



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



***ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΟΓΕΝΩΝ
ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΡΧΑΝΩΝ
(ΗΡΑΚΛΕΙΟ – ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΡΗΤΗ)***



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρυσάνθη Σπανούδη

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2011



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



**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΟΓΕΝΩΝ
ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΡΧΑΝΩΝ
(ΗΡΑΚΛΕΙΟ – ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΡΗΤΗ)**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρυσάνθη Σπανούδη

Επιβλέπουσα : *Δρ. Κόκκινου Ελένη*
Επίκουρη Καθηγήτρια

Επιτροπή Αξιολόγησης : *Δρ. Ελένη Κόκκινου*
: *Δρ. Σάλτας Βασίλειος*
: *Δρ. Σουπιός Παντελής*

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 εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου και να της πω ένα μεγάλο ευχαριστώ. Επίσης ευχαριστώ θερμά την εξεταστική επιτροπή.

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 η γεωμορφολογική μελέτη και χαρτογράφηση των Νεογενών ιζημάτων στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Αρχανών στην κεντρική Κρήτη, η οποία αποτελεί έναν τόπο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, γεωλογικού και αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Η πληροφορία που συλλέχθηκε από την βιβλιογραφική έρευνα και τις εργασίες υπαίθρου εντάχθηκαν και αναλύθηκαν σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Για την τεκτονική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό FP Tectonics.

Abstract

The main purpose of the present study is to investigate the geomorphology and to map the Neogene sediments in the wide area of Archanes municipality in central Crete. For this reason geological mapping and tectonic analysis have been carried out for the study area in combination with previous studies. GIS techniques were used for mapping the distribution of the various geological features on the topographic relief of the area. Maps were created through interpolation algorithms indicating the spatial distribution of the above measurements.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 7 -
1.1	Σκοπός της εργασίας	- 7 -
1.2	Μεθοδολογία εκπόνησης	- 7 -
1.3	Γεωγραφική θέση και περιγραφή της ευρύτερης περιοχής	- 7 -
1.4	Ιστορικά στοιχεία για την περιοχή	- 11 -
1.5	Γενικά στοιχεία για το κλίμα της Κρήτης	- 12 -
2.	ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	- 21 -
2.1	Εισαγωγή	- 21 -
2.2	Γεωλογικά στοιχεία για την περιοχή των Αρχανών	- 23 -
2.3	Στοιχεία από υδρογεωλογική έρευνα για την περιοχή των Αρχανών	- 26 -
2.4	Τεκτονική	- 29 -
3.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)	- 31 -
3.1	Το σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών	- 31 -
3.2	Διαδικασίες Γ.Σ.Π.	- 32 -
3.3	Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών	- 34 -
3.4	Βάσεις δεδομένων	- 34 -
3.5	Χρήση του Arcview	- 36 -
4.	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	- 42 -
4.1	Το τοπογραφικό ανάγλυφο της εξεταζόμενης περιοχής	- 42 -
4.2	Χάρτης κλίσεων και υδρογραφικό δίκτυο	- 43 -
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	- 48 -
5.1	Εισαγωγή	- 48 -
5.2	Συμπεράσματα και αξιολόγηση της μεθοδολογίας	- 48 -
6.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ	- 49 -
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 59 -

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η γεωμορφολογική ανάλυση και η εφαρμογή των μεθόδων της γεωλογικής, και τεκτονικής χαρτογράφησης στην περιοχή του Δήμου Αρχανών, με στόχο την ανάδειξη των γεωπεριβαλλοντικών χαρακτηριστικών της περιοχής.

1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης

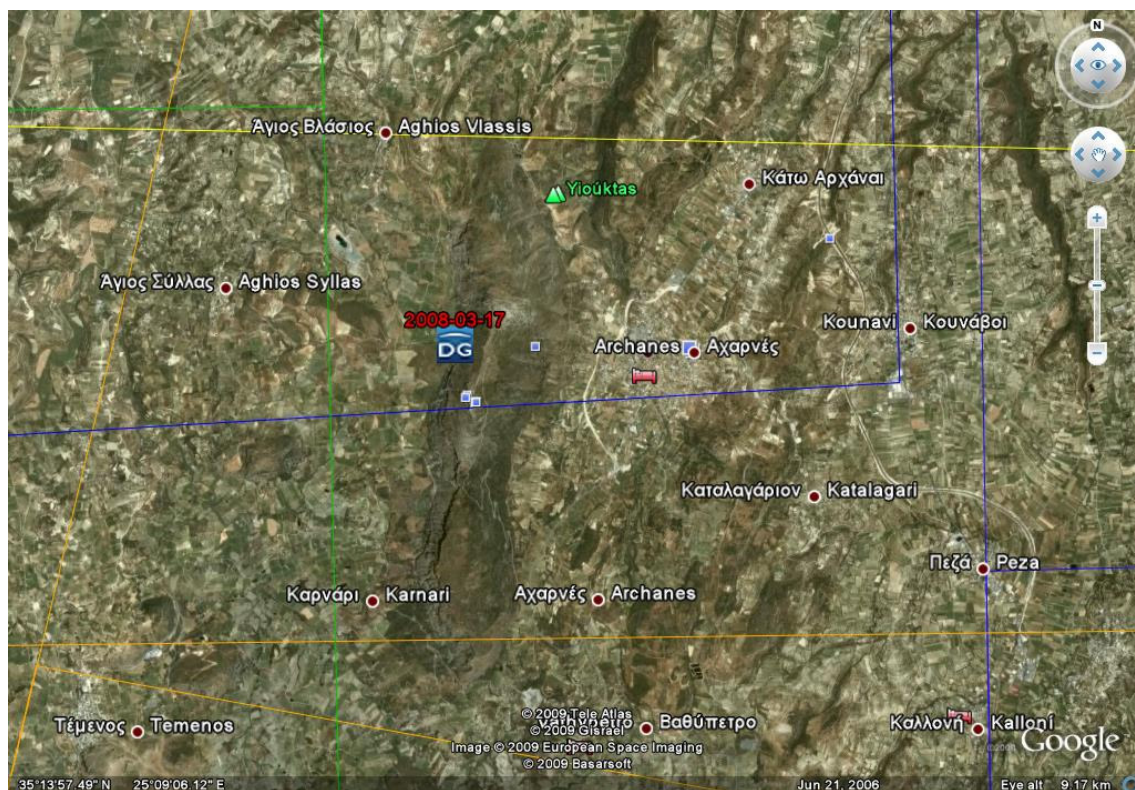
Η μεθοδολογία εκπόνησης της εργασίας περιλαμβάνει:

- 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) στην εξεταζόμενη περιοχή.
- Την επεξεργασία και αξιολόγηση του συνόλου των δεδομένων χρησιμοποιώντας σύγχρονο λογισμικό.
- Σύνταξη της παρούσας εργασίας.

1.3 Γεωγραφική θέση και περιγραφή της ευρύτερης περιοχής

Οι περισσότερες από της πληροφορίες που ακολουθούν έχουν υιοθετηθεί από τον δικτυακό τόπο του δήμου Αρχανών. Ο Γιούχτας είναι ένα εξ ολοκλήρου ασβεστολιθικό βουνό. Τα πετρώματά του είναι παλαιότερης ηλικίας από αυτά της ευρύτερης περιοχής. Δημιουργήθηκε πριν από εκατομμύρια χρόνια, κατά την Κρητιδική περίοδο (145-68 εκατ. χρόνια πριν), ενώ γύρω του υπάρχουν ιζήματα πιο πρόσφατα, της πλειοκαινικής περιόδου (5,3 - 1,6 εκατομμύρια χρόνια πριν). Βρίσκεται σε απόσταση 3 χλμ. δυτικά των Αρχανών και 18 χλμ. νότια από την πόλη του Ηρακλείου (Σχ. 1.1 και 1.2). Έχει συνολική έκταση 4.000 στρεμμάτων και το σχήμα του είναι επίμηκες με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο. Η

υψηλότερη κορυφή του είναι 811 μέτρα. Οι δυτικές πλαγιές είναι απόκρημνες με κλίση μέχρι και 100%, ενώ οι ανατολικές ομαλότερες με κλίση έως 50%.



Σχήμα 1.1 Εικόνα της ευρύτερης περιοχής του δήμου Αρχανών (<http://earth.google.com/>)

Μέχρι σήμερα είναι γνωστά έντεκα σπήλαια στον Γιούκτα, από τα οποία έχουν εξερευνηθεί και χαρτογραφηθεί μερικώς μόνο τρία: τα Ανεμόσπηλια, το Χωστό Νερό και ο Σπήλιος του Στραβομύτη. Στις δύο ψηλότερες κορυφές του απαντούν ένας τηλεπικοινωνιακός αναμεταδότης και μία εκκλησία. Στο βόρειο - βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής εντοπίζεται ένας χείμαρρος με σχετικά πλούσια παρόχθια βλάστηση και ένα μικρό φαράγγι. Η περιοχή περιλαμβάνεται στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Φύση (Natura) 2000 για τη "Διατήρηση των φυσικών οικοτόπων, καθώς και της άγριας χλωρίδας και πανίδας" και θεωρείται Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά (ΣΠΠ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Προστατεύεται επίσης ως "Αρχαιολογικός Τόπος" και "Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους". Περιβάλλεται από εκτεταμένες καλλιέργειες αμπελιών και ελαιόδεντρων. Η επίδραση του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής (υλοτομία, εκχέρσωση, καλλιέργειες, φωτιά) είχε ως αποτέλεσμα τη δραστική αλλαγή της φυσιογνωμίας της περιοχής, αν και κανείς δεν μπορεί να πει με βεβαιότητα πώς ήταν η περιοχή πριν αρχίσει τις επεμβάσεις του ο άνθρωπος.

Οι μοναχικές βαλανιδιές, που υπάρχουν πολύ αραιά σκορπισμένες στο λεκανοπέδιο των Αρχανών, ίσως να αποτελούν τα υπολείμματα του είδους της βλάστησης που επικρατούσε. Γενικά οι ανθρώπινες επεμβάσεις ήταν και είναι λιγότερο έντονες στον Γιούχτα, και η βλάστηση, αν και έχει χλωρίδικά διαφορετική ποσοτική και ποιοτική σύσταση από ό, τι είχε παλαιότερα, διατηρεί αρκετά από τα αρχέγονα χαρακτηριστικά της. Έχουν καταγραφεί περίπου 360 διαφορετικά είδη φυτών εκ των οποίων τα 18 είναι ενδημικά της Κρήτης ή και της Ελλάδας. Επικρατούν οι ξυλώδεις θάμνοι με μικρά χνουδωτά φύλλα και συχνά αγκαθωτούς βλαστούς (φρύγανα), φυτά χαρακτηριστικά της τυπικής μεσογειακής βλάστησης, όπως ο θύμιος, η αγκαραθιά, η αστοιβίδα, το χινοπόδι. Τοπικά, υπάρχουν αείφυλλα - πλατύφυλλα είδη, όπως το πρινάρι και η χαρουπιά, που σε μερικά σημεία έχουν ημιδενδρώδη μορφή. Πολλά ποώδη φυτά που εμφανίζονται με τις πρώτες βροχές κάνουν καταπράσινο το Γιούχτα μέχρι και την άνοιξη. Αρκετά είναι τα είδη που αναπτύσσονται στις απόκρημνες πλαγιές, όπως τα χασμόφιλα, και είναι τα μοναδικά που δεν έχουν επηρεαστεί από τον άνθρωπο. Ανάμεσά τους είναι και το δίκταμο, ο έβενος κ.ά. Η πανίδα του Γιούχτα δεν έχει μελετηθεί ιδιαίτερα, αν και παρουσιάζει ενδιαφέρον από πολλές απόψεις, καθώς υπάρχουν είδη που ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο εκεί, είδη που τον επισκέπτονται περιστασιακά και είδη που τον χρησιμοποιούν ως τόπο φωλιάσματος. Ο αριθμός των ασπόνδυλων ανέρχεται σε αρκετές εκατοντάδες, ενώ αρκετά είναι και τα ενδημικά. Χοχλιοί, σαρανταποδαρούσες, αράχνες, έντομα φυτοφάγα, σαρκοφάγα ή σαπροφάγα υπάρχουν παντού, ακόμα και στα βάθη των σπηλιών. Από αμφίβια έχουν παρατηρηθεί, στους πρόποδες κυρίως, η κιτρινομπομπίνα και ο δειροβάτραχος. Τα ερπετά αντιπροσωπεύονται από ένα είδος σαύρας (*Lacerta trilineata*) και δύο είδη ακίνδυνων φιδιών, το σπιτόφιδο που στην Κρήτη το ονομάζουν και όχεντρα (ενώ δεν έχει καμία σχέση με την οχιά) και το γατόφιδο. Από θηλαστικά έχει πιστοποιηθεί η ύπαρξη συνολικά οκτώ ειδών, εκ των οποίων τρία είναι εντομοφάγα (η μικρορινολόφος νυχτερίδα, η μυγαλή, ο σκαντζόχοιρος) και τρία τρωκτικά (σπιτοποντικός, βραχοποντικός και αρουραίος), ένα λαγόμορφο (λαγός) τρία σαρκοφάγα (κρητικός ασβός ή άρκαλος, κρητικό κουνάβι ή ζουρίδα και κρητική νυφίτσα ή καλογιαννού).

Η ορνιθοπανίδα θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς έχουν παρατηρηθεί περίπου σαράντα είδη πουλιών και είναι σημαντική για την αναπαραγωγή του όρνιου. Επίσης απαντώνται και άλλα σπάνια ή/και απειλούμενα είδη όπως ο πετρίτης και ο μαυροπετρίτης.

Το "Οικολογικό-Αρχαιολογικό Πάρκο Γιούχτα" συνθέτουν το όρος Γιούχτα και τα φαράγγια Κνωσανό (Αγίας Ειρήνης), Ασπρακιανό και Κουναβιανό. Η μορφολογία της δυτικής πλευράς του όρους Γιούχτα σχηματίζει ένα τεράστιο ξαπλωμένο κεφάλι που ενισχύει το μύθο σύμφωνα με τον οποίο ο τάφος του Ολύμπιου θεού Δία βρίσκεται πάνω στο βουνό. Είναι το ιερό βουνό των Αρχανών από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα όπως φαίνεται από τα αρχαιολογικά ευρήματα. Στο βουνό βρίσκονται τέσσερα ιερά, τα δύο στις θέσεις Ψηλή Κορφή και Ανεμοσπηλιά και τα άλλα δύο στις σπηλιές Χωστό Νερό και Σπήλιος του Στραβομύτη, καθώς και το μινωικό νεκροταφείο στο Φούνρι. Ακόμα και σήμερα το σημαντικότερο κέντρο λατρείας των Αρχανών είναι η εκκλησία του Αφέντη Χριστού στην κορυφή του βουνού. Το φυσικό περιβάλλον του Γιούχτα έχει ιδιαίτερη σημασία με την παρουσία πολλών και σημαντικών ειδών χλωρίδας και πανίδας. Το Κνωσανό Φαράγγι αποτελεί φυσική συνέχεια του όρους Γιούχτα. Εκτείνεται νότια των Αρχανών (Άγιος Μάμας), διατρέχει τον οικισμό των Αρχανών στη θέση Κάτω Μύλος, την περιοχή Μυριστή, την υδατογέφυρα της Αγίας Ειρήνης (Σπηλιά), με συνολικό μήκος διαδρομής 6 χλμ. περίπου, και συνεχίζει βόρεια περνώντας από την Κνωσό. Το Κουναβιανό Φαράγγι ξεκινά από τον οικισμό Μυρτιά (Δήμου Ν. Καζαντζάκη) και από τον οικισμό των Κουνάβων (Δήμου Ν. Καζαντζάκη) δημιουργώντας δύο σκέλη. Και τα δύο σκέλη μαζί συμβάλλουν στο Ασπρακιανό Φαράγγι. Είναι δύσβατο λόγω βλάστησης και μορφολογίας του εδάφους και της κοίτης του, και έχει συνολικό μήκος διαδρομής 5 χλμ. Το Ασπρακιανό Φαράγγι είναι το εκτενέστερο της περιοχής, μήκους 12,5 χλμ. περίπου. Ξεκινά βορειοδυτικά από τη θέση Κολομόδι και διατρέχει την περιοχή Ασπρακών (Δήμου Ν. Καζαντζάκη), τις πηγές Μηλιαρά και τα όρια της κτηματικής περιφέρειας Καρτερού, σε μια διαδρομή πλούσια σε φυσικά, μορφολογικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά. Και στα τρία φαράγγια οι αρχαιολογικές και ιστορικές θέσεις είναι πολλές και σημαντικές (ενετική υδατογέφυρα στο Καρυδάκι και στην Αγία Ειρήνη στο Κνωσανό Φαράγγι, αρχαία πόλη Ελτυνα στους Κουνάβους, μινωικό νεκροταφείο στους Ασπράκους, μινωικός οικισμός στη Μυρτιά κ.ά.).

Στα φαράγγια επικρατεί μια πλούσια υδρόφιλη βλάστηση (πλατάνια, ιτιές, λυγαριές, βάτα κ.ά.). Η ποικιλότητα της χλωρίδας είναι μικρή λόγω της ύπαρξης σκίασης, ενώ υπάρχουν 11 ενδημικά είδη, από τα οποία τα δύο είναι σπάνια και τα εννέα κοινά για όλη την Κρήτη. Σε ό, τι αφορά την πανίδα, υπάρχουν πολλά είδη σπονδυλωτών, 44 είδη πουλιών και 7 είδη θηλαστικών.

1.4 Ιστορικά στοιχεία για την περιοχή

Το τοπωνύμιο Αρχάνες φαίνεται ότι είναι νεότερος τύπος της αρχαίας πόλης Αχάρνα, όπου βρισκόταν τέμενος προς τιμήν του θεού Άρχου (ή ήρωα), τον οποίο τιμούσαν οι Κνώσιοι και οι Τυλίσιοι, σύμφωνα με επιγραφή που βρέθηκε στο Άργος και χρονολογείται στα 450 π.Χ.. Η ύπαρξη αρχαίας πόλης στη θέση των σημερινών Αχαρνών επιβεβαιώνεται και από τις ανασκαφές που έγιναν το 1957, το 1964 και τα επόμενα χρόνια. Μέσα στην κωμόπολη ανακαλύφθηκε ανάκτορο της Υστερομινωικής Εποχής με βωμούς αμφίκοιλους και τοιχογραφικό διάκοσμο (Κρητ. Χρον. ΙΑ', 329, ΙΗ', 282). Επίσης, στη θέση Φουρνί βρέθηκε εκτεταμένη μινωική νεκρόπολη και σε τάφο βασιλέα βρέθηκαν πολύτιμα κτερίσματα, δακτυλίδια, σφραγίδες και άλλα. Όλα αυτά πιστοποιούν την ύπαρξη σπουδαίας μινωικής πόλης στο χώρο των σημερινών Αρχανών.

Η παλαιότερη μνεία του ονόματος του οικισμού βρίσκεται σε συμβόλαιο του 1271: Leonardus Blanco habitator in casali Pano Archani, Albertus de vito habitator in Pano Archanne (A. Lombardo, Docymenti della colonia Veneziana di Creta, Torino, p. 120-162). Την εποχή εκείνη αποτελούνται από μεμονωμένες συνοικίες: Arcanes Petrea με 151 κατ. και Arcanes Abramochori με 361 κατ. το 1583 (Καστροφύλακας, Κ 101).

Η κωμόπολη έχει ωραίες οικοδομές από την εποχή της Τουρκοκρατίας, των οποίων η ωραιότερη ήταν του Μουσταφά Ναΐλη πασά, με σιντριβάνια και κήπους. Στη βόρεια πλευρά της κοιλάδας είναι το γραφικό φαράγγι Παραδείσι. Οι Τούρκοι την ονόμαζαν Ακάρ Σουλάρ Νταγ (βουνό των τρεχάμενων νερών). Εντός του ιδίου φαραγγιού βρίσκεται και πηγή της οποίας τα νερά διοχέτευσε το 1628 ο Φραγκίσκος Μοροζίνι στο Ηράκλειο. Η πηγή σήμερα αποξηράνθηκε εξαιτίας υπεράντλησης που έγινε στην περιοχή.

Στην τελευταία περίοδο της Τουρκοκρατίας, η κωμόπολη των Αρχανών έγινε στόχος των Τούρκων, επειδή ήταν προμαχώνας και στρατόπεδο των Χριστιανών. Το 1897 έγινε στις Αρχάνες παγκρήτια συνέλευση. Στην περιοχή διεξήχθησαν αιματηρές μάχες. Το τάγμα επιλέκτων Κρητών με αρχηγό τον Ιωάννη Νταφώτη με τη βοήθεια των κατοίκων απέκρουσε τις ορδές των Τούρκων, σώζοντας την κωμόπολη.

Στην περιοχή των Αρχανών υπάρχουν παλιοί ναοί, όπως η Αγία Τριάδα η καμαροσκέπαστη των αρχών του 14ου αιώνα με ενδιαφέρουσες τοιχογραφίες της

Αναλήψεως, της Γεννήσεως κλπ. και της επίσης καμαροσκέπαστης Αγίας Παρασκευής της ίδιας περιόδου. Υπάρχει επίσης η καμαροσκέπαστη εκκλησία του Ασωμάτου με τοιχογραφίες του 1315, μεταξύ των οποίων και η προσωπογραφία του κτήτορα Μιχαήλ Πατσιδιώτη με τη σύζυγό του. Στην περιοχή της εκκλησίας σώζονται τα ερείπια του συνοικισμού, ο οποίος αναφέρεται το 1583 με 26 κατοίκους.

1.5 Γενικά στοιχεία για το κλίμα της Κρήτης

Η Κρήτη και γενικότερα σχεδόν ολόκληρη η Μεσόγειος θάλασσα βρίσκονται βορειότερα των περιοχών υποτροπικών νηνεμιών. Σ' αυτές τις περιοχές λόγω της διανομής ατμοσφαιρικής πίεσης και της κυκλοφορίας των ανέμων, παρατηρούνται δύο κυρίως εποχές: η βροχερή και η ξηρή. Εάν σαν βάση του διαχωρισμού χρησιμοποιηθεί η θερμοκρασία του αέρα, τότε και πάλι παρατηρούνται δύο εποχές: η ψυχρή και η θερμή. Στο μεσογειακό τύπο κλίματος, υπάρχει σαφής συσχετισμός ανάμεσα στην ψυχρή και βροχερή, καθώς και ανάμεσα στην ξηρή και θερμή εποχή.

Σαν θερμή εποχή χαρακτηρίζεται το διάστημα Ιουνίου – Σεπτεμβρίου και σαν ψυχρή εποχή το διάστημα Οκτωβρίου – Μαΐου, αν και οι μήνες Οκτώβριος και Μάιος μπορούν να θεωρηθούν μεταβατικοί μήνες.

Το κλίμα της Κρήτης είναι εύκρατο και πλησιάζει προς το θαλάσσιο. Σε υψηλά υψόμετρα, τείνει προς τον ορεινό τύπο κλίματος. Από την άποψη ηπιότητας και των μεταβολών, το κλίμα της Κρήτης θεωρείται προνομιούχο και οφείλεται στην κεντρική θέση που κατέχει το νησί στην ανατολική Μεσόγειο. Ο χειμώνας αρχίζει περίπου από τα μέσα Δεκεμβρίου και είναι ήπιος. Ο ψυχρότερος μήνας του έτους είναι ο Ιανουάριος που διαφέρει ελάχιστα θερμομετρικά από το Φεβρουάριο. Η διαφορά τους όμως τόσο με το Δεκέμβριο όσο και με το Μάρτιο, είναι αισθητή. Γενικά τα πεδινά της Ανατολικής Κρήτης είναι από τις θερμότερες περιοχές της Ελλάδας με μακρά ηλιοφάνεια ακόμα και κατά τους μήνες Οκτώβριο μέχρι Απρίλιο. Η νέφωση είναι γενικά μικρή και μειώνεται από ανατολικά προς δυτικά. Το ανατολικό άκρο κατά τους χειμερινούς μήνες ανήκει σε περιοχή μεγίστου νεφώσεως. Οι βροχές αυξάνονται από τα ανατολικά προς δυτικά και από τα παράλια προς την ηπειρωτική χώρα.

Κύρια χαρακτηριστικά του κλίματος στο νησί είναι:

- Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων με μη κανονική κατανομή τόσο τυπικά (αυξητική κλίμακα από ανατολικά προς δυτικά και μεγάλο ημερήσιο ποσοστό βροχοπτώσεων

στην Κεντρική και Δυτική Κρήτη που φτάνει το 1/3) όσο και χρονικά (την περίοδο των έντονων βροχοπτώσεων, διαδέχονται περίοδοι με μεγάλη ξηρασία).

- Έντονη ηλιοφάνεια
- Ήπιες θερμοκρασιακές αποκλίσεις.
- Δεν παρατηρείται ποτέ παγετός.
- Η θερμοκρασία σπάνια πέφτει κάτω από τους 0°C.

1.6 Κλιματολογικά στοιχεία για την περιοχή μελέτης

Οι παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση του κλίματος της περιοχής είναι:

1. Θερμοκρασία του αέρα

Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κλιματικά στοιχεία και τη βασική παράμετρο σε όλες τις κλιματικές κατατάξεις. Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα, καθώς και άλλων παραμέτρων καταδεικτικών του κλίματος της περιοχής για την περίοδο 1955 – 1993 από το ΜΣ Ηρακλείου.

Βάσει του πίνακα 1.1. και σε ό,τι αφορά στη θερμοκρασία αέρα, ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος είναι οι δύο μήνες που εμφανίζουν τις ελάχιστες τιμές. Οι υπόλοιποι μήνες έχουν ανά ζεύγη παρεμφερείς τιμές θερμοκρασίας. Έτσι, κατά σειρά αυξανόμενης θερμοκρασίας παρατηρούνται τα εξής ζεύγη μηνών : Μάρτιος - Δεκέμβριος, Απρίλιος - Νοέμβριος, Μάιος - Οκτώβριος, Ιούνιος Σεπτέμβριος και το ζεύγος της μέγιστης τιμής Ιούλιος - Αύγουστος.

Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος της περιόδου αυτής είναι 14,1° C και η μέση ετήσια θερμοκρασία 18,7° C. Η παρατηρούμενη μικρή και ομαλή αυξομείωση της θερμοκρασίας κατά τη διαδοχή των μηνών και την εναλλαγή των εποχών του έτους οφείλεται στη μεγάλη θερμοχωρητικότητα της θάλασσας, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η επίδρασή της είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Σχετικά με την μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάδοση των τεσσάρων εποχών του έτους, διαπιστώνεται ότι η τιμή της άνοιξης είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη του φθινοπώρου κατά 2,9° C γεγονός που οφείλεται στην επίδραση της θάλασσας. Η μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διαδοχή των μηνών του έτους παρουσιάζει διπλή κύμανση με δύο μέγιστα και δύο ελάχιστα.

Πίνακας 1.1. - Κλιματικά δεδομένα για την περίοδο 1955-1993 από το ΜΣ Ηρακλείου

ΜΗΝΕΣ	Μέση μηνιαία θερμοκρασία	Μέση μηνιαία βροχόπτωση	Ατμ. Πίεση	Σχ. Υγρασία	Μέση Νέφωση
		Συν/κη Μέγ. 24 ώρου			

	°C	mm	(millibar)	(%)	
Ιανουάριος	12,0	90,9	91,5	67,9	5,3
Φεβρουάριος	12,2	67,9	46,9	1015,9	66,1
Μάρτιος	13,5	53,4	66,7	1014,9	66,0
Απρίλιος	16,6	29,4	107,5	1013,2	61,9
Μάιος	20,2	15,0	73,8	1013,7	61,1
Ιούνιος	24,3	3,4	34,2	1012,7	56,5
Ιούλιος	26,1	1,0	12,8	1011,1	56,7
Αύγουστος	26,0	0,7	17,2	1011,4	58,2
Σεπτέμβριος	23,4	18,7	102,7	1014,7	61,2
Οκτώβριος	20,1	63,1	99,0	1016,7	65,4
Νοέμβριος	15,7	57,4	88,4	1017,6	67,5
Δεκέμβριος	13,7	79,8	62,4	1016,8	67,7

Οι μέσες μέγιστες και ελάχιστες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα παρουσιάζουν απλή ετήσια κύμανση. Οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται το δίμηνο Ιουλίου - Αυγούστου και οι μικρότερες το δίμηνο Ιανουαρίου - Φεβρουαρίου.

Οι ακραίες τιμές της θερμοκρασίας αέρος (απολύτως μεγίστη - απολύτως ελαχίστη) σημειώθηκαν τον μήνα Ιούνιο 41,3° C και τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο 0,2° C.

2. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

Το νερό που ενδιαφέρει άμεσα την ανάπτυξη και κατανομή των φυτών είναι εκείνο που πέφτει πάνω στη γη με τη μορφή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Το νερό αποτελεί το αφθονότερο συστατικό της ζωντανής ύλης. Τα σπουδαιότερα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα είναι η βροχή, το χιόνι και το χαλάζι.

3. Βροχόπτωση

Η ετήσια βροχόπτωση (ή αλλιώς το βροχομετρικό σύστημα μιας περιοχής) αποτελεί θεμελιώδες κλιματικό στοιχείο, ιδιαίτερα στις περιοχές όπου το μέσο ύψος βροχόπτωσης είναι είτε πολύ χαμηλό είτε πολύ υψηλό.

Στην περιοχή μελέτης και βάσει του πίνακα 1.1. η ετήσια βροχόπτωση παρουσιάζει διακύμανση με μέγιστη τιμή τον Ιανουάριο και ελάχιστη το δίμηνο Ιουλίου - Αυγούστου. Η ξηρή περίοδος διαρκεί 5 - 6 μήνες. Το 85 - 90% των βροχοπτώσεων σημειώνονται από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάρτιο. Από το Μάρτιο και μετά παρατηρείται μείωση του συνολικού ύψους βροχόπτωσης, ενώ από τον Απρίλιο μέχρι και το Σεπτέμβριο πέφτει το 10 - 15% του συνόλου των βροχοπτώσεων. Με την αύξηση του υψομέτρου αυξάνεται το ύψος της βροχής.

4. Ημέρες καταιγίδας

Χαρακτηρίζονται από ογκώδη νέφη και ραγδαίες βροχές που πολλές φορές συνοδεύονται από χαλάζι, ισχυρούς ανέμους και ισχυρές ηλεκτρικές εκκενώσεις. Στον πίνακα 1.2 φαίνεται ο μέσος αριθμός ημερών καταιγίδας κατά μήνα για την περιοχή μελέτης από το ΜΣ Ηρακλείου. Γενικά παρουσιάζεται μια απότομη αύξηση στον αριθμό καταιγίδων τον

μήνα Οκτώβριο, ενώ ο συνολικός ετήσιος αριθμός ημερών στις οποίες παρατηρήθηκε το φαινόμενο της καταιγίδας ανέρχεται σε 17,8.

Πίνακας 1.2 - Μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών καταιγίδας από το ΜΣ Ηρακλείου (Πέννας, 1977)

ΜΗΝΕΣ													
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ε
Ηρακλείου	2,1	1,8	1,7	1,2	1,2	0,7	0,2	0	0,9	3,1	2,3	2,6	17,8

5. Χαλάζι

Το φαινόμενο δημιουργείται πάντοτε σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης. Η χαλαζόπτωση είναι μικρής διάρκειας με αυστηρά τοπικό χαρακτήρα και παρακολουθεί την κίνηση του καταιγιδοφόρου νέφους. Η συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου είναι μεγαλύτερη κατά τον χειμώνα. Γενικά η υπό μελέτη περιοχή δεν αναφέρεται στις περιοχές που χαρακτηρίζονται από συχνές χαλαζοπτώσεις.

6. Χιονόπτωση

Στον πίνακα 1.3. παρατίθενται οι μέσες μηνιαίες τιμές χιονόπτωσης για την Κρήτη. Ο συνολικός ετήσιος αριθμός ημερών χιονιού, βάσει των στοιχείων του Πίνακα, ανέρχεται σε 1,8. Πρέπει να σημειωθεί ότι το υψόμετρο επιδρά σημαντικά στον αριθμό ημερών χιονιού.

Πίνακας 1.3 – Μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών χιονόπτωσης από το ΜΣ Ηρακλείου (Λιβαδάς, 1986)

ΜΗΝΕΣ										
ΣΤΑΘΜΟ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ε	
Ηρακλείου	0,5	0,9	0,3	0,1	-	0,0	0,0	0,0	2,5	

7. Σχηματισμός παγετών

Ο σχηματισμός παγετών δεν ευνοείται στην περιοχή μελέτης σε αντίθεση με άλλες περιοχές στις οποίες η εμφάνιση του φαινομένου είναι συχνή. Γενικά η πιθανότητα εμφάνισης του φαινομένου κυμαίνεται μεταξύ 40 - 90%. Βάσει των διαθέσιμων στοιχείων για την περιοχή μελέτης (Κοτίνης-Ζαμπάκας, 1983), όλοι οι μήνες του έτους εμφανίζονται ως ελεύθερη από παγετούς περιόδους.

8. Σχετική υγρασία αέρα (RH)

Το ατμοσφαιρικό νερό αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα του κλίματος και των κλιματικών μεταβολών με σημαντικό ρόλο στον κύκλο της ατμοσφαιρικής ενέργειας. Από τις παραμέτρους που εκφράζουν την υγρομετρική κατάσταση του ατμοσφαιρικού αέρα θα εξετασθεί η σχετική υγρασία.

Από τους πίνακες 1.4 και 1.5 που ακολουθούν προκύπτει ότι η ετήσια πορεία της σχετικής υγρασίας παρουσιάζει απλή διακύμανση με μέγιστες τιμές τον Ιανουάριο (για την περίοδο 1915-1977) και το Δεκέμβριο (για την περίοδο 1977-1991) και ελάχιστες τιμές τους μήνες Ιούνιο-Ιούλιο και Ιούνιο για τις αντίστοιχες περιόδους. Οι 4 μήνες Νοέμβριος, Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας με ελάχιστες διαφορές μεταξύ τους, ακολουθούμενοι από τους ανοιξιάτικους μήνες. Βάσει των στοιχείων, η μέση ετήσια σχετική υγρασία αέρα ανέρχεται σε 65,2% για το διάστημα 1915-1977 και σε 62,2% για το διάστημα 1977-91, παρατηρείται δηλαδή μια ελάττωση του κλιματικού αυτού παράγοντα με την πάροδο των ετών.

Σε ό,τι αφορά την ημερήσια πορεία του παράγοντα, αυτή παρουσιάζει απλή διακύμανση με μέγιστο και ελάχιστο που σημειώνονται αντίστοιχα γύρω από το ελάχιστο και μέγιστο της θερμοκρασίας του αέρα.

Πίνακας 1.4 - Μέσες μηνιαίες τιμές σχετικής υγρασίας του αέρα (%) για την περίοδο 1915 - 1977. Ώρες παρατηρήσεων 8, 14, 20 (Πέννας, 1977)

ΜΗΝΕΣ													
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ε
Ηρακλείου	71	69	66	64	64	59	59	60	63	67	70	70	65

Πίνακας 1.5 - Μέσες μηνιαίες τιμές σχετικής υγρασίας του αέρα (%) για την περίοδο 1977 - 1991. Ώρες παρατηρήσεων 6, 12, 18

ΜΗΝΕΣ													
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ε
Ηρακλείου	65,7	65,1	66	60,9	58,9	55,8	56,9	58,7	61	64,2	65,9	66,9	62,1

9. Ηλιοφάνεια

Ως περίοδος ηλιοφάνειας ορίζεται το χρονικό διάστημα που η άμεση ακτινοβολία φθάνει μέχρι την επιφάνεια του εδάφους, δηλαδή, η περίοδος κατά την οποία ο ήλιος είναι ορατός ανεμπόδιστα από την επιφάνεια της γης. Η ηλιοφάνεια αποτελεί χρήσιμο στοιχείο της εφαρμοσμένης κλιματολογίας γιατί πέρα από τις άμεσες εφαρμογές της χρησιμοποιείται για την έμμεση εκτίμηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Στους πίνακες που ακολουθούν παρατίθενται στοιχεία μέσης μηνιαίας περιόδου ηλιοφάνειας για το διάστημα 1971-1980 και 1977 – 1990 καθώς και στοιχεία μέσης ημερήσιας περιόδου ηλιοφάνειας για το διάστημα 1971-1980. Από τα διαθέσιμα στοιχεία μπορούν να υπολογιστούν οι μέσες τιμές ηλιοφάνειας σε ετήσια βάση. Έτσι, η μέση μηνιαία ηλιοφάνεια ανέρχεται σε 230,61 ώρες για την περίοδο 1971-1980 και σε 228,53 για την περίοδο 1977-1990, ενώ η μέση ημερήσια ηλιοφάνεια ανέρχεται σε 7,56 ώρες για την περίοδο 1971-1980. Η ετήσια πορεία της περιόδου ηλιοφάνειας ακολουθεί απλή διακύμανση με μέγιστη τιμή τον Ιούλιο και ελάχιστη τιμή τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο.

Πίνακας 1.6 - Μέση μηνιαία διάρκεια ηλιοφάνειας (ώρες) περιόδου 1971 - 1980. (Μπλούτσος και Πέννας, 1986)

ΜΗΝΕΣ							
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	
Ηράκλειο	114	118	186,6	224,1	304,1	355,8	
	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ε
	375,1	345,3	281,1	192,8	153	117,4	2768,9
ΜΗΝΕΣ							
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	
Ηράκλειο	114	118	186,6	224,1	304,1	355,8	
	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ε
	375,1	345,3	281,1	192,8	153	117,4	2768,9

Πίνακας 1.7. - Μέση μηνιαία διάρκεια ηλιοφάνειας (ώρες) περιόδου 1977 - 1990.

ΜΗΝΕΣ							
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	
Ηράκλειο	120,9	119,8	178,3	229,1	292,7	351	
	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ε
	367,2	342,5	279,3	200	140,2	121,4	2743,1

Πίνακας 1.8. - Μέση ημερήσια διάρκεια ηλιοφάνειας (ώρες) περιόδου 1971 - 1980. (Μπλούτσος και Πέννας, 1986)

ΜΗΝΕΣ							
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	
Ηράκλειο	3,68	4,17	6,02	7,47	9,81	11,86	
	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ε
	12,1	11,14	9,37	6,22	5,1	3,79	7,58

10. Ηλιακή ακτινοβολία

Ηλιακή ακτινοβολία ή ηλιακή ενέργεια είναι η ακτινοβολία που φθάνει στη γη από τον ήλιο. Η ολική ενέργεια που δέχεται ένα στρέμμα γης κατά την διάρκεια του έτους υπολογίζεται σε $2.5 \cdot 10^{20}$ kcal ή 0,9 KWH.

Στον πίνακα 1.9 δίδονται οι μέσες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας ανά μήνα. Από τα στοιχεία αυτά μπορεί να υπολογιστεί η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία, η οποία ανέρχεται σε 489,11. Επίσης από τον πίνακα προκύπτει ότι ο Ιούλιος εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας και ο Δεκέμβριος τις χαμηλότερες.

Πίνακας 1.9 - Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας

ΜΗΝΕΣ							
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	
Ηράκλειο	216	256,5	397,7	530,7	699,7	789	
	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ε
	810	747,7	546,8	393,3	280,2	201,7	489

11. Νέφωση

Ως νέφωση ορίζεται το ποσοστό της έκτασης του ουράνιου θόλου που καλύπτεται από νέφη. Είναι σημαντικό στοιχείο του κλίματος μιας περιοχής και έχει άμεση επίδραση στις μεταβολές της θερμοκρασίας, στη διάρκεια της ηλιοφάνειας και στην ένταση της εξατμισοδιαπνοής. Ακολουθεί απλή ετήσια διακύμανση σε σχήμα U με μέγιστο κατά την ψυχρή περίοδο και ελάχιστο κατά τη θερμή.

Στον πίνακα 1.10 φαίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές νέφωσης (σε όγδοα). Τα μεγέθη αντιπροσωπεύουν το μέσο όρο των τριών (3) παρατηρήσεων που έχουν κατά συνθήκη υιοθετηθεί (8^η, 14^η και 20^η ώρας της ημέρας) σε κλίμακα 0-8. Από τις μέσες τιμές του Πίνακα προκύπτει ότι η μέση μηνιαία τιμή νέφωσης, η οποία ανέρχεται σε 3,3/8 για την περίοδο 1915-1975 στην περιοχή του Ηρακλείου.

Πίνακας 1.10 - Μέσες μηνιαίες τιμές νέφωσης (σε όγδοα) Περίοδου 1915 - 1975 (Πέννας, 1977)

ΜΗΝΕΣ													
ΣΤΑΘΜΟΙ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ε
Ηρακλείου	5,3	5,1	4,8	3,7	2,9	1,4	0,6	0,7	1,8	3,6	4,7	5,1	3,3

12. Άνεμοι

Η Κρήτη βρίσκεται υπό την επίδραση, είτε των υφέσεων που διαδρομούν τη Μεσόγειο είτε των αντικυκλωνικών προεκτάσεων από Βορρά ή Νότο. Η εναλλαγή των συνοπτικών παραγόντων, σε συνδυασμό με το έντονο ανάγλυφο έχουν ως αποτέλεσμα τις συχνές μεταβολές της έντασης και διεύθυνσης των ανέμων. Κατά τη χειμερινή περίοδο, οι άνεμοι που παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα είναι οι νότιοι - νοτιοδυτικοί ενώ ακολουθούν με μικρή διαφορά οι βόρειοι - βορειοδυτικοί. Στη δυτική Κρήτη επικρατούν οι νότιες συνιστώσες ενώ στην ανατολική, οι βόρειες. Σε περιόδους ελεύθερης υφεσιακής δραστηριότητας λόγω επικράτησης των προεκτάσεων του Σιβηρικού αντικυκλώνα, δημιουργείται βόρειο ρεύμα που στην περιοχή του Κρητικού πελάγους διχάζεται και δίνει ανέμους Β στη δυτική Κρήτη και ΒΔ στην κεντρική και ανατολική και κατ' επέκταση και στην υπό μελέτη έκταση. Το χειμώνα, οι εντάσεις των ανέμων -ανεξαρτήτως διεύθυνσης- δεν είναι μεγάλες, με επικράτηση των μέτριων και ακολούθως των ασθενών ανέμων. Οι ισχυροί άνεμοι παρουσιάζουν μικρή συχνότητα, ενώ οι θυελλώδεις εμφανίζονται σε μικρά ποσοστά στην κεντρική και ανατολική Κρήτη.

Κατά την περίοδο της άνοιξης παρουσιάζεται μείωση της συχνότητας των νότιων ανέμων και ενίσχυση του ρεύματος των βόρειων. Κατά τους θερινούς μήνες παρατηρείται πλήρης επικράτηση του συστήματος των ετησίων (μελέμια).

Κατά τη φθινοπωρινή περίοδο, οι συχνότητες των διευθύνσεων των ανέμων δεν διαφέρουν πολύ από εκείνες του καλοκαιριού. Οι ανεμολογικές συνθήκες του Σεπτεμβρίου είναι όμοιες με αυτές των θερινών μηνών. Γενικά παρατηρείται ελάττωση των ΒΔ ανέμων και αύξηση των Ν ενώ οι υπόλοιπες διευθύνσεις παρουσιάζουν μικρή συχνότητα. Οι εντάσεις που κυριαρχούν είναι μέτριες 3 - 5 Beaufort.

Στην περιοχή μελέτης επικρατούν άνεμοι βόρειας συνιστώσας και ακολουθούν οι νότιας, ενώ τα ποσοστά εμφάνισης ανέμων άλλων διευθύνσεων είναι χαμηλά. Ως προς τις εντάσεις των ανέμων στην περιοχή μελέτης, υπερέχουν οι μέτριες και ακολουθούν οι ασθενείς. Οι ισχυροί καθώς και οι θυελλώδεις άνεμοι είναι μικρής συχνότητας. Το ποσοστό των ημερών άπνοιας πλησιάζει το 25%.

Κλιματολογική κατάταξη

Βιοκλιματική κατάταξη κατά Μαυρομάτη.

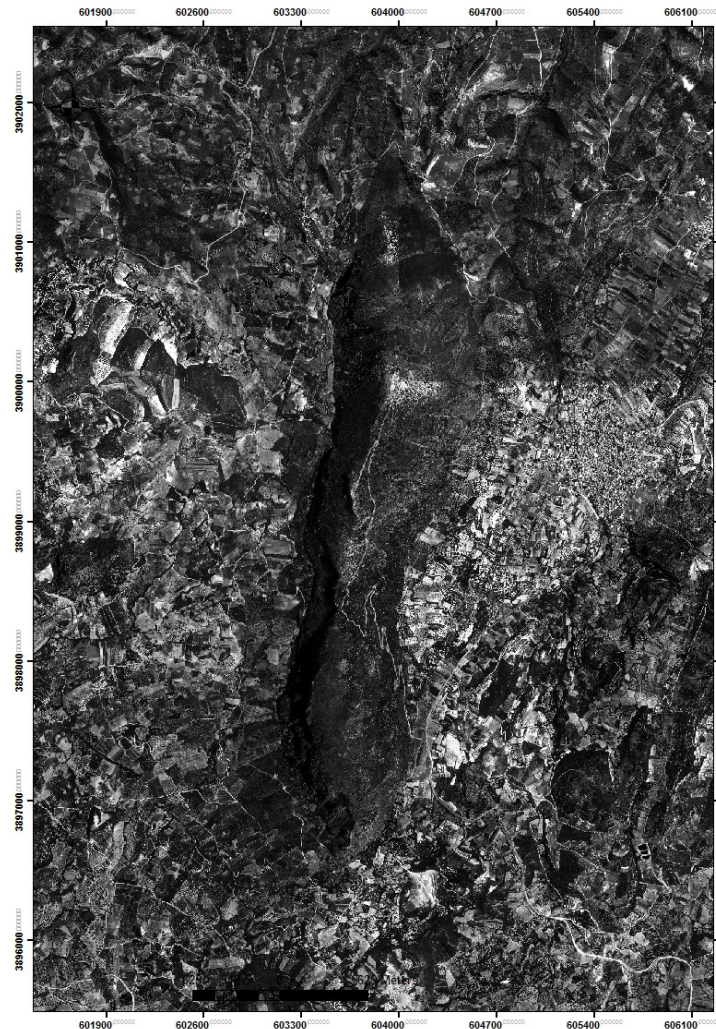
Από καθαρή βιοκλιματική άποψη και με βάση το ομβροθερμικό πηλίκο του Emberger, η περιοχή Ηρακλείου κατατάσσεται στο ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με θερμό χειμώνα (Μαυρομάτης 1980). Η κατάταξη αυτή αντιστοιχεί σε ήπιους χειμώνες με μέση

ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα $> 3^{\circ}\text{C}$, μέση ετήσια βροχόπτωση μεταξύ 400 - 600mm και βλάστηση που σε αδιάταρακτη μορφή χαρακτηρίζεται από τη συνένωση χαρουπιάς, σχίνου για το γεωγραφικό χώρο της ανατολικής Μεσογείου.

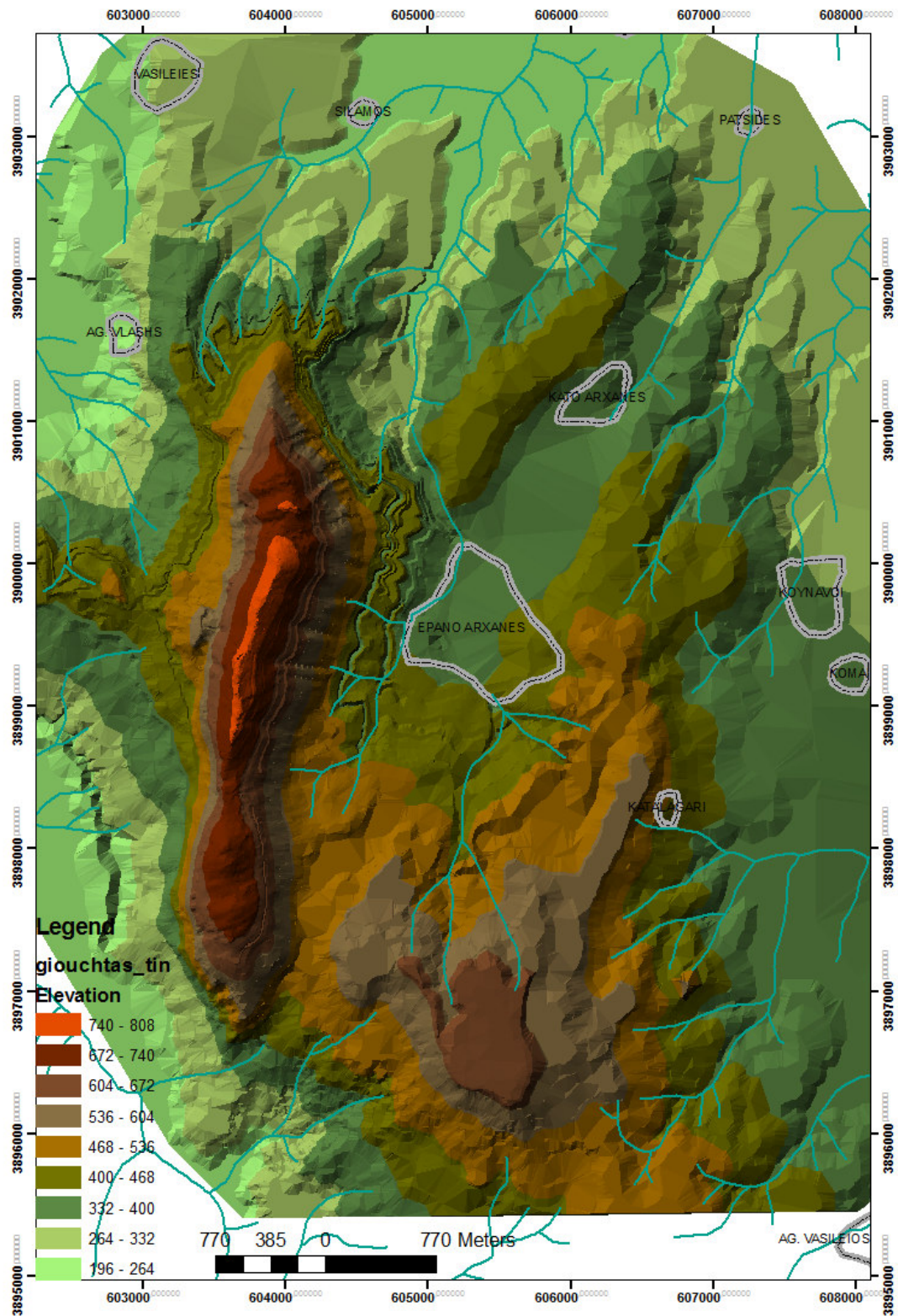
2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της γεωλογικής χαρτογράφησης της ευρύτερης περιοχής των Αρχανών (Σχ. 2.1), τα οποία συνδυάστηκαν και με πληροφορίες από τους γεωλογικούς χάρτες Ηρακλείου και Αρχανών του ΙΓΜΕ. Αν και η τεκτονική θα παρουσιαστεί σε επόμενο κεφάλαιο, εντούτοις θεωρούμε απαραίτητο να συμπεριληφθούν οι ρηγματογενείς ζώνες και στους χάρτες του παρόντος κεφαλαίου.



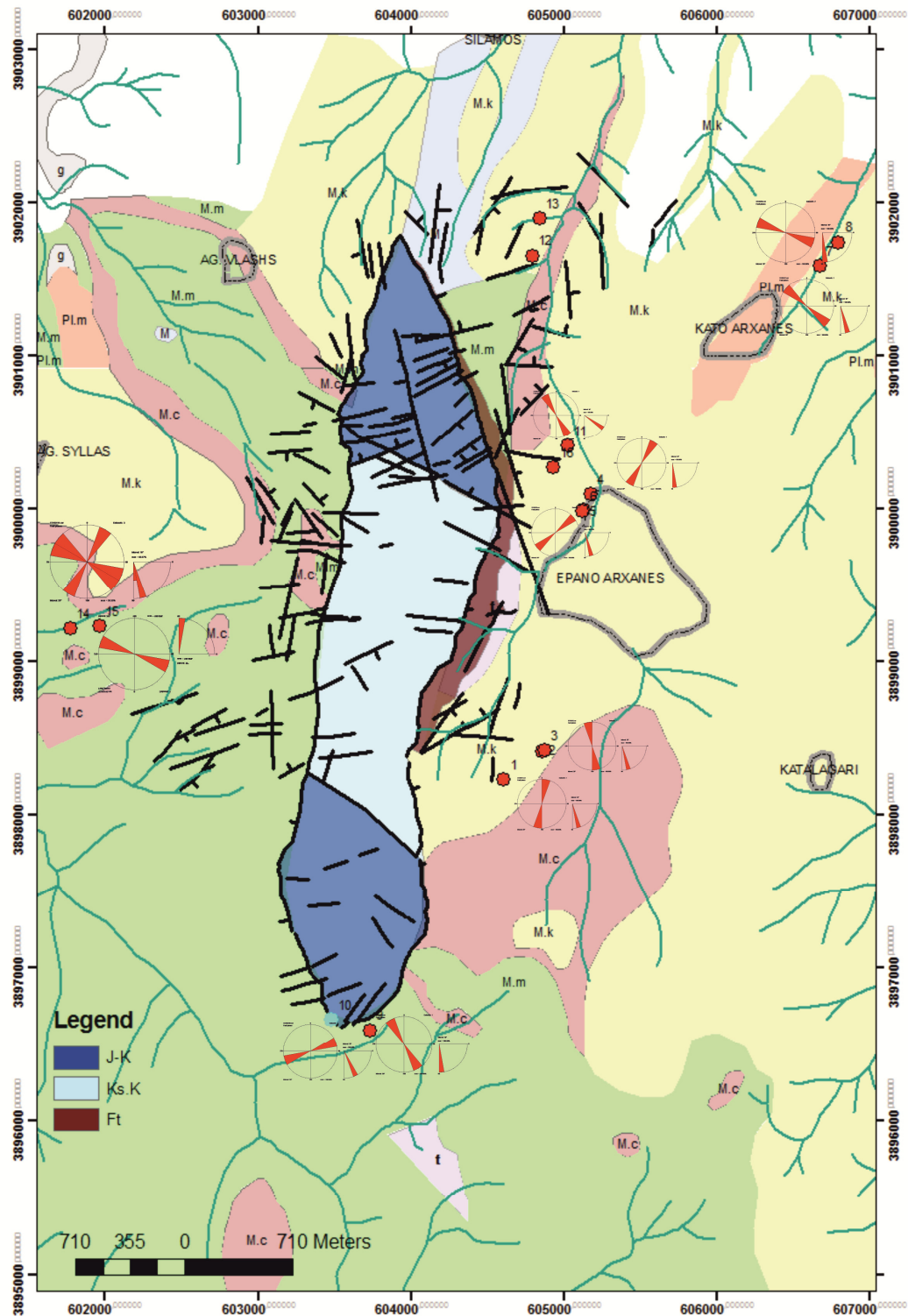
Σχήμα 2.1 Αεροφωτογραφία του όρους Γιούχτα (διατέθηκε από το Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών, Ι.Τ.Ε)



Σχήμα 2.2 Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής μελέτης

2.2 Γεωλογικά στοιχεία για την περιοχή των Αρχανών

Η γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής παρουσιάζεται στο σχήμα 2.3. Κατά την χαρτογράφηση δόθηκε έμφαση στα Νεογενή ιζήματα, που δομούν την περιοχή και λιγότερο στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς. Πάνω στον χάρτη εμφανίζονται, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που θα παρουσιαστούν με λεπτομέρεια στην συνέχεια, τα ρήγματα (μαύρο χρώμα) που αποτυπώθηκαν (Kokinou et al., 2010), το υδρογραφικό δίκτυο κατά ΙΓΜΕ και οι οικισμοί.



Σχήμα 2.3 Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης

Οι Νεογενείς αποθέσεις (M-Up. Miocene) που δομούν την περιοχή του Γιούχτα είναι :

1. Σχηματισμός Φοινικιάς- Κατώτερο - Μέσο Πλειόκαινο

Ο σχηματισμός Φοινικιάς αποτελείται κυρίως από ομοιογενείς μάργες και στα σταχτιές αργίλους που παρουσιάζουν συχνά λεπτές καφέ ενστρώσεις. Επίσης εντός του σχηματισμού αυτού συναντώνται άσπρες έως υποκίτρινες απολιθωματοφόρες μάργες ενίοτε φυλλώδεις που περιέχουν απολιθώματα φυτών, ψαριών καθώς και σπόγγων. Το κατώτερο τμήμα του γεωλογικού σχηματισμού της Φοινικιάς αποτελείται από ένα όχι καλά σχηματισμένο μαργαϊκό λατυποπαγές αποτελούμενο από λευκές ομοιογενείς μάργες, ασβεστόλιθους καθώς επίσης και μάργες του σχηματισμού Αγίας Βαρβάρας. Ο σχηματισμός αυτός δεν εμφανίζεται στην στενότερη περιοχή της έρευνας, εμφανίζεται όμως στην ευρύτερη περιοχή.

2. Σχηματισμός Αγίας Βαρβάρας, Ανώτερο Τορτόνιο - Μεσσήνιο

Ο σχηματισμός της Αγίας Βαρβάρας αποτελείται κυρίως από καλοστρωμένους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους. Τοπικά παρατηρούνται κροκαλοπαγή η λατυτοπαγή, με ενστρώσεις μαργών και ψαμιτών. Εντός του σχηματισμού αυτού παρατηρούνται και γύψη που παρεμβάλλονται στην κορυφή (περιοχή Πρ. Ηλία Τσαγκαράκη) ή εντός των καλοστρωμένων μαργών σε βάθος. Οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι είναι πλούσιοι σε απολιθώματα. Ο σχηματισμός αυτός είναι ηλικίας Ανώτερο Τορτόνιο - Μεσσήνιο και παρατηρείται στην περιοχή γύρω από τον δήμο Αρχανών καθώς και στην περιοχή μεταξύ Αγιο Σύλλα - Πρ. Ηλία.

3. Σχηματισμός Αμπελούζου - Τορτόνιο

Ο σχηματισμός Αμπελούζου αποτελείται κυρίως από ανώμαλες διαδοχές θαλάσσιων υφάλμυρων και γλυκών φάσεων, κροκαλοπαγών, ψαμιτών, αργίλων και μαργών. Στην περιοχή έρευνας παρατηρείται νότια του δήμου Αρχανών και η ηλικία του είναι Τορτόνιο του Νεογενούς.

4. Σχηματισμός Ηλία - Ανώτερο - Μέσο Μειόκαινο

Ο σχηματισμός Ηλίας αποτελείται κυρίως από νεογενής κιτρινωπές μάργες με παρεμβολές από ενστρώσεις γκρι μαργών, ψαμιτών και άμμων. Καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στην περιοχή και το πάχος τους σε μερικές περιοχές είναι πολύ μεγάλο, φτάνουν και σε βάθος περίπου 500 μέτρα.

Ο φλύσσης και οι ασβεστόλιθοι που δομούν τον κύριο ασβεστολιθικό όγκο του Γιούχτα ανήκουν στην Ζώνη Τρίπολης:

Φλύσχη - Ανώτερο Ηώκαινο – Ολιγόκαινο (ft)

Ο σχηματισμός του φλύσχη της ζώνης Τρίπολης είναι εναλλαγές σοκολατοχρόων αργιλικών σχιστόλιθων και ψαμμιτών με μικρές ενστρώσεις τεφρών ασβεστολιθικών Τουρβιδιτών ηλικίας Ανώτερο Ιόκαινο έως Ολιγόκαινο. Ο φλύσχη αποτελεί το ανώτερο γεωλογικό σχηματισμό του τεκτονικού καλύμματος της ζώνης Τρίπολης και εμφανίζεται βορειοανατολικά του όρους Γιούχτα.

Ασβεστόλιθοι Παλαιόκαινο έως Ανώτερο Ιουρασικό

Οι ασβεστόλιθοι της ζώνης Τρίπολης ανάλογα με την ηλικία τους χωρίζονται σε τρία στρώματα:

- Το στρώμα ηλικίας Ανώτερο Κρητιδικό (Ks.k) είναι τεφρόμαυροι ασβεστόλιθοι μεσοπαχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτοι, βιτουμενιούχοι με πλούσια νηριτική πανίδα.
- Το κατώτερο στρώμα των ασβεστόλιθων της ζώνης Τρίπολης ηλικίας Άνω Τριοδικό Ανώτερο Ιουρασικό (J-K) είναι δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες σε τεκτονική επαφή με την υποκείμενη φυλλιτική - χαλαζιακή σειρά, με αποτέλεσμα στην βάση τους να είναι κατά θέσεις μυλονιτιωμένοι λόγω τεκτονισμού. Τα κατώτερα μέλη τους αποτελούνται από ημικρυσταλλικούς δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες παχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτους, τεφρόμαυρους, ενώ τα ανώτερα μεταπίπτουν σε ασβεστόλιθους και δολομιτικούς ασβεστόλιθους μεσοστρωματώδεις, τεφρόλευκους μέχρι τεφρόμαυρους καρστικούς. Οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης αποτελούν συνήθως τα υψώματα της ευρύτερης περιοχής, έτσι εμφανίζονται στο όρος Γιούχτα, στον μικρό Γιούχτα και στην περιοχή της κοινότητας του Πρ. Ηλία.

2.3 Στοιχεία από υδρογεωλογική έρευνα για την περιοχή των Αρχανών

Οι πληροφορίες που ακολουθούν προέρχονται από γεωφυσική έρευνα στην περιοχή μελέτης πριν αρκετά χρόνια και διατέθηκαν από τον δήμο Αρχανών. Η υδρογεωλογική έρευνα της περιοχής του δήμου Αρχανών Κεντρικής Κρήτης από πλευράς Γεωφυσικής βασίστηκε στην μέθοδο των γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων. Οι γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις με την μέθοδο της ειδικής αντίστασης έγιναν με διάταξη ηλεκτροδίων κατά Schlumberger. Το ανάπτυγμα της γραμμής ρεύματος κυμαινόταν από 1600 έως 2600 μέτρα ανάλογα με το ζητούμενο βάθος και τις δυνατότητες πρόσβασης. Συνολικά έγιναν 4

γεωηλεκτρικές τομές με διεύθυνση περίπου Βοράς - Νότος, η δε διεύθυνση ανάπτυξης γραμμής ρεύματος είναι περίπου παράλληλη προς την κύρια διεύθυνση τεκτονισμού της περιοχής. Οι αποστάσεις μεταξύ των βυθοσκοπήσεων κυμαίνονταν από 350 μέτρα έως 600 μέτρα με τις δυνατότητες πρόσβασης. Τα γεωηλεκτρικά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Terrameter SAS300B της ABEM και ο Booster της ABEM. Επίσης έγιναν παραμετρικές βυθοσκοπήσεις στον ασβεστόλιθο της Τρίπολης και στον φυλλίτη για να βρεθούν οι διακυμάνσεις των τιμών της ειδικής αντίστασης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η περιοχή των γεωφυσικών μετρήσεων βρίσκεται στα Ανατολικά και Δυτικά του ορεινού συγκροτήματος του Γιούχτα του δήμου Αρχανών κεντρικής Κρήτης. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή (από πάνω προς τα κάτω) είναι: Νεογενή (Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, Μάργες κ.λ.π.), ασβεστόλιθος Τρίπολης, φυλλίτης, πλακώδεις ασβεστόλιθοι.)

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΓΙΟΥΧΤΑ

Στην περιοχή αυτή εμφανίζονται γεωηλεκτρικοί σχηματισμοί με τιμές ειδικής αντίστασης που κυμαίνεται από $10\text{-}790 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$. Ειδικότερα γεωηλεκτρικοί σχηματισμοί με τιμές ειδικής από $10\text{-}45 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$ αντιστοιχούν σε νεογενή μεγάλου. πάχους (Μάργες, Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι). Ο ασβεστόλιθος της Τρίπολης υπόκεινται των νεογενών και εμφανίζεται με τιμές ειδικής αντίστασης της τάξης των $250 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$. Ο γεωηλεκτρικός σχηματισμός που εμφανίζεται κάτω από τον ασβεστόλιθο της Τρίπολης πιστεύεται ότι ανήκει στους φυλλίτες με τιμές ειδικής αντίστασης από $63\text{-}78 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήξαμε διότι η τιμή της ειδικής αντίστασης που προέκυψε από την in situ μέτρηση στους φυλλίτες (βόρειο τμήμα του Γιούχτα) συμπίπτει $60\text{-}70 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$. Τέλος υπάρχει το γεωηλεκτρικό υπόβαθρο με τιμές ειδικής αντίστασης από $650 - 790 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$ που πιστεύεται ότι αντιστοιχούν στους πλακώδεις ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης.

ΔΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΓΙΟΥΧΤΑ

Το υπέδαφος της περιοχής αυτής μέχρι του διασκοπηθέντος βάθους των 400-500 μέτρων περίπου, παρουσιάζει ως επί το πλείστον τιμές ειδικών αντιστάσεων από $5\text{-}60 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$ και για το έντονα τεκτονισμένο ασβεστολιθικό υπόβαθρο τιμές της τάξης των $250 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$. Γεωηλεκτρικοί σχηματισμοί που υπέρκειται το ασβεστόλιθου της Τρίπολης με τιμές ειδικής αντίστασης που κυμαίνονται από $5\text{-}60 \Omega\text{hm} \cdot \text{m}$ αντιστοιχούν σε νεογενή, το πάχος των οποίων εμφανίζεται της τάξης των 300-400 μέτρων.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η περιοχή της έρευνας ανήκει δυτικά στην λεκάνη Γιόφυρου και ανατολικά στο βόρειο τμήμα της λεκάνης Κατσαμπαδιανού ή Κνωσσάνου. Οι βροχοπτώσεις στην περιοχή αυτή φτάνουν στο μέσο ετήσιο ύψος βροχής στα 750mm, τα στοιχεία πάρθηκαν από δύο βροχομετρικούς σταθμούς της ΥΕΒ που βρίσκεται στις περιοχές του Πρ. Ηλία και Φοινικιάς αντίστοιχα. Από τα σχεδιαγράμματα (βλέπε σχ. 1,2) φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ύψος βροχής παρατηρείται κατά τους μήνες Νοέμβριο μέχρι Φλεβάρη, τους καλοκαιρινούς μήνες μέχρι και τέλος Σεπτεμβρίου δεν έχουμε σχεδόν καθόλου βροχοπτώσεις. Το ίδιο επίσης παρατηρείται και στις επιφανειακές απορροές των χειμάρρων Κνωσσανού και Γιόφυρου δηλαδή τους χειμερινούς μήνες παρατηρείται μια αυξημένη παροχή που σταδιακά μειώνεται και τους καλοκαιρινούς μήνες μηδενίζεται μέχρι και τον Οκτώβρη μήνα.

Σημειώνουμε ότι στην περιοχή έρευνας που ανήκει στην λεκάνη Γιόφυρου οι γεωτρήσεις που έγιναν δεν έδωσαν θετικά αποτελέσματα γιατί διέτρησαν μόνο μάργες. Σε αυτή την περιοχή εκφορτίζουν μόνο μερικές μικροπηγές στην επαφή των μαργαϊκών ασβεστόλιθων με την υποκείμενη μάργα όπως είναι οι πηγές Π8, Π9, Π10, Π12 και οι δύο πηγές τοπικού χαρακτήρα Π6, Π7 στην επαφή των ασβεστόλιθων του όρους Γιούχτα με τις μάργες. Οι πηγές αυτές ανήκουν στον δήμο Αρχανών γι' αυτό και έγινε συστηματική μέτρηση της παροχής τους που όπως βλέπουμε και από το σχεδιάγραμμα (σχήμα 3) σταδιακά μειώνεται τους καλοκαιρινούς μήνες.

Στην περιοχή έρευνας που ανήκει στην λεκάνη Κνωσσανού οι υδρολογικές συνθήκες αλλάζουν λόγω των σχηματισμών των πετρωμάτων που καλύπτουν την περιοχή αυτή. Έτσι έχουμε εδώ τις πηγές Π1, Π2, Π3, Π4, Π5 οι οποίες εκφορτίζουν τα πετρώματα του σχηματισμού Αμπελούζου. Οι πηγές αυτές έχουν συνολική παροχή περίπου 15-25 m^3/h , η παροχή τους δηλαδή έχει σχέση με τις βροχοπτώσεις γι' αυτό έχουμε αυτές τις διακυμάνσεις από ξηρά σε υγρά περίοδο.

Στην περιοχή που καλύπτεται από τον σχηματισμό Αγ. Βαρβάρας που έχει την δυνατότητα να αναπτύσσει υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, έχουν ανορυχθεί αρκετές γεωτρήσεις (βλέπε τοπογραφικό χάρτη Γ1, Γ2, Γ3, Γ4, Γ5, Γ6, Γ7) με παροχές που κυμαίνονται από 30 - 60 m^3/h στον υδροφόρο όμως αυτό ορίζοντα πιστεύουμε ότι δεν έχουμε άλλες δυνατότητες διάνοιξης νέων γεωτρήσεων επειδή και αυτές οι ποσότητες νερών που αντλούνται είναι μεγαλύτερες από την δυνατότητα της μέσης ετήσιας αναπλήρωσης των νερών στο συγκεκριμένο υδροφόρο ορίζοντα. Στο συμπέρασμα αυτό μας οδήγησε η μεγάλη πτώση στάθμης που παρατηρήθηκε στις γεωτρήσεις αυτές από την ημερομηνία διάνοιξης τους μέχρι σήμερα. Παραθέτουμε μερικά ενδεικτικά στοιχεία.

Α.Α Γεώτρησης	Αρχική στάθμη ηρεμίας	Σημερινή στάθμη ηρεμίας	Πτώση στάθμης
Γ3	30 μέτρα 1971	53 μέτρα	23 μέτρα
Γ4	50 μέτρα 1985	62 μέτρα	12 μέτρα

2.4 Τεκτονική

Η Μεταλλική τεκτονική

Από τις τεκτονικές κινήσεις, οι οποίες έδρασαν στην διάρκεια του γεωλογικού χρόνου στην περιοχή της Κρήτης και επηρέασαν την δομή της, ενδιαφέρον για την παρούσα μελέτη παρουσιάζει η νεοτεκτονική δράση (Kiliyas et al., 1993) η οποία εξακολουθεί να δρα έως και σήμερα. Οι νεοτεκτονικές κινήσεις οφείλονται σε γενικότερη περιστροφή του νησιού γύρω από οριζόντιο άξονα διεύθυνσης ΒΑ - ΝΔ (Fytrolakis, 1980). Στην κίνηση αυτή το νησί συμμετέχει σαν ένα σύστημα τεκτονικών τεμαχών διαφορετικού μεγέθους και φοράς κίνησης.

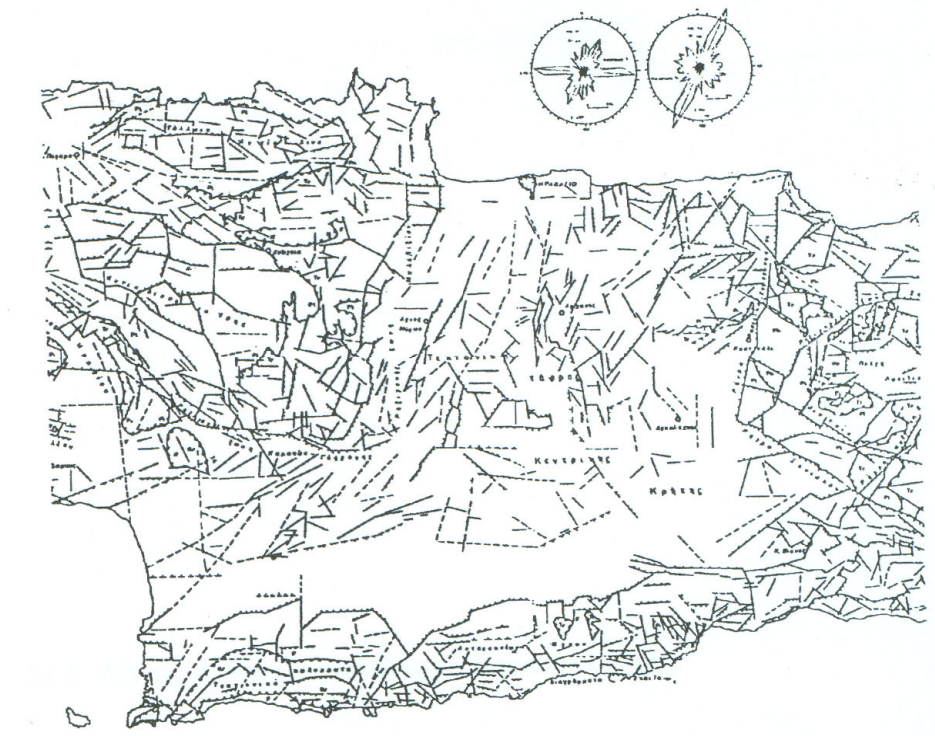
Ενδεικτικό του είδους του τεκτονισμού που έχει επηρεάσει την ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος αποτελούν οι εναλλαγές επιφανειών ισοπέδωσης και χαραδρώσεων - ενεργών κοιτών του υδρογραφικού δικτύου. Η ευρύτερη νεοτεκτονική λεκάνη του Ηρακλείου (σχ. 2.3, 2.4) οριοθετείται από ρηξιγενείς ζώνες προσανατολισμένες περί τις γενικές διευθύνσεις Β - Ν και Α - Δ, τα δε επιμέρους ρηξιγενή τεμάχια παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό και φορά ανύψωσης μεταξύ του βόρειου τμήματος τους σε σχέση με το νότιο, το οποίο στην προκειμένη περίπτωση της εξεταζόμενης περιοχής, έχει μεγαλύτερη τιμή. Το γεγονός αυτό υποδυκνύει ότι ο άξονας περιστροφής είναι προσανατολισμένος στη διεύθυνση Α - Δ και ότι η βύθιση έχει γίνει προς τα βόρεια.

Η τεκτονική κατά την διάρκεια του Νεογενούς για την περιοχή της Κρήτης είναι κυρίως εφελκυστική με πιθανά διαλείμματα συμπιεστικών φάσεων. Από το Μειόκαινο έως σήμερα δύο μεγάλα γεωδυναμικά γεγονότα καθορίζουν την γεωλογική εξέλιξη της Κρήτης: η σύγκλιση Αφρικής και Ευρασίας και της διαφυγής της μικροπλάκας της Ανατολίας προς τα νοτιοδυτικά. Τρεις μεγάλες ομάδες ρηγμάτων προέκυψαν από τις εφελκυστικές φάσεις που έπληξαν την Κρήτη από το Μειόκαινο έως σήμερα.

Η πρώτη και παλαιότερη ομάδα αποτελείται από ρήγματα γενικής διεύθυνσης Α-Δ με ηλικία Μέσο/Άνω Μειόκαινο με αρχές Μεσσηνίου. Οι λεκάνες που είναι προσανατολισμένες στην διεύθυνση Α-Δ είναι αποτέλεσμα αυτών των ρηγμάτων.

Τα ρήγματα γενικής διεύθυνσης Β-Ν και ηλικίας περίπου τέλος Μεσσηνίου με μέσο Πλειόκαινο αποτελούν την δεύτερη μεγάλη ομάδα, υπεύθυνη για την δημιουργία των λεκανών του Ηρακλείου, Ιεράπετρας και Καστελίου Χανίων.

Τέλος η τρίτη και νεότερη ομάδα αποτελείται από ρήγματα γενικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ. Πολλά από αυτά τα ρήγματα είναι ακόμα ενεργά.



Σχήμα 2.4 Τεκτονικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Ηρακλείου (Fytrolakis, 1980)

3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)

3.1 Το σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

Το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο). Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΠΣ) είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο.

Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την λειτουργία αυτή βασίζεται:

- Είτε στο σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων, όπου τα περιγραφικά δεδομένα πινακοποιούνται χωριστά και αργότερα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.

- Είτε στο αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων, όπου τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση (π.χ. κατηγορία = "δρόμος", όνομα = "Πανεπιστημίου", γεωμετρία = "[X1,Y1],[X2,Y2]...", πλάτος = "20μέτρα").

Το αντικειμενοστραφές μοντέλο τείνει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε εφαρμογές GIS εξαιτίας των αυξημένων δυνατοτήτων του σε σχέση με το σχεσιακό μοντέλο της δυνατότητας που παρέχει για την εύκολη και απλοποιημένη μοντελοποίηση σύνθετων φυσικών φαινομένων και αντικειμένων με χωρική διάσταση. Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των GIS (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό, όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό, που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

3.2 Διαδικασίες Γ.Σ.Π.

Ένα ΣΓΠ, ως σύστημα, αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

[Επεξεργασία] Εισαγωγή

Το τμήμα του συστήματος που είναι υπεύθυνο για τροφοδότηση του συστήματος με δεδομένα. Αυτά πρέπει να είναι σε ψηφιακή δομή και συνήθως προκύπτουν με ψηφιοποίηση αναλογικών δεδομένων (π.χ. τυπωμένοι χάρτες) ή με τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων με τη χρήση ψηφιακών μεθόδων αποτύπωσης χώρου (αποτύπωση με GPS, Τηλεπισκόπηση). Αυτό το στάδιο αφορά τόσο τη γεωγραφική όσο και την περιγραφική διάσταση των δεδομένων.

[Επεξεργασία] Επεξεργασία

Τα δεδομένα πρέπει να υποστούν εκείνη την επεξεργασία που τα καθιστά κατάλληλα για παραπέρα ανάλυση και χρήση. Αυτό μπορεί να αφορά την ορθή απόδοση του συστήματος συντεταγμένων, την δημιουργία σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, τη διόρθωση σφαλμάτων, την μετάβαση από μια δομή σε μια άλλη.

[Επεξεργασία] Ανάλυση

Ο χρήστης - αναλυτής θέτει ερωτήσεις σύμφωνα με την δυνατότητα των ίδιων των δεδομένων. Οι ερωτήσεις μπορεί να είναι του τύπου :

- Πώς απεικονίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος;
- Πού βρίσκεται το Α;
- Που βρίσκεται το Α σε σχέση με το Β;
- Τι θα συμβεί εάν...;
- Πόσο από το Α υπάρχει στην περιοχή Γ
- Ποιος είναι συντομότερος από το Α στο Β;
- Ποιος είναι ο οικονομικότερος δρόμος από το Α στο Β;

[Επεξεργασία] Απόδοση

Η απόδοση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης γίνεται σε αναλογικά μέσα με την οργάνωση της εκτύπωσης χαρτογραφικών προϊόντων ή με την απόδοση σε ψηφιακές πλατφόρμες είτε με τη χρήση του Διαδικτύου, μέσω διαδραστικών χαρτών (Web-based GIS), είτε σε μέσω εσωτερικών δικτύων οργανισμών μέσω εφαρμογών που υποστηρίζουν πολλαπλούς χρήστες με διακριτούς ρόλους (Enterprise GIS).

[Επεξεργασία] Έλεγχος

Κάθε σύστημα οφείλει να έχει μηχανισμούς ανάδρασης (feedback) ώστε να εξασφαλίζεται η ορθότητα και ακρίβεια των πληροφοριών. Αυτό μπορεί να γίνεται μέσω λογισμικού με διαδικασίες κανόνων επικύρωσης, με διαδικασίες ελέγχου ακρίβειας συντεταγμένων και γενικότερα με διαδικασίες ποιοτικών και ποσοτικών ελέγχων ανάλογα με τη φύση των δεδομένων.

[Επεξεργασία] Δομές Δεδομένων

Σε ένα ΣΓΠ τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δύο βασικές δομές: την διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΣΓΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις ενώ πολλά λογισμικά GIS προσφέρουν την δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη.

[Επεξεργασία] Τοπολογία

Στη γεωπληροφορική ως Τοπολογία εννοούμε το σύνολο των γεωμετρικών κανόνων που πρέπει να ακολουθεί η γεωγραφική πληροφορία ανάλογα με την φύση της. Έτσι για

παράδειγμα, εάν η πληροφορία είναι τα οικοδομικά τετράγωνα τότε τα πολύγωνα που τα αναπαριστούν θα πρέπει να ακολουθούν μεταξύ άλλων τους κανόνες: δεν επιτρέπεται η αλληλοεπικάλυψη, δεν επιτρέπεται η ταύτιση των ορίων. Σε άλλες περιπτώσεις και για την ίδια γεωγραφική περιοχή ο κανόνας μπορεί να ισχύει αντίθετα. Π.χ στην περίπτωση που το χαρακτηριστικό που απεικονίζεται είναι τα όρια των ιδιοκτησιών, επιβάλλεται η ταύτιση των ορίων για τα όμορα ακίνητα.

3.3 Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών

Οι βασικοί τύποι γεωμετρίας που χρησιμοποιούνται για την απόδοση των δεδομένων είναι:

1. Διανύσματα (Vector). Όλα τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν με τρεις βασικούς τύπου γεωμετριών: σημεία, γραμμές, πολύγωνα. Έτσι για την απόδοση της θέσης μια πόλης σε ένα χάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σημείο, για την αποτύπωση του οδικού δικτύου μια γραμμή αποτελούμενη από πολλές κορυφές και για την αποτύπωση μιας ιδιοκτησίας ένα πολύγωνο. Στην ουσία τα πάντα αναπαρίστανται από γραμμές. Το σημείο είναι μια γραμμή μηδενικού μήκους, ενώ το πολύγωνο είναι μια ακολουθία γραμμών με αρχή και τέλος την ίδια κορυφή. Η γεωμετρία που θα υιοθετηθεί για το συμβολισμό ενός αντικειμένου εξαρτάται από την κλίμακα απεικόνισης και το σκοπό της εφαρμογής που αναπτύσσεται. Έτσι π.χ. σε μια πολύ μεγάλη κλίμακα (1:1000) τα κτίσματα αποτυπώνονται ως πολύγωνα, ενώ σε μικρότερες κλίμακες (1:10.000) είναι ορθότερο να χρησιμοποιηθεί η γεωμετρία του σημείου. Τέλος κάθε γεωμετρία συνδέεται με μια σχέση 1-1 με μια εγγραφή σε ένα πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών.

3.4 Βάσεις δεδομένων

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

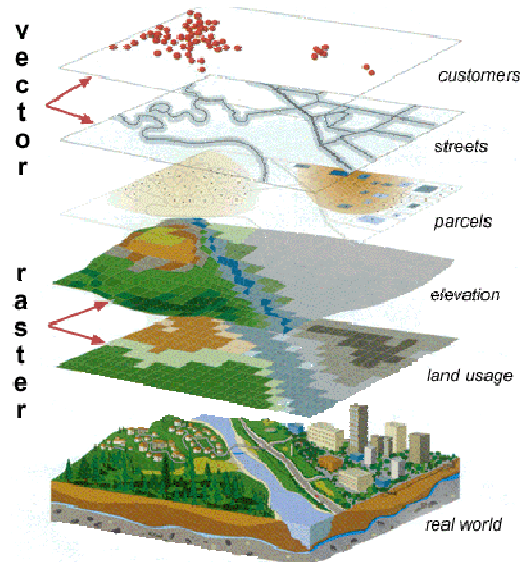
πληροφορίες σχετικά με την κατανομή κάποιας συγκεκριμένης ιδιότητας των παραμέτρων ή πληροφορίες σχετικές με περιοχές που εμφανίζεται ιδιότητα. Για παράδειγμα, περιοχές όπου η ρύπανση υπερβαίνει κάποια όρια ή περιοχές όπου η βροχόπτωση ή η απορροή εμφανίζει συστηματική απόκλιση από τις μέσες αναμενόμενες τιμές.

Β) 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 3.1) 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 3.1 Εναπόθεση επιπέδων

Δ) 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.

3.5 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 εξεταζόμενης περιοχής μέσω σαρωτή (scanner) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε εισαγωγή 4 χαρτών, κλίμακας 1:5000. 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 εξεταζόμενης.

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.

Οπωσδήποτε, 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/Shapfile και αφού καθοριστούν τα ονόματα και ο τύπος των οντοτήτων (feature type) που περιέχονται στο νέο shapfile, δίνοντας OK δημιουργείται ένα νέο κενό θεματικό επίπεδο. Πριν ολοκληρωθεί η δημιουργία του νέου shapfile, 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 ισοϋψών με τη χρήση του εργαλείου σχεδίασης (sketch tool) και εισαγωγή με κλικ του ποντικιού (mouse) στα σημεία που ορίζουν τις ισοϋψείς.
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.

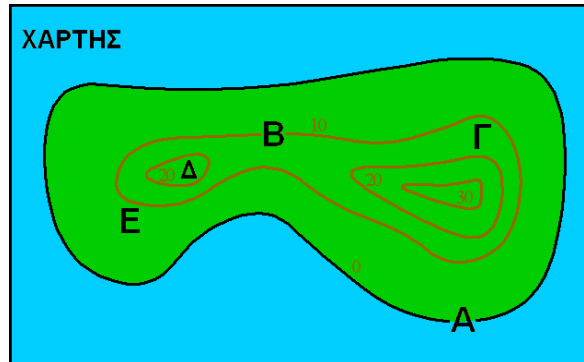
Α) Σε κάθε διανυσματικό θεματικό επίπεδο τύπου shapefile, αντιστοιχεί ένας πίνακας περιγραφών (attribute table) ο οποίος περιέχει τα γνωρίσματα των γεωγραφικών οντοτήτων του, που συγκεκριμένη περίπτωση είναι οι ισοϋψείς. Η προσπέλαση στον πίνακα περιγραφών μπορεί να γίνει τόσο από το υποπρόγραμμα ArcCatalog, 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 Α = 0 μέτρα

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

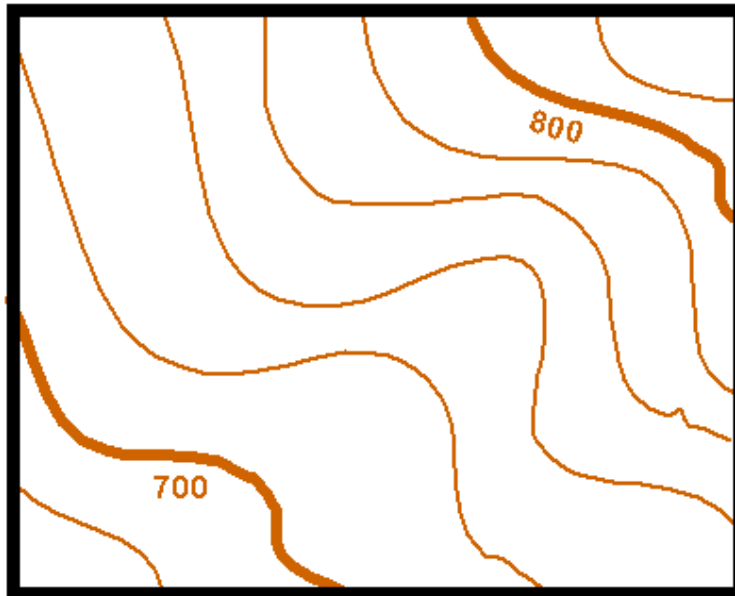
Το σημείο Δ έχει υψόμετρο μεγαλύτερο από 20 μέτρα και λιγότερο από 30 μέτρα αφού δεν υπάρχει ισοϋψής σε εκείνο το σημείο με υψόμετρο 30 μέτρα. Δε μπορούμε να ήμαστε σίγουροι για το ακριβές υψόμετρο σε εκείνο το σημείο. Σε αρκετές περιπτώσεις αναφέρεται το υψόμετρο σε παρόμοια σημεία. Θα μπορούσε το σημείο 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

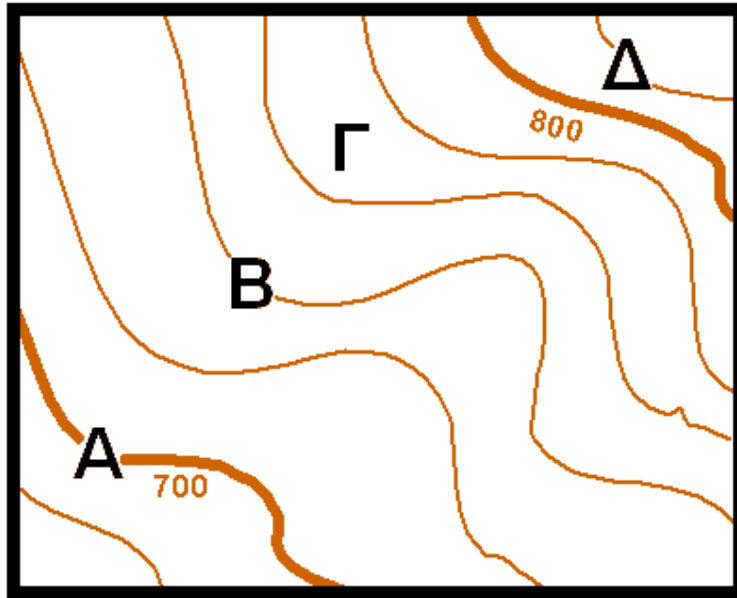
Ακριβώς όπως με το σημείο Γ ανωτέρω, πρέπει να εκτιμηθεί ότι το σημείο Ε βρίσκεται κάπου μεταξύ των υψομέτρων 0 μέτρα και 10 μέτρα. Επειδή αυτό το σημείο είναι πιο κοντά στην ισοϋψή των 10 μέτρων από τη γραμμή 0 μέτρα εκτιμούμε υψόμετρο είναι πιο κοντά στην ισοϋψή των 10 μέτρων. Σε αυτή την περίπτωση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

- Αρχικά ψηφιοποιήθηκαν οι κύριες ισοϋψείς (σήμα 3.2): η 100 μέτρα, η 200 μέτρα, η 300 μέτρα κτ.λ.



Σχήμα 2.2 Κύριες ισουψείς

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



Σχήμα 2.3 Δευτερεύουσες ισοϋψείς

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

Σημείο Α = 700

Κύρια γραμμή με υψόμετρο 700 μέτρα.

Σημείο Β = 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 Δ = 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>

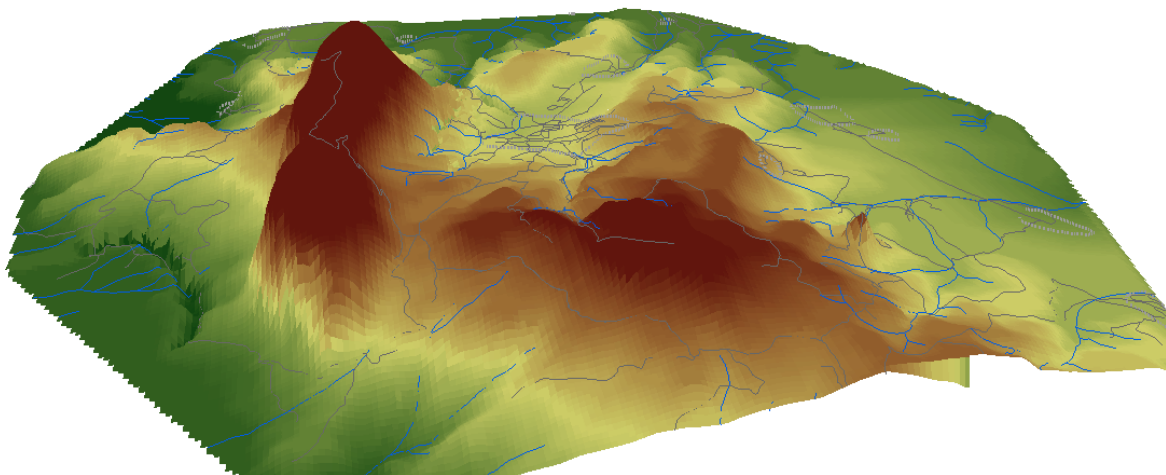
<http://www.anavasi.gr/about.php>

4. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

4.1 Το τοπογραφικό ανάγλυφο της εξεταζόμενης περιοχής

Η εξεταζόμενη περιοχή (σχ. 1.1, 4.1) βρίσκεται νότια της πόλης του Ηρακλείου. Το μεγαλύτερο υψόμετρο που εμφανίζεται στην περιοχή είναι της τάξης των 250 μέτρων. Επίσης παρουσιάζει και ένα εκτεταμένο υδρογραφικό δίκτυο για το οποίο θα γίνει αναφορά στην συνέχεια.

Το πιο ενδιαφέρον γεωμορφολογικό στοιχείο της περιοχής είναι το όρος Γιούχτας. Έχει συνολική έκταση 4.000 στρεμμάτων και το σχήμα του είναι επίμηκες με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο (Σχ.4.1). Η υψηλότερη κορυφή του είναι 811 μέτρα. Οι δυτικές πλαγιές είναι απόκρημνες με κλίση μέχρι και 100%, ενώ οι ανατολικές ομαλότερες με κλίση έως 50%. Γεωλογικά αποτελεί ένα ασύμμετρο τεκτονικό κέρασ, το οποίο δομείται κυρίως από ασβεστολιθικό υλικό. Η υπόλοιπη περιοχή είναι εν μέρει λοφώδης και πεδινή. Καλύπτεται κυρίως από Νεογενή ιζήματα.



Σχήμα 4.1. Το τοπογραφικό ανάγλυφο της εξεταζόμενης περιοχής

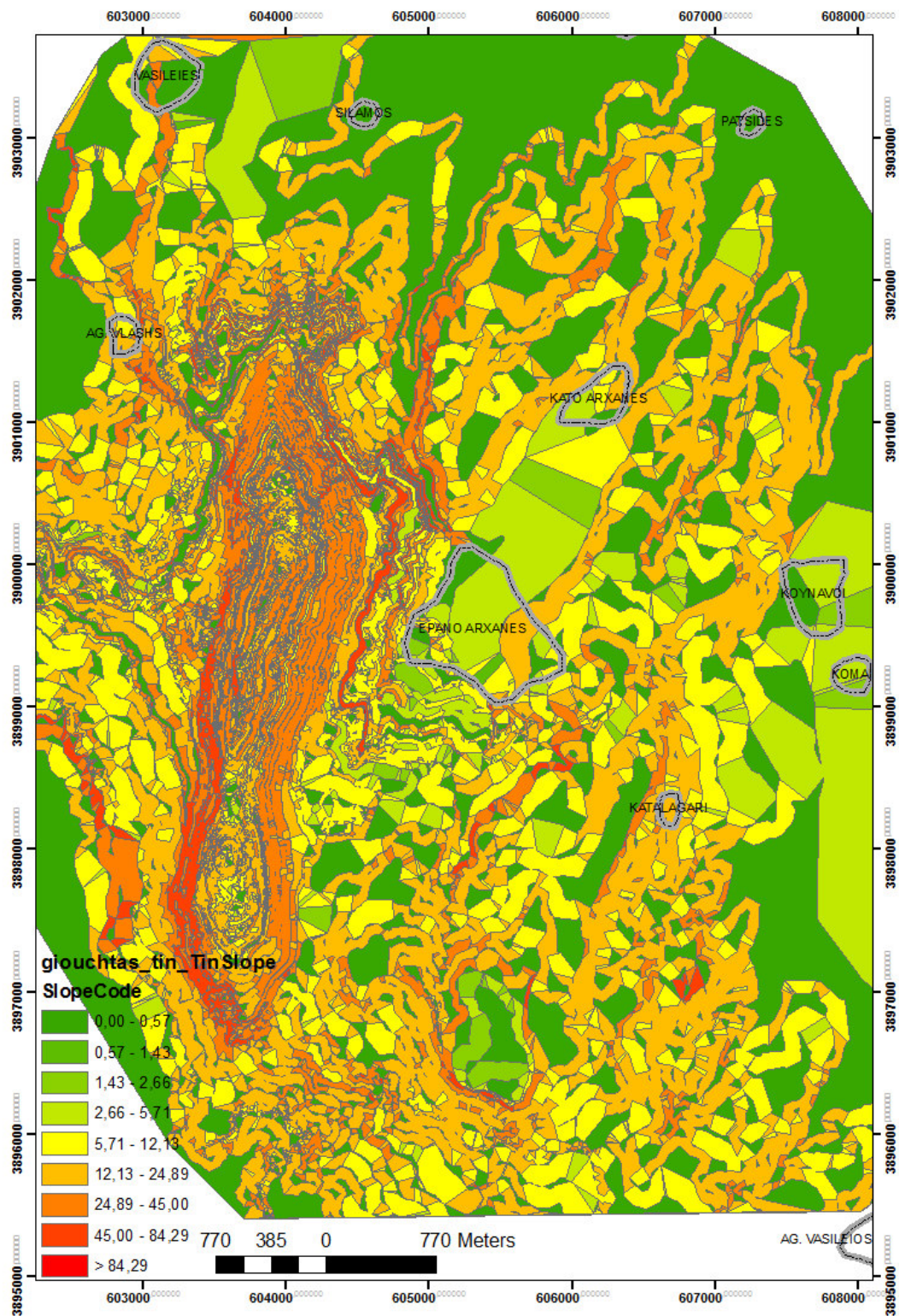
4.2 Χάρτης κλίσεων και υδρογραφικό δίκτυο

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο της εξεταζόμενης περιοχής έχει προκύψει από την επεξεργασία των στοιχείων που αφορούν τις ισουψείς καμπύλες (1:5000) της περιοχής. Εντοπίζονται τέσσερις γεωμορφολογικές ενότητες (σχ. 4.2) με βάση τις κλίσεις.

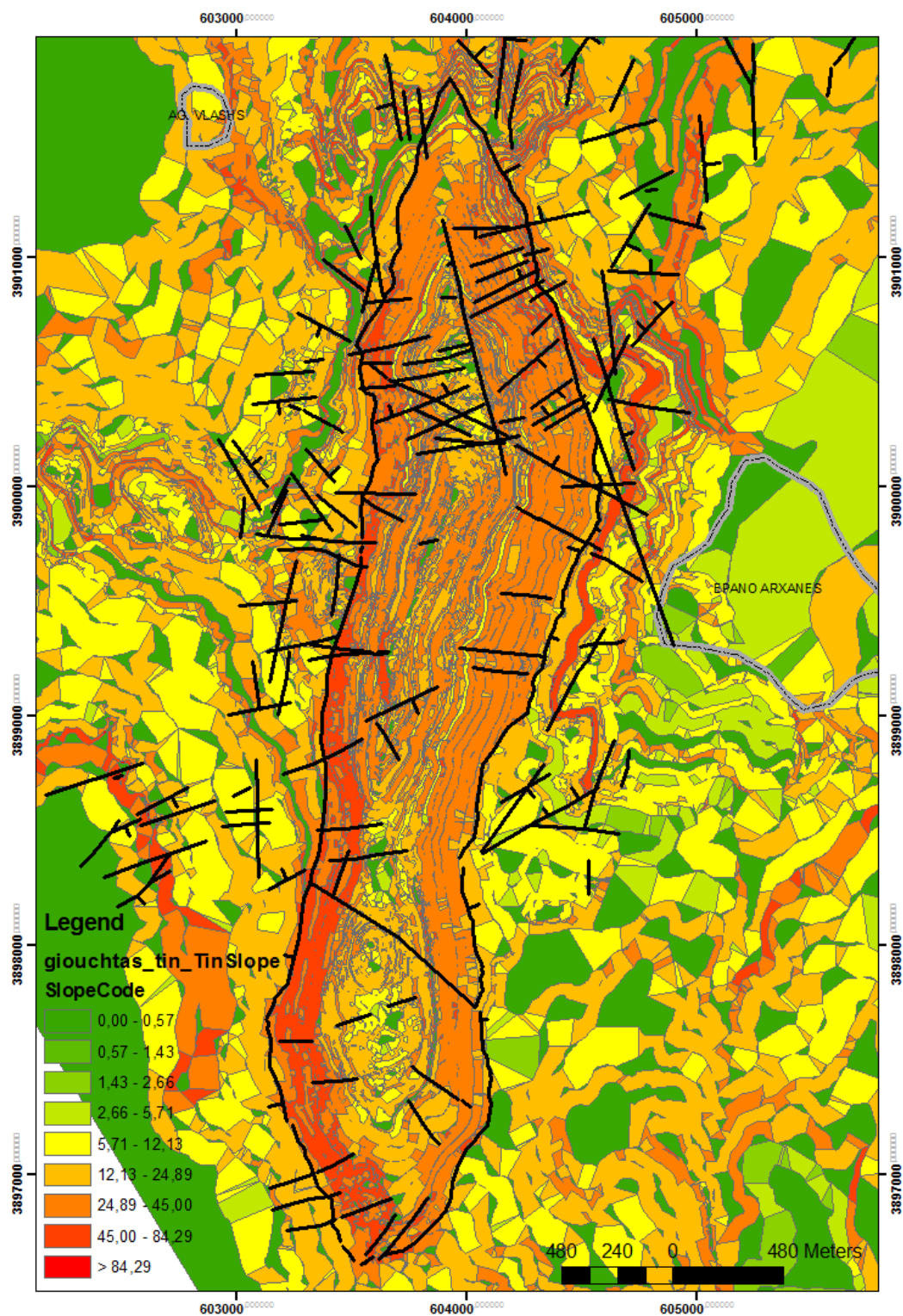
1. Περιοχές με κλίση $0-6^\circ$, οι οποίες αφορούν κυρίως τις πεδινές εκτάσεις και τμήμα των περιοχών του υδρογραφικού δικτύου.
2. Περιοχές με κλίση 7-25%, που αποτελούν την πλειονότητα της εξεταζόμενης περιοχής.
3. Περιοχές με κλίση 26-45%, που εντοπίζονται κυρίως σε μεμονωμένες λοφώδεις περιοχές.
4. Περιοχές με κλίση $>45\%$, που εντοπίζονται κυρίως στο όρος Γιούχτα και σε μεμονωμένες λοφώδεις περιοχές.

Στο χάρτη του σχήματος 4.3 παρουσιάζεται ο χάρτης κλίσεων της εξεταζόμενης περιοχής με υπέρθεση τμήματος των ρηγμάτων που χαρτογραφήθηκαν. Γενικά οι περιοχές όπου εντοπίζεται απότομη μεταβολή της κλίσης οριοθετούνται από ρηγματογενείς ζώνες.

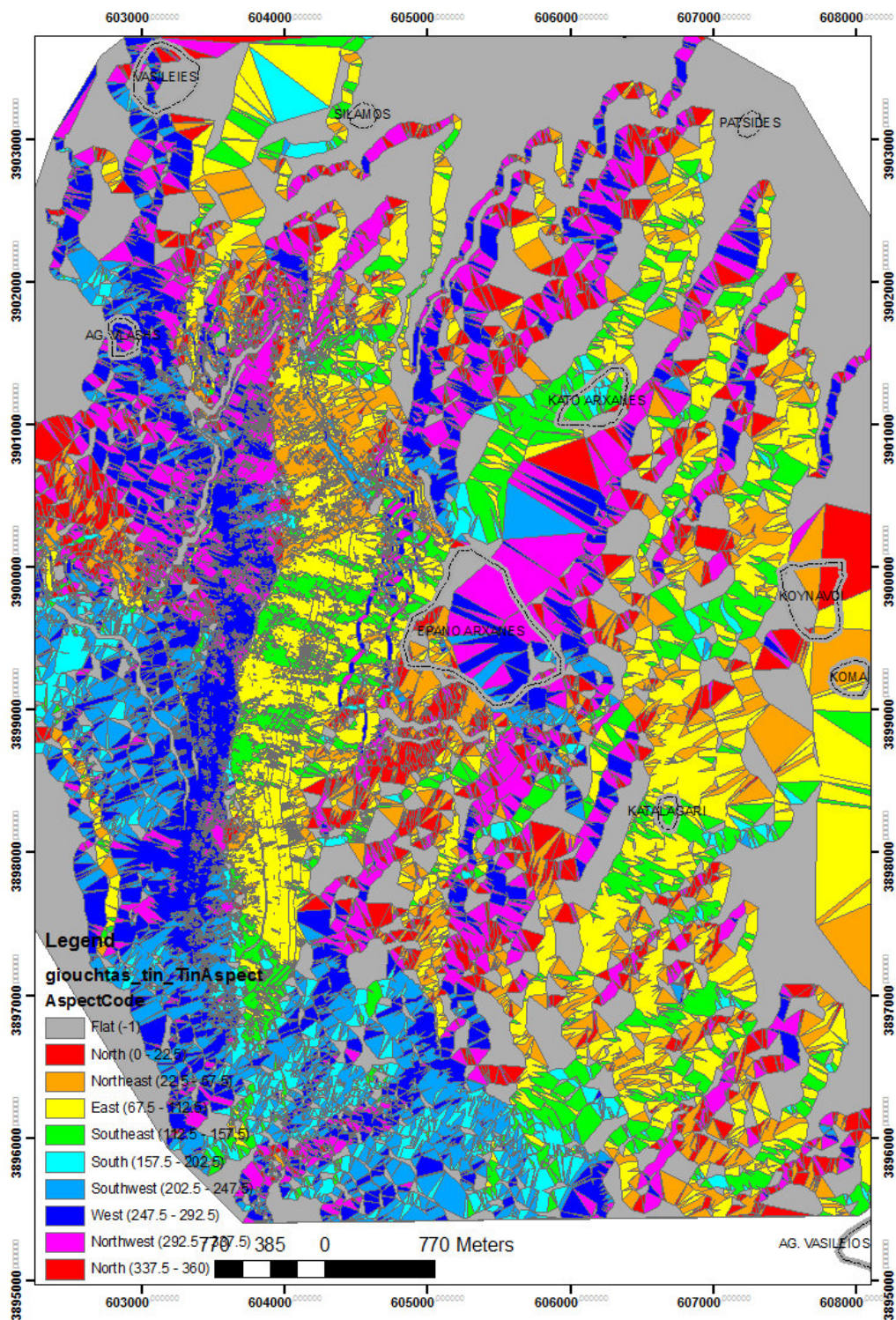
Στο χάρτη προσανατολισμού του σχήματος 4.4, που ουσιαστικά αντιπροσωπεύει την διεύθυνση κλίσης των επιφανειακών στοιχείων παρατηρούμε ότι στην περιοχή επικρατούν τα στοιχεία που κλίνουν δυτικά και νοτιοδυτικά καθώς και αυτά που κλίνουν ανατολικά και νοτιοανατολικά. Στο χάρτη του σχήματος 4.5 παρουσιάζεται ο χάρτης προσανατολισμού της εξεταζόμενης περιοχής με υπέρθεση τμήματος των ρηγμάτων που χαρτογραφήθηκαν. Και πάλι παρατηρούμε ότι για οι περιοχές που παρουσιάζουν απότομη αλλαγή της διεύθυνσης κλίσης οριοθετούνται από ρηγματογενείς ζώνες.



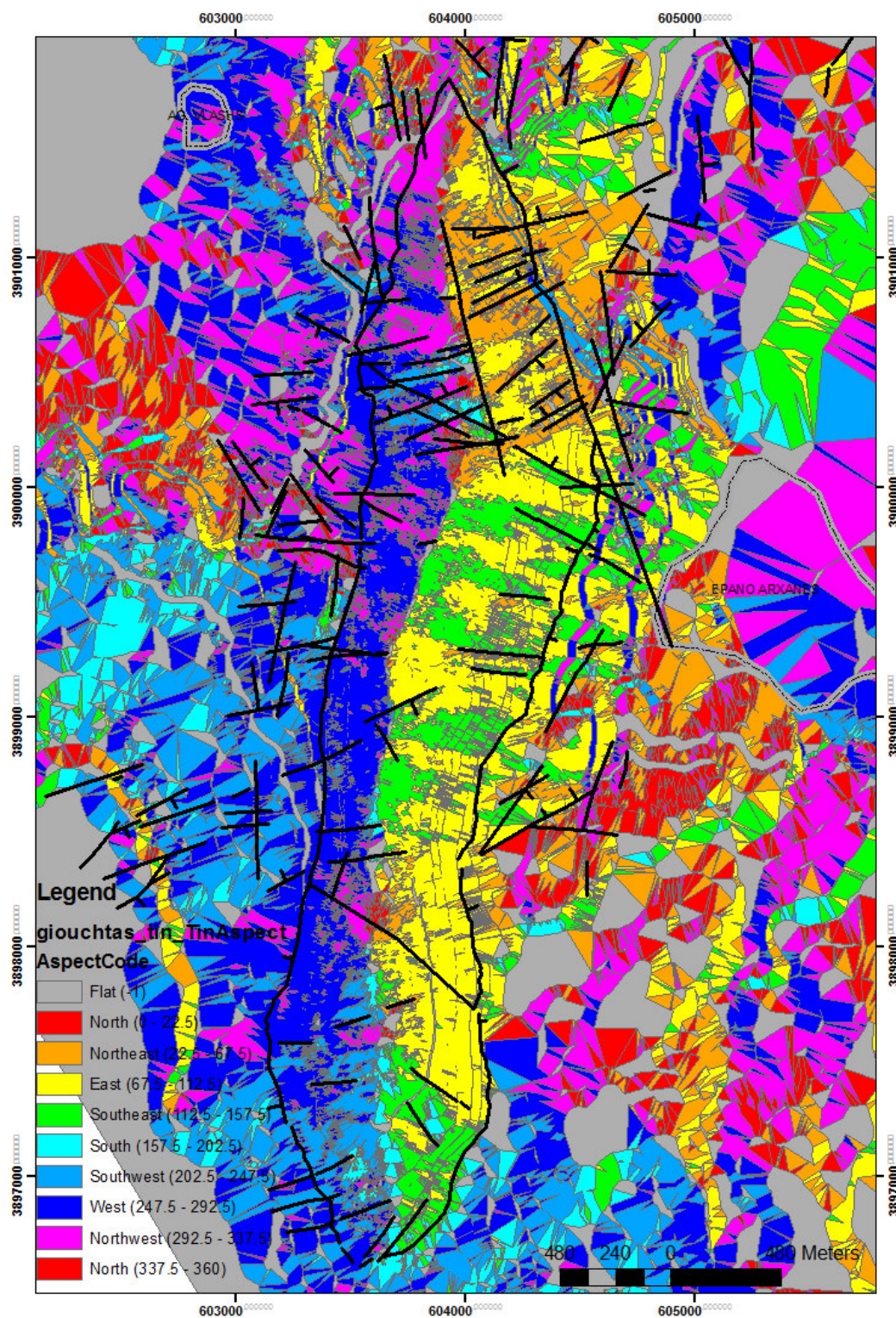
Σχήμα 4.2 Χάρτης κλίσεων



Σχήμα 4.3 Χάρτης κλίσεων και ρήγματα



Σχήμα 4. 4 Χάρτης προσανατολισμού



Σχήμα 4. 5 Χάρτης προσανατολισμού και ρήγματα

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η γεωμορφολογική ανάλυση και η εφαρμογή των μεθόδων της γεωλογικής, και τεκτονικής χαρτογράφησης στην περιοχή του Δήμου Αρχανών, με στόχο την ανάδειξη των γεωπεριβαλλοντικών χαρακτηριστικών της περιοχής.

5.2 Συμπεράσματα και αξιολόγηση της μεθοδολογίας

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

- Το όρος Γιούχτα δομείται από Ανωκρητιδικούς και Ιουρασικούς ασβεστόλιθους και αποτελεί ένα ασύμμετρο τεκτονικό κέρας ενώ η περιβάλλουσα αυτό περιοχή από Νεογενείς κυρίως αποθέσεις.
- Γενικά οι περιοχές όπου εντοπίζεται απότομη μεταβολή της κλίσης οριοθετούνται από ρηγματογενείς ζώνες.
- Στην περιοχή επικρατούν τα στοιχεία που κλίνουν δυτικά και νοτιοδυτικά καθώς και αυτά που κλίνουν ανατολικά και νοτιοανατολικά
- Οι περιοχές που παρουσιάζουν απότομη αλλαγή της διεύθυνσης κλίσης οριοθετούνται από ρηγματογενείς ζώνες.

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ



ΦΟΤΟ 1– Το ρήγμα μετρήθηκε σε πολλά σημεία (239/78, 246/78, 239/80)



ΦΟΤΟ 2



FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5



FOTO 6



FOTO 7



FOTO 8



FOTO 9



FOTO 10



FOTO 11



FOTO 12



FOTO 13

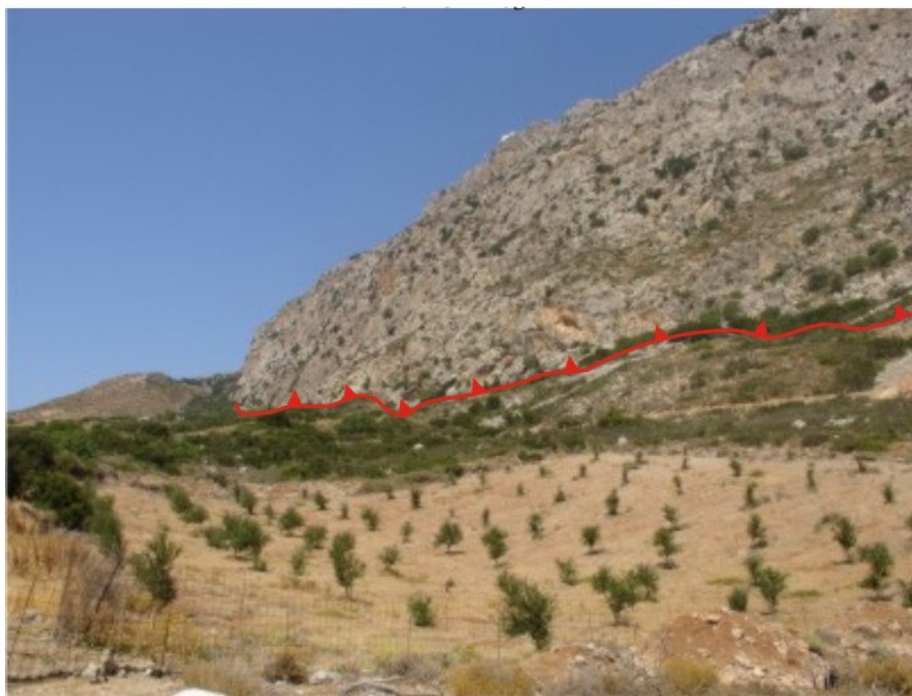
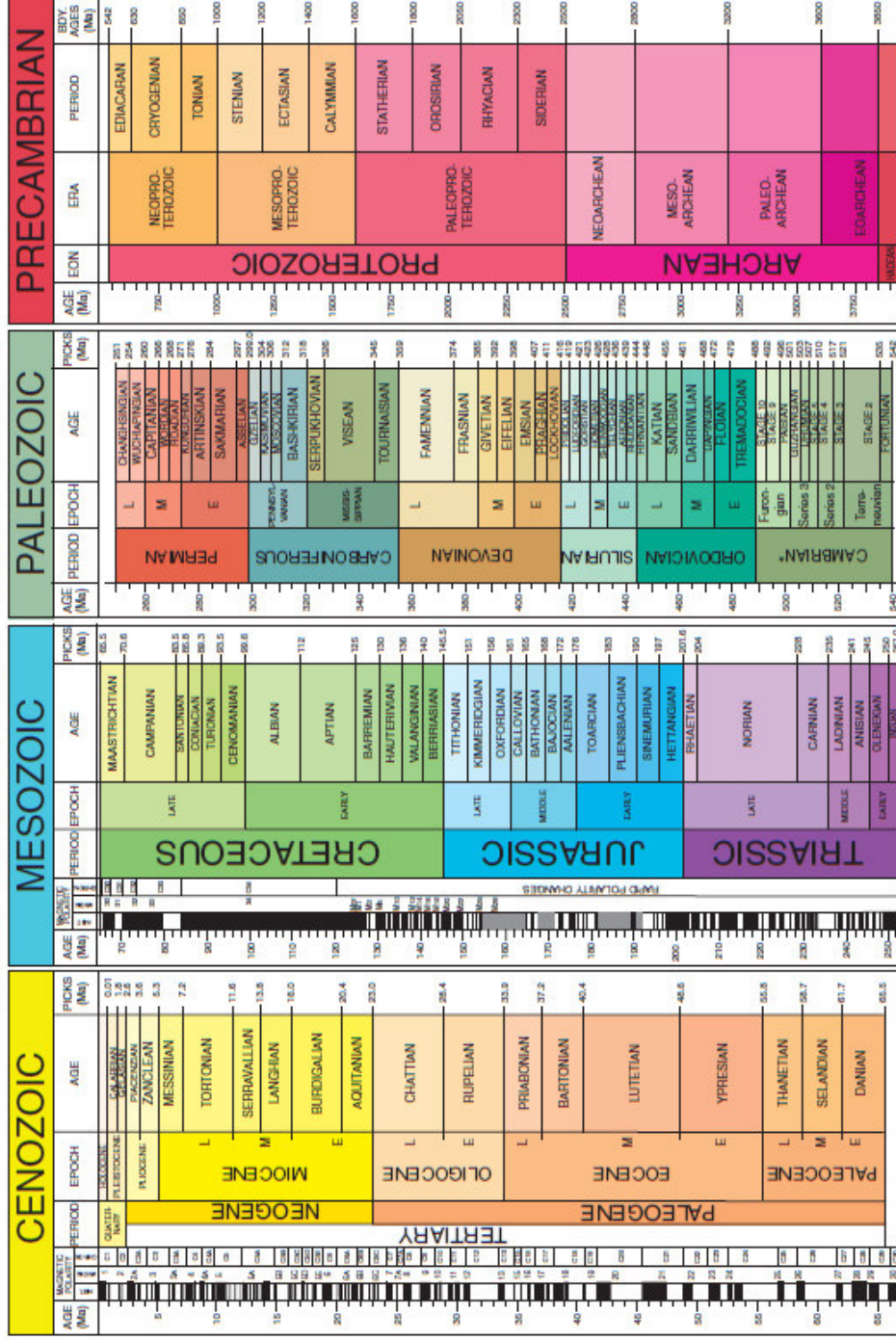


FOTO 14



FOTO 15 10/25

2009 GEOLOGIC TIME SCALE



*International ages have not been fully established. These are current names as reported by the International Commission on Stratigraphy.

Walker, J.D., and Gaisman, J.W., compilers, 2009, Geologic Time Scale: Geological Society of America, doi: 10.1130/2009.CTS004R02C. ©2009 The Geological Society of America.

Sources for nomenclature and ages are primarily from Gradstein, F., Ogg, J., Smith, A., et al., 2004, A Geologic Time Scale 2004: Cambridge University Press, 689 p. Modifications to the Tertiary time scale and the Cretaceous time scale are primarily from Gradstein, F., Ogg, J., Smith, A., et al., 2004, A Geologic Time Scale 2004: Cambridge University Press, 689 p. Modifications to the Tertiary time scale and the Cretaceous time scale are primarily from Gradstein, F., Ogg, J., Smith, A., et al., 2004, A Geologic Time Scale 2004: Cambridge University Press, 689 p. Modifications to the Tertiary time scale and the Cretaceous time scale are primarily from Gradstein, F., Ogg, J., Smith, A., et al., 2004, A Geologic Time Scale 2004: Cambridge University Press, 689 p.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kiliass, A., Fassoulas, C., Mountrakis, D., 1993, Tertiary extension of continental crust and uplift of Psiloritis metamorphic core complex at the central part of the Hellenic arc, Bull. Geol. Soc. Greece, XXVIII, 297-314.
2. Fytrolakis, N., 1980, The geological structure of Crete: Problems, observations and conclusions, Habil. Thesis, Nat. Tech. Univ., Athens.
3. Alloway, B.J. (ed), 1990. Heavy metals in soils, Glasgow, *Blackie*, 1-339.
4. Bhattacharya, R.S. and Stacey F.D., 1969, Frequency independence of low field susceptibility of rocks, J. Geophys. Res. 74, 2025-7.
5. Boyko, T., Scholger, R., Stanjek, H., MAGPROX Team, 2004, Topsoil magnetic susceptibility mapping as a tool for pollution monitoring repeatability of in situ measurements, Journal of Applied Geophysics 55, 249-259.
6. Lecoanet, H., Leveque, F., Ambrosi, J.-P., 2003, Combination of magnetic parameters: an efficient way to discriminate soil-contamination sources, Environmental Pollution 122, 229-234.
7. Petrovsky, E., Kapicka, A., Jordanova, N., Borucka, L., 2001, Magnetic Properties of alluvial soils, contaminated with lead, zinc and cadmium, Journal of Applied Geophysics 48, 127-136.
8. Snoek, J.L., 1948, Dispersion and absorption in magnetic ferrites at frequencies above one megacycle, Physica 14, 207-17.
9. Thompson, R. and Oldfield, F., 1986, Environmental Magnetism, Allen & Unwin Ltd.
10. Zeng, X., Jin, T., Jiang, X., Kong, Q., Ye, T., Nordberg, G.F., 2004. Effects on the prostate of environmental cadmium exposure – A cross-sectional population study in China, *BioMetals*, vol. 17, no. 5, pp. 559-566(8), Kluwer Academic Publishers.

Βιβλιογραφία για την τεκτονική

ALTHERR. R., SCHLIESTEDT, M., OKRUSCH. M. SEIDEL E., KREUZER. H., HARRE, W., LENZ, H., WENDT, I. & WAGNER, G. (1979): Geochronology of high-pressure rocks on Sifnos (Greece, Cyclades). -Contr. Mineral. Petrol. 70, 245-255.

ALTHERR, R., KREUZER, H., WENDT, I., LENZ, H., WAGNER. G.-A., KELLER, J., HARRE, W. & HOHNDOERF, A. (1982): A late Oligocene/early Miocene high temperature belt in the Attico-Cycladic crystalline complex (SE Pelagonian, Greece). -GeoJ. 1b., E23, 97-164.

ANDRIESS, P.-A., BOELRUK, N.-A., HERBEDA, E.-H., PRIEM, H.-M., VERDURMEN, E.-A., & VERSCHURE, R.-H. (1979): Dating the events of metamorphism

- and granitic magmatism in the Alpine Orogen at Naxos (Cyclades, Greece). -Contr. Miner. & Petrol., 69,215-225.
- ANGELIER, I. (1979): Determination of the mean principal directions of stresses for a given fault population. -Tectonophysics, 56, T17-T26.
- ANGELIER, J., LYBERIS, N., LE PICHON, X., BARRIER, E. & HUCHON, F. (1986): The tectonic development of the Hellenic arc and the sea of Crete: A synthesis. -Tectonophysics, 86, 159-196.
- AVIGAD, D. & CARFUNKEL, Z. (1989): Low-angle faults above and below a blueschist belt, Tinos Is., Cyclades, Greece. -Terra Nova, 1, 182-187.
- AVIGAD, D. & CARFUNKEL, Z. (1991): Uplift and exhumation of high pressure metamorphic terrains: the example of the Cycladic blueschist belt. Tectonophysics, 188,357-372.
- AUBOUIN, J. (1959): Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale: les confins de l' Epire et de la Thessalie. -Ann. geol. Pays Hellen., 10, 1-483.
- AUBOUIN, J., (1965): Geosynclines. -Developments in Geotectonics, vol. I, Elsevier ed., Amsterdam, 335p.
- AUBOUIN, J., (1973): Des tectoniques superposees et de leur simplification, par rapport aux modeles geophysiques: l'exemple des Dinarides, paleotectonique, tectonique, tardo-tectonique, neotectonique. -Bull. Soc. Geol. France, (7), 15,42c
- AUBOUIN, J. & DEDOUPT, J., (1965): Sur la geologie de l'Egee: regard sur la Crete (Grece). -Bull. Soc. Geol. France, (7), 7, 787-821.
- AUBOUIN, J., DERCOURT, J., NEUMANN, M. & SIGAL, J. (1965): Un element externe de la zone du Pinde: la serie d'Ethia (Crete, Grece). -Bull. Soc. Geol. France, (7), 7, 753-757.
- BARBER, D.J. (1985): Dislocations and microstructures. -In H.R. Wenk (ed): Preferred Orientation in Deformed Metals and Rocks. An Introduction to modern texture analysis. Academic Press, London, 149-182.
- BIJU-DUVAL, B., DERCOURT, J. & LE PICHON, X., (1977): From the Thetys ocean to the mediterranean seas: a plate tectonic model of the evolution of the western Alpine system. -In B. Biju-Duval and L. Montadert (eds), Histoire Structurale Des Bassins Mediterranees. Split, Yugoslavia. Editions Technip. Paris, 143-164.
- BIZON, C & THIEBAULT F. (1974): Donnees nouvelles sur l'age des marbres et quartzites du Taygete (Peloponnese meridionale, Grece). -C R. Acad. Sc.. Serie D, 278, 9-12.
- BLAKE, M.-C, BONNEAU, M., GEYSSANT, J., KIENAST, J.-R. LEPVIER, C. MALUSKI, H. & PAPANIKOLAOU, D. (1981): A geological reconnaissance of the Cycladic blueschist belt, Greece. -Bull. Geol. Soc. Amer., 92, 247-254.
- BOCCALETTI, M. (1973): Mesogea, Mesoparathetys. Mediterranean and Parathetys: Their possible relations with the Tethys ocean development. -Ofioliti, 4, 83-96.
- BONNEAU, M. (1970): Les lambeaux allochtones du revers septentrional du massif des Psiloriti (Crete moyenne, Grece). -Bull. Soc. Geol. France, (7), 12, 1124-1129.
- BONNEAU, M. (1972a): Existence d'un lambeau de cristallin chevauchant sur la serie du Pinde en Crete moyenne (Grece). -C R. Acad. Sc. Paris. 274, 2133-2136.
- BONNEAU, M. (1972b): La nappe metamorphique de l'Asteroussia, lambeau d'affinites pelagoniennes charrie jusque sur la zone de Tripolitza de la Crete moyenne (Grece). -C R. Acad. Sc. Paris, 275, 2303-2306.
- BONNEAU, M. (1973): Sur les affinites ioniennes des "calcaires en plaquettes" epimetamorphiques de la Crete, le charriage de la serie de Gavrovo- Tripolitza et la structure de l'arc Egeen. -C.R. Acad. Sc. Paris, 277, 2453-2456.
- BONNEAU, M. (1976): Esquisse structurale de la Crete alpine. -Rapp. 5, Coll. Geol. regions Egeennes; Orsay. Bull. Soc. Geol. France, 2, 155-157

- BONNEAU, M. (1982): Evolution dynamique de l'Arc Egeen depuis le Jurassique superieur jusqu'au Miocene. -Bull. Soc. Geol. France, 24, 229-242.
- BONNEAU, M. (1984): Correlation of the Hellenides nappes in the south-east Aegean and their tectonic reconstruction. -Geol. Soc. London, sp. publ., 17, 517-527.
- BONNEAU, M. & FLEURY, J.-J. (1971): Precisions sur la serie d' Ethia (Crete, Grece): existence d'un premier flysch mesocretace. -CR. Acad. Sc. Paris, 272, 1840-1842.
- BONNEAU, M. & ZAMBETAKIS, A. (1975): La serie Mangassa de la Crete orientale (Grece): une klippe d'origine pindique externe. -C R. Acad. Sc. Paris, 281, 1719.
- BONNEAU, M., BEAUDVAIS, L. & MIDDLEMISS, F.-A. (1974): L' unite de Miamou (Crete, Grece) et sa macrofaune d'age Jurassique superieur (Brachiopods, Madreporaires). - Ann. soc. geol. Nord. 94, 71-85.
- BROWN, E.H. (1977): Crossite content of Ca-amphibole. -1. Petr. 18, 53-72.
- BRUN, J.P. & SOKOUTIS, D. & VAN DEN DRIESCHE, J.L. (1994): Analogue modelling of detachment fault systems and core complexes. -Geology, 22, 319-322.
- BRUNN, J.H. (1956): Etude geologique du Pindos septentrional et de la Macedoine occidentale. -Ann. geol. Pays Hellen., 7, 1-358.
- BUICK, I.-S. (1991): Mylonite fabric development on Naxos, Greece. -1. Struct. Geol., 13, 643-655.
- BURCHFIEL, B., ZHILIANG, C., HODGES, K., YUPING, L., ROYDEN, L., CHANG RONG, D. & JIENE, X. (1992): The south Tibetan detachment System, Himalayan Orogen: Extension contemporaneous with and parallel to Shortening in a collisional Mountain belt. - Geol. Soc. Am., Spec. Pap., 269, 141.
- BURG, J.P., IVANOV, Z., RICO, E.L., OIMOR, D. & KLIN, L. (1990): Implications of shear-sense criteria for the Tectonic evolution of the central Rhodope massif, S. Bulgaria. -Geology, 18, 451-454.
- CARMIGNY, L. & KLEGFIELD, R. (1990): Crustal extension in the northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane core complex. - Tectonics, 9, 1275-1305.
- CA YEUX, L. (1902): Sur la composition et l'age des terrains metamorphiques de la Crete. -e. R. Acad. Sc. Paris, 134, 1116-1119.
- CHALIKIOPOYLOS, L. (1903): Sitia, die Osthalbinsel Kreta. - Veroeff. d. Inst. f. Meerskunde, 4.
- CHOUKROUNE, P., GAPAIS, D. & MERLE, O. (1987): Shear criteria and structural symmetry. -1. Struct. Geol., 9, 525-530.
- CLOOS, M. (1982): Flow melanges: numerical modeling and geological constraints on their origin in the Franciscan subduction complex, California. -Bull. Geol. Soc. Am., 93, 330-345.
- CRESPI, J.-M. (1986): Some guidelines for the practical application of Fry's method of strain analysis. -J. Struct. Geol., 8, 799-808, 1986.
- CREUTZBURG, N. (1961): Über junge Verschüttungserscheinungen auf der Insel Kreta und ihre Beziehungen zum Klima des Pleistozäns. -Ann. Geol. d. Pays Hell., 12, 1-11.
- CREUTZBURG, N. & SEIDEL, E. (1975): Zum Stand der Geologie des präkretäns auf Kreta. -N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 149, 363-383.
- CREUTZBURG, N., DROOGER, C.-W., MEULENKAMP, I.-E., PAPASTAMATI, I., SANNEMANN, W., SEIDEL, E. & TATARIS, A. (1977): General geological map of Crete (scale 1:200,000). -Institute of Geological and Mining Research, Athens.
- DAVIS, G.-H. (1983): A shear zone model for the origin of metamorphic core complexes. -Geology, 11, 342-346.
- DERCOURT, I. (1972): The Canadian cordillera, the Hellenides and the sea floor spreading theory. -Can. J. Earth. Sci., 9, 709-743.

- DEWEY, J., PITMAN, W., RYAN, W. & BONNIN, J. (1973): Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. -*GeoJ. Soc. Am. Bull.*, 84, 3137-3180.
- DING, Z. (1984): Some formulae for calculating the parameters of the strain eUipse. *Tectonophysics*, 110, 167-175.
- DUNNET, D. (1969): A technique of finite strain analysis using eUiptical panicles. *Tectonophysics*, 7, 117-136.
- DURR, S., ALTHERR, R., KELLER, J., OKRliSCH, M. & SEIDEL E. (1978): The median Aegean Crystalline Belt. *Stratigraphy, Structure, Metamorphism. Magmatism*. -In: Cloos H., Roeder D. & Schmidt k., *Alps, Appenines, Hellenides*, Stuttgart.
- ENGELDER, J.T. (1974): Cataclasis and the generation of fault gouge. -*Bull. geol. Soc. Am.*, 85, 1515-1522.
- ETCHECOPAR, A. & VASSEUR, G. (1987): A 3-D Kinematic model of fabric development in polycrystalline aggregates: comparisons with experimental and natural examples. -1. *Struct. GeoJ.*, 9, 705-717.
- ETHERDGE, M.A., WALL, V.J., COX, S.F. & VERNON, R.H. (1984): High tfluid pressures during regional metamorphism and deformation: implications for mass transport and deformation mechanisms. -1. *geophys. Res.*, 89, 4344-4358.
- EPTING, M., KUDRASS, H. & SCHAFFER, A. (1972): Stratiographie et position des series metamorphiques aux Talea Ori. -z. dt. geol. Ges., 123, 365-370.
- EVIRGEN, M. & ATAMAN, G. (1981): Study of metamorphisnl of the central Menderes Massif: isograds, pressure and temperature. - *Yebilimleri (Hacatepe Univ.)* 7, 15-26.
- FASSOULAS, c., KILIAS, A. & MOUNTRAKIS, D. (1994): Post-nappe stacking extension and exhumation of the HP /L T rocks in the island of Crete, Greece. *Tectonics*, 13, 1, 127-138.
- FASSOULAS, c., KILIAS, A., MOUNTRAKIS, D. & MARKOPOULOS, T. (1993): Miocene extension in the Psiloritis Metamorphic core complex, Central Crete, Greece. -In *National Technical University of .the'ls* (eds): Special issue dedicated to ProA. Panagos, 885-903.
- FRY, N. (1979): Randomly distributions and strain meassurements in rocks. *Tectonophysics*, 60, 89-105.
- FRANTZ, L. (1992): Die polymetamorphe Entwicklung des Altkristalline auf Kreta und im Dodekanes (Griechenland): eine geologische. geochemische und petrologische Bestandsaufnahme. - (Diss). Enke Verlag, Stuttgart.
- GAUTIER, P. & BRUN, J.P. (1994): Crustal-scale geometry and kinematics of lateorogenic extension in the central Aegean. Cyclades and Evvia island. *Tectonophysics*, 238, 399-424.
- GRAHAM, C. & POWEL, R. (1984): A garnet-hornblende geothermometer: calibration, testing, and application to the Pelona schist, Southern California. *J. Met. Geol.*, 2, 13-31.
- GREILING, R. (1982): The metamorphic and structural evolution of the phyllite-quartzite nappe of westrn Crete. -1. *Struct. geol.*, 4/3, 291-297.
- HALL, R. (19C::7): Basement and cover rock history in western Tethys: HT-LP metamorphism associated with extensional rifting of Gondwana. -In *AudleyCharles, M.G. & Hallam, A. (eds): Gondwana and Tethys. Geol. Soc. spec. Publ.*, 37, 41-50.
- HALL, R. & AUDLEY-CHARLES, M.G. (1983): The structure and regional significance of the Talea ori, Crete. -*J. Struct. Geol.*, 5, 167-179.
- HALL, R., AUDLEY-CHARLES, M.G. & CARTER, D.I. (1984): -The significance of Crete for the evolution of the eastern Meditf'-.anean. -*Geol. soc. rondon, sp. publ.*, 17, 4Q9-516.
- HANCOCK, M. (1985): Brittle microtectonics: Principles and practise. -1. *Struct. GeoJ.*, V7, 3/4, 437-457.

- HANNA, S. & FRY, N. (1979): A comparison of methods of strain determination in rocks from southwest Dided (Pembrokeshire) and adjacent areas. -1. Struct. Geol., 1, 156-162
- HARMS, T., JA YKO, A. & BLAKE. M.-C.jr (1992): Kinematic evidence for extensional unroofing of the Franciscan complex along the Coast Range Fault, northern Diablo Range. California. -Tectonics, 11, 228-241.
- HOBBS, B. (1971): The analysis of strain in folded layers. -Tectonophysics, 6, 353-401.
- HOBBS, B. MEANS. W. 5~ 'VILL-MS. P. (1970): An outline of structural geology. John Wiley & SONS, Inc .. New York, 571pp.
- HOBBS, B.E .. ORD. A. & TEYSSIER, C. (1986): Earthquakes in the ductile regime. Pure & Appl. Geophys., 124, 309-336.
- HSU, T. (1966): The characteristics of coaxial and non-coaxial strain-paths. -1. Strain. Anal., 1, 216-222.
- HYNES, A.J .. NISBET. E.G .. SMITH, A.G., WELLAND, W.J.P. & REX. D.C. (1972): Spreading and emplacement ages of some ophiolites in the Othris region (eastern central Greece). -2. dt. Geol. J. Res., 123, 455-468.
- JACOBSHAGEN, v., MAKRI, J., RICHTER, D., BACHMANN, H.G., DOERT, D., GIESE, P. & RISCH, H. (1976): Alpidischer Gebirgsbau und Krustenstruktur des Peloponnes. -2. dt. Geol. Ges., 127, 337-363.
- KARAKITSIOS, V. (1979): Contribution a l'etude geologique des Hellenides. Etude de la region de Sellia (Crete moyenne, Grece). -These 3e cJ, de. UniY. P. et M. Curie. Paris, 155pp.
- KA I'5IKA I'5OS, G. (1977): La structure tectonique d'Attique et d'ile d'Eubee -Proc. 6 Coli. Geol. Aegean Region, 211-228.
- KAUFFMAN, G., KOCKEL, F. & MOLLAT, H. (1976): Notes on the stratigraphic and paleogeographic position of the Svoula Formation in the Innermost Zone of the Hellenides (Northern Greece). -Bull. Soc. geol. France, 18, 225-230.
- KILIAS, A, SOTIRIADI<, L. & MOUNTRAKIS, D. (1986): New data concerning the structural geology of the Western Crete. The transgressive carbonate mass of the Herospilion Area. -Geol. Geoph. res. Special Issue, 101\-'1£, 2u-223.
- KILIAS, A, FRISCH, W., RA I'5CHBACHER L. & SFEIKOS, A (1990): Structural evolution and PIT conditions of metamorphism of blue schists of E. Thessaly (Greece). -Bull Geol. Soc. Greece, XXI/I, 81-99.
- KILIAS, A, FASSOULAS, c., PRINIOTAKIS, M., FRISCH, W. & SFEIKOS, A (1991): Deformation and HP/LT Metamorphic conditions at the tectonic window of Kranea (W. Thessaly, N. Greece). -2. dt. geoJ. Ges., 142, 87-96p.
- KILIAS, A, FASSOULAS, CH. & MOYNT:IAKIS, D. (1994): Tertiary extension of continental crust and uplift of Psiloritis "Metamorphic core complex", in the central part of the Hellenic arc (Crete, Greece), -Geol. Rundsch, 83, 417-430.
- KLIGFIELD, R., CARMIGMANI, L. & OWENS, W. (1981): Strain analysis of a Northern Apennine shear zone using deformed marble breccias. -T. Struct. Geol., 3, 421-436.
- KNiPE, R.J. (1989): Deformation mechanisms-recognition from natural tectonites. -1. Struct. Geol., 11, 127-146.
- KNiPE, R.J. & LAW, R.D. (1987): The influence of crystallographic orientation and grain boundary migration in microstructural and textural evolution in an S-C mylonite. -Tectonophysics, 135, 153-169.
- KOBER, L. (1952): Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens. -Serb. Akad. Wiss., 189.
- KOCKEL. F. & WALTER, H. (1968): Zur Geologischen Entwicklung des Sudlichen Serbomazedonischen massivs (Nordgriechenland). -Bulg. Akad. Sc. Bull. Geol. Inst. Geot. Str. Lyth. KH. XVII, 133-142.
- KOENIG, H. & KUSS, S. (1980): Neue Daten zur Biostratigraphie des permotriadischen Autochthons der Insel Kreta. -N. Jh. Geol. Palaont. Mh., 1980, 525.

- KOPP, K.-O., OTI, E. (1977): Spezialkartierungen in Umkreis neuer Fossilfunde im Trypali- und Tripolitsa-Kalken West-Kretas. -N. Ib. Geol. Palaont. Mh., 1977,(5),217-238.
- KRAHL, J. (1982): The significance of the Blue-schists in the area of Monastery Preveli, south-western part of central Crete, Greece. -In H.E.A. T., proc., vol. 1, 298-305, Athens.
- KRAHL, J., HERBART, H. & KATZENBERGER, S. (1982): Subdivision of the allocthonous Ophiolites-bearing formation upon the Pindos group. south-western part of central Crete, Greece. -In H.E.A. T., proc., vol. 1, 32-1--3-1-2., Athens.
- KRAHL, J., KAUFMANN, G., KOZUR, H., RICHTER, D., FORSTER, O. & HEINRITZI, F. (1983): Neue Daten zur Biostratigraphie und zur tektonischen Lagerung der Phyllit-Gruppe und der Trypali-Gruppe auf der Insel Kreta (Griechenland). -Geol. Rdsch., 72, 1147-1166.
- KRANTZ, R.L. (1983): Microcracks in rocks. A review. - Tectonoph. J., 100, 449-480.
- KRONBERG, P., MEYER, W. & PILGER, A. (1970): Geologie der Rila-Rhodope Masse zwischen Strimon und Nestos. -Seith. Genf. Jb. 83. 133-190.
- KUSS, S.-E. & THORBECKE, G. (1974): Die präneogenen Gesteine der Insel Kreta und ihre Korrelierbarkeit im agäischen Raum. -Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg, 64, 39-75.
- LAW, R.D. (1987): Heterogeneous deformation and quartz crystallographic fabric transitions: natural examples from the Stack of Glencoul, northern Assynt. -1. Struct. Geol., 9, 819-833.
- LEE, J. & LISTER, G. (1992): Late Miocene ductile extension and detachment faulting, Mykonos, Greece. -Geology, 20, 121-124.
- LE PICHON, X. & ANGELIER, J. (1979): The Hellenic Arc and Trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. Tectonophysics, 69, 1-42.
- LE PICHON, X., CHAMOT-ROOKE, N., HUCHON, P. & LUXEY, P. (1993): Implications des nouvelles mesures de géodésie spatiale en Grèce et en Turquie sur l'extrusion latérale de l'Arc taurique et de l'Egée. -C.R. Acad. Sci. Paris., 316, 983-990.
- LIN, S. & WILLIAMS, F. P. (1992): The geometrical relationship between the stretching lineation and the movement direction of shear zones. -J. struct. Geol., 14, 491-497.
- LISLE, R. (1977): Clastic grain shape and orientation in relation to cleavage from Aberystwyth grits, Wales. - Tectonophysics, 39, 381-395.
- LISLE, R. (1985): Geological strain analysis. -Pergamon Press, Oxford.
- LISTER, G.-S. & WILLIAMS, P.-T. (1979): Fabric development in shear zones, theoretical controls and observed phenomena. -1. Struct. Geol., 1, 283-299.
- LISTER, G.-S. & HOBBS, B.-E. (1980): The simulation of fabric development during plastic deformation and its application to quartzite: the influence of deformation history. -J. Struct. Geol., 2, 355-370.
- LISTER, G.-S. & WILLIAMS, P.-T. (1983): The partitioning of deformation in flowing rock masses. - Tectonophysics, 92, 1-33.
- LISTER, G.-S. & SNOKE, A.-W. (1984): S-C Mylonites. -1. Struct. Geol., 6, 617-138.
- LISTER, G.-S. & DAVIS, G.-A. (1989): The origin of metamorphic core complexes and detachment faults formed during Tertiary continental extension in the northern Colorado River region, U.S.A. -1. Struct. Geol., 11, 65-94.
- LISTER, G.-S., BANGA, G. & FEENSTRA, A. (1984): Metamorphic core complexes of Cordilleran type in the Cyclades, Aegean Sea, Greece. -Geology, 12, 221-225.
- MARINOS, G. (1957): Zur Gliederung Ostgriechenlands in tektonische Zonen. -Geol. Rdsch. 46. 2, 421-426.
- MATTHEWES, P., BOND, R. & VAN DEN BERG, J. (1971): Analysis and structural implications of a kinematic model of similar folding. -Tectonophysics, 12, 129-154.
- MERCIER, J. (1968): Etude géologique des zones internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce). Contribution à l'étude du métamorphisme et de l'évolution magmatique des zones internes des Hellénides. - Thèses, Paris 1966, Ann. Geol. Paris, 20. 1-792.

- MERCIER, L. M., SOREL, D. & SIMEAKIS, K. (1987): Changes in the state at' stress in the overriding plate of a subduction zone: the Aegean Arc from the Pliocene to the Present. -Ann. Tectonicae, I, 20-39
- MEULENKAMP, J-E., JONKERS, A & SPPAK P. (1977): Late Miocene to early Pliocene development of Crete. - VI Col. Geoi. Aegean region, Athen. 269-280
- MEULENKAMP, J.-E., WORTEL, M.-J.-R., VAN WAMEL, W.-A, SPAKM-AN, W. & HOOGERDUYNSTRATING, E. (1988): On the Hellenic subduction zone and the geodynamic evolution of Crete since the late Middle Miocene. -Tectonophysics, 146, 203-215.
- MILLER, D.-M. & CHRISTIE, J.-M. (1981): Comparison of quartz microfabric with strain in recrystallized quartzite. -1. Struct. Geol., 3, 129-141.
- MOUNTRAKIS, D., SAPOUNTZIS, E., KILLAS, A, ELEITHERIADIS, G., & CHRISTOFIDES, G., (1983): Paleogeographic conditions in the western pelagonian margin in Greece during the initial rifting of the continental area. Canad. J. Earth Sci., 20, 1673-1681.
- MOUNTRAKIS, D., KILIAS, A & ZOUROS, N. (1993): Kinematic analysis and Tertiary evolution of Pindos-Vourinos Ophiolites (Epirus-Western Macedonia, Greece). -Bull. Geol. Soc. Greece, XXII/I,.
- OLENSEN, N.O. (1987): Plagioclase fabric development in a high grade shear zone, Jotunheimen, Norway. - Tectonophysics, 142, 291-308.
- ORD, A & CHRISTIE, J.M. (1984): Flow stresses from microstructures in mylonitic quartzites from the Moine Thrust Zone, Assynt area, Scotland. -J. Struct. Geol., 6, 639-65.
- PAPANIKOLAOU, D. (1984): The three metamorphic belts of the Hellenides: a review and a kinematic interpretation. -Spec. Publ. Geol. Soc. London, 17, 551-561.
- PAPANIKOLAOU, D. (1987): Tectonic evolution of the Cycladic blueschist belt (Aegean Sea, Greece). -In: Helgeson H.-C & Schilling R.-D. (eds), Chemical Transport in Metasomatic Processes. 429-450.
- PAPASTAMATIOY, J. & REICHEL, M. (1956): Sur l'age des phyllades de l'île de Crete. -Eclogae geol. helv., 49, 147-149.
- PARASKEVIDIS, I. (1961): Über die Geologie des östlichen Asteroussiagebirges auf der Insel Kreta. -Ann. Geol. d. Pays Hell., 12, 139-148.
- PASCHIER C-W. (1982): Pseudotachylite and the development of ultra-mylonite bands in the St. Bathelémy Massif, Pyrenees. -1. Struct. Geol., 4, 69-79.
- PASCHIER C- W. & SIMPSON C (1986): Porphyroclast systems as kinematic indicators. -1. Struct. Geol., 8, 831-843.
- PAVLIDES, S., MOYNTAKHS, D., KILIAS, A & TRANOS, M. (1990): The role of strike-slip movements in the extensional area of Northern Aegean (Greece). A case of transtensional tectonics. -Ann Tectonicae, IV /2, 196-211.
- PEACH, C & LISLE, R. (1979): A Fortran IV program for the analysis of tectonic strain using deformed elliptical markers. -Comput. Geo-Sci., 3, 325-334.
- PLATT, J.-P. (1975): Metamorphic and deformational processes in the Franciscan Complex, California: Some insights from the Catalina schist terrane. -Bull. Geol. Soc. Am., 86, 1337-1347.
- PLATT, J.-P. (1986): Dynamics of orogenic wedges and the uplift of high-pressure metamorphic rocks. -Geol. Soc. America Bull., 97, 1037-1053.
- PLATT, J.-P. (1987): The uplift of high-pressure-low-temperature metamorphic rocks. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A321, 87-103.
- PLATT, J.-P. (1988): The mechanics of frontal imbrication: a first-order analysis. -Geol. J., 3, 357-389.
- PLATT, J.-P. & BEHRMANN H. J. (1986): Structures and fabrics in a crustal-scale shear zone, Betic Cordillera, SE Spain. -1. Struct. Geol., 8, 15-33.

- PLATT, J.-P. & VISSERS R.-L.-M. (1989): Extensional collapse of thickened continental lithosphere: a working hypothesis for the Alboran Sea and Gibraltar arc. -*Geology*, 17, 350-343.
- POIRIER, J.P. (1985): *Creep of Crystals*. -Cambridge University Press.
- POWELL, C. (1979): A morphological classification of rock cleavage. -*Tectonophysics*, 53, 21-34.
- RAMSEY, J. (1967): *Engineering and fracturing of rocks*. -McGraw-Hill, New York, 568.
- RAMSAY, G. H. & HUBER, M. (1983/1987): *The techniques of modern structural geology*. vol. 1 & 2. -Academic press Inc. XII + 307 S. & XII + 700 S.
- RATSCHBACHER, L. (1987): Quantification of deformation: Evaluation and comparison of strain-analysis techniques in metaconglomerates and phyllites of the Veitsch Nappe (eastern Alps). - *J. Geol. Palaeont.*, 6, 332-356.
- RATSCHBACHER, L. MERLE, O. & DAVY, P. & COBBOLD, P. (1990a): Lateral extrusion in the Eastern Alps. Part 1: Boundary conditions and experiments scaled for gravity. -*Tectonics*, 10, 245-256.
- RATSCHBACHER, L., FRISCH, W., LINZER, H.-G. & MERLE, O. (1990b): Lateral extrusion in the Eastern Alps. Part 2: Structural analysis. -*Tectonics*, 10, 257-271.
- RATSCHBACHER, L., WENK, H. R. & SINTUBIN, M. (1991): Calcite textures: examples from nappes with strain-path partitioning. -*J. Struct. Geol.*, 13, 369-384.
- RATSCHBACHER, L., RILLER, O., MESCHÉDE, M., HERMANN, O. & FRISCH, W. (1991): Second look at suspect terranes in southern Mexico. - *Geology*, 19, 1233-1236.
- REINECKE, T. (1982): Remnants of a Late Cretaceous high temperature belt on the island of Anafi (Cyclades, Greece). -*N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, 151, 7-182.
- RENTZ, C. (1947): Eine zusammenfassende Übersicht über die Mesozoische Fauna der Insel Kreta. -*Eel. geol. Helv.*, 40, 379-384.
- RING, O. (1989): Tectonogenesis of the Penninic/Austroalpine Boundary zone: The Arosa zone. - *Diss., Tuebinger Geowissenschaftliche Arbeiten*, A3, 178p., Tuebingen.
- RING, U. & MERLE, O. (1992): Forethrusting, backfolding and lateral gravitational escape in the northern part of the Western Alps (Monte Rosa region). -*Bull. Geol. Soc. Am.*, 104, 901-914.
- RUBIE, D. (1984): A thermal-tectonic model for High-pressure metamorphism and deformation in the Sesia zone, western Alps. -*J. Geol.*, 92, 21-36.
- RUITER, E.H. (1983): Pressure solution in nature theory and experiment. -*J. Geol. Soc.*, 140, 725-740.
- SANDERSON, D. (1982): Models of strain variation in nappes and thrust sheets: a review. -*Tectonophysics*, 88, 201-233.
- SANNEMANN, W. & SEIDEL, E. (1976): Die Trias-Schichten von Raurach/NW Kreta. Ihre Stellung im Kretischen Deckenbau. -*N. Jb. Geol. Palaeontol., Mh.*, 1976, 221-228.
- SCHERMER, E.R., LUX, D.R. & BURCHFIEL, B.C. (1989): Age and tectonic significance of metamorphic events in the Mt. Olympus region, Greece. -*Bull. Geol. Soc. Greece*, 23, 13-27.
- SCHMID, S.M. (1982): Microfabric studies as conditions of deformation mechanisms and flow laws operative in mountain building. -In Hsu, K.L. (ed): *Mountain Building Processes*. Academic Press., London, 95-110.
- SCHMID, S.M. & CASEY, M. (1986): Complete fabric analysis of some commonly observed quartz C Axis patterns. -In Hobbs, B.E. & Heard, M.C. (eds): *Mineral and Rock Deformation Laboratory Studies- The Paterson volume*, Am. Geophys. Un. Geophys. Monogr., 36.
- SCHMID, S.M., PANOZZO, R. & BAUER, S. (1987): Simple shear experiments on calcite rocks: rheology and microfabric (Special Research Paper). -*J. Struct. Geol.*, 9, 747-778.

- SEIDEL, E. (1968): Trias und Pindosserie im Raume von Paleochori (SW Kreta Griechenland). -Diss. Univ. Wurtzburg.
- SEIDEL, E. (1971): Die Pindos-Serie in West Kreta. auf der Insel Gavdos und im Kedros-Gebiet (Mittelkreta). -N. Jb. Geol. Palaont. Abh., 137, 443-460.
- SEIDEL, E. (1977): Lawsonite-bearing meta-sediments in the Phyllite-Quartzite series of SW-Crete (Greece). -N. Jb. Min. Abh., 130, 134-1
- SEIDEL, E. (1978): Zur petrologie der Phyllit-Quarzit-Serie Kretas ... Habilitation, Techn. Univ. Braunschweig, 145 S.
- SEIDEL, E. & OKRUSCH, M. (1976): Eo-Alpine metamorphism in the uppermost unit of the Cretan nappe system- petrology and geochronology. -Contr. Min. Petrology, 57, 259-275.
- SEIDEL, E., OKRUSCH, M., KREUZER, H., RASCHKA, H. & HARRE, W. (1981): Eo-Alpine metamorphism in the uppermost unit of the Cretan nappe system, petrology and geochronology: Part 2. Synopsis of high temperature metamorphics and associated ophiolites. -Contr. Min. Petrology, 76, 351-361.
- SEIDEL, E., KREUZER, H. & HARRE, W. (1982): A Late Oligocene/Early Miocene High Pressure Belt in the external Hellenides. -Geol. J., 97, 165-206.
- SENGOR, A.M.C. (1979): Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implications. -Nature, 279, 590-609.
- SENGOR, A.M.C., GORUR, N. & SAROGLOY, F. (1985): Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape. Turkey as a case study. -In: Biddle K., Christie-Blick N.: strike-slip deformation, basin formation. And sedimentation, Tulsa Spec. Pub. Soc. Econ. Paleont., 37, 227-244.
- SHACKLETON M. R. & RIES C. A. (1984): Relation between regionally consistent stretching lineations and plate motions. -J. Struct. Geol., 6, 111-117.
- SIBSON, R.H. (1986): Brecciation processes in fault zones. Inferences from earthquake rupturing. -Pure and Appl. Geophys., 124, 159-175.
- SIMPSON, C. & SCHMID, S. (1983): An evaluation of criteria to deduce the sense of movement in sheared rocks. -Geol. Soc. Am. Bull., 94, 1281-1288.
- SIMPSON, C. & DE PAOR G. D. (1993): Strain and kinematic analysis in general shear zones. -J. Struct. Geol., 15, 1-20.
- SMITH, A.G. (1971): Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic. -Geol. Soc. Am. Bull., 82, 2039-2071.
- SWART H. J. (1962): On the determination of polymetamorphic mineral associations and its application to the Bosnian area (central Pyrenees). -Geol. J., 52, 3-65.
- SUPPE, J. (1989): Principles of structural geology -Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- TAPPONNIER, P., (1977): Evolution tectonique du system alpin en Mediterranee; poinconnement et ecrasement rigide-plastique. -Bull. Soc. Geol. Fr., 7, 19, 437-460
- THEYE, T., SEIDEL, E. & VIDAL, O. (1992): Carpholite, sudoite and chloritoid in low high-pressure metapelites from Crete and the Peloponnese, Greece. -Bull. Mineral., 4, 487-507.
- THORBECKE, G. (1973): Die Gesteine der Ophiolith-Decke von Anogia/Mittelkreta. -Jahrb. Naturforsch. Gesell. Freiburg, 63, 81-92
- TWISS, R.J. (1986): Variable sensitivity piezometric equations for dislocation density and sub-grain diameter and their relevance to olivine and quartz. -In Hobbs, B.E. & Heard, M.C. (eds): Mineral and Rock Deformation Laboratory Studies- The Paterson volume, Am. Geophys. Union Geophys. Monogr., 36.
- VICENTE, J. C. (1970): Etude geologique de l'île de Gavdos (Grece), la plus meridionale de l'Europe. -Bull. Geol. Soc. France, (7), XII, 481-495.

- WHITE, S.H., BURROWS, S.E., CARRERAS, J., SHAW, N.D. & HUMPHREYS, J.C. (1980): On mylonites in ductile shear zones. -J. Struct. Geol., 2, 175-188.
- WHITE, S.H., BRETAN, P.G. & RUTHERFORD, E.H. (1986): Fault-zone reactivation: kinematic and mechanisms. -Phil. Trans. R. Soc. Lond., A317, 81-97.
- WILLIAMS, F. P. (1985): Multiply deformed terrains: problems of correlation. -J. Struct. Geol., 7, 269-280.
- WURM, A. (1950): Zur Kenntnis des Metamorphismus der Insel Kreta. -Neues Jahrb. Geol. Paläont., Monatsh., 206-239.
- ZAGER, D. (1972): Sedimentologie der Tripolitsakarbonate im nördlichen Mittelkreta. -Diss., Univ. Freiburg, 1-165.
- ZAMBETAKIS-LEKKAS, A. (1977): La serie de Mangassa. Stratigraphie, Paleogeographie, Tectonique. - VI Callaquirom on the Geology of the Aegean region, I, 103-109.