διακρίνεται εμφανώς η επίδραση των “ετήσιων” ανέμων (μελέμια) με τιμή που φτάνει το 1m στο νότιο Αιγαίο ενώ τους υπόλοιπους μήνες η εμφανίζονται χαμηλές τιμές του σημαντικού ύψους κύματος (Εικ. 35).



Εικόνα 34: Μέσες μηνιαίες κατανομές σημαντικού ύψους κύματος  $1^{00}$  εξαμήνου στο Αιγαίο Πέλαγος με βάση τα αποτελέσματα του κυματικού μοντέλου WAM (Προσπαθόπουλος & Σουκισιάν, 2003)



Εικόνα 35: Μέσες μηνιαίες κατανομές σημαντικού ύψους κύματος  $2^{00}$  εξαμήνου στο Αιγαίο Πέλαγος με βάση τα αποτελέσματα του κυματικού μοντέλου WAM (Προσπαθόπουλος & Σουκισιάν, 2003)

### 5.3.2 Διευθέτηση φερτών υλών

Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι βόρειοι, βορειοανατολικοί και βορειοδυτικοί. Λόγω των ανέμων αλλά και των μεγάλων κλίσεων δεν έχουν αναπτυχθεί παραλίες στο βόρειο τμήμα. Λόγω της υπό γωνία πρόσπτωσης των κυματισμών στο ανατολικό και δυτικό τμήμα των παραλιών του νησιού αλλά και του φαινομένου της περίθλασης των κυματισμών έχουμε διευθέτηση των φερτών υλών προς το νότο. Όσον αφορά το νότιο τμήμα των παραλιών δεν επηρεάζεται αισθητά από τον κυματισμό της περιοχής.

Αξιοσημείωτο γεγονός που σχετίζεται με την διατάραξη του ισοζυγίου των φερτών υλών στις ακτές είναι η απογύμνωση των παραλιών από την άμμο και γενικά από υλικά που χρησιμοποιούνται για πρώτες ύλες σε οικοδομικά υλικά. Αυτό αποτελεί καταστροφική ανθρώπινη ενέργεια και έχει ως αποτέλεσμα να σβηστούν μελλοντικά από τον χάρτη δεκάδες ακρογιαλιές και σε πολλές περιπτώσεις οι παράλιοι οικισμοί να βρεθούν στο έλεος πλημμυρών. Κατά την διάρκεια μιας τέτοιας κατάστασης στις 17 Απριλίου του 2006 είχαμε ένα τέτοιο συμβάν με σημαντική αφαίρεση υλικών από την παραλία της Ελιάς (Εικ. 36).



Εικόνα 36: Ανθρώπινη παρέμβαση αφαίρεσης φερτών υλών της παραλία Ελιά (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)

#### 5.4 Περιγραφή των ακτών - Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και επιπτώσεις

Γενικά οι ακτές της Μυκόνου έχουν δημιουργηθεί σαν αποτέλεσμα της χαρακτηριστικής διάβρωσης των γρανιτών με τους καμπύλους ογκόλιθους και την δημιουργία γρανιτικής άμμου. Κορυφές των λόφων έχουν αποπλυθεί από τα προϊόντα της αποσάθρωσης, ενώ στις ρεματιές και τις περιοχές μικρών κλίσεων είναι αυξημένη η συγκέντρωση αμμώδους υλικού. Είναι σημαντική η συμμετοχή του ανέμου στην διάβρωση και την μεταφορά του υλικού. Στις εκβολές των ρεμάτων σχηματίζονται πολλές μικρές αμμώδεις παραλίες με καλή τροφοδοσία σε γρανιτική άμμο (Εικ.37-44).



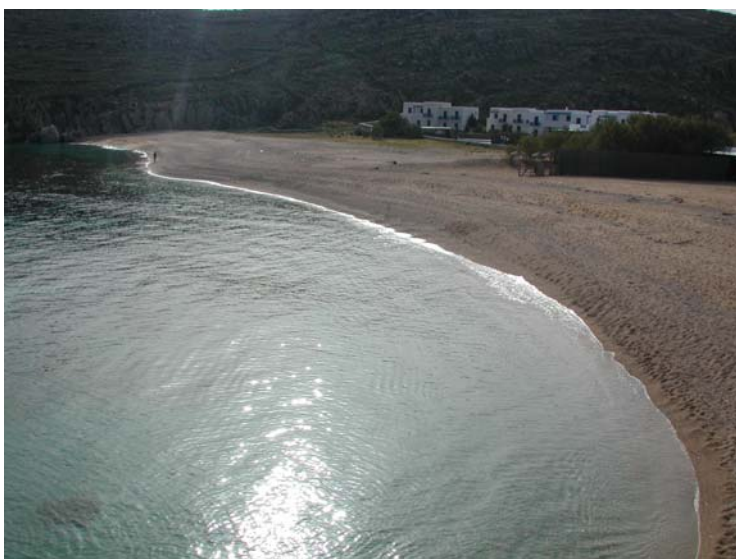
Εικόνα 37: Παραλία Πλατύς γιάλος (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)



Εικόνα 38: Παραλία Ψαρού (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)



Εικόνα 39: Παραλία Παράγκα (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)



Εικόνα 40: Παραλία Αγράρι (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)



Εικόνα 41: Παραλία Ελιά (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)





Εικόνα 42: Παραλία Καλό λιβάδι (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)



Εικόνα 43: Παραλία Αγία Άννα (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)



Εικόνα 44: Παραλία Κάτω τηγάνι (Πηγή Αναγνώστου Χ. Απρίλιος 2006)

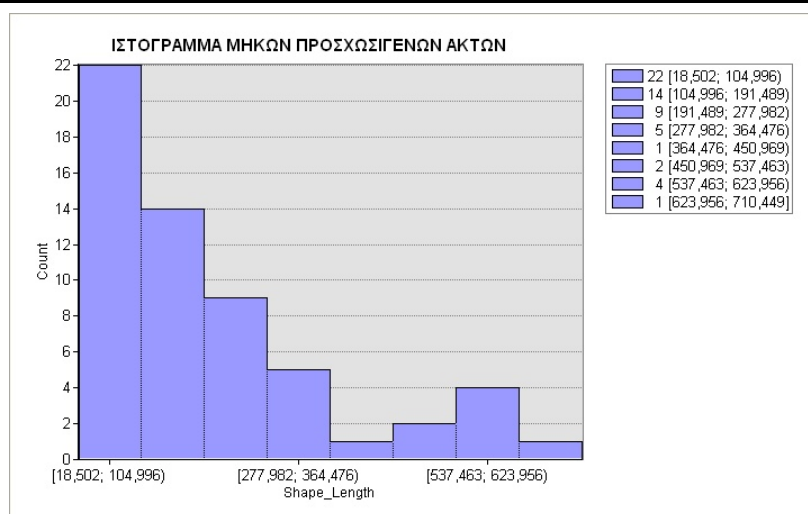
Γενικά οι παραλίες της Μυκόνου αποτελούν το σήμα κατατεθέν για το νησί και είναι αυτές που έχουν συντελέσει στην τεράστια τουριστική ανάπτυξη του νησιού εδώ και δεκαετίες. Η Μύκονος αριθμεί 58 παραλίες συνολικού μήκους 11522,982m οι οποίες αποτελούν το 11,86% της ακτογραμμής της Μυκόνου και βρίσκονται κυρίως στο νότιο τμήμα του νησιού εκεί όπου δημιουργηθήκαν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη τους (Εικ. 46). Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται όλες οι παραλίες με την ονομασία τους, και ενδεικτική τιμή για το μήκος και το εύρος αυτών.

Ύστερα από στατιστική επεξεργασία όπως φαίνεται στην εικόνα 45 οι παραλίες με μήκος από 20m μέχρι 100m αποτελούν το 37,93% του συνόλου, παραλίες με μήκος από 100m μέχρι 200m αποτελούν το 24,14%, αντίστοιχα παραλίες με μεγαλύτερα μήκη έχουν λιγότερα ποσοστά με μέγιστη τιμή 710,49m, που βρίσκεται στην παραλία του Τουρλού.

Πίνακας 9: Κατάλογος προσχωσιγενών ακτών

Κατάλογος ακτών			
Αριθμός	Ονομασία παραλίας	Μήκος παραλίας (m) από Δορυφορική εικόνα	Εύρος παραλίας (m)
1	Ψαρού (Psarou)	267,88	10~30
2	Πλατύς γιαλός	276,65	30~40
3	Αγ. Άννας	166,03	10~15
4	Παράγκα	216,56	28
5	Καλαμοπόδι (Paradise)	343,94	15~25
6	Super Paradise	200,80	50
7	Αγράρι (Agrari)	222,37	35~55
8	Ελιά	550,06	20~50
9	Καλό Λιβάδι	527,52	40~50
10	Μικρό Καλό Λιβάδι	67,04	25
11	Αγ. Άννας	181,03	25~50
12	Ταρσανός	85,21	10~15
13	Καλαφάτης	574,95	30~50
14	Δυτικός Καλαφάτης	18,50	~10
15	Λία	147,04	50
16	Τσαγγάρη	58,11	~15
17	Φραγκιά	266,55	20~25
18	Άγριο Όρνος	52,37	15~20
19	Κάτω Τηγάνι	51,21	~10
20	Πάνω Τηγάνι [Τριώλη]	120,24	25 \ 5 \ 5
21	Βαθειά Λαγκάδα	27,14	8~10
22	Πλυντήρια	39,38	~10
22α	Παραλία Εργοταξίου	52,99	~25
23	Μικρή Παραλία Μεριχιάς	99,70	~20
24	Μεριχιάς	120,16	~15
25	Φώκος	182,69	~25

26	Μιρσίνη	212,84	~25 [~10]
27	Μικρή Μιρσίνη	73,34	5~15
28α	Φτελιά α	127,28	1~10
28	Φτελιά β	76,87	2~10
29	Φτελιά γ	68,26	2~8
30	Φτελιά	530,65	~20
31	Μαύρη Σπηλιά	63,83	~5
32	Πάνορμος	545,60	20~25
33	Μικρή Πάνορμος	76,09	10~15
34	Άγιος Σώστης	290,94	~20 [~5]
35	Άγιος Σώστης α	101,16	10~15
36	Άγιος Σώστης β	43,08	~5
37	Άγιος Σώστης γ	45,49	5~10
38	Άρκτος	80,16	~5
39	Χουλάκια α	558,24	5~10
40	Χουλάκια β	181,24	5~10
41	Άγιος Στέφανος	286,05	15~20
42	Τούρλος α	710,45	2~15
43	Τούρλος β	131,42	2~10
44	Χώρα	350,31	10~20
45	Χώρα α	200,26	5~15
46	Κόρφος α	74,27	2~5
47	Κόρφος	393,53	15~20
48	Κάπαρη	67,54	10~15
49	Άγιος Ιωάννης α	263,60	~10
50	Άγιος Ιωάννης β	180,46	2~12
51	Γλωσσίδα α	118,33	5~15
52	Γλωσσίδα β	51,31	~10
53	Όρνος α	117,20	~10
54	Όρνος	335,85	15~20
55	Όρνος β	122,35	~5
56	Λάζαρος	128,85	5~10



Εικόνα 45: Ιστόγραμμα ακτών



Τα υλικά των παραλιών όπου ο μηχανισμός διευθέτησης τους εξαρτάται, αφενός από μεταβολές του ανεμολογικού καθεστώτος (Βόρειοι, Βορειοδυτικοί και Βορειοανατολικοί άνεμοι), που κατευθύνει την δράση του κυματισμού στην περιοχή και αφετέρου από την εναπόθεση φερτών υλών μέσω του υδρογραφικού δικτύου κατά μήκος των ακτών και ο οποίος μηχανισμός λειτουργεί σαν ισορροπιστικός παράγοντας στη δυναμική και στο ισοζύγιο φερτών υλών των ακτών, έχουν σχηματίσει τις αμμώδεις παραλίες της Μυκόνου. Αυτές οι φυσικές διεργασίες δρουν και διαμορφώνουν την παραλία της περιοχής σε μια γενικά ισορροπημένη κατάσταση. Την ισορροπημένη αυτή κατάσταση όμως έχει διαταράξει ο άνθρωπος με διάφορες παρεμβάσεις, που έφεραν αρνητικά αποτελέσματα.

Η Μύκονος χαρακτηρίζεται σαν το νησί όπου η ξέφρενη τουριστική ανάπτυξη κατά τις τελευταίες δεκαετίες έφερε και την πυκνή δόμηση όπου η εκτεταμένη διασπορά παραθεριστικών κατοικιών και μικρών ξενοδοχείων ήταν εντυπωσιακή.

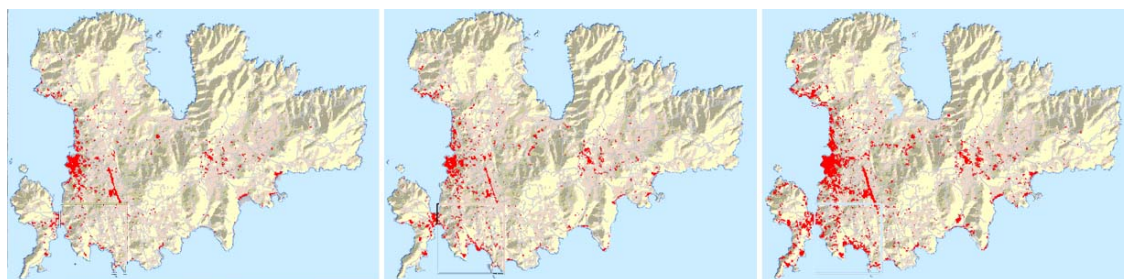
Η γειτνίαση με τη Δήλο, ο παραδοσιακός οικισμός της Χώρας και ο μεγάλος αριθμός ποιοτικών ακτών με άμμο και διαυγή νερά, υπήρξαν οι πρωταρχικοί λόγοι της εντυπωσιακής μεταπολεμικής ανάπτυξης του τουρισμού. Σε αυτό συνέβαλαν και οι πολιτιστικοί και ιστορικοί πόροι του νησιού (τα μοναστήρια, οι εκκλησίες, η παραδοσιακή αρχιτεκτονική και το ιδιαίτερο γυμνό τοπίο, η τοπική κουζίνα, τα παραδοσιακά υφαντά), δημιουργώντας ως σύνολο έναν ελκυστικό προορισμό στο κέντρο του Αιγαίου.

Την τουριστική ανάπτυξη ακολουθεί μία ουσιαστική πληθυσμιακή έκρηξη η οποία εντοπίζεται κυρίως στον οικισμό της Χώρας που συγκεντρώνει και το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού (δεύτερος μεγαλύτερος οικισμός είναι η Άνω Μερά). Η αύξηση του τουρισμού και η παράλληλη άνοδος των εισοδημάτων οδηγεί σε μετατροπή της αγροτικής γης σε οικιστική, με δραματική αύξηση των τιμών της, με κατασκευή νέων υποδομών και διαρκή επέκταση του τουριστικού τομέα και αργότερα της δεύτερης κατοικίας. Σήμερα, είναι ένα από τα πυκνοκατοικημένα νησιά των Κυκλάδων με σημαντική τουριστική κίνηση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

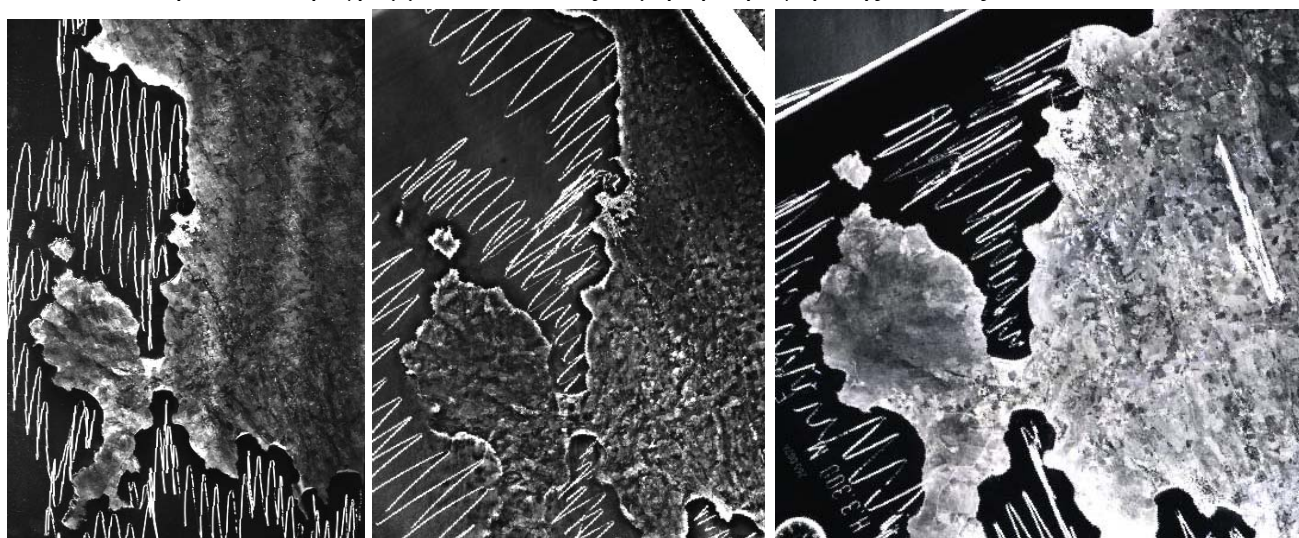
Σήμερα η Μύκονος χαρακτηρίζεται από την επέλαση του real estate, τη συστηματική μετατροπή του άνυδρου και γυμνού τοπίου σε πυκνοδομημένο αστικό ιστό δεύτερης κατοικίας. Χιλιάδες βίλες, μεμονωμένες ή σε συγκροτήματα με πισίνες και άκομπη ψευτο-κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική κυριαρχούν μαζί με πυκνό δίκτυο δρόμων. Η τεράστια αύξηση των οικοδομών στο παράκτιο περιβάλλον (τουριστικά καταλύματα και παραθεριστικές κατοικίες) η οποία αποτυπώνεται στην εικόνα 47 και

48 από την σύγκριση των αεροφωτογραφιών, επεκτείνεται πλέον εκτός του παραλιακού άξονα (Μύκονος, Όρος, Τούρλος και Αγ. Στέφανος) και σε όλες σχεδόν τις υπόλοιπες περιοχές.

Η Μύκονος αποτελεί ένα από τα κλασικά και παράλληλα αρνητικά παραδείγματα τουριστικής περιοχής με άναρχη ανάπτυξη και άρνηση οποιουδήποτε ελέγχου από την τοπική κοινωνία και τα οικοδομικά συμφέροντα. Η χρονική υστέρηση στη θεσμοθέτηση μέτρων πολιτικής, η έλλειψη πολιτικής βούλησης, ο συμβιβασμός με τα μικρά και μεγάλα συμφέροντα και τα συχνά αλληλοσυγκρουόμενα προτεινόμενα μέτρα έχουν οδηγήσει σε ουσιαστικά αδιέξοδα τη συνολικότερη ανάπτυξη του νησιού με δυσμενέστερες επιπτώσεις την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, την αυθαίρετη δόμηση, την αισθητική ρύπανση και τη συνολικότερη απαξίωση της ποιότητας του προσφερόμενου τουριστικού προϊόντος. Η Μύκονος αποτελεί πλέον ένα από τα παραδείγματα –στον παγκόσμιο χώρο– “μεταβιομηχανικής” τουριστικής ανάπτυξης με έντονα συμπτώματα κορεσμού και υποβάθμισης του συνόλου των πόρων (πολιτιστικών, περιβαλλοντικών, κοινωνικών, παραγωγικών) που συναποτελούν τοπικά το “τουριστικό προϊόν”.



Εικόνα 47: Το δομημένο περιβάλλον, 1987-1992-1998, Πηγή: Petrakis *et al.*, 2005, Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ISOLE, ταξινόμηση δορυφορικής εικόνας LANDSAT.



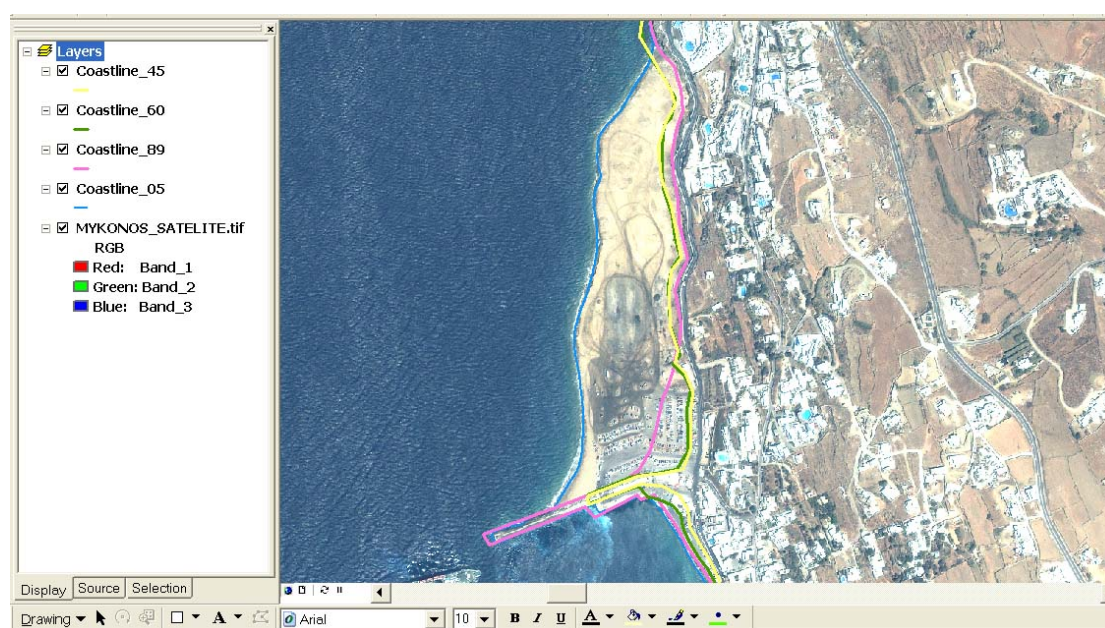
Εικόνα 48: Αεροφωτογραφίες Χώρας Μυκόνου έτους 1945, 1960, 1989

### 5.5 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.

Από τις αεροφωτογραφίες του 1945, 1960, 1989, και την δορυφορική εικόνα του 2004 στις οποίες, αφού πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της γεωαναφοράς (στην δορυφορική εικόνα του 2004 αγκιστρώθηκε η α/φ του 1989, στην α/φ του 1989 αγκιστρώθηκε η α/φ του 1960 και αντίστοιχα στην α/φ του 60 αγκιστρώθηκε η α/φ του 1945), ψηφιοποιήθηκε η ακτογραμμή και φαίνεται ότι η ακτογραμμή από το 1945 έως το 2004 έχει υποστεί κατά περιοχές μεταβολή η οποία οφείλεται στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις.(Εικόνες 49 έως 51)

Στις διαφορές των μετατοπίσεων της ακτογραμμής από τις αεροφωτογραφίες του 1945, 1960, 1989 πρέπει να συνυπολογιστεί το σφάλμα της γεωαναφοράς που δίνει το πρόγραμμα ( $R.M.S.=\pm 10m$ ) Επίσης στην όλη διαδικασία πρέπει να συνυπολογιστούν και σφάλματα ψηφιοποίησης από κακής ποιότητας αεροφωτογραφίες. Δεν μπορούμε από την συγκεκριμένη διαδικασία να αποφανθούμε για μετατόπιση ακτογραμμής της τάξης των μέτρων. Αντιθέτως μπορούμε να εντοπίσουμε μεγάλες και εμφανείς αλλαγές της ακτογραμμής.



Εικόνα 49: Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (Παλιό λιμάνι)



Εικόνα 50: Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (Νέο λιμάνι)



Εικόνα 51: Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (Περιοχή Ορνός)



## 6. Σύνθεση αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα

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 γρανίτες, γρανοδιορίτες, ελουβιακός μανδύας, και σε μικρότερο ποσοστό δυναμομεταμορφωμένα μαγματικά πετρώματα. Το τεκτονικό καθεστώς και η λιθολογία των σχηματισμών της περιοχής έχουν επηρεάσει την εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου και την μορφολογία του αναγλύφου. Όλο το τμήμα του δικτύου μπορεί να χαρακτηριστεί σαν σύνθετης μορφής δηλαδή αποτελείται από δίκτυα δενδροειδούς και παράλληλης μορφής.

Από την σχέση μεταξύ του αριθμού των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου διαπιστώνεται ότι οι αποκλίσεις των πραγματικών τιμών από τις ιδανικές είναι γενικά μηδενικές. Έτσι προκύπτει ότι οι κλάδοι έχουν αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε ένα κλειστό σύστημα όπως είναι αυτό της Μυκόνου. 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 θα μπορούσε να αναπτυχθεί περαιτέρω αν είχαμε ένα ανοιχτό φυσικό σύστημα. Για τις αρνητικές αποκλίσεις του υδρογραφικού δικτύου ευθύνονται η γεωλογική, η τεκτονική και η λιθολογική δομή της περιοχής. Επίσης σημαντικό ποσοστό μήκους κλάδων Ιης τάξης απορρέει απευθείας στην κεντρική κοίτη του ποταμού.

Οι κλίσεις του εδάφους φτάνουν μέχρι και τις  $80^{\circ}$  και μέγιστες τιμές παρατηρούνται στο βόρειο κομμάτι του νησιού στην ακτογραμμή. Επίσης μέγιστες τιμές παρατηρούνται και στο νότιο παράκτιο τμήμα στην περιοχή της Ελιάς. Γενικά επίπεδες επιφάνειες παρατηρούνται στο κεντρικό τμήμα του νησιού και συγκεκριμένα ανατολικά στην περιοχή της Ανω Μεράς και δυτικά κοντά στην χώρα όπου το γεωμορφολογικό ανάγλυφο είναι γενικά χαμηλό και ήπιο.

Οι μέσες κλίσεις των λεκανών κυμαίνονται από 7,92 % στην λεκάνη 30 δυτικά στην περιοχή της χώρας μέχρι 85,60 % στην λεκάνη 100 στην βόρεια πλευρά του νησιού όπου το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί ιδιαίτερα έντονο στο τμήμα αυτό.

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 0,58 και 4,02. 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, 0,32 έως 14,02, που οφείλεται κυρίως στους λιθολογικούς σχηματισμούς από τους οποίους καταλαμβάνονται.

Οι λεκάνες 18, 74, 70, 72, 49, 64, 4, 32, 89, 19 χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές κυκλικότητας. Αυτές οι λεκάνες χαρακτηρίζονται κυκλικής μορφής και είναι κυρίως οι λεκάνες που βρίσκονται διάσπαρτες σε όλο το νησί και επιπλέον καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση. Οι λεκάνες 6, 29, 15, 1, 12, 85, 76, 100, 67, 97 έχουν χαμηλή κυκλικότητα 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. 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 Μυκόνου είχε σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του φυσικού συστήματος, την εξαφάνιση των μικρών ποταμοχειμάρρων που τροφοδοτούσαν τις ακτές με φερτές ύλες από την αποσάθρωση των γρανιτικών σχηματισμών του γεωλογικού υποβάθρου της περιοχής.

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 ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης και αφετέρου τις ενδεδειγμένες λύσεις για την προστασία των ακτών από την διάβρωση.

Σκοπός της ολοκληρωμένης 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.

Επίσης, η Ολοκληρωμένη διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης (Ο.Δ.Π.Ζ.) αποβλέπει στη διαπλοκή 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)εν πρόκειται για μια ιδεώδη λύση δηλαδή με άμεσα και απτά αποτελέσματα, αλλά για μια δυναμική διαδικασία που εξελίσσεται συν το χρόνο.(Αγαδάκος, 2008)

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 (πρώτα χτίζουμε και μετά σχεδιάζουμε).

Προκειμένου να καταστεί δυνατή η αποτελεσματική προστασία και ορθολογική αξιοποίηση και διαχείριση των παράκτιων χώρων απαιτείται ο σαφής

καθορισμός του αιγιαλού και την παραλία, οι οποίοι αποτελούν δημόσια γη. Χρειάζεται λοιπόν ένας φορέας που θα διοικεί, θα διαχειρίζεται και θα προστατεύει την δημόσια περιουσία των ακτών 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 μπορεί με μια άρτια και συστηματική εργασία σε πανελλαδική κλίμακα αξιόπιστα να δημιουργήσει υπόβαθρα για τον καθορισμό του αιγιαλού και της παραλίας αλλά και γενικά να αποτελέσει τον επίσημο φορέα για την ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης.

Αυτό σε συνδυασμό με την χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) όπου όλες οι ακτές θα καταγραφούν, θα μετρηθούν και θα εγγραφούν ψηφιακά σε βάσεις δεδομένων 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. Επιπρόσθετα, η χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών αναπτύσσει εργαλεία για την συνδυαστική ανάλυση βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων που περιγράφουν τη δυναμική του παράκτιου περιβάλλοντος και των σχέσεων μεταξύ των θαλάσσιων ωκεανογραφικών διεργασιών και των παράλιων φυσικών πόρων σε χωροχρονική κλίμακα μέσα από μία δομή βάσεων δεδομένων και εργαλείων (2).

Παράλληλα, η παράκτια ζώνη ως στοιχείο του γεωπεριβάλλοντος όπου τα πετρώματα, τα εδάφη, οι γεωμορφές και τα τοπία αποτελούν τα προϊόντα αλλά και τις καταγραφές της γεωιστορικής εξέλιξης του πλανήτη μας συγκροτούν σημαντικότερες παραμέτρους του φυσικού περιβάλλοντος. Η κατανομή των φυτών και των ζώων και η εξέλιξη των οικοσυστημάτων δεν εξαρτάται μόνο από το κλίμα αλλά σε μεγάλο βαθμό καθορίζεται από τους γεωλογικούς σχηματισμούς και την μορφολογία του ανάγλυφου. Συνεπώς οι αβιοτικοί παράμετροι – το γεωπεριβάλλον – επηρεάζουν καθοριστικά τις βιολογικές παραμέτρους και την εξέλιξη του φυσικού περιβάλλοντος ενώ επηρεάζουν κατά προφανή τρόπο την ανθρώπινη, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη. Καθώς το 2010 χαρακτηρίστηκε Διεθνές Έτος Βιοποικιλότητας, έννοιας άρρηκτα συνδεδεμένης με την γεωποικιλότητα, γίνεται αντιληπτό η αναγκαιότητα ευαισθητοποίησης και κατανόησης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αβιοτικών

παραγόντων (γεωποικιλότητα) και του έμβιου κόσμου (βιοποικιλότητα) καθώς και της συντήρησής τους (Εικ. 52)

Με τον όρο γεωποικιλότητα αναφερόμαστε στο φυσικό εύρος (ποικιλία) των γεωλογικών (πετρώματα, ορυκτά, απολιθώματα), γεωμορφολογικών (τοπία, φυσικές διεργασίες) και εδαφικών χαρακτηριστικών, συνδυασμών, συστημάτων και διεργασιών (Ζούρος, 2005). Η αξία της γεωποικιλότητας διακρίνεται:

Εθιμική (φιλοσοφική): μόνο και μόνο για αυτό που αντιπροσωπεύει

Πολιτισμική και αισθητική: για τη συμβολή της στον πολιτισμό και την αισθητική εικόνα ενός τόπου ή μιας κοινωνίας

Οικονομική: φυσικά υλικά, ορυκτοί πόροι και χρηστικός χώρος από άνθρωπο και άγρια ζωή

Επιστημονική και ερευνητική: για επιστημονικούς και διδακτικούς σκοπούς



Εικόνα 52: Γρανίτης Μυκόνου

Αποτελεί λοιπόν κοινή διαπίστωση η αναγκαιότητα για διατήρηση της γεωλογικής μας κληρονομιάς (γεωδιατήρηση) από τις ανθρώπινες συμπεριφορές της υπέρμετρης εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων αλλά και προστασία από φυσικές διεργασίες (διάβρωση, αποσάθρωση).

Στις περιπτώσεις όπου παρατηρούνται έντονα φαινόμενα διάβρωσης, η κατασκευή παράκτιων τεχνικών έργων διευθέτησης και προστασίας ακτών, όπως είναι οι βραχίονες, οι μώλοι, οι προβλήτες, οι κυματοθραύστες, οι κρηπιδότοιχοι, αποτελούν μέθοδοι προστασίας των ακτών, οι οποίες θεωρούνται «σκληρής» μορφής παρεμβάσεις στο φυσικό χώρο. Τα έργα αυτά έχουν συχνά μεγάλο κόστος και προκαλούν περιβαλλοντική αναταραχή, γεγονός που πρέπει να εξαλειφθεί. 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 των παράκτιων προβλημάτων επιβάλλει τη δημιουργία ψηφιακού αρχείου όλων των ακτών που θα περιέχει γεωμετρικά, γεωλογικά, μετεωρολογικά κλπ. στοιχεία και 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 με βασική

αρχή ότι οι επιστήμες (οι επιστήμες της φύσης αλλά και οι μηχανικές επιστήμες) 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.

**Βιβλιογραφία**

- Αβαγιανού Θ. (2006) Συγκρότηση συστήματος πληροφοριών για την διαχείριση της παράκτιας ζώνης: Η περίπτωση της Λέσβου.
- Αγαδάκος Σ.(2008) Διερεύνηση των αναπτυξιακών χαρακτηριστικών στην παράκτια ζώνη, Εφαρμογή στην περιοχή του Πειραιά.
- Αστεριάδης Γ. (1993) Στοιχεία Φυσικής Γεωγραφίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη
- Γ.Υ.Σ. (Ιούνιος 1975). Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:50.000 φύλλο Μύκονος, Αθήνα.
- Δουκάκης Ε. (1998) Ωκεανογραφία Ε.Μ.Π. Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας.
- Ε.Μ.Υ. (2010) Μετεωρολογικά δεδομένα Μυκόνου
- Ζαμπάκας, Ι. (1981) Γενική Κλιματολογία, Αθήνα.
- Ζούρος Κ. (2005) Γεωπεριβάλλον και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Εκπαιδευτικά Προγράμματα σε Γεωπάρκα. 1<sup>ο</sup> Συνέδριο Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Ισθμός Κορίνθου, 23-25 Σεπτεμβρίου 2005.
- ΙΓΜΕ, (Μάιος 2004) Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:50.000 φύλλο Ν. Μύκονος – Ν. Ρηνεία, Αθήνα.
- Horton, R. (1932). Drainage Basin characteristics. American Geophysical Union, Transactions.
- Κάβουρας Μ. (1998) Αρχές Γεωπληροφορικής Και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, Ε.Μ.Π. Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.
- 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.
- Παπαλάμπρου Θ. (2006) Δίκτυο Αειφόρων Νήσων Δάφνη Ίος
- Παπανικολάου Δ. (1986) Γεωλογία της Ελλάδος.
- Παυλόπουλος Κ. και Καρύμπαλης Ε., (2003). Σημειώσεις Εργαστηριακών Ασκήσεων Γεωμορφολογίας. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.



- Schumm, S.A. (1977). The fluvial system, New York.
- Strahler, A. (1957), quantitative analysis of Watershed Geomorphology. Am. Geophys. Union Trans. 38 (6)
- Petrakis *etal.*, (2005), Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ISOLE, ταξινόμηση δορυφορικής εικόνας LANDSAT
- Προσπαθόπουλος Α., Σουκισιάν Τ. (2003) Εφαρμογή του Κυματικού Μοντέλου 3ης Γενιάς WAM-Cycle 4 στο Αιγαίο Πέλαγος, Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, IV, τεύχ. 1-2
- Τσάκα Ι. (2002) Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην παράκτια ζώνη από Ν. Φάληρο μέχρι Βάρκιζα και οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις.
- Τσακίρης Γ. (1995) Υδάτινοι Πόροι Ι. Τεχνική Υδρολογία, Αθήνα
- Χρόνης Γ., & Χ. Αναγνώστου. (1997). Εισαγωγή στην παράκτια γεωλογία. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος.

#### **Διευθύνσεις Internet**

1. <http://www.coastalresearch.gr>
2. <http://www.hcmr.gr/>
3. <http://www.mykonos.gr/>
4. <http://www.coastlearn.org/gr/iczm-gr/introduction.html>
5. <http://postgrasrv.hydro.ntua.gr/gr/edmaterial/education/doukakis/pres/3.pdf>
6. [http://www.appliedcoastal.com/svc\\_CC.php](http://www.appliedcoastal.com/svc_CC.php)
7. <http://www.jcronline.org/action/doSearch?all=gis&x=0&y=0>
8. [http://www.ihrf.fiu.edu/lcr/research/coastal\\_processes.htm](http://www.ihrf.fiu.edu/lcr/research/coastal_processes.htm)