

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

( *Αρ. Πρωτ.*  $\frac{2618}{16.11.1995}$  )

## ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ

### ΦΥΛΛΟ ΓΥΘΕΙΟ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1: 100.000

ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΤΕΥΧΟΣ

#### ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ:

ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ **Σ.ΛΕΚΚΑΣ**

#### ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ:

**ΑΠ. ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ** (ΓΕΩΛΟΓΟΣ)

**Γ. ΔΑΝΑΜΟΣ** (ΓΕΩΛΟΓΟΣ)

# ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ

## ΦΥΛΛΟ ΓΥΘΕΙΟ

### Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1ο

#### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τον οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) μας ανατέθηκε η εκπόνηση του νεοτεκτονικού χάρτη φύλλο "ΓΥΘΕΙΟ", κλίμακας 1:100.000.

Η μελετηθείσα περιοχή, που περικλείεται από τις γεωγραφικές συντεταγμένες 22,6-23,2 (γεωγραφικό μήκος) και 36,4-37,0 (γεωγραφικό πλάτος) περιβάλλει το Λακωνικό κόλπο και αποτελεί το νοτιοανατολικό τμήμα της Πελοποννήσου.

Όλες οι εργασίες πραγματοποιήθηκαν πάνω σ'ένα τοπογραφικό υπόβαθρο, κλίμακας 1:50.000, στα εξής τοπογραφικά φύλλα αντίστοιχης κλίμακας: "Γύθειο", "Μολάοι", "Ρειχέα", "Μαυροβούνι", "Παπαδιάνικα", "Νεάπολις", "Άγιος Νικόλαος Βοιών" και "Κύθηρα", που περιλαμβάνει και ένα τμήμα της Ελαφονήσου.

Η ερευνητική ομάδα που έλαβε μέρος στη σύνταξη του νεοτεκτονικού χάρτη αποτελείται από τους:

Σ. Λέκκα, Δρ. Γεωλόγο (Επ. Καθηγητή) Επιστ. Υπεύθυνος

Α. Αλεξόπουλο, Γεωλόγο (Επιστ. Συνεργάτη)

Γ. Δανάμο, Γεωλόγο

οι οποίοι και εκφράζουν τις ευχαριστίες τους προς τον ΟΑΣΠ για τη χρηματοδότηση του προγράμματος, που είχε ως αποτέλεσμα την ολοκλήρωση της μελέτης.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται επίσης και στους συναδέλφους Γ. Λειβαδίτη, Επ. Καθηγητή του Παν/μίου Αθηνών και Χρ. Κακαλέτση, γεωλόγο, για τις παρατηρήσεις των στην ύπαιθρο επί θεμάτων γεωμορφολογίας.

Η ερευνητική ομάδα ακολούθησε τις προδιαγραφές του παραπάνω οργανισμού, που καθορίστηκαν από ειδική επιστημονική επιτροπή, που έλαβε υπόψη της τη Διεθνή Επιτροπή Νεοτεκτονικής της UNESCO. Για την ολοκλήρωση της έρευνας πραγματοποιήθηκαν κυρίως εργασίες υπαίθρου, αλλά και εργαστηριακές.

Για την εκπόνηση του γεωλογικού-γεωτεκτονικού χάρτη έγινε αξιολόγηση και αξιολόγηση όλων των προγενέστερων γεωλογικών εργασιών και χαρτών.

Ιδιαίτερη προσπάθεια καταβλήθηκε για τη χαρτογράφηση των φύλλων (κλίμακας 1:50.000) "Παπαδιάνικα", "Νεάπολις", "Άγιος Νικόλαος Βοιών", γιατί δεν υπάρχουν γεωλογικοί χάρτες της περιοχής αυτής.

Στα υπόλοιπα φύλλα, για τα οποία υπάρχουν γεωλογικοί χάρτες, έγιναν ορισμένες διορθώσεις, σύμφωνα με τις απόψεις μας και τις παρατηρήσεις υπαίθρου, σε ό,τι αφορά το είδος των επαφών, αλλά και τη θέση τους.

Ιδιαίτερη προσοχή εδόθη στο ρηξιγενή ιστό της ευρύτερης περιοχής, τόσο για τον εντοπισμό, όσο και για το χαρακτηρισμό των ρηγμάτων σε ενεργά, πιθανώς ενεργά και ανενεργά, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Νεοτεκτονικής επιτροπής του ΟΑΣΠ.

Παράλληλα με την έρευνα υπαίθρου μελετήθηκαν με λεπτομέρεια οι αεροφωτογραφίες όλης της περιοχής, σε κλίμακα 1:15.000 και 1:40.000, ώστε σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις υπαίθρου να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την τεκτονική και τη γεωμορφολογία της περιοχής.

Στο εργαστήριο κατασκευάστηκαν και μελετήθηκαν παλαιοντολογικά και πετρογραφικά παρασκευάσματα και επεξεργάστηκαν τα τεκτονικά στοιχεία, (επίπεδα ρηγμάτων και γραμμές τεκτονικής ολίσθησης), για να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το εντατικό πεδίο της περιοχής.

## 1.2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στη γεωλογική δομή της περιοχής του χάρτη λαμβάνουν μέρος τόσο αλπικοί όσο και μεταλπικοί σχηματισμοί. Οι αλπικοί σχηματισμοί ανήκουν στις παρακάτω γεωτεκτονικές ενότητες:

- α) Η ενότητα Ανατολικής Ελλάδας
- β) Η ενότητα Πίνδου
- γ) Η ενότητα Τρίπολης
- δ) Η ενότητα Φυλλιτών - Χαλαζιτών
- ε) Η ενότητα Μολάων και
- στ) Η ενότητα Κρήτης - Μάνης.

(PARASKEVOPOULOS 1964, 1965, ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ 1974, LEKKAS-PAPANIKOLAOU 1978, PANAGOS et al 1979, BRAUER-ITTNER-KOVALCZYK 1980, THIEBAULT 1982, BRAUER 1983, LALLEMANT 1984).

Στους μεταλπικούς σχηματισμούς ανήκουν τα τεταρτογενή ιζήματα, (θαλάσσια και χερσαία), καθώς και οι νεογενείς αποθέσεις, οι οποίες έχουν γενικά ηλικία Πλειοκαίνου (ΨΑΡΙΑΝΟΣ 1955, SYMEONIDIS 1970, ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ 1974,

MARCOPOULOU-DIACANTONI 1977, LALLEMANT 1984, ΒΕΡΥΚΙΟΥ-ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΑΚΟΥ 1986).

Από νεοτεκτονική άποψη η περιοχή του νεοτεκτονικού χάρτη κατατάσσεται μεταξύ των περισσότερο ενεργών περιοχών της Ελλάδος, καθώς παρουσιάζει γενικά αυξημένη σεισμική δραστηριότητα. Πολλές πόλεις έχουν πληγεί στο απώτερο, αλλά και στο πρόσφατο ιστορικό παρελθόν από καταστρεπτικούς σεισμούς (πχ. Σπάρτη, Πλύτρα).

Η υψηλή σεισμική δραστηριότητα προκύπτει από τη συμμετοχή της περιοχής στο σημερινό ενεργό νησιωτικό τόξο του Αιγαίου, του οποίου αποτελεί τμήμα, όπως φαίνεται άλλωστε από τον κατατεμαχισμό της από μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες, που συνθέτουν ένα πυκνό δίκτυο.

Η μακρόχρονη δράση των ρηξιγενών αυτών ζωνών αποτυπώνεται στη σημερινή φυσιογραφική εικόνα, που παρουσιάζει η παραπάνω περιοχή και της οποίας βασικό στοιχείο είναι η διάκριση αφ'ενός μεν τμημάτων με μεγάλο μέσο υψόμετρο, που αντιστοιχούν σε τεκτονικά κέρατα, αφ'ετέρου δε τμημάτων με χαμηλό μέσο υψόμετρο, που αντιστοιχούν σε τεκτονικά βυθίσματα (THIEBAULT 1982, LALLEMANT 1984).

Ο παραπάνω διαχωρισμός στις θεμελιώδεις αυτές γεωμορφολογικές μονάδες είναι αποτέλεσμα της υπάρξεως και δράσεως των ρηγμάτων, των οποίων τα στοιχεία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά θα περιγραφούν στο οικείο κεφάλαιο.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2ο

### 2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

#### 2.1.1 ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

##### ❶. ΓΕΝΙΚΑ

Το σύνολο των αλπικών σχηματισμών της περιοχής του χάρτη εντάσσεται σε έξι αλπικές γεωτεκτονικές ενότητες, οι οποίες εμφανίζονται με τη μορφή τεκτονικών καλυμμάτων επωθήσεως.

Η δημιουργία και η επάλληλη τοποθέτηση των τεκτονικών καλυμμάτων έλαβε χώρα κατά την περίοδο Α. Ηώκαινο - Μέσο Μειόκαινο, όπως προκύπτει από τα γενικότερα βιβλιογραφικά δεδομένα (THIEBAULT 1981, 1982, LALLEMANT 1984, LYBERIS 1984), που αναφέρονται στην περιοχή.

Για τις ανάγκες του νεοτεκτονικού χάρτη δεν κρίθηκε αναγκαίο να ασχοληθούμε και να επεκταθούμε στα προβλήματα, που συνδέονται με τους αλπικούς σχηματισμούς, όπως είναι η ηλικία, η μεταμόρφωση, η ένταξη των αλπικών ενοτήτων σε παλαιογεωγραφικό σχήμα, η ερμηνεία της αλπικής δομής κ.λ.π.

Για το λόγο αυτό οι διάφοροι σχηματισμοί έχουν ομαδοποιηθεί και ταξινομηθεί, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Επιστημονικής Επιτροπής του ΟΑΣΠ και με αυτό τον τρόπο παρουσιάζονται στο υπόμνημα του γεωλογικού- νεοτεκτονικού χάρτη.

Η κατώτερη ενότητα, από τεκτονική άποψη, που εμφανίζεται στην περιοχή, η οποία είναι και η σχετικά αυτόχθονη, είναι η ενότητα Κρήτης - Μάνης και ακολουθούν οι ενότητες:

- \* Μολάων
- \* Φυλλιτών - Χαλαζιτών
- \* Τρίπολης
- \* Πίνδου και
- \* Ανατολικής Ελλάδας.

##### ❷. ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΡΗΤΗΣ - ΜΑΝΗΣ

Η ενότητα αυτή αναπτύσσεται κυρίως στο νοτιοδυτικό τμήμα του χάρτη (περιοχές Λάγιο, Γύθειο και Σκούταρι), ενώ μια μικρότερη εμφάνιση παρατηρείται στο

χωριό Γεράκι στο βόρειο τμήμα του χάρτη. Στο σύνολό της αποτελείται από ανθρακικά και κλαστικά ιζήματα και παρουσιάζεται πολυπτυχωμένη και λεπιωμένη.

\* **Φλύσξης:** Ο φλύσξης καταλαμβάνει πολύ μικρή έκταση στην περιοχή Σκουτάρι και αντιπροσωπεύεται κυρίως από τα μεταβατικά προς το φλύσχη ιζήματα. Κυριαρχούν οι ασβεστοφυλλίτες, οι οποίοι εξελίσσονται σταδιακά σε μεταψαμμίτες και μεταπηλίτες.

\* **Ανθρακικά ιζήματα:** Τα στρωματογραφικά ανώτερα ανθρακικά ιζήματα αποτελούνται από πολύχρωμα μικρολατυποπαγή μάρμαρα, που περιέχουν κονδύλους πυριτιολίθων (περιοχή Σκουτάρι). Προς τα κάτω τα μάρμαρα αυτά μεταπίπτουν σε λεπτοπλακώδη και εναλλάσσονται με ενδιαστρώσεις ή κονδύλους πυριτιολίθων. Θεωρούνται ότι αντιστοιχούν στους ασβεστολίθους της Βίγλας της Ιόνιας ζώνης (περιοχή Λάγιο). Στη συνέχεια απαντά τοπικά μια λεπτή κλαστική πυριτική ακολουθία που θεωρείται αντίστοιχη των σχιστολίθων με Possidonies (περιοχή νότια από το χωριό Λάγιο). Ακολουθούν παχυστρωματώδη έως άστρωτα μάρμαρα και δολομιτικά μάρμαρα, όπου οι κόνδυλοι και οι ενδιαστρώσεις του πυριτίου είναι πολύ σπανιότεροι των προηγούμενων οριζόντων. Θεωρούνται ανάλογα των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα της Ιόνιας ζώνης.

### **③. ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΟΛΑΩΝ**

Η ενότητα των Μολάων, που σχηματίζει τον ορεινό όγκο των Μολάων, είναι προβληματική σε ό,τι αφορά την ένταξή της σε μία από τις γνωστές τεκτονικές ενότητες της Πελοποννήσου.

Αποτελείται από μεσοπλακώδη έως παχυπλακώδη τεφρόλευκα μάρμαρα, που περιέχουν κίτρινες ενδιαστρώσεις αργιλικού υλικού, παρουσιάζοντας έτσι κατά τόπους ταινιωτή υφή.

Το σύνολο αυτών των στρωμάτων παρουσιάζεται πολυπτυχωμένο και λεπιωμένο.

Η σχέση της ενότητας των Μολάων με τις άλλες τεκτονικές ενότητες είναι ασαφής διότι οι επαφές είτε καλύπτονται από μεταλπικά ιζήματα, είτε είναι κατακόρυφα ρήγματα.

### **④. ΕΝΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΙΤΩΝ-ΧΑΛΑΖΙΤΩΝ.**

Η ενότητα φυλλιτών-χαλαζιτών απαντά στο βορειοδυτικό τμήμα του χάρτη (περιοχή Δαφνίου-Κροκεών), καθώς επίσης και στο νοτιοανατολικό (περιοχή Ταλάων - Ελίκας - Παντάνασσας και Νεαπόλεως).

Πρόκειται για έντονα μεταμορφωμένα πετρώματα, που αποτελούνται κυρίως από χαλαζίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους και μεταβασικά πετρώματα. Υπέρκεινται τεκτονικά της ενότητας Κρήτης-Μάνης, ενώ καλύπτονται επίσης τεκτονικά από την ενότητα Τρίπολης και επικλυσιογενώς κατά θέσεις από νεογενή ιζήματα. Τα παραπάνω πετρώματα παρουσιάζονται έντονα πολυπτυχωμένα και σχιστοποιημένα, ενώ πολλά φαινόμενα λεπίωσεων και εσωτερικών ολισθήσεων διακρίνονται στη μάζα τους.

## **5. ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΠΟΛΗΣ.**

Η ενότητα της Τρίπολης είναι επωθημένη στις προηγούμενες ενότητες και αποτελείται από μια παχειά ανθρακική ακολουθία στρωμάτων, που περικλείεται μεταξύ δύο κλαστικών. Η κατώτερη κλαστική ακολουθία είναι γνωστή με το όνομα "στρώματα Τυρού", η δε ανώτερη αντιστοιχεί στο φλύσχη.

Η ενότητα της Τρίπολης παρουσιάζει έντονα φαινόμενα εφραπτομενικού τεκτονισμού, έτσι ώστε να δομείται από επί μέρους τεκτονικές ενότητες σχηματίζοντας μια ακολουθία λεπών. Τα λέπη αυτά διακρίνονται ευκολότερα στους κατώτερους και στους ανώτερους ορίζοντες, λόγω της λιθολογικής διαφοράς μεταξύ των "στρωμάτων Τυρού" ή φλύσχη και των ανθρακικών ιζημάτων. Από απόψεως επιφανειακής εξαπλώσεως καλύπτει την μεγαλύτερη έκταση στην περιοχή μελέτης.

\* **Φλύσξης:** Ο φλύσξης αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών και πηλιτών. Εμφανίζεται μόνο σε μια θέση, στο χωριό Άγιος Ιωάννης Μονεμβασίας και βρίσκεται τεκτονικά σφηνωμένος μεταξύ των ασβεστολίθων της Τρίπολης και της Πίνδου.

\* **Ανθρακικά ιζήματα:** Πρόκειται για ασβεστολίθους, δολομίτες και δολομιτικούς ασβεστολίθους. Οι δολομίτες είναι συχνότεροι στους κατώτερους στρωματογραφικά ορίζοντες, αλλά και κοντά στις ρηξιγενείς ζώνες.

Τα ανώτερα στρώματα των ανθρακικών ιζημάτων, που χαρακτηρίζονται από μεγάλα τρηματοφόρα (Nummulites, Alveolines ) τριτογενούς ηλικίας, έχουν περιορισμένη έκταση στην περιοχή. Παρουσιάζονται στο ανατολικό τμήμα του χάρτη γύρω από το χωριό Ιέρακας και στην ευρύτερη περιοχή του χωριού Άγιος Ιωάννης Μονεμβασίας.

Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι, που περιέχουν ρουδιστές, καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στο βορειοανατολικό τμήμα του χάρτη (περιοχή Ρειχέας, Λαμπόκαμπου, Κυπαρισσίου και Κουπιών).

Αξιοσημείωτο είναι, ότι οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της περιοχής Ρειχέας-Λαμπόκαμπου αντιπροσωπεύονται από κλαστικούς λατυποπαγείς ασβεστολίθους. Ίδιοι ασβεστόλιθοι απαντούν και στο όρος Κρίθινο, στο ακρωτήριο Μαλέας.

Οι ιουρασικοί ασβεστόλιθοι είναι αρκετά συχνοί και μακροσκοπικά αναγνωρίζονται από την παρουσία μικρών *Megalodon* και *Cladocoropsis* (περιοχές Πρ. Ηλία Μεταμόρφωσης, Λαμπόκαμπου, Πλατωρίου).

Οι ανωτριάδικοί ανθρακικοί σχηματισμοί, που αποτελούν την προς τα πάνω εξέλιξη των "στρωμάτων Τυρού", είναι στη βάση τους πολύ συχνά στρωματολιθικοί και παρουσιάζουν μια ταινιωτή υφή (περιοχή Κρεμαστών).

**\*Στρώματα Τυρού:** Οι κυριώτερες εμφανίσεις παρατηρούνται στις περιοχές Κροκεών-Στεφανιάς, Μολάων-Απιδιάς, Παπαδιάνικων-Φοινικίου και Βελιών.

Πρόκειται για ένα ηφαιστειοϊζηματογενές σύνολο, που αποτελείται από φυλλίτες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή με ανθρακικές ή πυριτικές κροκάλες, δολομιτικές ενδιαστρώσεις, λάβες, πυροκλαστικά, τοφφίτες και ιζήματα, που οφείλουν τον σχηματισμό τους στην ηφαιστειότητα. Στις θέσεις που επικρατούν χαλαζιτικοί σχηματισμοί παρατηρείται μεταλλοφορία.

Η ακολουθία αυτή των πετρωμάτων είναι ασθενώς μεταμορφωμένη, πολυπτυχωμένη και λεπιωμένη. Κατά θέσεις τα "στρώματα Τυρού" εξελίσσονται προς τα πάνω στην ανθρακική ακολουθία της ενότητας της Τρίπολης. Όμως στις περισσότερες θέσεις η επαφή μεταξύ "Στρωμάτων Τυρού" και ανθρακικών της Τρίπολης είναι τεκτονική (λεπίωση).

Η διάκριση των "στρωμάτων Τυρού" από τους "Φυλλίτες-Χαλαζίτες" πολλές φορές είναι δύσκολη, εάν δεν υπάρχουν τα πυροκλαστικά ιζήματα, οι λάβες και οι τοφφίτες.

## **6. ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΙΝΔΟΥ.**

Η ενότητα Πίνδου καταλαμβάνει πολύ μικρή έκταση στην περιοχή μελέτης και αντιπροσωπεύεται μόνο από μερικά μικρά ράκη.

Πρόκειται είτε για ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους, όπως βόρεια της Νεάπολης και βόρεια του χωριού Φαρακλό, που επικάθονται απ'ευθείας στην ενότητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών χωρίς την παρεμβολή του καλύμματος της Τρίπολης, είτε για ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους, "πρώτο φλύσχη" και ραδιολαρίτες, όπως στην Ελαφόνησο και στη Βελανιδιά.

Ιζήματα μικρής έκτασης και πάχους της ενότητας Πίνδου έχουν παρασυρθεί από το κάλυμμα Ανατολικής Ελλάδας και έχουν σφηνωθεί κάτω από αυτό. Έτσι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και φλύσχης παρεμβάλλονται μεταξύ των τριαδικών ωολιθικών ασβεστολίθων της Ανατολικής Ελλάδας και των ασβεστολίθων της Τρίπολης, στον Άγιο Ιωάννη Μονεμβασίας.

Παρόμοιο φαινόμενο παρατηρείται και στη χερσόνησο της Ξυλής δυτικά της Πλύτρας, όπου μεταξύ των οφιολίθων της Ανατολικής Ελλάδας και των ασβε-



στολίθων της Τρίπολης παρεμβάλλονται μικρά τεμάχια από ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους της Πίνδου.

## 7. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.

Η ενότητα αυτή αποτελεί την ανώτερη τεκτονική ενότητα της περιοχής μελέτης. Τα πετρώματά της αποτελούνται από τα διάφορα μέλη του οφιοιθικού συμπλέγματος και από γκρίζους λευκούς και ροδόχρους παχυπλακώδεις νηριτικούς και πολλές φορές ωολιθικούς ασβεστολίθους του Τριαδικού.

Η παραπάνω ενότητα παρουσιάζεται λεπιωμένη και στις περισσότερες θέσεις οι ασβεστόλιθοι εφιππεύουν σε οφιολίθους, όπως στην περιοχή Αγγελώνας, Συκέας και της χερσονήσου της Ξυλής. Σε ορισμένες περιοχές το κάλυμμα επωθείται στα "στρώματα Τυρού" και συνίσταται μόνο από τριαδικούς ασβεστολίθους, συνήθως ωολιθικούς, οι οποίοι ποτελούν τις κορυφές των βουνών "Χαβαλάς", "Σκαρδόλακκας" και "Γράβες".

### 2.1.2 ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

#### I. ΓΕΝΙΚΑ

Οι μεταλπικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν ένα μεγάλο τμήμα της περιοχής μελέτης, εμφανιζόμενοι κυρίως περιφερειακά του Λακωνικού κόλπου, καθώς και στην λεκάνη του Ευρώτα.

Η τελευταία είναι μια μεταλπική λεκάνη, η οποία οριοθετείται με μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες από τα όρη Πάρνωνας προς τα ανατολικά και Ταύγετος προς τα δυτικά, που συνιστούν τεκτονικά κέρατα. Άλλες μικρότερες λεκάνες φιλοξενούν επίσης τους παραπάνω σχηματισμούς, οι οποίοι, είτε καλύπτουν επικλυσιογενώς το αλπικό υπόβαθρο, είτε έρχονται σε επαφή μέσω ρηγμάτων με αυτό.

Οι μεταλπικοί σχηματισμοί μπορούν να διακριθούν, από απόψεως ηλικίας, σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) τους νεογενείς και β) τους τεταρτογενείς σχηματισμούς.

#### II. ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί διακρίνονται σε χερσαίους και σε θαλάσσιους σχηματισμούς.

Οι χερσαίοι σχηματισμοί περιλαμβάνουν:

- Αλλουβιακές - ποταμοχειμάρριες αποθέσεις.
- Αιολικές αποθέσεις ακτών (θίνες).
- Κώνους κορημάτων και πλευρικά κορήματα.
- Ποταμοχειμάρριες πλειστοκαινικές αποθέσεις και
- Ελλουβιακούς σχηματισμούς - εδάφη.

Οι θαλάσσιοι σχηματισμοί περιλαμβάνουν:

- Σχηματισμούς του Τυρρηνίου και
- Σχηματισμούς του Κατωτέρου Πλειστοκαίνου.

## ❖. ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

### ❶ Αλλουβιακές - ποταμοχειμάρριες αποθέσεις.

Οι σχηματισμοί αυτοί αναπτύσσονται κατά μήκος των μεγαλύτερας τάξεως κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, που διασχίζει την περιοχή και κυρίως κατά μήκος του ποταμού Ευρώτα, όπως και στις εκβολές του, όπου έχουν τη μορφή δελταϊκών αποθέσεων.

Αποτελούνται από ασύνδετα υλικά διαβρώσεως, δηλαδή άμμους, αργίλους, κροκάλες, λατύπες και χαλίκια διαφόρου μεγέθους. Οι αποθέσεις αυτές, κυρίως κατά μήκος των βορείων ακτών του Λακωνικού κόλπου, σχηματίζουν παράκτιες αποθέσεις με ταξιθέτηση του υλικού σύμφωνα με το μέγεθος των υλικών.

### ❷ Αιολικές αποθέσεις ακτών (θίνες).

Οι αποθέσεις άμμων αιολικής προέλευσης (θίνες) παρουσιάζουν εκτεταμένη εξάπλωση στις βόρειες ακτές του Λακωνικού κόλπου, εκατέρωθεν του ποταμού Ευρώτα.

Δημιουργούν αμμόλοφους κατά μήκος της παραλίας και καλύπτονται κατά το μάλλον ή ήττον από θαμνώδη βλάστηση. Θίνες παρατηρούνται επίσης στην περιοχή της Πλύτρας, στην περιοχή του Μαραθιά, στον όρμο της Νεαπόλεως, στα Βιγκλάφια και στις παραλίες της Ελαφονήσου.

Παρατηρούνται διάφορες γενεές θινών και το πάχος τους ορισμένες φορές υπερβαίνει τα 5 μέτρα.

### ❸ Κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα.

Οι κώνοι κορημάτων και τα πλευρικά κορήματα καταλαμβάνουν τις υπώρειες και τις πλαγιές μεγάλων ασβεστολιθικών μαζών, που σχηματίζουν τα ανθρακικά ιζήματα κυρίως της ενότητας της Τρίπολης και της ενότητας Μολάων.

Η σημασία τους, προκειμένου να εντοπισθούν οι ρηξιγενείς ζώνες, είναι μεγάλη, γιατί αναπτύσσονται συνήθως κατά μήκος μεγάλων ρηξιγενών επιφανειών, όπου η δραστηριότητά τους ευνοεί τη δημιουργία των πλευρικών κορημάτων.

Οι μεγαλύτερες εμφανίσεις κορημάτων παρατηρούνται στις νοτιοδυτικές υπώρειες του Χιονοβουνίου, πλησίον του χωριού "Κυπαρίσσι", στην περιοχή Αγίου Δημητρίου - Νιάτων, στις δυτικές πλαγιές της μάζας των μαρμάρων των Μολάων, στην περιοχή του χωριού "Μεταμόρφωση" και νοτιότερα, στις δυτικές πλαγιές του Χαβαλά και δυτικά των Δερματιάνικων Νεαπόλεως.

Πάνω από τα χωριά "Μεσοχώρι", "Φαρακλό" και "Βελανιδιά" αναπτύσσονται επίσης πλευρικά κορήματα, μέτριας έως μικρής συνεκτικότητας, ενώ συνεκτικά πλευρικά κορήματα αναπτύσσονται κατά μήκος της διαδρομής από το χωριό "Ελληνικό" προς το χωριό "Νόμια".

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων αποτελούνται από γωνιώδη ανθρακικά τεμάχια, ποικίλου μεγέθους, που έχουν υποστεί ελάχιστη έως μικρή μεταφορά.

Η συνεκτικότητα των κορημάτων σχετίζεται άμεσα με την ηλικία τους. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε τις παλαιότερες γενεές κορημάτων, όπου οι λατύπες είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και παρουσιάζουν μέτρια έως ισχυρή συνεκτικότητα και τις νεώτερες γενεές, που καλύπτουν τις προηγούμενες και που αποτελούνται από τελείως χαλαρό και ασύνδετο υλικό.

Τοπικά οι κώνοι κορημάτων αποτελούν και τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις των ορεινών περιοχών.

Οι μεγάλοι και εκτεταμένοι κώνοι κορημάτων, οι οποίοι συνήθως αναπτύσσονται στις εκβολές των μεγάλων ρεμάτων, πολλές φορές στα ανώτερα στρώματα είναι πολύ συνεκτικοί, σχηματίζοντας μια συμπαγή κρούστα, πάχους 1-2 μέτρων.

#### **④ Πλειστοκαινικές ποταμοχειμάρριες αποθέσεις.**

Οι αποθέσεις αυτές σχηματίζουν αναβαθμίδες σε διάφορα υψομετρικά επίπεδα εντός των μεγαλύτερας τάξεως κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής.

Συνίστανται από πεπλατυσμένες κροκάλες και λατύπες, ποικίλου μεγέθους και προελεύσεως, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με ένα ερυθρό αργιλοαμώδες λεπτομερές υλικό.

Ποτάμιες αναβαθμίδες παρατηρούνται στα ρέματα των περιοχών Βρονταμά, Μολάων, Δαιμονιάς και Νεαπόλεως.

## ⑤ Ελλουβιακοί σχηματισμοί - εδάφη.

Οι ελλουβιακοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν τοπικά σημαντική έκταση.

Πρόκειται για σχηματισμούς, που δημιουργούνται επί τόπου από την αποσάθρωση των αλπικών ή μεταλπικών σχηματισμών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν αυτοί που αναπτύσσονται επί των σχιστολιθικών πετρωμάτων της ενότητας Φυλλιτών-Χαλαζιτών και τους οποίους είναι δύσκολο σε ορισμένες περιπτώσεις να ξεχωρίσουμε από τα ανώτερα στρώματα του Νεογενούς.

Συνίστανται από πεπλατυσμένες χαλαζιακές λατύπες και από ερυθρές έως καστανές αργίλους.

Απαντούν κυρίως στις περιοχές των χωριών "Τάλαντα", "Δαιμονιά", "Ελίκα", "Παντάνασσα" και σε περιοχές της Νεαπόλεως, Φαρακλού, Λάγιου και Αγίου Νικολάου, όπου η ενότητα Φυλλιτών - Χαλαζιτών έχει μεγάλη ανάπτυξη.

Επίσης οι χαμηλότερες μορφολογικά περιοχές καλύπτονται γενικά από μια λεπτή κρούστα ερυθρών αργίλων και από εδάφη.

## ❖. ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ.

### ① Σχηματισμοί του Τυρρηνίου και του Κατ. Πλειστοκαίνου.

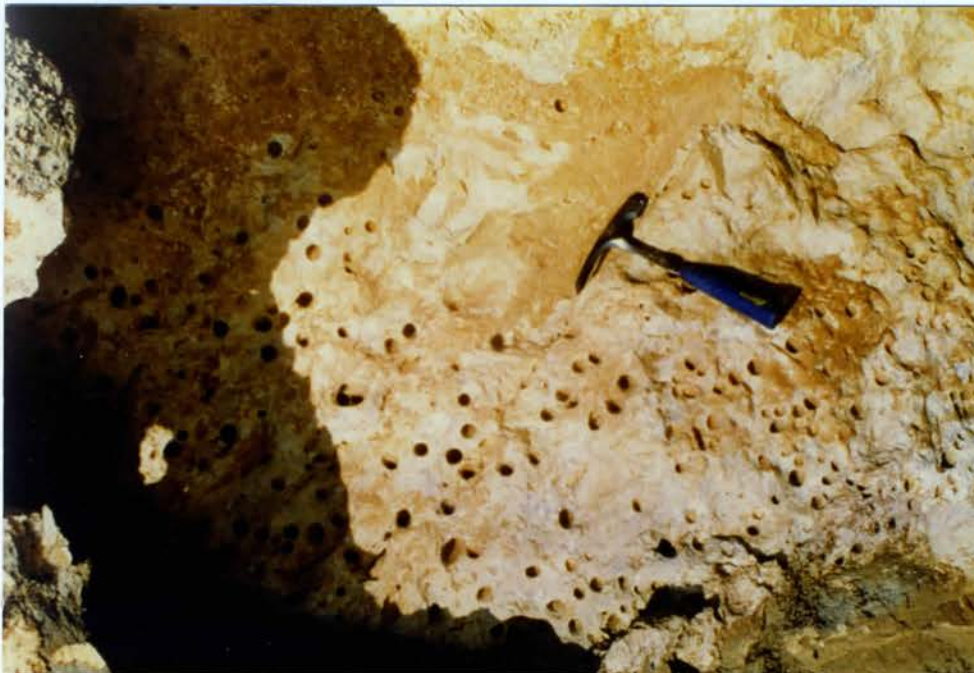
Από τους θαλάσσιους σχηματισμούς του Πλειστοκαίνου περισσότερο διαδεδομένα είναι τα ιζήματα του Τυρρηνίου. Οι Τυρρήνιες αποθέσεις στην περιοχή μελέτης είναι γνωστές με τη μορφή θαλάσσιων αναβαθμίδων (terraces), που βρίσκονται σε διαφορετικά κατά περιοχές υψόμετρα.

Τέτοιες αναβαθμίδες παρατηρούνται συχνά κατά μήκος των ανατολικών ακτών του Λακωνικού κόλπου, όπως στην Ελαία (Εικ.1), στην περιοχή Μπουζά νότια της Ελαίας, στη δυτική ακτή του όρμου της Ξυλής, στην παραλιακή ζώνη της Πλύτρας- Αρχαγγέλου, στην περιοχή της Νεαπόλεως, στην Ελαφώνησο και νότια της Μονεμβασίας. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις οι αναβαθμίδες του Τυρρηνίου παρουσιάζουν την ίδια βασική κατακόρυφη δομή. Στη βάση τους παρατηρείται ένα αδρομερές κροκαλοπαγές επίκλυσης και στη συνέχεια ακολουθούν οριζοντες χονδροκόκκων ψαμμιτών και κροκαλολατυποπαγών.

Πρόκειται περί συνεκτικών σχηματισμών, συχνά απολιθωματοφόρων με *Cladocora* sp., *Ostrea* sp., ενώ σπανιότερα περιέχουν και *Strobus bubonius*. Σε μερικές περιοχές παρατηρήσαμε βιοδηλωτικά ίχνη (οπές) ή και όστρακα από *Lithodomus lithophagus*, που πιθανότατα συνδέονται με την τυρρήνια θάλασσα (Εικ. 2).



Εικ. 1.: Τυρρήνια αναβαθμίδα πλησίον της Ελαίας (επί του δρόμου Ελαίας - Γλυκόβρυσης) που καλύπτει ασύμφωνα πλειοκαινικές αποθέσεις.



Εικ. 2.: Οπές και όστρακα από *Lithodromus lithorhagus* σε ανθρακικά ιζήματα της ενότητας Ανατ. Ελλάδας, στην ανατολική ακτή της Χερσονήσου της Ξυλής.

Τέτοιες οπές διαπιστώθηκαν στην ανατολική πλευρά της χερσονήσου της Ξυλής και σε υψόμετρο τριάντα περίπου μέτρων.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται επίσης και μια μικρή εμφάνιση στρωμάτων του Καλαβρίου, η οποία επίκειται ασύμφωνα πλειοκαινικών θαλάσσιων ιζημάτων. Η εμφάνιση αυτή απαντά βορείως της Νεαπόλεως και συγκεκριμένα στο χωριό "Λατομείο".

### III. ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

#### **❶ ΓΕΝΙΚΑ**

Το Νεογενές απαντά στην περιοχή μελέτης κυρίως ως θαλάσσιο ή λιμνο-θαλάσσιο και καταλαμβάνει σημαντική έκταση, παρατηρείται δε περιφερειακά του Λακωνικού κόλπου.

Τα ιζήματα αυτής της περιόδου αναπτύσσονται κυρίως στις χαμηλότερες μορφολογικά περιοχές, αλλά επίσης και σε θέσεις, όπου τα υψόμετρα είναι πολύ μεγάλα π.χ. πάνω από την Ανω Γλυκόβρυση (υψ. 750 μέτρα) και βόρεια από το χωριό "Κοσμάς" (υψ. 1000 μέτρα, εκτός περιοχής μελέτης).

Συνήθως οριοθετούνται από τους αλπικούς σχηματισμούς μέσω ρηγμάτων, ή τους καλύπτουν επικλυσιογενώς.

Στην πρώτη περίπτωση αποτελούν αποθέσεις, που καταλαμβάνουν το κέντρο τεκτονικών τάφρων, οι οποίες με τη σειρά τους περικλείονται μεταξύ τεκτονικών κεράτων, που σχηματίζουν οι αλπικοί σχηματισμοί.

Τέτοιες τεκτονικές τάφροι ή λεκάνες, που είναι και οι σπουδαιότερες της περιοχής μελέτης είναι η λεκάνη Βρονταμά - Βλαχιώτη, η λεκάνη Ελαίας - Μολάων και η λεκάνη Νεαπόλεως - Βιγκλαφίων.

Στη δεύτερη περίπτωση πρόκειται συνήθως για υπολείμματα νεογενών σχηματισμών, μικρής έκτασης και πάχους, τα οποία απαντούν κατά θέσεις επί των αλπικών σχηματισμών.

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις τα κατώτερα στρώματα των νεογενών σχηματισμών αποτελούνται από ένα βασικό κροκαλοπαγές επίκλυσης, άλλοτε μικρού και άλλοτε μεγαλύτερου πάχους.

Οι κλάστες του κροκαλοπαγούς ποικίλουν κατά θέσεις και καθορίζονται από το αλπικό υπόβαθρο.

Το συνδετικό υλικό των κροκαλών είναι συνήθως ανθρακικό. Κατά θέσεις στη βάση των νεογενών σχηματισμών υπάρχουν ιζήματα χερσαίας προέλευσης, ερυθρού χρώματος, που αντιπροσωπεύονται κυρίως από άμμους, όπως συμβαίνει στην Ελαφόνησο.

## ② Η λεκάνη Βρονταμά - Βλαχιώτη.

Η λεκάνη Βρονταμά - Βλαχιώτη αναπτύσσεται μεταξύ του όρους του Πάρνωνα προς τα ανατολικά και των ανθρακικών της Τρίπολης που δομούν, προς τα δυτικά, την ορεινή έξαρση του Αρχαγγέλου - Κακοσπαθίου - Ράχης - Ποταμού - Ξηροκάμπου (ανατολικά του Δαφνίου - Κροκεών).

Στην περιοχή αυτή, όπου οι νεογενείς αποθέσεις καταλαμβάνουν και τη μεγαλύτερη έκταση, κυριαρχούν θαλάσσια ιζήματα, που αποτελούνται από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών, άμμων και κροκαλολατυποπαγών.

Τα κροκαλολατυποπαγή αναπτύσσονται κυρίως στο βόρειο τμήμα της λεκάνης, ιδιαίτερα στην περιοχή μεταξύ των χωριών "Γεράκι" και "Ζούπενα".

Πρόκειται για κροκαλολατυποπαγή, που αποτελούνται από κλάστες διαφόρων μεγεθών, από ορισμένα εκατοστά του μέτρου έως ογκολίθους και διαφόρου προελεύσεως.

Γενικά τα υλικά των κροκαλολατυποπαγών έχουν υποστεί πολύ μικρή επεξεργασία. Το πάχος του παραπάνω σχηματισμού δεν είναι σταθερό. Το μεγαλύτερο πάχος παρατηρείται στα βόρεια κράσπεδα της λεκάνης και στην περιοχή του Πόρου, δυτικά από το Γεράκι, όπου υπερβαίνει τα εκατόν τριάντα μέτρα.

Νοτιότερα επικρατούν οι εναλλαγές ψαμμιτών, περισσότερο ή λιγότερο χονδροκόκκων, μαργών και μαργαϊκών ασβεστολίθων, που αποτελούν πλευρική εξέλιξη των κροκαλολατυποπαγών και που περιέχουν διάφορα ελασματοβράγχια.

Η ηλικία των νεογενών αποθέσεων της λεκάνης του Βρονταμά είναι γενικά πλειοκαινική, όπως προκύπτει από τα βιβλιογραφικά δεδομένα (SYMEONIDIS 1970, LALLEMANT 1984).

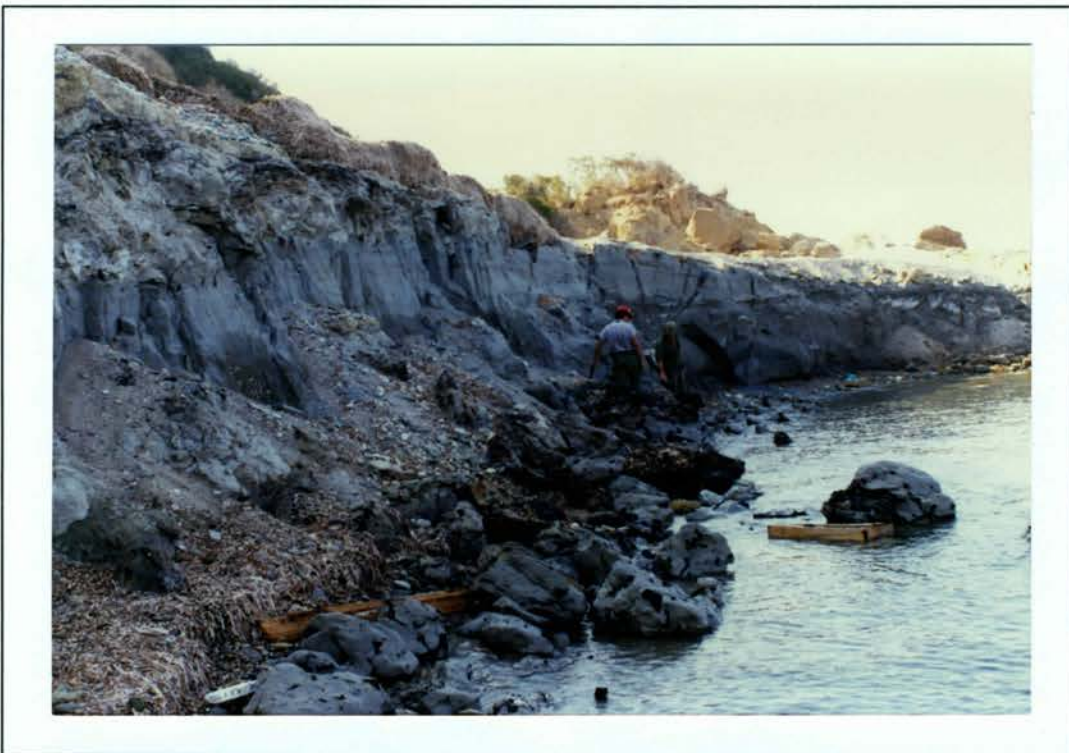
## ③ Η λεκάνη Ελαίας - Μολάων.

Οι νεογενείς αποθέσεις της περιοχής Ελαίας - Μολάων μπορούν να διακριθούν ως προς τη φάση σε :

- α) λιμναίες έως λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις και
- β) θαλάσσιες αποθέσεις

Οι πρώτες αποτελούνται από κυανόφαιες μάργες και αργίλους με λιγνιτικές ενδιαστρώσεις και σαπροπηλούς, ενώ περιέχουν επίσης φυτικά απολιθώματα, κορμούς δένδρων και λιμναίες πανίδες (*Melanopsis* sp.). Συνιστούν τα κατώτερα στρώματα της σειράς και εμφανίζονται στην παραλιακή περιοχή, βόρεια της Ελαίας (Εικ. 3, 4).





Εικ. 3.: Γενική άποψη των πλειοκαινικών λιμναίων - λιμνοθαλάσσιων αποθέσεων (κυανόφαιες μάργες - άργιλλοι, λιγνιτικές ενδιαστρώσεις - σαπροπηλοί), στην παραλιακή περιοχή βόρεια της Ελαίας.



Εικ. 4.: Λεπτομέρεια των πλειοκαινικών λιμναίων - λιμνοθαλάσσιων αποθέσεων στην παραλιακή περιοχή βόρεια της Ελαίας.



Οι θαλάσσιες αποθέσεις αποτελούνται από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών περισσότερο ή λιγότερο συνεκτικών και κροκαλοπαγών, στα οποία οι κροκάλες προέρχονται κυρίως από μεταμορφωμένα πετρώματα (χαλαζίτες, σχιστολίθους).

Οι ψαμμιτικοί ορίζοντες και οι ορίζοντες των μαργών περιέχουν θαλάσσια απολιθώματα : *Cardium* sp., *Pecten* sp., *Flabellipecten* sp., που δείχνουν ηλικία γενικά Πλειοκαίνου.

Από τα βιβλιογραφικά δεδομένα η ηλικία καθορίζεται ως Αν. Πλειοκαίνου-Κατ. Πλειστοκαίνου.

Ανάλογης λιθολογίας ιζήματα (λιμνοθαλάσσιας φάσεως), απαντούν και στην ευρύτερη περιοχή των χωριών "Παπαδιάνικα", "Ασωπός", και "Δαιμονιά".

Νεογενείς αποθέσεις καλύπτουν επίσης την παραλιακή ζώνη της ευρύτερης περιοχής της Μονεμβασίας από τον Άγιο Φωκά μέχρι τον Άγιο Ιωάννη.

#### **④ Η λεκάνη της Νεαπόλεως - Βιγκλαφίων.**

Οι νεογενείς αποθέσεις καλύπτουν επίσης την πεδιάδα της Νεαπόλεως, το νοτιότερο τμήμα του ακρωτηρίου Μαλέα, την περιοχή μεταξύ Κοράκων και Αγίας Μαρίας και την περιοχή δυτικά των Βιγκλαφίων.

Στην ευρύτερη περιοχή της Νεαπόλεως και Αγίας Μαρίας επικρατούν οι ψαμμίτες και οι άμμοι έναντι των αργίλων και των μαργών.

Πρόκειται για φάσεις συχνά λιμνοθαλάσσιες έως θαλάσσιες, οι οποίες αποδίδονται στο Άστιο (Αν. Πλειόκαινο) (SYMEONIDIS 1970, MARCOPOULOU-DIA-CANTONI 1977, LALLEMANT 1984).

Νότια των χωριών Αγίου Νικολάου και Λαχίου, πάνω στην ενότητα Φυλλιτών - Χαλαζιτών, αναπτύσσεται ασύμφωνα ένας κροκαλοπαγής σχηματισμός, του οποίου οι κροκάλες προέρχονται αποκλειστικά από μεταμορφωμένα πετρώματα. Το πάχος του κατά θέσεις υπερβαίνει τα 15 μέτρα. Ο σχηματισμός αυτός πιθανότατα αντιπροσωπεύει τους ανώτερους ορίζοντες των νεογενών αποθέσεων της περιοχής.

Αποθέσεις του Νεογενούς εμφανίζονται ακόμη στο δυτικό τμήμα του νεοτεκτονικού χάρτη και συγκεκριμένα στην περιοχή μεταξύ Γυθείου και Λευκοχώματος.

Στις αποθέσεις αυτές επικρατούν εναλλαγές μαργών κιτρίνου ή φαιού χρώματος με ψαμμίτες ή αργίλους, που περιέχουν σαπροπηλούς και φύλλα.

Πρόκειται για ιζήματα, που αντιπροσωπεύουν λιμναίες αλλά και εναλλαγές λιμναίων, θαλάσσιων και υφαλμύρων φάσεων.

Νότια από το Λευκόχωμα στους ανώτερους ορίζοντες των παραπάνω νεογενών ιζημάτων παρατηρούνται μονόμικτα κροκαλοπαγή, που αποτελούνται από υλικά

μεταμορφωμένων πετρωμάτων. Το συνδετικό υλικό των κροκαλών είναι κυρίως ερυθρά άργιλος. Ανάλογες φάσεις απαντούν και νότια του Δαφνίου.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3ο

### 3.1. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

#### 3.1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η γεωμορφολογική ανάλυση της περιοχής αποσκοπεί στον εντοπισμό, περιγραφή και μελέτη των γεωμορφών, οι οποίες συσχετίζονται με νεοτεκτονικές κινήσεις, ώστε να προσδιορισθούν τα ενεργά τεκτονικά τμήματα αυτής.

Έτσι λοιπόν εξετάζονται το υδρογραφικό δίκτυο, κυρίως ως προς το βαθμό διάβρωσης της κοίτης των κλάδων του, οι ποτάμιες αναβαθμίδες, οι γραμμές των ακτών κ.λ.π.

Τα βασικότερα γεωμορφολογικά - μορφοτεκτονικά στοιχεία της περιοχής μελέτης αφορούν στους χαρακτήρες του υδρογραφικού δικτύου και στις παρατηρήσεις επί των ακτών.

#### 3.1.2. ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΥΡΩΤΑ

Η υδρογραφική λεκάνη του ποταμού Ευρώτα αναπτύσσεται μεταξύ των ορεινών όγκων του Ταΰγету δυτικά και του Πάρνωνα ανατολικά. Η γενική διεύθυνση του επιμήκους άξονα της λεκάνης είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ. Η κοίτη του Ευρώτα βρίσκεται πλησιέστερα στον Ταΰγετο απ'ότι στον Πάρνωνα, χωρίζοντας έτσι τη λεκάνη του Ευρώτα σε δύο τμήματα, όπου το ανατολικό έχει μεγαλύτερο πλάτος από το δυτικό.

Οι μορφολογικές κλίσεις στα περιθώρια της λεκάνης διαφέρουν σημαντικά εκατέρωθεν του Ευρώτα. Αυτές είναι μικρές στα ανατολικά και πολύ μεγάλες στα δυτικά, όπου ορθώνεται απότομα ο ορεινός όγκος του Ταΰγету.

Το τμήμα που ορίζεται από την κοίτη του ποταμού και τις κλιτές του Πάρνωνα προς τα ανατολικά έχει ήπια μορφολογία. Στις κλιτές του Πάρνωνα και στην περιοχή από το Γεράκι και μέχρι το Λευκόχωμα παρατηρείται μεγάλη ανάπτυξη αλλουβιακών ριπιδίων, τα οποία μπορούν να διακριθούν σε τρεις τουλάχιστον γενεές.

Στην παραπάνω περιοχή αναπτύσσονται κλάδοι υδρογραφικού δικτύου υπό μορφή εγκιβωτισμένων μαιάνδρων, ενώ υπάρχουν επίσης και πολλές φυσικές τομές, που αποκαλύπτουν πλειστοκαινικούς ορίζοντες με παλαιοεδάφη και κρούστες.

Η ανάπτυξη των ριπιδίων κατά γενεές δείχνει διαδοχικές ανυψωτικές κινήσεις του ορεινού όγκου του Πάρνωνα σε σχέση με το υπόλοιπο τμήμα της λεκάνης, κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου. Οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις του δυτικού τμήματος της λεκάνης (περιοχή Ταϋγέτου), καθώς και η σχετική απουσία αλλουβιακών ριπιδίων υποδηλώνει τη μεγάλη ταχύτητα ανύψωσης του Ταϋγέτου κατά το πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν.

Το γεγονός αυτό δείχνει ότι δεν έχουν προλάβει να επιδράσουν οι εξωγενείς παράγοντες, που διαμορφώνουν το ανάγλυφο, λόγω των έντονων τεκτονικών διεργασιών που εξελίσσονται με γρήγορο ρυθμό. Οι παραπάνω παρατηρήσεις μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Ευρώτα βρίσκεται σ'ένα πολύ πρώιμο στάδιο διάβρωσης, ενεργό και κατά το Ολόκαινο, σε σχέση με το ανατολικό τμήμα που ανήκει σ'ένα παλαιότερο στάδιο, ενεργό κατά το Πλειστόκαινο.

### 3.1.3. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΟΛΑΩΝ

Παρόμοια αντίθεση στην εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου παρατηρούμε επίσης μεταξύ της ορεινής μάζας των Μολάων και της περιοχής Ασωπού - Παπαδιάνικων - Συκέας, που βρίσκεται ανατολικά. Έτσι η μεγάλη μάζα των βουνών των Μολάων χαρακτηρίζεται από την έντονη κατά βάθος διάβρωση, ενώ η αλλουβιακή πεδιάδα (περιοχή Ασωπού - Παπαδιάνικων - Συκέας), ανατολικά των Μολάων, συνίσταται από ανενεργές κοιλάδες, που ανήκουν σ'ένα σαφώς παλαιότερο στάδιο διάβρωσης, το οποίο δεν έχει ενεργοποιηθεί τουλάχιστον κατά το Ολόκαινο.

Λίγο ανατολικότερα, στα νεογενή ιζήματα της περιοχής Δαιμονιάς (βλέπε χάρτη) παρατηρείται κατά βάθος διάβρωση ανάλογη με αυτή των Μολάων.

### 3.1.4. ΟΙ ΑΚΤΕΣ

Η μελέτη των ακτών συνίσταται στην εξέταση εκείνων, όπου υπάρχουν αρχαία κτίσματα και κατασκευές και είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με τις κινήσεις της θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο ή τουλάχιστον κατά την ιστορική περίοδο. Από τις παρατηρήσεις επί της παράκτιας ζώνης προκύπτει ότι γενικά οι ακτές είναι βυθισμένες σε πολλά σημεία, όπως π.χ. στις περιοχές Τρινησίας, Ελαίας, Πλύτρας και Γέρακα (Εικ. 5).

Στις περιοχές αυτές υπάρχουν ανθρωπογενείς αρχαίες κατασκευές σε βάθη από 0,5 έως 1,7 μέτρα και πολύ πιθανό πέραν των 2 μέτρων.



Εικ. 5.: Βυθισμένος αρχαίος οικισμός στην περιοχή της Τρινησίας, ένδειξη μεταβολής της στάθμης της θάλασσας κατά τους ιστορικούς χρόνους.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι σχετικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας συμφωνούν με τα δεδομένα των παρατηρήσεων, που έχουν γίνει στο υδρογραφικό δίκτυο, το οποίο αναπτύσσεται στις παράκτιες περιοχές.

Έτσι η εικόνα, που παρουσιάζει το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής Ασωπού - Παπαδιάνικων - Συκέας συμφωνεί πλήρως με το γεγονός της γενικής τάσης καταβύθισης της περιοχής, όπως αποδεικνύεται από τους βυθισμένους αρχαίους οικισμούς της Αρχαίας Κυπαρισσίας, που βρίσκεται στον κόλπο της Πλύτρας.

Αντίθετα η χερσόνησος της Ξυλής αποτελεί περιοχή, η οποία έχει ανυψωθεί, αν κρίνουμε από την ανεύρεση οπών από θαλάσσιους οργανισμούς (*Lithodomus*) σε υψόμετρο 30 μέτρων (Εικ. 2). Σήμερα παρατηρείται βύθιση της περιοχής δεδομένου ότι μικροί κώνοι κορημάτων, που βρίσκονται στην ανατολική πλευρά της χερσονήσου, έχουν διαβρωθεί στη βάση τους από τη θάλασσα.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4ο

### 4.1. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

#### 4.1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.

Η περιοχή του Λακωνικού κόλπου - Χερσονήσου του Μαλέα φιλοξενεί εστίες μικρών, μέσων και μεγάλων σεισμών, τόσο επιφανειακών όσο και ενδιαμέσου βάρους.

Ο ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ (1955) αναφέρει, ότι η χερσόνησος του Μαλέα και η τεκτονική περιοχή των Κυθήρων χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερως ζωνή σεισμική δράση. Αυτό φαίνεται, τόσο από τη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής κατά τους ιστορικούς χρόνους, όσο και κατά τον παρόντα αιώνα.

##### α) Σεισμικότητα ιστορικών χρόνων.

Η σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής της Λακωνίας κατά τους ιστορικούς χρόνους φαίνεται από τα στοιχεία των σεισμών, οι οποίοι παρατίθενται παρακάτω (ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ 1955):

550 π.Χ. Δυνατός σεισμός μετά καταρρεύσεων βράχων εκ του Ταυγέτου κατέστρεψεν εξ ολοκλήρου την Σπάρτην.

464 π.Χ. Καταστροφικός σεισμός εις την κοιλάδα του Ευρώτα και εις τον Ταύγετον μετά εδαφικών ρηγμάτων και καταρρεύσεων βράχων επέφερε τον θάνατον, ως λέγεται, 20.000 ανθρώπων. Εις την Σπάρτην παρέμειναν όρθιοι μόνον 5 οικίαι.

1750. Ερημωτικός σεισμός επί των Κυθήρων. Αναφέρονται άνω των 2.000 νεκροί.

1798, Ιούνιος. Καταστροφικός σεισμός επί των Κυθήρων μετά πολυαριθμών καταρρεύσεων βράχων.

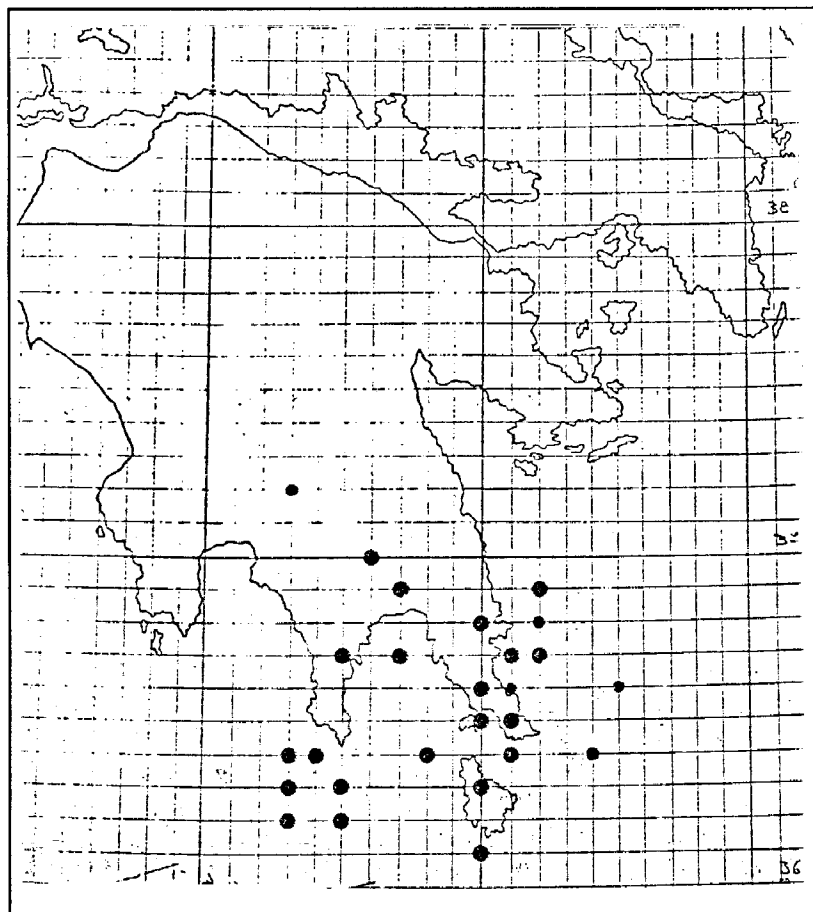
1842, Απριλίου 18. Σοβαρός σεισμός μετά καταστροφών και θυμάτων επί της χερσονήσου της Μάνης.

1866. Σοβαρός σεισμός επί των Κυθήρων μετά θαλασσίου σεισμικού κύματος, ύψους άνω των 8 μέτρων.

1867, Σεπτεμβρίου 20. Σοβαρός σεισμός μετά θαλασσίου σεισμικού κύματος επέφερε καταστροφάς και τина θύματα επί της χερσονήσου της Μάνης, ιδίως εις τα Μαρούλια και την Μονήν Γκόλα.

### β) Σεισμικότητα του παρόντος αιώνας.

Κατά τη διάρκεια του παρόντος αιώνας η ευρύτερη περιοχή της Λακωνίας παρουσιάζει υψηλή σεισμική δραστηριότητα (Εικ. 6). Στον παρατιθέμενο πίνακα (Πιν. 1) σημειώνονται τα επίκεντρα, το εστιακό βάθος, το μέγεθος, καθώς και η μεγαλύτερη ένταση, που παρατηρήθηκαν κατά τη γένεση σεισμών με μεγέθη μεγαλύτερα του 4,5 και για την περίοδο 1900-1984.



Εικ.6.: Κατανομή των επίκεντρων των κυριότερων σεισμών κατά την περίοδο 1900-1984

Οι μακροσεισμικές παρατηρήσεις, που αφορούν στους σεισμούς του παρόντος αιώνας, όπως διατυπώνονται από τον ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟ (1955, 1981), έχουν ως εξής :

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.

Ημερομηνία	Ωρα	Γεωγρ. μήκος	Γεωγρ. πλ.	Βάθος	Μέγεθος		
1901	ΟΚΤ. 25	16 18 30	37.00	22.20	5	5.5	ΚΑΛΑΜΑΤΑ
1901	ΔΕΚ. 24	23 18 00	37.20	22.20	5	5.8	ΙΣΑΡΙ
1911	ΟΚΤ. 8	01 28 30	37.00	22.00	5	4.9	ΠΕΤΑΛΙΔΙ
1925	ΟΚΤ 13	09 29 39	36.70	22.00	5	5	ΚΟΡΩΝΗ
1926	ΑΥΓ. 30	11 38 12	36.80	23.30	100	7.2	ΣΠΑΡΤΗ
1926	ΣΕΠ. 4	19 05 15	36.70	23.20	100	5.2	
1927	ΦΕΒ 14	04 49 50	36.50	23.00	5	4.9	ΝΕΑΠΟΛΗ
1927	ΙΟΥΛ 1	08 18 54	36.70	22.70	80	7.1	ΟΙΤΙΛΟ
1930	ΣΕΠ 23	20 35 38	36.70	22.00	5	4.9	ΚΟΡΩΝΙ
1931	ΙΟΥΝ 30	10 23 56	36.50	23.00	100	5.5	ΚΟΡΩΝΗ
1936	ΙΑΝ 14	15 11 28	36.60	23.10	5	5.5	ΚΥΘΗΡΑ
1944	ΙΟΥΛ 30	04 00 35	36.70	22.50	5	5.9	ΚΑΜΠΟΣ
1947	ΜΑΡ. 11	17 05 30	36.70	22.00	5	5.2	ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ
1947	ΙΟΥΛ 21	09 36 21	36.70	22.50	5	5.3	ΝΑΥΠΛΙΟ
1947	ΟΚΤ 6	19 55 34	36.90	22.00	5	7.0	ΠΥΛΙΑ
1947	ΟΚΤ 7	19 15 28	36.90	22.00	5	5.0	
1948	ΙΟΥΛ 22	06 46 55	36.90	22.00	5	5.1	
1949	ΣΕΠ 17	11 30 08	36.90	22.70	5	5.0	ΓΡΑΜΒΟΥΣΑ
1950	ΜΑΡ 18	00 10 25	36.70	22.00	5	4.5	ΚΟΡΩΝΗ
1950	ΝΟΒ 1	08 10 34	36.90	22.00	5	4.5	ΧΑΡΟΚΟΡΙΟ
1951	ΑΠΡ 4	01 10 18	37.00	22.60	5	4.5	ΜΑΓΟΥΛΑ
1954	ΜΑΡ 30	04 30 35	36.70	22.20	5	4.9	ΓΥΘΕΙΟ
1954	ΑΥΓ 6	11 33 51	36.70	23.20	100	5.4	ΚΥΘΗΡΑ
1955	ΑΠΡ 13	20 45 46	37.20	22.30	5	5.9	ΚΥΠΑΡΙΣΣΙ
1956	ΣΕΠ 3	18 40 57	36.40	22.40	5	4.7	ΓΥΘΕΙΟ
1957	ΙΟΥΛ 10	23 27 20	36.50	23.00	5	4.6	ΚΥΘΗΡΑ
1957	ΑΥΓ 10	20 30 46	36.20	22.00	5	4.7	
1958	ΙΑΝ 2	02 08 14	36.20	22.30	5	5.7	ΓΥΘΕΙΟ
1959	ΙΟΥΜ 7	14 17 28	37.20	22.00	5	4.5	ΣΟΛΑΚΙ
1958	ΑΥΓ 16	18 41 59	37.20	22.00	5	5.3	ΚΑΛΛΙΡΟΗ
1960	ΣΕΠ 6	12 48 10	36.40	22.80	5	4.5	ΓΥΘΕΙΟ
1961	ΦΕΒ 21	03 01 51	36.30	23.00	5	4.9	ΓΥΘΕΙΟ
1961	ΙΟΥΛ 19	10 39 27	36.30	22.50	5	4.5	
1961	ΟΚΤ 2	07 21 44	37.00	22.00	5	5.7	ΑΒΡΑΜΙ
1961	ΔΕΚ 11	16 53 10	36.40	23.40	70	5.1	ΑΣΣΩΠΟΣ
1965	ΑΠΡ 7	04 16 40	37.10	22.30	36	4.5	ΚΟΠΑΝΑΚΙ
1966	ΙΑΝ 15	18 07 46	36.70	23.10	37	4.8	ΠΑΠΠΑΔΙΑΝΙΚΑ
1966	ΜΑΙ 14	23 00 45	37.00	22.00	40	4.6	ΑΝΩ ΔΩΡΙΟ
1966	ΑΥΓ 7	14 30 46	36.30	22.30	49	4.5	
1966	ΑΥΓ 10	15 22 40	36.40	22.20	39	4.6	
1969	ΙΑΝ 1	21 41 30	36.50	23.10	47	4.5	
1969	ΔΕΚ 20	17 40 36	36.30	23.50	90	5.0	
1971	ΜΑΡ 3	19 01 01	36.40	22.30	67	4.5	
1971	ΣΕΠ 29	21 02 34	37.00	23.30	60	4.5	ΑΣΤΡΟΣ
1971	ΔΕΚ 18	02 33 30	36.80	23.00	44	4.6	ΠΑΠΠΑΔΙΑΝΙΚΑ
1974	ΙΟΥΝ 1	16 07 11	36.20	22.50	65	4.5	
1975	ΑΠΡ 21	20 21 04	36.50	23.10	47	4.5	
1975	ΣΕΠ 17	23 04 07	36.40	23.10	35	5.1	
1976	ΜΑΥ 15	03 03 37	36.20	23.40	45	4.6	ΝΑΥΠΛΙΟ
1978	ΑΠΡ 8	06 22 27	36.90	23.20	48	4.8	
1979	ΟΚΤ 12	19 29 20	36.60	23.00	40	4.6	
1981	ΣΕΠ 23	20 18 39	36.90	22.20	45	4.5	
1983	ΦΕΒ 24	17 58 12	36.60	22.20	55	4.9	
1984	ΦΕΒ 21	01 24 54	36.20	23.50	39	4.5	



1903, Αυγούστου 11. Μέγας σεισμός κατέστρεψεν επί των Κυθήρων πλήρως το χωρίον Μητάτα και επέφερεν εις τα Βιαράδικα εδαφικά ρωγμάς μήκους 200 μέτρων. Εσημειώθησαν δύο νεκροί.

1926, Αυγούστου 30. Μέγας σεισμός ανατολικάς της Λακωνίας, μεγέθους 7.0, επέφερε βλάβας επί της ακτής της χερσονήσου του Μαλέα, επί των Κυθήρων και της Υδρας. Ο σεισμός ούτος, προερχόμενος εκ βάθους 100 χιλιομέτρων, είχε το επίκεντρόν του εις την θέσιν 36 3/4 N, 23 1/4 E.

1927, Ιουλίου 1. Σοβαρός σεισμός επί της δυτικής ακτής της χερσονήσου της Μάνης μετά καταστροφών από Αβίας μέχρι Οιτύλου. Ο σεισμός ούτος, μεγέθους 6.9, προήρχετο εκ βάθους 120 χιλιομέτρων και είχε το επίκεντρον του εις τη θέσιν 36 3/4 N, 22 3/4 E.

1944, Ιουλίου 30. Καταστρεπτικός σεισμός επί της δυτικής ακτής της Μάνης.

1949, Σεπτεμβρίου 17. Συνεπεία σφοδροτάτου σεισμού εν Λακωνία, μεγέθους 5.7, με επίκεντρον 36.7 N, 22.1 E. Οκτώ οικίαι της Γραμμούσης κατέστησαν επικινδύνως ετοιμόρροποι και πλείσται άλλαι υπέστησαν σοβαράς διαρρήξεις. Η μετασεισμική περίοδος εξηκολούθησεν εν Γραμμούση με ελαφράς δονήσεις και πέραν της 10ης Μαρτίου του επομένου έτους. Του κυρίου σεισμού προηγήθη 2 ώρας πριν ισχυρά σεισμική δόνησις.

1955, Απριλίου 13. Σεισμός μεγέθους 6 στην Λακωνίαν (37.2 N, 22.6 E), προερχόμενος από βάθος 6 χιλιομέτρων, επέφερε βλάβες VII-VIII βαθμού στα Γαργαρέικα και στο Κυπαρίσσιον. Η ζώνη βλαβών VII βαθμού περιέλαβε τα χωριά Γωργίτσιον, Άγιος Κωνσταντίνος, Αγόριανη, Λογκανίκος και Βρέσθαινα. Ανεφέρθησαν 3 τραυματίες. Η ισόσειστος VI βαθμού περιέλαβε την Καλαμάταν, την Αλαγονίαν, τους Κωνσταντίνους, την Καμάραν, τον Άκοβον, τας Κολλίνας και την Τρίπολιν. Αισθητός μέχρις Αγρινίου, Αμφίσσης, Αθηνών, Κυθήρων και Σπετσών, σ'έκτασιν 70.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων περίπου.

#### 4.1.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από το σύνολο των σεισμολογικών δεδομένων, που παρατέθηκαν παραπάνω και της συγκρίσεώς των με τα δεδομένα υπαίθρου, μπορούμε να διατυπώσουμε τις ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Η ευρύτατη περιοχή της Λακωνίας παρουσιάζει ιδιαίτερα έντονη σεισμική δραστηριότητα από των αρχαιοτάτων χρόνων μέχρι σήμερα. Οι σεισμοί πολλές φορές έχουν προκαλέσει μεγάλες καταστροφές σε διάφορες πόλεις και χωριά, κυρίως στην πόλη της Σπάρτης, σε χωριά των χερσονήσων της Μάνης και του Μαλέα και στη νήσο των Κυθήρων.

- Το σύνολο των σεισμών χαρακτηρίζεται από το μικρό έως ενδιάμεσο εστιακό βάθος, από τις μεγάλες μακροσεισμικές εντάσεις και από μεγάλα σχετικώς μεγέθη σεισμών.

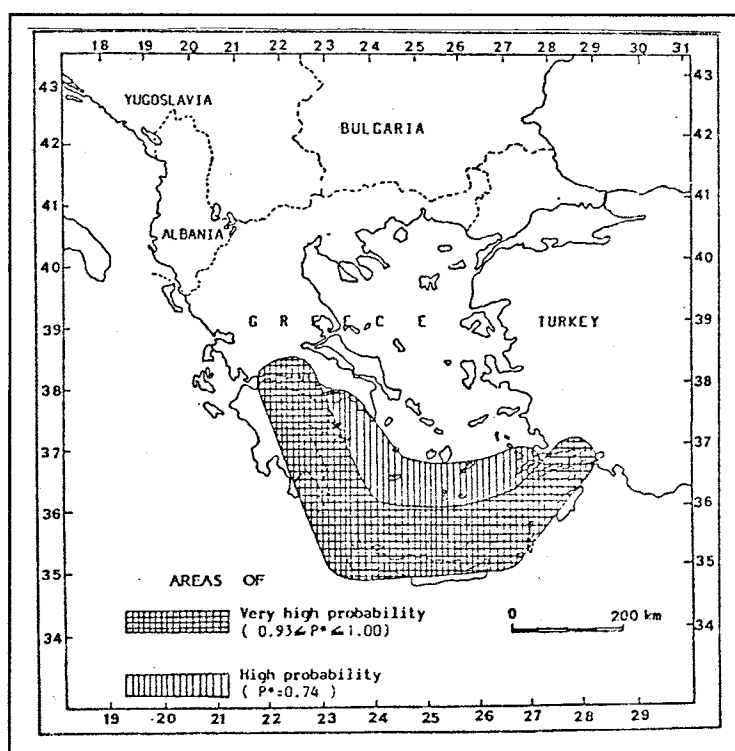
- Οι περιοχές, που παρουσιάζουν μεγάλη σεισμικότητα, αντιστοιχούν σε αυτές, που χαρακτηρίζονται από την παρουσία των μεγάλων ρηξιγενών ζωνών, οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί ως ενεργές.

Σύμφωνα με τα δεδομένα των PAPAACHOS et al (1986) η πιθανότητα να συμβεί σεισμός με μέγεθος  $M > 7.0$  και εστιακού βάθους  $h > 70$  Km κατά την περίοδο 1986-2006 είναι πολύ μεγάλη ( $0.93 < P < 1.00$ ), όπως φαίνεται στην Εικ. 7.

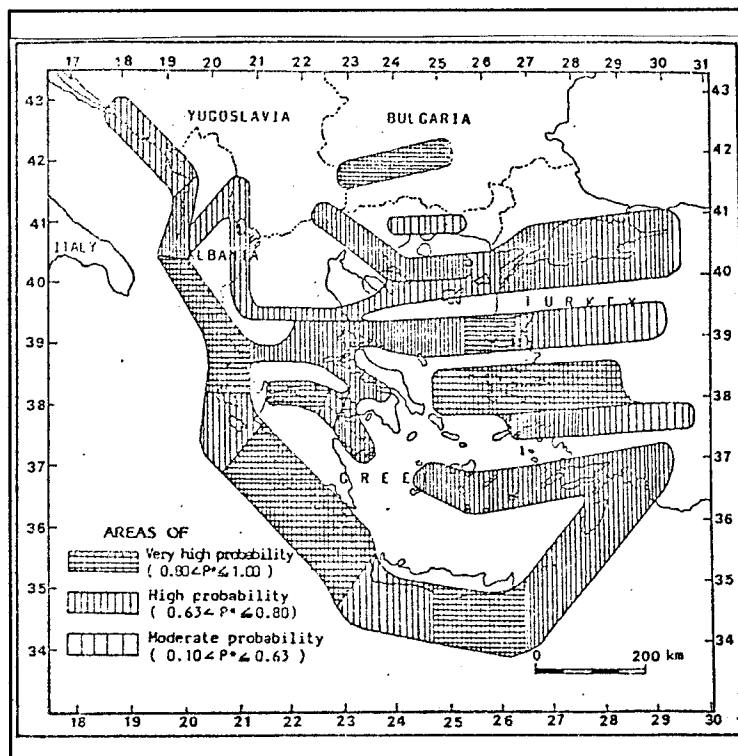
Ομοίως πολύ μεγάλη είναι η πιθανότητα ( $0.80 < P < 1.00$ ) να εκδηλωθεί επιφανειακός σεισμός με μέγεθος  $M > 6.5$  κατά την περίοδο 1986-2006, στην ευρύτερη περιοχή Μάνης - Κυθήρων, όπως φαίνεται στην Εικ. 8.

Οι αναμενόμενες σεισμικές επιταχύνσεις για την περιοχή, με πιθανότητα μη υπέρβασης 63% για τα επόμενα 100 χρόνια φαίνονται στην Εικ. 9.

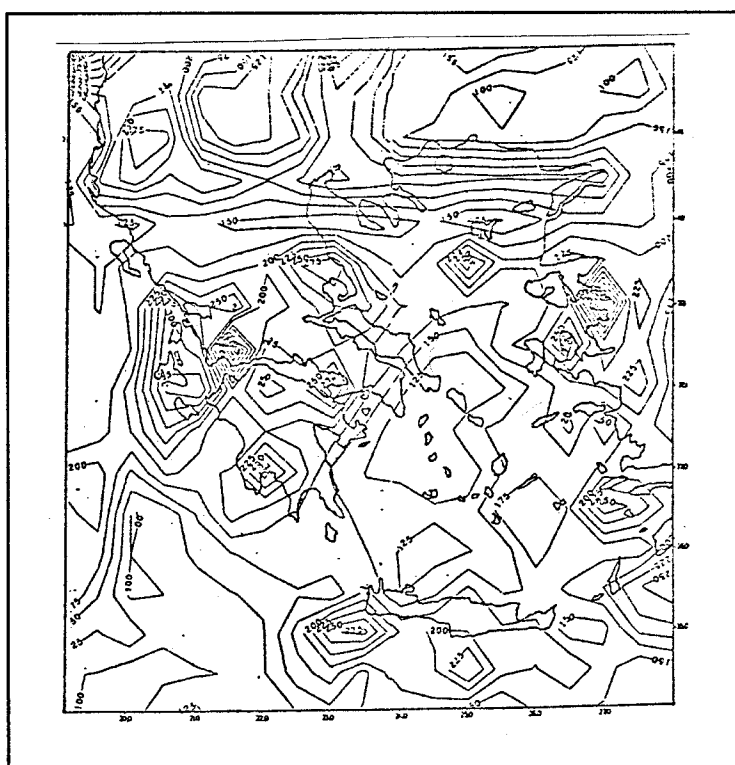
Η αναμενόμενη τιμή μακροσεισμικών εντάσεων και επιταχύνσεων του εδάφους για τα επόμενα 80 χρόνια φαίνεται στην Εικ. 10.



Εικ. 7.: Χάρτης που δείχνει την πιθανότητα να συμβεί βαθύς σεισμός ( $h > 70$  Km) με μέγεθος  $M > 7.0$  κατά την περίοδο 1986-2006 (PAPAACHOS et al 1986).



Εικ. 8.: Χάρτης που δείχνει την πιθανότητα να συμβεί επιφανειακός σεισμός με έγεθος  $M > 6.5$  κατά την περίοδο 1986-2006 (ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ et al 1986).



Εικ. 9.: Αναμενόμενες επιταχύνσεις με πιθανότητα μη υπέρβασης 63% για τα επόμενα 100 χρόνια (ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ 1986)



Εικ. 10.: Αναμενόμενες μακροσεισμικές εντάσεις και εδαφικές επιταχύνσεις για τα επόμενα 80 χρόνια (ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ 1986).

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5ο

### 5.1. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

#### 5.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα τεχνικογεωλογικά στοιχεία και χαρακτηριστικά, που αναφέρονται παρακάτω προέρχονται κυρίως από τις παρατηρήσεις υπαίθρου, δεδομένου ότι στην περιοχή του χάρτη δεν έχουν γίνει ανάλογου περιεχόμενου μελέτες, ούτε υπάρχουν τεχνικά στοιχεία από γεωτρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές κ.λ.π.

Οι παρατηρήσεις αυτές δίνουν μια γενική εικόνα για την, από μηχανική άποψη, συμπεριφορά των διαφόρων σχηματισμών και πετρωμάτων.

Ήδη οι λιθολογικές περιγραφές των διαφόρων σχηματισμών, αλπικών και μεταλπικών, είναι ενδεικτικές της τεχνικογεωλογικής τους συμπεριφοράς.

Εκτός όμως από τη λιθολογία, βασικής σημασίας είναι και ο βαθμός αποσάθρωσης, προκειμένου για κλαστικούς σχηματισμούς και η επιφανειακή και υπόγεια διακίνηση του νερού.

Προκειμένου για ανθρακικούς σχηματισμούς, σημαντικό ρόλο παίζουν οι διακλάσεις, τα ρήγματα και γενικά κάθε είδους ασυνέχεια, καθώς και ο βαθμός καρστικοποίησης των σχηματισμών αυτών.

#### 5.1.2 ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

##### ❶ ΚΛΑΣΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Από τεχνικογεωλογική άποψη οι τεταρτογενείς αποθέσεις παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τους κλαστικούς σχηματισμούς.

Πολλές φορές αποτελούνται από ασύνδετα ή ημιχαλαρά υλικά διάβρωσης και λόγω του ότι είναι οι ανώτεροι σχηματισμοί είναι επιδεκτικοί σε κατολισθήσεις ή ερπυσμούς.

Γενικά η μηχανική τους συμπεριφορά είναι πολύ κακή.

Οι απότομες κλίσεις των πρανών, οι ομόρροπες κλίσεις πρανών και σχηματισμών και η παρουσία νερού δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την εκδήλωση κατολισθήσεων.

Ιδιαίτερα επικίνδυνες περιπτώσεις για εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων είναι αυτές, όπου οι υποκείμενοι των τεταρτογενών κλαστικών αποθέσεων ή ελλουβιακών αποθέσεων σχηματισμοί δημιουργούν ένα αδιαπέρατο υπόβαθρο. Το νερό κινούμενο επί της διαχωριστικής επιφάνειας διαπερατού - αδιαπερατού λειτουργεί ως λιπαντικό, ευνοώντας την ολίσθηση των αποθέσεων αυτών.

Έτσι στις δυτικές πλαγιές του Κρίθινου όρους, όπου αναπτύσσεται κυρίως η ενότητα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών, σε πολλές θέσεις (κατά μήκος της διαδρομής Παλαίκαστρο - Λάχιο - Άγιος Νικόλαος), επί των Φυλλιτών - Χαλαζιτών επικάθονται κροκαλοπαγή του Τεταρτογενούς, με κροκάλες που προέρχονται αποκλειστικά από μεταμορφωμένα πετρώματα, ποικίλου μεγέθους, που συνδέονται μεταξύ τους μ'ένα ερυθρό αργιλικό υλικό.

Το πάχος των κροκαλοπαγών ποικίλει από ένα μέτρο έως και 15 μέτρα. Σε άλλες περιοχές αναπτύσσεται επί των μεταμορφωμένων πετρωμάτων ένας σημαντικού πάχους αποσαθρωμένος μανδύας. Τα παραπάνω κροκαλοπαγή, όπως επίσης και ο αποσαθρωμένος μανδύας, σε συνδυασμό με τις μεγάλες μορφολογικές κλίσεις είναι επιρρεπή σε κατολισθήσεις, οι οποίες μπορούν να ενεργοποιηθούν κατά τη διάρκεια έντονων και παρατεταμένων βροχοπτώσεων, ιδιαίτερα εάν αυτές συνδυαστούν με κάποια σεισμική διέγερση της περιοχής.

Επιπλέον η τελευταία δημιουργία τεχνητών πρηνών κατά μήκος της οδικής αρτηρίας Νεαπόλεως - Μεσοχωρίου - Φαρακλού έχει διαταράξει την ήδη προβληματική ευστάθεια των φυσικών πρηνών και η εκδήλωση κατολισθήσεων, που θα θέσει σε κίνδυνο το χωριό "Μεσοχώρι", είναι πολύ πιθανή.

Κροκαλοπαγή αποτελούμενα αποκλειστικά από κροκάλες μεταμορφωμένων πετρωμάτων αναπτύσσονται και κατά μήκος των ανατολικών παραλίων του Μυρτώου, από τα Νόμια μέχρι και νοτιότερα του ρέματος Ντετάρας. Εδώ όμως οι μορφολογικές κλίσεις είναι ήπιες και ο κίνδυνος εκδηλώσεων κατολισθήσεων είναι μειωμένος. Πάνω από τα χωριά "Μεσοχώρι", "Φαρακλό" και "Βελανιδιά" αναπτύσσονται ανθρακικά πλευρικά κορήματα, μέτριας έως μικρής συνεκτικότητας.

Η θέση των κορημάτων αυτών και ο βαθμός συνεκτικότητάς των τα καθιστούν επικίνδυνα για τα παραπάνω χωριά σε περίπτωση σεισμικής δράσης.

## ❷ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Οι σχηματισμοί αυτοί, επειδή χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλη συνεκτικότητα και αντοχή, παρουσιάζουν πολύ καλή μηχανική συμπεριφορά.

Οι κύριοι παράγοντες, που επηρεάζουν την συμπεριφορά των σχηματισμών αυτών, είναι ο βαθμός καρστικοποίησης και οι πάσης φύσεως ασυνέχειες (μικροδιαρρήξεις, διακλάσεις, στρώση, κ.λ.π.). Ευνοϊκές συνθήκες για τη δημιουργία κατα-

πτώσεων βράχων δημιουργούνται στις περιοχές όπου τα ανθρακικά πετρώματα διασχίζονται από μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες και επομένως τα πετρώματα αυτά είναι κατακερματισμένα.

Στα σημεία, όπου οι ρηξιγενείς επιφάνειες παρουσιάζουν μέτωπο, τέτοιο ώστε οι μορφολογικές κλίσεις να είναι μεγάλες, είναι δυνατό, τόσο σε περιόδους ηρεμίας, όσο και κατά την επαναδραστηριοποίηση των ρηγμάτων αυτών σε περίπτωση σεισμού, να εκδηλωθούν φαινόμενα καταπτώσεων βράχων.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 6ο

### 6.1 ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ

#### 6.1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Είναι γνωστό, ότι η ανατολική Μεσόγειος και πιο συγκεκριμένα το "τόξο του Αιγαίου" είναι μια περιοχή σύγχρονης σεισμικότητας, της πιο ισχυρής στο σύνολο της Μεσογείου. Το τεκτονικό πλαίσιο καθορίζεται από τις κινήσεις των πλακών Αφρικής, Αραβίας και Ευρασίας. Η περιοχή του τόξου του Αιγαίου είναι μια περιοχή που έχει υποστεί διαδοχικές τεκτονικές παραμορφώσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου. Κατά την αλπική ορογένεση ωκεάνιες και ηπειρωτικές περιοχές εξαφανίστηκαν από τα φαινόμενα της "σύγκλισης" και της "σύγκρουσης" της αφρικανικής και ευρασιατικής πλάκας, που άρχισαν από το Μεσοζωικό και ολοκληρώθηκαν τοπικά στο Μέσο Μειόκαινο.

Με τον όρο νεοτεκτονική εννοούμε τα τεκτονικά γεγονότα, που έλαβαν χώρα κατά το Νεογενές και Τεταρτογενές. Ένας γενικός εφελκυσμός άρχισε να επηρεάζει την περιοχή του Αιγαίου στο Ανώτερο Μειόκαινο με τη δημιουργία ρηγμάτων, πολλά από τα οποία έχουν κληρονομηθεί από παλαιότερες αλπικές δομές και αναζωπυρώνονται, αλλά και άλλων που δε φαίνεται να συνδέονται με παλαιότερα.

#### 6.1.2. ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ως νεοτεκτονικές λεκάνες της Λακωνίας εννοούμε τις νεογενείς και τεταρτογενείς λεκάνες, που παρεμβάλλονται μεταξύ των δύο ορεινών όγκων του Ταύγету δυτικά και του Πάρνωνα ανατολικά. Όπως προαναφέραμε, μπορούμε να διακρίνουμε κυρίως τη λεκάνη της Σπάρτης, που χωρίζεται από τη λεκάνη του Βρονταμά με την εγκάρσια ράχη της Γκοριτσάς, τη λεκάνη των Μολάων και τη λεκάνη της Νεαπόλεως.

Από τις μέχρι σήμερα μελέτες αναφέρονται τα εξής:

Οι ANGELIER et al (1976), αναφερόμενοι στην περιοχή Νεαπόλεως (στο νοτιοανατολικό άκρο της περιοχής μελέτης) διακρίνουν έναν κύριο εφελκυσμό, που έχει διεύθυνση ΔΝΔ-ΑΒΑ έως Α-Δ, ο οποίος εκδηλώθηκε στο τέλος του Πλειοκαί-



νου ή στη βάση του Πλειστοκαίνου και συνεχίσθηκε με την ίδια διεύθυνση στο Ανώτερο Τεταρτογενές ρηγματώνοντας τις Τυρρήνιες αποθέσεις. Οι παραπάνω ερευνητές αναφέρουν, ότι δεν παρατήρησαν δομές συμπίεσης, εκτός από ορισμένα ρήγματα με οριζόντια ολίσθηση στα Κύθηρα.

Οι THIEBAULT (1982), LALLEMANT et al (1983), LALLEMANT (1984) και LYBERIS (1984) βασιζόμενοι σε γεωλογικά και γεωφυσικά στοιχεία δέχονται την ύπαρξη ενός ρήγματος με οριζόντια αριστερή ολίσθηση, εγκάρσιο προς το τόξο του Αιγαίου, που επηρεάζει το σύνολο των καλυμμάτων από το Ιόνιο περιθώριο μέχρι την ακτή της Κυνουρίας. Δέχονται ότι το άλμα του είναι πολυφασικό και περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο φάσεις: α) Μια φάση συμπίεσης, ηλικίας κατά το Ακουϊτάνιο και προ του Κατωτέρου Πλειοκαίνου, με διεύθυνση B-N, δίνοντας έτσι την αριστερή οριζόντια ολίσθηση και β) μια εφελκυστική φάση κατά τη διάρκεια του Ανωτέρου Πλειοκαίνου και Τεταρτογενούς.

Ο LALLEMANT (1984) για τη νότια Πελοπόννησο δέχεται, ότι υπάρχουν δύο διαφορετικές φάσεις εφελκυσμού, που επηρεάζουν τις λεκάνες της Μεσσηνίας και Λακωνίας. Μιά πρώτη με διεύθυνση B110 και μια δεύτερη με διεύθυνση B70. Για τη δεύτερη φάση δέχεται, ότι είναι αρκετά πρόσφατη, γιατί επηρεάζει τα τυρρήνια στρώματα της Ελαίας. Τη διαφορά διευθύνσεως στον εφελκυσμό την αποδίδει στην περιστροφή της Πελοποννήσου, που έχουν προτείνει οι LE RICHON et ANGELIER (1979) και αποδεικνύεται από γεωφυσικά δεδομένα.

### 6.1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

#### ❶ Περιοχή Τρινησίας - Σκουταρίου

Η περιοχή αυτή, που αποτελεί το νοτιοδυτικό τμήμα του νεοτεκτονικού χάρτη, χαρακτηρίζεται από την παρουσία ορισμένων υπολειμμάτων μεταλλικών ιζημάτων, που βρίσκονται μέσα σε τεκτονικές τάφρους, οι οποίες καθορίζονται από περιθωριακά ρήγματα.

Τα κύρια αυτά ρήγματα στο νοτιώτερο τμήμα είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία των όρμων και τη μορφή του αναγλύφου (βλέπε γεωλογικό χάρτη).

Η ηλικία των ρηγμάτων αυτών δεν προσδιορίσθηκε άμεσα. Το γεγονός, ότι α) οριοθετούν τις πλειοτεταρτογενείς λεκάνες ή τέμνουν αντίστοιχης ηλικίας ιζήματα και β) η δυναμική τους ανάλυση δίνει έναν εφελκυσμό διεύθυνσης B75A, που όπως προαναφέραμε δημιουργεί ρήγματα τα οποία έχουν διαρρήξει τα πλειστοκαινικά ιζήματα του Τυρρηνίου, μας επιτρέπει να τα χαρακτηρίσουμε ως ενεργά.

## ❷ Περιοχή Σκάλας - Βρονταμά - Γερακίου

Πρόκειται για μια λεκάνη, που καλύπτεται από νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα. Χωρίζεται από τη λεκάνη της Σπάρτης με μια εγκάρσια ράχη, αυτή της Γκοριτσάς.

Στα νεογενή ιζήματα της λεκάνης επικρατούν θαλάσσιες φάσεις, σε αντίθεση με τη λεκάνη της Σπάρτης, όπου επικρατούν λιμναίες φάσεις.

Ο ανώτερος σχηματισμός της λεκάνης συνίσταται από χονδροειδή κροκαλοπαγή ιζήματα, που αναπτύσσονται με μορφή ριπιδίου στο βόρειο τμήμα αυτής.

Τα νεογενή ιζήματα της λεκάνης έρχονται σε επαφή με τα αλπικά πετρώματα, που βρίσκονται στα κράσπεδα της λεκάνης, άλλοτε με περιθωριακά ρήγματα και άλλοτε επικλυσσιγενώς.

Λεπτομερής μελέτη των ρηγμάτων εντός των νεογενών ιζημάτων έδειξε ότι πρόκειται για κανονικά ρήγματα με μικρό άλμα, της τάξεως από ορισμένα εκατοστά του μέτρου έως ένα μέτρο, μη δυνάμενα να χαρτογραφηθούν.

Η δυναμική ανάλυση των ρηγμάτων έδωσε έναν εφελκυσμό διευθύνσεως B245 (Εικ. 11).

Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι, ότι αναπτύσσονται επίπεδες μορφολογικές επιφάνειες διαχωριζόμενες μεταξύ τους από μορφολογικές αναβαθμίδες της τάξεως ορισμένων μέτρων.

Οι αναβαθμίδες αυτές είναι όρια περιοχής, όπου παρατηρείται μια έντονη κατά βάθος διάβρωση. Δεν διαπιστώθηκε στην ύπαιθρο, αν οι αναβαθμίδες αυτές οφείλονται σε ρήγματα ή άλλο αίτιο.

Δεδομένου, ότι τα ιζήματα καλλιεργούνται, είναι δύσκολο να εντοπίσει κανείς τις ρηξιγενείς επιφάνειες.

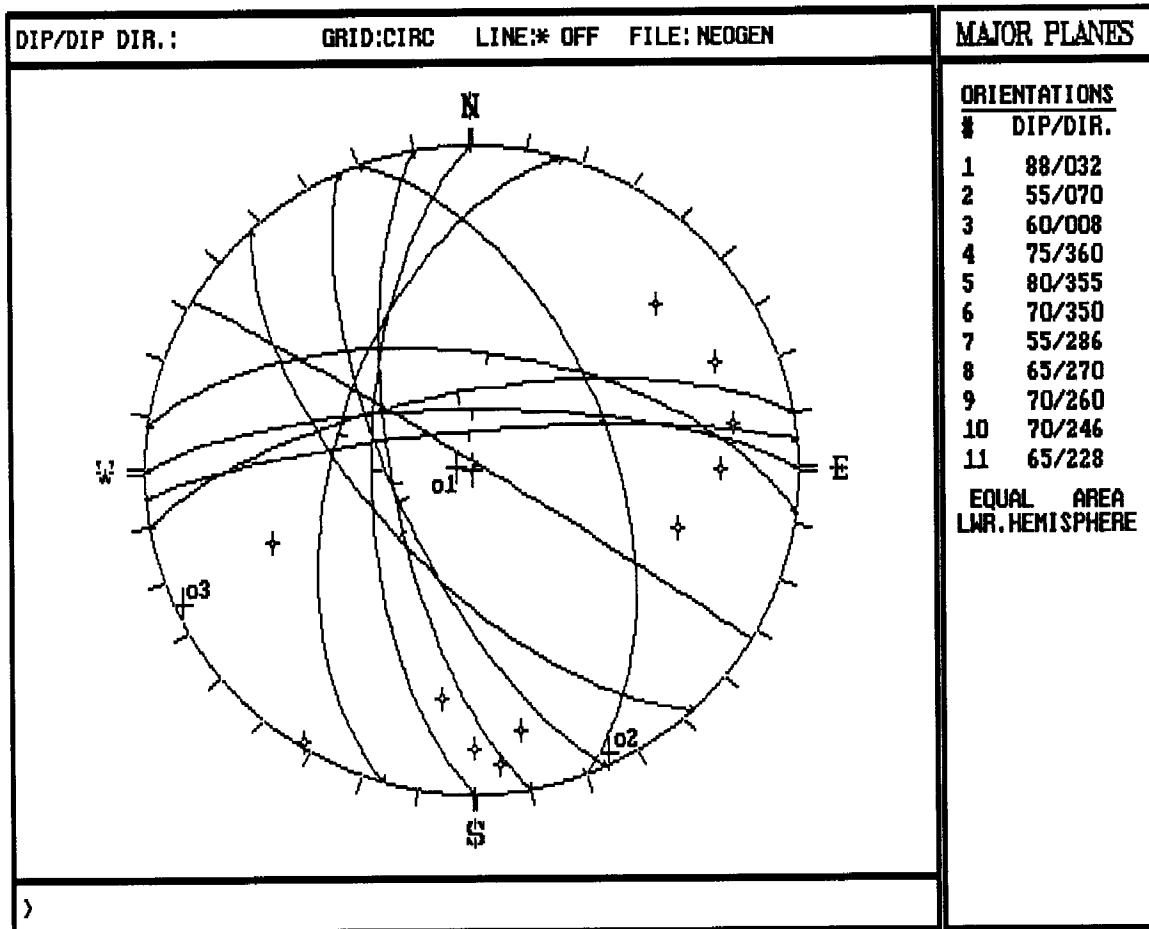
Βορειότερα της λεκάνης του Βρονταμά και πιο συγκεκριμένα στο χωριό "Κοσμάς" παρατηρήσαμε νεογενή ιζήματα σε υψόμετρο 1000 μέτρα.

Το γεγονός αυτό δείχνει μία τεκτονική δραστηριότητα της περιοχής μετά το Ανώτερο Πλειόκαινο, αφού τα ιζήματα της λεκάνης του Βρονταμά χαρακτηρίζονται ως ανωπλειοκαινικά (LALLEMANT 1984) και βρίσκονται σε υψόμετρο περίπου 350 μέτρων.

Εξ άλλου τα αδροκλαστικά κροκαλολατυποπαγή, που παρατηρούνται στο βόρειο μέρος της λεκάνης με τη μορφή ριπιδίου, επιβεβαιώνουν αυτή την τεκτονική δραστηριότητα, που πρέπει να άρχισε πριν ολοκληρωθεί η ιζηματογένεση της λεκάνης.

Στη συνέχεια ακολουθεί μία τεκτονική ηρεμία, που δημιουργεί την επίπεδη επιφάνεια, που παρουσιάζει η λεκάνη.

Οι μορφολογικές αναβαθμίδες και η έντονη κατά βάθος διάβρωση ορισμένων τεμαχίων της λεκάνης οφείλονται σε ένα μεταγενέστερο ρηγματογόνο τεκτονισμό, που το χαρακτηρίζουμε ως ενεργό.



Εικ. 11.: Στερεογραφική προβολή ρηξιγενών επιφανειών και των αντιστοίχων γραμμών προ-στρίβης, που μετρήθηκαν στη λεκάνη Σκάλας - Βρονταμά - Γερακίου, για τον καθορισμό των αξόνων των κυρίων τάσεων  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ .

### ③ Περιοχή Μολάων

Ο ορεινός όγκος, που βρίσκεται δυτικά των Μολάων, χωρίζει τη λεκάνη του Βρονταμά από τη λεκάνη των Μολάων - Παπαδιάνικων. Η λεκάνη αυτή, που καλύπτεται από μεταλπικά ιζήματα, έχει μια διεύθυνση εγκάρσια ως προς την προηγούμενή της, δηλαδή ΒΑ-ΝΔ.

Ο ορεινός όγκος των Μολάων παρουσιάζει ένα έντονο ανάγλυφο και μια ισχυρότατη κατά βάθος διάβρωση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατά βάθος διάβρωση επηρεάζει κώνους κορημάτων που περιβάλλουν τις ανατολικές και δυτικές παρυφές του ορεινού όγκου.

Ένα πλήθος ρηγμάτων τεμαχίζει τον ορεινό όγκο των Μολάων με κύριες διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ.

Πρόκειται για μια ζώνη ρηξιγενών επιφανειών. Ο έντονος ρηγματογόνος τεκτονισμός έχει ως συνέπεια νεογενή ιζήματα να βρίσκονται σε υψόμετρο 750 μέτρων, στην περιοχή ανατολικά από τη Γλυκόβρυση.

Τα περισσότερα από τα ρήγματα αυτά έχουν λειτουργήσει στο πρόσφατο παρελθόν, όπως αποδεικνύεται από γεωλογικά και μορφολογικά κριτήρια.

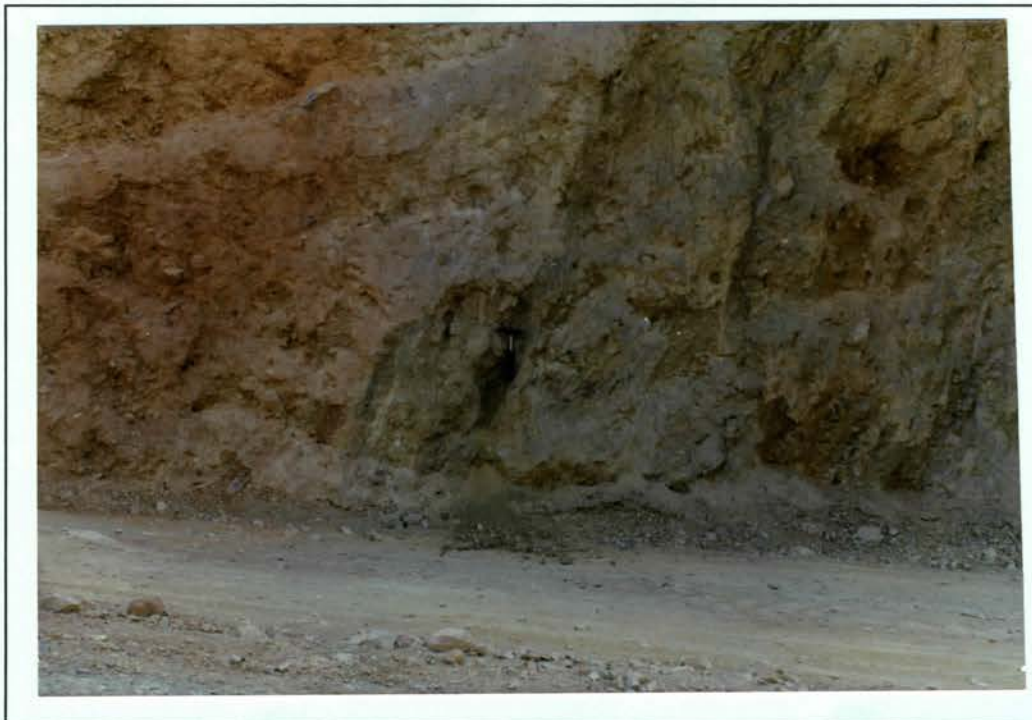
Τα γεωλογικά κριτήρια είναι:

α) Ορισμένα από τα ρήγματα έχουν διαρρήξει τα τυρρήνια στρώματα, που βρίσκονται στο νότιο μέρος της περιοχής μελέτης, όπως π.χ. στην περιοχή της Ελαίας, στη χερσόνησο της Ξυλής και στην Πλύτρα, με αποτέλεσμα τα παραπάνω στρώματα να βρίσκονται σε διαφορετικά υψόμετρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Σε μερικές θέσεις αυτά απαντούν σε υψόμετρο 30 περίπου μέτρων.

β) Το περιθωριακό ρήγμα που βρίσκεται νότια των Μολάων με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, φέρνει σε επαφή κατά θέσεις αλπικά ιζήματα με συνεκτικά κορήματα (Εικ. 12).

γ) Ρήγματα παράλληλα προς το μεγάλο περιθωριακό ρήγμα Μολάων-Πακίων τέμνουν τον μεγάλο κώνο κορημάτων, που αναπτύσσεται ανατολικά των Μολάων (Εικ.13).

Τα μορφολογικά κριτήρια είναι η έντονη κατά βάθος διάβρωση, που παρατηρείται στην περιοχή, η μεγάλη ανάπτυξη των κώνων κορημάτων και οι διαδοχικές αναβαθμίδες.



Εικ. 12.: Περιθωριακό ρήγμα, που φέρνει σε επαφή την ηφαιστειοϊζηματογενή κλαστική ακολουθία της ενότητας των Μολάων με σύγχρονα κορήματα (νότια από το χωριό Πάκια).





Εικ. 13.: Ρήγμα που κόβει τον μεγάλο κώνο κορημάτων πάνω στον οποίο είναι κτισμένοι οι Μολάοι.

Τα περιθωριακά ρήγματα του ορεινού όγκου των Μολάων, που οριοθετούν ή τέμνουν μεταλπικά ιζήματα και τα παράλληλα προς αυτά χαρακτηρίζουμε ως ενεργά, ενώ αντίθετα τα ρήγματα, που βρίσκονται μέσα στον ορεινό όγκο των Μολάων, καθώς δεν υπάρχουν στρωματογραφικά στοιχεία, χαρακτηρίζουμε ως πιθανώς ενεργά.

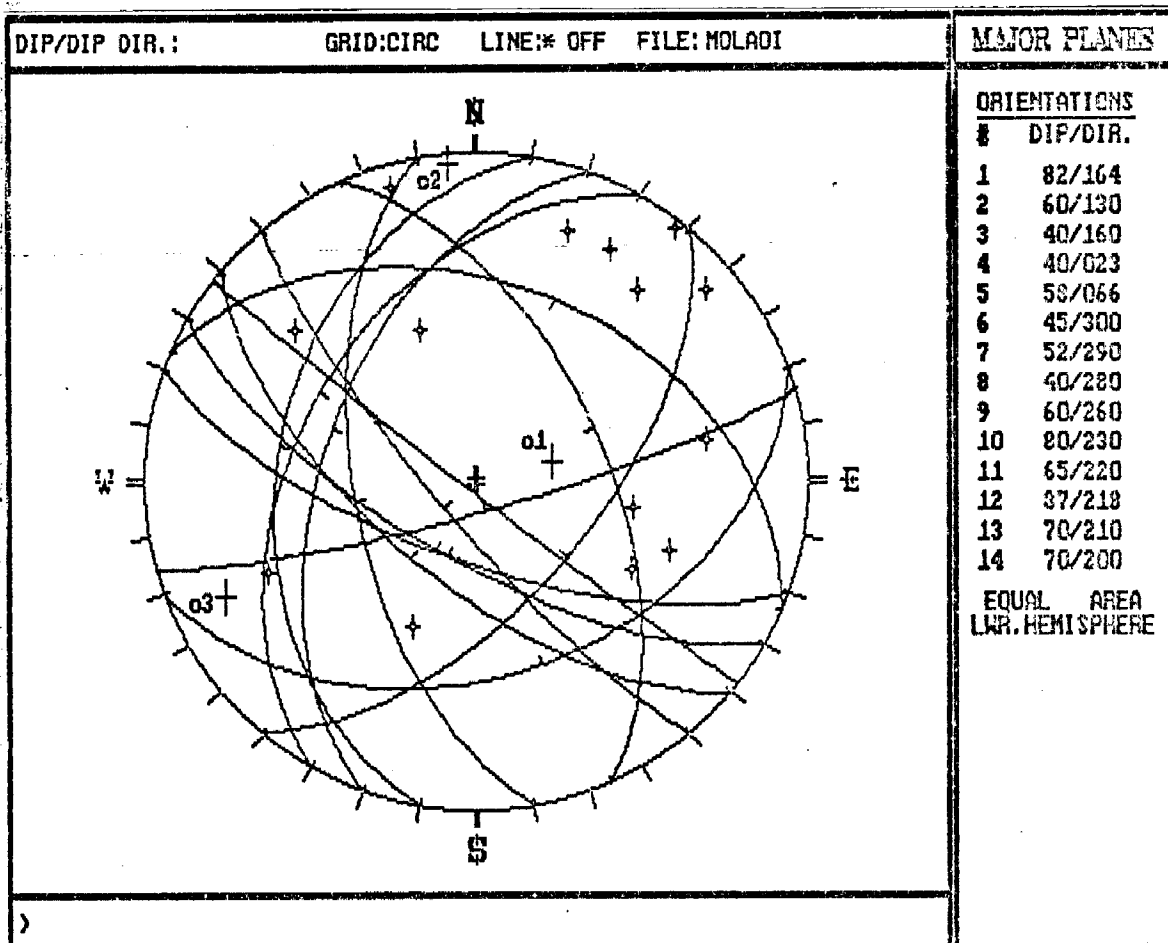
Η δυναμική ανάλυση έδωσε έναν εφελκυσμό διεύθυνσεως B244 (Εικ. 14), όμοιο με αυτόν των ρηγμάτων, που έχουν διαρρήξει τα μεταλπικά ιζήματα της περιοχής.

Τα μεταλπικά ιζήματα, που βρίσκονται κατά μήκος της παραλιακής ζώνης, βόρεια της Ελαίας, διακόπτονται από ένα πλήθος ρηγμάτων, από τα οποία, άλλα μεν έχουν διαρρήξει και τα τυρρήνια στρώματα, άλλα δε όχι (Εικ. 15).

Η δυναμική ανάλυση των ρηγμάτων, που τέμνουν τα μεταλπικά ιζήματα της περιοχής των Μολάων έδειξε, ότι πρόκειται για κανονικά ρήγματα, που έχουν δημιουργηθεί από έναν εφελκυσμό διεύθυνσεως B75.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι κατά μήκος της παραλίας, που βρίσκεται βόρεια της Ελαίας, παρατηρήσαμε έντονη διατάραξη των νεογενών στρωμάτων αποτέλεσμα της οποίας είναι η ανόρθωση και κάμψη των στρωμάτων αυτών γύρω από ένα σχεδόν οριζόντιο αξονικό επίπεδο (Εικ. 16).

Είναι πιθανό η κάμψη αυτή να οφείλεται σε φαινόμενα συμπίεσης, τα οποία όμως δεν έχουν επηρεάσει έντονα την ευρύτερη περιοχή.



Εικ. 14.: Δυναμική ανάλυση ρηγμάτων Μολάων και καθορισμός των αξόνων  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ .

Υπάρχουν και ορισμένα ρήγματα, τα οποία παρουσιάζουν οριζόντιες γραμμές προστριβής.

Επειδή τα ιζήματα της περιοχής έχουν χρονολογηθεί στο Ανώτερο Πλειόκαινο (SYMEONIDIS 1970), το φαινόμενο της συμπίεσης, αν αυτό είναι γεγονός, πρέπει να αντιστοιχεί στη συμπίεση του Κατωτέρου Πλειστοκαίνου, που αναφέρεται στις περιοχές των Ιονίων νήσων (SOREL 1976).

Ανάλογη τεκτονική εξέλιξη παρουσιάζει και η νοτιώτερα ευρισκόμενη περιοχή της χερσονήσου της Ξυλής.

Η χερσόνησος αυτή διακόπτεται από μια σειρά ρηγμάτων με χαρακτηριστικά μέτωπα, τα οποία παρουσιάζουν μία κλιμακωτή (en echelon) διάταξη, δίνοντας ένα χαρακτηριστικό ανάγλυφο στην περιοχή (Εικ. 17).

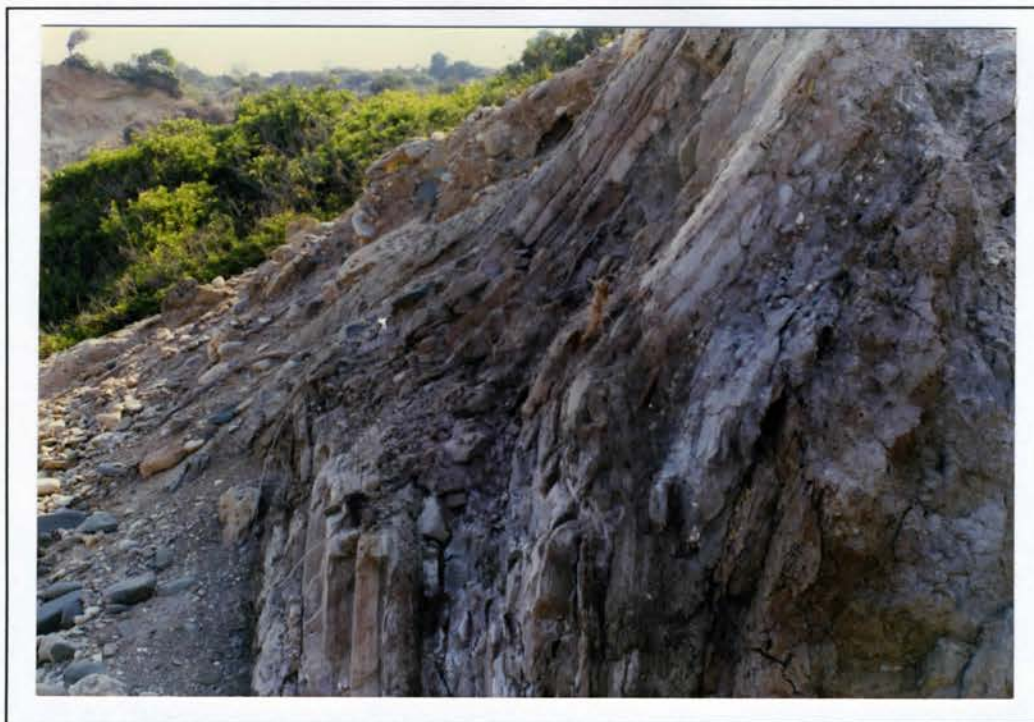
Τα περισσότερα από τα ρήγματα αυτά παρουσιάζουν εμφανές μέτωπο και δημιουργούν μικρά κέρατα και τάφρους πληρωμένες από νεογενή ιζήματα.

Τα ρήγματα αυτά χαρακτηρίζονται ως ενεργά και αποτελούν μια ζώνη διαρρήξεων, γιατί τέμνουν τυρρήνιες αποθέσεις που, όπως προαναφέρθηκε, βρίσκονται σε





Εικ. 15.: Ρήγμα που κόβει τα νεογενή ιζήματα βόρεια της Ελαίας και δεν επηρεάζει τα υπερκείμενα Τυρρήνια στρώματα.



Εικ. 16.: Ανόρθωση και κάμψη νεογενών στρωμάτων βόρεια της Ελαίας.





Εικ. 17.: En echelon διάταξη μεγάλων ρηγμάτων στο ανατολικό τμήμα της Χερσονήσου της Ξυλής.



Εικ. 18.: Ρήγματα στο Νεογενές στο βόρειο τμήμα της Ξυλής.



διαφορετικά υψόμετρα. Η δυναμική ανάλυση των ρηγμάτων αυτών έδωσε έναν εφελκυσμό διευθύνσεως B74.

Η πυκνότητα των ρηγμάτων είναι χαρακτηριστική στα νεογενή ιζήματα, που βρίσκονται βόρεια της χερσονήσου και στην παραλιακή περιοχή του Μπουζά, στη βόρεια απόληξη της Ξυλής (Εικ. 18).

#### **④ Περιοχή Μεταμορφώσεως-Κουπιών-Αγίου Δημητρίου-Κρεμαστής**

Η περιοχή αυτή καλύπτεται αποκλειστικά από ανθρακικά ιζήματα της ζώνης Τριπόλεως. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι, ότι τα κύρια ρήγματα έχουν μία διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ εν αντιθέσει με τις παρακείμενες περιοχές, τόσο βορειο-ανατολικά όσο και βορειοδυτικά, όπου επικρατούν τα ρήγματα με διεύθυνση εγκάρσια ως προς τα προηγούμενα.

Τα περισσότερα από τα ρήγματα αυτά παρουσιάζουν μια μετωπική επιφάνεια αρκετά μεγάλη, που διαταράσσει το πολύ ήρεμο ανάγλυφο (Εικ. 19, 20).

Συχνά στην μετωπική επιφάνεια σχηματίζονται σύγχρονα ασύνδετα κορήματα, τα οποία μάλιστα καλλιεργούνται.

Εξ άλλου ορισμένα από αυτά τα ρήγματα με διεύθυνση ΒΑ έχουν διαρρήξει και μετατοπίσει τα ενεργά ρήγματα με εγκάρσια διεύθυνση π.χ. το μεγάλο ενεργό ρήγμα, που οριοθετεί προς τα δυτικά την τάφρο της Ρειχέας.

Πιστεύουμε ότι οι ρηξιγενείς αυτές επιφάνειες είναι προγενέστερες της δημιουργίας των τεκτονικών τάφρων, έχουν όμως υποστεί μια αναζωπύρωση στο Τεταρτογενές και γι'αυτό σε ορισμένες θέσεις παρατηρεί κανείς δύο γενεές γραμμών προστριβής, εκ των οποίων η δεύτερη παρουσιάζει αξιόλογη οριζόντια συνιστώσα.

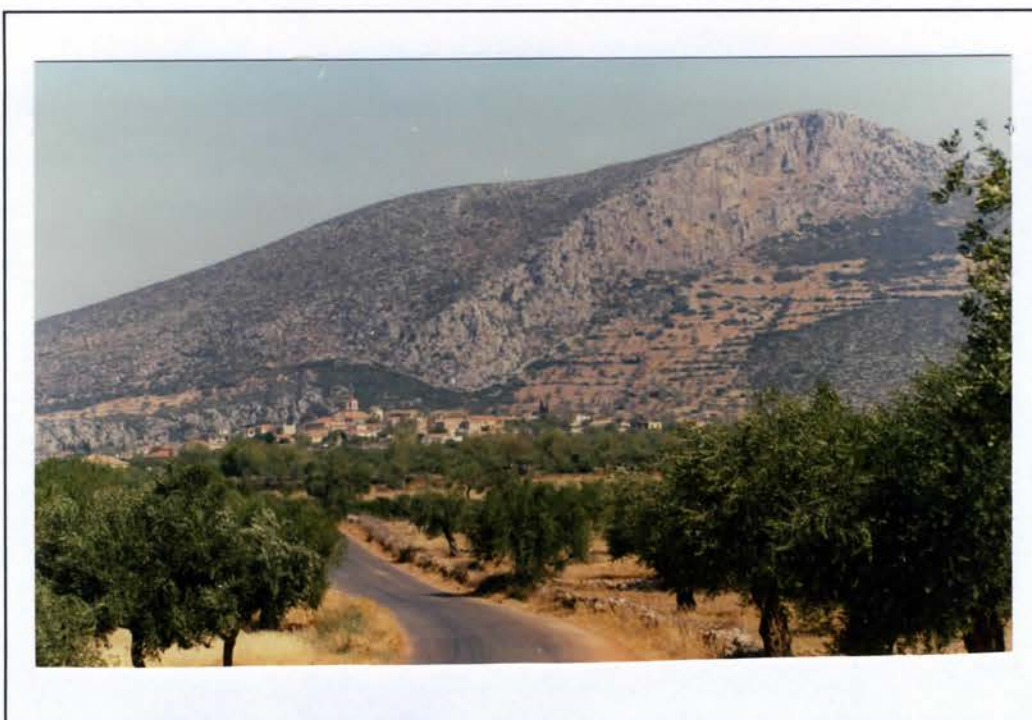
#### **⑤ Περιοχή Ρειχέας - Ιέρακα - Λαμπόκαμπου - Κυπαρισσίου**

Η περιοχή αυτή, όπως και η προηγούμενη καλύπτεται ως επί το πλείστον από ανθρακικά ιζήματα της ζώνης Τριπόλεως.

Χαρακτηρίζεται από μεγάλες ρηξιγενείς επιφάνειες αρκετών χιλιομέτρων, διευθύνσεως ΒΔ-ΝΑ (Εικ. 21), που σχηματίζουν μια μεγάλη τεκτονική τάφρο, την τάφρο του Ιέρακα - Ρειχέας - Κρεμαστής.

Χαρακτηριστικό είναι επίσης η μεγάλη ανάπτυξη των κώνων κορημάτων και οι επαναδραστικοποιημένες ρηξιγενείς επιφάνειες πάνω σε ήδη υπάρχοντα τεκτονικά λατυποπαγή.

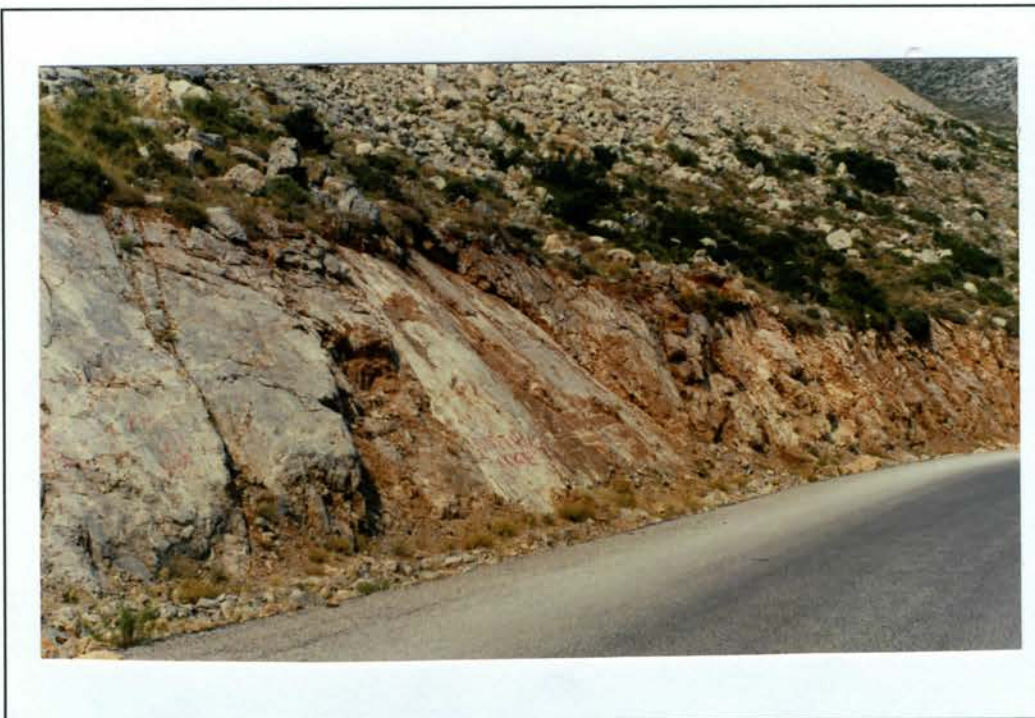
Το εντονώτερο ανάγλυφο της περιοχής παρουσιάζεται στο βορειοανατολικό άκρο στην ευρύτερη περιοχή του όρμου του Κυπαρισσίου (Εικ. 22).



Εικ. 19.: Το μεγάλο ρήγμα του Αγ. Δημητρίου (διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ), με ορατή της επιφάνεια της πρόσφατης δραστηριοποίησής του.



Εικ. 20.: Μεγάλο ρήγμα μεταξύ Αγ. Δημητρίου και Αλεποχωρίου παράλληλο προς το ρήγμα της προηγούμενης εικόνας.



Εικ. 21.: Λεπτομέρεια από το μεγάλο περιθωριακό ρήγμα, που οριοθετεί προς τα δυτικά την τεκτονική τάφρο Ιέρακα - Ρειχέας - Κρεμαστής.

Στην παραπάνω περιοχή αναπτύσσεται παράλληλα προς τις ρηξιγενείς επιφάνειες ένα τεκτονικό λατυποπαγές σημαντικού πάχους, που φθάνει ορισμένες δεκάδες μέτρων.

Το τεκτονικό αυτό λατυποπαγές δημιουργεί μεγάλους και ασύνδετους κώνους κορημάτων.

## ⑥ Περιοχή Δαιμονιάς - Μονεμβασίας

Στην περιοχή αυτή δεν απαντούν πολλά ρήγματα και με μεγάλες κατοπτρικές επιφάνειες, όπως στις προηγούμενες περιοχές.

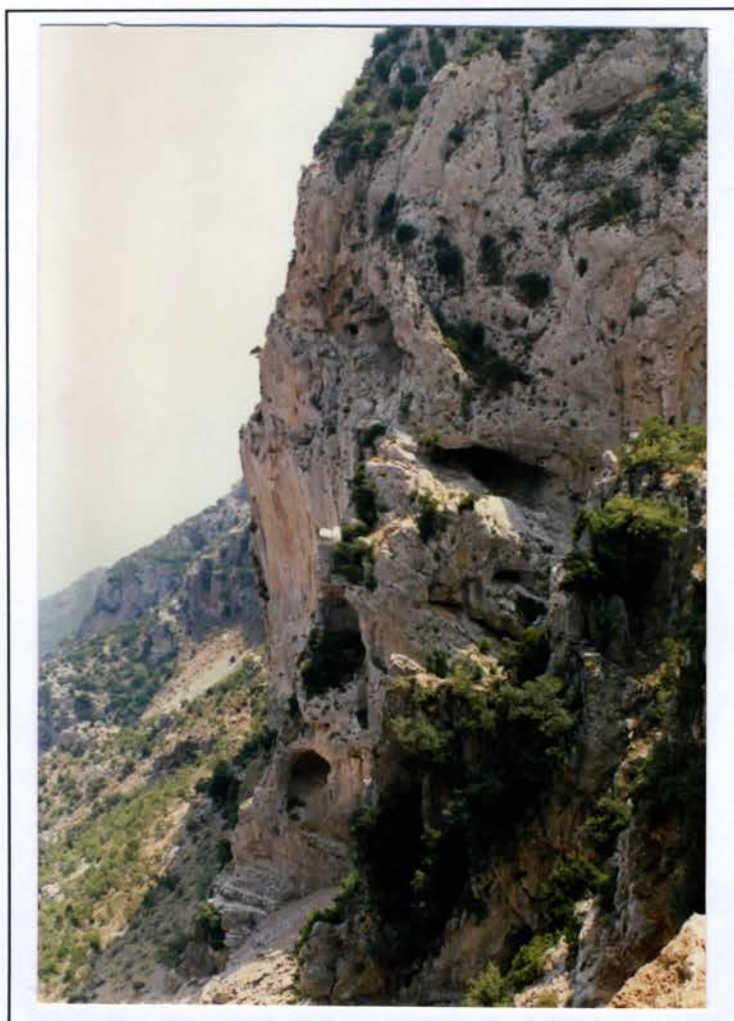
Υπάρχουν ρηξιγενείς επιφάνειες, ορισμένες από τις οποίες τέμνουν μόνο τεκτονικά ράκη και χαρακτηρίζονται ως ανενεργές, γιατί η ηλικία τους πρέπει να είναι αρχαιότερη από την άφιξη των τεκτονικών καλυμμάτων.

Στα νεογενή ιζήματα, που απαντούν στη Δαιμονιά, δεν παρατηρούνται ρήγματα, σε αντίθεση με αυτά της περιοχής της Πλύτρας, Ελαίας, Μολάων κ.λ.π.

Ένας έντονος και πρόσφατος ρηγματογόνος τεκτονισμός εντοπίζεται στην ανατολική πλευρά του όρμου της Ξυλής. Παρατηρείται ένα πλήθος ρηξιγενών επι-



φανειών, που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία των μικροκολπίσκων, που απαντούν στην περιοχή.



Εικ. 22.: Χαρακτηριστικό ανάγλυφο, που διαμορφώνεται στο ΒΑ τμήμα της περιοχής μελέτης (από Χάρακα προς Κυπαρίσσι).

Τα μέτωπα των ρηγμάτων σχηματίζουν κάτοπτρα με εμφανείς γραμμές προστριβής (Εικ. 23), ορισμένα εκ των οποίων έχουν δημιουργηθεί πάνω σε τεκτονικά λατυποπαγή.

Κατά μήκος ορισμένων ρηξιγενών επιφανειών δημιουργούνται χάσματα (Εικ. 24), τα οποία έχουν πληρωθεί δευτερογενώς από ασβεστίτη. Πρέπει να σημειωθεί, ότι ο ασβεστίτης των χασμάτων βρίσκεται σήμερα και μέσα στη θάλασσα.

Τόσο τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, όσο και η δυναμική ανάλυση των ρηγμάτων μας επιτρέπουν να τα εντάξουμε στα ενεργά.

## 7 Περιοχή Νεαπόλεως

Στην ευρύτερη περιοχή της Νεαπόλεως απαντούν νεογενή και αλπικά ιζήματα. Η κύρια νεογενής λεκάνη, που αναπτύσσεται βόρεια της Νεαπόλεως οριοθετείται από ορισμένα περιθωριακά ρήγματα, τα οποία χαρακτηρίζουμε ως ενεργά.

Βέβαια υπάρχουν και άλλα ρήγματα, των οποίων τα μορφολογικά στοιχεία μας επιτρέπουν να τα εντάξουμε στα πιθανώς ενεργά, αν και τέμνουν ιζήματα του Ανωτέρου Πλειοκαίνου - Κατωτέρου Πλειστοκαίνου.

Επίσης ως πιθανώς ενεργά χαρακτηρίζουμε και τα ρήγματα, που υπάρχουν στην Ελαφόνησο για τους ίδιους λόγους.



Εικ. 23.: Λεπτομέρεια επαναδραστηριοποιημένου ρήγματος στην περιοχή μεταξύ Δαιμονιάς - Πλύτρας.

Χαρακτηριστικό της ευρύτερης περιοχής είναι η ανάπτυξη διαδοχικών αναβαθμίδων σε διαφορετικά υψόμετρα. Η νεότερη αναπτύσσεται σε υψόμετρο 6-8 μέτρα ή 8-12 μέτρα, η επόμενη σε υψόμετρο 30-35 ή 35-40 μέτρων ανάλογα με τις περιοχές και η επόμενη σε υψόμετρο 52-55 μέτρων.

Το διαφορετικό ύψος, που παρατηρούνται οι αναβαθμίδες, πρέπει να οφείλεται στο γεγονός, ότι οι ανοδικές κινήσεις, που τις δημιούργησαν, ήταν πιο έντονες στα νοτιοανατολικά, όπου βρίσκονται και υψηλότερα.



Οι παραπάνω αναβαθμίδες αναπτύσσονται σε αλπικά ιζήματα, αλλά και σε ανωπλειοκαινικά ιζήματα, άρα έχουν μια ηλικία μετά το Ανώτερο Πλειόκαινο.

Μια ενεργός ρηξιγενής ζώνη δημιουργείται και στο ανατολικό τμήμα της χερσονήσου του ακρωτηρίου Μαλέα, από τη Μονεμβάσια και νοτιότερα.



Εικ. 24.: Επαναδραστηριοποιημένο ρήγμα ανατολικά της Πλύτρας. Η επαναδραστηριοποίηση συνοδεύεται από τη δημιουργία μεγάλου εφελκυστικού χάσματος, που έχει πληρωθεί με ασβεστίτη (λεπτομέρεια στην Εικ. 25). Στο βάθος διακρίνεται επίσης παλιά θαλάσσια αναβαθμίδα.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 7ο

### 7.1. ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τεκτονική εξέλιξη της περιοχής μελέτης δεν είναι ενιαία και ομοιόμορφη σε όλη την έκτασή της.

Μεγάλες ρηξιγενείς γραμμές οριοθετούν ανεξάρτητα ρηξιτεμάχη (τεκτονικά blocks), που το καθένα από αυτά έχει τη δική του κινηματική εξέλιξη και συμπεριφορά.

Τα μεγάλα άλματα των ρηγμάτων, που οριοθετούν τα καλά διαμορφωμένα τεκτονικά κέρατα και βυθίσματα, γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, είναι αποτέλεσμα όχι μόνο πολλαπλών κατακόρυφων μετατοπίσεων, αλλά και μερικής δεξιόστροφης περιστροφικής κίνησης διαφόρων ρηξιτεμαχών γύρω από έναν άξονα παράλληλο προς την παραπάνω διεύθυνση.

Στοιχεία, που συνηγορούν υπέρ της δεξιόστροφης περιστροφικής κίνησης των διαφόρων ρηξιτεμαχών είναι:

α) η ανάπτυξη εκτεταμένων κώνων κορημάτων κατά μήκος μόνο της νοτιοδυτικής πλευράς των τεκτονικών κερμάτων.

β) η προς τα νοτιοδυτικά εντονότατη κατά βάθος διάβρωση.

γ) ο προς τα νοτιοδυτικά εκφυλλισμός του πάχους των νεογενών ιζημάτων της λεκάνης των Μολάων (προς τα βορειοανατολικά το πάχος των ιζημάτων στη λεκάνη αυτή προσεγγίζει τα 700 μέτρα).

Όπως προαναφέραμε, το σύνολο της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης, που έχει υποστεί η περιοχή μελέτης και της οποίας εκδηλώσεις παρατηρούνται έως και σήμερα, λαμβάνει χώρα κατά τη νεοτεκτονική περίοδο, που αντιστοιχεί στο Πλειοτεταρτογενές.

Η παραμόρφωση αυτή συνιστά ουσιαστικά ένα γενικό εφελκυσμό, ο οποίος κατακερματίζει το αλπικό υπόβαθρο που έχει σχηματισθεί από την υπέρθεση των τεκτονικών καλυμμάτων επωθήσεως, δημιουργώντας έτσι είτε τεκτονικές τάφρους και λεκάνες είτε τεκτονικά κέρατα.

Οι εκδηλώσεις του ρηματογόνου τεκτονισμού συνεχίζονται καθ'όλη τη διάρκεια του Πλειοτεταρτογενούς, οπότε και αποτίθενται μέσα στις τάφρους ή λεκάνες τα μεταλπικά ιζήματα, κυρίως θαλάσσια ή λιμνοθαλάσσια, τα οποία περιορίζονται συνήθως μέσα σ'αυτές από τα περιθωριακά ρήγματα.

Η επαναδραστηριοποίηση κατά διαστήματα των περιθωριακών ρηγμάτων εμβαθύνει σταδιακά τις τάφρους, καθώς αυτές πληρώνονται με ιζήματα, ενώ άλλες μικρότερες διαρρήξεις δημιουργούνται εντός των παραπάνω ιζημάτων.

Τόσο από τα βιβλιογραφικά δεδομένα, όσο και από τις παρατηρήσεις υπαίθρου, συμπεραίνουμε, ότι η επίδραση του ρηγματογόνου τεκτονισμού είναι εφελκυστικού χαρακτήρα με γενική διεύθυνση εφελκυσμού ABA-ΔΝΔ.

Συγκεκριμένα:

✪ Τα κύρια ρήγματα της περιοχής Σκουταρίου-Λευκοχώματος έχουν μέση διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ κι επειδή οριοθετούν πλειοτεταρτογενείς αποθέσεις χαρακτηρίζονται ως ενεργά.

✪ Ομοίως τα ρήγματα της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης του Βρονταμά δίνουν έναν παρόμοιο εφελκυσμό (ABA - ΔΝΔ). Χαρακτηρίζονται επίσης ως ενεργά, λόγω του γεγονότος, ότι οριοθετούν λεκάνες με ανωπλειοκαινικά ιζήματα.

✪ Τα ρήγματα της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης Μολάων-Ελαίας-Πλύτρας έχουν μια μέση διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, ενώ υπάρχουν και τα εγκάρσια προς αυτά με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ.

Το γεγονός, ότι ορισμένα ρήγματα από αυτά έχουν πρόσφατη ηλικία δραστηριοποίησης, καθώς τέμνουν ιζήματα του Ανωτέρου Πλειστοκαίνου, μας επιτρέπει να τα χαρακτηρίσουμε ως ενεργά.

Όπως συμβαίνει με τα ρήγματα των προηγούμενων περιοχών, έτσι και αυτά δίνουν έναν εφελκυσμό ABA-ΔΝΔ.

✪ Τα ρήγματα της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης της Νεαπόλεως χαρακτηρίζονται επίσης ως ενεργά, αφού η ηλικία δραστηριοποίησής των είναι τεκμηριωμένη στο Ανώτερο Πλειόκαινο - Τεταρτογενές.

Εκτός από τα γεωλογικά κριτήρια, που βοηθούν στον εντοπισμό των ενεργών ρηξιγενών επιφανειών, μεγάλης σημασίας είναι επίσης οι παρατηρήσεις, που αφορούν στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των διαφόρων περιοχών.

Έτσι οι αναβαθμίδες, που παρατηρούνται στην ευρύτερη περιοχή της Νεαπόλεως είναι ενδεικτικές των πρόσφατων νεοτεκτονικών ανοδικών κινήσεων, που έχουν συμβεί.

Αντίθετα οι βυθισμένοι οικισμοί στην περιοχή της Ελαίας - Πλύτρας δείχνουν καθοδικές τεκτονικές κινήσεις κατά τους πρόσφατους ιστορικούς χρόνους. Οι καθοδικές αυτές κινήσεις μπορεί να συνδέονται όμως μόνο με φαινόμενα ευστατισμού.

Η έντονη σεισμική δραστηριότητα συνδέεται άμεσα με τις παραπάνω κινήσεις των διαφόρων επιμέρους ρηξιτεμαχών, κατά τη διάρκεια του Πλειοτεταρτογενούς μέχρι σήμερα.



Είναι βέβαιο ότι οι σεισμοί των ιστορικών χρόνων, αλλά και οι εντελώς πρόσφατοι, σχετίζονται με την επαναδραστηριοποίηση ρηγμάτων, που συνήθως είναι περιθωριακά ρήγματα των ευρέων τεκτονικών λεκανών της περιοχής του νεοτεκτονικού χάρτη.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 8ο

### 8.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- ANGELIER,J.-THEODOROPOULOS,D.-TSOFLIAS,P. (1976): Sur la neotectonique du seuil de Cythere, dans l'arc Egeen externe (Grece). C.R.Ac. Sc. Paris, 283/11, 1273-1275.
- BRAUER,R. (1983): Das Praneogen im Raum Molaoi - Talanta/SE-Lakoniens (Peloponnes, Griechenland). Franfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie A, Geologie - Palantologie.
- BRAUER,R.-ITTNER,R.-KOWALCZYK,G. (1980): Ergebnisse aus der "Phyllit-serie" SE - Lakoniens (Peloponnes, Griechenland). N.Jb.Geol.Palaont. Mh., 129-144.
- COMNINAKIS,P.-PAPAZACHOS,B. (1986): A catalogue of earthquakes in Greece and the surrounding area for the period 1901-1985. Geoph.Labor., Publ.1, Un. of Thessaloniki.
- DUFAURE,J. (1977): Neotectonique et morphogenese dans une peninsule Mediterranee: Le Peloponnese. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn., XIX, 27-58.
- ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ,Α. (1955): Σεισμική γεωγραφία της Ελλάδος. Ann. Geol. Pays Hell., VI, 83-121.
- ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ,Α. (1981): Οι βλαβεροί σεισμοί και το σεισμικό δυναμικό της Ελλάδος. Ann. Geol. Pays Hell., XXX/2, 647-724.
- LALLEMANT,S. (1984): La transversale nord-Maniote. Etude geologique et aeromagnetique d'une structure transverse a l'arc Egeen externe. These 3e cycle. Un. P.M. Curie, 164p., Paris.
- LALLEMANT,S.-LYBERIS,N.-THIEBAULT,F. (1983): Le decrochement nord-maniote: une structure transverse de l'arc Egeen externe en Peloponnese meridional (Grece). C.R.Ac. Sc. Paris, 296, 1545-1550.
- LEKKAS,S. (1980): Les fhyllades du Peloponnese: un metaflysch ionien chevauche par la serie de Gavrovo - Tripolitza. C.R.Ac. Sc. Paris, 291, 21-24.
- LEKKAS,S.-PAPANIKOLAOU,D. (1978): On the phyllite problem in Peloponnesus. Ann.Geol. Pays Hell., 29, 395-420.
- LYBERIS,N. (1984): Geodynamique du domaine Egeen depuis le Miocene superieur. These de doctorat d'Etat. Yn. P.M.Curie, 367p., Paris.
- ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ,Κ. (1986): A comparative seismic hazard study for the area of Greece. Bull.Geol. Soc. Greece.

- MARCOPOULOU-DIACANTONI,A.** (1977): Les plio-pleistocenes echinides de la region Neapolis Vion (Peloponnese). Ann.Geol.Pays Hell., 28, 436-449.
- PAPAIIOANNOU,C.** (1986): Seismic hazard Assessment and Long-Term Earthquake Prediction in Southern Balkan Region. Proc., 2nd Int. Sem.held. in Berlin.
- PAPAZACHOS,C.** (1986): Probabilities of occurence of large earthquakes in the Aegean and surrounding area during the period 1986-2006. Publ.Geoph.Lab., Un. of Thessaloniki, 4, 22pp.
- PARASKEVOPOULOS,G.** (1964): Die alpine Dislokationmetamorphose in Zentral-peloponnesish-Kretischen metamorphen System. N.Jb. Miner Abh., 101, 2, 195-209.
- PARASKEVOPOULOS,G.** (1965): Uber die Entstehungsbedigungen des Andesits "porfido verde antico" im sudostlichen Zentral-Peloponnes. N.Jb. Min. Abh., 103, 3, 293-304.
- ΨΑΡΙΑΝΟΣ,Π.** (1955): Συμβολή εις την γνώσιν του Νεογενούς της Πελοποννήσου (Λακωνία). Ann. Geol. Pays Hell., VI, 151-183.
- SOREL,D.** (1976): Etude neotectonique dans l'arc egeen externe occidental; les iles ioniennes de Kephallinia et Zakynthos et l'Elide occidentale. These 3e cycle, Orsay, 196p.
- SYMEONIDIS,N.** (1970): Stratigraphisch-Paläontologische Untersuchungen über die Neogenablagerungen der Gebiete von Neapolis (Eparchia Epidaurus, Limira) und gegenüber liegen den Insel Elaphonissos. Ann. Geol. Pays Hell., 21, 494-500.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ,Δ.** (1974): Γεωλογικά και μορφολογικά παρατηρήσεις εις την περιοχήν της Νεαπόλεως Βοιών. Ann.Geol. Pays Hell., 25, 445-466.
- THIEBAULT,F.** (1981): Modele d'evolution geodynamique d'une portion des Hellenides externes (Peloponnese meridional, Grece). C.R.Ac. Sc. Paris, 278, 581-583.
- THIEBAULT,F.** (1982): Evolution geodynamique des Hellenides externes en Peloponnese meridional (Grece). Soc.Geol. Nord, publ. No 6, 574p.
- ΒΕΡΥΚΙΟΥ - ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΑΚΟΥ,Ε.** (1986): Γεωμορφολογική μελέτη της περιοχής ακρωτηρίου Μαλέα - Ελαφονήσου - Κυθήρων - Αντικυθήρων - Γραμβούσας. Διδακτο- ρική διατριβή, 127 σ., Αθήνα.

# NEOTECTONIC MAP OF LAKONIA

## GYTHEIO SHEET

### CHAPTER 1

#### INTRODUCTION

The Earthquake Protection and Planning Organisation (EPPO) assigned the neotectonic mapping survey of "Gytheio" sheet on a 1:100,000 scale

The studied area which is the south-eastern part of Peloponnese lies and encompasses the Laconic Gulf, lies between 22.6' N - 23.2' E and 36.4' - 37.0' N.

All the field work was carried out on 1:50,000 topographic maps, namely the following sheets: Gutheio, Molaoi, Reichea, Mavrovouni, Papadianika, Neapolis, Agios Nikolaos Voion and Kythira, which also includes a part of Elafonissos island.

The research team consisted of:

S. Lekkas, Dr. Geologist (Assoc. Professor) - Scientific Co-ordinator

A. Alexopoulos. Geologist (Research Associate)

G. Danamos (Geologist),

who would like to thanks EPPO for the funding of the project.

Sincere thanks are also expressed to the following colleagues: G. Leivaditis, Assoc. Professor at the University of Athens and C. Kakaletsi, geologist, for their useful remarks in the field on subjects of geomorphology.

The research group followed the guidelines issued by EPPO, which had been determined by a scientific committee, taking into account the International Committee of Neotectonics of UNESCO. The project included mainly field work, but also laboratory analyses.

For the analysis of the tectonics and the geomorphology of the area airphotos were also used, at scales of 1:15,000 and 1:40,000. In the laboratory we prepared and studied paleontological and petrological thin sections and we elaborated the tectonic data (fault planes and tectonic striae) so as to determine the stress regime of the area.

#### **1.2 GENERAL DATA**

The geological structure of the study area comprises both alpine and post-alpine formations. The alpine ones belong in the following geotectonic units:

1. Eastern Greece Unit
2. Pinods Unit
3. Tripoli Unit
4. Phyllites - Quartzites Unit
5. Molaoi Unit
6. Kriti - Mani Unit

The post-alpine formation include quaternary sediments (both marine and terrestrial), as well as neogene deposits, which are of Pliocene and Pleistocene age.

From the neotectonic point of view, the study area belongs in the most seismically active regions of Greece. Numerous cities and villages have been stricken in the past, both distant and recent (i.e. Sparti and Plytra), by severe shocks.

This high seismicity pattern is a result of the fact that the areas forms part of the actual active island arc of the Aegean Sea. This is also particularly stressed by the multitude of fault zones that dissect the area.

The long - lasting activity of these faults is represented by the current physiographic image of the area, a main feature of which is the distinguishing of localities of high altitude that correspond to horsts, and lowlands that correspond to grabens.

This geomorphological dissection has been the result of fault activity, of which the characteristics will be described in the relevant chapter.

## **CHAPTER 2**

### **GEOLOGICAL FORMATIONS**

#### **2.1.1 Alpine Formations**

##### **I. KRITI - MANI UNIT**

This unit mainly develops at the south-western part of the map (Lagio, Gytheio and Skoutari areas), while a smaller outcrop occurs at Geraki village, at the northern part of the map. As a whole, it comprises carbonate and clastic sediments and is multifolded, presenting also imbricated thrust structure.

Its flysch occurs over a small area, at Skoutari and is represented there mainly by the transitory to the flysch sediments. Dominant are the calc-phyllites, which upwards the evolve into meta-sandstones and meta-pelites.

##### **II. MOLAOI UNIT**

The Unit of Molaoi, which actually forms the mountain mass of Molaoi is quite peculiar, as far as its categorising in one of the known major tectonic Units of the Peloponnese.

It consists of platy to thick-bedded marbles, which bear intercalations of yellowish clay material, thus presenting at places a banded texture.

The formations as a whole are multifolded and imbricatedly thrust.

The connection between the Molaoi Unit and the others is unclear, due to the fact that the contacts are buried under post-alpine sediments, or are vertical faults themselves

##### **III. PHYLLITES - QUARTZITES UNIT.**

The Unit of Phyllites - Quartzites occurs at the north-western part of the map (Dafni - Krokees area), as well as the south-eastern one (Talanta - Erika - Pantanassa and Neapoli areas).

It consists of high-grade metamorphic rocks, comprising mainly quartzites, mica schists and ultramafic rocks. It overthrusts the Kriti - Mani Unit, and is overthrust by the Unit of Tripoli, while it is locally buried under neogene deposits. All these formations are intensely multifolded and present schistosity, while there are imbricated thrusts and internal slides in the rock mass.

##### **IV. TRIPOLI UNIT.**

The Unit of Tripoli overthrusts the above-mentioned ones and consists of a thick carbonate sequence, which is enveloped between two clastic ones. The lower clastic formation is known as "Tyros beds", while the upper one corresponds to its flysch.

## **V. PINDOS UNIT.**

The Unit of Pindops covers a small area in the map and is represented by small klippen.

It consists of Upper Cretaceous limestones (north of Neapoli and Faraklo village) that directly overlie the PQ Unit, without the Tripoli nappe in between. In other areas, as in Elafonissos and Velanidia it is represented by Upper Cretaceous limestones, "first flysch" and radiolarites.

Certain outcrops of Pindos Unit consist of sediments of small thickness that have been wedged under the nappe of Eastern Greece and transported by it. These minor outcrops can be found at Agios Ioannis, Monemvasia and at the peninsula of Xyli, west of Plytra.

## **VI. EASTERN GREECE UNIT**

This Unit is the topmost tectonic unit of the study area. It comprises various members of the ophiolitic complex and greyish - white and pinkish thick bedded neritic, and locally oolitic limestones of Triassic age.

This Unit presents imbricated structure at most places, with the limestones thrust over the ophiolites, as at the areas of Angelona, Sykea, and the peninsula of Xyli. In certain locations this nappe overthrusts directly the "Tyros beds" and consists only of Triassic limestones (usually oolitic) which form the tops of Mts. Havalas, Skardolakkas and Graves.

### **2.1.2. Post-Alpine Formations**

#### **I. GENERALITIES**

The post-alpine formations cover a major part of the study area, mainly at the periphery of the Laconic Gulf and at the basin of Evrotas river.

The latter is a post-alpine basin, bounded to the East and West by the major fault zones of Parnonas and Taygetos horsts, respectively. Other lesser basins are filled with post-alpine sediments that either lie directly on the alpine basement, or are juxtaposed by faults.

The post-alpine formation can be distinguished in two major categories: a. neogene deposits and b. quaternary deposits.

#### **II. QUATERNARY DEPOSITS.**

The quaternary deposits are distinguished in terrestrial and marine ones.

The terrestrial deposits comprise:

- alluvial - fluvial deposits
- Coastal aeolian deposits (dunes)
- Talus cones and scree
- Fluvial Pleistocene deposits
- Eluvial formations - soils

The marine deposits comprise:

- Tyrrhenian formations and Lower Pleistocene formations

#### \* **terrestrial formations**

##### a) Alluvial - fluvial deposits

These formations develop along the greater order branches of the drainage network of the area, mainly along Evrotas river as well as at its mouth, where they occur in the form of deltaic deposits.

##### b) Coastal Aeolian Deposits (dunes)

The coastal aeolian deposits (dunes ) occurs extensively along the northern coast of the Laconic Gulf, on both sides of Evrotas river.

There are several generations of dunes, the thickness of which sometimes exceed 5 metres.

##### c) Talus cones and scree

The talus cones and scree occur at the slopes and the feet of mountain masses formed by the carbonate rocks, mainly of the Units of Tripoli and Molaoi.

They usually develop along large fault surfaces, where the tectonic activity favours the creation of scree.

The larger occurrences of scree are at the south-western foot of Hionovouni, close to Kyparissi village, at the western slopes of the marble mass of Molaoi, at the area of Metamorphossi village and further to the south, at the western slopes of Havala and to the west of Dermatianika.

The scree are more or less cohesive, depending on their age. Thus, one can distinguish the older generations of scree, where the gravel is well cemented and are moderately to well cohesive and the younger ones that overlie the previous and consist of loose. unconsolidated material.

##### d) Pleistocene fluvial deposits

These deposits form terraces at various altitudes, at the greater order branches of the drainage network. They can be found at the gorges of Vrontamas, Molaoi, Daimonia and Neapoli.

##### e) eluvial formations - soils

The elluvial formations cover a significant area. They are formations formed *in situ*, from the weathering of the alpine or the post-alpine formations. Of particular interest are the formations that develop on the schists of PQ Unit. They are, at cases, hard to distinguish from the upper horizons of the neogene deposits.

#### • **marine formations**

##### a) Tyrrhenian and Lower Pleistocene formations.



Among the marine formations, the ones most widespread are the Tyrrhenian deposits. The Tyrrhenian deposits at the study area are known in the form of marine terraces, lying at various altitudes.

Such terraces are usually found along the eastern coast of the Laconic Gulf, as at Elaia, Bouzas (south of Elaia), at the western edge of the cove of Xyli, at the coastal zone of Plytra - Archangelos, at Elafonissos and south of Monemvasia. In all the above, the Tyrrhenian terraces present the same vertical structure. At the base there is a coarse transgression conglomerate followed by horizons of coarse-grained sandstones and conglomerate-breccias.

They are cohesive formations, usually fossiliferous bearing *Cladocora* sp., *Ostrea* sp., while more rarely they contain *Strombus bubonius*. In certain locations, certain traces and shells of *Lithodomus lithofagus* were found, possibly connected with the Tyrrhenian Sea.

### III NEOGENE FORMATIONS

- **generalities**

The neogene deposits in the study area, either in marine or lagoonal facies, cover a significant part of it.

The sediments of this age develop mainly at the lowland, but can also be found at topographically higher positions, such as at Ano Glykovrisi (Alt. 750 m.) and north of Kosmas (Alt. 1000 m., outside the study area).

The contacts between the neogene and the alpine basement are usually tectonic, while there are locations where the former lie transgressively over the latter.

In the first case, i.e. juxtaposition against the basement, the neogene formations consist of deposits that fill grabens, which in turn are bounded by horsts built up by alpine formations. Such cases are the grabens or basins of Vrontamas - Vlahiotis, Elaia - Molaoi and Neapoli - Viglafia basins.

In the second case (transgressive unconformity) the deposits are relics of the neogene formations of small thickness and extent, occurring at places over the alpine formations.

## **CHAPTER 3**

### **GEOMORPHOLOGY**

The drainage basin of Evrotas develops between the Mt. Taygetos to the west and Mt. Parnonas to the east. The average direction of the basin axis is NNW-SSE. The bed of Evrotas lies more closely to Taygetos than to Parnonas, thus dividing the basin in two parts, with the eastern part being wider than the western one.

The morphological gradients at the boundaries of the basin are low at the east and significantly high at the west, where the mountain mass of Taygetos lies.

The development of talus cones in generations shows successive uplifting episodes of the mountain mass of Parnonas, in comparison to the rest of the basin, during the greater part of the Pleistocene. The high morphological gradient of the western part of the basin (Taygetos mountain), as well as the relative absence of talus cones denote a high uplift rate of the mountain during the recent geological past.

A similar contrast in the evolution of the drainage network is observed between the mountains of Molaoi and the area of Asopos - Papadianika - Sykea. The mountains of Molaoi is deeply incised, while the alluvial plain (Asopos - Papadianika - Sykea), to the east of Molaoi comprises inactive valleys that belong to a former geomorphologic stage, which has not been active, at least during the Holocene.

A little further to the east, at the neogene sediments of Daimonia (see map) there is intense incision of streams, analogous to that of Molaoi.

From the observations along the coastal zone we can conclude the in general the coasts have subsided in various places, as at Trinisia, Elaia Plytra and Gerakas.

At these places there are man-made constructions at depths of 0.5 to 1.7 m., and also possibly deeper than 2 m.

In most of these cases the relative changes in the sea level coincide with our observations at the drainage network that develop there.

## **CHAPTER 4**

### **SEISMICITY**

Numerous earthquake foci are located at the area of the Laconic Gulf and the peninsula of Maleas. The focal depths vary, from shallow to average.

GALANOPOULOS (1955) mention that Maleas peninsula and the tectonic region of Kythira are characterised by particularly high seismic activity. This is shown by the earthquake activity both in the historical times and in the present century.

The following can be said, after the study of the earthquake data and their correlation with the field observations:

The greater area of Lakonia has been particularly active since the ancient times. Earthquakes have caused severe damage to various towns and villages, mainly at the city of Sparti, at villages of Mani and Maleas peninsulas and at Kythira island.

In whole, the earthquakes are of shallow or average depth and have had large intensities and relatively large magnitudes.

The high seismicity areas correspond to large active fault zones.

## **CHAPTER 5**

### **NEOTECTONIC CHARACTERISTICS OF THE STUDY AREA**

With the terms "neotectonic basins of Lakonia" we mean the neogene and the quaternary basins that lie between the mountain mass of Taygetos to the west and Parnonas to the east. As already mentioned, four basins can be distinguished, namely the basin of Sparti, which is separated from the basin of Vrontamas by the ridge of Goritsa, the basin of Molaoi and the basin of Neapoli.

From previous studies we know the following:

ANGELIER et al (1976) referring to the area of Neapoli (at the south-eastern part of the study area), said that a principal WNW- ESE (to E-W) extension can be established, occurring at the end of Pliocene or the onset of Pleistocene and continuing until Late Quaternary. The result was the fracturing of the Tyrrhenian deposits. The same authors mention that no compression structures were found, apart from some strike-slip faults on Kythira.

LALEMANT (1984) accepts, for southern Peloponnese, that there have been two extension phases, that have affected the basins of Messinia and Lakonia. The first one had an N110 and the second a N70 orientation. As for the second phase, he has accepted that it is quite recent and affects the Tyrrhenian beds of Elaia. The difference in the extension axis is attributed to the rotation of the Peloponnese, a fact suggested by LE PICHON & ANGELIER (1979), proven by geophysical data.

#### **5.1 DESCRIPTION OF THE NEOTECTONIC FAULTS**

##### **1 Trinissia - Skoutari area**

This area, which is the south-western part of the neotectonic map, is characterised by the occurrence of certain relics of post-alpine sediments in grabens that are bounded by marginal faults.

These faults are responsible at the southern part for the creation of coves and the topography in general.

The age of the faults was not directly estimated. the fact that (i) they bound the plio-quaternary basins or cut through sediments of such age and (ii) the dynamic analysis that gives an N75E extension, which as already mentioned has created faults that juxtapose the Tyrrhenian sediments, leads us to consider them active.

##### **2. Skala - Vrontamas - Geraki area**

This is a basin filled with neogene and quaternary deposits . Is divided from the basin of Sparti by the transverse ridge of Goritsa. The upper formation of the basin consists of coarse conglomerates that occur in fan form at the northern part of it.

The neogene deposits of the basin either rest unconformably over the alpine rocks, or are juxtaposed against them.

The detailed study of the faults that occur inside the neogene deposits revealed that they are of normal character, with a throw of a few centimetres to a metre, thus not mappable.

The dynamic analysis showed an N245 extension.

To the north of Vrontamas basin, at Kosmas village, neogene deposits occur at an altitude of 1000 m.

This fact denotes a tectonic activity that has continued since Upper Pliocene, since the deposits of Vrontamas basin have been dated as Late Pliocene (LALLEMANT, 1984) and occur at an altitude of 350 m.

On the other hand, the coarse conglomeratic breccias that can be found at the northern part of the basin on fan form confirm this activity that must have begun before the ending of the sedimentation in the basin.

The morphological terraces and the incision of streams at certain parts of the basin are due to a subsequent phase of fault tectonics, which is still considered active.

### **3. Molaoi area**

The mountain mass that lies to the west of Molaoi, separates the basin of Vrontamas from the one of Molaoi - Papadianika. The latter, filled with post-alpine sediments has a general trend normal to the former, i.e. NE-SW.

The mountain mass of Molaoi has rough topography and very intense incision of streams. It has to be noted that this incision also affects the talus cones that lie at the eastern and western slopes of the mountain.

A multitude of faults criss-crosses the mountain, with main trends NE-SW and NW-SE.

It is, in fact a set of fault surfaces. The intense fracture tectonics has led to neogene deposits occurring now at an altitude of 750 m., east of Glykovrysi.

Most of these faults have been reactivated in the recent geological past, as proven by geological and morphological criteria, which are:

- a. Some of these faults have cut through the Tyrhennian beds that outcrop at the southern part of the study area, as at Elaia, at Xyli peninsula and Plytra, where the deposits occur now at various altitudes. In certain locations they are encountered at an altitude of approximately 30 m.
- b. The marginal faults south of Molaoi, trending NE-SW, juxtaposes the alpine formations against cohesive scree.
- c. Faults that run parallel to the large marginal fault of Molaoi - Pakia cut through the big talus cone that develops to the east of Molaoi.

The morphological criteria are the incision of streams, the widespread development of talus cones and the successive terraces.

The marginal faults of the mountain mass of Molaoi that bound or cut through post-alpine sediments and the parallel ones to them are characterised as active, while for the remainder that occur inside the mountain mass of Molaoi there are no stratigraphical data and so we consider them as possibly active.

The dynamic analysis yielded an N244 extension, similar to the one of the faults that cut through the post-alpine sediments of the area.

The post-alpine sediments that outcrop along the coastal zone north of Elaia are juxtaposed by a multitude of faults, some of which have cut through the Tyrrhenian beds, some not.

The dynamic analysis of the faults that cut the post-alpine sediments of Molaoi showed that they are of normal character, created by an N75 extension.

It must be remarked that, along the coastal zone to the north of Elaia, there is intense disruption of the neogene beds, as result of which has been the fact that they outcrop vertical and warped around an almost horizontal axial plane.

This warping may be due to compression events that must be of local character, not affecting the greater area.

There are also certain faults bearing horizontal slickenside striations.

Since the sediments of the area have been given a Late Pliocene age (SYMEONIDIS 1970), the compression event, if this is the case, must correspond to the Lower Pleistocene compression event referred to for the Ionian islands (SOREL 1970).

A similar tectonic evolution holds for the area south of Xylil peninsula.

This peninsula is dissected by a series of *en-echelon* arranged faults that give the area a particular topographic pattern.

Most of these faults have a well defined exposed fault surface and created minor horsts and grabens, filled with neogene sediments.

These faults are considered active and constitute a fracture zone, as they cut through Tyrrhenian deposits, which as already mentioned outcrop at various altitudes. The dynamic analysis on the faults yielded an N74 extension.

#### **4. Metamorphosi - Koupia - Agios Dimitrios - Kremasti area**

This area is built up exclusively of carbonate rocks of the Tripoli Unit. A particular feature of the area is that the main faults there are of NE-SW trend, contrary to the adjacent area, where both to the north-east and to the south-west the dominant fault have a general trend normal to this.

Most of these faults have large exposed surfaces that disrupt the very smooth topography of the area.

Very frequently, unconsolidated colluvium is formed at the fault surfaces. Some of these NE-SW trending faults have juxtaposed the ones trending normal to them, as the large active fault bounds the graben of Reichea.

We believe that these fault surfaces ante-date the grabens; however, they must have been reactivated in the Quaternary. That is the reason why two generations of striae can be found on them. the younger of which has a strong horizontal component.

#### **5. Reichea - Gerakas - Lampokambos - Kyparissi area.**

This area, like the previous one, is built up almost exclusively of the carbonate rocks of the Tripoli Unit.

It is characterised by large fault surfaces, many kilometres in length, trending NW-SE and forming a large graben, namely the Gerakas - Reichea - Kremasti graben.

Also characteristic is the widespread development of talus cones and the reactivated fault surfaces on already formed tectonic breccias.

The most intense topography of the area is at its north-eastern extreme, at the vicinity of the cove of Kyparissi.

There, a tectonic breccia of considerable thickness (up to some tens of m.) develops parallel to the fault zones. This tectonic breccia also forms large unconsolidated talus cones.

## **6. Daimonia - Monemvassia area**

There are few faults with large slickensides in this area.

However, there exist certain fault surfaces, a few of which cut through some tectonic klippen and are considered inactive, as the emplacement of the tectonic nappes post-dates their last reactivation.

There are no faults either, inside the neogene deposits, in contrast to the areas of Plytra, Elaia, Molaoi etc.

Intense fracture tectonics exists at the eastern side of Xyli peninsula. There is a large number of fault surfaces responsible for the creation of the small embayments of the area.

The fault slickensides bear clear-cut striation, some of them developing on tectonic breccias.

Along some of the fault surfaces certain gaps have been formed, which have subsequently been filled with calcite. In some of these cases, the calcite can be found under the sea level nowadays.

Both the morphologic features and the dynamic analysis of the faults allow us to consider them inactive.

## **7. Neapoli area**

Both neogene and alpine sediments outcrop at the greater area of Neapoli. The main neogene basin that develops north of the town is bounded by certain marginal faults which are considered active.

There are of course other faults too, the morphologic features of which allow us to classify them as possibly active, despite the fact that they juxtapose Late Pliocene - Early Pleistocene sediments.

For the same reasons we also classify as possibly active the faults that occur in Elafonissos.

A typical feature of the area is the development of successive terraces at various altitudes. The most recent lies at 6-8 m. a.s.l., or 8-12 m. a.s.l., the previous at 30-35 or 35-40 m. a.s.l. (depending on the locations) and the oldest at 52-55 m. a.s.l.

The different altitude that the terraces are found can be due to the fact that the uplift must have been more intense at the south-east, where they are at higher altitudes.

These terraces develop on alpine sediments, as well as on Late Pliocene ones, which means that their age is Post-Upper Pliocene.

An active fault zone occurs at the eastern part of the Peninsula of Maleas, to the south of Monemvassia.

## **CHAPTER 6**

### **NEOTECTONIC EVOLUTION**

The tectonic evolution of the study area has not been uniform throughout.

Large faults bound independent fault blocks (tectonic blocks), each of which has had its own kinematic evolution and behaviour.

The large throws of the faults that create well-defined tectonic horsts and grabens of general NW-SE trend are the result not only of multiple vertical movements, but also of a certain clockwise rotation of various blocks, around a NW-SE bearing axis.

The data that support this clockwise rotation are:

The extended development of talus cones only along the south-western portion of the horsts.

The intense incision of streams only towards the south-west.

The south-westerly decrease of the thickness of the neogene sediments at the basin of Molaoi (towards the north-east the thickness of the deposits is up to 700 m.).

As already mentioned, the whole of the neotectonic deformation that the study area has undergone lasted throughout the neotectonic period, including Quaternary times. This deformation actually comprises an overall extension leads to the fracturing of the alpine basement (formed by the successive emplacement of nappes) and the creation of tectonic horsts and grabens.

The manifestations of the fracture tectonics hold throughout the Plio-Quaternary, when there is the deposition of the post-alpine (mostly marine or lagoonal) sediments in the grabens. The sedimentation is restricted inside the grabens by the marginal faults.

Successive reactivations of the marginal faults led to the deepening of the grabens as they were being filled with sediments, which in turn were fractured by minor faults.

Both from literature data and from field observations we conclude that the fault tectonics is attributed to an overall ENE-WSW extension.

In particular:

The main faults of Skoutari - Lefkohoma have an NNW-SSE average trend and cut bound plio-quaternary deposits. They are considered active.

Likewise, the faults of the greater Vrontamas area are due to similar extension (ENE-WSW). They are also characterised as active, since they bound grabens filled with Late Pliocene sediments.

The faults of the greater area of Molaoi - Elaia - Plytra have a NW-SE mean trend, while there others normal to them (NE-SW).

The fact that some of these faults have been recently reactivated, together with the fact that they juxtapose Late Pleistocene sediments, allow us to consider them active.

As also holds for the faults in the previous areas, they are also due to an ENE-WSW extension.

The faults of the greater area of Neapoli are also characterised as active, since their well-documented reactivation age is Upper Pliocene - Quaternary.



Apart from the geological criteria that help in the determination of active fault surfaces, of great importance are also the observations on the morphologic characteristics of the areas.

Thus, the terraces developing at the greater area of Neapoli are indicative of recent uplift.

On the contrary, the submerged hamlets at Elaia - Plytra show tectonic subsidence during the recent historical times. However, this subsidence may only be attributed to eustatic movements.

The intense tectonic activity has been closely connected to the movements of all the tectonic blocks, throughout the whole Plio-Quaternary.

It is an indisputable fact that the historical earthquakes, as well as the recent ones relate directly to reactivations of faults, which are usually the marginal ones of the large tectonic basins of the area of the neotectonic map.

NEOTECTONIC MAP OF GREECE (1:100,000)  
GYTHEIO SHEET

BY

Assoc. Prof. S. LEKKAS, Res. Assoc. A. ALEXOPOULOS & G. DANAMOS

LEGEND

POST-ALPINE FORMATIONS

QUATERNARY

alluvial

scree - talus cones

dunes

Tyrhennian

NEOGENE

Late Pliocene and Early Pleistocene formations

ALPINE FORMATIONS

EASTERN GREECE UNIT

ophiolites

limestones, usually oolitic

PINDOS UNIT

limestones, mostly of Upper Cretaceous. Locally, sediments of the "first flysch".

TRIPOLI UNIT

flysch

limestones, dolomites

volcanosedimentary formations (Tyros beds)

MOLAOI UNIT

marbles

clasti series

PHYLLITES - QUARTZITES UNIT

schists, phyllites, quartzites

KRITI - MANI UNIT (Platteknalk)

Flysch

Crystalline, silex-bearing limestones and marbles

normal contact

overthrust (1 visible, 2 possible or buried)

thrust (1 visible, possible or buried)

fault (1 visible, 2 possible or buried)

active fault

probably active fault

inactive fault