



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



***ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΗΣΙ
ΤΗΣ ΤΗΝΟΥ***

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Σαρρή Στυλιανή - Γεωργία

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΗΣΙ
ΤΗΣ ΤΗΝΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σαρρή Στέλλα

Επιβλέπουσα : *Δρ. Κόκκινου Ελένη*
Επίκουρος Καθηγήτρια

Επιτροπή Αξιολόγησης : *Δρ. Ελένη Κόκκινου*
: *Δρ. Σάλτας Βασίλειος*
: *Δρ. Αλεξάκης Δημήτρης*

Ημερομηνία Παρουσίασης :

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας :

Ευχαριστίες

Μέσα από αυτό το σημείωμα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτριά μου, κυρία Ελένη Κόκκινου, για όλη την βοήθεια που μου προσέφερε στο διάστημα της επιμέλειας της πτυχιακής μου εργασίας. Αρχικά θέλω να την ευχαριστήσω για την επιλογή του θέματος, γιατί παρόλο που στην αρχή μου φάνηκε δύσκολο τελικά αποδείχθηκε αρκετά ενδιαφέρον. Χωρίς όμως την υπομονή, την κατανόηση, την διάθεσή της να μοιράζεται τις γνώσεις και την ικανότητά της να εξηγεί τους πιο σύνθετους όρους με τις πιο απλές λέξεις, δεν θα μπορούσα να καταφέρω τίποτα. Για αυτούς τους λόγους λοιπόν, όπως και για πολλούς άλλους, θέλω να της πω ένα μεγάλο ευχαριστώ. Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας πολύτιμη υπήρξε η συμβολή του Δρ. Καμπέρη Ευάγγελου από την εταιρία Ελληνικά Πετρέλαια τον οποίο ευχαριστώ ιδιαίτερα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αγάπη τους, για το ενδιαφέρον και για ότι μου έχουν χαρίσει όλα αυτά τα χρόνια και που για μένα ήταν πολύτιμο.

Περίληψη

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι ο συσχετισμός της γεωμορφολογίας της Τήνου με την Τεκτονική της. Συγκεκριμένα για να υλοποιηθεί η παρούσα εργασία συλλέχθηκαν αρχικά όλα τα διαθέσιμα στοιχεία (τοπογραφία, φωτογραμμώσεις, τεκτονικά και δημιουργήθηκε ψηφιακή βάση σε ΓΣΠ.

Abstract

Main purpose of the present study is to investigate the relation of the geomorphology in Tinos Island with Tectonics. For this reason all available information (topography, photogrammetries and tectonic elements) has been integrated in a GIS database.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	<i>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</i>	- 7 -
	1.1 Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας	- 7 -
	1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης	- 7 -
	1.3 Γενικά για την γεωμορφολογία της Τήνου	- 7 -
	1.4 Το κλίμα της Τήνου	- 9 -
2.	<i>ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)</i>	- 10 -
	2.1 Εισαγωγή	- 10 -
	2.1 Χρήση του Arcview	- 11 -
2.	<i>ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΗΝΟ</i>	- 18 -
	2.1 Εισαγωγή	- 18 -
	2.2 Περιγραφή της γεωμορφολογίας στην νήσο Τήνο	- 18 -
3.	<i>ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</i>	- 25 -
	3.1 Εισαγωγή	- 25 -
	3.2 Ρήγματα και μετατοπίσεις	- 25 -
	3.3 Ρήγματα σμίκρυνσης ή ρήγματα συμπίεσης ή ανάστροφα ρήγματα-	27 -
	3.4 Ρήγματα απομάκρυνσης ή ρήγματα έκτασης ή κανονικά ρήγματα-	29 -
	3.5 Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης	- 30 -
	3.6 Πλάγια ρήγματα	- 30 -
	3.7 Σχέσεις μεταξύ της διεύθυνσης κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών και των γεωλογικών σχηματισμών	- 31 -
	3.8 Ρηξιγενής επιφάνεια και υλικά πλήρωσης των ρηγμάτων	- 31 -
	3.9 Αναγνώριση ρηγμάτων στην ύπαιθρο	- 33 -
	3.10 Γεωλογικά στοιχεία	- 35 -
	3.11 Επιφανειακά στοιχεία	- 36 -
	3.12 Γραμμικά στοιχεία	- 37 -
	3.13 Καθορισμός της θέσεως στο χώρο των επιφανειακών στοιχείων-	38 -
	3.14 Γενικά για την τεκτονική της Τήνου	- 39 -

3.15 Αποτελέσματα της τεκτονικής επεξεργασίας και συνδυασμός με τα γεωμορφολογικά στοιχεία	- 40 -
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 45 -
5.1 Εισαγωγή	- 45 -
5.2 Συμπεράσματα	- 45 -
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 46 -

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι ο συσχετισμός της γεωμορφολογίας της Τήνου με την Τεκτονική της. Συγκεκριμένα για να υλοποιηθεί η παρούσα εργασία συλλέχθηκαν αρχικά όλα τα διαθέσιμα στοιχεία (τοπογραφία, φωτογραμμώσεις, τεκτονικά και δημιουργήθηκε ψηφιακή βάση σε ΓΣΠ.

1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης

Η μεθοδολογία εκπόνησης της εργασίας περιλαμβάνει:

- Την συγκέντρωση των διαθέσιμων πληροφοριών και στοιχείων που αφορούν την περιοχή μελέτης και την ευρύτερη περιοχή από κάθε είδους γεωλογικές, υδρογεωλογικές, εδαφοτεχνικές μελέτες και έρευνες που έχουν εκπονηθεί από διάφορους ιδιωτικούς ή δημόσιους φορείς και επιστημονικές δημοσιεύσεις από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία, καθώς και ερμηνεία αεροφωτογραφιών για τις περιοχές ενδιαφέροντος και την ευρύτερη περιοχή.
- Την έρευνα πεδίου γεωλογική και τεκτονική χαρτογράφηση της εξεταζόμενης περιοχής.
- Την επεξεργασία και αξιολόγηση του συνόλου των δεδομένων χρησιμοποιώντας σύγχρονο λογισμικό.
- Σύνταξη της παρούσας εργασίας.

1.3 Γενικά για την γεωμορφολογία της Τήνου

Η μορφολογία του νησιού (σχήμα 1.1) ελέγχεται κυρίως από την εξάπλωση των λιθολογικών σχηματισμών και το υπάρχον τεκτονικό καθεστώς. Επηρεάζεται όμως και από το κλίμα, που χαρακτηρίζεται από ισχυρούς ανέμους, έντονη ηλιοφάνεια και υψηλή σχετική υγρασία αέρα, παράγοντες που ενισχύουν την χημική και αιολική αποσάθρωση. Τέλος, καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του ανάγλυφου παίζει και η ανθρώπινη δραστηριότητα, που με την κατασκευή των πολυάριθμων αναβαθμίδων για να συγκρατούνται τα προϊόντα της αποσάθρωσης, καθώς και τα εδάφη, δημιουργεί ένα χαρακτηριστικό ανάγλυφο (σχήμα 1.2).

Η χρονολογική διαδοχή των γεωμορφικών διεργασιών φαίνεται να απεικονίζει την αλλαγή των κλιματικών συνθηκών από το Μειόκαινο και μετά. Κατά την διάρκεια του Άνω μειόκαινου και του Κάτω Πλειστόκαινου το κλίμα της περιοχής και γενικότερα της περιοχής του Αιγαίου, ήταν σχεδόν τροπικό με έντονες εποχιακές βροχοπτώσεις (Riedl 1995).

Σύμφωνα με τον Riedl (1995) στη περιοχή υπήρχε βλάστηση τύπου Σαβάνας με σταδιακή μετάβαση σε ανοιχτές δασώδεις περιοχές.

Χαρακτηριστικό της μορφολογίας της νήσου είναι η έντονη ασυμμετρία μεταξύ του ΝΔ και ΒΑ τμήματος που χωρίζονται από τον κύριο υδροκρίτη, ο οποίος εντοπίζεται κατά μήκος του νησιού και συμπίπτει με τον άξονα των κύριων πτυχώσεων διαχωρίζοντας δυο περιοχές με διαφορετικές μορφές αναγλύφου (Λειβαδίτης Γ. & Αλεξούλη Λειβαδίτη Α., 2001). Οι διαφορές αφορούν στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, στις μορφολογικές κλίσεις και στην μορφή των ακτών.



Σχήμα 1.1 Το νησί της Τήνου (<http://earth.google.com/>)



Σχήμα 1.2 Οι χαρακτηριστικοί αναβαθμοί (πεζούλες) που έχουν κατασκευαστεί από τους κατοίκους στο μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας του νησιού

1.4 Το κλίμα της Τήνου

Συνοψίζοντας στην Τήνο η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται στους 10 – 11 °C και το καλοκαίρι στους 26 °C. Κατά την ξηρή περίοδο, η Τήνος είναι πιο υγρή από ότι ο ημίξηρος πυρήνας των Κυκλάδων, ενώ κατά την υγρή περίοδο εμφανίζεται υγρότερη κατά περισσότερο 50 χιλιοστά. Η σχετική υγρασία αέρα λαμβάνει τιμές τις τάξεις του 65 – 70 τοις εκατό. Κατά την ψυχρή περίοδο η επικρατούντες άνεμοι είναι οι βόρειοι και βορειοανατολικοί και κατά την θερμή περίοδο επικρατούν οι ετήσιοι άνεμοι με μεγάλη συχνότητα και ένταση.

Ο κλιματικός χαρακτήρας μιας περιοχής είναι ένας σημαντικός παράγοντας, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη μελέτη της γεωλογίας και της γεωμορφολογίας. Η θερμοκρασία μιας περιοχής, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και το καθεστώς της εξάτμισης επηρεάζουν τον συντελεστή κατείδυσης μιας περιοχής και κατ' επέκταση το ποσοστό εμπλουτισμού του υδροφόρου ορίζοντα.

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το είδος και την πυκνότητα της φυτοκάλυψης, που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το συντελεστή κατείδυσης. Βέβαια το αποτέλεσμα της φυτοκάλυψης στην ικανότητα κατείδυσης είναι δύσκολο να προσδιοριστεί διότι μέσω των φυτών κατακρατείται ένα τμήμα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Χωρίς αμφιβολία, η ικανότητα κατείδυσης σε έδαφος με φυτοκάλυψη είναι μεγαλύτερη από αυτή που παρατηρείται στον ίδιο έδαφος χωρίς φυτοκάλυψη. Ακόμα, η ένταση και η διάρκεια των βροχοπτώσεων επηρεάζουν την ικανότητα κατείδυσης αφού είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης των βροχοπτώσεων.

Τέλος, η σχετική υγρασία αέρος, η διεύθυνση και η ένταση των ανέμων καθώς και το ποσοστό ηλιοφάνειας καθορίζουν το είδος και το βαθμό αποσάθρωσης των πετρωμάτων, που έχει πολύ μεγάλη σημασία για την ικανότητα κατείδυσης αλλά και γιατί αποτελεί φίλτρο προστασίας για τον υδροφόρο ορίζοντα.

Συγκεκριμένα για το νησί της Τήνου,

- Οι ισχυροί άνεμοι, η σχετικά υψηλή σχετική υγρασία αέρα και η έντονη ηλιοφάνεια ενισχύουν την διεργασία της χημικής αποσάθρωσης που οδηγεί στην δημιουργία χαρακτηριστικών μορφών όπως τα Tafoni.
- Η μικρή μέση ετήσια βροχόπτωση επηρεάζει τον τύπο, αλλά και τα χαρακτηριστικά των υδρογραφικών δικτύων, δημιουργώντας μικρής έντασης υδρογραφικές λεκάνες και πολυάριθμους κλάδους μικρού μήκους και μη μόνιμης ροής.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)

2.1 Εισαγωγή

Η ιδιαιτερότητα στις βάσεις δεδομένων σε περιβαλλοντικά ζητήματα σε σχέση με άλλες βάσεις δεδομένων οφείλεται στη γεωγραφική εξάρτησή τους. Παίζει δηλαδή σημαντικό ρόλο η χωρική διάσταση των Πληροφοριών και η γεωγραφική τους κατανομή. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των GIS συνοψίζονται στα παρακάτω :

A) Δυνατότητα Γεωγραφικής Ανάλυσης των Πληροφοριών

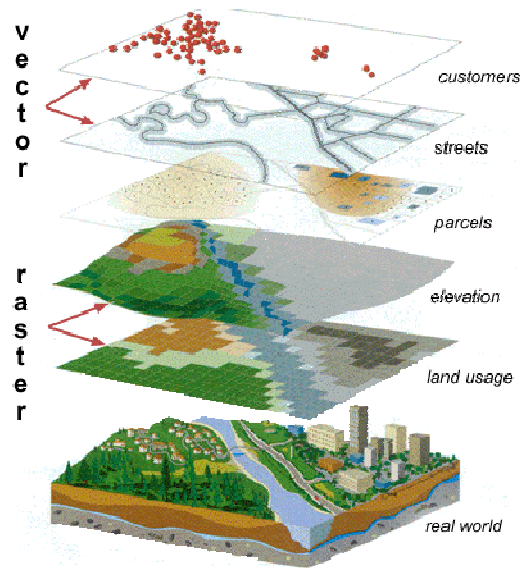
Οι πληροφορίες δεν έχουν απλώς χωρική εξάρτηση αλλά μπορούν να διαχειριστούν με βάση τη γεωγραφική συνιστώσα. Έτσι μπορούν να ανακτηθούν πληροφορίες σχετικά με την κατανομή κάποιας συγκεκριμένης ιδιότητας των παραμέτρων ή πληροφορίες σχετικές με περιοχές που εμφανίζεται ιδιότητα. Για παράδειγμα, περιοχές όπου η ρύπανση υπερβαίνει κάποια όρια ή περιοχές όπου η βροχόπτωση ή η απορροή εμφανίζει συστηματική απόκλιση από τις μέσες αναμενόμενες τιμές.

B) Δυνατότητα ηλεκτρονικής χαρτογράφησης και παρουσίασης θεματικών χαρτών

Τα GIS έχουν τη δυνατότητα να παρουσιάζουν πληροφορίες με μορφή χαρτών και ιδιαίτερα θεματικών χαρτών. Αυτοί οι χάρτες μπορούν να συνδυάζονται μεταξύ τους και να παράγουν σύνθετες χαρτογραφικές απεικονίσεις.

Γ) Δυνατότητα διεπιστημονικής εργασίας

Αυτό σημαίνει ότι μπορεί κάποιος να προσθέσει στοιχεία του δικού του επιστημονικού κλάδου σε προηγούμενες δουλειές "κτίζοντας" πάνω σε αυτές και έτσι αυξάνει τον αριθμό των πληροφοριών που αφορούν μια συγκεκριμένη περιοχή ευνοώντας την ύπαρξη κοινής αναφοράς για τους επιστήμονες διαφορετικών ειδικοτήτων που συνεργάζονται μεταξύ τους. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στη θεμελιώδη αρχή των επιπέδων (Layers) τα οποία εναποτίθενται το ένα πάνω στο άλλο (σχήμα 2.1) και έτσι συνδυαζόμενα μεταξύ τους όπως συνηθίζεται με την κλασσική μέθοδο χαρτογράφησης με χρήση ριζόχαρτων που εναποτίθενται διαδοχικά το ένα πάνω στο άλλο, κατορθώνουμε την αξιοποίηση και τον συνδυασμό διαφορετικών πληροφοριών.



Σχήμα 2.1 Εναπόθεση επιπέδων

4) Δυνατότητα ένταξης μεθόδων μαθηματικής επεξεργασίας των πληροφοριών στα GIS καθώς και μοντέλα προσομοίωσης.

Συγκεκριμένα, στις περιβαλλοντικές εφαρμογές μπορούμε να ασχοληθούμε με μοντέλα πρόγνωσης φαινομένων, π.χ. περιβαλλοντικών αλλοιώσεων, αλλοίωση μορφολογίας της εξέλιξης των υδροσυστημάτων, την αξιοποίηση εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης κ.α.

2.1 Χρήση του Arcview

Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται συνοπτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών με τη βοήθεια του ArcView 9.3.

1. Εισαγωγή του χάρτη της Τήνου μέσω σαρωτή (scanner) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε εισαγωγή δύο χαρτών, κλίμακας 1:50000. Για κάθε κομμάτι του χάρτη δίνονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες τεσσάρων γνωστών σημείων με τέτοια ακρίβεια ώστε το σφάλμα να είναι μηδενικό στην καλύτερη περίπτωση ή τουλάχιστον μικρότερο του 2 ($rms < 2$). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται image registration.

Το επόμενο βήμα είναι η γεωαναφορά του χάρτη (Georeferencing). Τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τα εξής :

- Γίνεται προσθήκη της εικόνας στο υποπρόγραμμα ArcMap η οποία αντιστοιχεί στο σαρωμένο χάρτη. (Προαιρετικά και του βοηθητικού

θεματικού επιπέδου που θα χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για τη γεωαναφορά)

- Κατάδειξη σημείων ελέγχου στην εικόνα για τα οποία γνωρίζουμε τις πραγματικές συντεταγμένες τους τις οποίες και εισάγουμε (άμεσα με πληκτρολόγηση ή έμμεσα με τη χρήση του βοηθητικού θεματικού επιπέδου).
- Όταν επιτευχθεί ικανοποιητική ακρίβεια (έλεγχος του RMS error), γίνεται αποθήκευση της πληροφορίας ακρίβειας γεωαναφοράς η οποία αναφέρεται στο αρχείο της εικόνας.

2. Ψηφιοποίηση των ισοϋψών του χάρτη της Τήνου.

Ισοϋψείς καμπύλες

Στους χάρτες, η αναπαράσταση του ανάγλυφου γίνεται με τη βοήθεια ισοϋψών καμπυλών. Η ισοϋψής καμπύλη είναι μια νοητή γραμμή που περνά από όλα τα σημεία που έχουν το ίδιο υψόμετρο. Η υψομετρική διαφορά ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ισοϋψείς καμπύλες λέγεται ισοδιάσταση. Η ισοδιάσταση είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη και συνήθως συνδυάζεται με την κλίμακά του: οι χάρτες κλίμακας 1:250.000 έχουν ισοδιάσταση 100 μ., στο 1:100.000 η ισοδιάσταση είναι 40 μ., στην κλίμακα 1:50.000 συνήθως χρησιμοποιείται η ισοδιάσταση των 20 μ. με βοηθητικές καμπύλες ανά 10 μ. στα ομαλά πεδία, στο 1:25.000 η ισοδιάσταση είναι 10 μ. και στο 1:5.000 χρησιμοποιείται η ισοδιάσταση των 4 μ.

Η ισοδιάσταση των 100 μ. είναι κατάλληλη για περιηγητική χρήση (χάρτες κλίμακας 1:50.000 έως 1:250.000), ενώ στην πεζοπορία, η ισοδιάσταση των 20 μ. σε συνδυασμό με την κλίμακα του 1:50.000 προσφέρουν ανεκτίμητη βοήθεια και σιγουριά, ειδικά σε ασαφή μονοπάτια.

Οποσδήποτε, για την αναγνώριση των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός τοπίου με βάση τις ισοϋψείς καμπύλες απαιτείται κάποια εξάσκηση. Το βασικότερο που πρέπει να γνωρίζει κανείς είναι ότι όσο πιο πυκνές είναι οι ισοϋψείς καμπύλες τόσο μεγαλύτερη είναι κλίση της πλαγιάς. Η διάκριση των ραχών από τις ρεματιές διευκολύνεται από την παρουσία της μπλε διακεκομμένης γραμμής στις μισγάγκειες.

Πριν ξεκινήσει η ψηφιοποίηση των χαρτών, δημιουργούμε τα απαραίτητα θεματικά επίπεδα. Τα βήματα για τη διαδικασία αυτή είναι τα εξής :

1. Γίνεται έναρξη του υποπρογράμματος ArcCatalog και οδηγούμαστε στους σχετικούς καταλόγους. Δημιουργείται σύνδεση με τον επιθυμητό κατάλογο.

2. Γίνεται εκκίνηση του ArcCatalog. Επιλέγεται από το μενού File/New/Shapefile και αφού καθοριστούν τα ονόματα και ο τύπος των οντοτήτων (feature type) που περιέχονται στο νέο shapefile, δίνοντας OK δημιουργείται ένα νέο κενό θεματικό επίπεδο. Πριν ολοκληρωθεί η δημιουργία του νέου shapefile, με την επιλογή edit – select – Projected Coordinate System – Greek Grid, μπορεί να οριστεί το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ'87).

Η διαχείριση του νέου θεματικού επιπέδου δημιουργήθηκε και η προσθήκη σε αυτό γεωγραφικών οντοτήτων υλοποιείται με τη χρήση του υποπρογράμματος ArcMap, με τα παρακάτω βήματα :

1. Έναρξη του ArcMap με τη δημιουργία νέου χάρτη ή ενεργοποίηση χάρτη που έχει δημιουργηθεί προγενέστερα.

2. Δημιουργία νέου πλαισίου δεδομένων (data frame) και καθορισμός του συστήματος αναφοράς του. (data frame < Properties < Coordinate System < Predefined < Projected Coordinate System < National Grids < Greek Grid).

3. Προσθήκη σε αυτό του θεματικού επιπέδου που δημιουργήθηκε στον ArcCatalog, καθώς και του σαρωμένου χάρτη (αρχείο εικόνας), που θα χρησιμοποιηθεί σαν υπόβαθρο για την ψηφιοποίηση επί της οθόνης.

4. Στη συνέχεια γίνεται ενεργοποίηση της γραμμής εργαλείων διαμόρφωσης (Editor Toolbar Button).

5. Από το μενού επιλογών Editor, γίνεται επιλογή του Start Editing και καθορισμός ενέργειας (Task : Create New Feature) και θεματικό επίπεδο εργασίας (Target : το shapefile που δημιουργήθηκε).

6. Ψηφιοποίηση ισοψών με τη χρήση του εργαλείου σχεδίασης (sketch tool) και εισαγωγή με κλικ του ποντικιού (mouse) στα σημεία που ορίζουν τις ισοψείς.

7. Λήξη της ψηφιοποίησης με διπλό κλικ ή F2.

3. Δημιουργία – Διαμόρφωση περιγραφικών δεδομένων.

Για την πληρέστερη ψηφιακή κωδικοποίηση των γεωγραφικών δεδομένων, εκτός από τη θέση, καταγράφονται και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά.

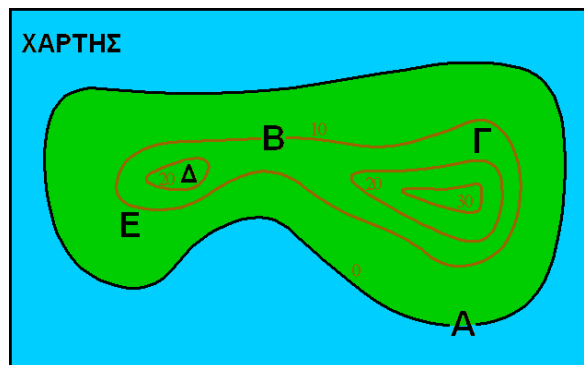
A) Σε κάθε διανυσματικό θεματικό επίπεδο τύπου shapefile, αντιστοιχεί ένας πίνακας περιγραφών (attribute table) ο οποίος περιέχει τα γνωρίσματα των γεωγραφικών οντοτήτων του, που συγκεκριμένη περίπτωση είναι οι ισοϋψείς. Η προσπέλαση στον πίνακα περιγραφών μπορεί να γίνει τόσο από το υποπρόγραμμα ArcCatalog, όσο και από το ArcMap.

Ο πίνακας αυτός περιέχει περιγραφικά στοιχεία που σχετίζονται με τις χωρικές οντότητες (ισοϋψείς). Ο πίνακας περιγραφών, σε συνδυασμό με τη χωρική – γεωμετρική πληροφορία, αποτελούν τον πυρήνα ενός τέτοιου θεματικού επιπέδου πληροφοριών.

4. Δημιουργία βάσης δεδομένων μέσω του GIS.

Με τη βοήθεια του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών ArcView 9.3., αφού εισήχθησαν τα δύο κομμάτια χαρτών του νησιού της Τήνου με κλίμακα 1:50000 στον υπολογιστή, με τη βοήθεια σαρωτή, έγινε η ψηφιοποίηση των ισοϋψών του ανάγλυφου του νησιού ανά 20 μέτρα.

Σχηματικά αναφέρεται παρακάτω η διαδικασία της ψηφιοποίησης και αναφορά των ισοϋψών στον attribute table :



Το σημείο A = 0 μέτρα

Το σημείο A βρίσκεται ακριβώς πάνω στην ισοϋψή 0 μέτρα του περιγράμματος. Δεδομένου ότι όλα τα σημεία πάνω στη γραμμή αυτή έχουν υψόμετρο 0 μέτρα, το σημείο A έχει και αυτό υψόμετρο 0 μέτρα.

Σημείο Β = 10 μέτρα

Το σημείο Β βρίσκεται ακριβώς πάνω στην ισοϋψή 10 μέτρα του περιγράμματος. Δεδομένου ότι όλα τα σημεία πάνω στη γραμμή αυτή έχουν υψόμετρο 10 μέτρα, το σημείο Β έχει και αυτό υψόμετρο 10 μέτρα.

Σημείο Γ ~ 15 μέτρα

Σημείο Γ, δε βρίσκεται ακριβώς πάνω σε γραμμή του περιγράμματος και έτσι δεν μπορεί να προσδιορίσει με ακρίβεια το υψόμετρο. Το σημείο Γ είναι μεταξύ των ισοϋψών 10 μέτρα και 20 μέτρα. Έτσι το υψόμετρο σε εκείνο το σημείο πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 10 μέτρα και μικρότερο από 20 μέτρα. Επειδή το σημείο Γ βρίσκεται σε ίση απόσταση μεταξύ αυτών των γραμμών, το υψόμετρο σε εκείνο το σημείο είναι περίπου 15 μέτρα. (Σημείωση αυτό προϋποθέτει ότι η κλίση είναι σταθερή μεταξύ των δύο ισοϋψών καμπύλων).

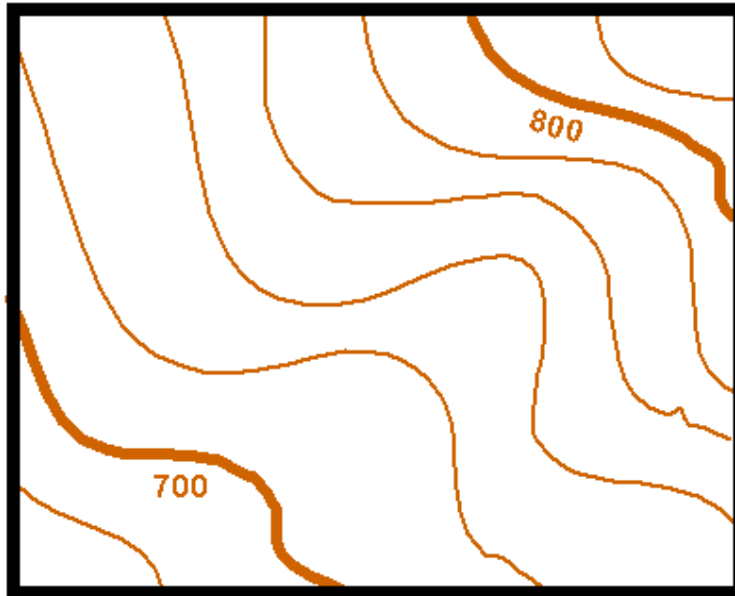
Σημείο Δ ~ 25 μέτρα

Το σημείο Δ έχει υψόμετρο μεγαλύτερο από 20 μέτρα και λιγότερο από 30 μέτρα αφού δεν υπάρχει ισοϋψής σε εκείνο το σημείο με υψόμετρο 30 μέτρα. Δε μπορούμε να ήμαστε σίγουροι για το ακριβές υψόμετρο σε εκείνο το σημείο. Σε αρκετές περιπτώσεις αναφέρεται το υψόμετρο σε παρόμοια σημεία. Θα μπορούσε το σημείο αυτό να έχει υψόμετρο 21 μέτρα ή 29 μέτρα. Δεν υπάρχει τρόπος να προσδιοριστεί το ακριβές υψόμετρο. Ωστόσο η διαφορά των 8 μέτρων δεν είναι μεγάλη, οπότε μπορεί να αναφέρουμε το σημείο με υψόμετρο 25 μέτρα. (Με την προϋπόθεση ότι η κλίση του εδάφους μεταξύ των δύο ισοϋψών είναι σταθερή).

Το σημείο Ε ~ 8 μέτρα

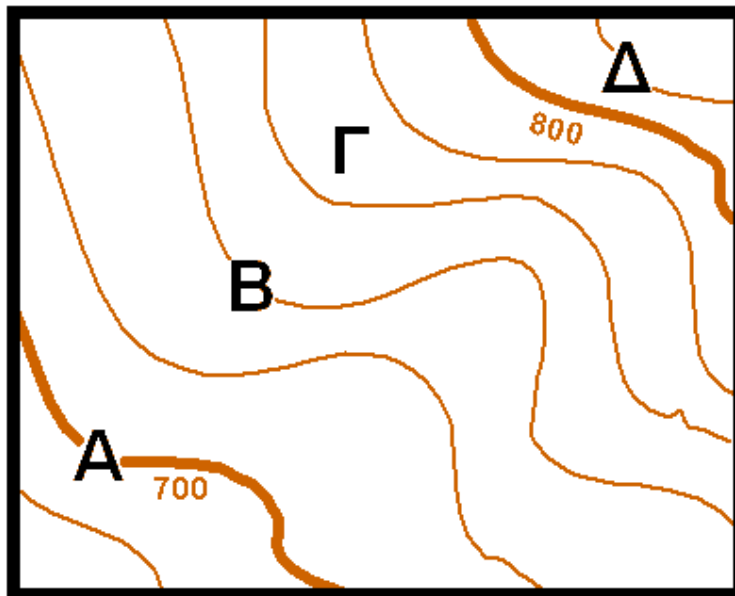
Ακριβώς όπως με το σημείο Γ ανωτέρω, πρέπει να εκτιμηθεί ότι το σημείο Ε βρίσκεται κάπου μεταξύ των υψομέτρων 0 μέτρα και 10 μέτρα. Επειδή αυτό το σημείο είναι πιο κοντά στην ισοϋψή των 10 μέτρων από τη γραμμή 0 μέτρα εκτιμούμε υψόμετρο είναι πιο κοντά στην ισοϋψή των 10 μέτρων. Σε αυτή την περίπτωση 8 μέτρα φαίνεται λογικό. (Με την προϋπόθεση ότι η κλίση του εδάφους μεταξύ των δύο ισοϋψών είναι σταθερή).

- Αρχικά ψηφιοποιήθηκαν οι κύριες ισοϋψείς (σήμα 2.2): η 100 μέτρα, η 200 μέτρα, η 300 μέτρα κτ.λ.



Σχήμα 2.2 Κύριε ισοψείς

- Αφού ψηφιοποιήθηκαν οι κύριες γραμμές, συνεχίστηκε η ψηφιοποίηση όπως αναφέρεται παρακάτω :



Σχήμα 2.3 Δευτερεύουσες ισοψείς

Οι ισοψείς απέχουν μεταξύ τους 20 μέτρα. Επομένως αναφέρθηκαν στον attribute table ως εξής :

Σημείο A = 700

Κύρια γραμμή με υψόμετρο 700 μέτρα.

Σημείο B = 740

Αυτή η ισοϋψής δε αναφέρεται τι υψόμετρο έχει. Επειδή βρίσκεται πάνω από την ισοϋψή των 700 μέτρων κατά δύο ισοϋψεις, έχει υψόμετρο 740 μέτρα.

Σημείο Γ ~ 770

Το σημείο Γ δεν βρίσκεται πάνω σε μια ισοϋψή με γνωστό υψόμετρο. Όμως, μετρώντας από την ισοϋψή των 700 μέτρων φαίνεται πως βρίσκεται μεταξύ των ισοϋψών 760 μέτρα και 780 μέτρα. Επειδή είναι στη μέση των δύο μπορεί να εκτιμηθεί ότι εκεί είναι το υψόμετρο των 770 μέτρων.

Σημείο D = 820

Αυτή η ισοϋψής δε αναφέρεται τι υψόμετρο έχει. Επειδή βρίσκεται πάνω από την ισοϋψή των 800 μέτρων κατά μια ισοϋψή, έχει υψόμετρο 820 μέτρα.

Πηγές

<http://raider.mountunion.edu/~mcnaugma/Topographic%20Maps/contour.htm>

<http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/183/1/Ptychiaki34.pdf>

<http://www.anavasi.gr/about.php>

<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c03-s01.gr.html>

2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΗΝΟ

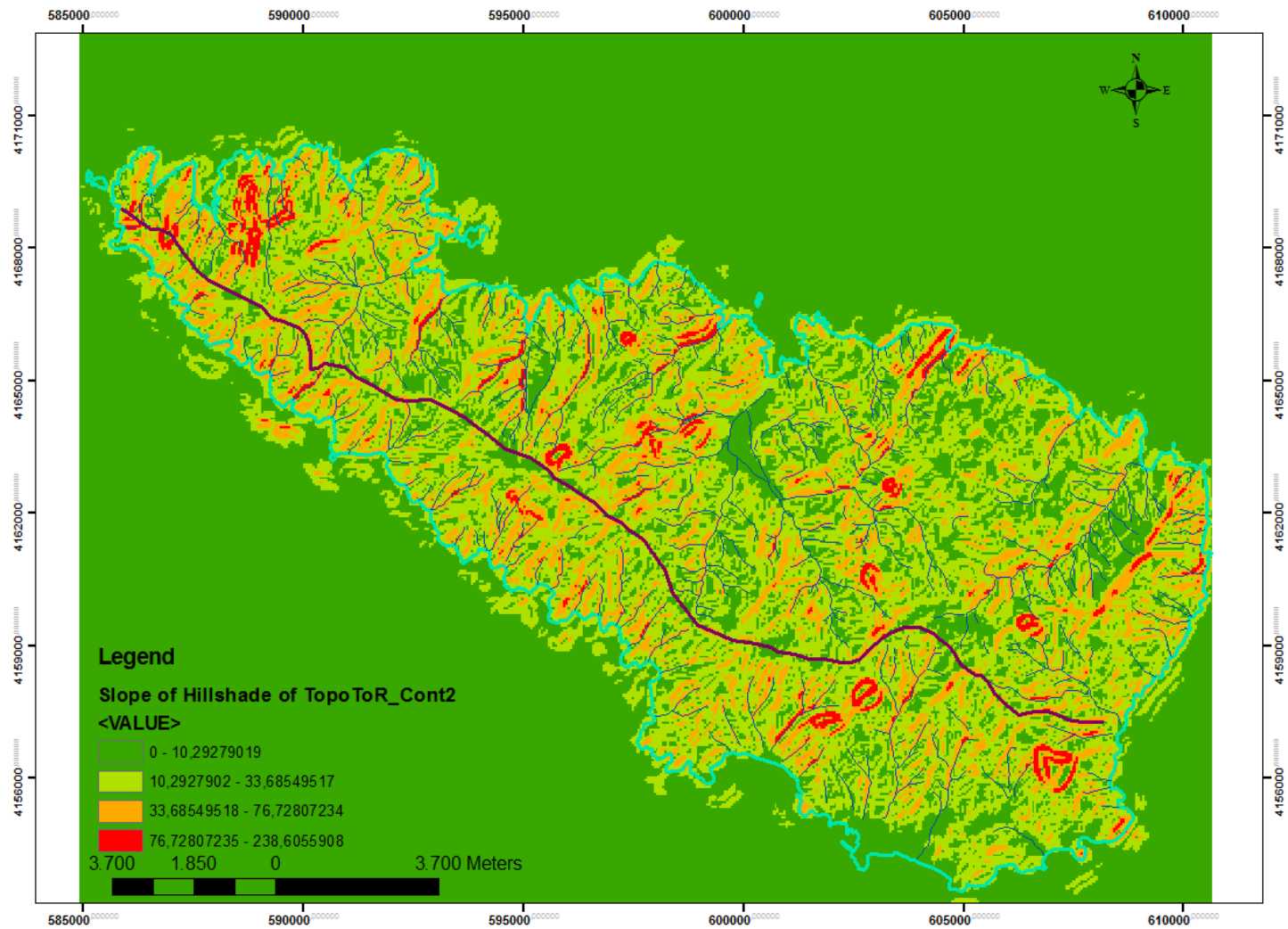
2.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια του συγκεκριμένου κεφαλαίου παρουσιάζονται τα γεωμορφολογικά στοιχεία για το νησί της Τήνου. Σημαντική βοήθεια για την διαμόρφωση του κεφαλαίου υπήρξε από το διδακτορικό της Κ. Λεωνιδοπούλου Δ. (Γεωλογικοί και γεωμορφολογικοί παράγοντες διαμόρφωσης της εσωτερικής τρωτότητας διερρηγμένων πετρωμάτων; εφαρμογή στη νήσο Τήνο (2008).

2.2 Περιγραφή της γεωμορφολογίας στην νήσο Τήνο

Ο κύριος υδροκρίτης του νησιού (σήμα 3.1) που εντοπίζεται στα 600m τοποθετείται πολύ κοντύτερα στις Νότιες από ότι στις Βόρειες ακτές. Η ανώτερη επιφάνεια του νησιού κλίνει ελαφρά προς τα ΒΑ και βαθμιαία βυθίζεται στη θάλασσα. Η γενικότερη μορφολογική εικόνα συνηγορεί στο ότι το νησί είναι ελαφρώς κεκλιμένο προς τα βόρειο-ανατολικά και χαρακτηρίζεται από ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης ρήγματα παράλληλα στο μορφολογικό του άξονα (Anigad et al., 1998).

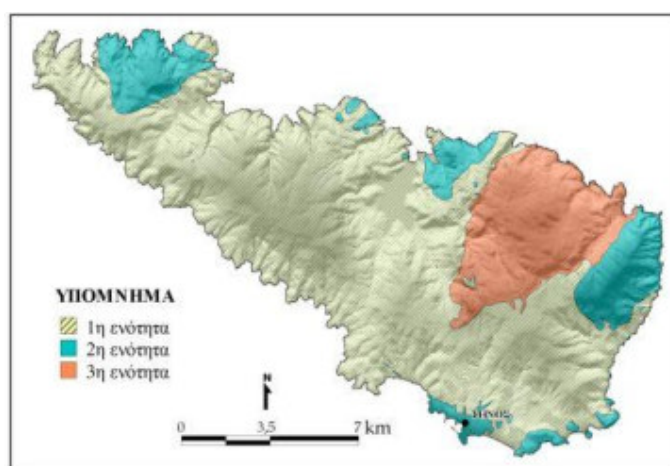
Η παρουσία των πλουτωνίων πετρωμάτων στο ΒΑ τμήμα του νησιού προσδίδει χαρακτηριστικό ανάγλυφο. Το ιδιαίτερο μορφολογικό χαρακτηριστικό της Τήνου σε σχέση με τα άλλα νησιά με πλουτωνίτες (π.χ. Σέριφος, Νάξος, Μύκονος), αλλά και τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου (π.χ. Ικαρία), είναι ότι στη Τήνο εμφανίζεται ακόμα το βασικό επίπεδο της διάβρωσης του γρανίτη (Riedl, 1995). Σύμφωνα με τους Hejl et al., (2002) μετά τη θερμική άνοδο λόγω της μεταμόρφωσης τύπου Barrow που έλαβε χώρα πριν από 25 με 16 Ma, το γρανιτικό μάγμα διείσδυσε στη σχιστολιθική ενότητα, και υπέστη ταχεία ψύξη από τη στιγμή της διείσδυσης, ενώ έπειτα ο ρυθμός ψύξης μειώθηκε. Ωστόσο, ο μέγιστος ρυθμός ψύξης $100^{\circ}\text{C}/\text{Ma}$ δεν μπορεί να οφείλεται αποκλειστικά στην επιφανειακή διάβρωση. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η κύρια διεργασία ανόδου των γρανιτών οφείλεται σε λέπτυνση του φλοιού λόγω διάτμησης και δημιουργίας μικρής κλίσης κανονικών ρηγμάτων. Οι διαβρωτικές διαδικασίες που έλαβαν χώρα μετά το Μειόκαινο ήταν μικρής έκτασης. Εξάλλου, η ηλικία των υπολειμμάτων επιφανειών ισοπέδωσης έχουν μέγιστη ηλικία τα 8 Ma (Ανώτερο Μειόκαινο). Το γεγονός ότι αυτές οι επιφάνειες δεν έχουν σημαντική κλίση συνεπάγεται ότι αποτελούν μορφές ενός σταδίου εξέλιξης του ανάγλυφου που έλαβε χώρα κατά το Ανώτερο Μειόκαινο.



Σχήμα 3.1 Χάρτης κλίσεων όπου προβάλλεται το υδρογραφικό δίκτυο και ο υδροκρίτης (μώβ)

Οι Λειβαδίτης Γ. & Αλεξούλη Λειβαδίτη Α., (2001) διέκριναν τρεις μορφολογικές ενότητες (σχήμα 3.2):

- Η πρώτη ενότητα καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα του νησιού και αναπτύσσεται πάνω στη σειρά σχιστόλιθων με εναλλαγές μαρμάρων,
- Η δεύτερη ενότητα εμφανίζεται στα δυο άκρα του νησιού, καθώς και στις βόρειες ακτές και αναπτύσσεται στους ταλκικούς-χλωριτικούς σχιστόλιθους και τους σερπεντιωμένους υπερβασίτες,
- Η τρίτη ενότητα βρίσκεται το ανατολικό τμήμα του νησιού και χαρακτηρίζεται από τις μορφές εξαλλοίωσης των γρανιτών.



Σχήμα 3.2 Οι τρεις μορφολογικές ενότητες που διακρίνονται στο νησί της Τήνου, σύμφωνα με τους Λειβαδίτη & Λειβαδίτη-Αλεξούλη (2001)

Η πρώτη μορφολογική ενότητα

Η πρώτη μορφολογική ενότητα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα του νησιού και έχει έκταση 138,75 km². Το ανάγλυφο της περιοχής αυτής είναι σχετικά ομαλό. Τα ανώτερα τμήματα των κοιλάδων είναι διευρυμένα και έχουν αμφιθεατρικό σχήμα, ενώ στο κάτω μέρος, προς τις εκβολές έχουν επίπεδο πυθμένα και καλύπτονται από αλλουβιακές αποθέσεις σχηματίζοντας παραθαλάσσια πεδινά σχήματα. Οι κλυτίες των ρεμάτων έχουν ανώμαλες κλίσεις με κυρτό σχήμα και μεγάλο πάχος αποσθρωμένου υλικού. Στα πρανή με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις παρατηρούνται κατολισθήσεις μικρής σχετικά έκτασης και εδαφικές κινήσεις.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται δυο περιπτώσεις χαρακτηριστικών μορφών μικροαναγλύφου. Στη πρώτη περίπτωση πρόκειται για εναλλαγές εσοχών και επιμηκών

προεξοχών κατά τη διεύθυνση της σχιστότητας από σκληρά και μαλακά πετρώματα. Τέτοιου είδους μορφές είναι αποτέλεσμα του διαφορετικού βαθμού αντοχής στη διάβρωση των ενδιαστρώσεων των γνευσιοσχιστολίθων και είναι πολύ διαδεδομένες στα μεγαλύτερα υψόμετρα και στις μεγάλης κλίσεως κλίττες, όπου η διάβρωση είναι περισσότερο έντονη.

Η δεύτερη περίπτωση αφορά στην κυψελώδη αποσάθρωση που εμφανίζεται κυρίως με την μορφή σφαιρικών κοιλοτήτων, των οποίων οι διαστάσεις κυμαίνονται από λίγα χιλιοστά ή εκατοστά ως και λίγα μέτρα (σχήμα 3.3). Οι μορφές μεγέθους άνω των 0,5 m χαρακτηρίζονται ως Tafoni και οι μορφές μεγέθους κάτω των 0.5 m Alveoles και εμφανίζονται στην επιφάνεια των σχιστόλιθων (Θεοδωρόπουλος 1974). Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται συχνά και ως μορφές “αιολικής διάβρωσης”. Ο όρος όμως αυτός είναι γενικός και δεν περιλαμβάνει αυτές τις ειδικές μορφές, είναι μεν αποτέλεσμα και της δράσης του ανέμου, αλλά οφείλονται κυρίως στην χημική αποσάθρωση (Σούκης et. Al., 1998).



Σχήμα 3.3 Χαρακτηριστικό παράδειγμα κυψελωδούς αποσάθρωσης (μορφή Tafoni), στο κεντρικό τμήμα του νησιού

Η δεύτερη μορφολογική ενότητα

Η δεύτερη μορφολογική ενότητα καταλαμβάνει έκταση 27,11 Km² και εμφανίζεται στο όρος Τσκινιά (726 m) (σχήμα 3.4) στο ανατολικό τμήμα, στο κεντρικό τμήμα των βορείων ακτών και στην περιοχή του Μαρλά στο βορειοδυτικό τμήμα. Χαρακτηρίζεται από οξύληκτες οδοντωτές κορυφές, οι οποίες προκύπτουν από την ταχεία υποχώρηση των υδροκριτών στα ευδιάβρωτα πετρώματα, όπως είναι οι οφιόλιθοι. Στα χαμηλότερα τμήματα αναπτύσσεται επιφανειακός αποσαθρωμένος μανδύας μεγάλου πάχους, όπου λαμβάνουν

χώρα κατολισθήσεις (κυρίως καταπτώσεις βράχων). Το ανάγλυφο εκτός από τις κορυφές και γενικά ομαλό, αλλά πολυσχιδές και στο βόρειο τμήμα απαντώνται πολύ συχνά μορφές Tafoni.



Σχήμα 3.4 Το όρος Τσικνιάς

Η τρίτη μορφολογική ενότητα

Η τρίτη μορφολογική ενότητα καταλαμβάνει έκταση 28,9km² και εμφανίζεται στο βορειοανατολικό τμήμα του νησιού από την ακτή μέχρι υψόμετρο 540m. Οι μορφές που παρατηρούνται στην ενότητα αυτή προέρχονται από την σφαιροειδή αποσάθρωση των γρανιτών. Η διεργασία αυτή είναι χημικής φύσεως και προχωρεί με μεγαλύτερη ταχύτητα κατά μήκος των προγενετικών διακλάσεων του πετρώματος.

Οι Λειβαδίτης Γ. & Αλεξούλη Λειβαδίτη Α., (2001) εξέτασαν λεπτές δομές γρανιτικών πετρωμάτων από την περιοχή του Βόλακα και από την περιοχή της Λιβάδας, προκειμένου να εντοπίσουν τα αίτια δημιουργίας των διαφορετικών γεωμορφών στις δυο περιοχές. Έτσι, διαπίστωσαν ότι στη περιοχή του Βόλακα το πέτρωμα είναι βιοτιτικοί μονζογρανίτες, ενώ στην περιοχή της Λιβάδας βιοτιτικοί γρανιοδιορίτες. Οι βιοτικοί μονζογρανίτες έχουν χαλαζία, άστριους, πλαγιόκλαστα, βιοτίτη, κεροστίλβη, τιτανίτη και απατίτη. Οι βιοτικοί γρανιοδιορίτες περιέχουν χαλαζία, Κ-ούχους άστριους, πλαγιόκλαστα, βιοτίτη, κεροστίλβη, τιτανίτη, απατίτη, ζirkόνιο και αλλανίτη.

Τέλος μια ακόμα χαρακτηριστική μορφή πλουτωνίτη είναι αυτή που εμφανίζεται στην περιοχή του Εξώμπουργου (σχήμα 3.5). Πρόκειται για ένα γρανιτικό υπολειμματικό όγκο με οξεία μορφή, υψομέτρου 350m.



Σχήμα 3.5 Χαρακτηριστική μορφή γρανίτη στη περιοχή του Εξώμπουργου

Τέλος μια ακόμα χαρακτηριστική μορφή πλουτωνίτη είναι αυτή που εμφανίζεται στην περιοχή του Εξώμπουργου (σχήμα 3.5). Πρόκειται για ένα γρανιτικό υπολειμματικό όγκο με οξεία μορφή, υψομέτρου 350m.

Ο όρος αποσάθρωση περιλαμβάνει το σύνολο των φυσικών και χημικών μεταβολών τις οποίες υφίστανται ένα πέτρωμα κατά την επαφή του με τους ατμοσφαιρικούς παράγοντες. Οι φυσικές μεταβολές προκαλούν κλαστικά φαινόμενα ενώ οι χημικές προκαλούν αλλοιώσεις πετρωμάτων. Η διεργασία της αποσάθρωσης λαμβάνει χώρα σε κάθε σημείο της επιφάνειας της γης. Ο τύπος και η ένταση της διεργασίας αυτής σε κάθε περιοχή εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το κλίμα, το ανάγλυφο, τη βλάστηση, τον τύπο των πετρωμάτων, καθώς και άλλες μεταβλητές, όπως και το κάλυμμα του αποσαθρωμένου μανδύα (Ahnert, 1998).

Κατά τη διάρκεια αυτής της διεργασίας είναι σημαντική η συμμετοχή του νερού που διεισδύει στους πόρους και στις ρωγμές, επηρεάζοντας άμεσα ή έμμεσα τα πετρώματα. Η άμεση δράση οφείλεται στις μεταβολές της καταστάσεως του νερού, ενώ η έμμεση στις διάφορες εν διάλυση ουσίες, οι οποίες δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες για πολλές χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις (Ζαμάνη, 1995).

Το κλίμα και η ορυκτολογία επιδρούν σημαντικά στον τύπο και την έκταση της αποσάθρωσης. Ο ρυθμός των περισσότερων χημικών αντιδράσεων αυξάνει με την άνοδο της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Επίσης, η δομή και η υφή έχουν σημαντική επίδραση. Η δομή είναι σημαντική διότι ο αριθμός των ασυνεχειών καθορίζει τις αλλαγές που θα υποστεί στο πέτρωμα στις διεργασίες της αποσάθρωσης. Το μέγεθος των συστατικών κόκκων ή των κρυστάλλων και οι μεταξύ τους δεσμοί έχουν άμεση σχέση με τον ρυθμό της αποσάθρωσης. Η διεργασία της αποσάθρωσης είναι επιλεκτική και διαφορική και αυτή είναι η εξήγηση δημιουργίας αξιοσημείωτων μικρού μεγέθους γεωμορφών, όπως τα tafoni (Twidale, 1968).

Στη Τήνο λαμβάνει χώρα έντονη αποσάθρωση μηχανική και κυρίως χημική καθώς οι κλιματικές συνθήκες (έντονοι άνεμοι, υψηλές θερμοκρασίες, αυξημένη υγρασία) την ευνοούν. Τα αποτελέσματα της αποσάθρωσης είναι εμφανή κυρίως στους σχιστόλιθους της Κατώτερης Σειράς και στους γρανίτες, όπου σχηματίζονται αξιόλογες μικρού μεγέθους γεωμορφές. Η διεργασία της αποσάθρωσης στους σχιστόλιθους δημιουργεί αποσαθρωμένο μανδύα, ποικίλου πάχους. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα κατείσδυσης του νερού, το οποίο οδηγεί σε εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα. Εκμεταλλευόμενοι οι κάτοικοι του νησιού το γεγονός αυτό, κατασκεύασαν τεχνητούς αναβαθμούς σχεδόν σε όλη την έκταση της εμφάνισης των σχιστόλιθων. Ο ρόλος των αναβαθμών αυτών είναι η αποτροπή της ταχείας επιφανειακής και ταυτόχρονα η διατήρηση του αποσαθρωμένου μανδύα στη θέση που δημιουργείται, με αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα, καθώς και η σταθεροποίηση των πρανών στο σύνολο τους. Με αυτό τον τρόπο δημιούργησαν οι κάτοικοι μικρά χωραφάκια που μπορούσαν να καλλιεργήσουν. Είναι λοιπόν φανερό ότι το ενδεχόμενο της ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα αυξάνει σε αυτές γεωμορφές και μάλιστα αν αναλογιστεί κανείς ότι η κύρια αιτία δημιουργίας τους είναι για καλλιέργειες, στις οποίες είναι πιθανό να χρησιμοποιούνται φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα, λιπάσματα κ.α.

3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η τεκτονική χαρτογράφηση και επεξεργασία. Μεγάλο μέρος του θεωρητικού τμήματος του συγκεκριμένου κεφαλαίου προέρχεται από το βιβλίο του καθηγητή Κίλια Α. (Αριστοτέλειο Παν., Τμήμα Γεωλογίας) με τίτλο «Εισαγωγή στην τεκτονική γεωλογία» - 1985. Η επεξεργασία των τεκτονικών καταγραφών έγινε με το λογισμικό FP Tectonics.

3.2 Ρήγματα και μετατοπίσεις

Ρήγμα στην τεκτονική ονομάζουμε κάθε ρηξιγενή δομή εκατέρωθεν της οποίας παρατηρούνται μετακινήσεις των επί μέρους τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού που παραμορφώνεται. Οι μετατοπίσεις αυτές μπορεί να είναι της τάξης μεγέθους από 1cm μέχρι και πάνω από 1000m.

Οι ρηξιγενείς επιφάνειες μπορεί να είναι κατακόρυφες, κεκλιμένες ανάλογα ή οριζόντιες. Μπορεί να εμφανίζονται όπως και οι επιφάνειες των διακλάσεων, λείες επίπεδες, κεκαμμένες ή και σιγμοειδώς κεκαμμένες.

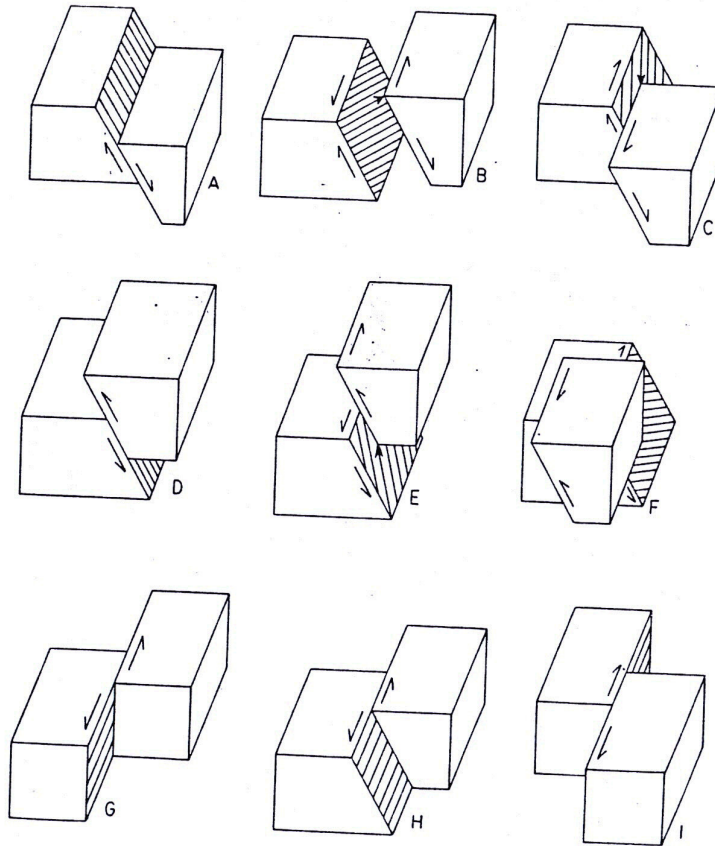
Συνήθως τα ρήγματα στους γεωλογικούς σχηματισμούς, είτε αυτοί είναι ιζηματογενείς, είτε μαγματογενείς, είτε μεταμορφωσιγενείς, προκαλούνται μετά το σχηματισμό τους, από την επίδραση μεταγενέστερων παραμορφωτικών δυνάμεων. Υπάρχουν περιπτώσεις ιδίως στα ιζηματογενή πετρώματα όπου ο σχηματισμός των ρηγμάτων μπορεί να γίνει κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης. Τα ρήγματα αυτά αποτελούν μια ιδιαίτερη μεγάλης σημασίας για τη σχετική χρονολόγηση τεκτονικών συμβάντων στη φύση κατηγορία ρηγμάτων που χαρακτηρίζονται ως συνιζηματογενή ρήγματα.

Κατά μήκος των ρηγμάτων κυκλοφορεί συνήθως νερό, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται πολλές φορές πηγές σε ορισμένα σημεία τους ανάλογα με τις γεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής. Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες διαπιστώθηκε ότι τα ρήγματα ιδίως αυτά που αναπτύσσονται κάθετα στη διεύθυνση ροής του νερού μέσα στο πέτρωμα και το υλικό πλήρωσέως τους έχει συμπαγοποιηθεί, αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα στην κίνηση του νερού σχηματίζοντας ένα αδιαπέρατο για το νερό διάφραγμα.

Ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των επί μέρους τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού εκατέρωθεν του ρήγματος, διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες (σχ. 3.1):

- α) ρήγματα σμίκρυνσης
- β) ρήγματα απομάκρυνσης
- γ) ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης

Πολλές φορές λοιπόν παρατηρούνται μεταβατικές μορφές μεταξύ των α και γ κατηγοριών ρηγμάτων καθώς και μεταξύ των β και γ κατηγοριών. Δημιουργούνται έτσι στην πρώτη περίπτωση τα πλάγια ανάστροφα ρήγματα ενώ στη δεύτερη τα πλάγια κανονικά.



Σχ. E.17. Οι κυριότεροι τύποι των ρηγμάτων. Α. κανονικό ρήγμα, Β. πλάγιο κανονικό ρήγμα αριστερόστροφο, C. πλάγιο κανονικό ρήγμα δεξιόστροφο, D. ανάστροφο ρήγμα, E. πλάγιο ανάστροφο ρήγμα αριστερόστροφο, F. πλάγιο ανάστροφο ρήγμα δεξιόστροφο, G. ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κατακόρυφη ρηξιγενή επιφάνεια αριστερόστροφο, H. ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κεκλιμμένη ρηξιγενή επιφάνεια αριστερόστροφο, I. ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κατακόρυφη ρηξιγενή επιφάνεια δεξιόστροφο. (C.T.H. 16, 1978).

Σχήμα 3.1. Ταξινόμηση ρηγμάτων

Κατά τη γεωλογική εξέλιξη ενός ρήματος είναι δυνατόν να αλλάξει η αρχική φορά κίνησης των τμημάτων εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας έτσι ώστε ένα ανάστροφο ρήγμα να μεταπίπτει σε ένα κανονικό ρήγμα ή και αντίστροφα. Αλλά και κατά μήκος του ίδιου του ρήματος συμβαίνει καμιά φορά οι παρατηρούμενες κινήσεις να έχουν αντίθετη φορά σε ορισμένα σημεία της ρηξιγενούς επιφάνειας με αποτέλεσμα το ίδιο ρήγμα αλλού να εμφανίζεται ως ανάστροφο και αλλού ως κανονικό.

Γενετικά τα ρήγματα θεωρούνται αντίθετα με τις διακλάσεις και ρωγμώσεις ως διατμητικές ρηξιγενείς δομές που προκαλούνται έστω και δευτερογενώς από διατμητικές τάσεις, ως αποτέλεσμα συμπιεστικών ή εφελκυστικών κύριων δυνάμεων.

3.3 Ρήγματα σμίκρυνσης ή ρήγματα συμπίεσης ή ανάστροφα ρήγματα

Στα ανάστροφα ρήγματα το τμήμα του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκεται πάνω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται προς τα πάνω, ενώ αυτό που βρίσκεται κάτω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται αντίθετα προς τα κάτω.

Τα ανάστροφα ρήγματα όπως φαίνεται και από το χαρακτηρισμό τους ως ρήγματα σμίκρυνσης, προκαλούν μια σμίκρυνση των διαστάσεων του γεωλογικού σχηματισμού κατά το οριζόντιο επίπεδο.

Γεωδυναμικά οι ρηξιγενείς αυτές τεκτονικές δομές αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο μέρος των πτυχωσιγενών δομών, κατά τις οποίες δεν παρατηρείται καμιά ρήξη των γεωλογικών σχηματισμών. Και οι δύο αυτές τεκτονικές δομές δημιουργούνται από συμπιεστικές τάσεις και εμφανίζονται έτσι συχνά μαζί ή πολλές φορές η μια μορφή μεταπίπτει στην άλλη εφόσον είναι αποτέλεσμα της ίδιας παραμορφωτικής φάσης. Και οι δύο τεκτονικές δομές αναπτύσσονται συνήθως κάθετα στην ισχυρότερη και παράλληλα στη μικρότερη τεκτονική καταπόνηση που δέχεται ο γεωλογικός σχηματισμός.

Όταν παράλληλα περίπου μεταξύ τους ρήγματα επιπεύσεων ή επωθήσεων ακολουθούν το ένα πίσω από το άλλο σχηματίζεται τότε μια ζώνη που ονομάζεται ζώνη λεπιώσεων. Στα διάφορα λείπια που σχηματίζονται μεταξύ των ανάστροφων ρηγμάτων εμφανίζονται συχνά οι ίδιες εναλλαγές των γεωλογικών σχηματισμών. Η γεωτεκτονική ζώνη του Αξιού στον Ελληνικό χώρο, χαρακτηρίζεται ως μια τυπική ζώνη λεπιώσεων.

Ένα τεκτονικό φαινόμενο επακόλουθο της δράσης μικρής κλίσεως ή και οριζόντιων ανάστροφων ρηγμάτων αποτελεί η δημιουργία των τεκτονικών καλυμμάτων.

Ως τεκτονικό κάλυμμα χαρακτηρίζεται κάποιος γεωλογικός σχηματισμός ο οποίος από τη δράση ακριβώς τέτοιων ανάστροφων ρηγμάτων, αποχωρίζεται από την πρωταρχική του θέση και τοποθετείται τεκτονικά πάνω σε κάποιον άλλο γεωλογικό σχηματισμό.

Το τεκτονικό κάλυμμα αποτελεί τον αλλόχθονο γεωλογικό σχηματισμό ενώ ο γεωλογικός σχηματισμός πάνω στον οποίο επωθείται το τεκτονικό κάλυμμα, αποτελεί τον αυτόχθονο. Παρατηρείται συχνά σε μια περιοχή ο σχηματισμός αλληπάληλων τεκτονικών καλυμμάτων το ένα πάνω στο άλλο και όλα μαζί επωθημένα σε κάποιο αυτόχθονο σύστημα

πετρωμάτων που συχνά αποτελεί και τον νεότερης ηλικίας γεωλογικό σχηματισμό της περιοχής.

Σε κάθε τεκτονικό κάλυμμα διακρίνουμε τα εξής επί μέρους τμήματα:

- α) βασικό σώμα : πρόκειται για τον κύριο όγκο του τεκτονικού καλύμματος
- β) μέτωπο τεκτονικού καλύμματος: είναι το μπροστινό τμήμα του βασικού σώματος
- γ) ράχη τεκτονικού καλύμματος: αποτελεί την οροφή του βασικού σώματος
- δ) ρίζα του τεκτονικού καλύμματος: πρόκειται για το σημείο από όπου ξεκινάει το τεκτονικό κάλυμμα

ε) τεκτονικό ράκος ή απομονωμένο τεκτονικό κάλυμμα: πολλές φορές είναι δυνατό να αποκοπεί από τον κύριο όγκο του βασικού σώματος ένα κομμάτι και να εμφανίζεται ως ένα ανεξάρτητο και απομονωμένο τεκτονικό κάλυμμα, το απομονωμένο τμήμα χαρακτηρίζεται τεκτονικό ράκος

στ) βάση του τεκτονικού καλύμματος: πρόκειται για το κάτω μέρος του βασικού σώματος με το οποίο έρχεται σε επαφή με το αυτόχθονο σύστημα πετρωμάτων πάνω στο οποίο επωθείται.

Η βάση του τεκτονικού καλύμματος αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά τμήματα διότι στο σημείο αυτό μπορούμε να διαπιστώσουμε τη διεύθυνση κίνησης του τεκτονικού καλύμματος από τη μορφή και την ανάπτυξη των μικροδομών.

Στενά συνδεδεμένο με τη δημιουργία των τεκτονικών καλυμμάτων βρίσκεται ο σχηματισμός του τεκτονικού παράθυρου. Πολλές φορές σε κάποια περιοχή λόγω έντονης διάβρωσης ενός τμήματος του τεκτονικού καλύμματος αποκαλύπτονται στα μορφολογικά κατώτερα κατά κανόνα σημεία μέλη του αυτόχθονου συστήματος. Αναφερόμαστε λοιπόν στην παρουσία τεκτονικού παράθυρου.

Τεκτονικά παράθυρα στον Ελληνικό χώρο έχουμε στις περιοχές του Ολύμπου ,της Όσσας, των ΒΑ Περίων όπου λόγω της διάβρωσης των παλαιοζωικών κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων της Πελαγονικής ζώνης που αποτελεί στην προκειμένη περίπτωση το τεκτονικό κάλυμμα αποκαλύπτονται τα μεσοζωικά και νεότερα ανθρακικά πετρώματα του υποκείμενου αυτόχθονου συστήματος.

Η γένεση ενός τεκτονικού καλύμματος δεν οφείλεται πάντοτε στην παρουσία ανάστροφων ρηγμάτων.

3.4 Ρήγματα απομάκρυνσης ή ρήγματα έκτασης ή κανονικά ρήγματα

Η κατηγορία αυτή των ρηγμάτων, αντίθετα με την κατηγορία των ανάστροφων ρηγμάτων, προκαλείται από εφελκυστικές τάσεις, ενώ συνδέονται συνήθως με μια **επιμήκυνση ή έκταση** του γεωλογικού σχηματισμού κατά το οριζόντιο επίπεδο.

Τα κανονικά ρήγματα προκαλούν τις μεταπτώσεις των τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκονται εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας με τρόπο ώστε το τμήμα που βρίσκεται πάνω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται προς τα κάτω ενώ το τμήμα που βρίσκεται κάτω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται αντίθετα προς τα πάνω.

Η γωνία κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών των κανονικών ρηγμάτων είναι συνήθως μεγάλη και κυμαίνεται από 50-75 μοίρες. Το ποσό της επιμήκυνσης των γεωλογικών σχηματισμών από τη δράση των κανονικών ρηγμάτων προκύπτει από την απόσταση κατά το οριζόντιο επίπεδο μεταξύ ενός σημείου ενός στρώματος και του αντίστοιχου σημείου του ίδιου στρώματος, μετά τη μετάπτωση.

Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη γωνία κλίσης έχει η ρηξιγενής επιφάνεια του κανονικού ρήγματος, τόσο μικρότερη θα είναι και η αντίστοιχη επιμήκυνση του γεωλογικού σχηματισμού που παραμορφώνεται.

Η παρουσία πολλών κανονικών ρηγμάτων σε μια περιοχή έχει ως αποτέλεσμα ανάλογα με τις διευθύνσεις κλίσεων των αντίστοιχων ρηγμάτων τη δημιουργία χαρακτηριστικών τεκτονικών δομών που ονομάζονται **τεκτονικά κέρατα και τεκτονικές τάφροι ή τεκτονικά βυθίσματα**.

Παραδείγματα τέτοιων τεκτονικών κεράτων και τάφρων στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά. Αναφέρουμε για παράδειγμα τα τεκτονικά βυθίσματα της Βόλβης- Ρεντίνας και του Ανθεμούντα τα οποία με ανάπτυξη BBA-NNΔ κόβουν εγκάρσια σε γενικές γραμμές την κύρια ανάπτυξη των γεωλογικών σχηματισμών της Σερβομακεδονικής μάζας στις περιοχές βορειοανατολικά και ανατολικά της Θεσσαλονίκης.

Στην περίπτωση που ένα πλήθος μεταπτωτικών ρηγμάτων με την ίδια διεύθυνση κλίσης προκαλεί σταδιακή ταπείνωση μιας περιοχής προς τη μια κατεύθυνση, τότε μιλάμε για κλιμακωτή εμφάνιση των ρηγμάτων αυτών.

Τα κανονικά ρήγματα αποτελούν στο μεγαλύτερο μέρος τους διατμητικές ρηξιγενείς δομές που προήλθαν όμως δευτερογενώς από τη μετατροπή ρηξιγενών δομών εφελκυσμού σε κάποιο μεταγενέστερο στάδιο. Η δημιουργία των ρηγμάτων αυτών θα πρέπει να αποδοθεί σε μεταγενέστερες κινήσεις που προκλήθηκαν από την επίδραση κάποιας νεότερης και

ανεξάρτητης ως προς την πτύχωση παραμορφωτικής φάσης με διαφορετικές ίσως διευθύνσεις και φορά τάσεων.

3.5 Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης

Τα ρήγματα αυτά προκαλούν οριζόντια μετατόπιση των τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκονται εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας ενώ συγχρόνως δεν παρατηρείται καμιά αξιόλογη μεταβολή των διαστάσεων του γεωλογικού σχηματισμού. Μεγάλων διαστάσεων ρήγματα χαρακτηρίζονται ως παραφορές.

Ανάλογα με τις σχετικές κινήσεις που λαμβάνουν χώρα στα τμήματα του γεωλογικού σώματος εκατέρωθεν του ρήγατος διακρίνουμε δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα ρήγματα οριζόντιων μετατοπίσεων.

Τα **ρήγματα μετασχηματισμού** ανήκουν στην κατηγορία των ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης διαφέρουν όμως όπως τονίσθηκε από αυτά ως προς τον τρόπο γένεσης ενώ εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στις περιοχές των μέσο-ωκεάνιων ράχων.

3.6 Πλάγια ρήγματα

Παραπάνω περιγράφηκαν ρήγματα στα οποία οι κινήσεις που έλαβαν χώρα ήταν κάθετα ή παράλληλα στην παράταξή τους. Με την παραδοχή αυτή διακρίθηκαν ανάλογα σε κανονικά ρήγματα σε ανάστροφα ρήγματα και σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Παρατηρούνται κινήσεις των δύο τμημάτων εκατέρωθεν του ρήγατος, πλάγια στην παράταξή του. Σε τέτοια ρήγματα λοιπόν οι μετατοπίσεις γίνονται κατά τη συνισταμένη μιας κάθετης και μιας παράλληλης προς την παράταξή τους κίνησης.

Σε τέτοιες περιπτώσεις αναφερόμαστε σε πλάγια κανονικά ή πλάγια ανάστροφα ρήγματα ανάλογα της κίνησης των δύο τεμαχών εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας.

Στα πλάγια ρήγματα όσο μεγαλώνει η συνιστώσα της οριζόντιας κίνησης, τόσο αυτά πλησιάζουν να μετατραπούν σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Αντίθετα όσο ελαττώνεται η συνιστώσα της οριζόντιας κίνησης τα πλάγια ρήγματα τείνουν να μετατραπούν σε κανονικά ή ανάστροφα ρήγματα.

3.7 Σχέσεις μεταξύ της διεύθυνσης κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών και των γεωλογικών σχηματισμών

Τόσο σε κανονικά όσο και σε ανάστροφα ρήγματα η διεύθυνση κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών τους, είναι δυνατόν να συμπίπτει ή να είναι αντίθετη με τη διεύθυνση κλίσης των γεωλογικών σχηματισμών που διαρηγνύουν.

Στην πρώτη περίπτωση μιλάμε για συνθετικά ρήγματα και στη δεύτερη για αντιθετικά ρήγματα. Ανάλογα λοιπόν με το χαρακτήρα του ρήγματος, διακρίνουμε αντιθετικά ή συνθετικά ανάστροφα ή πλάγια ανάστροφα ρήγματα, αντιθετικά ή συνθετικά κανονικά ή πλάγια κανονικά ρήγματα.

Οι γωνίες κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών αντίστοιχα είναι δυνατόν να είναι είτε μικρότερες είτε μεγαλύτερες των γωνιών κλίσεων των γεωλογικών σχηματισμών. Μια σειρά σχέσεων μεταξύ των διευθύνσεων και γωνιών κλίσεων ρηξιγενών επιφανειών και επιφανειών στρώσεως ή σχιστότητας σε αντιθετικά και συνθετικά ρήγματα απεικονίζεται σε τομή στο παρακάτω σχήμα.

3.8 Ρηξιγενής επιφάνεια και υλικά πλήρωσης των ρηγμάτων

Οι επιφάνειες κατά μήκος των οποίων συμβαίνουν οι μετατοπίσεις των γεωλογικών σχηματισμών, αποτελούν τις **ρηξιγενείς επιφάνειες**. Οι ρηξιγενείς επιφάνειες εμφανίζονται συνήθως στιλπνές και λείες και χαρακτηρίζονται ως Harnisch- επιφάνειες ή ως «**καθρέφτης ρήγματος**» ή ως **κατοπτρικές επιφάνειες**. Το στιλβωμένο επικάλυμμα της ρηξιγενής επιφάνειας, αποτελείται από λεπτόκοκκο μυλονιτιωμένο πέτρωμα και συχνά φέρει φυλόμορφα ορυκτά, χαλαζία, ασβεστίτη, ορυκτά της αργίλου.

Πάνω στον «καθρέφτη» του ρήγματος αν δεν έχει επιδράσει σε μεγάλο βαθμό η διάβρωση, παρατηρούνται σχεδόν πάντα οι γραμμές ολίσθησης.

Οι γραμμές αυτές μοιάζουν με νυχιές πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια. Σχηματίζονται από την τριβή σκληρών υλικών τα οποία λόγω της αντίθετης κίνησης των δύο τεμαχών εκατέρωθεν του ρήγματος σύρθηκαν πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια. Πρόκειται λοιπόν για μικροαυλακώσεις και μικροράχεις που πολλές φορές φέρουν στη μικροκλίμακα μια ελαφριά κλίνουσα και μια απότομη κλίνουσα πλευρά, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κλιμακωτές δομές που υποδηλώνουν έτσι τη φορά της κίνησης.

Οι γραμμές ολίσθησης κατά τη μελέτη των ρηγμάτων αποτελούν ένα σημαντικό γραμμικό στοιχείο, γιατί η διάταξη τους μας δείχνει τη διεύθυνση της τελευταίας κίνησης που έλαβε χώρα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου πάνω σε μια ρηξιγενή επιφάνεια

παρατηρούνται γραμμώσεις με διαφορετικές διευθύνσεις οπότε πλέον έχουμε ένα στοιχείο για τη μελέτη της κινητικής εξέλιξης του ρήγματος, διότι κάθε διαφορετική κίνηση θα δημιουργήσει και διαφορετικής διεύθυνσης γράμμωση ολίσθησης.

Οι γραμμές ολίσθησης σε επωθήσεις ή μεταπτώσεις τοποθετούνται κάθετα στην παράταξη του ρήγματος ή παράλληλα στη διεύθυνση κλίσης του. Αντίθετα σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης τοποθετούνται παράλληλα στην παράταξη ή κάθετα στη διεύθυνση κλίσης του ρήγματος.

Κατά τη παρατήρηση στο ύπαιθρο θα πρέπει να εξακριβώσουμε και τη σχετική φορά κίνησης των τεμαχίων εκατέρωθεν του ρήγματος που αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την τεκτονική ανάλυση μιας ρηξιγενούς δομής.

Οι παρακάτω ενδείξεις θα μας οδηγήσουν στην ανάλυση της φοράς των επιμέρους κινήσεων εκατέρωθεν του ρήγματος:

α) Λόγω της **κλιμακωτής μικροδομής** των γραμμώσεων ολίσθησης, εάν τοποθετήσουμε την παλάμη μας πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια και την κινήσουμε πάνω κατά τη διεύθυνση της κίνησης που θα μας τη φανερώσουν οι γραμμές κίνησης τότε η φορά της κίνησης του τμήματος που βρίσκεται προς το μέρος που στεκόμαστε θα πρέπει να είναι αντίθετη προς τη φορά κίνησης του χεριού που θα παρατηρηθεί η μεγαλύτερη αντίσταση.

β) Οι **μικροκάμψεις** των γεωλογικών σχηματισμών εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας.

γ) **Η παρουσία πτεροειδών διακλάσεων** Ο τρόπος της αναγνώρισης των σχετικών κινήσεων σύμφωνα με την τοποθέτηση των πτεροειδών διακλάσεων.

δ) **Η παρουσία ασύμμετρων μικροπτυχών** με φορά κοντά στη ρηξιγενή επιφάνεια. Η φορά των πτυχών μας δείχνει και τη φορά της κίνησης.

ε) **Η παρουσία σφηνοειδών ρωγμών**. Η φορά της κίνησης τοποθετείται κατά την ανάπτυξη της οξείας γωνίας που σχηματίζεται από τη σφηνοειδή ρωγμωση και τη ρηξιγενή επιφάνεια. Οι σφηνοειδείς ρωγμές εμφανίζονται συνήθως πληρωμένες με μεταγενέστερο υλικό που μπορεί να είναι αργιλικό, ασβεστίτικο, χαλαζιακό.

στ) **Η διάταξη τεμαχίων** που αποκολλήθηκαν από τον ένα από τους δύο σχηματισμούς εκατέρωθεν του ρήγματος και ενσωματώθηκαν στον άλλον κατά την κίνηση, μας δείχνει τη φορά των επί μέρους κινήσεων. Η διεύθυνση κλίσης αυτών βρίσκεται συνήθως αντίθετη της φοράς της κίνησης.

Μέσα στα ρήγματα ή σε ζώνες ρηγμάτων παρατηρούνται ισχυρά τεκτονισμένα μέλη των πετρωμάτων που παραμορφώνονται και τα οποία συνοδεύονται από υλικά που αποθέτει

το νερό που κυκλοφορεί στο ρήγμα όπως ασβεσίτη, χαλαζία, άργιλλο. Τα υλικά αυτά αποτελούν τα υλικά πλήρωσης των ρηξιγενών δομών.

Από την ισχυρή τριβή που αναπτύσσεται στα σημεία των ρηγμάτων λόγω της αντίθετης κίνησης των δύο τεμαχών εκατέρωθεν της ρηξιγενής επιφάνειας δημιουργείται αρχικά ένα τεκτονικό λατυποπαγές. Αυτό αποτελεί ένα συνεκτικό κατακλασμένο σχηματισμό που συνίσταται από συνδετική ύλη και γωνιώδη θραύσματα των γειτονικών πετρωμάτων, σε αντίθεση με το ιζηματογενές λατυποπαγές, στο οποίο δεν παρατηρείται η ισχυρή κατάκλαση και η τέλεια γωνιώδη ανάπτυξη των συστατικών του.

Συχνή είναι η εμφάνιση πολλών διαδοχικών ρηξιγενών επιφανειών μεταξύ δύο κύριων ακραίων ρηγμάτων οπότε στην προκειμένη περίπτωση μιλάμε για μια ρηξιγενή ζώνη. Μεταξύ των δύο ακραίων ρηγμάτων της ρηξιγενής ζώνης μετατοπίζονται τα διάφορα τεμάχια κατά μήκος των συνοδών ρηξιγενών επιφανειών με αποτέλεσμα να εμφανίζονται ισχυρά τεκτονισμένα και να συνοδεύονται από τη δημιουργία διαδοχικών μυλωνιτών σε όλο το πλάτος της ρηξιγενής ζώνης.

Ρηξιγενείς ζώνες αναπτύσσονται τόσο από ανάστροφα όσο και από κανονικά ρήγματα. Στην πρώτη περίπτωση μιλάμε για ζώνη λεπιώσεων και στη δεύτερη περίπτωση για ζώνη κλιμακωτών μεταπτώσεων.

3.9 Αναγνώριση ρηγμάτων στην ύπαιθρο

Κάποιοι παράγοντες όπως η διάβρωση, η φυτική κάλυψη, οι νέες προσχώσεις, η οικιστική ανάπτυξη δυσχεραίνουν συχνά την αναγνώριση ή χαρτογράφηση του ρήγματος στο ύπαιθρο έτσι ώστε μόνο με έμμεσες παρατηρήσεις να αποφανθούμε για την ύπαρξη ενός ρήγματος. Κατά την αναγνώριση ενός ρήγματος πρέπει να είμαστε προσεχτικοί στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τον χαρακτηρισμό, το μέγεθος της ανάπτυξης, την κινητική και τη δυναμική του κατάσταση.

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες βασικές ενδείξεις που βοηθάνε στην αναγνώριση και στη μελέτη του ρήγματος.

α) Η παρουσία μιας κατοπτρικής επιφάνειας μας φανερώνει την ύπαρξη ενός ρήγματος μεταπτωτικού χαρακτήρα.

β) Η απότομη μεταβολή της γεωλογικής δομής και της πετρογραφικής σύστασης μιας περιοχής καθώς και της γωνίας κλίσης ή της παράταξης ενός γεωλογικού σχηματισμού αποτελούν σημαντικές ενδείξεις για την παρουσία ενός δείγματος. Εξ άλλου η απότομη

αύξηση του πάχους προσχώσεων ή νεογενών σχηματισμών στην επαφή τους με κάποιο υπόβαθρο, φανερώνει την ύπαρξη κάποιας ρηξιγενούς δομής.

γ) **Τεκτονικά λατυποπαγή ή υλικό μυλωνίτου**, διατεταγμένα κατά ζώνες αποτελούν σημαντικό κριτήριο για την αναγνώριση ρηξιγενών δομών. Τα τεκτονικά λατυποπαγή τοποθετούνται συνήθως σε γωνιώδη ασυμφωνία με τα γειτονικά πετρώματα. Στα τεκτονικά λατυποπαγή που συνδέονται με επωθήσεις ή επιπτεύσεις η συνδετική ύλη και τα γωνιώδη θραύσματα αποτελούνται από το ίδιο υλικό. Η συνδετική τους ύλη εμφανίζεται συνήθως ως μυλωνίτης και δεν περιέχει φερτά ξένα υλικά, λόγω της μικρής δυνατότητας κυκλοφορίας των διαλυμάτων σε ζώνες τέτοιων λατυποπαγών.

Αντίθετα στα τεκτονικά λατυποπαγή, που συνδέονται με μεταπτωτικά ρήγματα ή ρωγμώσεις η συνδετική ύλη αποτελείται και από φερτά υλικά ή νεοσχηματισθέντα ορυκτά που αποτίθενται από τα διαλύματα που κυκλοφορούν σε ζώνες τέτοιων λατυποπαγών.

Οποσδήποτε όμως μια σειρά συμπληρωματικών παραγόντων είναι δυνατόν να αλλοιώσει τα γενικά χαρακτηριστικά των τεκτονικών λατυποπαγών έτσι ώστε για την αναγνώριση μιας επώθησης ή μιας μετάπτωσης δεν μπορούμε να στηριχθούμε μόνο στο χαρακτήρα των διάφορων τεκτονικών λατυποπαγών.

δ) Η **μορφολογία μιας περιοχής** μας βοηθάει πολλές φορές στην ανεύρεση ενός ρήγματος.

ε) Η **διαφορά της βλάστησης** σε ορισμένες περιοχές συνδέεται πολλές φορές με την ύπαρξη ρηγμάτων.

στ) Οι **αεροφωτογραφίες** αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα διαγνωστικά μέσα των ρηξιγενών δομών. Ρήγματα και μεγάλα συστήματα ρωγμώσεων που αναγνωρίζονται πολύ δύσκολα κατά τις εργασίες υπαίθρου είναι δυνατόν να αποκαλυφθούν με μεγάλη ακρίβεια στην αεροφωτογραφία και να τοποθετηθούν στο γεωλογικό χάρτη.

ζ) Στην περίπτωση που διαπιστώσουμε από στρωματογραφικά ή τεκτονικά δεδομένα, ότι ένας παλιότερης ηλικίας σχηματισμός υπέρκειται ενός νεότερης ηλικίας είμαστε σίγουροι ότι η μεταξύ τους σχέση θα είναι τεκτονική και ότι ο υπερκείμενος γεωλογικός σχηματισμός επωθήθηκε πάνω στον υποκείμενο νεότερό του.

Αντίθετα η αναγνώριση επωθητικών ρηγμάτων στην περίπτωση που νεότερης ηλικίας γεωλογικοί σχηματισμοί επωθούνται πάνω σε παλαιότερης ηλικίας πετρώματα, ιδίως όταν οι στρώσεις των νεότερων ή και των παλαιότερων σχηματισμών βρίσκονται σε συμφωνία με την επιφάνεια της επώθησης αποτελεί τις περισσότερες φορές ένα πολύ δύσκολο πρόβλημα.

Σε μια τέτοια διάταξη γεωλογικών σχηματισμών βρισκόμαστε πάντα σε αμφιβολία εάν μεταξύ τους υπάρχει στρωματογραφική συμφωνία ή ασυμφωνία ή αν υπάρχει τεκτονική επαφή.

Η ανεύρεση τεκτονικών λατυποπαγών ή σχιστοποιημένων ζωνών στα όρια των σχηματισμών δεν αποτελεί σοβαρό κριτήριο για την τεκτονική τους σχέση. Διότι ακόμη και όταν υπάρχει στρωματογραφική επαφή μεταξύ δύο ανομοιογενών υλικών είναι δυνατόν, χωρίς τη δράση κάποιου αξιόλογου ανάστροφου ρήγματος, να δημιουργηθούν τεκτονικά λατυποπαγή ή ζώνες τεκτονισμού.

Η ανεύρεση ενός κροκαλοπαγούς επίκλυσης θα έδινε σοβαρά στοιχεία για τον χαρακτηρισμό της επαφής τους ως στρωματογραφική.

Μια επιφάνεια επαφής ανώμαλη που θα προήλθε προφανώς από τη διάβρωση του υποκείμενου σχηματισμού σε περίοδο χέρσευσης, θα έδινε πρόσθετα στοιχεία για μια στρωματογραφική επαφή.

Βαθμιαία μετάβαση του υποκείμενου γεωλογικού σχηματισμού προς τον υπερκείμενο, δείχνει επίσης μια στρωματογραφική επαφή.

Υπολείματα καρστικών σχηματισμών ή γενικά ενδείξεις ηπειρωτικής επεξεργασίας του υποκείμενου σχηματισμού στην επαφή του με τον υπερκείμενο συνηγορούν για στρωματογραφική επαφή.

Αντίθετα η παρατήρηση θραυσμάτων του υποκείμενου σχηματισμού ενσωματωμένα στη βάση του υπερκείμενου σχηματισμού σε συνδυασμό με μια έντονη τεκτονική καταπόνηση της περιοχής επαφής των δύο σχηματισμών δείχνει σαφώς τεκτονική επαφή.

Όταν η στρώση του νεότερου υπερκείμενου σχηματισμού βρίσκεται σε ασυμφωνία με μια ισχυρά τεκτονισμένη επιφάνεια επαφής των δύο σχηματισμών, τότε μιλάμε για επωθητικό φαινόμενο.

3.10 Γεωλογικά στοιχεία

Τα επιφανειακά και γραμμικά στοιχεία αποτελούν εκφράσεις των τεκτονικών-γεωλογικών δομών. Το μεγαλύτερο μέρος των γεωλογικών-τεκτονικών δομών εκφράζεται είτε ως επιφανειακό είτε ως γραμμικό στοιχείο. Η γένεσή τους αποδίδεται σε φαινόμενα ιζηματογένεσης, διαγένεσης, μεταμόρφωσης, μαγματισμού και τεκτογένεσης.

- Τα **ιζηματογενή φαινόμενα** είναι διεργασίες που γίνονται στην επιφάνεια της γης και στηρίζονται στις επί μέρους διεργασίες της διάβρωσης, αποσάθρωσης, μεταφοράς και απόθεσης υλικών.

- Τα φαινόμενα της **διαγένεσης** είναι διεργασίες που γίνονται στην επιφάνεια της γης ή σε ένα μικρό βάθος κάτω από την επιφάνεια και επιδρούν στα ιζηματογενή πετρώματα μετά το στάδιο της απόθεσης τους. Με αυτά συνδέεται η αποξήρανση και μετατροπή του ιζήματος σε συμπαγή σχηματισμό, καθώς επίσης η ανακρυστάλλωση ή ο σχηματισμός νέων ορυκτών.

- **Μαγματικά** φαινόμενα είναι διεργασίες κατά τις οποίες από την ψύξη και κρυστάλλωση ενός πυριτικού τήγματος(μάγμα), σχηματίζονται τα μαγματικά πετρώματα. Όταν η κρυστάλλωση αυτή γίνει στην επιφάνεια της γης ή σε μικρό βάθος δημιουργούνται ως γνωστό τα ηφαιστειακά πετρώματα όπως για παράδειγμα βασάλτης. Κρυστάλλωση του μάγματος σε μεγαλύτερο βάθος έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό των πλουτωνικών πετρωμάτων καθώς επίσης και μεγάλου μέρους των φλεβικών πετρωμάτων.

- **Φαινόμενα μεταμόρφωσης** αποτελούν διεργασίες κατά τις οποίες προκαλούνται μεταβολές στις ορυκτολογικές παραγενέσεις των πετρωμάτων καθώς και στην υφή τους. Οι μεταβολές αυτές γίνονται συνήθως ενώ ακόμη το πέτρωμα βρίσκεται σε στερεά κατάσταση και οφείλονται στο γεγονός ότι το πέτρωμα βρέθηκε για μια ορισμένη αιτία σε διαφορετικές φυσικό-χημικές συνθήκες από αυτές του πρωταρχικού περιβάλλοντος όπου σχηματίσθηκε.

- **Τεκτονικά φαινόμενα** είναι οι διεργασίες κατά τις οποίες δημιουργούνται μηχανικές παραμορφώσεις στους γεωλογικούς σχηματισμούς από την επίδραση τεκτονικών δυνάμεων. Εκφράζονται σε κάμψεις και σε διαρρήξεις.

3.11 Επιφανειακά στοιχεία

1.Επιφάνειες στρώσεως. Παράλληλες στη στρώση των ιζηματογενών πετρωμάτων επιφάνειες διαχωρισμού. Διαχωρίζουν τα ιζηματογενή πετρώματα στις επί μέρους μικρομονάδες, τα στρώματα.

2.Επιφάνειες ασυνεχειών. Αποτελούν επιφάνειες διαχωρισμού γεωλογικών σωμάτων και διαχωρίζουν σειρές ή τύπους πετρωμάτων διαφορετικής συστάσεως, αποχρώσεως, υφής και πολλές φορές ηλικίας. Συνήθως φανερώνουν ένα χρονικό κενό μεταξύ των σχηματισμών που διαχωρίζουν.

Οφείλονται σε φαινόμενα ιζηματογενή, μαγματικά, μεταμόρφωσης και τεκτονικά. Τα πετρώματα που διαχωρίζουν οι επιφάνειες αυτές βρίσκονται σε συμφωνία ή ασυμφωνία.

3.Επιφάνειες διασταυρωμένης στρώσης. Κεκαμμένες επιφάνειες μέσα σε στρώματα ιζηματογενών πετρωμάτων που προήλθαν λόγω μεγαλύτερης ταχύτητας ροής του νερού στα σημεία.

4.Τραπεζοειδείς επιφάνειες. Επιφάνειες αποχωρισμού, με μικρή συνήθως γωνία κλίσεως σε μαγματίτες και μεταμορφωμένα πετρώματα, αποτέλεσμα προσανατολισμού ορυκτών.

5.Επιφάνειες κατατμήσεων. Επιφάνειες διαχωρισμού στα πετρώματα. Σχηματίζονται είτε από τεκτονική παραμόρφωση, είτε στο στάδιο της διαγένεσης ενός ιζήματος, είτε στο στάδιο κρυσταλλώσεως ενός μάγματος.

Ανάλογα με τη γεωμετρική τοποθέτησή τους ως προς τα υπόλοιπα στοιχεία δομής των γεωλογικών σχηματισμών, είναι δυνατόν οι κατατμήσεις να διακριθούν σε επιμήκεις, εγκάρσιες, οριζόντιες και διαγώνιες.

6. Επιφάνειες ρηγμάτων. Τεκτονικές επιφάνειες διαχωρισμού κατά μήκος των οποίων μετατοπίζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί.

Ανάλογα με τη σχετική κίνηση των τμημάτων του πετρώματος που βρίσκονται εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας, τα ρήγματα διακρίνονται σε τρεις μεγάλες ομάδες:

- α) Ανάστροφα
- β)Κανονικά
- γ)Ρήγματα οριζόντιων μετατοπίσεων.

7.Επιφάνειες σχιστότητας. Παράλληλες ή ριπιδοειδείς διατεταγμένες επιφάνειες διαχωρισμού σε τεκτονικά παραμορφωμένα πετρώματα. Οι επιφάνειες αυτές βρίσκονται συνήθως σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Κατά μήκος των επιφανειών αυτών παρατηρούνται μικρής κλίμακας μετακινήσεις των τμημάτων του πετρώματος, φαινόμενα διαλύσεως, ανακρυστάλλωσης ορυκτών και σχηματισμός νέων ορυκτών.

3.12 Γραμμικά στοιχεία

- α) Τεκτονικά γραμμικά στοιχεία

α1) **Γράμμωση διατομής.** Πρόκειται για γράμμωση που προκύπτει από την τομή δύο διασταυρωμένων επιφανειών, ετεροειδών ή ομοειδών.

α2) **Άξονες πτυχής.** Γράμμωση που προκύπτει από τη σύνδεση των σημείων της εντονότερης κάμψης ενός κεκαμμένου γεωλογικού σχηματισμού. Από τη σύνδεση των υψηλότερων ή χαμηλότερων σημείων της κάμψης προκύπτει η κορυφαία και πυθμιαία γράμμωση της πτυχής.

α3) **Γράμμωση ολίσθησης.** Γραμμώσεις στις επιφάνειες των ρηγμάτων, που αποτελούν ενδείξεις των επί μέρους κινήσεων, των τμημάτων που βρίσκονται εκατέρωθεν του ρήγματος.

α4) **Γράμμωση** που προκύπτει από τον **προσανατολισμό επιμήκων ή επιμηκυσμένων**, μετά από τεκτονική καταπόνηση, **ορυκτών, κροκάλων** ή και **ορυκτολογικών συσσωματωμάτων**. Συνδέεται, κυρίως, με μεταμορφωμένα ή ισχυρά τεκτονισμένα πετρώματα τους τεκτονίτες.

β) Γραμμώσεις συνδεδεμένες με ιζηματογένεση

β1) **Στενές αυλακώσεις** στις πάνω επιφάνειες στρωμάτων των ιζηματογενών πετρωμάτων. Προκύπτουν από τη μεταφορά και την τριβή πάνω στο μαλακό ίζημα σκληρότερων υλικών όπως απολιθωμάτων, κροκάλων που γίνεται από τη δράση ισχυρών ρευμάτων ροής.

β2) Ρυτιδώσεις στις επιφάνειες των ιζημάτων που προκύπτουν από τη δράση του ανέμου, ρευμάτων ροής ή κυματοειδών κινήσεων του νερού.

β3) Γραμμώσεις στις επιφάνειες γεωλογικών σχηματισμών ή των μοραίνων που προκύπτουν κατά την κίνηση των παγετώνων. Σκληρά υλικά που κουβαλάει ο παγετώνας στη βάση του τρίβονται πάνω στο υπόβαθρο, όπου κινείται ο παγετώνας με αποτέλεσμα τη δημιουργία των χαρακτηριστικών γραμμώσεων.

γ) Γραμμώσεις σε μαγματίτες

γ1) Γράμμωση που προκύπτει από τον προσανατολισμό επίμηκων ορυκτών ή ορυκτολογικών συσσωματωμάτων ως αποτέλεσμα της κίνησης του μάγματος. Η γράμμωση αυτή αντιγράφει συνεπώς τη διεύθυνση της ροής του μάγματος.

γ2) **Γραμμικοί σχηματισμοί** πάνω στην εξωτερική επιφάνεια ηφαιστειακών πετρωμάτων που σχηματίζονται λόγω της ροής του μάγματος.

γ3) **Γραμμικός προσανατολισμός** από φυσαλίδες αερίων σε ηφαιστειακά πετρώματα.

3.13 Καθορισμός της θέσεως στο χώρο των επιφανειακών στοιχείων

Η θέση μιας γεωλογικής επιφάνειας καθορίζεται και αναπαριστάται πλήρως με τρεις παραμέτρους:

1) **Παράταξη(διεύθυνση)** Ως παράταξη επιφάνειας χαρακτηρίζεται η γωνία (αζιμούθιο) που σχηματίζει η διεύθυνση μιας οριζόντιας ευθείας πάνω στην επιφάνεια αυτή, με το μαγνητικό βορρά. Η παράταξη μιας κεκλιμμένης ή κατακόρυφης επιφάνειας είναι ίδια σε κάθε σημείο της επιφάνειας αυτής. Αντίθετα η

παράταξη μιας οριζόντιας επιφάνειας μπορεί να λάβει άπειρες τιμές, με αποτέλεσμα στην περίπτωση αυτή να μην είναι δυνατός ο ορισμός της.

2) Γωνία κλίσης Ως γωνία κλίσης επιφάνειας χαρακτηρίζεται η γωνία που σχηματίζει το οριζόντιο επίπεδο με τη μέγιστη κλίση της επιφάνειας.

3) Διεύθυνση κλίσης Ως διεύθυνση χαρακτηρίζεται η διεύθυνση προς την οποία βυθίζεται η επιφάνεια. Η διεύθυνση αυτή βρίσκεται κάθετα στην παράταξη.

3.14 Γενικά για την τεκτονική της Τήνου

Η τεκτονική της Τήνου μπορεί να χαρακτηριστεί σαν τεκτονική πτυχών, ρηγμάτων και πιθανών επωθήσεων. Το σημαντικότερο στοιχείο είναι μια αντίκλινη πτυχή (αντιφόρμα), που αφορά σε ολόκληρη σχεδόν τη νήσο, ο άξονας της οποίας στον μεν κύριο « κορμό » της έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ στο δε ανατολικό τμήμα της στρέφεται ομαλά προς ΒΑ, ενώ ταυτόχρονα βυθίζεται προς την ίδια κατεύθυνση. Τοπικές ασυνέχειες του άξονα που προαναφέρθηκε (σαν συνέπεια της νεότερης τεκτονικής εγκαρσίων ρηγμάτων και πιθανώς επωθήσεων) και η ύπαρξη παράλληλων αξόνων συγκλίνων (συνφόρμες) της ίδιας τάξης είναι συνηθισμένα μάλλον φαινόμενα.

Από την μέχρι τώρα έρευνα διαπιστώθηκε η ύπαρξη τουλάχιστον δύο ακόμη κατηγοριών πτυχών. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν πτυχές, οι άξονες των οποίων έχουν διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, ενώ στη δεύτερη πτυχές με άξονες διευθύνσεων Β-Ν. Κλασικά παραδείγματα για τις πτυχές της πρώτης κατηγορίας παρέχουν τα ΝΑ και ΒΔ ακραία διαμερίσματα της νήσου, δηλαδή οι περιοχές των ορεινών μορφολογικών μονάδων Τσικνιάς (ΝΑ διαμέρισμα) και Προφήτης Ηλίας (ΒΔ διαμέρισμα). Θεωρείται απαραίτητο να αναφερθεί, ότι οι άξονες των πτυχών και των δύο περιοχών βυθίζονται προς ΒΑ. Τα τρία συστήματα πτυχών που προαναφέρθηκαν αντιστοιχούν μάλλον και σε τρεις πτυχωμένες παραμορφωτικές φάσεις, οι οποίες συνοδεύονται και από μεταμορφικά φαινόμενα. Καθοριστικές πάντως για την τεκτονική δομή και τη μορφολογία της νήσου είναι οι πτυχές με άξονες ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ.

Αποτέλεσμα του παραπάνω τύπου τεκτονικής είναι η δημιουργία ενός εκτεταμένου, επιμηκυμένου (με άξονα διεύθυνσης ΝΑ-ΒΔ), κυρτού προς ΝΔ και ασύμμετρου θόλου (ελλειψοειδούς βραχυαντικλίνου). Σαν βασικά αίτια της ασυμμετρίας του βραχυαντικλίνου θα πρέπει να θεωρηθούν η παρεμβολή του γρανιτικού σώματος μέσα στους μεταμορφίτες των ανατολικών διαμερισμάτων της νήσου, η ύπαρξη του συστήματος των πτυχών με άξονες διευθύνσεως ΝΔ-ΒΑ και η τεκτονική των ρηγμάτων των επωθήσεων. Χαρακτηριστικά

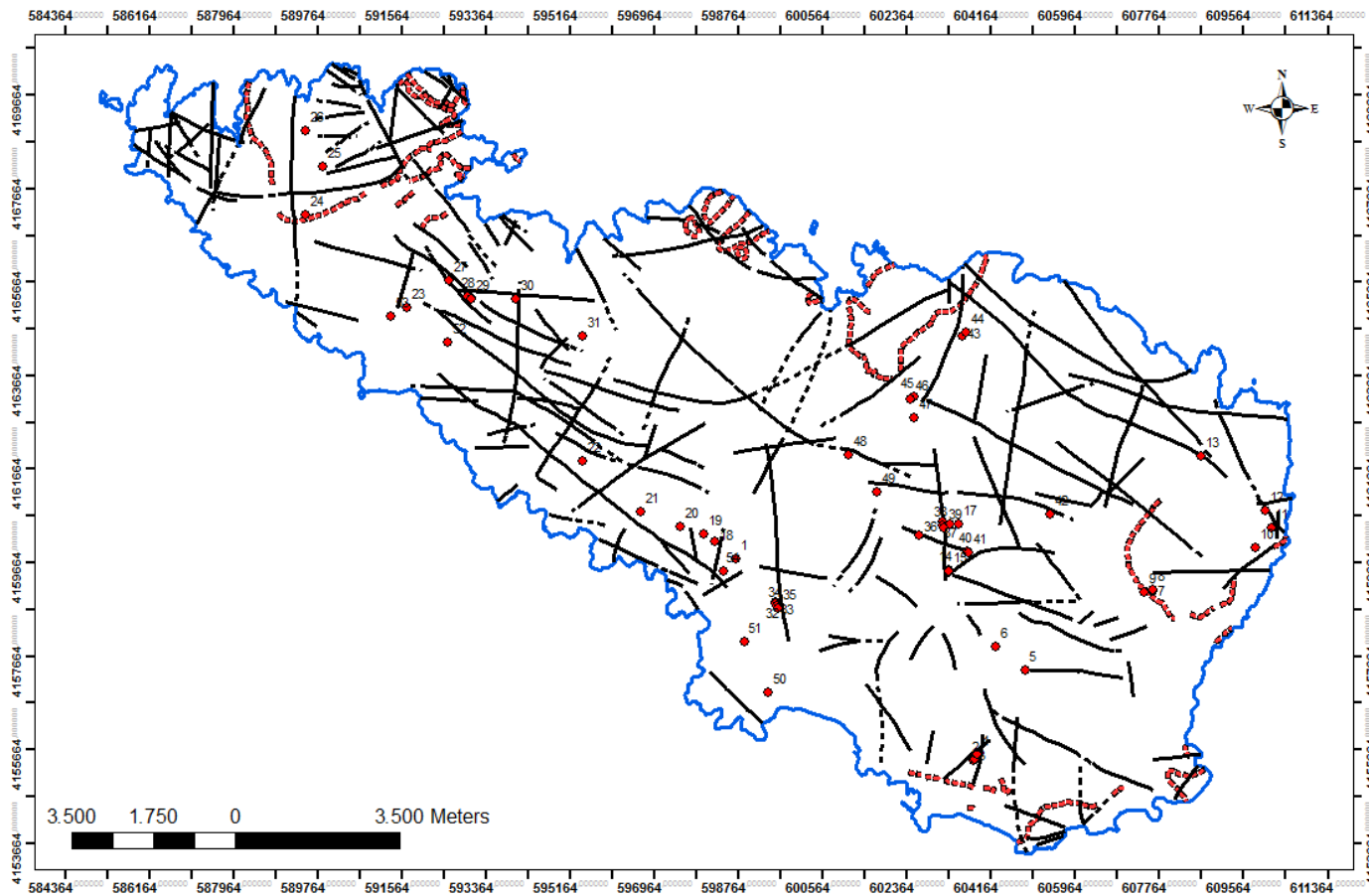
αναφέρεται, ότι ο ΝΔ τομέας του ελλειψοειδούς που προαναφέρθηκε βρίσκεται σήμερα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, συνέπεια ενός παράκτιου ρήγματος ΝΑ-ΒΔ διευθύνσεως. Το γεγονός ότι τα μέλη της ανώτερης σειράς των μεταμορφιτών περιορίζονται αποκλειστικά και μόνο στους περιθωριακούς τομείς της νήσου είναι το φυσικό επακόλουθο του τύπου της τεκτονικής που κυριαρχεί σ' αυτήν.

Το δεύτερο στοιχείο από το οποίο καθορίζεται η τεκτονική της νήσου είναι τα ρήγματα τα οποία διακρίνονται σε δύο ομάδες. Στην πρώτη υπάγονται τα ΝΑ-ΒΔ διευθύνσεως, τα οποία είναι και πολυπληθέστερα και περισσότερο εκτεταμένα από εκείνα της δεύτερης ομάδας. Ρήγματα της διευθύνσεως αυτής παρατηρούνται τόσο στο εσωτερικό της νήσου όσο και στις παράκτιες περιοχές της, μπορεί δε να θεωρηθεί ότι αυτά είναι τα γενεσιουργά της νήσου. Πρόκειται για νέας βεβαίως ηλικίας τεκτονικά στοιχεία, η παρουσία των οποίων ανάγεται στην εποχή της καταβυθίσεως της Αιγηίδος. Τα ρήγματα της δεύτερης ομάδας είναι σχετικά με εκείνα της πρώτης, πολύ λιγότερα η δε διεύθυνση τους είναι σχεδόν κάθετη εκείνης των προηγούμενων (ΒΒΑ-ΝΝΔ). Οι αποκλίσεις από τις διευθύνσεις που προαναφέρθηκαν είναι τόσο για τα ρήγματα της μιας όσο και για εκείνα της άλλης ομάδας, συνηθισμένες μάλλον.

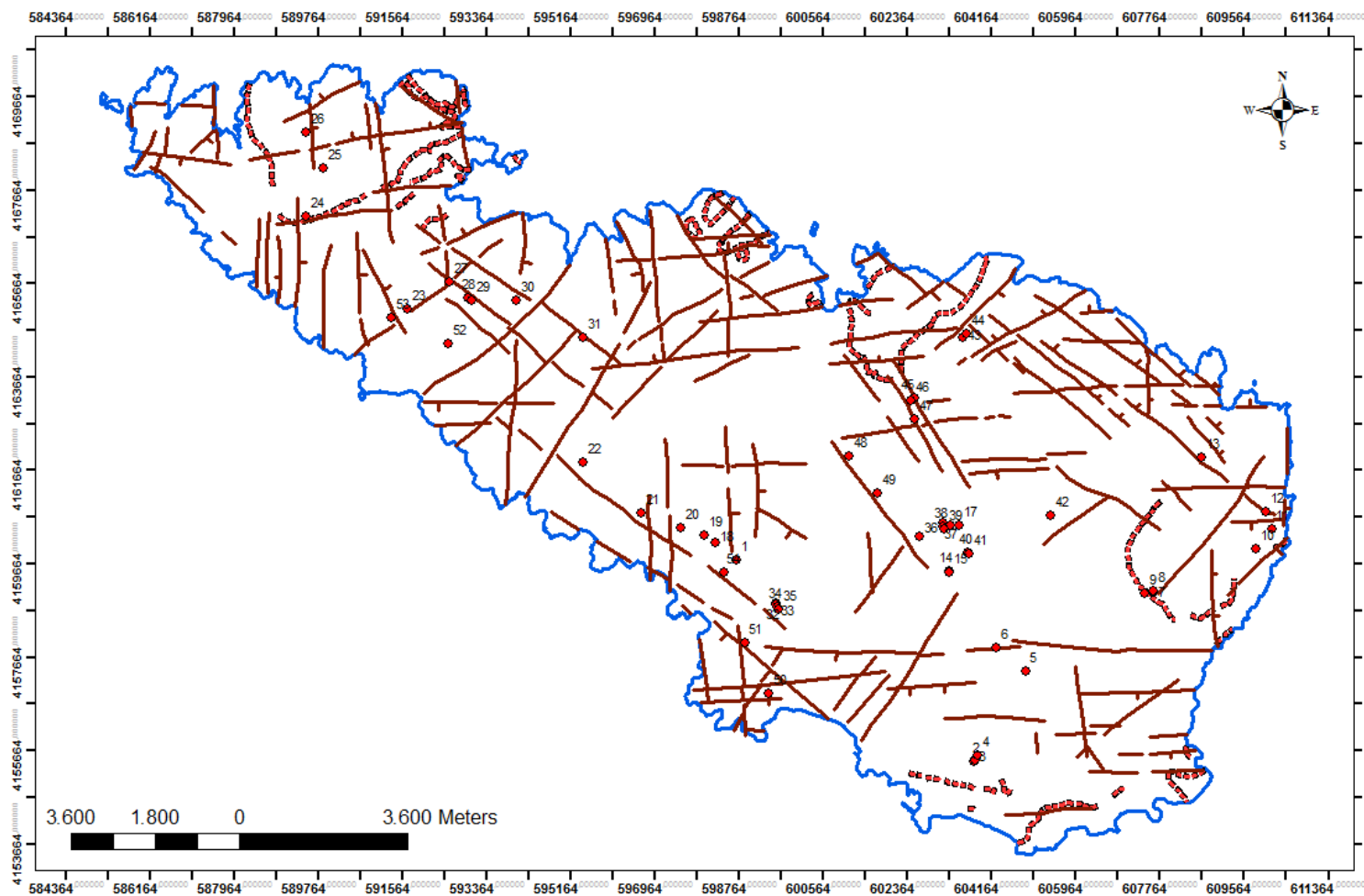
3.15 Αποτελέσματα της τεκτονικής επεξεργασίας και συνδυασμός με τα γεωμορφολογικά στοιχεία

Στα σχήματα (3.2 – 3.5) που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την πρώτη φάση επεξεργασίας των φωτογραμμώσεων και των κανονικών ρηγμάτων. Από την μελέτη των χαρτών προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

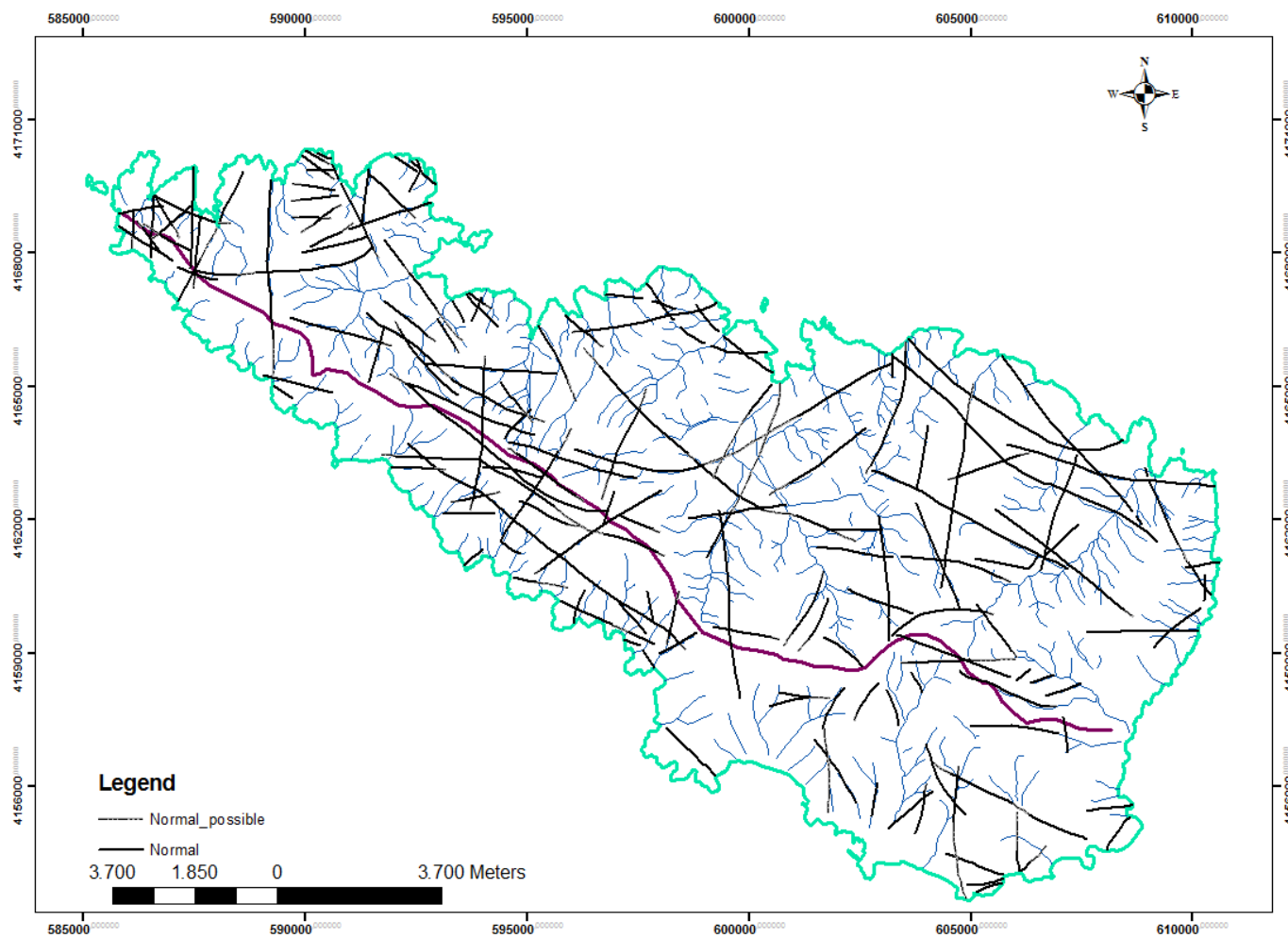
1. Γενικά υπάρχει σύμπτωση των ρηγμάτων που του γεωλογικού χάρτη της Τήνου 1:50000 (Ι.Γ.Μ.Ε) αλλά και των φωτογραμμώσεων.
2. Ο υδροκρίτης της Τήνου με μεγάλη πιθανότητα ελέγχεται από κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ και ΒΒΔ-ΝΝΑ με μέτριες προς μεγάλες κλίσεις.
3. Τα κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης Β-Ν και ΒΑ-ΝΔ, πιθανότατα καθορίζουν την μορφή του υδρογραφικού δικτύου.
4. Τα κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης Α-Δ εντοπίζονται σε όλη την έκταση του νησιού.



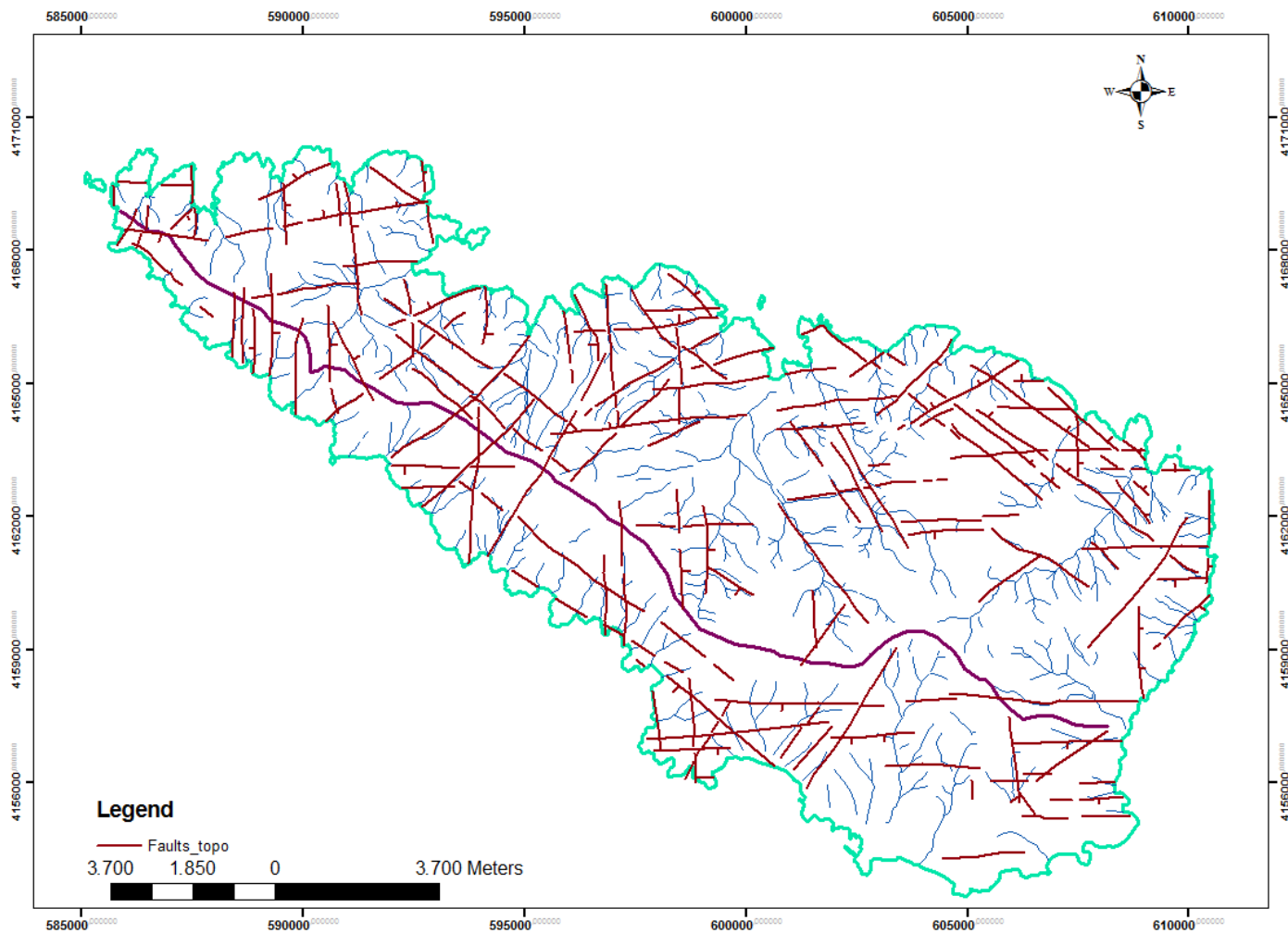
Σχήμα 3.2. Κατανομή των κανονικών (μαύρο) και ανάστροφων (κόκκινο) ρηγμάτων στο νησί της Τήνου (γεωλογικός χάρτης της Τήνου 1:50000, Ι.Γ.Μ.Ε.)



Σχήμα 3.3. Φωτογραμμώσεις στο νησί της Τήνου



Σχήμα 3.4. Κατανομή των κανονικών ρηγματών στο νησί της Τήνου (γεωλογικός χάρτης της Τήνου 1:50000, I.G.M.E.) σε συνδυασμό με το υδρογραφικό δίκτυο



Σχήμα 3.5. Φωτογραμμώσεις στο νησί της Τήνου σε συνδυασμό με το υδρογραφικό δίκτυο

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι ο συσχετισμός της γεωμορφολογίας της Τήνου με την Τεκτονική της. Συγκεκριμένα για να υλοποιηθεί η παρούσα εργασία συλλέχθηκαν αρχικά όλα τα διαθέσιμα στοιχεία (τοπογραφία, φωτογραμμώσεις, τεκτονικά και δημιουργήθηκε ψηφιακή βάση σε ΓΣΠ.

5.2 Συμπεράσματα

Κάνοντας μια ανασκόπηση των όσων έχουν παρουσιαστεί στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάζουμε τα κυριότερα συμπεράσματα.

1. Γενικά υπάρχει σύμπτωση των ρηγμάτων που του γεωλογικού χάρτη της Τήνου 1:50000 (Ι.Γ.Μ.Ε) αλλά και των φωτογραμμώσεων.
2. Ο υδροκρίτης της Τήνου με μεγάλη πιθανότητα ελέγχεται από κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ και ΒΒΔ-ΝΝΑ με μέτριες προς μεγάλες κλίσεις.
3. Τα κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης Β-Ν και ΒΑ-ΝΔ, πιθανότατα καθορίζουν την μορφή του υδρογραφικού δικτύου.
4. Τα κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης Α-Δ εντοπίζονται σε όλη την έκταση του νησιού.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALTHERR.R.,KELLER,J.,HARRE,W.,HONDORF,A.,KREUZER,H.,LENZ,H.,RASCHKA,H.,WEN DT,I.(1976a):Geochronological data on granitic rocks of the Aegean Sea (preliminary results).-25th Congr. and Plen. Ass. (C.I.E.M).Split.
- ALTHERR.R.,HARRE,W.,KREUZER,H.,OKRUSCH,M.SEIDEL,E.(1976β):On the Age of the High-Pressure Metamorphism on Sifnos (Greece).Peliminary report .-Intern.Symp. on the struct. History of the Medier. Basins, 315-6.Split.
- ALTHERR.R., & SEIDEL, E.(1977): Speculations on the Geodynamic Evolution of the Attic-Cycladic Crystalline Complex during Alpidic Times.-Vith Coll.Geol.Aegean Region,I,347-352.Athens
- ALTHERR.R.,KELLER,J.,HARRE,W.,HONDORF,A.,KREUZER,H.,LENZ,H.,RASCHKA,H.,WEN DT,I.,WAGNER,G.(1977):Miocene metamorphism and related plutonism within the Attic-Cycladic crystalline complex. - Vith Coll.Geol.Aegean Region,I,345.Athens
- ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ,Ι.(1963):Γεωλογική κατασκευή της νήσου Αντιπάρου και των περί αυτήν νησίδων .-Γεωλ. Γεωφ. Μελ., 7, 235-375.Αθήνα
- ANDRIESSEN, P.,BOELRIJK,N.A.I.M.,HEBEDA,E.H.,PRIEM,H.N.A.,VERDURMEN,E.A.Th.,VERSCHURE,R.H. (1977):Mineral dating in relation to metamorphic zonation in the Alpine Basement of the island of Naxos (Cyclades,Greece).- Fifth European Coll. Of Geochron., Cosmochron.and Isotope Geol. Pisa.
- ANDRIESSEN, P.(1978): Isotopic age relations within the polymetamorphic complex of the island of Naxos (Cyclades,Greece).-Verh.Nr.3 zwo Labor.v.Isotopen-Geologie,1-69.Amsterdam.
- P.,BOELRIJK,N.A.I.M.,HEBEDA,E.H.,PRIEM,H.N.A.,VERDURMEN,E.A.Th.,VERSCHURE,R.H. (1979):Dating the Events of Metamorphism and Granitic Magmatism in the Alpine Orogen of Naxos (Cyclades,Greece).-Contrib.Mineral.Petrol.,69,215-25
- ARTHABER,G.v.(1903):Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes.-Lethaea geognostica,II , Teil Mesozoicum I,Bd.Trias,p.355,Tf.42
- BERNULLI,D.&LAUBCHER,H.(1972):The palinspatic problem of the Hellenides.-Eclogae geol.Helv.,65,107-118.Basel.
- BITNER,A.NEUMAYR,M & TELLER,F.(1880):Uberblich uber die geologische Verhältnisse eines Teiles des agaischen Kustenlander.-Denk AWW,40,379-415.
- BOBLAY,E.&VIRLET,TH.(1833):Geologie et mineralogy.-Expedition scientifique de Moree.Sciences physiques,2/2,1-375.Paris
- BUCKING,H.(1881):UBER DIE KRISTALLINISCHEN Schiefer von Attika.Zeits der deutsch.geol.Gets.,33,118-38
- CAYEUX,L.(1911):Existence de calcaire a Gyroporelles dans les Cyclades.-C.R.Ac.Se.,152,292-93.Paris.
- CORDELLA,A.(1878):La Grece sous le rapport geologique et Mineralogique.Paris.
- CTENAS,C.(1924):Les plissement d'age primaire dans la region central de la mer Egee.-CR.13 Congr.G.Int. Liege,I, 573-83. Liege.
- ΔΗΜΟΥ,Ε.Γ.(1978): Πετρολογική μελέτη των οφιοφαιριτών της περιοχής Κοζάνης .-Γεωλ.Γεωφ. Μελ.,2, 103-104.Αθήνα
- DURR.ST.(1976):Uber das Menderes-Kristallin und seine Aequivalente in Griechen-land.-Bull.Soc.geol. France, XVIII, 2, P. 429.Paris.
- DURR.ST. & FLUGEL,E.(1978):Obertrias –fossilien in den Marmoren von Naxos (Ein Beitrag zur Stratigraphie des Kykladen –Kristallins). Symp. du Com. de Geol. Et Geoph. marines . Monaco a Antalya.
- DURR.ST., ALTHERR,R.,KELLER,J.,OKRUSCH,M.,SEIDEL,E.(1978):The Median Aegean Crystalline Belt: Stratigraphy,Structure,Metamorphism,Magmatism.-Inte.Union Comm. On Geodyn. 38,part 4, 455-477.Stuttgart.
- ELLIOTT,G.F.(1965):The interrelationships of some cretaceous Codiaceae(Calcareous Algae).-Palaeontology, vol. 8 , part 2, p.199. London.
- FABRICIUS,F.H.(1966):Becken sedimentation und Riffbildung an der Wende Trias/Jura in den Bayerisch-Tiroler Kalkapen. Leiden.

- FIEDLER, K.G. (1840/41): Reise durch alle Teile des Konigreiches Greicheland (1834-1837). Leipzig.
- FLUEGEL, E. (1960): Untersuchungen im obertriadischen Riff des Gosaukammes (Dachsteingebiet, Oberosterreich). II. Un Untersuchungenuber die Fauna und Flora des Dachsteinriffkalkes der Donnerkogel-Gruppe. - Verth. Geol. Bundesansalt, Helf 1-3, p.241. Wien.
- FLUEGEL, E. & RAMOV, A. (1961): Fossilinhalt und Mikrofazies des Dachsteinkalkes (Ober-Trias) im Begunjscica-Gebirge, S-Karawanken (NW-Slovenien, Jugoslavien). - N.Jb. Geol. Palaont. Mh., p.287.
- FOULLON, H.v. & GOLDSCHMINDDT, V. (1887): Uber die geologischen Verhaltnisse der Inseln Syra, Syphnos und Tinos. - Jb. Geol. Reich., 37, 1-34, 2 Kart, Wien.
- FRECH, F. (1890): Die Korallenfauna der Trias. - Palaeontographica, vol.37, p. 15, TF.IV.
- FRENZEL, G. (1959): Idait und "blaubleibender Covellin". - N. Jahrb. Min. Abh. 93, 87-132.
- FROLIO, M.M. (1938): Sur un nouveau genre de Codiacee du Jurassique superieur des Carpatas Orientales. - Bull. Soc. Geol. France, ser. 5, t. 8, p. 269
- GAUDRY, A. (1862): Sur la single fossile de Grece. - Bull. Soc. Geol. France, (2), 19, 1022-25.
- GRIMM, H. (1861): Uber die von Herrn Prof. Siegel in Griechenland aufgefundenen Marmorbruche des Rosso antico und verde antico. - ZSCHR. Allg. Erdk., II, 132-34.
- HARALAMBOUS, D. (1959): Morphogenese des Granigebietes von Ost-Tinos. - Πρακτ. Ακαδ. Αθ., 34, 264-68. Αθήνα.
- HENJES-KUNST, F. & OKRUSCH, M. (1978): Polymetamorphose auf Ios, Kykladen-Kristallin (Griechenland). - Fotschr. Miner., 56, Beiheft 1, 38-39.
- ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, Γ. (1974): Εισαγωγή εις την παλαιοντολογικήν ταξινόμησιν και ονοματολογίαν. Πατρα
- JACOBESHAGEN, V., RICH, H., ROEDER, D. (1976): Die eohehenische Phase. Definition und Interpretation. - Z. d. geol. Ges., 127, 133-145. Hannover.
- JACOBESHAGEN, V., MARTZ, J., REINHARDT, R. (1977): Eine alttertiare Ophiolith-Deche in den inneren Helleniden NE-Griechenlands. - N. Jb. Geol. Palaont., 613-20. Stuttgart.
- JACOBESHAGEN, V. (1977): Structure and geotectonic evolution of the Hellenides. - VI Coll. Geol. OF THE Aegean Region, III, 1355-1367. Athens.
- JANSEN, B. J. H. & SCHUILING, R. (1976): Metamorphism on Naxos: Petrology and geothermal Gradients. - Amer. Journl. Of Sciences, 276, 1225-53.
- KATSIKATSOS, G. (1977): La structure tectonique d'Attique et de l'ile d'Eubee. - VI Coll. Geol. Of the Aegean Region, I, 211-228. Athens.
- KOBER, L. (1929): Beitrage zur Geologie von Attika. - Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss in Wien. Math.-nat. Klasse, Abt. 1, Bd 138, 299-326. Wien.
- KREUZER, H., HARRE, W., LENZ, H., WENDT, I., HENJES-KUNST, F., OKRUSCH, M. (1978): K/Ar- und Rb/Sr- Daten von Mineralen aus dem polymetamorphen Kristallin der Kykladen - Insel Ios (Griechenland). - Fortschr. Miner., 56, Beihelf 1, 69-70.
- LE MAITRE, D. (1935): Spongiomorphides et Algues. Etudes paleontologiques sur le Lias du Maroc. - Notes et Memoires No 34, p. 46.
- LEPSIUS, R. (1893): Geologie von Attika. Berlin.
- ΜΑΡΑΚΗΣ, Γ. (1968): Παρατηρήσεις επί της θειούχου μεταλλογενέσεως εις την περιοχήν των Κυκλάδων. - Ann. Geol. d. Pays Hell., 19, pp 695-700 Athenes
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. & PETRASCHECK, W. (1951): Πρόδρομος έκθεσης επί της εκτελεσθείσης γεωλογικής εργασίας εις Λαυρεωτικήν. - Υπηρ. Ερευν. Υπεδάφους - (Έκδοσης πολυγραφημένην). Αθήναι
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. & PETRASCHECK, W. (1956): Λαύριο. - Γεωλ. Και γεωφ. Μελ., ΙΓΕΥ, 4/Ι, 2476. Αθήναι
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. (1942): Συμβολή εις την πετρολογία του κρυσταλοσχιστώδους της ΝΑ Ελλάδος. Η εξάπλωσις των αλκαλιούχων αμφιβόλων και ο συσχετισμός αυτών προς την δυναμομεταμόρφωση. - Πρακτ. Ακαδ. Αθ., 17, 210-17, Αθήνα
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. (1947): Συμβολή εις την πετρολογία του κρυσταλοσχιστώδους της ΝΑ Ελλάδος (Η νήσος Ιος). - Ann Geol. D. Pays Hellen., I, 60-96. Αθήνα
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. (1948^α): Μικροτεκτονικές έρευνες εν Αττική. - Πρακτ. Ακαδ. Αθ., 23, 274-80. Αθήνα
- MARINOS, G. (1948^β): Note on the Structure of Greek Marbles. - Amer. Journ. of Science, 246, 386-89.

- ΜΑΡΙΝΟΣ,Γ.(1953): Γενική Γεωλογική και κοιτασματολογική μελέτη της νήσου Ανδρου.-Γεωλ. Γεωφ. Μελ. , 3, Αθήνα
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ.(1955): Η ηλικία των μεταμορφωμένων στρωμάτων της Αττικής .- Δελτ. Ελλ.Γεωλ. Εταιρ., 3, 1-13. Αθήνα
- ΜΑΡΙΝΟΣ,Γ.(1956): Uber Geologie , Petrologie & Metallogenese des Ophiolitkomplexes in Ostgriechenland . Berg- und huttenm. Momatsh. 101,34-36.
- ΜΑΡΙΝΟΣ,Γ.(1971): Επι της ραδιοχρονολόγησεως των πετρωμάτων της Ελλάδας.- Ann Geol. D. Pays Hellen.,23,175-182.Αθήνα
- MARKS,P.& SCHUILING,R. D. (1965): Sur la presence du Permien superieur non – metamorphique a Naxos.-Πρακτ. Ακαδ. Αθ. , 40,96-99.Αθήνα
- ΜΕΛΙΔΩΝΗΣ,Ν. (1963): Η γεωλογία της νήσου Ανάφης .-Γεωλ. Και Γεωφ. Μελ. , 8, 61 -308.Αθήνα
- ΜΕΛΙΔΩΝΗΣ,Ν. & ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ,Δ.(1979): Μελέτη της θειούχου μεταλλοφορίας της νήσου Σύρου(Κυκλάδες).- Ειδ.Μελ. Επί της Γεωλ. Της Ελλάδας ,12,1-91. Αθήνα
- NEGRIS,PH.(1915/1919): Roches cristalophylliennes et tektonique de la Grece .Athenes
- NEUMAYR,N.(1881): Die kristallinischen Schiefer in Attika .Zdgg, 33,456-64
- OKRUSCH, M. & SEIDEL,E.(1975): Zur Hoch-Druck-Metamorphose im Kykladen – Kristalin (Griecheland).-Fortschr.Min., 53,Beiheft 1,63.
- ΟΤΤ,Ε.(1967): Dasycladaceem (Kalkalgen) aus der nordalpinen Obertrias.-Mitt. Bayer.Staatssamml Palaont. Hist. Geol. 7,p.205
- ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗΣ,Ι.(1965): Παρατηρήσεις επί της μεταλλοφορίας των σερπεντινικών της νήσου Τήνου.-Πρακτ. Ακαδ. Αθ.,40, 359-70 .Αθήνα
- ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗΣ,Ι.(1966):Τα εις την μαρμαρικήν τεχνην χρήσιμα πετρώματα της Ελλάδας.- Ann Geol. D. Pays Hellen.,18,193-270.Αθήνα
- ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗΣ,Ι.(1968): Περι μιας εμφανίσεως Κρητιδικού της νήσου Πάρου.-Πρακτ. Ακαδ.Αθ., 163-174.Αθήνα
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ,Δ.(1976): Η ηλικία του Κρυσταλοσχιστώδους εις την νήσον Άνδρου .- Πρακτ.Ακαδ. Αθ., 51,292-301.Αθήνα
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ,Δ.(1978): Γεωλογικές έρευνες εις την νήσον Άνδρον .- Διατρ.επί διδακτ.Αθήνα
- ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ,Ι.(1958): Περί της ηλικίας των κρυσταλλικών ασβεστιλιθων της νήσου Θήρας.- Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.,3/1, 104-113.Αθήνα
- ΡΑΡΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ,Ι.(1963): Sur la presence de roches sedimentaires d' age pretriasique a Myconos (Archipel des Kyclades, Grece). – C.Rac.Ss.,256,5167-69.Paris
- ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ,Γ.& ΚΑΝΑΚΗ,Φ.(1972): Η γενεση των Ελληνικών οφιτοασβεστιτών.- Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.,9/2,413-51.Αθήνα
- PETRASCHECK,W.& MARINOS,G.(1953) : Zur Geologie von Sud-Attika.-Kober Festschrift,52-59.Wien.
- PHILIPSON,A.(1901): Beitrage zur Kenntnis der griechischen Inselwelt.-Gotha .
- PIA.J.v.(1943): Geologische Untersuchungen in der Salmgruppe(Oberdonau).-Annalen Naturhist. Mus. Wien.53.Bd.I Teil,p.5.Wien.
- RAMDOHR,P.(1975): Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen .Berlin.
- RATH,G.(1882): Durch Italien und Griecheland nach dem heiligen Lande .I.Heidelberg.
- RENZ,C.(1908): Sur les preuves de l'existence du Carbonifere et du Trias dans l'Attique.Buull.Soc .geol.France (4) ,8,519-523.Paris
- RENZ,C.(1910): Stratigraphische Untersuchungen im griechischen Mesozoikum und Paluozoikum.- Jahrb.der K.K. geolog. Reichanstalt, 60, 421-636,Wien.
- RENZ,C.(1940): Die Tectonik der griechischen Gebirge –Πραγμ.Ακαδ. Αθ.,8 Αθήνα.
- RENZ,C. & REICHEL,M.(1954): Beitrage zur Stratigraphie und Palaontologie des ostmediterranen Jungpalaozoikums und dessen Einordnung im griechischen Gebirgssystem.-Ecl.Geol.Helv.,38,2,15-313.
- RUSSEGER,J.(1840): Geognosie des Laurischen Vorgebirges in Attica und der Cycladen .-N.Jb.fur Miner .196-208.
- ΣΑΜΠΩ,Β. & ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ,Δ.(1976) : Η συμβολή της γεωμορφολογικής αναλύσεως εις την μελέτην των κινήσεων του φλοιού εις την περιοχήν του Αιγαίου .-Πρακτ.Ακαδ. Αθ., 51,86-96. Αθήνα
- SAUVAGE.C.(1846) : Description geologique de l'ile de Milo dans l' Archipel Grec.-Ann. Des Mines (4), 10, 69-100.

- SMITH,A.G. &MOORES,E.M.(1974) : Hellenides .In: Spencer,A.M.(ed): Mesozoic-Cenozoic orogenic belts.Data for orogenic studies .- Geol.Soc. London, spec.Publ.,4, 159-185.Edinburg.
- TATAPHΣ,A.(1965): Επί της παρουσίας του Ηωκαίου εις το ημιμεταμορφωμένο υπόβαθρο της νήσου Θήρας .Δελτ.Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 6, 232-38.Αθήνα
- TOYLA.F.(1884): Geologische Untersuchungen im westlichen Teile des Balkan und in den anrenzeden Gebieten.- Sitzungsber. Mathem.naturw.Kl Akad. Wissench.Wien .vol . 83,I. Abt. Heft1-5,p.1279.Wien.
- TRIKKALINOS,J.(1936): Uber die Schichtenfolge und den Bau Attikas.-Festschrift Stille, 303-14.Studgart.
- TRIKKALINOS,J.(1947): Uber Oberkreidetransgression auf den kristallinen Schichten der Inset Paros .- Ann. Geol. D. Pays Hellen., 1, 1-6. Αθήνα
- TRIKKALINOS,J.(1950): Beitrage zur Erforschung des tectonischen Baus Griechenlands.Uber das Alter des Kristallinen Gesteine Griechenlands.- Πρακτ. Ακαδ. Αθ., 25,500-518. Αθήνα.
- TRIKKALINOS,J.(1954): Beitrage zur Erforschung des tektonischen Baus Griechenlands.Uber das Alter der metamorphen Gesteine Attikas.-Πραγμ. Ακαδ. Αθ., 18,2. Αθήνα.
- TRIKKALINOS,J.(1955α): Beitrage zur Erforschung des tektonischen Baus Griechenlands.Uber das Alter der metamorphen Gesteine Attikas.-Ann. Geol. D. Pays Hellen., 6, 193-98.Athenes.
- ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ,Ι.(1955β): Συμβολή εις την έρευνα της τεκτονικής δομής της Ελλάδας . Περί της ηλικίας των κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων της Αττικής.-Πρακτ. Ακαδ. Αθ., 30, 198-211. Αθήνα.
- ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ,Ι.(1960): Συμβολή εις την εξερεύνηση της τεκτονικής δομής της Ελλάδας .Παρατηρήσεις τινές επί των μελετών αίτινες εξετελέσθησαν εσχάτως εις την Αττικήν, Ανατολικήν Όρθυν και Βόρειον Εύβοιαν.-Ann. Geol. D. Pays Hellen.,11, 297. Αθήνα.
- WENDT,I.,RASCHKA,H.,LENZ,H., KREUZER,H., HOHNDORF,A., HARRE,W., WAGNER,G.A., KELLER,J., ALTHERR,R., OKRUSCH,M., SCHLIESTEDT,M., SEIDEL,E.(1977): Radiometric dating of crystalline rocks from the Cyclades (Aegean Sea, Greece).- Fifth European Coll. Of Geochron., Cosmochron. And Isotope Geol. Pisa.
- WINKLER, H.G.F.(1967): Die Genese der metamorphen Gesteine. Heidelberg.
- WINKLER, H.G.F.(1976): Petrogenesis of metamorphic Rocks. New York.

RIEDL H., (1995). Beiträge zur regionalen Geographie der Insel Tinos (Kykladen) mit besonderer Berücksichtigung des quasinatürlichen Formenschatzes. Beiträge zur Landeskunde von Griechenland V, Band 29, Salzburger Geographische Arbeiten. Salzburg.

ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ Γ., ΑΛΕΞΟΥΛΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ Α., (2001). Μορφολογία της Νήσου Τήνου. Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Ετ., XXXIV/1, 389-396. Αθήνα.

<http://raider.mountunion.edu/~mcnaugma/Topographic%20Maps/contour.htm>

<http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/183/1/Ptychiaki34.pdf>

<http://www.anavasi.gr/about.php>

<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c03-s01.gr.html>

Λεωνιδοπούλου Δ. 2008, Γεωλογικοί και γεωμορφολογικοί παράγοντες διαμόρφωσης της εσωτερικής τρωτότητας διερρηγμένων πετρωμάτων; εφαρμογή στη νήσο Τήνο, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.