

Αρ.Πρωτ. 1438
26.6.95

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

(ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100.000)

ΦΥΛΛΟ: "ΛΕΙΒΑΔΙΑ"

ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΤΕΥΧΟΣ

Επιστ. Υπεύθυνος
Επικ. Καθ. Ζ. ΚΑΡΟΤΣΙΕΡΗΣ

74/52

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1.1. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	4
1.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	6
2. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ	7
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	7
2.2. ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	7
2.2.1. ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΛΩΝΟΥ-ΠΙΝΔΟΥ	7
2.2.2. ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ - ΓΚΙΩΝΑΣ	8
2.2.3. ΒΟΙΩΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	9
2.2.4. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	9
2.3. ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	10
2.3.1. ΠΛΕΙΟ-ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΗ ΣΕΙΡΑ	10
Περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου	10
Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας	16
2.3.2. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ	17
2.3.3. ΠΑΛΑΙΑ ΣΥΝΕΚΤΙΚΑ ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΚΟΡΗΜΑΤΑ...	21
Κοιλάδα Δελφών - Αράχοβας	21
Περιοχή Σαμαρόλακκας - Χάνι Ζεμενού	22
Περιοχή όρμου Ζάλτσας	22
Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας	22
Περιοχή Άνω Λουτρού (Κορινθίας)	22
2.3.4. ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΚΟΡΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΩΝΟΙ ΚΟΡΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΝΩΤΕΡΟΥ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟΥ	23
2.3.5. ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	24
3. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	25
3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΜΑΡΤΥΡΙΕΣ	25
3.2. ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ	29
4. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	39
Α. Περιοχή βόρεια του Κορινθιακού κόλπου	39
Β. Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας	41
Γ. Περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου	42
5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	44
5.1. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΛΠΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ	44

5.2. ΜΕΤΑΛΠΙΚΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	45
5.2.1. ΓΕΝΙΚΑ	45
5.2.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	47
5.2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙ- ΚΟΤΕΡΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ	53
Α. Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας	59
Β. Περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου.	62
Γ. Περιοχή βόρεια του Κορινθιακού κόλπου	63
 6. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	67
 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στα πλαίσια της πρώτης φάσης του προγράμματος για τη σύνταξη του "Νεοτεκτονικού Χάρτη της Ελλάδας", η οποία χρηματοδοτήθηκε από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π), μας ανατέθηκε από τον παραπάνω οργανισμό η εκπόνηση του φύλλου Λειβαδιά, κλίμακας 1:100.000.

Κατά την εκπόνηση αυτή ακολουθήσαμε τις προδιαγραφές της Νεοτεκτονικής Επιτροπής του Ο.Α.Σ.Π., οι οποίες έχουν καθοριστεί από τη Διεθνή Επιτροπή Νεοτεκτονικής της UNESCO.

Η ερευνητική μας δραστηριότητα κατά κύριο λόγο αναλώθηκε σε εκτεταμένες έρευνες υπαίθρου, καθώς επίσης και σε εργαστηριακές αναλύσεις και επεξεργασία των διαφόρων γεωλογικών δεδομένων που συγκεντώθηκαν από τις έρευνες υπαίθρου.

Σε πρώτη φάση μελετήθηκαν λεπτομερώς οι αεροφωτογραφίες όλης της περιοχής, κλίμακας 1:13.000 περίπου, προκειμένου να αποκομιστούν τα πρώτα τεκτονικά, στρωματογραφικά και γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής. Ακολούθησαν οι έρευνες υπαίθρου, οι οποίες εστιάστηκαν κυρίως:

- α) στη μελέτη της στρωματογραφίας των μεταλπικών σχηματισμών.
- β) στη γεωμορφολογική μελέτη όλης της περιοχής, και
- γ) στην τεκτονική μελέτη τόσο των αλπικών, όσο και των μεταλπικών σχηματισμών.

Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στη μελέτη του ρηξιγενούς ιστού της περιοχής, για τον εντοπισμό των ρηγμάτων της και τον προσδιορισμό της πρόσφατης δραστηριότητάς τους.

Παράλληλα με την έρευνα υπαίθρου μελετήθηκαν εκ νέου οι αεροφωτογραφίες της περιοχής, ενώ έγιναν εργαστηριακές αναλύσεις πετρολογικών/παλαιοντολογικών δειγμάτων για τη μελέτη της στρωματογραφίας των μεταλπικών σχηματισμών, καθώς επίσης και αναλύσεις τεκτονικών στοιχείων -κυρίως ρήγματα με γραμμές ολίσθησης- για τον προσδιορισμό των τοπικών εντατικών καταστάσεων της περιοχής.

Τα αποτελέσματα της στρωματογραφικής, γεωμορφολογικής και τεκτονικής μελέτης της περιοχής, μαζί με σεισμολογικά δεδο-

μένα συνεκτιμήθηκαν προκειμένου να εκτιμηθεί η επικινδυνότητα δραστηριοποίησης των ρηγμάτων.

Τέλος, αναζητήθηκαν και εντοπίσθηκαν περιοχές όπου εκδηλώνονται ή αναμένονται καταστροφικά φαινόμενα από κατολισθήσεις ή καταπτώσεις βράχων, κυρώς κατά τη διάρκεια σεισμικής δραστηριότητας.

1.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης περικλείεται από τις γεωγραφικές συντεταγμένες:

$$\text{μήκος} = 22,5^{\circ}-23,0^{\circ}$$

$$\text{πλάτος} = 38,0^{\circ}-38,5^{\circ}$$

Στις τέσσερις γωνίες της βρίσκονται οι Δελφοί (NW), ο Ορχομενός (NE), το Λουτράκι (SE) και το χωριό Ρέθιο (Κορινθίας) (SW).

Λόγω της παρουσίας του Κορινθιακού κόλπου η περιοχή διαιρείται σε τρεις επιμέρους γεωγραφικές ενότητες:

- α) Στην περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου, στο νοτιο-δυτικό άκρο της.
- β) Στην περιοχή της χερσονήσου Περαχώρας, στο νοτιο-ανατολικό άκρο της, και
- γ) Στη βόρεια του Κορινθιακού κόλπου περιοχή.

Η γεωγραφική αυτή διαίρεση θα μας βοηθήσει, όπως θα δούμε παρακάτω, τόσο στη στρωματογραφική, όσο και στην τεκτονική μελέτη της περιοχής, αφού υφίστανται σαφείς διαφορές από τη μία περιοχή στην άλλη.

2. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τη μεγαλύτερη έκταση της περιοχής καταλαμβάνουν οι Αλπικοί σχηματισμοί, οι οποίοι εμφανίζονται κυρίως στη βόρεια του Κορινθιακού κόλπου περιοχή και στην περιοχή της χερσονήσου της Περαχώρας. Αντίθετα, οι μεταλπικοί σχηματισμοί και κυρίως τα πλειο-πλειστοκαινικής ηλικίας πετρώματα αναπτύσσονται ως επί το πλείστον στην περιοχή της Βόρειας Πελοποννήσου (Κιάτου - Ξυλοκάστρου), ενώ η παρουσία αυτών στις δύο άλλες περιοχές είναι σχετικά πολύ μικρή.

2.2. ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Τέσσερις διαφορετικές ενότητες αλπικών σχηματισμών συναντάμε στην περιοχή μας. Συγκεκριμένα εμφανίζονται οι ενότητες Ολωνού-Πίνδου, Παρνασσού-Γκιώνας, Βοιωτική και Ανατολικής Ελλάδας. Τη μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνει η ενότητα Παρνασσού - Γκιώνας, κατέχοντας το μεγαλύτερο δυτικό τμήμα της βόρεια του Κορινθιακού κόλπου περιοχής. Ακολουθεί σε έκταση η Βοιωτική ενότητα στο νοτιο-δυτικό τμήμα της ίδιας περιοχής και στην περιοχή της χερσονήσου Περαχώρας, ενώ η ενότητα της Ανατολικής Ελλάδας εντοπίζεται στο βορειο-ανατολικό τμήμα της μελετηθείσας περιοχής. Τέλος, η ενότητα Ολωνού-Πίνδου (πιθανόν με μεταβατικά ιζήματα) εμφανίζεται στο νότιο άκρο της χερσονήσου που συναντάμε δυτικά του κόλπου της Αντίκυρας, ενώ μικρή εμφάνιση αυτής, η οποία αποτελεί και το υπόβαθρο της πλειο-πλειστοκαινικής σειράς, παρατηρούμε δυτικά του Ξυλοκάστρου.

2.2.1. ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΛΩΝΟΥ-ΠΙΝΔΟΥ

Στο νότιο άκρο της χερσονήσου η οποία βρίσκεται δυτικά του όρμου της Αντίκυρας, εμφανίζεται η ενότητα Ολωνού - Πίνδου με λεπτοπλακώδεις έως παχυστρωματώδεις ασβεστολίθους ιουρασικής ηλικίας, ενίοτε με ενδιαστρώσεις κερατολίθων. Επίσης, τοπικά συναντάμε εμφανίσεις ερυθρών αργιλοσχιστοκερατολιθικών πε-

τρωμάτων της ίδιας ηλικίας. Στην περιοχή δυτικά του Ξυλοκάστρου η ενότητα αυτή αποτελείται από ασβεστόλιθους του Κρητιδικού, ερυθρούς πηλίτες και ραδιολαρίτες του Ανωτέρου Ιουρασικού - Κατώτερου Κρητιδικού και φλύσχη.

Και στις δύο παραπάνω περιοχές η ενότητα Ολωνού - Πίνδου εμφανίζεται έντονα λεπιωμένη.

2.2.2. ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ - ΓΚΙΩΝΑΣ

Συνίσταται από μια ανθρακική ακολουθία που ξεκινάει από το Τριαδικό και φθάνει μέχρι το Μαιστρίχτιο/Δάνιο, όπου και αρχίζει η ιζηματογένεση του φλύσχη. Η ανθρακική αυτή ακολουθία αποτελείται κυρίως από ασβεστόλιθους και δολομίτες νηριτικής φάσης, που μόνο κατά το Μαιστρίχτιο μεταπίπτουν σε πλακώδεις ασβεστόλιθους με *Globotruncanes*. Η συνέχεια της ανθρακικής ακολουθίας διακόπτεται από την παρουσία βωξιτικών οριζόντων, οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι:

b₃ : κάτω από το Ανώτερο Κρητιδικό

b₂ : στο Κατώτερο Κρητιδικό (Άπτιο)

b₁ : στο Ιουρασικό, κάτω από το Κιμμερίδιο.

Το πέραςμα, τώρα, από την ανθρακική στην κλαστική ιζηματογένεση γίνεται με δύο τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε βαθμιαία μετάβαση από τους πελαγικούς ασβεστόλιθους του Μαιστριχτίου στο φλύσχη με τυπικά ασβεστομαργαϊκά στρώματα μετάβασης μικρού πάχους (2-5 m). Τη μετάβαση αυτή μπορούμε να δούμε σε πολλές θέσεις της περιοχής μας, όπως πάνω από το χωριό Ανάληψη, κοντά στο χωριό Ελικώνα, και κυρίως σε όλο το μήκος της επαφής ασβεστολίθων-φλύσχη στις βορειο-ανατολικές παρυφές του όρους Ελικώνα.

Στη δεύτερη περίπτωση οι πελαγικοί ασβεστόλιθοι του Μαιστριχτίου αντικαθίστανται από μια καστανέρυθρη φωσφοροσιδηρούχα κρούστα (hard ground), πάνω από την οποία ακολουθεί ενίοτε μια ερυθρή σειρά από πηλίτες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και μάργες και στη συνέχεια ο τυπικός φλύσχος. Την τελευταία αυτή περίπτωση μετάβασης με hard ground μπορούμε να παρατηρήσουμε κατά μήκος του δρόμου Στείρι - Κυριάκι, αμέσως μετά το χωριό Στείρι.

2.2.3. ΒΟΙΩΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Σύμφωνα με τις νεώτερες απόψεις πολλών ερευνητών (Celet P., Clement B.) η βοιωτική ενότητα καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα του Ελικώνα και συγκεκριμένα τον ορεινό όγκο δυτικά της γραμμής που περνάει από τα χωριά Αγ. Τριάδα, Αγ. Άννα, Προδρόμος και νότια της γραμμής Προδρόμου - όρμου Ζάλτσας.

Συνίσταται κυρίως από ανθρακικά, νηριτικά πετρώματα του Ανωτέρου Τριαδικού - Ιουρασικού. Σ' αυτά διακρίνουμε κυρίως ασβεστολίθους σκοτεινόχρους, κιτρινόφαιους και ενίοτε ερυθρόφαιους, κονδυλώδεις με αμμωνίτες και βελεμνίτες του Κατωτέρου Ιουρασικού.

Στην περιοχή Δόμβραινας - Θίσβης οι ασβεστόλιθοι αυτοί επιπτεύουν σε μια σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση, η οποία κατά τους Παπασταματίου et al.(1971) είναι ηλικίας Κάτω έως Μέσου Ιουρασικού. Λόγω της παρουσίας των οφιολιθικών πετρωμάτων που βρίσκουμε μέσα σ'αυτή, πιθανόν η ηλικία του σχηματισμού αυτού να είναι νεώτερη και να αντιστοιχεί στο φλύσχη του Ανωτέρου Ιουρασικού - Κατωτέρου Κρητιδικού της Βοιωτικής ενότητας.

Η Βοιωτική ενότητα είναι επωθημένη πάνω στο φλύσχη της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας κατά μήκος της γραμμής Κορώνειας - Αγ. Τριάδας - Αγ. Άννας - Προδρόμου - όρμου Ζάλτσας.

Στην περιοχή Αγ. Τριάδας - Κορώνειας - Αγ. Γεωργίου - Λειβαδιάς είναι πολύ πιθανό να αναπτύσσεται και ο τριτογενής φλύσξης της Βοιωτικής ενότητας, ο οποίος όμως, επειδή είναι επωθημένος πάνω στο φλύσχη της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας, είναι πολύ δύσκολο να διακριθεί από αυτόν. Έτσι, ο φλύσξης που φαίνεται τεκτονικά τοποθετημένος πάνω από τους ασβεστόλιθους της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας στην περιοχή Αγ. Τριάδας και κυρίως στην περιοχή Αγ. Γεωργίου - Λειβαδιάς, πιθανόν να ανήκει στη Βοιωτική ενότητα.

2.2.4. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Την ενότητα αυτή τη συναντάμε στο βορειο-ανατολικό τμήμα της περιοχής μας, με τη σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση του Τιθωνίου - Κατωτέρου Κρητιδικού, τους ασβεστόλιθους της ανω-κρητιδικής επίκλισης και τον ηωκαινικό της φλύσχη. Είναι επωθημένη πάνω στα ιζήματα της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας και πολύ πιθανόν πάνω στον τριτογενή φλύσχη της Βοιωτικής ενότητας.

2.3. ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Στους μεταλπικούς σχηματισμούς διακρίνουμε πλειοκαινικά και πλειστοκαινικά ιζήματα θαλάσσιας ή υφάλμυρης φάσης, ολοκαινικούς θαλάσσιους σχηματισμούς, πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων ολοκαινικής και πλειστοκαινικής ηλικίας και, τέλος, αλλουβιακές αποθέσεις στις οποίες θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε και τις λιμναίες αποθέσεις της Κωπαίδας.

2.3.1. ΠΛΕΙΟ-ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΗ ΣΕΙΡΑ

Αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα των μεταλπικών ιζημάτων της Βόρειας Πελοποννήσου και του ισθμού της Κορίνθου. Τοπικά εμφανίζεται σε ορισμένους κολπίσκους στις βορειο-ανατολικές ακτές του Κορινθιακού κόλπου, καθώς επίσης και σε ορισμένες θέσεις της χερσονήσου Περαχώρας.

Η σειρά αυτή συνίσταται: α) από λευκοκίτρινες μάργες και αμμώδεις μάργες με μεταβαλλόμενη περιεκτικότητα σε άμμο, και β) από κροκαλοπαγή με καλά αποστρογγυλωμένες κροκάλες.

Περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου

Η περιοχή αυτή καταλαμβάνεται σχεδόν εξολοκλήρου από τις μάργες και τα κροκαλοπαγή της πλειο-πλειστοκαινικής σειράς. Η σχέση μεταξύ μαργών και κροκαλοπαγών χαρακτηρίζεται από συνεχείς κατακόρυφες και πλευρικές μεταβάσεις της μιας φάσης προς την άλλη. Η εξάπλωση των κροκαλοπαγών και η σχέση τους με τις μάργες δείχνει μια ενδοϊζηματοποίηση των πρώτων μέσα στις μάργες, πολλές φορές με τη μορφή "πλήρωσης διαύλων" γύρω από παλαιά δέλτα ποταμών.

Τα ανώτερα στρώματα των νεωτέρων δελταϊκών αποθέσεων προωθούνται συνεχώς προς το κέντρο της λεκάνης του Κορινθιακού κόλπου, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα μια τάση οπισθοχώρησης της ακτογραμμής προς την ίδια κατεύθυνση. Η εξέλιξη αυτή έρχεται σε αντίφαση με προηγούμενες απόψεις που εδέχοντο σαν Καλάβρια την ηλικία των κροκαλοπαγών. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο εξέλιξης θα πρέπει να αναμένουμε, για ίδιους περίπου στρωματογραφικούς ορίζοντες, μια προοδευτική μεταβολή της λιθολογίας τους από τις μάργες προς τα κροκαλοπαγή με κατεύθυνση από τις βόρειες ακτές της Πελοποννήσου προς το εσωτερικό

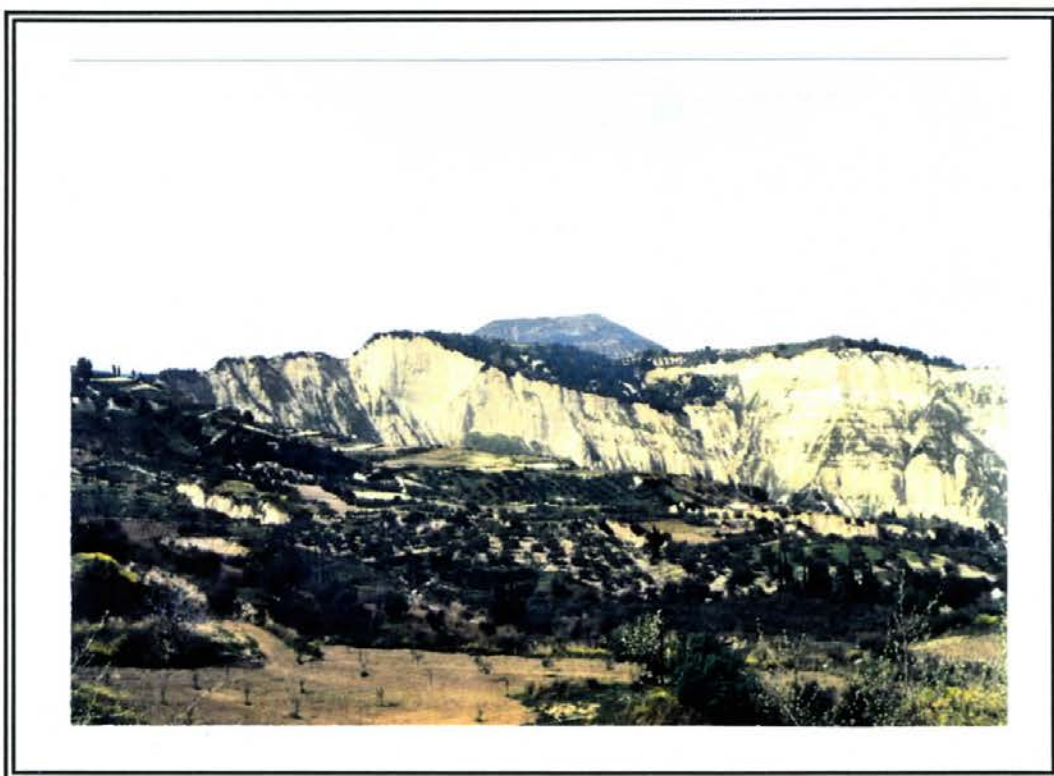
της (από Βορρά, δηλαδή, προς Νότο). Την ίδια περίπου μεταβολή θα πρέπει να αναμένουμε σε μια συγκεκριμένη θέση και κατά την κατακόρυφη έννοια και συγκεκριμένα από κάτω προς τα επάνω.

Πράγματι, τις λιθολογικές αυτές μεταβολές μπορούμε να διαπιστώσουμε στην περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου. Έτσι, ακολουθώντας μια πορεία από το Κιάτο προς το Σούλι (με κατεύθυνση, δηλαδή, προς SW) και παρακολουθώντας τους ίδιους περίπου στρωματογραφικούς ορίζοντες, διαπιστώνουμε ότι οι μάργες μεταβάλλονται προοδευτικά προς άμμους, ενώ ακολούθως αρχίζουν να εμφανίζονται ορισμένοι πάγκοι κροκαλοπαγών, που όσο προχωράμε αυξάνουν και σε πάχος και σε αριθμό, έτσι ώστε κοντά στο Σούλι οι ορίζοντες γίνονται σχεδόν τελείως κροκαλοπαγείς. Από την άλλη μεριά, αν ακολουθήσουμε μια ανοδική πορεία από τους χαμηλότερους στρωματογραφικά ορίζοντες που συναντάμε στην κοίτη του Τρικαλίτικου ποταμού NNE από το Ρέθιο και το Ξανθοχώρι, προς τους ανώτερους ορίζοντες στην περιοχή Ξανθοχωρίου, θα διαπιστώσουμε την ίδια ακριβώς λιθολογική μεταβολή. Οι αμιγείς μάργες των κατωτέρων οριζόντων μεταπίπτουν προοδευτικά σε αμμώδεις μάργες και άμμους, ενώ η παρουσία των κροκαλοπαγών συνεχώς αυξάνει όσο μεταβαίνουμε προς τα επάνω.

Η ανάπτυξη των διαφόρων στρωματογραφικών οριζόντων της σειράς σε σχέση με την παλαιογεωγραφική τους θέση και το σημερινό βαθμό διάβρωσής τους, έχει σαν αποτέλεσμα να εντοπίζουμε σήμερα περιοχές με σαφείς λιθολογικές διαφορές. Έτσι, για παράδειγμα, η περιοχή Κουτσουπόλακκας - Σιγερίτσας, μεταξύ των χωριών Στύλιας, Ρέθιου και Πελλήνης, χαρακτηρίζεται από την παρουσία σχεδόν αμιγών μαργαϊκών οριζόντων. Το ίδιο συμβαίνει και στην περιοχή Ζαχουλίτικων - Ρίζας - Γεωργανταϊκών (Εικ.1). Αντίθετα, στις περιοχές Ξανθοχωρίου, Ζεμενού, Στύλιας - Μέγα Βάλτου υπερτερούν τα κροκαλοπαγή.

Μεγάλη ανάπτυξη των κροκαλοπαγών οριζόντων έχουμε και στην περιοχή Βρυσουλών - Κορφιώτισσας. Εδώ τα πλειο-πλειστοκαινικά ιζήματα έχουν μικρό σχετικά πάχος, αφού κάτω από αυτά εμφανίζεται το αλπικό υπόβαθρο, με τους σχηματισμούς της ενότητας Ολωνού-Πίνδου, πράγμα που επιβεβαιώνει την παράκτια φάση των ιζημάτων αυτών.

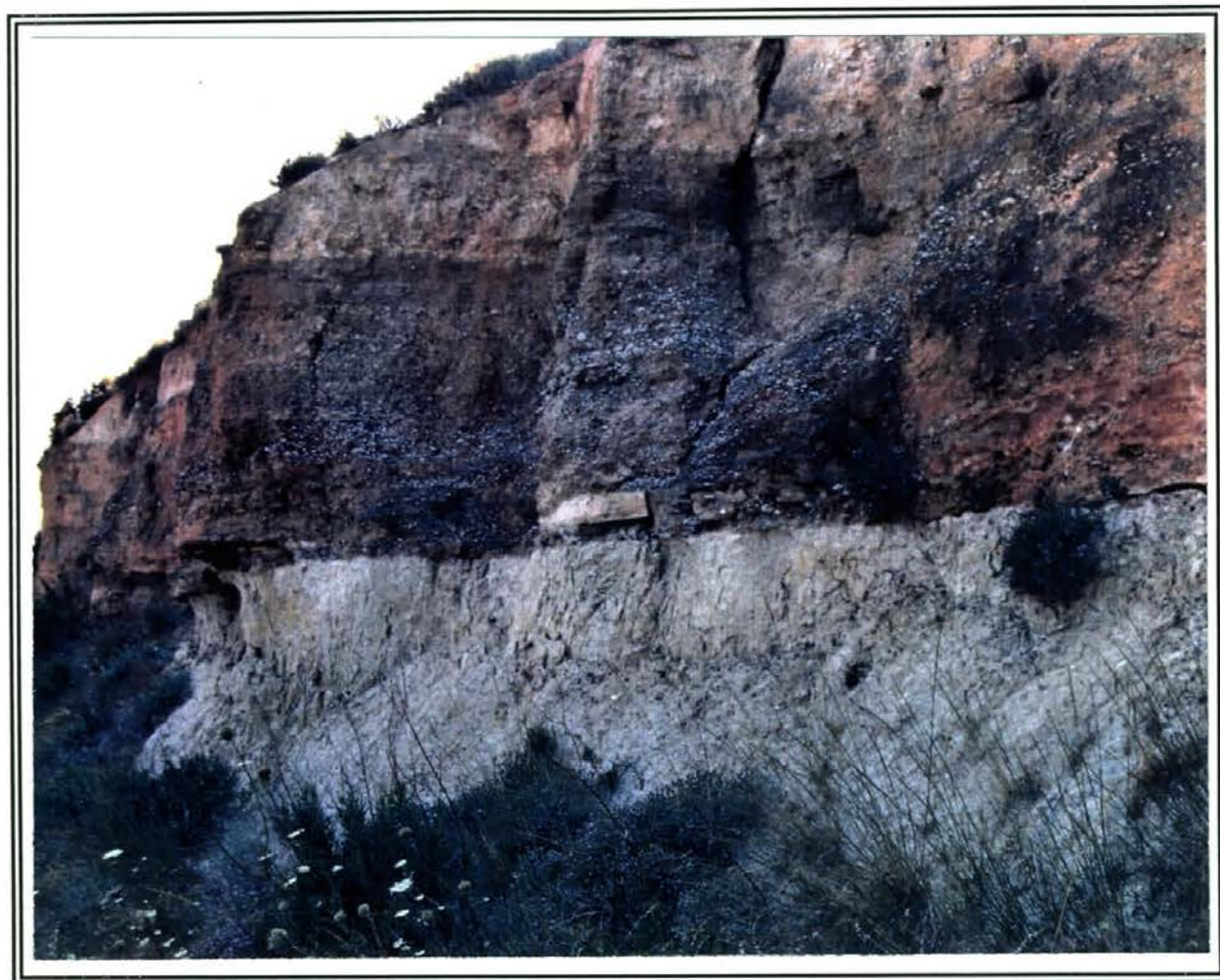
Οι κλίσεις των στρωμάτων σε όλη την περιοχή είναι σχετικά μικρές και κυμαίνονται μεταξύ 15°-30°, ενώ σπάνια φθάνουν τις 40°. Η φορά μέγιστης κλίσης τους κυμαίνεται συνίθως από 120° - 160°, ενώ δεν λείπουν οι περιπτώσεις που τα στρώματα κλίνουν προς NE ή και NW.



Εικ. 1. Αμιγείς μαργαϊκοί ορίζοντες της πλειο-πλειστοκαινικής

Στο ανατολικό τμήμα της περιοχής και συγκεκριμένα ανατολικά του Τρικαλίτικου ποταμού, εντοπίζουμε την παρουσία πολλών θαλάσσιων αναβαθμίδων απόθεσης σε διάφορα απόλυτα υψόμετρα. Οι αναβαθμίδες αυτές ξεκινάνε πάνω από τον εθνικό δρόμο Κορίνθου - Πατρών και φθάνουν μέχρι το απόλυτο υψόμετρο των 800 m περίπου. Δυτικότερα συναντάμε μόνο ορισμένα ίχνη τους, και μάλιστα από τις κατώτερες αναβαθμίδες, επειδή η διάβρωση τις έχει εξαφανίσει (Εικ.2).

Ο Deperet C.(1913) δέχεται την άποψη ότι όλες αυτές οι αναβαθμίδες έχουν δημιουργηθεί από τον κατακερματισμό μιας μεγάλης αναβαθμίδας του Τυρρηνίου με διαδοχικά κανονικά ρήγματα. Από προσεκτικές όμως παρατηρήσεις στα όρια διαδοχικών αναβαθμίδων, κατά μήκος απότομων πρανών κοιλάδων οι οποίες διατέμνουν εγκάρσια τις αναβαθμίδες και όπου τα πετρώματα εμφανίζονται υγιή (χωρίς αποσαθρωμένο μανδύα), δεν πιστοποιείται η ύπαρξη τέτοιων ρηγμάτων. Όπως δέχονται και μεταγενέστεροι ερευνητές (Dufaure J.J. et al. 1975, Schroder B. 1975, Sebrier M. 1977, Dufaure J.J.- Zamanis A. 1980, Keraudren B.- Sorel D. 1987) κάθε "σκαλοπάτι" αποτελεί και μια ξεχωριστή θαλάσσια αναβαθμίδα διαφορετικής ηλικίας, ενώ κάθε αναβαθμίδα έχει μεγαλύτερη ηλικία από όλες τις χαμηλότερές της.



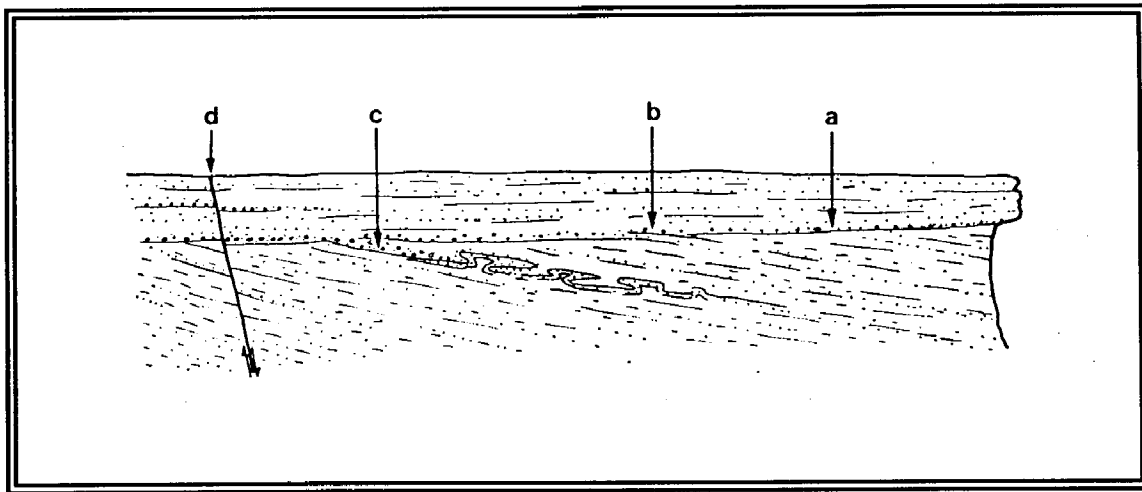
Εικ. 2. Θαλάσσια αναβαθμίδα του Πλειστοκαίνου κατά μήκος του δρόμου Κιάτου - Σουλίου.

Οι αναβαθμίδες συνίστανται κυρίως από κροκαλοπαγή, μέσα στα οποία διακρίνουμε ψαμμιτικούς ορίζοντες και ενίοτε μαργαϊκές ενδιαστρώσεις. Οι στρωματογραφικές αυτές ενότητες των αναβαθμίδων φαίνεται να επικάθονται ασύμφωνα πάνω σε υποκείμενους μαργαϊκούς ή ψαμμιτομαργαϊκούς ορίζοντες της πλειο-πλειστοκαινικής σειράς. Μάλιστα, οι διάφοροι κατά καιρούς ερευνητές αποδίδουν στις αναβαθμίδες ηλικία κυρίως Τυρρηνίου, ένεκα της παρουσίας σ' αυτές μαλακίων που σχετίζονται με το *Strombus bubonius*, ή το πολύ Μέσου Πλειστοκαίνου λόγω της παρουσίας της *Patella safiana*, ενώ γιά το ψαμμιτο-μαργαϊκό τους υπόβαθρο δέχονται ηλικία Αν. Πλειοκαίνου - Κατ. Πλειστοκαίνου.

Οι Keraudren B.-Sorel D. (1987) από γεωμετρικές και ιζηματολογικές κυρίως παρατηρήσεις διαπιστώνουν μια "στενότερη" στρωματογραφική σχέση μεταξύ των αναβαθμίδων και των υποκειμένων στρωμάτων, πράγμα που δείχνει ότι οι αναβαθμίδες και οι

υποκείμενοι ψαμμιτομαργαϊκοί ορίζοντες είναι σύγχρονοι. Συγκεκριμένα, ενώ τις περισσότερες φορές η βάση των αναβαθμίδων κείται ασύμφωνα πάνω στο υπόβαθρό τους, μερικές φορές παρατηρείται μια ιζηματολογική συνέχεια μεταξύ ενός στρώματος της βάσης της αναβαθμίδας και του υποβάθρου της. Έτσι, παρά τη σαφή διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ της στρωματογραφικής ενότητας της αναβαθμίδας και του υποβάθρου της, σε ορισμένες θέσεις φαίνονται στρώματα να "περνάνε" από τη βάση της αναβαθμίδας μέσα στο υπόβαθρο (Εικ.3). Μπορούμε, λοιπόν, να πούμε ότι μία αναβαθμίδα αποτελεί τα κορυφαία στρώματα της ψαμμιτομαργαϊκής λιθολογικής ενότητας πάνω από την οποία βρίσκεται. Μάλιστα, οι παραπάνω ερευνητές δέχονται σύγχρονη ιζηματογένεση ακόμη και για την αναβαθμίδα της νέας Κορίνθου (30 m), με τις υποκείμενες μάργες, παρά την παρατηρούμενη γωνιώδη ασυμφωνία που φθάνει περίπου τις 20°. Και τούτο διότι διαπιστώνουν:

- α) μικρά συνιζηματογενή ρήγματα στα μαργαϊκά στρώματα του υποβάθρου, που προσβάλλουν ασθενέστερα τα υπερκείμενα στρώματα της αναβαθμίδας,
- β) slumps μέσα στο μαργαϊκό υπόβαθρο που έχουν δημιουργηθεί από υλικά υπερκείμενων ψαμμιτικών ή λατυποπαγών οριζόντων της αναβαθμίδας, και



Εικ. 3. Ιζηματολογική σχέση μεταξύ μιας αναβαθμίδας και του υποβάθρου της. Τις περισσότερες φορές η βάση της αναβαθμίδας κείται ασύμφωνα πάνω στο υπόβαθρό της (α). Μερικές φορές όμως υπάρχει μια ιζηματολογική συνέχεια μεταξύ ενός στρώματος της βάσης της αναβαθμίδας και του υποβάθρου αυτής (β). Slumping ή ολισθήσεις μπορεί να δημιουργούνται μέσα στο μαργαϊκό υπόβαθρο από κροκαλοπαγείς ή αμμώδεις φάσεις της αναβαθμίδας (c). Μικρά κανονικά συνιζηματογενή ρήγματα μπορεί να προσβάλλουν το υπόβαθρο και σε μικρότερο βαθμό την υπερκείμενη αναβαθμίδα (από Keraudren B.-Sorel D. 1987).

- γ) ότι και οι μάργες του υποβάθρου και τα στρώματα της αναβαθμίδας περιέχουν απολιθώματα και θαλάσσιας και υφάλμυρης φάσης.

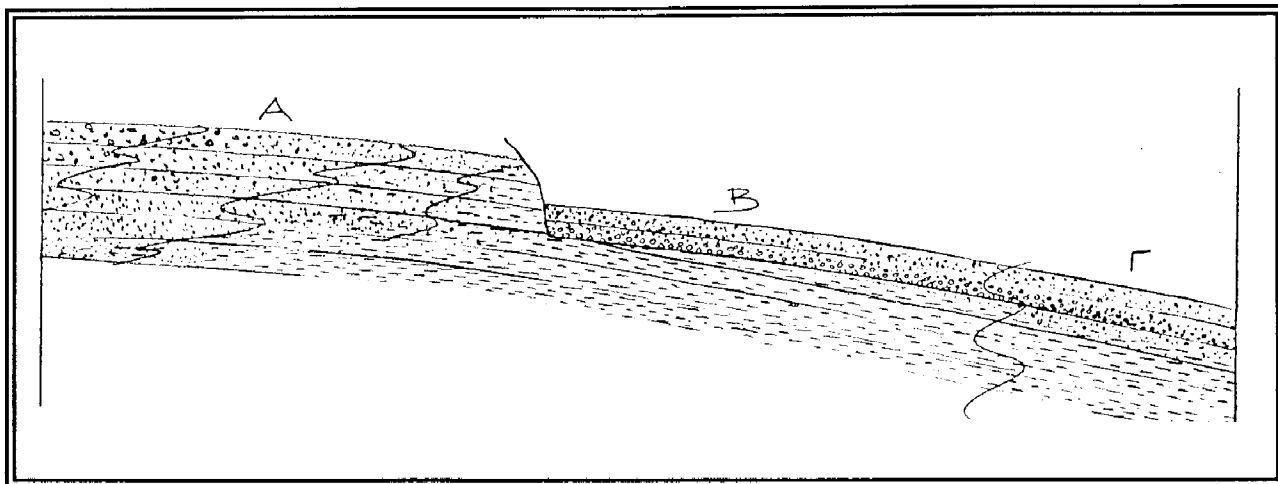
Τη δημιουργία όλων αυτών των αναβαθμίδων αποδίδουν στη σύγχρονη δράση τεκτονικών και ευστατικών κινήσεων κατά τη διάρκεια των τελευταίων 500.000 χρόνων, ήτοι του Μιλατσίου, Τυρρηνίου, Βερσιλλίου και Ολοκαίνου.

Κατά τη γνώμη μας, για τις μικρές αναβαθμίδες οι απόψεις των Keraudren B.- Sorel D. πρέπει να είναι ορθές. Όσο αφορά όμως τις αναβαθμίδες μεγάλης έκτασης, θα πρέπει εν μέρει η βάση τους να κείται ασύμφωνα πάνω στο ψαμμιτομαργαϊκό υπόβαθρο και μάλιστα σε θέσεις που βρίσκονται πλησιέστερα προς τον κρημνό της αμέσως ανώτερης αναβαθμίδας (Εικ.4). Αντίθετα, όσο προχωράμε προς την αντίθετη κατεύθυνση, προς τον κρημνό, δηλαδή, της ίδιας της αναβαθμίδας, θα πρέπει η ασυμφωνία αυτή να ελαττώνεται και από κάποιο σημείο και πέρα να εκλείπει.

Αν, τώρα, η διάβρωση έχει καταστρέψει μεγάλο τμήμα του μετώπου μιας αναβαθμίδας, θα βλέπουμε σήμερα μόνο την περιοχή όπου αυτή κείται ασύμφωνα πάνω στο υπόβαθρό της, όπως στην περίπτωση της αναβαθμίδας της πόλης της Κορίνθου.

Οπωσδήποτε το στρωματογραφικό κενό μεταξύ μιας αναβαθμίδας και του υποβάθρου της, ακόμη και σε θέσεις με μεγάλη σχετικήγωνιώδη ασυμφωνία, δεν πρέπει να είναι σημαντικό. Έτσι, η άποψη των Keraudren B. & Sorel D. ότι η ηλικία των αναβαθμίδων μπορεί να καθοριστεί από την ηλικία των μαργαϊκών στρωμάτων του υποβάθρου, κρίνεται σαν ορθή.

Σύμφωνα με τους παραπάνω πάντοτε συγγραφείς, και ένεκα του *Clamys septemradiata* που προσδιόρισαν στην αναβαθμίδα του Σουλίου (600 m), και των νανοαπωλιθωμάτων *Gephyrocapsa* sp., *Gephyrocapsa oceanica*, *Helicosphaera carteri*, *Coccolithus pelagicus* και *Syracosphaera pulchra* που εντόπισαν στις υποκείμενες μάργες, η ηλικία της αναβαθμίδας αυτής είναι από 460/450.000 χρόνια και μετά, ενώ για την ψηλότερη αναβαθμίδα (820 m) πάνω από κείνη του Σουλίου, καθορίζουν ηλικία 500.000 χρόνων περίπου.



Εικ. 4. Σχηματική παράσταση μιας αναβαθμίδας, η οποία απεικονίζει τη σχέση της με το υπόβαθρό της.

Συνεχής τεκτονική ανύψωση της περιοχής σε συνδυασμό με καθοδική ευστατική κίνηση της στάθμης της θάλασσας έχει σαν αποτέλεσμα τη γρήγορη απόσυρση της τελευταίας από τις περιοχές Α και Β. Λόγω της πτώσης της στάθμης της θάλασσας είναι πολύ πιθανή μια προοδευτική πλευρική και κατακόρυφη λιθολογική μεταβολή των στρωμάτων.

Στην περιοχή Β δημιουργείται μια διαβρωσιγενής επιφάνεια επιπέδωσης στη στάθμη περίπου της θάλασσας, με ένα παράκτιο κρημνό, όταν ο ρυθμός καθόδου της στάθμης της θάλασσας ελλαττωθεί σημαντικά ή μηδενιστεί, λόγω ανοδικής ευστατικής κίνησης η οποία αντισταθμίζει την ανοδική τεκτονική κίνηση της περιοχής. Η περιοχή Γ εξακολουθεί να βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και να δέχεται συνεχώς τα ιζήματα.

Η ανοδική ευστατική κίνηση συνεχίζεται με ρυθμό ο οποίος υπερέχει του ρυθμού της συνεχούς ανοδικής τεκτονικής κίνησης της όλης περιοχής. Αποτέλεσμα αυτού είναι η επίκλυση της θάλασσας στην περιοχή Β, η στάθμη της οποίας συνήθως δεν υπερβαίνει το ύψος του παράκτιου κρημνού που έχει δημιουργηθεί. Στην περιοχή Β αποτίθενται ασύμφωνα τα αδρομερή ιζήματα της αναβαθμίδας, ενώ στην περιοχή Γ συνεχίζεται χωρίς καμία διακοπή η ιζηματογένεση των ομολόγων στρωμάτων.

Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας

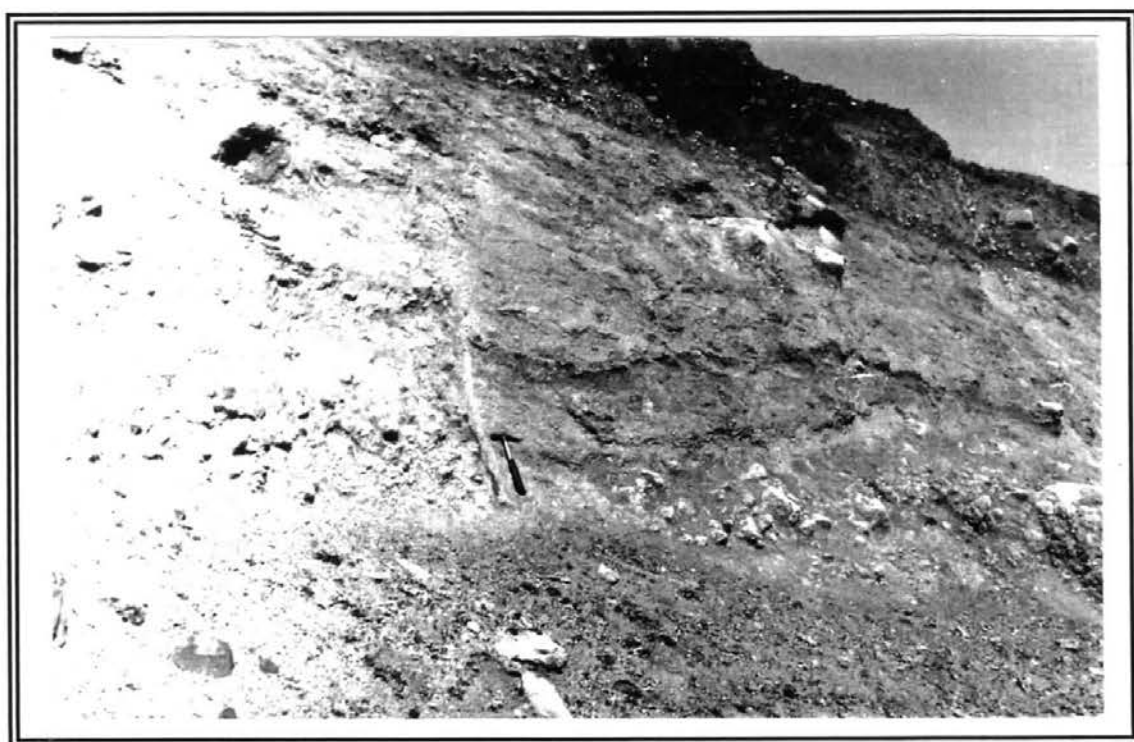
Στην περιοχή μεταξύ Λίμνης Βουλιαγμένης και Ηραίου συναντάμε μικρή εμφάνιση θαλάσσιων αποθέσεων του Ανωτέρου Πλειοκαίνου, η οποία συνίσταται από λευκοκίτρινες μάργες, μαργαϊκούς ασβεστολίθους, ασβεσταρενίτες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή.

Στις περιοχές του όρμου Αγριλιού και του ακρωτηρίου Στέρνα εμφανίζονται αποθέσεις του Τυρρηνίου από κροκαλοπαγή, ψαμ-

μίτες ασβεσταρενίτες και μάργες με πλούσια πανίδα από ελασματοβράγχια, γαστερόποδα (*Natica lactea* GUILLDING, *Strombus bubonius* LM., *Conus testudinarius* MARTINI) και σκαφόποδα.

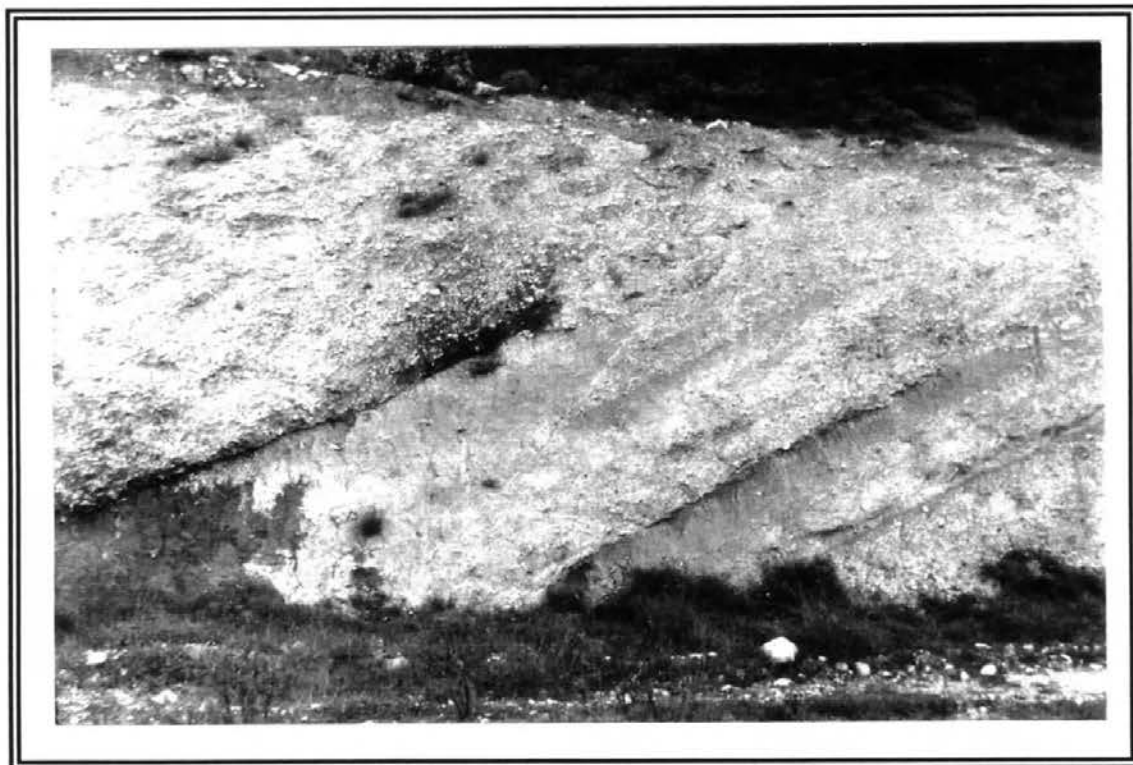
2.3.2. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ

Από το Δίστομο μέχρι τον όρμο Στενό και συγκεκριμένα στις δυτικές πλαγιές της κοιλάδας των Άσπρων Σπιτιών, στο λόφο (432 m) βόρεια της Αντίκυρας και στο λόφο (211 m) νοτιοδυτικά αυτής μέχρι τον όρμο Στενό, εμφανίζεται ένας κροκαλολατυποπαγής σχηματισμός. Μέσα σ' αυτόν μπορούμε να διακρίνουμε κυρίως δύο λιθολογικές φάσεις. Η πρώτη συνιστά ένα κατά κανόνα χαλαρό κροκαλολατυποπαγές με διαφόρου μεγέθους ασβεστολιθικά τεμάχια, άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο αποστρογγυλωμένα, τα οποία κολυμπούν μέσα σε μια κίτρινη αργιλοψαμμιτική και σχετικώς χαλαρή, θεμελιώδη μάζα. Τόσο το μέγεθος, όσο και η πυκνότητα των λατυπών/κροκαλών, αλλά και η σύσταση της θεμελιώδους μάζας αλλάζει από θέση σε θέση πολύ γρήγορα (Εικ.5).



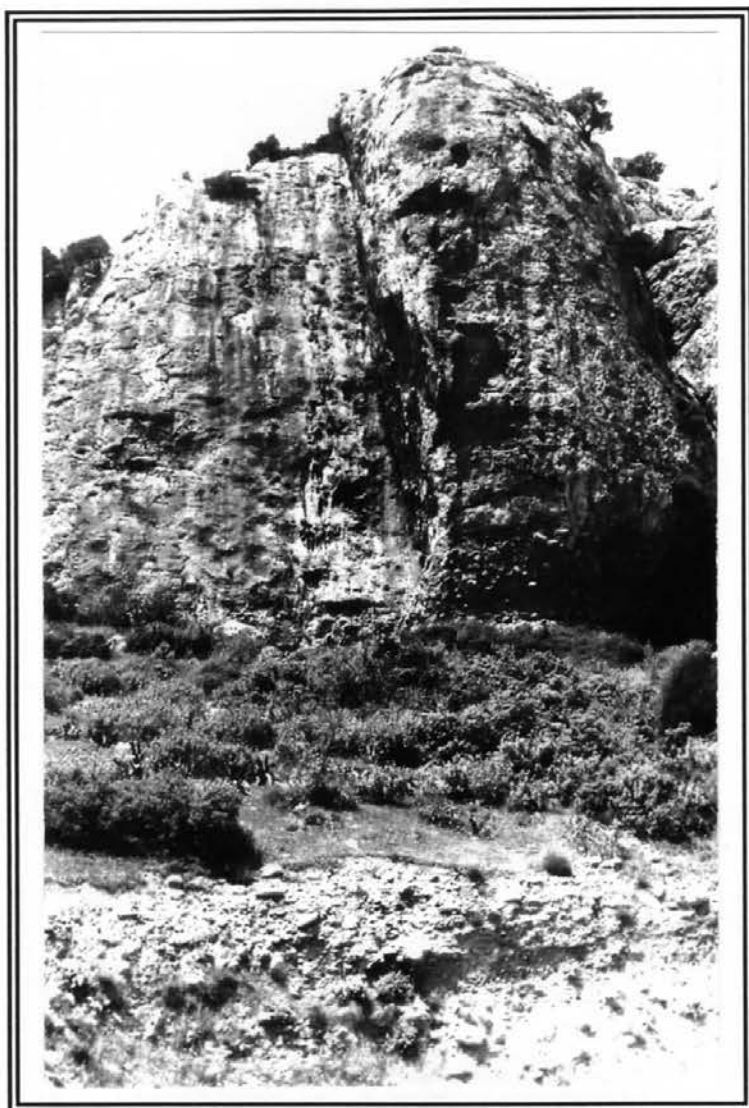
Εικ. 5. Σχηματισμός κροκαλολατυποπαγών Αντίκυρας.

Σε ορισμένες θέσεις ο σχηματισμός αυτός παρουσιάζει ευκρινή στρώση, όπως κατά μήκος του τεχνητού πρανούς που έχει δημιουργηθεί από τη διάνοιξη του νέου δρόμου ο οποίος οδηγεί από το Δίστομο στα Άσπρα Σπίτια και κοντά στη συμβολή του με τον παλιό δρόμο (Εικ.6). Στη θέση αυτή, όπου ο κροκαλολατυποπαγής αυτός σχηματισμός επικάθεται ασύμφωνα στα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας, μπορούμε να παρατηρήσουμε και ορίζοντες λεπτομερέστερου κλαστικού υλικού (ψαμμιτο/αμμούχοι).



Εικ. 6. Μικρολατυποκροκαλοπαγείς και ψαμμιτοαμμούχοι ορίζοντες του σχηματισμού Αντίκυρας.

Πάνω από την προηγούμενη φάση και μερικώς σε πλευρική μετάβαση προς αυτή, αναπτύσσεται η δεύτερη φάση του σχηματισμού. Πρόκειται για ένα πολύ συνεκτικό κροκαλο/λατυποπαγές με διαφόρου μεγέθους τεμάχια, τα οποία όμως είναι συγκολλημένα με ένα ασβεστολιθικό τσιμέντο. Έτσι αποκτά την υφή ενός κλαστικού ασβεστολίθου (Εικ.7). Η φάση αυτή κυριαρχεί στα ψηλότερα σημεία των λοφωδών εξάρσεων της περιοχής και κυρίως στο λόφο βόρεια της Αντίκυρας. Ενώ από το ανατολικό και νότιο μέρος του λόφου αυτού τα συνεκτικά αυτά κροκαλο/λατυποπαγή βρίσκονται πάνω από την προηγούμενη χαλαρή φάση, στο δυτικό και βόρειο μέρος του επικάθονται ασύμφωνα πάνω στο φλύσχη και τους ασβε-



Εικ. 7. Συνεκτικά κροκαλοπαγή του σχηματισμού Αντίκυρας.

στόλιθους της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας. Και η συνεκτική αυτή φάση των κροκαλολατυποπαγών παρουσιάζει μιά σαφή στρωμάτωση με μικρές κλίσεις (μέχρι 15° περίπου) προς δυσμάς.

Σε ορισμένες θέσεις, όπως πάνω από την πλατφόρμα απόθεσης βωξίτου στις δυτικές κλιτείς της κοιλάδας των Άσπρων Σπιτιών, ο κροκαλολατυποπαγής αυτός σχηματισμός συνίσταται από ασβεστολιθικά κλαστικά στοιχεία διαφόρου μεγέθους, συγκολλημένα μετεξύ τους, ενίοτε όχι πολύ ισχυρά, με τσιμέντο ερυθρής αργίλου (Εικ.8).

Όλοι αυτοί οι χαρακτήρες που συναντάμε στο σχηματισμό Αντίκυρας δείχνουν ανήσυχο περιβάλλον απόθεσης, με μεταβαλ-



Εικ.8. Ασβεστολιθικά κροκαλολατυποπαγή με τσιμέντο ερυθρής αργίλου του σχηματισμού Αντίκυρας.

λόμενη φάση από παράκτιου-δελταϊκού τύπου, έως χερσαία ποταμοχειμάρρια.

Η ηλικία του σχηματισμού δεν κατέσται δυνατό να προσδιοριστεί. Παρ' όλη την προσπάθεια και την εκτεταμένη δειγματοληψία που έγινε σε όλη του την έκταση, δεν βρέθηκε κανένα απολίθωμα από μάκρο- ή μικροπανίδα, αλλά ούτε και νανοαπωλιθώματα. Ελάχιστα ίχνη γυρεοκόκκων που εντοπίστηκαν σε ερυθρό αργιλικό συνδετικό υλικό των κροκαλολατυποπαγών, δεν μπόρεσαν να προσδιοριστούν.

Ο Pechoux P.Y. (1964) υποστηρίζει την άποψη ότι, ο σχηματισμός αυτός συνιστά τα πλειο-βιλλαφράγκια λείψανα των αποτελεσμάτων της ροής των νερών των ανατολικών κλιτύων του Παρνασσού προς τον Κορινθιακό κόλπο, τα οποία σήμερα πλέον οδεύουν προς ανατολάς, προς την πόλη της Κωπαίδας.

Ο Sebrier M. (1977) συσχετίζει το σχηματισμό αυτό με τα λατυποπαγή του διαύλου Άμφισσας - Ιτέας, για τα οποία δέχεται ηλικία Τεταρτογενούς.

2.3.3. ΠΑΛΑΙΑ ΣΥΝΕΚΤΙΚΑ ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΚΟΡΗΜΑΤΑ

Τα παλαιά πλευρικά κορήματα σχηματίζονται από κλαστικά στοιχεία περισσότερο ή λιγότερο γωνιώδη, προερχόμενα κατά κανόνα από αλπικούς σχηματισμούς. Συγκολλημένα πολύ συχνά με ένα ασβεστολιθικό τσιμέντο που τα καθιστά πολύ συνεκτικά, δημιουργούν ένα ογκώδες σύνολο (massif).

Συνήθως σχετίζονται με τεκτονικά συμβάντα, ευρισκόμενα δίπλα σε κατοπτρικές επιφάνειες μεγάλων ρηγμάτων που έδρασαν κατά το Πλειστόκαινο. Κατά κανόνα είναι καρστικοποιημένα και έντονα διαβρωμένα με αποκομμένη τη συνέχειά τους προς τα χαμηλότερα τμήματα των κλιτύων, ή καλύπτονται κατά θέσεις από νεότερα κορήματα, τα οποία μπορεί να φθάνουν μέχρι τα χαμηλότερα σημεία των κλιτύων.

Κοιλάδα Δελφών - Αράχοβας.

Κατά μήκος των βόρειων κλιτύων της κοιλάδας Δελφών-Αράχοβας εμφανίζονται συνεκτικά λατυποπαγή παλαιών πλευρικών κορημάτων, τα οποία κατά θέσεις καλύπτονται από νεότερα χαλαρά πλευρικά κορήματα. Τα κορήματα αυτά αναπτύσσονται κατά μήκος του κρημνού που δημιουργείται από τη μετατόπιση των τεμαχών κατά μήκος της μεγάλης ρηξιγενούς επιφάνειας, την οποία μπορούμε να παρακολουθήσουμε σε μήκος πολλών χιλιομέτρων στις βόρειες κλιτείς της κοιλάδας.

Προς την περιοχή των Δελφών τα παλαιά αυτά κορήματα καλύπτονται ως επί το πλείστον από νεότερα κορήματα. Αντίθετα, στην περιοχή της Αράχοβας έχουν μεγαλύτερη επιφανειακή εξάπλωση και μπορούμε να τα παρατηρήσουμε καλύτερα. Έτσι, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι αναπτύσσονται πάνω στο φλύσχη της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας μέχρι λίγα μέτρα κάτω από το δρόμο Αράχοβας - Δελφών, ενώ η συνέχειά τους προς τα χαμηλότερα σημεία της κλιτύς διακόπτεται απότομα, προφανώς λόγω διάβρωσης. Αξιόλογη, ακόμη, είναι και η καρστικοποίηση την οποία έχουν υποστεί.

Ο σχηματισμός τους, αναμφίβολα μέσα στο Πλειστόκαινο, θα πρέπει να έλαβε χώρα πριν από τη μεσοπαγετώδη περίοδο Μινδελίου - Ρισσίου, η οποία θεωρείται σαν η τελευταία περίοδος δημιουργίας karst.

Περιοχή Σαμαρόλακκας - Χάνι Ζεμενού.

Ανατολικά της Αράχοβας στην περιοχή που βρίσκεται το χάνι Ζεμενού και στις νότιες κλιτείες της κορυφής Παρβρούλια, εμφανίζονται παρόμοια παλαιά, συνεκτικά, πλευρικά κορήματα, τα οποία επικάθονται σαν ράκη πάνω στο φλύσχη της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας. Σε ορισμένες θέσεις καλύπτονται από νεότερα κορήματα, ενώ κοντά στο μεγάλο κρημνό που δημιουργείται από τους ασβεστόλιθους της παραπάνω ενότητας αναπτύσσονται τα σύγχρονα ασύνδετα κορήματα.

Περιοχή όρμου Ζάλτσας.

Κατά μήκος της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης που ξεκινάει ανατολικά του κόλπου της Ζάλτσας και κατευθύνεται προς τον κόλπο της Αντίκυρας, συναντάμε παλαιά, συνεκτικά, πλευρικά κορήματα, που και 'δω επικάθονται στο φλύσχη και καλύπτονται μερικώς από νεότερα κορήματα.

Κατά μήκος του ρέματος Ντουρντουβάνα τα κορήματα αυτά έχουν υποστεί έντονη κατά βάθος διάβρωση.

Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας.

Στην χερσόνησο Περαχώρας συναντάμε σημαντικού πάχους παλαιά πλευρικά κορήματα κατά μήκος τεσσάρων μεγάλων ρηγμάτων. Των σεισμικών ρηγμάτων Πισίων (60) και Σχοίνου (64) και των ρηγμάτων Οσίου Πατάπιου (59) και Στραβών (52). Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά είναι όμοια με αυτά που περιγράψαμε στις προηγούμενες περιοχές.

Περιοχή Άνω Λουτρού (Κορινθίας).

Και 'δω, κατά μήκος της μεγάλης ρηξιγενούς επιφάνειας (72) που οριοθετεί προς βορρά το κέρασ των Βρυσουλών, αναπτύσσονται παλαιά, συνεκτικά πλευρικά κορήματα, έντονα διαβρωμένα και καλυμμένα από νεότερά τους.

2.3.4. ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΚΟΡΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΩΝΟΙ ΚΟΡΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΝΩΤΕΡΟΥ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟΥ

Μετά από τη μεσοπαγετώδη περίοδο Μινδελίου - Ρισσίου, που δεχόμαστε σαν την τελευταία περίοδο σχηματισμού του ferretto, μπορούμε να διακρίνουμε τα απομεινάρια δύο πολύ ψυχρών κλιματικών περιόδων. Η πιο πρόσφατη ταυτίζεται περίπου με τη Βούρμιο, ενώ η άλλη με τη Ρίσσιο. Αυτά παρίστανται από καστανέρυθρα αργιλοπηλικά υλικά και λατυποπαγή λιγότερο ή περισσότερο συνεκτικά. Η ανάπτυξή τους και ο όγκος τους σχετίζεται άμεσα με τη σπουδαιότητα των κλιτύων, κυρίως σε ότι αφορά το μέγεθος και τη μέση κλίση της, και πρώτιστα με την τεκτονική δραστηριότητα.

Τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων Βουρμίου ηλικίας αναπτύσσονται σε όλη την έκταση της περιοχής μας. Μερικές φορές οι μεγάλοι κώνοι κορημάτων της τελευταίας αυτής ψυχρής περιόδου δείχνουν να μην είναι ενεργοί, αφού τις βλέπουμε ανασκαμμένες από τη ροή των σύγχρονων υδάτων.

Σύμφωνα με τις απόψεις του Sebrier M. (1977) για τις περιφερειακές περιοχές του Κορινθιακού κόλπου και του Pechoux P.Y. (1964) για την περιοχή Παρνασσού - Γκιώνας, οι σχηματισμοί της Ρισσίου περιόδου, σε αντίθεση με τις χερσαίες αποθέσεις που αποδίδονται στη Βούρμιο περίοδο, αντιπροσωπεύονται σχετικά πολύ λιγότερο.

Ο Dufaure J.J. (1975) περιγράφει ενδιαφέρουσες χερσαίες "συσσωρεύσεις" στη δυτική Αργολίδα, τις οποίες τοποθετεί από άποψη ηλικίας στη Ρίσσιο περίοδο. Η μορφολογική τους ανάλυση τον κάνει να συμπεράνει ότι η περίοδος αυτή πρέπει να είναι πολύ κρίσιμη για τη γένεση τέτοιων σχηματισμών. Ακόμη, ερμηνεύει τη σπανιότητα των ιχνών της Ρισσίου περιόδου στις περιφερειακές αποθέσεις του Κορινθιακού κόλπου με μία ακατάπαυστη διάβρωση ένεκα συνεχών τεκτονικών κινήσεων. Έτσι, σε μια περιοχή με έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα, όπως είναι η βορειο-ανατολική πλευρά του Κορινθιακού κόλπου, η επιρροή του κλιματικού παράγοντα έρχεται σε δεύτερη μοίρα στην εξέλιξη του συνολικού αναγλύφου.

Τέτοια πλευρικά κορήματα ή κώνους κορημάτων συναντάμε στην περιοχή μας κυρίως κατά μήκος σημαντικών ρηγμάτων (Πισίων (60), Οσίου Πατάπιου (59), Στραβών (52), Άνω Λουτρού (72), Ζάλτσας (4), Δελφών - Αράχοβας (8)), αλλά και στη βάση υψηλών ασβεστολιθικών πρανών, όπως στις περιοχές Διστόμου, Οσίου Λουκά και Άσπρων Σπιτιών.

2.3.5. ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Στους ολοκαινικούς σχηματισμούς εκτός από τις σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις και τα τελείως ασύνδετα πλευρικά κορήματα, εντάσσονται και οι λιμναίες αποθέσεις της Κωπαίδας, καθώς επίσης και μικρές εμφανίσεις θαλασσίων αποθέσεων.

Στην περιοχή της Λίμνης Βουλιαγμένης (χερσόνησο Περαιχώρας) παρατηρείται μια μικρή θαλάσσια αναβαθμίδα, ένα μέτρο περίπου πάνω από τη σημερινή στάθμη της θάλασσας. Αποτελείται από ένα κροκαλολατυποπαγές με αδρομερή κλαστικά στοιχεία, μέσα στο οποίο έχουν εντοπιστεί σιδερένιες αιχμές βελών, γεγονός που πιστοποιεί το σχηματισμό του μέσα σε ιστορικούς χρόνους.

3. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΜΑΡΤΥΡΙΕΣ

Είναι γνωστό ότι από αρχαιοτάτων χρόνων η περιοχή του Κορινθιακού κόλπου παρουσιάζει έντονη σεισμική δραστηριότητα (Γαλανόπουλος Α. 1955, 1981). Από τον πρώτο π.χ. αιώνα μέχρι το 1900 μ.χ. βρίσκουμε σημαντικές ιστορικές μαρτυρίες για καταστρεπτικούς σεισμούς, τόσο σε περιοχές του βορείου περιθωρίου του Κορινθιακού κόλπου (Δελφοί, Ορχομενός, Χαιρώνεια, Κορώνεια, Θήβα, Ιτέα, Γαλαξείδι κ.λ.π), όσο και σε περιοχές του νοτίου περιθωρίου αυτού (Ελίκη, Βούρα, Σικυώνα, Αίγιο, Κόρινθος, Ξυλόκαστρο). Τα σεισμολογικά στοιχεία για την περίοδο αυτή είναι πολύ λίγα, περιοριζόμενα συνήθως σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις.

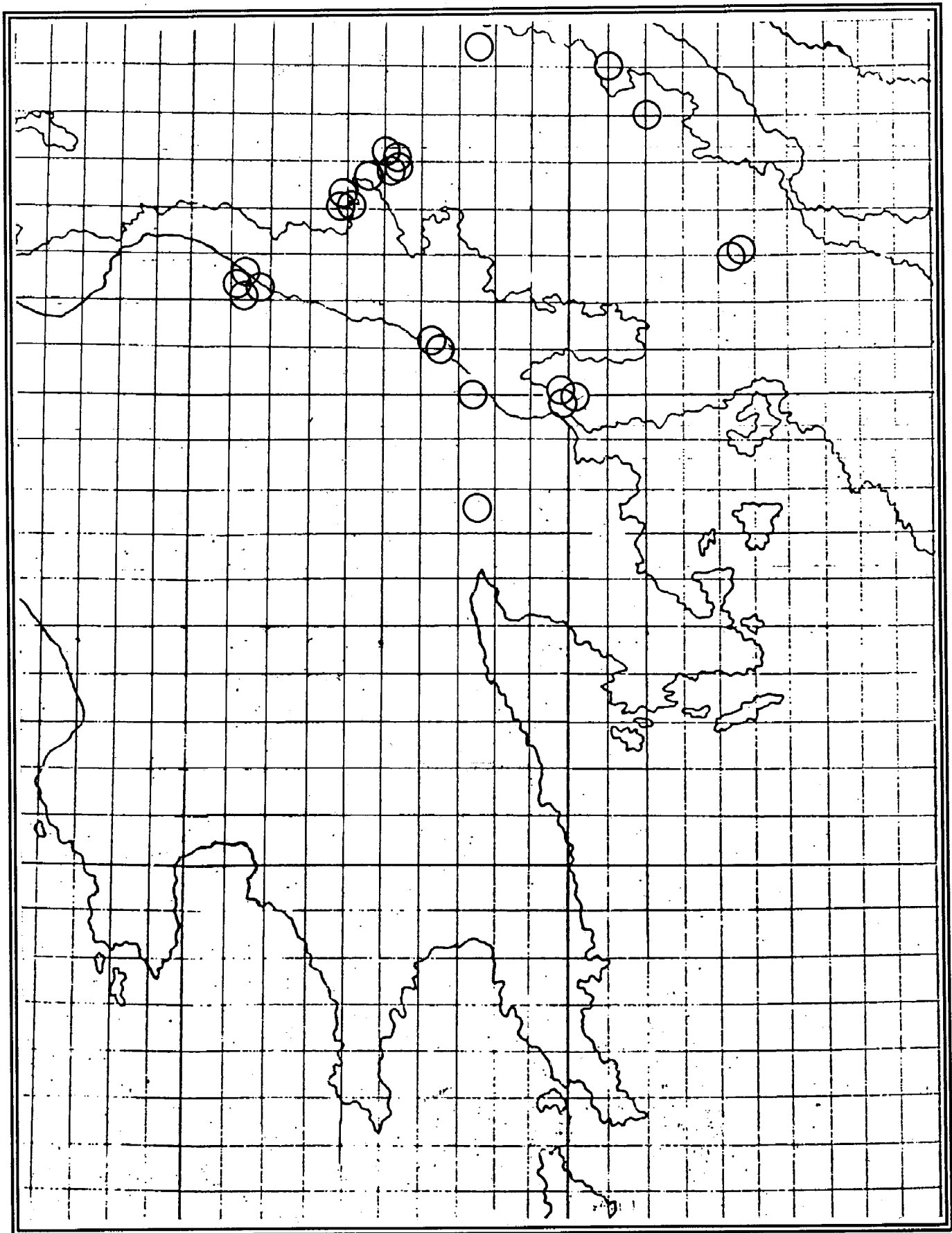
Στον πίνακα I παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι σεισμοί από τον πρώτο π.χ. αιώνα, μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα, οι οποίοι επηρέασαν την ευρύτερη περιοχή του Κορινθιακού κόλπου. Στην Εικ.9 παρουσιάζονται τα επίκεντρα αυτών όχι σαν θέσεις σεισμικών εστιών, αλλά σαν θέσεις όπου ο σεισμός σύμφωνα με ιστορικές μαρτυρίες ή παρατηρήσεις παρουσίασε τη μεγαλύτερη ένταση. Γι'αυτό άλλωστε και τα επίκεντρα αυτά ταυτίζονται με αρχαίες ή σύγχρονες πόλεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

a/a	Ημερ/νια	Θέση Πλατ./μήκος	M _s	I _o	Σεισμόπληκτη περιοχή - περιγραφή
1.	600 π.χ.	38,5/ 22,5		VIII-X	Σοβαρός σεισμός, κατέστρεψε τους Δελφούς.
2.	480 π.χ.	38,5/ 22,5			Καταστρεπτικός σεισμός στους Δελφούς.
3.	426 π.χ.	38,75/ 22,75		IX-X	Επανειλημμένοι σεισμοί στη Βοιωτία με σφοδρά αποτελέσματα στον Ορχομενό και την Κωπαίδα.
4.	373 π.χ.	38,25/ 22,25		X-XII	Σοβαρός σεισμός στη νότια ακτή του Κορινθιακού κόλπου. Κατέστρεψε από τα θεμέλια τα Βούρα και καταπόντισε την Ελίκη με όλη την παραλία, μήκους 2 χλμ.
5.	347 π.χ.	38,5/ 22,5			Μεγάλος σεισμός στους Δελφούς.

6.	279 π.χ.	38,5/ 22,5		VIII- IX	Μεγάλος σεισμός με σημαντικές καταστροφές στους Δελφούς.
7.	227 π.χ.	38,0/ 22,75		VII- IX	Σφοδρός σεισμός κατέστρεψε τη Σικυώνα.
8.	23 μ.χ.	38,25/ 22,25		VIII- X	Καταστροφή του Αίγιου και άλλων τόπων στη νοτιοδυτική ακτή του Κορινθιακού κόλπου.
9.	77 μ.χ.	38,0/ 23,0		VIII- X	Σοβαρός σεισμός με πολλούς νεκρούς κατέστρεψε την Κόρινθο.
10.	521 μ.χ.	38,0/ 23,0		VIII- IX	Σοβαρός σεισμός που έπληξε την Κορινθία.
11.	7/ 7/ 551	38,5/ 22,5		X- XII	Μεγάλος σεισμός στην βόρεια ακτή του Κορινθιακού κόλπου, κατέστρεψε πολλά χωριά και 8 πόλεις μεταξύ των οποίων την Χαιρώνεια, την Κορώνεια, την Πάτρα και τη Ναύπακτο. Στην τελευταία σημειώθηκαν μεγάλα ρήγματα και υπήρξαν πολλοί νεκροί.
12.	1147	38,5/ 22,5		VIII- IX	Ισχυρός σεισμός που έπληξε τη Φωκίδα (Γαλαξείδι).
13.	1580	38,5/ 22,5		VIII- X	Σοβαρός σεισμός στη βορειοδυτική ακτή του Κορινθιακού κόλπου επέφερε καταστροφές κυρίως στο Γαλαξείδι, το Λιδωρίκι και την Άμφισσα.
14.	3/1660	38,5/ 22,5		VII- VIII	Έπληξε τη Φωκίδα (Γαλαξείδι).
15.	14/ 5/1748	38,25/ 22,25	6,7	VIII- X	Σοβαρός σεισμός που κατέστρεψε το Αίγιο. Το θαλάσσιο σεισμικό κύμα που ακολούθησε, συμπλήρωσε την καταστροφή.
16.	23/ 8/1817	38,25/ 22,25	7,2	IX- XI	Πολύ μεγάλος σεισμός με θαλάσσιο σεισμικό κύμα. Μετέβαλε το Αίγιο σε σωρό ερειπίων.
17.	18/ 8/1853	38,25/ 23,5	7,2	IX-X	Σφοδρός σεισμός που κατέστρεψε στη Θήβα πολλά σπίτια και εκκλησίες.
18.	21/ 2/1858	38,0/ 23,0	7,2	IX-X	Σοβαρός σεισμός κατέστρεψε την παλιά πόλη της Κορίνθου και προξένησε το θάνατο μερικών ανθρώπων.
19.	26/12/1861	38,25/ 22,25	7,5	X-XI	Καταστρεπτικός σεισμός με θαλάσσιο σεισμικό κύμα στό δυτικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου. Σημειώθηκαν 4 νεκροί. Στην ακτή έγινε καθίζηση λωρίδας γης εμβαδού 15.000.000 m ² , άνοι-

					ξαν πολλές ρωγμές και ρήγμα μήκους 13 km.
20.	1/ 8/1870	38,5/ 22,5	7,2	X	Καταστρεπτικός σεισμός με σημαντικές εδαφικές μεταβολές και καταπτώσεις βράχων στη βόρεια ακτή του Κορινθιακού κόλπου, ιδίως στην Ιτέα, το Χρυσό και τους Δελφούς.
21.	25/ 7/1873	37,75/ 23,25	6,2	VII-IX	Σφοδρός σεισμός στην Κορινθία προξένησε καταστροφές στην Επίδαυρο.
22.	26/ 6/1876	37,75/ 23,75	6,2	VII-VIII	Σοβαρός σεισμός με εδαφικές διαρρήξεις καταπτώσεις βράχων κατέστρεψε στη Νεμέα μερικά σπίτια και προξένησε βλάβες σε πολλά άλλα.
23.	3/ 7/1879	38,2/ 22,6	5,7	VII-VIII	Έπληξε την Κορινθία (Ξυλόκαστρο).
24.	3/10/1887	38,25/ 22,75	6,2	VII-VIII	Έπληξε την Κορινθία (Ξυλόκαστρο).
25.	23/ 5/1893	38,25/ 23,5	6,0	VII-VIII	Έπληξε τη Βοιωτία (Θήβα).



Εικ.9. Κατανομή επικέντρων ιστορικών σεισμών.

3.2. ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Η έντονη σεισμική δραστηριότητα συνεχίστηκε και κατά τη διάρκεια του τρέχοντα αιώνα με καταστρεπτικότετους σεισμούς κυρίως στην περιοχή της Κορινθίας (Κόρινθος 1928, Κόρινθος-Ευλόκαστρο-Νεμέα 1931, Ευλόκαστρο 1953, Αρχαία Κόρινθος 1962), αλλά και στο βόρειο περιθώριο του Κορινθιακού κόλπου (Φωκίδα 1965, Ιτέα 1965). Είναι γνωστή άλλωστε η πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα στην ευρύτερη περιοχή των Αλκυονίδων νήσων του ανατολικού Κορινθιακού κόλπου, με τους τρεις μεγάλους σεισμούς μεγέθους 6,4 - 6,7.

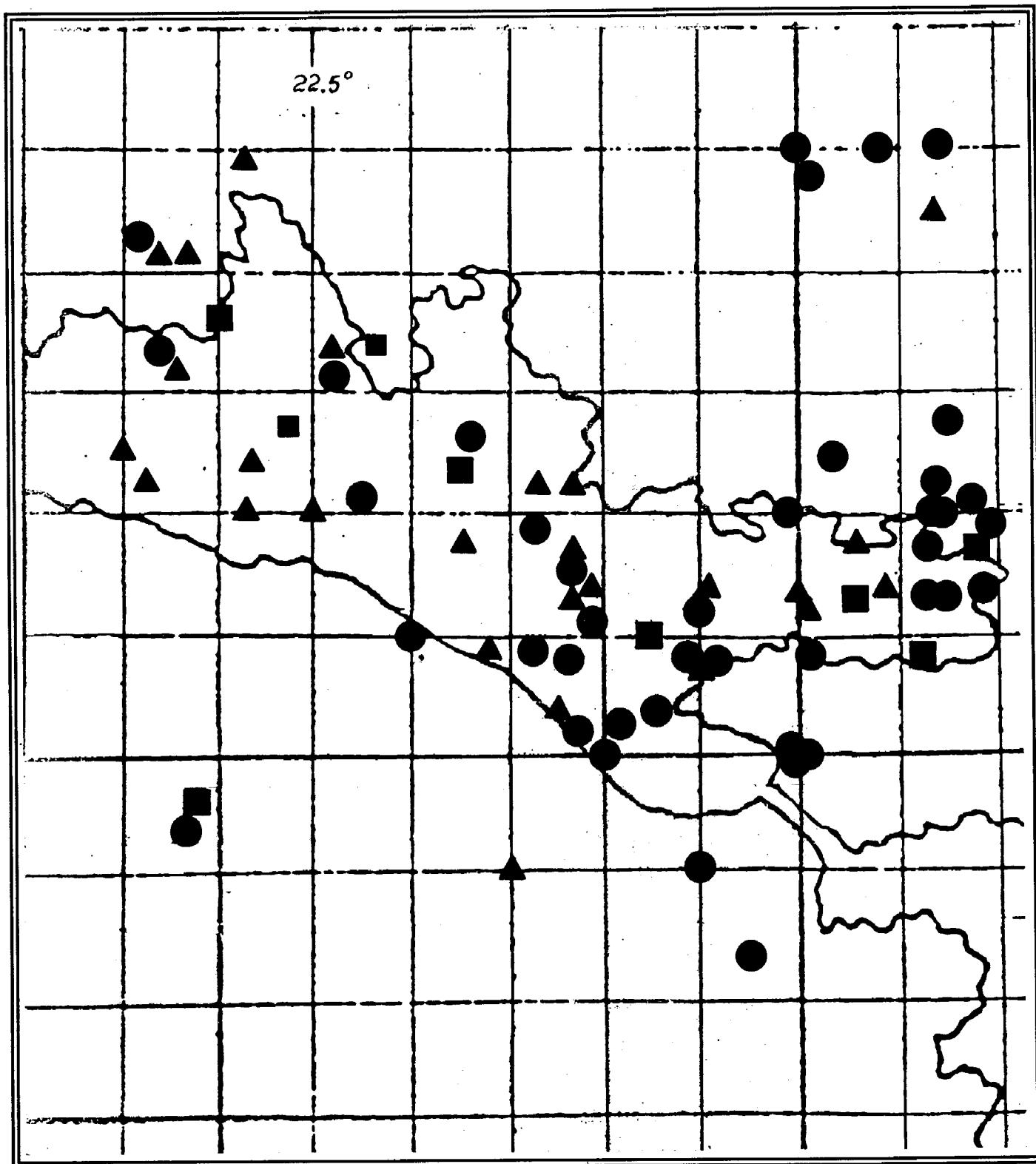
Στην Εικ.10 παρουσιάζονται τα επίκεντρα των σεισμικών εστιών για σεισμούς μεγέθους $M_s > 4,5$ εκτός της σεισμικής ακολουθίας των Αλκυονίδων του 1981 για την οποία αποτυπώθηκαν επίκεντρα σεισμών με μέγεθος $M_s > 5,0$.

Βλέπουμε λοιπόν, ότι η πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής εντοπίζεται σχεδόν εξολοκλήρου μέσα στον Κορινθιακό κόλπο, με εξαίρεση βέβαια τις περιοχές Καπαρελίου - Πλαταιών και Λουτρακίου, καθώς επίσης και ελάχιστες περιοχές της Κορινθίας.

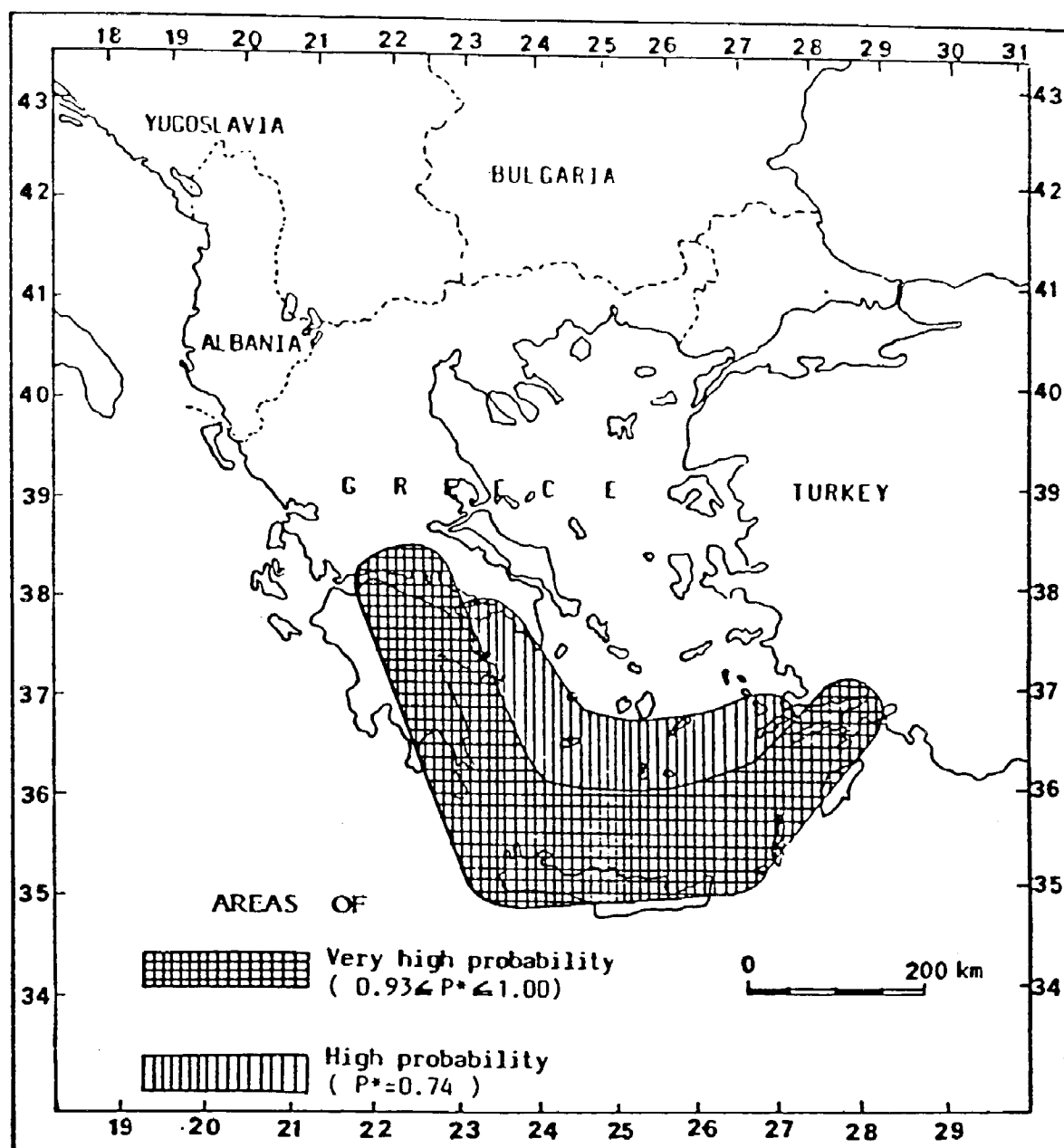
Σε ότι αφορά, τώρα, την περιοχή μελέτης μας, διαπιστώνουμε ότι στο βόρεια του Κορινθιακού κόλπου τμήμα της η σεισμική δραστηριότητα κατά τον τρέχοντα αιώνα είναι πολύ περιορισμένη. Μόνο στο βορειο-ανατολικό άκρο της περιοχής μας και συγκεκριμένα στην περιοχή Ορχομενού - Κωπαίδας παρουσιάζεται κάποια αξιόλογη σεισμική δραστηριότητα. Υπενθυμίζεται ότι για την περιοχή αυτή (Ορχομενός, Χαιρώνεια) έχουμε και ιστορικές μαρτυρίες για καταστρεπτικούς σεισμούς.

Σύνμφωνα με τις απόψεις των Παπαζάχου B. et al (1986) σε όλη την περιοχή μελέτης μας υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα να συμβεί μέχρι το 2006 σεισμός ενδιαμέσου βάθους με μέγεθος $M_s > 7,0$ (Εικ.11). Αντίθετα, για επιφανειακό σεισμό μεγέθους $M_s > 6,5$ η πιθανότητα είναι υψηλή ή και πολύ υψηλή μόνο για τις περιοχές Κιάτο-Ευλοκάστρου, χερσονήσου Περαχώρας και μιας σχετικά στενής παραλιακής ζώνης στην βόρεια του Κορινθιακού κόλπου περιοχή και ανύπαρκτη για όλη την υπόλοιπη περιοχή (Εικ.12).

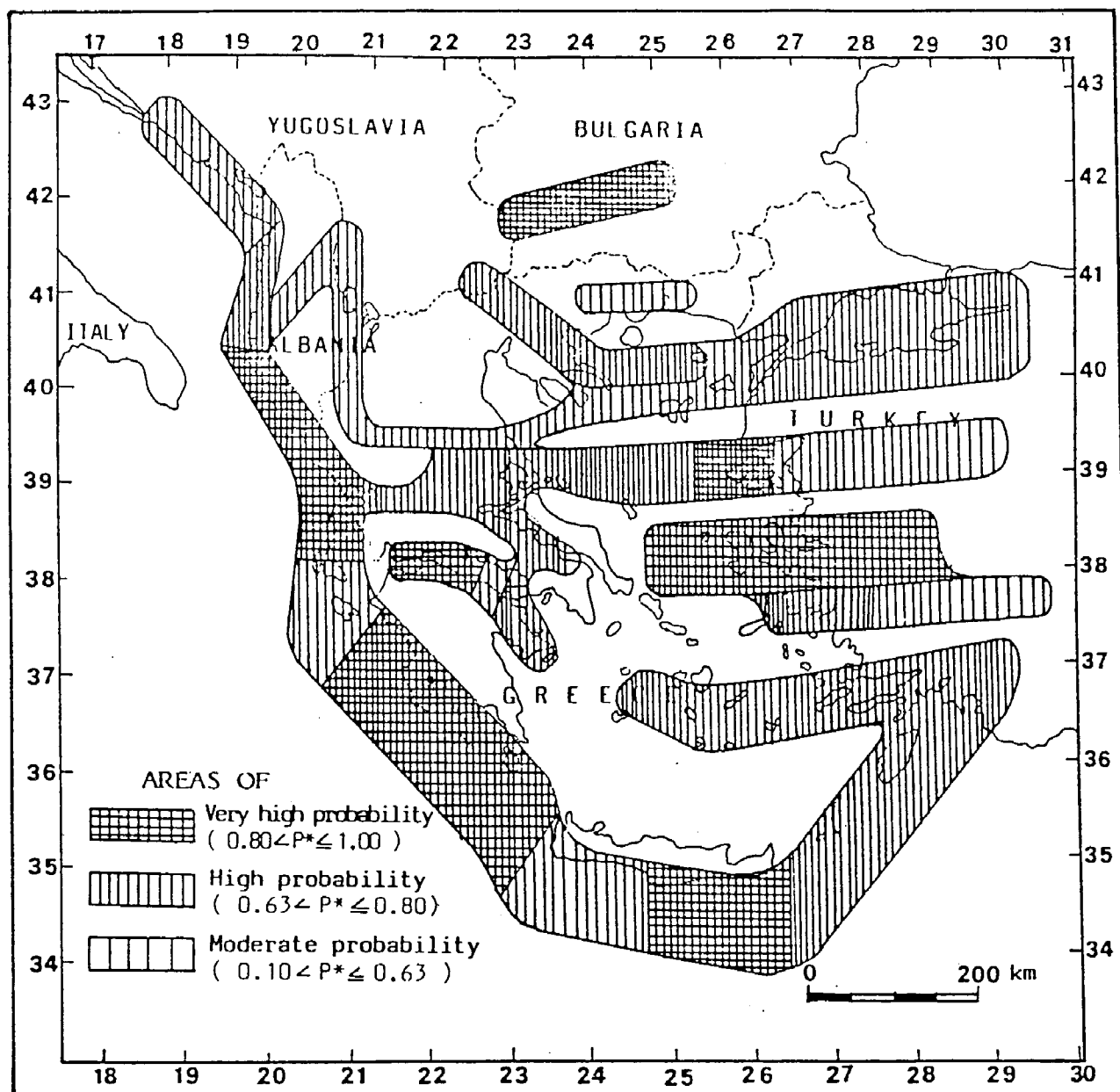
Όσο αφορά τις εδαφικές επιταχύνσεις και τις μακροσεισμικές εντάσεις, σύμφωνα με τα στοιχεία που παραθέτει ο Παπαιωάννου (1986), αναμένουμε υψηλές τιμές των παραμέτρων αυτών τα επόμενα 80 χρόνια για τις περιοχές Κιάτου - Ευλοκάστρου και χερσονήσου Περαχώρας και χαμηλότερες τιμές στην υπόλοιπη περιοχή μας (Εικ.14).



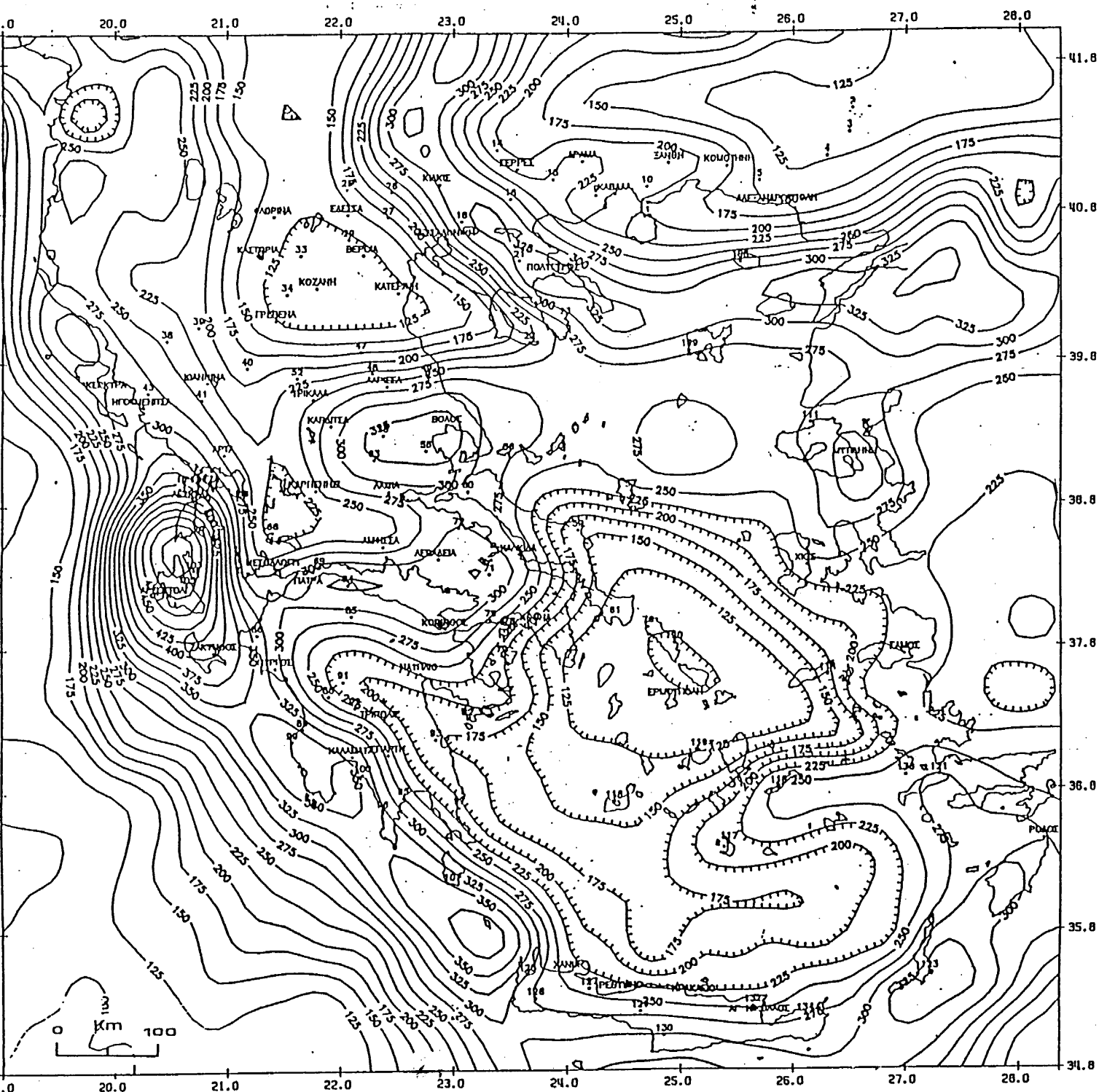
Εικ.10. Κατανομή επικέντρων πρόσφατων σεισμών.
 $4,5 < M_s < 5,5$
 $5,5 < M_s < 6,5$
 $6,5 < M_s$.



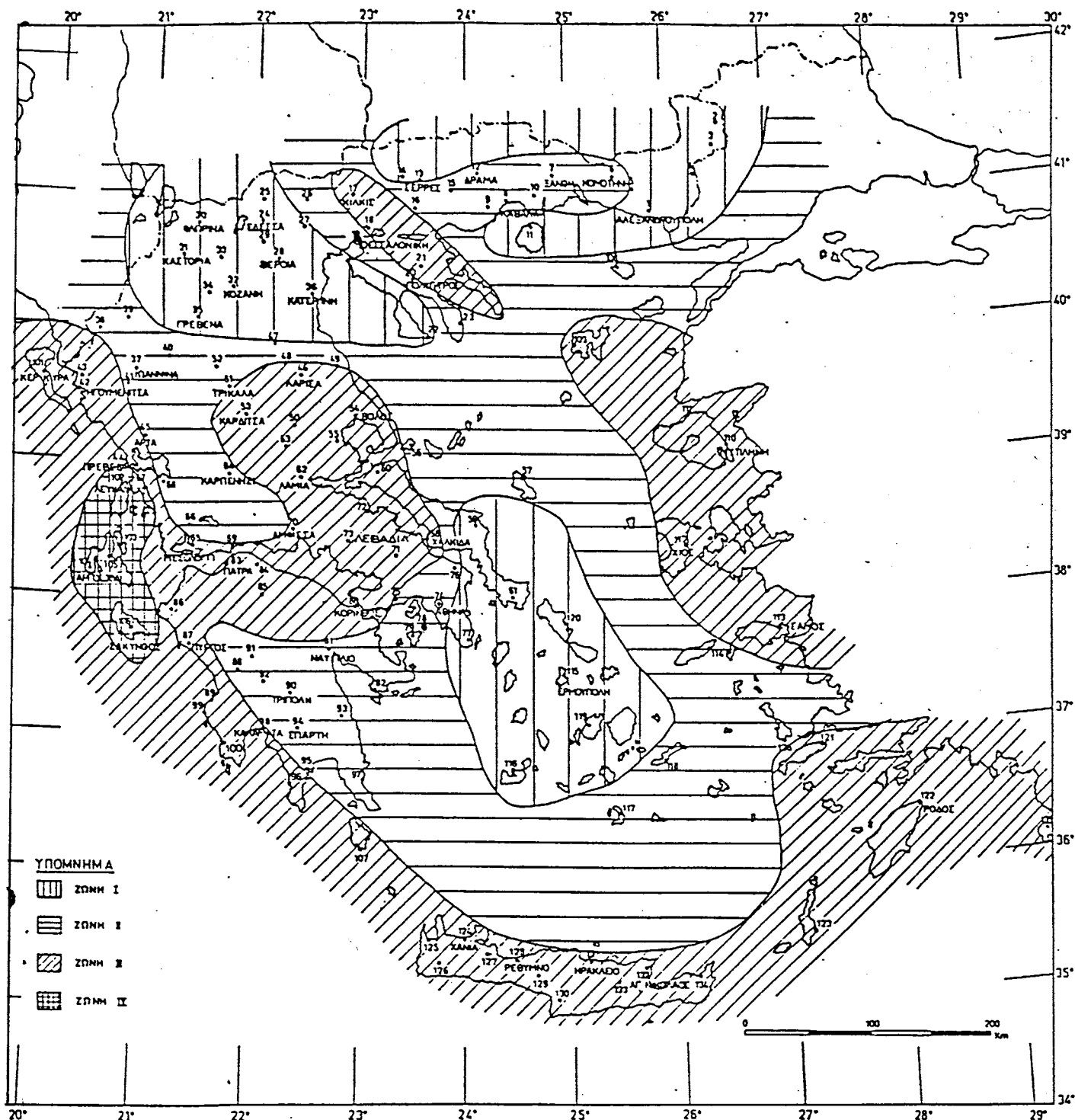
Εικ. 11. Χάρτης πιθανολογικής πρόγνωσης σεισμών ενδιαμέσου βάθους και μεγέθους $M_s > 7.0$ για το χρονικό διάστημα 1986-2006 (ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ et al., 1986).



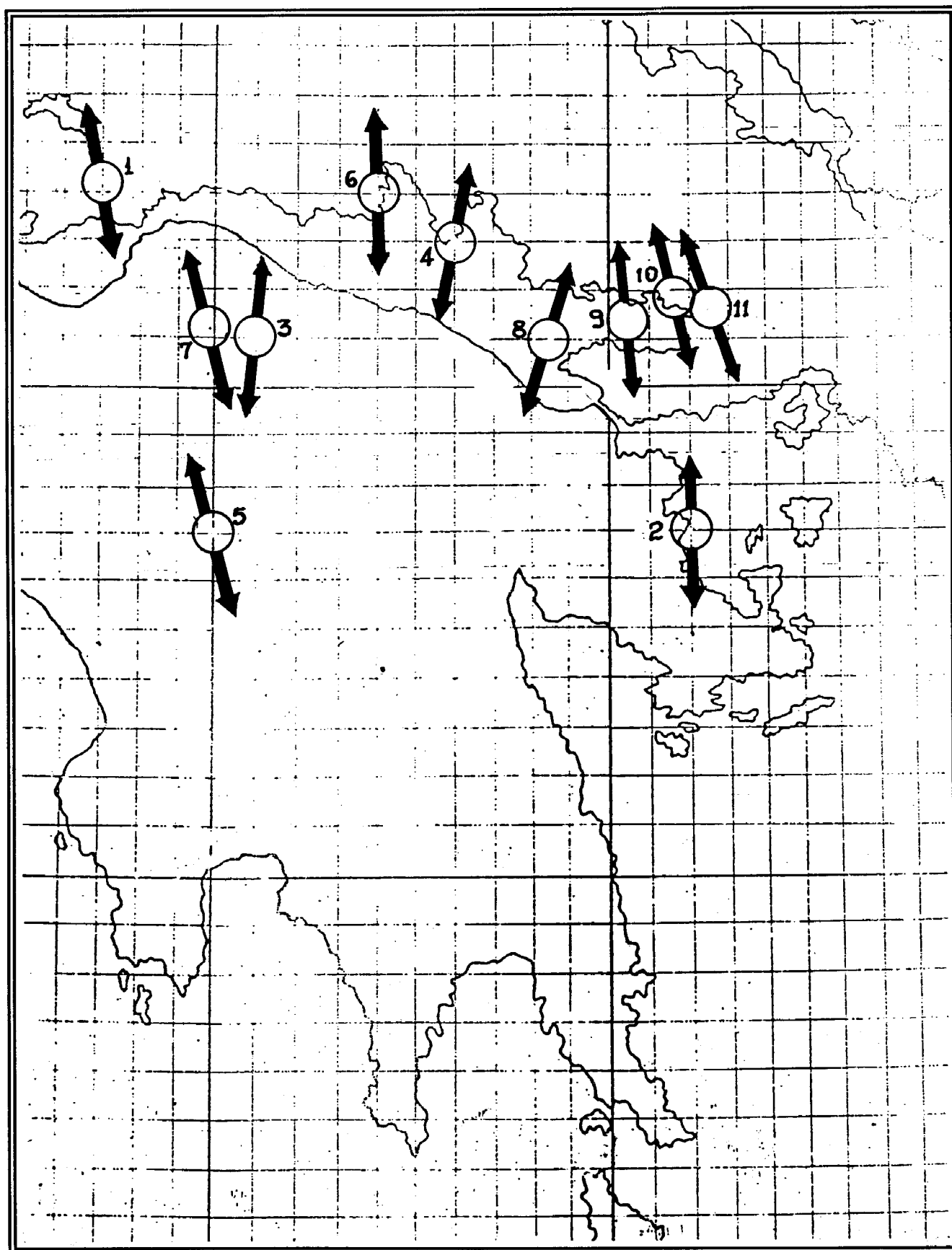
Εικ. 12. Χάρτης πιθανολογικής πρόγνωσης επιφανειακών σεισμών μεγέθους $M_s > 6,5$ για το χρονικό διάστημα 1986-2006 (ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ et al., 1986).



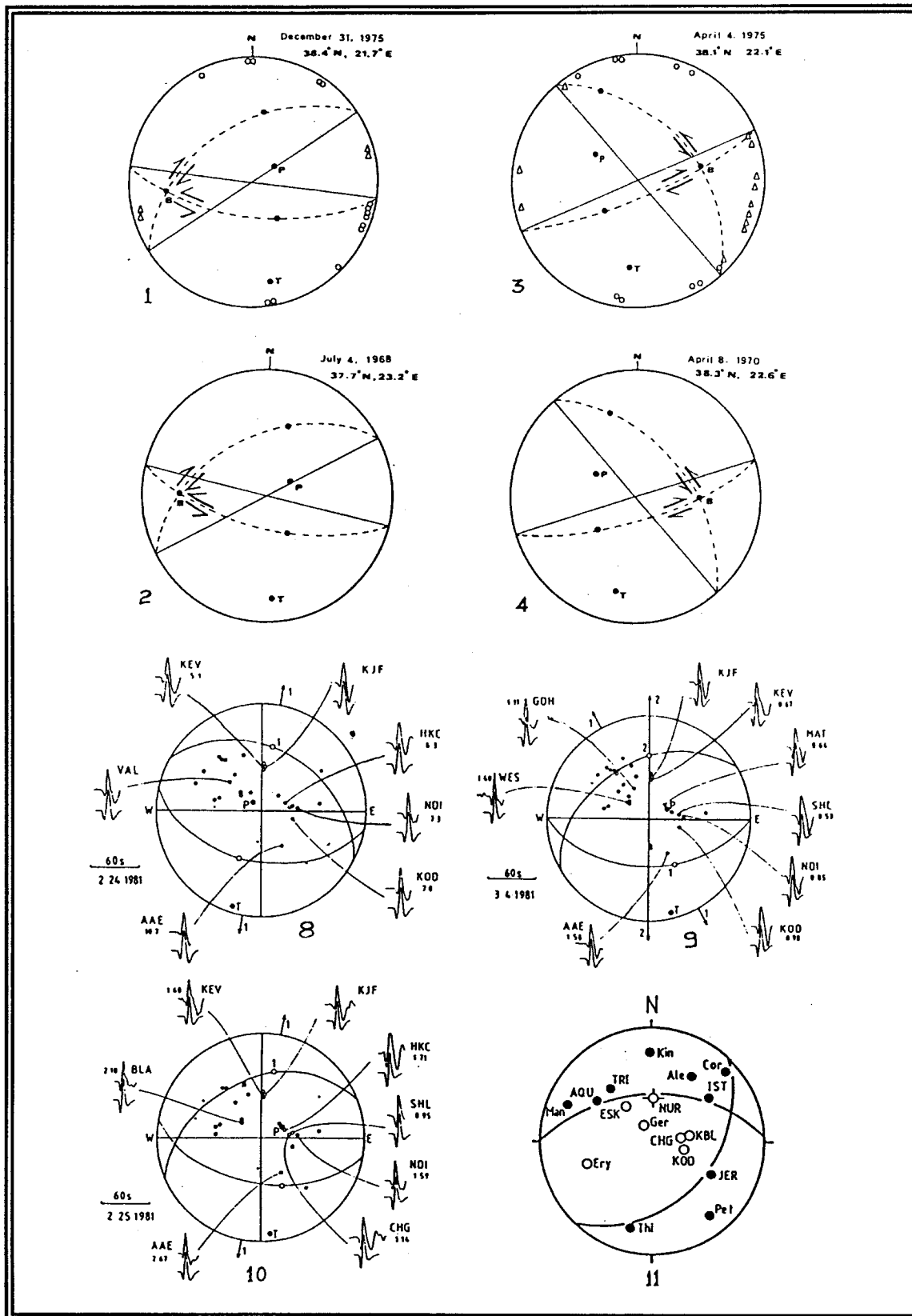
Εικ. 13. Χάρτης καμπυλών ίσης αναμενόμενης επιτάχυνσης με πιθανότητα 90% μη υπέρβασης για τα επόμενα 50 χρόνια (Από μελέτη Αντισεισμικού Κανονισμού).



Εικ. 14. Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (Από μελέτη Αντισεισμικού Κανονισμού).

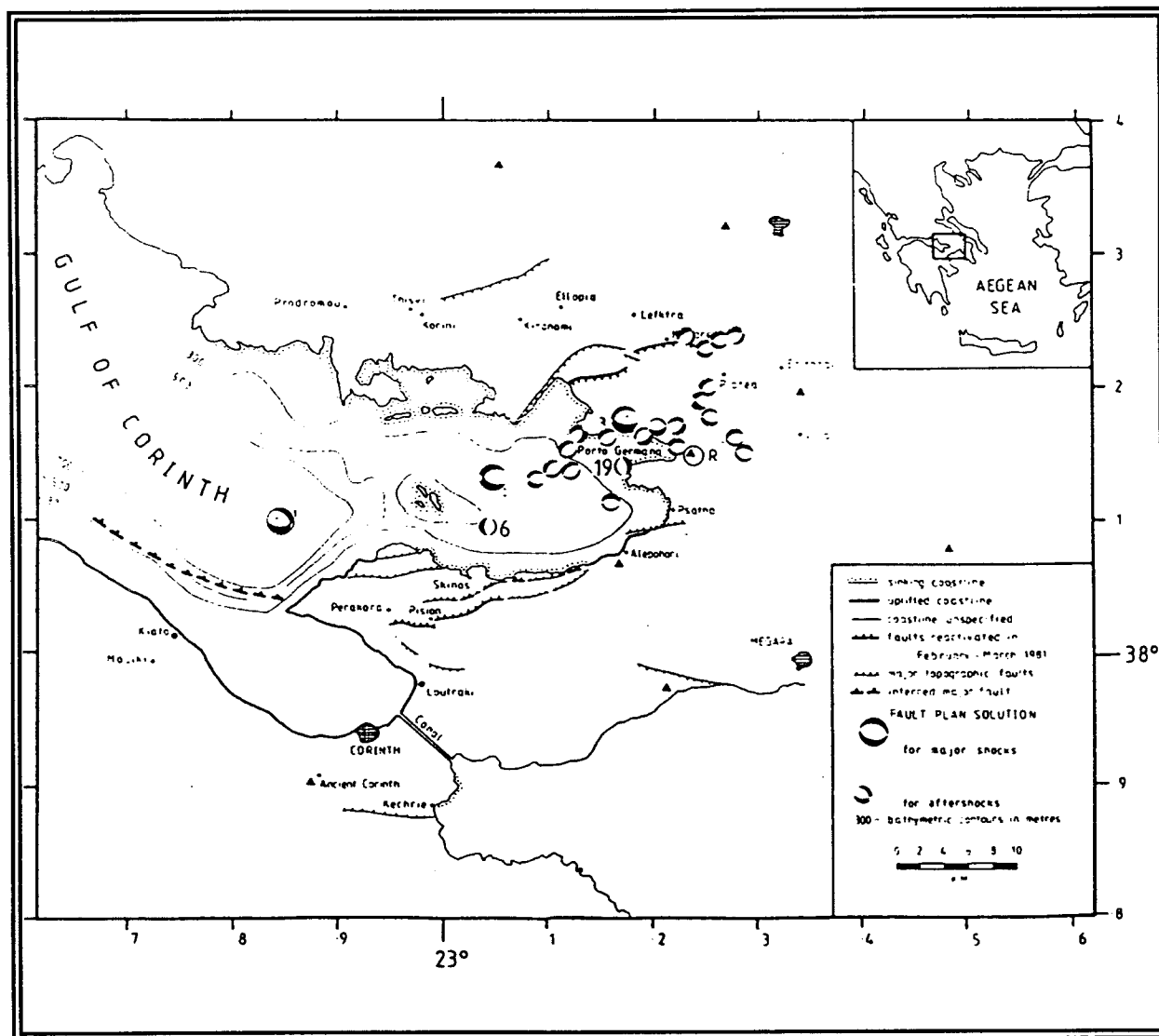


Εικ. 15. Επίκεντρα μεγάλων σεισμών στην ευρύτερη περιοχή του Κορινθιακού κόλπου. Τα βέλη δείχνουν τις διευθύνσεις των αξόνων T, οι οποίοι έχουν προσδιοριστεί από αναλύσεις μηχανισμών γένεσης σεισμών.

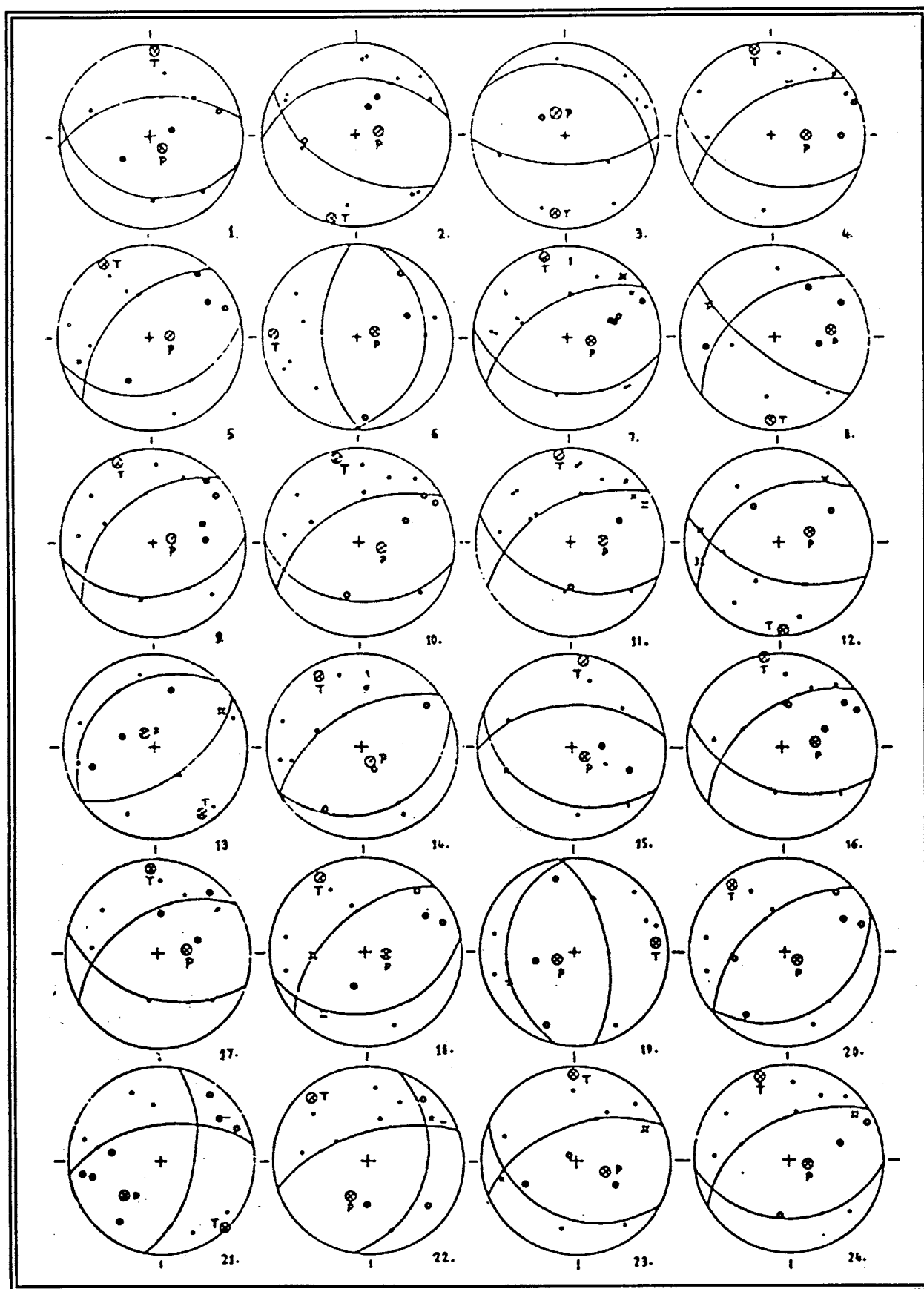


Εικ. 16. Αναλύσεις μηχανισμών γένεσης μεγάλων σεισμών. Οι αριθμοί είναι αντίστοιχοι με εκείνους των επικέντρων της Εικ.11 (Από Papazachos B.C., 1976, Jackson J.A. et al., 1982 και King G.C.P., 1985).

Οι αναλύσεις εστιακών μηχανισμών ισχυρών σεισμών στην ευρύτερη περιοχή του Κορινθιακού κόλπου δείχνουν σεισμούς εφελκυστικού εντατικού πεδίου. Οι άξονες εφελκυσμού T των αναλύσεων αυτών έχουν μικρές σχετικά τιμές βύθισης και μέση διεύθυνση προσανατολισμού N - S (Εικ.15, 16). Την ίδια διεύθυνση προσανατολισμού των αξόνων T διαπιστώνουν και οι King G.C.P et al. για το σύνολο σχεδόν των σεισμικών συμβάντων της μετασεισμικής ακολουθίας των Αλκυονίδων του 1981 (Εικ.17, 18).



Εικ. 17. Επίκεντρα και αναλύσεις μηχανισμών γένεσης των κύριων σεισμών και ορισμένων μετασεισμών της σεισμικής ακολουθίας των Αλκυονίδων του 1981 (Από King G.C.P et al, 1985).



Εικ. 18. Μηχανισμοί γένεσης μετασεισμών της σεισμικής ακολουθίας των Αλκυονίδων του 1981 (Από King G.C.P., 1985).

4. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα γεωμορφολογικά στοιχεία μιας περιοχής συνεκτιμούμενα με τα στρωματογραφικά και κυρίως με τα τεκτονικά στοιχεία αυτής, υποβοηθούν στη διαμόρφωση συμπερασμάτων για τη σύγχρονη εξέλιξή της, που ως γνωστόν, εξαρτάται από τη σύγχρονη δράση της ενδογενούς τεκτονικής δραστηριότητας και των εξωγενών αποσθρωτικών-διαβρωτικών παραγόντων. Τα αποτελέσματα της δράσης όλων αυτών των παραγόντων παρουσιάζονται στη μορφολογική "ταυτότητα" της περιοχής, η οποία και διαμορφώνεται από διάφορες ποιοτικές ή και ποσοτικές παραμέτρους, όπως οι διάφορες μορφές διάβρωσης και απόθεσης, οι μορφολογικές ασυνέχειες, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου κ.λ.π.

Με τη γεωμορφολογική μελέτη μιας περιοχής μπορούμε όχι μόνο να διαπιστώσουμε αν η τεκτονική δραστηριότητα επεμβαίνει αποφασιστικά στη διαμόρφωση του αναγλύφου της, ή έχει αφήσει την "πρωτοβουλία" αυτή στους εξωγενείς διαβρωτικούς παράγοντες, αλλά και να εκτιμήσουμε, ενίοτε σε ικανοποιητικό βαθμό, το ρόλο των τεκτονικών κινήσεων στη διαμόρφωση της σημερινής μορφολογικής εικόνας της περιοχής.

Η μορφολογική εικόνα της περιοχής μας παρουσιάζει τα εξής στοιχεία:

Α. Περιοχή βόρεια του Κορινθιακού κόλπου.

Αυτό που μας κάνει εντύπωση με πρώτη ματιά στην περιοχή αυτή είναι το γεγονός ότι η αποστράγγιση του μεγαλύτερου τμήματός της δεν γίνεται προς τον Κορινθιακό κόλπο, αλλά κυρίως προς τη λεκάνη της Κωπαΐδας ή άλλων μικροτέρων κλειστών λεκάνων, όπως της Δεσφίνας, του Διστόμου και της Θίσβης - Δόμβραινας, που αποτελούν άλλωστε και τις σημαντικότερες επιφάνειες επιπέδωσης με απόθεση. Και τούτο παρ' ότι οι ακτές του Κορινθιακού κόλπου είναι σχεδόν δίπλα στις τρεις τελευταίες αυτές λεκάνες.

Έτσι, το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής αυτής που καταλήγει στον Κορινθιακό κόλπο είναι σχεδόν ασήμαντο και συνίσταται από ένα πλήθος μικρών ρεμάτων τα οποία αποστραγγίζουν τους παράκτιους ορεινούς όγκους. Το μόνο αξιόλογο ρέμα που αποστραγγίζει ένα τμήμα του Ελικώνα είναι της Κλεισούρας, που εκβάλλει στο εργοστάσιο αλουμινίου (κόλπος Αντίκυρας).

Τα παραλιακά αυτά ρέματα στο σύνολό τους σχεδόν παρουσιάζουν έντονη κατά βάθος διάβρωση, όπως για παράδειγμα όλα σχεδόν τα ρέματα του όρμου της Δόμβραινας, το Μεγάλο Ρέμα δυτικά του όρμου Σαράντη και το Ρέμα Βουρλίας ακόμη δυτικότερα, το Ρέμα Ντουρντουβάνα που έχει διαβρώσει σε σημαντικό βάθος συνεκτικά πλευρικά κορήματα, το μεγάλο Ρέμα Κλεισούρας, το ρέμα που εκβάλλει στα Άσπρα Σπίτια, καθώς επίσης και τα ρέματα που εκβάλλουν στους όρμους Στενό, Βερεσέ και Αγ. Ανδρέα.

Μερικά από αυτά δείχνουν μια οπισθοδρομούσα διάβρωση, η οποία σε μερικά έχει φθάσει μέχρι την περιφέρεια επιφανειών απόθεσης κλειστών λεκανών, ενώ σε άλλα έχει αρχίσει να καταστρέφει αυτές. Ένα τέτοιο ρέμα είναι αυτό που εκβάλλει στον όρμο Νούσα (όρμος Δόμβραινας), καθώς επίσης και κείνο που εκβάλλει στον όρμο στενό.

Αυτή η έντονη κατά βάθος διάβρωση δείχνει μια πρόσφατη ανύψωση της περιοχής. Την ανυψωτική αυτή κίνηση μπορούμε να διαπιστώσουμε και από άλλα γεωμορφολογικά στοιχεία, όπως π.χ. από τις ανυψωμένες γραμμές ακτών που παρατηρούμε στον όρμο Βερεσέ.

Αν λάβουμε υπόψη μας ότι για τη συσσώρευση των κροκαλοπαγών της Αντικύρας, ενός σχηματισμού παράκτιας-ποταμοχειμάρριας φάσης με σημαντικό πάχος, απαιτείτο μεγάλη παροχή φερτών υλικών που δεν δικαιολογείται από μια ανάλογη προς τη σημερινή ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, θα πρέπει να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι η ανυψωτική κίνηση της περιοχής που επέφερε τόσο δραματικές αλλαγές στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου, θα πρέπει να άρχισε πολύ παλαιότερα μέσα στο Πλειστόκαινο.

Η ανύψωση της περιοχής θα πρέπει να συνοδεύτηκε και από μια περιστροφή της προς Ν, που είχε σαν αποτέλεσμα, παράλληλα με την αλλαγή του υδρογραφικού δικτύου και τη δημιουργία των παράκτιων κλειστών, χερσαίων λεκανών. Με την εξέλιξη της ανυψωτικής αυτής κίνησης και της περιστροφής προς Βορρά της περιοχής, επέρχεται μια βαθμιαία μείωση της κλίσης σημαντικών σε μέγεθος ρεμάτων με αποροή προς τον Κορινθιακό κόλπο, ενώ παράλληλα αρχίζει προοδευτικά μια οπισθοδρομούσα κατά βάθος διάβρωση.

Από ένα σημείο και πέρα τα ανώτερα τμήματα των ρεμάτων αυτών σταματούν να οδηγούν τα νερά και τα φερτά υλικά προς νότο (προς τον Κορινθιακό κόλπο, δηλαδή) και τα κατευθύνουν σε κλειστές χερσαίες λεκάνες, που αρχίζουν έτσι να διαμορφώνονται. Στα κατώτερα τμήματα των ρεμάτων, εκεί δηλαδή που έχει επιδράση η

οπισθοδρομούσα κατά βάθος διάβρωση, συνεχίζεται η ίδια πορεία και εξέλιξη.

Στην περιοχή αυτή παρατηρούμε μεγάλες μορφολογικές κλίσεις και σημαντικές μορφολογικές ανωμαλίες. Θα πρέπει όμως να σημειώσουμε ότι οι ανωμαλίες αυτές δεν οφείλονται πάντοτε στην πρόσφατη τεκτονική δραστηριότητα. Η ανάπτυξή τους γίνεται παράλληλα προς τις διευθύνσεις NW-SE έως E-W, ακολουθώντας είτε τις αλπικές τεκτονικές γραμμές, είτε τις διευθύνσεις του πρόσφατου ρηγματογόνου τεκτονισμού.

Τις μεγάλες μορφολογικές ανωμαλίες διακρίνουμε:

- α) Σε κείνες που δημιουργούνται κατά μήκος της επαφής (στρωματογραφικής ή τεκτονικής) ασβεστολίθων φλύσχη με μεγάλη σχετικά κλίση. Τέτοιου είδους μορφολογική ασυνέχεια έχουμε σε όλο το μήκος των βορείων παρυφών του Ελικώνα, στην κοιλάδα του Κυριακίου (NW-SE), στις βόρειες παρυφές του Ξεροβουνίου, στις δυτικές παρυφές του Ξεροβουνίου και του Παρνασσού και κατά μήκος του άξονα Διστόμου - Δαύλειας.
- β) Σε κείνες που ακολουθούν ζώνες νεοτεκτονικών, κανονικών ρηγμάτων, όπως η μεγάλη ρηξιγενής ζώνη Ζάλτσας - Συκίας και κείνη των Δελφών - Αράχοβας.
- γ) Και τέλος, σε κείνες που σχετίζονται με τις ζώνες έντονης κατά βάθος διάβρωσης, όπως του ρέματος της Κλεισούρας.

Β. Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας.

Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από σημαντικές μορφολογικές ανωμαλίες με κλιμακωτή διάταξη, οι οποίες σχετίζονται με ενεργές ρηξιγενείς ζώνες. Η κλιμακωτή τους διάταξη αναπτύσσεται στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μας, αλλά και ακόμη ανατολικότερα έξω από αυτή. Η υψηλότερη μορφολογική ανωμαλία εμφανίζεται κατά μήκος του ενεργού ρήγματος των Πισίων, ακολουθεί βορειότερα εκείνη κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης του Σχοίνου, (καλύτερα αναπτύσσεται ανατολικότερα, έξω από την περιοχή μας), και τέλος, ακόμη βορειότερα, έχουμε τη μορφολογική ασυνέχεια του ρήγματος των Στραβών. Σημαντική, επίσης, μορφολογική ασυνέχεια προς νότο, έχουμε κατά μήκος του ρήγματος του Οσίου Πατάπιου.

Άλλες μικρότερες μορφολογικές ανωμαλίες εντοπίζουμε και στο δυτικό τμήμα της χερσονήσου, όπως εκείνη βόρεια της λίμνης Βουλιαγμένης, οι οποίες όλες σχετίζονται με ρηξιγενείς ζώνες.

Στην περιοχή αυτή διαπιστώνουμε ακόμη δύο σημαντικές επιφάνειες επιπέδωσης λόγω απόθεσης, σε υψόμετρα 300 m (περιοχή οικισμού Περαχώρας) και 50-80 m (βόρειο μέρος χερσονήσου).

Σε όλο το μήκος των βορειο-δυτικών και νοτίων ακτών της χερσονήσου εντοπίζουμε την παρουσία ανυψωμένων ακτών από τις διαβρωσιγενείς εγκολπώσεις της μεσοπαλλοιριακής ζώνης στους ασβεστόλιθους. Σε ορισμένα σημεία της ακτογραμμής αυτής μπορούμε να δούμε μέχρι και πέντε σαφείς τέτοιες εγκολπώσεις σε διαφορετικά ύψη. Το μεγαλύτερο ύψος τους πάνω από τη σημερινή στάθμη της θάλασσας, εμφανίζεται στον όρμο Μυλοκοπής, και φθάνει τα 2,5 m περίπου, ενώ έχουν διαπιστωθεί και εγκολπώσεις κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Η ανύψωση της ακτογραμμής, όπως υποδηλώνεται από την παρουσία των εγκολπώσεων αυτών, μειώνεται με κατεύθυνση από τον όρμο Μυλοκοπής προς τον όρμο Μικρά Στραβά. Ήδη στην περιοχή Πετρίτες (δυτικά του όρμου Μικρά Στραβά) δεν παρατηρούμε πλέον καμία ανύψωση, ενώ από τον όρμο αυτό και ανατολικότερα η ακτογραμμή αρχίζει να βυθίζεται.

Προοδευτική μείωση της ανύψωσης της ακτογραμμής παρατηρούμε και στις νότιες ακτές της χερσονήσου, από την περιοχή του Ηραίου προς το Λουτράκι.

Γ. Περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου.

Εδώ οι σημαντικότερες μορφολογικές ασυνέχειες οφείλονται κυρίως στην έντονη κατά βάθος διάβρωση λόγω τεκτονικής ανύψωσης της περιοχής και εμφανίζονται κατά μήκος των κύριων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου σε διεύθυνση NE-SW, ή εγκάρσια προς αυτή. Στο νοτιο-ανατολικό τμήμα της περιοχής αυτής υφίστανται και μορφολογικές ασυνέχειες λόγω της παρουσίας των αναβαθμίδων -χαρακτηριστικών γεωμορφών της περιοχής μέχρι την Κόρινθο-, οι οποίες, όπως θα δούμε, και αυτές σχετίζονται με τη γενική ανυψωτική κίνηση του νοτίου περιθώριου του Κορινθιακού κόλπου.

Σε ότι αφορά, τέλος, τις μορφολογικές ασυνέχειες, διαπιστώνουμε στο βορειο-δυτικό άκρο της περιοχής αυτής την παρουσία

σημαντικών μορφολογικών ανωμαλιών που σχετίζονται με τα νεο-τεκτονικά ρήγματα .

Το υδρογραφικό δίκτυο παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη, με έντονη κατά βάθος διάβρωση την οποία μπορούμε να διαπιστώσουμε ακόμη και στις σύγχρονες προσχώσεις των μεγάλων ρευμάτων.

5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η τεκτονική μελέτη της περιοχής εντοπίστηκε κυρίως στις ασυνεχείς (θραυσιγενείς) τεκτονικές δομές που, είτε έχουν επηρεάσει τους μεταλλικούς σχηματισμούς, είτε σχετίζονται με τη δημιουργία τέτοιων σχηματισμών. Παρ' όλα αυτά και οι τεκτονικές παρατηρήσεις που έχουν γίνει πάνω στους αλπικούς σχηματισμούς, αναφέρονται στη συνέχεια εν συντομία.

5.1. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΛΠΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Η σχετικά αυτόχθονη ενότητα της περιοχής μας είναι η ενότητα Ολωνού - Πίνδου (ή ενότητα με μεταβατικά ιζήματα προς αυτή) που, όπως προαναφέραμε, εμφανίζεται στην περιοχή δυτικά του Ξυλόκαστρου, καθώς επίσης και στο άκρο της χερσονήσου η οποία βρίσκεται δυτικά του κόλπου της Αντίκυρας. Και στις δύο εμφανίσεις η ενότητα αυτή είναι έντονα τεκτονισμένη και λεπιωμένη.

Στην περιοχή του κόλπου της Αντίκυρας πάνω από την ενότητα Ολωνού - Πίνδου βρίσκουμε επωθημένη την ενότητα Παρνασσού - Γκιώνας. Από παρατηρήσεις υπαίθρου κυρίως, αλλά και από τη μελέτη λεπτοτομών, οδηγηθήκαμε στο συμπέρασμα ότι η τεκτονική επαφή (επώθηση) μεταξύ των δύο ενοτήτων δεν διέρχεται από τους όρμους Συκίας και Βερεσέ, όπως παρουσιάζεται σε όλους τους γεωλογικούς χάρτες που κατά καιρούς έχουν δημοσιευθεί, αλλά νοτιότερα και συγκεκριμένα από τον όρμο του Αγ. Ανδρέα και τον οικισμό Μακριά Μαλλιά. Αντίθετα, η περιοχή μεταξύ των όρμων Συκίας και Βερεσέ αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα.

Η ενότητα Παρνασσού - Γκιώνας εμφανίζεται σε δύο περιοχές οι οποίες διαχωρίζονται από τη νοητή γραμμή: Άσπρα Σπίτια - Δίστομο - δρόμος που οδηγεί προς Δαύλεια. Η γραμμή αυτή συμπίπτει με την παρουσία δύο μεγάλων ρηγμάτων, τα οποία φαίνεται να οριοθετούν δύο παλιά ρηξιτεμάχη με διαφορετική εξέλιξη ακόμη και στον αλπικό ορογενετικό κύκλο. Μια πρώτη διαφοροποίηση που μπορούμε να διαπιστώσουμε μεταξύ των δύο αυτών περιοχών είναι ότι, ενώ στη δυτική περιοχή έχουμε την εμφάνιση αλπικών σχηματισμών ηλικίας από το Τριαδικό μέχρι και το Ηώκαινο, στην ανατολική περιοχή οι αλπικοί σχηματισμοί έχουν ηλικία που αρχίζει μόλις στο Ανώτατο Ιουρασικό.

Στην ανατολική περιοχή επικρατεί μία σαφέστατη επιμήκης ανάπτυξη τόσο των μορφολογικών, όσο και των επιμέρους τεκτονικών ενοτήτων της. Την ίδια ανάπτυξη παρουσιάζουν και οι τεκτονικές της δομές. Συγκεκριμένα, τόσο οι άξονες των μεγάλων αντικλινικών και συγκλινικών δομών, όσο και οι μεγάλες διαρρήξεις αναπτύσσονται σε διεύθυνση NW - SE. Επί πλέον, οι παρατηρήσεις μας στην περιοχή αυτή είχαν σαν αποτέλεσμα να εντοπιστούν για πρώτη φορά σημαντικές επιππεύσεις, που αναπτύσσονται στην ίδια πρίπου διεύθυνση. Φαίνεται λοιπόν ότι, η ανάπτυξη των μεγάλων μορφολογικών μονάδων της περιοχής αυτής ελέγχεται απόλυτα από τα παραπάνω τεκτονικά στοιχεία, που, όπως είπαμε, παρουσιάζουν μια αξιόλογη ταύτιση προσανατολισμού.

Στη δυτική, τώρα, περιοχή δεν μπορούμε να διαπιστώσουμε παρόμοια ανάπτυξη τέτοιων δομών. Και 'δω βέβαια εντοπίζουμε σημαντικές επιππεύσεις, αλλά δεν μπορούμε να επισημάνουμε κάποιο σταθερό προσανατολισμό τους.

Η Βοιωτική ενότητα, τέλος, επωθημένη πάνω στο φλύσχη της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας, παρουσιάζει και αυτή αρκετές επιππεύσεις. Νότια από το χωριό Πρόδρομος εντοπίστηκαν διαδοχικές επιππεύσεις με κλίση προς Νότο, ενώ άλλες επιππεύσεις διαπιστώθηκαν τόσο στην περιοχή Δόμβραινας - Θίσβης και βόρεια αυτών, όσο και στην περιοχή της χερσονήσου της Περαχώρας. Στην τελευταία αυτή περιοχή ο βοιωτικός φλύσχης (Αν. Ιουρασικού - Κατ. Κρητιδικού) φαίνεται να βρίσκεται τεκτονικά τοποθετημένος πάνω στους υποκείμενους τριαδικο-ιουρασικούς ασβεστόλιθους.

5.2. ΜΕΤΑΛΠΙΚΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

5.2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Από τη μελέτη του ρηγματογόνου τεκτονισμού ο οποίος έχει προσβάλλει τους πλειο-πλειστοκαινικούς σχηματισμούς στην ευρύτερη περιοχή του Κορινθιακού κόλπου, έχουν προσδιορισθεί τρεις φάσεις γεωδυναμικής εξέλιξης κατά την περίοδο αυτή (Sebrier M., 1977):

- Μία περίοδος εφελκυσμού κατά τη διάρκεια του Πλειοκαίνου και την αρχή του Κατ. Πλειστοκαίνου.
- Μία περίοδο συμπίεσης μέσα στο Κατ. Πλειστόκαινο.
- Μία νεότερη περίοδο εφελκυσμού από το Μέσο Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα.

Η πρώτη εφελκυστική φάση προσδιορίζεται από την παρουσία συνιζηματογενών ρηγμάτων μέσα στα πλειο-πλειστοκαινικά στρώματα, κυρίως της Βόρειας Πελοποννήσου, ή από τα αποτελέσματα της δραστηριότητας των περιθωριακών ή άλλων μεγάλων ρηγμάτων κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης των παραπάνω στρωμάτων (γωνιώδεις ασυμφωνίες). Την εφελκυστική αυτή φάση δεν είναι εύκολο να την εντοπίσουμε στη βόρεια πλευρά του Κορινθιακού κόλπου, όπου η απουσία ανάλογων ιζημάτων δεν μας επιτρέπει να έχουμε τεκμηριωμένα στοιχεία πάνω σ' αυτό.

Η συμπιεστική φάση του Κατ. Πλειστοκαίνου εντοπίζεται από ανάστροφα ρήγματα ή επιπτεύσεις, που έχουν προσβάλλει είτε συνεκτικά, παλαιά κορήματα του Κατ. Πλειστοκαίνου, είτε μάργες πλειο-κατωπλειστοκαινικής ηλικίας. Επίσης προσδιορίζεται και από σημαντικές κάμψεις στρωμάτων της ηλικίας αυτής. Ενδείξεις, τέλος, για την ύπαρξη της συμπιεστικής αυτής φάσης έχουμε και σε κατοπτρικές επιφάνειες κανονικών ρηγμάτων. Πάνω σ' αυτές μπορούμε να εντοπίσουμε γραμμές ολίσθησης με ανάστροφο χαρακτήρα.

Μεγαλύτερο νεοτεκτονικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η νεότερη εφελκυστική φάση, καθ' όσον σχετίζεται με τα ενεργά ρήγματα της περιοχής μας. Αυτή η περίοδος εφελκυσμού από το Μέσο Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα πιστοποιείται με διάφορα τεκτονικά και σεισμολογικά στοιχεία. Κατ' αρχή διαπιστώνεται από την παρουσία συνιζηματογενών ρημάτων (M. Sebrier, 1977 - Keraudren B. & Sorel D., 1987), τα οποία έχουν προσβάλλει τα ιζήματα των θαλάσσιων αναβαθμίδων της περιοχής Κορίνθου- Ξυλοκάστρου, ή ρηγμάτων μεταγενέστερων της δημιουργίας των αναβαθμίδων, αφού τα ρήγματα αυτά έχουν διαρρήξει τις αναβαθμίδες. Μπορούμε ακόμη να διαπιστώσουμε την παρουσία ρηγμάτων, τα οποία έχουν προσβάλλει παλαιά συνεκτικά πλευρικά κορήματα, κατά πάσα πιθανότητα μετά την Μινδέλιο περίοδο (από το Μέσο Πλειστόκαινο, δηλαδή, και μετά). Τέτοια ρήγματα είναι εμφανή στα συνεκτικά κορήματα της Αράχοβας.

Σοβαρές ενδείξεις ακόμη για την πρόσφατη και σύγχρονη τεκτονική δραστηριότητα εφελκυστικού χαρακτήρα αποτελούν οι συσσωρεύσεις πλευρικών κορημάτων σημαντικού πάχους -νεότερα των παλαιών συνεκτικών κορημάτων του Κατωτέρου - Μέσου Πλειστοκαίνου- κατά μήκος μεγάλων κανονικών ρηγμάτων. Η συσσώρευση των κορημάτων αυτών δείχνει μια συνεχή ενεργοποίηση των ρηγμάτων κατά την πρόσφατη χρονική περίοδο.

Τέλος, η σύγχρονη δράση της εφελκυστικής αυτής φάσης πιστοποιείται αναμφίβολα από τη σεισμική δραστηριότητα τόσο κατά τους ιστορικούς χρόνους, όσο και επί των ημερών μας.

Ένεκα της νεότερης αυτής εφελκυστικής τεκτονικής φάσης, που όπως είπαμε άρχισε από το Μέσο Πλειστόκαινο και συνεχίζεται μέχρι σήμερα, η περιοχή της Βόρειας Πελοποννήσου ανυψώνεται συνεχώς μέχρι και επί των ημερών μας με γρήγορο ρυθμό.

Όσο αφορά τις παράκτιες περιοχές κατά μήκος των βορείων ακτών του Κορινθιακού κόλπου, φαίνεται ότι και αυτές υπόκειται σε ανοδική κίνηση, ενδεχομένως με μικρότερο ρυθμό, με αποτέλεσμα και εδώ την ανύψωση των πλειο-πλειστοκαινικών(;) παράκτιων αποθέσεων που συναντάμε στην περιοχή αυτή. Έτσι, λοιπόν, ο σημερινός κόλπος είναι μικρότερος σε πλάτος από τη λεκάνη του τεκτονικού βυθίσματος κατά τη διάρκεια του Πλειοκαίνου - Κατωτάτου Πλειστοκαίνου.

Τα μεγάλα περιφερειακά ρήγματα που οριοθετούσαν το νότιο περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος του Κορινθιακού κόλπου και προφανώς θα ήταν ενεργά κατά τη διάρκεια της παλαιότερης εφελκυστικής τεκτονικής φάσης του Πλειοκαίνου - Κατωτάτου Πλειστοκαίνου, παρατηρούνται σήμερα κατά μήκος των παράκτιων περιοχών της Βόρειας Πελοποννήσου. Τα αντίστοιχα ρήγματα στο βόρειο περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος δεν είναι σαφή, καθ'όσο η ανάπτυξη των πλειο-πλειστοκαινικών σχηματισμών είναι αρκετά περιορισμένη. Είναι πολύ πιθανό το μεγάλο ρήγμα Αράχovas - Δελφών - Χρυσού να αποτελούσε ένα από τα κύρια περιφερειακά ρήγματα στο βόρειο περιθώριο του βυθίσματος κατά την περίοδο αυτή.

Κατά τη διάρκεια όμως της νεότερης εφελκυστικής τεκτονικής φάσης η τεκτονική δραστηριότητα μετατοπίζεται προς τον άξονα του τεκτονικού βυθίσματος, τόσο στο νότιο, όσο και στο βόρειο περιθώριο αυτού. Έτσι, τα ενεργά ρήγματα σήμερα βρίσκονται μέσα στον Κορινθιακό κόλπο, κατά μήκος τόσο των νοτίων, όσο και των βορείων ακτών του.

Ο Giermann G. (1966) δέχεται ότι το απότομο της υποθαλάσσιας τοπογραφίας, που παρατηρούμε στο νότιο περιθώριο του κόλπου της Αντίκυρας και οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις που συμβαίνουν εκεί, οφείλονται στην ύπαρξη ενός σημαντικού ενεργού ρήγματος.

5.2.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Όπως είναι γνωστό, για την τεκτονική ανάλυση των θραυσσιγενών δομών έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι (Arthaud F. 1969, Arthaud F.- Choukroune P. 1973, Carey E.-Brunier B. 1974 Angelier

J. 1975). Εμείς εφαρμόσαμε στην περιοχή μας τη μέθοδο των Carey E.-Brunier B., η οποία αργότερα μελετήθηκε εκτενέστερα και παρουσιάστηκε πιο ολοκληρωμένα από τη Carey E. (1976). Η μέθοδος αυτή που βασίζεται σ' ένα στοιχειώδες μηχανικό μοντέλο, υπολογίζει ένα μέσο τανυστή απόκλισης (deviatoric tensor) από τις γραμμές ολίσθησης ενός πληθυσμού ρηγμάτων της ίδιας παραμορφωτικής φάσης. Συγκεκριμένα, υπολογίζει τις θέσεις των τριών αξόνων σ_1 , σ_2 , σ_3 και τις τρεις σχετικές ειδικές τιμές του ανισότροπου τμήματος του μέσου τανυστή τάσεων.

Τη μέθοδο αυτή εφαρμόσαμε με το πρόγραμμα H/Y: FCALC, VERSION 4.0 E.C.G.- Geodynsoft 1987 του εργαστηρίου του Καθ. J.L. Mercier (Παν/μιο Paris-Sud). Το πρόγραμμα αυτό εκτός από τα παραπάνω στοιχεία, υπολογίζει την πλαγιοβύθιση (Pitch) του ανύσματος της εφαιπτομενικής τάσης, η οποία ασκείται πάνω σ' ένα ρήγμα από τον τανυστή απόκλισης, καθώς επίσης και τη γωνία μεταξύ του ανύσματος αυτού και εκείνου των γραμμών ολίσθησης.

Στην περιοχή μελέτης μας ο Sebrier M. (1977) έχει προσδιορίσει για ορισμένες θέσεις το εντατικό πεδίο, εκφράζοντάς το με ένα τανυστή απόκλισης. Στη τεκτονική του αυτή ανάλυση διακρίνει όλες τις φάσεις του πρόσφατου (μεταλλικού) ρηματογόνου τεκτονισμού που προαναφέραμε.

Για τη φάση συμπίεσης του Κατωτέρου Πλειστοκαίνου μας παρέχει στοιχεία μόνο για την περιοχή της Αντίκυρας, τα οποία όμως, όπως υποστηρίζει και ο ίδιος, είναι πολύ άσχημα. Όσο αφορά δε τις δύο άλλες εφελκυστικές φάσεις, μας παρέχει στοιχεία για την πιο πρόσφατη από αυτές, τουλάχιστο σε ότι αφορά την περιοχή μελέτης μας, η οποία άλλωστε, όπως έχουμε προαναφέρει, παρουσιάζει και το μεγαλύτερο νεοτεκτονικό ενδιαφέρον αφού συνεχίζει μέχρι σήμερα.

Στην περιοχή των Δελφών από την ανάλυση ένδεκα ρηγμάτων προσδιορίζει τον παρακάτω τανυστή απόκλισης της πιο πρόσφατης φάσης εφελκυσμού:

$$D_D = \begin{vmatrix} -0,8748 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3740 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5007 \end{vmatrix} \quad R=0,50$$

με άξονες σ_1 : N 171° E, 72°
 σ_2 : N 303° E, 12°
 σ_3 : N 36° E, 13°

Στην περιοχή Ζάλτσας ο Sebrier M. υπολογίζει ένα τανυστή απόκλισης (D_z) εφελκυστικού εντατικού πεδίου, χωρίς να μπορεί να προσδιορίσει την ηλικία του:

$$D_z = \begin{vmatrix} -0,8796 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1306 & 0 \\ 0 & 0 & 0,7490 \end{vmatrix} \quad R=0,62$$

με άξονες σ_1 : N 252° E, 43°
 σ_2 : N 101° E, 43°
 σ_3 : N 357° E, 15°

Ο τανυστής αυτός, όπως βλέπουμε, παρουσιάζει βύθιση αξόνων σ_1 και σ_2 ίση με 43°, πράγμα που αποτελεί μεγάλη απόκλιση από ένα καθαρά εφελκυστικό εντατικό πεδίο, όπως άλλωστε αποδεικνύεται και από τα στοιχεία ανάλογων τανυστών απόκλισης παρακείμενων θέσεων.

Ο έλεγχος συμβατότητας που έγινε με τον παραπάνω τανυστή για ρήγματα που αναμφίβολα έχουν επηρεαστεί από το πρόσφατο εφελκυστικό εντατικό πεδίο, έδωσε τελείως λανθασμένα αποτελέσματα. Ακόμη και για το μεγάλο ρήγμα (4) βόρεια του όρμου της Ζάλτσας ο έλεγχος συμβατότητας έδειξε απόκλιση 40° μεταξύ του ανύσματος των γραμμών ολίσθησης και του ανύσματος της εφαπτομενικής συνιστώσας της τάσης που ασκείται στο επίπεδο του ρήγματος από τον τανυστή αυτό. Αντίθετα, όπως θα δούμε παρακάτω, τόσο με τον προηγούμενο τανυστή απόκλισης D_D της περιοχής των Δελφών, όσο και με το σύγχρονο τανυστή απόκλισης που προσδιορίστηκε από τα ενεργοποιηθέντα ρήγματα κατά τους σεισμούς του 1981, το ρήγμα αυτό παρουσιάζει μεγάλη συμβατότητα (απόκλιση 3° και 6° αντίστοιχα).

Έτσι, λοιπόν, ο τανυστής αυτός δεν λαμβάνεται υπόψη στις περεταίρω τεκτονικές αναλύσεις.

Στη χερσόνησο της Περαχώρας ο Sebrier M. προσδιορίζει δύο τοπικούς τανυστές εφελκυστικού εντατικού πεδίου. Ένα στη θέση του ακρωτηρίου Ηραίο, και έναν άλλο στη βόρεια περιοχή της χερσονήσου. Και στις δύο περιπτώσεις δεν μπορεί να διακρίνει αν οι τανυστές αυτοί αντιστοιχούν στην πρώτη ή τη δεύτερη εφελκυστική φάση, ενώ είναι πολύ πιθανό να περιέχουν στοιχεία και από τις δύο φάσεις.

Περιοχή Ηραίου:

$$D_H = \begin{vmatrix} -0,8886 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3563 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5322 \end{vmatrix} \quad R=0,876$$

με άξονες σ_1 : N 321° E, 69°
 σ_2 : N 144° E, 21°
 σ_3 : N 54° E, 1°

Περιοχή Β. Περαχώρα :

$$D_P = \begin{vmatrix} -0,8482 & 0 & 0 \\ 0 & 0,4057 & 0 \\ 0 & 0 & 0,4425 \end{vmatrix} \quad R=0,971$$

με άξονες σ_1 : N 168° E, 77°
 σ_2 : N 289° E, 7°
 σ_3 : N 21° E, 11°

Τέλος, στην περιοχή των Ν. Βρυσουλών (Κορινθίας) διακρίνει και τις δύο εφελκυστικές φάσεις προσδιορίζοντας αντίστοιχα τους παρακάτω τανυστές:

Α' Εφελκυστική φάση :

$$D_{VA} = \begin{vmatrix} -0,9032 & 0 & 0 \\ 0 & 0,4379 & 0 \\ 0 & 0 & 0,4653 \end{vmatrix} \quad R=0,98$$

με άξονες σ_1 : N 311° E, 68°
 σ_2 : N 88° E, 16°
 σ_3 : N 182° E, 14°

Β' Εφελκυστική φάση :

$$D_{VB} = \begin{vmatrix} -0,8404 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3569 & 0 \\ 0 & 0 & 0,4835 \end{vmatrix} \quad R=0,904$$

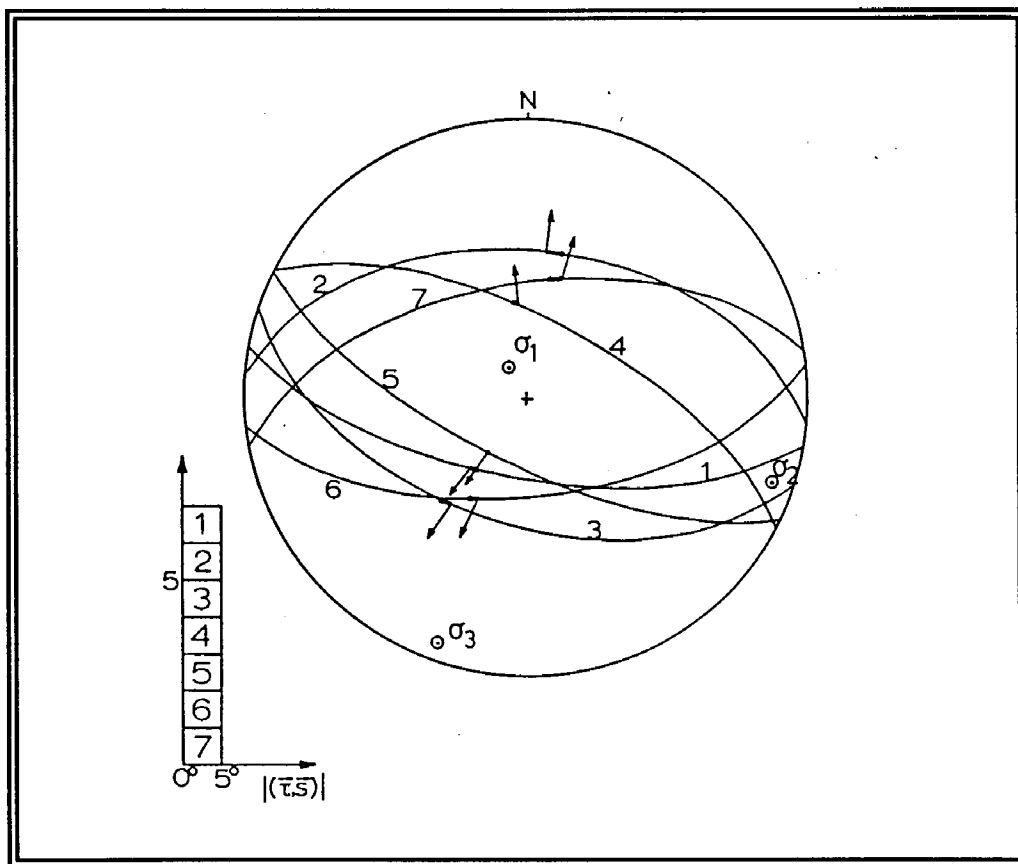
με άξονες σ_1 : N 152° E, 78°

$$\begin{aligned}\sigma_2 &: \text{N } 273^\circ \text{ E, } 6^\circ \\ \sigma_3 &: \text{N } 4^\circ \text{ E, } 10^\circ\end{aligned}$$

Από επτά ρήγματα που ενεργοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των σεισμών του 1981 τόσο στην περιοχή Περαχώρας - Αλεποχωρίου, όσο και στην περιοχή Λειβαδόστρας - Καπαρελλίου - Πλαταιών, προσδιορίστηκε ο παρακάτω τανυστής απόκλισης του σύγχρονου εντατικού πεδίου στην περιοχή του Ανατολικού Κορινθιακού κόλπου (Εικ.19).

$$D_{VB} = \begin{vmatrix} -0,8116 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1944 & 0 \\ 0 & 0 & 0,6172 \end{vmatrix} \quad R=0,704$$

$$\begin{aligned}\text{με άξονες } \sigma_1 &: \text{N } 328^\circ \text{ E, } 78^\circ \\ \sigma_2 &: \text{N } 109^\circ \text{ E, } 9^\circ \\ \sigma_3 &: \text{N } 200^\circ \text{ E, } 7^\circ\end{aligned}$$



Εικ. 19. Ενεργοποιηθέντα ρήγματα κατά τη διάρκεια των σεισμών των Αλκυονίδων του 1981 και στοιχεία δυναμικής ανάλυσής αυτών.

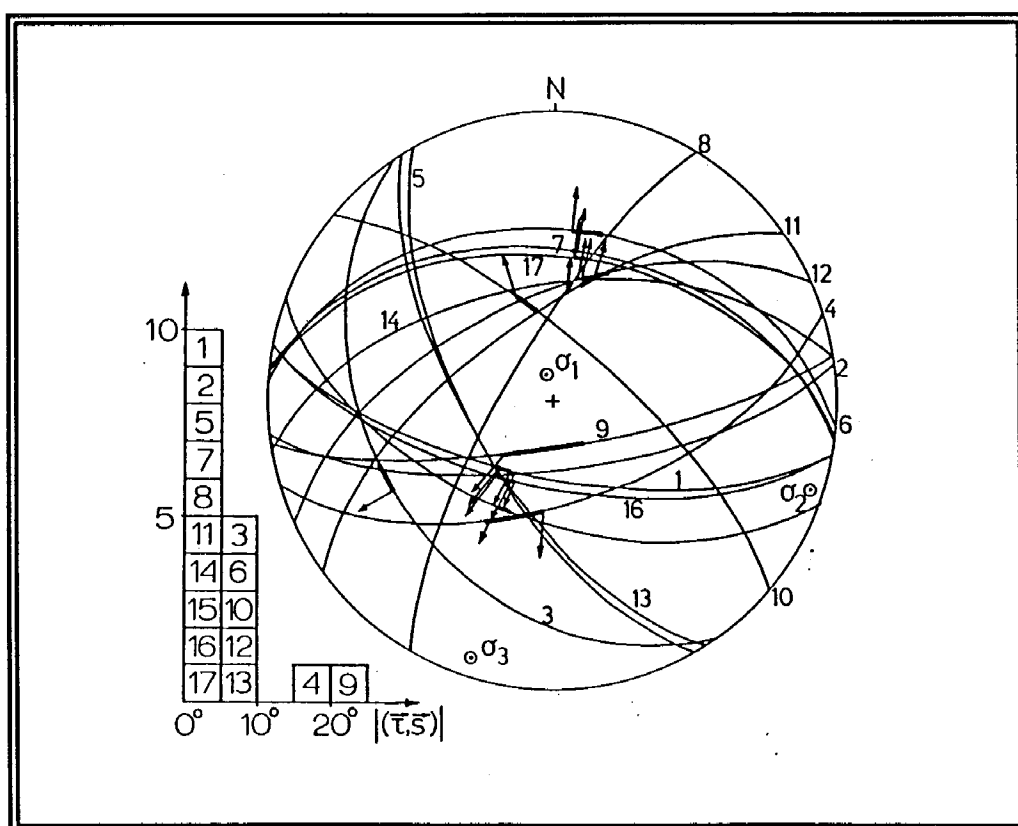
Αξίζει να σημειωθεί ότι και στα επτά ρήγματα οι γωνιακές αποκλίσεις μεταξύ του ανύσματος της εφαπτομενικής τάσης και εκείνου της γραμμής ολίσθησης, δεν υπερβαίνουν τις 4°.

Ο τανυστής αυτός συμφωνεί καλύτερα ως προς τις θέσεις των αξόνων του με τον τανυστή που έχει προσδιορίσει ο Sebrier M. για τη βόρεια περιοχή της χερσονήσου Περαχώρας, παρά με κείνον της περιοχής του ακρωτηρίου Ηραίου.

Από πρόσφατα νεοτεκτονικά ρήγματα στην ευρύτερη περιοχή του βορειο-ανατολικού Κορινθιακού κόλπου προσδιορίστηκε ο παρακάτω τανυστής απόκλισης D_Q (Εικ.20):

$$D_Q = \begin{vmatrix} -0,8125 & 0 & 0 \\ 0 & 0,2380 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5744 \end{vmatrix} \quad R=0,75$$

με άξονες σ_1 : N 344° E, 81°
 σ_2 : N 108° E, 5°
 σ_3 : N 198° E, 7°



Εικ. 20. Πρόσφατα νεοτεκτονικά ρήγματα και στοιχεία δυναμικής ανάλυσης αυτών.

ενώ από αντίστοιχα ρήγματα στην περιοχή της χερσονήσου της Περαχώρας προσδιορίστηκε ο τανυστής D_Q' :

$$D_Q' = \begin{vmatrix} -0,8479 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1394 & 0 \\ 0 & 0 & 0,7087 \end{vmatrix} \quad R=0,634$$

με άξονες σ_1 : N 322° E, 67°
 σ_2 : N 96° E, 16°
 σ_3 : N 191° E, 15°

Από όλους τους παραπάνω τανυστές απόκλισεις διαπιστώνουμε για την περιοχή αυτή μια σταθερότητα του εντατικού πεδίου κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου και μέχρι των ημερών μας.

Τέλος, στην περιοχή του Άνω Λουτρού (Κορινθίας) από έξι ρήγματα προσδιορίσαμε τον τανυστή D_L :

$$D_L = \begin{vmatrix} -0,8084 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0339 & 0 \\ 0 & 0 & 0,7745 \end{vmatrix} \quad R=0,532$$

με άξονες σ_1 : N 221° E, 69°
 σ_2 : N 107° E, 9°
 σ_3 : N 14° E, 18°

5.2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

Τόσο η εργασία υπαίθρου, όσο και η εξέταση των αεροφωτογραφιών της περιοχής είχε σαν αποτέλεσμα τον εντοπισμό και την μελέτη ενός σημαντικού αριθμού ρηγμάτων. Όλα αυτά τα ρήγματα, ανάλογα: με τους σχηματισμούς που έχουν προσβάλλει, τη μορφολογική εικόνα που παρουσιάζουν, τους σχηματισμούς οι οποίοι συνδέονται άμεσα με τη δραστηριότητά τους και τα αποτελέσματα της δυναμικής/κινηματικής τους ανάλυσης, έχουν χαρακτηριστεί τόσο από άποψη σημαντικότητας, όσο και από άποψη ενεργότητας.

Από άποψη σημαντικότητας τα ρήγματα χαρακτηρίζονται σαν πρωτεύοντα και δευτερεύοντα. Πρωτεύοντα θεωρούμε εκείνα τα ρήγματα που και μεγάλο μήκος έχουν, αλλά και σημαντικό άλμα,

έτσι ώστε να αποτελούν τις βασικές δομές του θραυσιγενούς ιστού της περιοχής, οι οποίες κατά κανόνα επηρεάζουν τα μέγιστα, ή οριοθετούν τις βασικές νεοτεκτονικές δομές της.

Όσο αφορά την ενεργότητα των ρηγμάτων, αυτά διακρίθηκαν σε **σεισμικά-ενεργά, ενεργά, πιθανά ενεργά και ανενεργά.**

Αν εξαιρέσουμε τα ρήγματα που αποδεδειγμένα έχουν ενεργοποιηθεί σε κάποια φάση πρόσφατης σεισμικής δραστηριότητας, είναι πολύ δύσκολο να χαρακτηρίσουμε ένα ρήγμα σαν ενεργό ή όχι. Και τούτο γιατί σε πολύ λίγες περιπτώσεις μπορούμε να παρατηρήσουμε διαρρήξεις ανωπλειστοκαινικών/ολοκαινικών στρωμάτων από ρήγματα, καθόσον συμβατικά δεχόμαστε σαν ενεργά εκείνα τα ρήγματα που έχουν δράσει από το Ανώτερο Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα.

Στις περιπτώσεις όμως αυτές, κατά κανόνα τα ρήγματα που τέμνουν ανωπλειστοκαινικούς/ολοκαινικούς σχηματισμούς είναι περιορισμένης σημασίας και δεν μπορούμε να τα παρακολουθήσουμε στην ύπαιθρο και να τα χαρτογραφήσουμε. Έτσι, απλά και μόνο θα μπορούσαμε να πούμε, ότι πιστοποιούν την ύπαρξη ενεργών ρηγμάτων σε μια περιοχή.

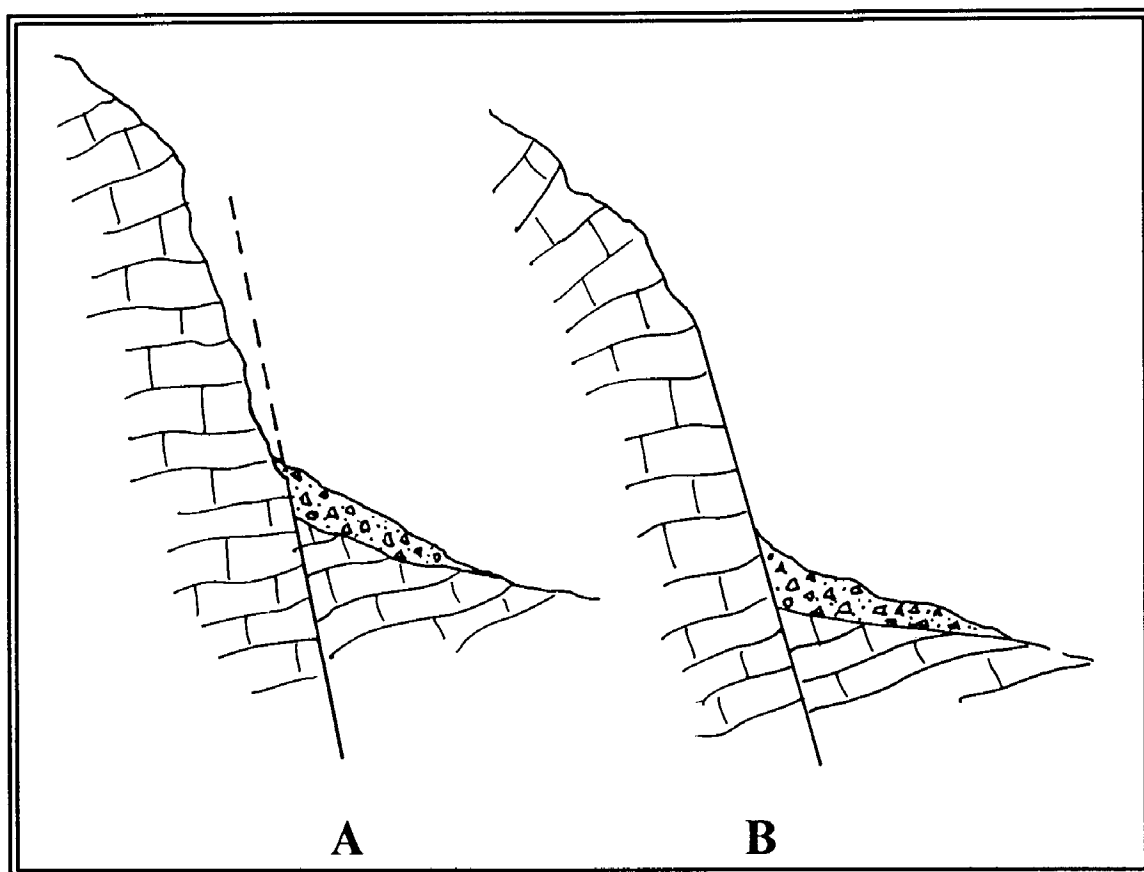
Κατά συνέπεια ο εντοπισμός ενεργών ή πιθανά ενεργών αξιόλογων (χαρτογραφήσιμων) ρηγμάτων στην περιοχή μας βασίστηκε κυρίως σε διάφορα κριτήρια που περιγράφονται στη συνέχεια.

A. Κρημνός σημαντικού ύψους με ή χωρίς κατοπτρική επιφάνεια.

Η ύπαρξη απότομου κρημνού (scarp) σημαντικού ύψους με εμφανή ή όχι κατοπτρική επιφάνεια στη βάση του, ή κάτοπτρο ρήγματος αρκετού ύψους, υποδηλώνει πρόσφατη συνεχή δραστηριότητα του ρήγματος. Η συνεχής ενεργοποίησή του συντελεί στη γρήγορη δημιουργία θετικού αναγλύφου στο ανερχόμενο τέμαχος, η οποία δεν μπορεί να αντισταθμιστεί από τη διάβρωση.

Η δομή και η σύσταση του πετρώματος σε σχέση με τις κλιματολογικές συνθήκες που ελέγχουν το ρυθμό διάβρωσης, καθώς επίσης και ο ρυθμός της σχετικής μετατόπισης των δύο τεμαχών, είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν τη δημιουργία του κρημνού και ελέγχουν το ύψος της κατοπτρικής επιφάνειας ή την καταστροφή αυτής (Εικ.21).

Βέβαια, δεν θα πρέπει να παραβλέπουμε το γεγονός ότι πολλές φορές αποκαλύπτεται και διατηρείται μέχρι ύψους αρκετών μέτρων κατοπτρική επιφάνεια ρήγματος, το οποίο φέρνει σε επαφή δύο σχηματισμούς με σημαντική λιθολογική διαφορά και διαφορετική αντίσταση στους διαβρωτικούς παράγοντες. Τυπικό παράδειγ-



Εικ. 21. Α. Απότομος κρημνός ο οποίος έχει δημιουργηθεί από πρόσφατη δραστηριότητα κανονικού ρήγματος. Η κατοπτρική επιφάνεια στο ανερχόμενο τέμαχος έχει σχεδόν εξολοκλήρου διαβρωθεί ή καλυφθεί από κορήματα. [Περίπτωση ρήγματος Δελφών (8)].

Β. Κατοπτρική επιφάνεια σημαντικού ρήγματος η οποία αποκαλύπτεται στο ανερχόμενο τέμαχος. Ο ρυθμός διάβρωσης και καταστροφής της υπολείπεται του ρυθμού ανύψωσης του τεμάχου. [Περίπτωση ρήγματος Πισίων (61)].

μα έχουμε στην περίπτωση ρηγμάτων που φέρνουν σε επαφή ασβεστόλιθους με φλύσχη. Στην περίπτωση αυτή η διαφορετική διάβρωση που υφίστανται τα δύο πετρώματα, έχει σαν αποτέλεσμα να αποκαλύπτεται η κατοπτρική επιφάνεια παλαιού ρήγματος και να διατηρείται το κάτοπτρό της για αρκετό ύψος, χωρίς καμιά πρόσφατη μετακίνηση των δύο τεμαχών. Τέτοιες περιπτώσεις ρηγμάτων έχουμε αρκετές στην περιοχή μας (π.χ. τα υπ' αριθ. 6, 14, 15, 18)¹ στις οποίες θα αναφερθούμε παρακάτω.

Βέβαια, αυτό δεν σημαίνει ότι η παρουσία κατοπτρικής επιφάνειας κάτω από αυτές τις συνθήκες αποκλείει το να είναι ενεργό

¹ Η αρίθμηση των ρηγμάτων παρουσιάζεται στον Τεκτονικό Χάρτη.

ένα ρήγμα. Αδιάψευστη απόδειξη γι' αυτό αποτελεί το ενεργό ρήγμα των Πισίων (61).

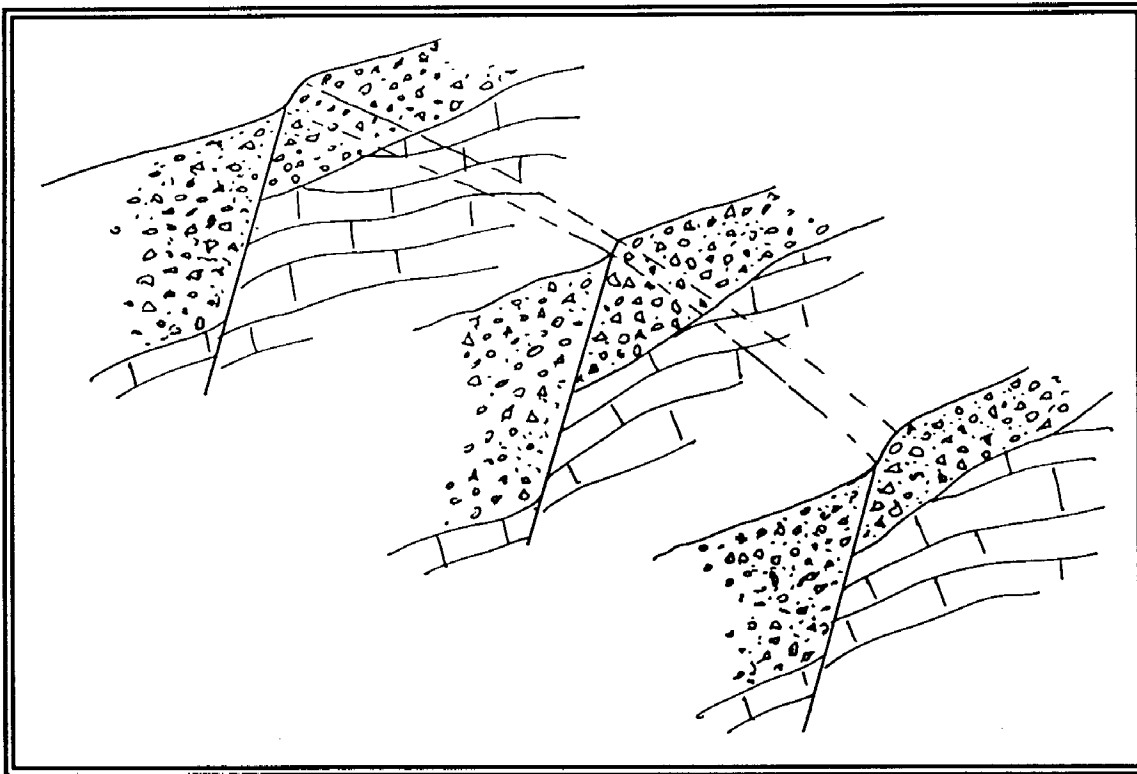
Το αντίθετο, όμως, η ύπαρξη δηλαδή κατοπτρικής επιφάνειας ρήγματος, ύψους έστω και μερικών μόνο μέτρων, η οποία φέρνει σε επαφή όμοιους λιθολογικά σχηματισμούς, αποτελεί απόδειξη πρόσφατης ενεργοποίησης του ρήγματος και σημαντικό κριτήριο για να χαρακτηριστεί αυτό σαν ενεργό (π.χ. το υπ' αριθ. 3 ρήγμα) και μάλιστα όταν αυτό εμφανίζεται σε μια περιοχή με ήπιο ανάγλυφο, αποτέλεσμα παρατεταμένης "λείανσης" και εξομάλυνσης των μορφολογικών ανωμαλιών.

Β. Πλευρικά κορήματα.

Η ύπαρξη σημαντικού πάχους πλευρικών κορημάτων κατά μήκος ενός ρήγματος αποτελεί ένδειξη έντονης δραστηριότητάς του κατά το πρόσφατο παρελθόν, η οποία είναι πολύ πιθανό να συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Η συνεχής δραστηριότητα των κανονικών κυρίως ρηγμάτων, ή τουλάχιστον εκείνων με αξιόλογη κατακόρυφη συνιστώσα ολίσθησης, διατηρεί τη μορφολογική ασυνέχεια κατά μήκος του ρήγματος -ή της ρηξιγενούς ζώνης-, πράγμα που επιτρέπει τη συνεχή συσσώρευση των κορημάτων πάνω στο κατερχόμενο τέμαχος του ρήγματος και μάλιστα από την κατοπτρική επιφάνεια και χαμηλότερα.

Πολλές φορές η ρηξιγενής επιφάνεια μπορεί να τέμνει εγκάρσια μια μεγάλη κοιλάδα με σημαντική αποκομιδή φερτών υλικών και μάλιστα να διέρχεται από το σημείο εξόδου της κοιλάδας, όπου και δημιουργείται ένας κώνος κορημάτων. Τα κορήματα αυτά που έρχονται να καλύψουν το ρήγμα, διαρρηγνύονται από μεταγενέστερες ενεργοποιήσεις του ρήγματος (Εικ.22). Όταν μάλιστα έχουμε συνεχή και έντονη δραστηριότητα του ρήγματος κατά το πρόσφατο παρελθόν και πολύ περισσότερο και επί των ημερών μας, είναι δυνατό να διαπιστώσουμε ένα μορφολογικό "σκαλοπάτι" εγκάρσια προς τον άξονα του κώνου και κατά μήκος του ίχνους τους ρήγματος. Το ύψος του μπορεί να μεταβάλλεται σταδιακά και μάλιστα να αυξάνει εκατέρωθεν του άξονα του κώνου και όσο απομακρυνόμαστε από αυτόν. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην ταχύτερη εξομάλυνση της μορφολογικής ανωμαλίας στον άξονα του κώνου απ' ότι στην περιφέρειά του από τη συσσώρευση των φερτών υλικών. Η παρουσία λοιπόν μιας τέτοιας μορφολογικής ανωμαλίας μέσα στον κώνο κορημάτων αποτελεί αναμφίβολη απόδειξη για το ότι το ρήγμα αυτό είναι ενεργό.

Μερικές φορές όμως, οι διαρρήξεις που παρατηρούμε μέσα στα πλευρικά κορήματα και μάλιστα παράλληλα προς την κύρια



Εικ. 22. Σχηματική παράσταση της διάρρηξης ενός κώνου κορημάτων από ενεργό ρήγμα. Απεικονίζονται τρεις παράλληλα προς τον άξονα του κώνου τομές. Το μορφολογικό "σκαλοπάτι" έχει μικρότερο ύψος στον άξονα του κώνου λόγω της ταχύτερης συσσώρευσης των φερτών υλικών στη θέση αυτή.

ρηξιγενή επιφάνεια με την οποία σχετίζεται η παρουσία τους, δεν οφείλονται στην τεκτονική δραστηριότητα του ρήγματος, αλλά είναι το αποτέλεσμα κατολισθητικών φαινομένων που οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στη βαρύτητα. Άλλωστε, είναι και η σύσταση των κορημάτων πολλές φορές που ευνοεί την εκδήλωσή τους - ενδιαστρώσεις ερυθρού αργιλικού υλικού κατά μήκος των οποίων διευκολύνονται οι ολισθήσεις λόγω και της παρουσία του νερού. Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται πολύ μεγάλη προσοχή για να μην εκλειφθούν εσφαλμένα οι διαρρήξεις αυτές σαν αποδεικτικό στοιχείο περί της ενεργότητας του ρήγματος.

Μια τέτοια περίπτωση διάρρηξης κώνου κορημάτων από ενεργό ρήγμα διαπιστώσαμε κοντά στην περιοχή μελέτης μας. Πρόκειται για ένα κώνο κορημάτων στην περιοχή της Μαυρολίμνης (μεταξύ Σχοίνου και Αλεποχωρίου), ο οποίος τέμνεται από το μεγάλο ενεργό ρήγμα του Σχοίνου (64).

Γ. Έλεγχος συμβατότητας με τον τανυστή απόκλισης των τάσεων της
πιο πρόσφατης τεκτονικής δραστηριότητας της περιοχής.

Με το κριτήριο αυτό ελέγχουμε κατά πόσο ένα ρήγμα και οι γραμμές ολίσθησης της πιο πρόσφατης ενεργοποίησής του είναι συμβατά με τον τανυστή απόκλισης της πιο πρόσφατης νεοτεκτονικής δραστηριότητας της περιοχής του. Ο τανυστής αυτός θα πρέπει να έχει προσδιοριστεί από ρήγματα με γραμμές ολίσθησης οι οποίες έχουν δημιουργηθεί λόγω ενεργοποίησης των ρηγμάτων από το Ανώτερο Πλειστόκαινο και μεταγενέστερα. Φυσικά, αν ο τανυστής αυτός εκφράζει το σύγχρονο εντατικό πεδίο μιας περιοχής, προσδιορισμένος είτε από ενεργοποιηθέντα επί των ημερών μας ρήγματα, είτε από σεισμικά ρήγματα που έχουν προσδιοριστεί από αναλύσεις μηχανισμών γένεσης σεισμών, ο έλεγχος συμβατότητας θα δίνει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Ο έλεγχος γίνεται με τον προσδιορισμό της γωνίας μεταξύ του ανύσματος των πιο πρόσφατων γραμμών ολίσθησης, που μετράμε πάνω στην κατοπτρική επιφάνεια ενός ρήματος και του ανύσματος της εφαπτομενικής τάσης που ασκείται πάνω στην επιφάνεια αυτή από τον τανυστή απόκλισης [(τ,s)]. Αν η γωνία αυτή είναι μικρότερη από 15°, θεωρούμε ότι υπάρχει συμβατότητα μεταξύ του τανυστή απόκλισης και των γραμμών ολίσθησης του ρήματος, ή με άλλα λόγια οι γραμμές ολίσθησης που μετράμε πάνω στο ρήγμα μπορεί να έχουν δημιουργηθεί από τη δράση του τανυστή αυτού. Και φυσικά, αφού ο τανυστής αυτός αναφέρεται στο πιο πρόσφατο ή το σύγχρονο εντατικό πεδίο της περιοχής μας, είναι πολύ πιθανό το ρήγμα μας να έχει ενεργοποιηθεί από την επίδραση αυτού και ως εκ τούτου να είναι ενεργό.

Δ. Χρονολόγηση υλικού πλήρωσης διακένων ρήματος με τη μέθοδο
ESR.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον υπολογισμό της ενέργειας που εκλείεται από την ενεργοποίηση δεσμευμένων, ελεύθερων ηλεκτρονίων μέσα σε "παγίδες" του κρυσταλλικού πλέγματος ανθρακικών συνήθως ορυκτών. Η ενέργεια αυτή είναι συνάρτηση του πλήθους των δεσμευμένων ηλεκτρονίων, πράγμα που εξαρτάται από το ποσό της ολικής ακτινοβολίας που έχει δεχθεί το ορυκτό. Το ποσό αυτό είναι συνάρτηση του ρυθμού ακτινοβολήσης και του χρόνου. Έτσι, μπορούμε να προσδιορίσουμε το χρόνο και κατά συνέπεια την ηλικία του ορυκτού.

Με τη χρονολόγηση, λοιπόν, υλικών πλήρωσης των διακένων ενός ρήματος είναι δυνατό, κάτω από ορισμένες βέβαια προϋποθέσεις, να βγάλουμε συμπεράσματα για την ηλικία των μετακι-

νήσεων των δύο τεμαχών του. Έτσι, ένα υλικό πλήρωσης που έχει συγκολλήσει τα δύο τεμάχια και δεν έχει σπάσει ή δεν παρουσιάζει επιφάνεια ολίσθησης μέσα σ' αυτό, είναι νεότερο από την πιο πρόσφατη ενεργοποίηση του ρήγματος.

Αντίθετα, υλικό πλήρωσης με δευτερογενή επιφάνεια ολίσθησης, η οποία προφανώς οφείλεται σε μεταγενέστερη της δημιουργίας του ενεργοποίηση του ρήγματος, είναι παλαιότερο από ενεργοποίηση αυτή. Το ίδιο θα πρέπει να συμπεράνουμε και για τις περιπτώσεις εκείνες όπου παρατηρούμε τέτοια υλικά πλήρωσης αποκαλυμμένα πάνω σε κατοπτρικές επιφάνειες κανονικών ρηγμάτων χωρίς ίχνη ολίσθησης. Τούτο βέβαια με την προϋπόθεση ότι η αποκάλυψή τους δεν οφείλεται σε διαφορετική διάβρωση μεταξύ των δύο τεμαχών του ρήγματος. Στις περιπτώσεις αυτές αν η ηλικία των υλικών πλήρωσης είναι σχετικά μικρή, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ένα ρήγμα σαν ενεργό.

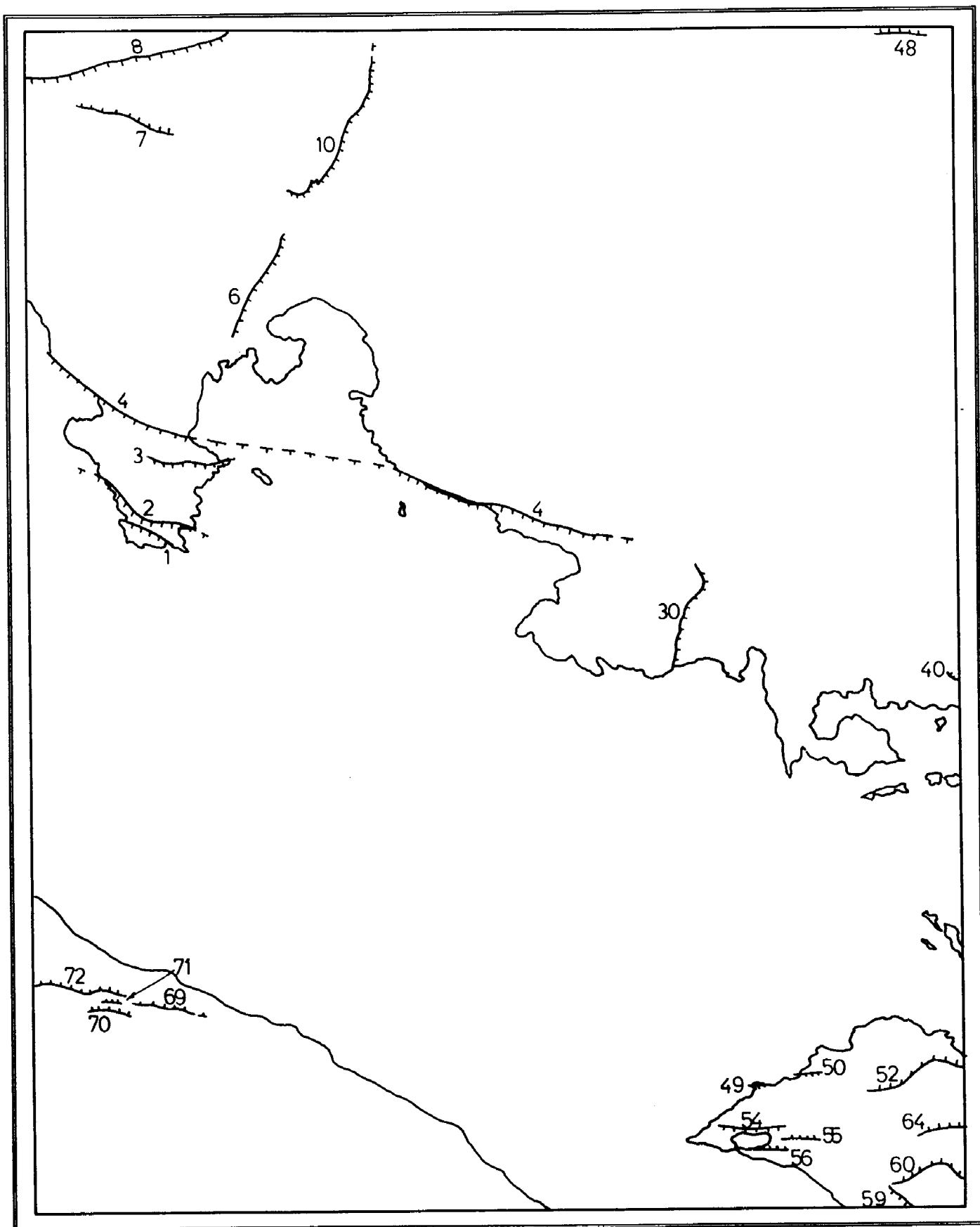
Ε. Σεισμολογικά δεδομένα.

Στοιχεία σεισμικής δραστηριότητας κατά το πρόσφατο παρελθόν (ιστορικοί χρόνοι) ή σεισμολογικών αναλύσεων (θέσεις σεισμικών epicέντρων, βάθη σεισμικών εστιών κ.λ.π.) κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, βοηθούν για τον εντοπισμό μεγάλων ενεργών ρηγμάτων.

Α. Περιοχή χερσονήσου Περαχώρας.

Ρ ή γ μ α Ο σ ί ο υ Πα τ ά π ι ο υ (59)²: Πρωτεύον, κανονικό, αριστερόστροφο ρήγμα με διεύθυνση NW-SE και κλίση 65° προς SW. Είναι υπεύθυνο για τη μεγάλη μορφολογική ασυνέχεια που παρατηρούμε ανατολικά της μονής Αγ. Ιωάννου, με σημαντικό κρημνό σε υψόμετρο 400 m περίπου. Παρουσιάζει κατοπτρική επιφάνεια η οποία σε πολλές θέσεις καλύπτεται σχεδόν εξολοκλήρου από πλευρικά κορήματα αρκετά μεγάλου πάχους. Σ' αυτά διακρίνουμε και παλαιά συνεκτικά κορήματα. Σε τμήμα της κατοπτρικής επιφάνειας με στοιχεία 65°/237° διαπιστώθηκαν γραμμές ολίσθησης με φορά βύθισης N 208° E. Ο έλεγχος συμβατότητας με τους τανυστές απόκλισης D_P , D_Q , και D_S έδωσε αντίστοιχα γωνία $|(T, S)|$ ίση με 1,9°, 4,4° και 3,6°. Το ρήγμα αυτό χαρακτηρίζεται σαν ενεργό.

² Αύξων αριθμός (α/α) ρήγματος που παρουσιάζεται στον Τεκτονικό Χάρτη.



Εικ. 23 Τα σημαντικότερα ρήγματα της περιοχής μελέτης που περιγράφονται στην παρούσα παράγραφο, με τον α/α τους.

Ρήγμα Πισίων (60) : Πρωτεύον, κανονικό ρήγμα με διεύθυνση στο δυτικό του άκρο NE-SW. Στα Πίσια η ρηξιγενής επιφάνεια κάμπτεται με σχετικά μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας, αλλάζοντας τελικά διεύθυνση σε NW-SE. Αποτελεί τμήμα μιας μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης με μέση διεύθυνση E-W περίπου, την οποία μπορούμε να την παρακολουθήσουμε σε μήκος 12 km. Το ρήγμα αυτό που ενεργοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των σεισμών του 1981, παρουσιάζει κατοπτρική επιφάνεια σε ύψος πολλών μέτρων και σημαντικού πάχους παλαιά συνεκτικά, αλλά και σύγχρονα πλευρικά κορήματα. Φυσικά χαρακτηρίζεται σαν **σεισμικό-ενεργό**.

Ρήγμα Σχοίνου (64) : Στην περιοχή μας αποτελεί την προς W απόληξη της δεύτερης μεγάλης, ρηξιγενής ζώνης του νοτίου περιθωρίου του βορειο-ανατολικού Κορινθιακού κόλπου. Αναπτύσσεται και αυτή σε διεύθυνση E-W περίπου για αρκετά km, από το ύψος των Πισίων μέχρι την Ψάθα σχεδόν. Στην περιοχής μας αλλά κυρίως ανατολικότερα από αυτή δημιουργεί ένα κρημνό σημαντικού ύψους σε χαμηλότερο υψόμετρο από εκείνο του ρήγματος των Πισίων (300 m). Η κατοπτρική του επιφάνεια αποκαλύπτεται σε ύψος αρκετών μέτρων, ενώ πλευρικά κορήματα μεγάλου πάχους έχουν συσσωρευτεί στη βάση του κρημνού. Και το ρήγμα αυτό ενεργοποιήθηκε κατά τους σεισμούς του 1981 και ως εκ τούτου χαρακτηρίζεται σαν **σεισμικό-ενεργό**.

Ρήγμα Στραβών (52) : Είναι η βορειότερη από τις πιο μεγάλες ρηξιγενείς δομές της χερσονήσου με μεγάλες κάμψεις της ρηξιγενούς επιφανείας (όπως και στο ρήγμα των Πισίων) και αλλαγή της διεύθυνσής της από E-W σε NE-SW και ακολούθως σε WNW-ESE. Πρόκειται για ένα πρωτεύον, κανονικό ρήγμα με αρκετά υψηλό κρημνό και με πλευρικά κορήματα μεγάλου πάχους στη βάση του. Ο έλεγχος τόσο με τον τανυστή απόκλισης D_R , που έχει προσδιοριστεί από τα ενεργοποιηθέντα ρήγματα της περιοχής, όσο και με τους τανυστές D_P και D_Q έδωσε πολύ θετικά αποτελέσματα συμβατότητας (γωνία $|\vec{\tau}, \vec{s}|$ αντίστοιχα $2,9^\circ$, $1,9^\circ$ και $3,2^\circ$). Το ρήγμα αυτό, παρότι δεν παρουσίασε ίχνη ενεργοποίησης κατά τους σεισμούς του 1981 χαρακτηρίζεται σαν **ενεργό**.

Ρήγματα Λίμνης Βουλιαγμένης: Στη βόρεια πλευρά της λίμνης Βουλιαγμένης υπάρχει ένα κανονικό ρήγμα με υψηλό κρημνό, χωρίς όμως να εμφανίζεται η κατοπτρική του επιφάνεια (54). Φαίνεται ότι αυτή καλύπτεται από τα πλευρικά κορήματα τα οποία παρουσιάζουν αξιόλογη ανάπτυξη. Το ρήγμα αυτό χαρακτηρίζεται σαν πιθανά ενεργό.

Στο νοτιο-ανατολικό μέρος της λίμνης εμφανίστηκε κατά τους σεισμούς του 1981 ίχνος διάρρηξης σε διεύθυνση E-W. Παρ' ότι σήμερα τα ίχνη αυτά έχουν εξαφανιστεί και με δυσκολία εντοπίζεται η παρουσία ενός ρήγματος στη θέση αυτή, λόγω και της λιθολογίας των πετρωμάτων (φλύσχης), σημειώνουμε την ύπαρξη ενός ενεργού ρήγματος (56).

Ανατολικά της λίμνης και κατά μήκος του δρόμου που οδηγεί στην Περαιά σημειώνεται η παρουσία ενός άλλου κανονικού ρήγματος (55), το οποίο και αυτό παρουσίασε ίχνη ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια των παραπάνω σεισμών.

Βόρεια της λίμνης και σε ευθεία απόσταση 2 km εμφανίζεται δύο μικρά κανονικά ρήγματα (49) (50), τα οποία ενεργοποιήθηκαν κατά τους σεισμούς του 1981.

B. Περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου.

Ρήγμα Άνω Λουτρού (72): Πρωτεύον ρήγμα του νοτίου περιθώριου του Κορινθιακού κόλπου, με διεύθυνση E-W και κλίση 40° - 45° προς N. Δημιουργεί κρημνό ύψους πολλών μέτρων και κατοπτρική επιφάνεια καλυμμένη κατά κανόνα από σημαντικού πάχους παλαιά και νέα πλευρικά κορήματα. Παρ' ότι τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά και τα αποτελέσματα της δυναμικής/κινηματικής ανάλυσης (συμβατότητα με τον τανυστή απόκλισης D_{VB} και τον τανυστή D_R των ενεργοποιηθέντων ρηγμάτων του βορειο-ανατολικού Κορινθιακού κόλπου) συνηγορούν στο ότι πρόκειται για ένα ενεργό ρήγμα, εντούτοις χαρακτηρίζεται σαν πιθανά ενεργό, καθόσον, όπως δείχνουν και τα σεισμολογικά δεδομένα, τα ενεργά ρήγματα του νοτίου περιθώριου της τάφρου του Κορινθιακού κόλπου σήμερα βρίσκονται βορειότερα, μέσα στη θάλασσα.

Το ίδιο συμβαίνει και για το ρήγμα (69), δυτικά από το προηγούμενο, καθώς επίσης και για δύο άλλα μικρό-

τερα, κανονικά, ρήγματα παράλληλα προς τα προηγούμενα (70), (71).

Γ. Περιοχή βόρεια του Κορινθιακού κόλπου.

Ρήγμα Δελφών (8) : Πρωτεύον, κανονικό ρήγμα στη βόρεια πλευρά της κοιλάδας Δελφών-Αράχοβας. Δημιουργεί υψηλό κρημνό κυρίως κοντά στους Δελφούς. Η κατοπτρική του επιφάνεια καλύπτεται σε όλο σχεδόν το μήκος του από πλευρικά κορήματα. Η ενεργοποίησή του κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου φαίνεται ότι σχετίζεται με τη δημιουργία των παλαιών συνεκτικών κορημάτων της Αράχοβας. Οι μεγάλοι σεισμοί των Δελφών, που αναφέρονται κατά τους ιστορικούς χρόνους, δεν αποκλείεται να σχετίζονται με ενεργοποιήσεις του μεγάλου αυτού ρήματος. Ο έλεγχος με τον τανυστή απόκλισης D_D έδειξε πολύ καλή συμβατότητα $\{ |(τ, \xi)| = 4,2^\circ \}$. Το ρήγμα αυτό χαρακτηρίζεται σαν πιθανά ενεργό.

Ρήγμα νότιας πλευράς της κοιλάδας Δελφών-Αράχοβας (7) : Το ρήγμα αυτό φέρνει σε επαφή ασβεστολίθους και φλύσχη της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας. Πρόκειται για ένα κανονικό ρήγμα σημαντικού μήκους με κατοπτρική επιφάνεια που σε ορισμένες θέσεις φθάνει σε ύψος 2,5-3,0 m. Είναι χαρακτηριστική η απουσία πλευρικών κορημάτων σε όλο του το μήκος, τα οποία, όπως προαναφέραμε, σχετίζονται με πρόσφατες ενεργοποιήσεις ρηγμάτων. Φαίνεται, λοιπόν, ότι πρόκειται για ένα παλαιό, ανενεργό ρήγμα.

Ρήγμα Ζάλτσας - Συκιάς (4) : Μεγάλη ρηξιγενής ζώνη την οποία μπορούμε να παρακολουθήσουμε σε μήκος 15 km περίπου, από την περιοχή δυτικά της Μονής Οσίου Σεραφείμ μέχρι την τοποθεσία Λιλαΐϊκα -νότια του εργοστασίου αλουμινίου της Πεσινέ. Διασχίζοντας εγκάρσια τον κόλπο της Αντίκυρας συνεχίζεται κατά πάσα πιθανότητα, στη βόρεια πλευρά των κοιλάδων που καταλήγουν στους όρμους Συκιά και Βερεσέ. Πρόκειται για μία από τις μεγαλύτερες κανονικές διαρρήξεις στο βόρειο περιθώριο του Κορινθιακού κόλπου. Τόσο στην περιοχή του όρμου της Ζάλτσας, όσο και στην περιοχή των όρμων Συκιάς και Βερεσέ συνδέεται με την παρου-

σία παλαιών συνεκτικών και σύγχρονων πλευρικών κορημάτων μεγάλου πάχους, ενώ σχηματίζει ένα από τους υψηλότερους κρημνούς της περιοχής μας. Ο έλεγχος έδειξε μεγάλη συμβατότητα με τους τανυστές απόκλισης D_D και D_R $\{ |(\vec{\tau}, \vec{s})| = 3,3^\circ \text{ και } 6,7^\circ \text{ αντίστοιχα} \}$. Παρ' όλα αυτά όμως, οι μορφολογικές μας παρατηρήσεις στο κατερχόμενο σκέλος έδειξαν μια πρόσφατη ανύψωσή του. Για το λόγο αυτό τη ρηξιγενή αυτή ζώνη τη χαρακτηρίζουμε σαν **πιθανά ενεργή**.

Ρήγματα Βαθείας Γωνιάς: Στη χερσόνησο δυτικά του κόλπου της Αντίκυρας και νοτιότερα από την παραπάνω ρηξιγενούς ζώνης, υπάρχει μια περιοχή που χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός πλήθους κανονικών ρηγμάτων με διεύθυνση E-W και κλίση άλλοτε προς N και άλλοτε προς S. Όλα αυτά τα ρήγματα, τα οποία διατέμνουν μία ασβεστολιθική μάζα της ενότητας Παρνασσού-Γκιώνας, δημιουργούν μικρούς ή μεγάλους κρημνούς, όπου όμως δύσκολα μπορούμε να διακρίνουμε κατοπτρικές επιφάνειες.

Το βορειότερο (3) από όλα αυτά τα ρήγματα, με κλίση προς S, εμφανίζει σημαντικού ύψους και μήκους κατοπτρική επιφάνεια, ενώ δεν λείπουν και τα σύγχρονα πλευρικά κορήματα στη βάση του "φρέσκου" κρημνού που έχει δημιουργήσει. Η όλη μορφολογική εικόνα που παρουσιάζει, σε σχέση και με την συμβατότητα που έχει με τον τανυστή απόκλισης D_R , μας κάνει να το κατατάξουμε στα **ενεργά ρήγματα**.

Νοτιότερα από την περιοχή αυτή υπάρχουν δύο άλλα κανονικά ρήγματα τα οποία χαρακτηρίζονται σαν **πιθανά ενεργά**. Το ένα που είναι και το πιο σημαντικό (2) διέρχεται από τον όρμο του Αγ. Πάγκαλου και τον οικισμό του Αγ. Νικολάου, ενώ το άλλο (1) βρίσκεται νοτιότερα αυτού.

Ρήγμα Διστόμου (10): Κανονικό ρήγμα μεγάλου μήκους με μέση διεύθυνση NNE-SSW και κλίση 50° - 65° προς W. Το συνολικό του άλμα πρέπει να υπερβαίνει τα 1000 m, αφού φέρνει σε επαφή ασβεστόλιθους του Μέσου Ιουρασικού με φλύσχη της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας. Φαίνεται ότι είναι ένα παλαιό ανενεργό ρήγμα του οποίου η κατοπτρική επιφάνεια, που εμφανίζεται σε όλο του το μήκος, αποκαλύπτεται λόγω διαφορετικής διάβρω-

σης μεταξύ ασβεστολίθων και φλύσχη. Την άποψη αυτή ενισχύουν αφένος μεν η απουσία πλευρικών κορημάτων σε όλο σχεδόν το μήκος του - εκτός από ένα διπλό κώνο κορημάτων στις εξόδους δύο παρακείμενων κοιλάδων - και αφετέρου η σχετικά μεγάλη τιμή της γωνίας $|(τ,ς)|$ (ισούτε με 30°), σε σχέση με τον τανυστή απόκλισης του σύγχρονου εντατικού πεδίου.

Ρ ή γ μα Α ν τ ι κ ύ ρ α ς (6) : Οι ίδιες περίπου συνθήκες υφίστανται και στο ρήγμα αυτό, το οποίο άλλωστε βρίσκεται ακριβώς στην προς τα SSW προέκταση του προηγούμενου.

Ρ ή γ μα Κ ο κ κ ι ν ό β ρ α χ ο υ (30) : Δυτικά του όρμου Σαράντη εμφανίζεται ένα πρωτεύον κανονικό ρήγμα σε μήκος 5 km περίπου, με μέση διεύθυνση N-S. Δημιουργεί ένα κρημνό όχι μεγάλου ύψους, κατά μήκος του οποίου σε πολλές θέσεις μπορούμε να παρατηρήσουμε την κατοπτρική του επιφάνεια. Το ρήγμα αυτό διατέμνει τους ασβεστόλιθους της Βοιωτικής ενότητας, ενώ τα πλευρικά κορήματα χωρίς να απουσιάζουν, έχουν περιορισμένη ανάπτυξη. Η μορφολογική εικόνα που παρουσιάζει, μας δίνει τη εντύπωση ότι πρόκειται για μια πρόσφατη διάρρηξη. Έτσι, παρ' ότι ο έλεγχος συμβατότητας με τον τανυστή D_R έδωσε γωνία $|(τ,ς)|$ ίση με 20° κατατάσσουμε το ρήγμα αυτό στα ενεργά.

Ρ ή γ μα S W τ η ς Δ ό μ β ρ α ι ν α ς (40) : Ακολουθώντας το δρόμο από Δόμβρainera για Αλυκή διαπιστώνουμε την παρουσία ενός κανονικού ρήγματος, το οποίο διατέμνει τους ασβεστόλιθους της Βοιωτικής ενότητας που πλαισιώνουν προς νότο την προσχωσιγενή περιοχή. Με μέση διεύθυνση E-W περίπου και κλίση 50° προς N παρουσιάζει μια προεξέχουσα κατοπτρική επιφάνεια μέσα στους ασβεστόλιθους σε ύψος 1,5 - 2 m. Φαίνεται ότι πρόκειται για μια πρόσφατη διάρρηξη, η οποία άλλωστε παρουσιάζει και μεγάλη συμβατότητα με τον τανυστή D_R ($|(τ,ς)| = 2,1^\circ$) και ως εκ τούτου χαρακτηρίστηκε σαν ενεργό ρήγμα.

Ρήγμα Ορχομενού (48) : Δυτικά του Ορχομενού εμφανίζεται ένα κανονικό ρήγμα με μέση διεύθυνση E-W και κλίση 60° προς N. Διατέμνει ασβεστόλιθους της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας και παρουσιάζει πλευρικά κορήματα σε όλο του το μήκος. Χαρακτηρίζεται σαν πιθανά ενεργό ρήγμα, ένεκα και της αξιόλογης σεισμικότητας που παρουσιάζει τη περιοχή αυτή.

6. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι τεχνικογεωλογικές παρατηρήσεις μας περιορίζονται σε κείνες που έχουμε κάνει σχετικά με την ευστάθεια των πρανών σε διάφορους αλπικούς και μεταλλικούς σχηματισμούς.

Η μεγάλη ανάπτυξη των ανθρακικών πετρωμάτων με συμπαγή κατά κανόνα υφή περιορίζει σημαντικά τα προβλήματα ευστάθειας πρανών. Στα πετρώματα αυτά δεν διαπιστώθηκαν αξιόλογες ζώνες έντονου κατακερματισμού των, που θα μπορούσαν να παρουσιάσουν προβλήματα κατολισθήσεων. Εξάιρεση μόνο αποτελούν μικρές εμφανίσεις έντονα κερματισμένων λεπτοπλακωδών ασβεστολίθων της Βοιωτικής ενότητας, νότια της Μονής Αγ. Ιωάννου και κατά μήκος του δρόμου από Λουτράκι για Περαιώρα. Σε μιά τέτοια εμφάνιση διαπιστώθηκε πρόσφατη, μικρής κλίμακας κατολίσθηση.

Μεγαλύτερα προβλήματα παρουσιάζουν οι κλαστικοί αλπικοί και μεταλλικοί σχηματισμοί, ιδιαίτερα όταν έχουν υποστεί έντονη τεκτονική καταπόνηση, όπως η σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας. Ο σχηματισμός αυτός δημιουργεί σοβαρά προβλήματα κατολισθήσεων κατά μήκος του δρόμου Λειβαδιάς - Αράχοβας, κυρίως στην περιοχή Τσουκαλάδες. Πιθανόν στις κατολισθήσεις αυτές να συμμετέχει και ο φλύσχης της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας, πάνω στον οποίο είναι επιπευμένος ο προηγούμενος σχηματισμός. Μικρότερης κλίμακας κατολισθητικά φαινόμενα στην σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση παρατηρήθηκαν και σε διάφορες θέσεις μεταξύ των χωριών Κορώνεια και Αγ. Τριάδα.

Ανάλογη συμπεριφορά σε κατολισθήσεις αναμένουμε και για τα πλειο-πλειστοκαινικά πετρώματα στην περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου. Σε θέσεις με μεγάλη χαλάρωση των ψαμμιτομαργαϊκών στρωμάτων λόγω τεκτονικών ή μορφολογικών αιτίων, αναμένουμε την εκδήλωση κατολισθήσεων είτε τυπικής μορφής, ή μορφής ροής εδάφους με τη βοήθεια του νερού. Πρόσφατα, μιά τέτοια κατολίσθηση εκδηλώθηκε στο δρόμο Ρίζας - Πελλήνης (Εικ.24,25).

Παρ'ότι δεν φαίνεται άμεσος ο κίνδυνος, δεν αποκλείεται η εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων σε χαλαρά πλευρικά κορήματα κατά μήκος ενεργών ρηξιγενών ζωνών και σε θέσεις με απότομο ανάγλυφο. Αλλωστε παρόμοια φαινόμενα εκδηλώθηκαν ανατολικότερα της περιοχής μας κατά τους σεισμούς του 1981.



Εικ. 24,25 Κατολίσθηση στο δρόμο Ρίζας-Πελλήνης

Τέλος, σημειώνουμε τον κίνδυνο καταπτώσεων βράχων, που μπορεί να συμβεί στις παρακάτω περιπτώσεις.

Οι συνεκτικοί κροκαλοπαγείς ορίζοντες των θαλάσσιων αναβαθμίδων (περιοχή Κιάτου - Ξυλοκάστρου), που επικάθονται σε σχετικά μαλακότερους ψαμμιτομαργαϊκούς σχηματισμούς, λόγω υποσκαφής τους από τη διάβρωση των τελευταίων, αποκόπτονται σε τεμάχια διαφόρου μεγέθους και καταπίπτουν σε θέσεις με μεγάλη μορφολογική κλίση. Τέτοιου είδους καταπτώσεις παρατηρούνται στο χωρίο Μέγα Βάλτος.

Καταπτώσεις παρατηρήθηκαν ακόμη κατά τη διάρκεια των σεισμών του 1981 στην περιοχή χερσονήσου Περαχώρας και ανατολικότερα αυτής. Μεγάλοι ογκόλιθοι από ασβεστόλοθους λόγω της σεισμικής δράσης αποκολλήθηκαν από υψηλά σημεία απότομων κλιτύων (κρημνών) και κύλησαν σε σημαντική απόσταση, και σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι τη θάλασσα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΑΡΩΝΗΣ, Γ. et al., 1964 : Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:50.000, φύλλο "ΔΕΛΦΟΙ", Εκδόσεις Ι.Γ.Ε.Υ.
2. BROOKS, M., FERENTINOS, G., 1984 : Tectonics and sedimentation in the Gulf of Corinth and the Zakynthos and Kefallinia Channels, western Greece. *Tectonophysics*, **101**, 25-54.
3. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, Α., 1955 : Σεισμική Γεωγραφία της Ελλάδος. *Ann. Geol. Pays Hell.*, **XXX/2**, 647-720.
4. CAREY, E., 1976 : Analyse numerique d'un modele mecanique elementaire applique a l'etude d' une population de failles: calcul d'un tenseur moyen des contraintes a parti de stries de glissement. These 3e cycle, Geol. Struct. Univ. de Paris-Sud.
5. CAREY, E., 1979 : Recherche de directions principales de contraintes associees au jeu d'une population de failles. *Rev. Geol. Dyn. Geogr. Phys.*, **21(1)**, 57-66.
6. CAREY-GAILHARDIS, E., MERCIER, J.L., 1987 : A numerical method for determining the state of stress using focal mechanisms of earthquake populations: application to Tibetan teleseisms and microseismicity of Southern Peru. *Earth Plan. Sc. Lett.*, **82**, 165-179.
7. CELET, P., 1961 : Contribution a l'etude geologique du Parnasse-Kiona et d' une partie des regions meridionales de la Grece continentale. These, Lille, AGPH, **XIII**.
8. COMNINAKIS, P., PAPAZACHOS, B., 1987 : A catalogue of earthquakes in Greece and the surrounding area for the period 1901-1985. Geoph. Labor., Publ.1, Univ. of Thessaloniki.
9. DRAKOPOULOS, J., ELIBASIS, N., 1982 : The local mechanism of earthquakes in the major area of Greece for the period 1947-1982. Seism. Labor., Publ.2, Univ. of Athens.
10. DUFAURE, J.J., 1975 : Le relief du Peloponnese. These, Paris 11.
11. DUFAURE, J.J., 1977 : Neotectonique et morphogenese dans peninsule Mediterranee: le Peloponnese. *Rev. de Geogr. Phys. et de Geol. Dynam.*, **XIX, Fasc.1**, 27-58, Paris.
12. FREYBERG, B., 1973 : Geologie des Isthmus von Korinth. *Erl.*

- Geol. Abh.*, **95**, 1-183.
13. JACKSON, J.A., GAGNEPAIN, J., HOUSEMAN, G., KING, G.C.P., PAPADIMITRIOU, P., SOUFLERIS, C., VIRIEUX, J., 1982 : Seismicity, normal faulting, and the geomorphological development of the Gulf of Corinth (Greece): the Corinth earthquakes of February and March 1981. *Earth and Planetary Science Letters*, **57**, 377-397.
 14. ΚΑΡΟΤΣΙΕΡΗΣ, Ζ., 1991: Το καθεστώς των τεκτονικών τάσεων στην περιοχή των σεισμών του Φεβρουαρίου-Μαρτίου 1981 του Ανατολικού Κορινθιακού κόλπου. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, **XXV**, 147-162, Αθήνα.
 15. KERAUDREN, B., SOREL, D., 1987 : The terraces of Corinth (Greece)- A detailed record of eustatic sea-level variations during the last 500.000 years. *Marine Geol.*, **77**, 99-107.
 16. KING, G.C.P., OUYANG, Z.X., PAPADIMITRIOU, P., DESCHAMPS, A., GAGNEPAI, J., HOUSEMAN, G., JACKSON, J.A., SOUFLERIS, C., VIRIEUX, J., 1985: The evolution of the Gulf Corinth (Greece): an aftershock study of the 1981 earthquakes. *Geophys.J.R.astr.*, **80**, 677-693.
 17. ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ, Κ., ΣΤΑΥΡΑΚΑΚΗΣ Γ., ΛΑΤΟΥΣΑΚΗΣ, Ι., ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Ι., 1986. A comparative seismic hazard study for the area of Greece. *Bull. Geol. Soc. of Greece*, (*in press*).
 18. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Ι., ΣΥΜΕΟΝΙΔΗΣ, Ν., ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΛΕΚΚΑΣ, Σ., ΚΑΡΟΤΣΙΕΡΗΣ, Ζ., ΣΙΔΕΡΗΣ, Χ., 1981 : The deformation of the area around the eastern Korinthian Gulf, affected by the earthquakes of February - March 1981. *Inter. Symp. H.E.A.T.*, 400-420, Athens.
 19. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Ι., ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., 1981 : The neogene basins of the Aegean area from the paleogeographic and geodynamic point of view. *H.E.A.T.*, **1**, 383-400.
 20. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Ι., ΣΤΙΡΟΣ, Σ., 1986 : Surface faulting and the present-day tectonic evolution of the Korinthos Isthmus. *I.G.M.E., Geol. and Geoph. S.*, 243-248, Athens.
 21. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., 1987: Είδος παραμόρφωσης και σχέση παραμόρφωσης σεισμικότητας στο Ελληνικό τόξο. *Δελ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, **XIX**, 59-67.

22. MARIOLAKOS, I., STIROS, S., 1988 : Is the recent evolution of Northern Peloponnesus a result of lithosphere stretching? *4th Con. of Geol.Soc.of Gr., Abstr.*, 73-74.
23. McKENZIE, D.M., 1969 : The relation between fault plane solutions for earthquakes and the directions of the principal stresses. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, **75**, 621-652.
24. ΜΠΟΡΝΟΒΑΣ, Ι. et al., 1984 : Γεωλιγικός χάρτης της Ελλάδας, φύλλο "ΠΕΡΑΧΩΡΑ". Εκδόσεις Ι.Γ.Ε.Υ.
25. PAPAACHOS, B.C., PAPADIMITRIOU, E.E., KIRATZI, A.A., PAPAIOANNOU, C., KARAKAISIS, F.F., 1986 : Probabilities of occurrence of larg earthquakes in the Aegean and surrounding area during the period 1986-2006. *Pure Applied Geophys.*, **125**, 597-612.
26. PAPAIOANNOU, Ch. A., 1984 : Attenuation of seismic intensities and seismic hazard in Greece and syrrounding area. Ph. D. Thesis, Univ. of Thessaloniki, 200 p.
27. ΠΑΠΑΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Ι. et al., 1971 : Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, φύλλο "ΛΕΒΑΔΕΙΑ". Εκδόσεις Ι.Γ.Ε.Υ.
28. PERISSORATIS, C., MITROPOULOS, D., ANGELOPOULOS I., 1986 : Marine geological research at the eastern Corinthia kos gulf. *Geol. and Geoph. Res.*, **Special Issue**, 381-401.
29. SEBRIER, M., 1977 : Tectonique recente d une transversale a l' arc Egeen. Le golf de Corinthe et ses regions peripheriques. These, Paris.
30. VITA-FINZI, C., KING, G.C.P., 1985 : The seismicity, geomorphology and structural evolution of the Corinth area of Greece. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **A 314**, 379-407.

Αρ. Πρωτ. $\frac{1438}{26.6.95}$

EARTHQUAKE PROTECTION PLANNING ORGANISATION

**UNIVERSITY OF ATHENS - DEPARTMENT OF GEOLOGY
SECTION OF DYNAMIC TECTONIC APPLIED GEOLOGY**

NEOTECTONIC MAP OF GREECE

(SCALE 1:100,000)

SHEET: "LIVADIA"

ABSTRACT

Project Manager
Assist. Professor **Z. KAROTSIERIS**

CONTENTS

1. INTRODUCTION	3
2. STRATIGRAPHY	3
2.1. ALPINE FORMATION	3
2.2. POST ALPINE FORMATIONS	4
2.2.1. Pliocene - Pleistocene sequence	4
2.2.2. Antikyra Formation	5
2.2.3. Pleistocene scree	5
2.2.4. Upper Pleistocene scree	6
2.2.5. Holocene	6
3. SEISMOLOGY	6
4. GEOMORPHOLOGY	7
5. TECTONICS	8
5.1. ALPINE TECTONICS	8
5.2. POST ALPINE TECTONICS	8
6. SLOPE STABILITY	12

1. INTRODUCTION

The study area lies between 22.5-23.0° longitude and 38.0-38.5° latitude. The scope of the project, set by the client (Earthquake, Protection, Planning, Organisation), is to evaluate the reactivation potential of faults and proceed to neotectonic mapping according to UNESCO standards. Research was carried out both on field and in lab, and consisted essentially of three individual surveys (stratigraphy, geomorphology, tectonics). Aerial photos, petrologic and palaeontologic specimens together with structural analysis of slickensided faults were the basic tools used in the project. Field investigation also helped identify hazardous areas for seismically triggered landslides and toppling failure mechanisms.

2. STRATIGRAPHY

2.1. ALPINE FORMATIONS

Most of the study area is occupied of Alpine Formations (north of Corinth Gulf and at Perahora Peninsula). Four are the main alpine units: Olonos - Pindos Unit, Parnassos - Giona Unit, Biotia Unit and Eastern Greece Unit. Parnassos - Giona Unit covers most of the area of interest and Biotia Unit follows up.

Olonos - Pindos Unit is composed of thinly bedded, Jurassic limestone with some chert horizons. Locally, there are red laminated clays with chert intercalations of the same age. West of Xilokastro Pindos Unit is made up of Cretaceous limestone, red pelites and radiolarites (Jurassic - Lower Cretaceous) and flysch. All outcrops are characterised by imbricate structure.

Parnassos - Giona Unit is composed of neritic limestone and dolomite (Triassic - Campanian), thinly bedded limestone (Maestrichtian) and flysch. Limestone is interrupted by three bauxitic horizons (b₃: under Upper Cretaceous, b₂: Aptian, b₁: under Kimmeridgian). Transition to flysch is either through transitional beds or hard ground and a sequence of pelites, marly limestone and marls.

Biotia Unit comprises Upper Triassic to Jurassic, neritic, dark or yellow-grey or reddish limestone containing ammonites and belemnites (Lower Jurassic). At Agia Triada - Koronia - Agia Anna and

Prodromos, Biotia Unit is overthrust on Parnassos - Giona flysch. Flysch of Biotia Unit is not easily recognised since it is always in contact with Parnassos Unit flysch. However, flysch overthrust on Parnassos limestone at Agia Triada and at Agios Georgios probably belongs to Biotia Unit.

Eastern Greece Unit occurs at the northeastern part of the study area where it is overthrust on Parnassos - Giona Unit and probably on Biotia Unit flysch. Eastern Greece Unit involves the following lithologies in stratigraphic order: a formation containing shales, sandstone & cherts, limestone deposited during the Upper Cretaceous transgression, and Eocene flysch.

2.2. POST ALPINE FORMATIONS

Post alpine formations essentially extend over the north coast of Peloponnesse. They can be divided according to their deposition environment into sea, lagoon or terrigenous sediments which include alluvium and scree.

2.2.1. Pliocene - Pleistocene sequence

This is the most important member of north Peloponnesse and the Corinth Canal and is composed of yellow to white marls with varying content of clay minerals. It exhibits different characteristics at Kiato - Xylokastro region and at Perahora peninsula.

At Kiato - Xylokastro region there are continuous, vertical and lateral, transitions between marls and conglomerates suggesting old, buried river channels. Moreover, cross bedding suggests deltaic environment. The coastline is thought to migrate towards the centre of the gulf (north) and therefore a progressive transition of coarse to fine deposits, of the same age, toward north is anticipated. Younger deposits should also follow the same pattern. In fact, towards southwest marls progressively fall into sands with few conglomeratic horizons which in turn fall into conglomerates. Marls dominate at Zachoritika - Riza (Fig. 1).

Beds dip to an average of $15-30^{\circ}$ towards south east. Antithetic dips as much as 40° were also observed.

Eastwards there are a number of Upper Pleistocene (*Strombus bubonius*) or Middle Pleistocene (*Patella safiana*) sea terraces as high as 800 m A.S.L. (Fig. 2). Towards west there are only few signs of the older terraces left from weathering. Terraces are made of conglomerates with sandstone intercalations and some marl horizons which lie unconformably on Pliocene-Pleistocene marl and sandstone. Keraudren & Sorel (1987) support that terraces are younger (less than 500,000 years old) and successive i.e. they are not separated by unconformities (Fig. 3), based on geometric and sedimentologic observations. However, unconformities, without significant hiatus (Fig. 4), are present at the back of some long terraces and are gradually reduced towards the front scarp.

At Perahora peninsula there is an occurrence of yellow-white marl, marly limestone, calcareous arenites, sandstone and conglomerate. The age of the sequence, based on gastropoda, lamellibranchs and scaphopods is Upper Pliocene to Pleistocene.

2.2.2. Antikyra Formation

From Distomo to Steno bay a breccio-conglomerate with two representative lithofacies, can be found. The first facies involve a loose limestone breccia in a yellow, clayey matrix (Fig. 5). The matrix varies in composition from one locality to another and fragments vary in angularity, size and amount. Occasionally there is distinct bedding, typical being the exposure on the road cutting from Distomo to Aspra Spitia (Fig. 6) where Antikyra Formation lies unconformably on Parnassos - Giona Unit. The second facies involve a strongly cemented breccio-conglomerate (Fig. 7) and are on top of the first facies or unconformably on top of Parnassos - Giona limestone or flysch. Locally, Antikyra Formation comprises limestone fragments in a red clay cement (Fig. 8). The age of the formation is not easily identified since there are no fossils. However, Pechoux (1964) suggests Villafranchian age and Sebrier (1977) Quaternary, based on stratigraphic relationships.

2.2.3. Pleistocene scree

Scree are composed of more or less angular fragments of alpine origin and a strong cement of calcareous composition. They are karstified and usually related with tectonic events acted during Pleistocene. At places, they are covered by younger scree generations.

Along the fault zone at the north slopes of Delfi - Arahova valley, scree is observed for several kilometers. At Delfi, it is covered by younger sediments but at Arahova it forms extensive outcrops and can be observed on top of Parnassos - Giona flysch. Scree generation is estimated before Mindel - Riss interglacial stage which is thought to signify the uppermost karst level.

Scree, also outcrops at the following areas: Samarolakka - Hani Zemenou, Zaltsa Bay, Perahora and Ano Loutro.

2.2.4. Upper Pleistocene scree

Wurm and Riss glacial stages (100,000 - 80,000 years B.P.) are represented by brown, red clays and weak to moderately strong breccia. Wurm sediments in particular cover most of the study area (Sebrier, 1977). Rare Riss is interpreted (Dufaure, 1975) with continuous weathering boosted by intense tectonics.

Scree of Upper Pleistocene age occurs along major faults such as: Pissia, Ossios Patapios, Stravon, Ano Loutro, Zaltsa and Delfi.

2.2.5. Holocene

Holocene is composed of recent alluvium, loose scree, coastal sand and Kopaida Lake deposits. At Vouliagmeni Lake (Perahora peninsula) there is a sea terrace with iron arrows which proof deposition during historic times.

3. SEISMOLOGY

There is cumulative evidence for intense seismicity during historic times at Corinth bay (Galanopoulos, 1955 & 1981). Delfi, Orhomenos, Heronia, Thiva, Itea and Galaxidi at the north of the bay, and Corinth, Xylokastro, Eliki, Sikion, Egio at the south, are only few of the built up areas affected by devastating earthquakes.

Recent seismicity is also pronounced (Corinth, 1928, 1931, 1981; Xylokastro, 1931; Ancient Corinth, 1962; Fokida, 1965; Itea, 1965) and is concentrated at the north coast (Fig. 10). Papazachos

(1986) calculated that there is a considerable possibility of a medium depth earthquake ($M_s > 7.0$) until 2006 (Fig. 11) and a strong possibility of a shallow depth earthquake of $M_s > 6.5$ (Fig. 12). Ground acceleration is also anticipated high (Papaioannou, 1986; Makropoulos, 1986) for Kiato - Xylokastro and Perahora peninsula regions (Figs. 13 & 14). The deformation field caused these earthquakes is tensile (Papazachos, 1976; Jackson et al., 1982; King, 1985) orientated N-S.

4. GEOMORPHOLOGY

Geomorphology, in conjunction with stratigraphy and tectonics, helps in drawing valuable conclusions on the evolution of a given area. More specifically, a geomorphologic study is the basic investigation needed to determine whether weathering and erosion or tectonic processes dominate in Livadia region.

North of Corinth Gulf drainage is not towards the gulf, as one would expect because of the short distance, but towards north east where most depositional flat surfaces are concentrated (Kopaida region). The only worth mentioning stream north of Corinth Gulf discharges into Antikira bay. All streams of the area north of Corinth Gulf have seasonal torrential flows which, together with uplift of the area, result to significant downcutting. Uplift, also deduced from fossil coastlines at Veresse bay, coupled with rotation towards north, gradually reduced slopes, initiated downcutting and eventually diverted waters towards closed basins. Those processes must have acted long which is supported by Antikira thick conglomeratic deposits.

Morphologic discontinuities follow alpine structures (the contact between flysch and limestone at Parnassos Mt, Distomo, etc), neotectonic faults (Delfi - Arahova, Zaltsa - Sykia) orientated east and north east, or are generated due to downcutting.

At Perahora peninsula there are stepped morphologic discontinuities associated with active fault zones (Pissia fault, Schinos fault, Stravon fault, Osios Patapios fault). Two depositional flat surfaces were found at 300 m and 50-80 m A.S.L. along with uplifted coastlines (wave erosion at average tide forms characteristic cavities on limestone). The phenomenon is reduced towards east (Loutraki) and at Petrites the coastline is submerged.

At Kiato important morphologic discontinuities follow the drainage pattern along major streams of north east orientation or are found along minor streams more or less perpendicular to the former. Morphologic discontinuities due to terraces resulting from uplift of Corinth and north Peloponnesse in general, were also identified. The drainage network of this region is very well developed with intense downcutting in recent alluvium at many places.

5. TECTONICS

5.1. ALPINE TECTONICS

Even though tectonic study focused on post alpine active structures alpine tectonics are briefly discussed next.

Olonos - Pindos unit is the relative autochthonous unit of the study area over which Parnassos unit is overthrust. The contact is not at Sikia bay, as shown on the geologic map of the area, but further south at Agios Andreas bay, as inferred by field observations and petrologic specimens. Parnassos - Giona unit is bordered by faults which juxtapose Triassic and Upper Jurassic strata. East of the faults, antiform and synform axes coincide with tectonic structures (thrusts) which are orientated west and were observed for the first time. West of the faults, on the other hand, no such relationship exists.

Biotia unit is overthrust on Parnassos unit flysch or Triassic - Jurassic limestone (Perahora) and is marked by imbricate structure; thrusts dipping towards south at the area south of Prodomos and at Perahora.

5.2. POST ALPINE TECTONICS

Sebrier (1977) identified three periods of neotectonic activity at Corinth Gulf:

- I. Pliocene to Lower Pleistocene tensile deformation,
- II. Compression during lower Pleistocene,
- III. Tensile deformation field from Middle Pleistocene up to today.

The first period is not easily recognised at the north coast of Corinth Gulf whereas the second period is readily identified by reverse faults which cross Lower Pleistocene screes and marls, and open foldss within the same marls. The third period is inferred by faults during deposition (Sebrier, 1977; Keraudren & Sorel, 1987) and is more interesting from a neotectonic point of view since it corresponds to seismic normal faults which cross sea terraces and recent screes (their age corresponds to Mindel glacial stage).

The third period is responsible for sesmic activity from Middle Pleistocene to today. North Peloponesse rotation around an east - west orientated axis, locally causes uplift which in turn gradually reduces the width of the gulf. As a consequence, faulting migrates towards north to cope with the uplift and today most active faults are underwater. Giermann (1966) accepts that steep submerged slopes which generated extensive subaqueous slides are in fact scarps of active faults.

To determine the deviatoric tensor, tectonic analysis was based on the method of Brunier (1974) as modified by Carey (1976) which utilises skickensides on fault planes caused by the same deformation phase (ie the same stress tensor). Analysis was carried out in Geodynsoft FCALC 4.0 computer software which, apart from the principal stresses (σ_1 , σ_2 , σ_3), also calculates the pitch of the shear stress component and the angle between pitch and slickensides lineation.

At Delfi, principal stresses of the third deformation period, according to Serbier (1977), are:

σ_1 : N171°E, 72°;

σ_2 : N303°E, 12°;

σ_3 : N36°E, 13°.

Similarly, at Perahora and at Brissoules (Corinth) the principal stresses are, respectively:

σ_1 : N168°E, 77°;

σ_2 : N289°E, 7°;

σ_3 : N21°E, 11°

σ_1 : N152°E, 78°;

σ_2 : N273°E, 6°;

σ_3 : N4°E, 10°.

Based on seven faults reactivated during the earthquake of 1981 at Corinth Gulf (Fig. 19) the principal stresses were found:

σ_1 : N328°E, 78°;

σ_2 : N109°E, 9°;

σ_3 : N200°E, 7°.

Note that deviation between the shear stress component pitch and slickensides is steadily less than 4°. The later stress field conforms with the one estimated for Perahora and other calculations (Fig. 20) showing overall steady deformation field from Pleistocene up to now.

Faults were grouped with regard to their length and throw which signify their importance, and with regard to their activity (seismic, active, probably active, inactive). Grouping was based on field investigations and desk study (tectonic analysis, aerial photographs) which decided on the age of the lithologies involved, the geomorphology, the kinematics and the dynamic deformation mechanism.

Faults active since Upper Pleistocene, which are conventionally regarded active, are minor and not easily recognised on field, making mapping a very difficult exercise. Seismicity (recent and historic) together with other parameters (morphologic scarp, scree, etc) discussed next, were used for the final activity characterisation.

Presence of scarp (Fig. 21), which may be due to recent tectonic activity and subsequent erosion of the fault plane or variable durability of materials, helped identify Shinos fault as being active, since it is a unique geomorphologic feature in relief without other anomalies.

Scree along faults represents significant vertical movement and continuous activity which replaces the material washed away. Often, faults are covered by scree or alluvial fans. Where scarp is present within scree (Fig. 22), activity of the fault is certain unless it is an old landslide back scarp.

Compatibility between the deviatoric stress tensor and slickensides on a fault plane, can also depict active faults. Angle less than 15° means that lineation measured on the fault plane is compatible with the calculated stress tensor and therefore the fault is most likely active.

Dating of fault infilling material -ESR method- is based on energy release of stimulated electrons of calcareous minerals which is a function of time. Under certain circumstances conclusions on activity of faults can be drawn. For example, if infilling material is secondary deposited on a fault plane, reactivation is older than the material age.

Following the parameters description used for activity characterisation (seismic, active, probably active, inactive) the faults considered active are listed below:

- Osios Patapios
(Normal, sinistral fault with fault plane dipping 65° towards SW, causing significant morphologic discontinuity, locally covered by thick scree).
- Pissia
(Normal fault reactivated during the earthquakes of 1981 - seismic fault- with very high fault plane, covered by a number of scree generations at the base).
- Shinos
(Seismic fault with exposed fault plane, morphological discontinuity and thick scree deposits at the base).
- Strava
(It is the northernmost active fault, normal, with exposed fault plane, scree and slickensides compatible with the deviatoric stress tensor).
- Vathia Gonia
(A series of normal faults, orientated E-W. Exposed fault planes are rare but morphologic discontinuity and few scree deposits are present).
- Kokinovrahos
(Exposed faults planes without significant morphologic discontinuity or scree).
- Dombrena
(Recent fracture with fault plane 1.5-2 m high dipping 50° towards north).

- Limni Vouliagmeni
(South of the lake, reactivated during the earthquakes of 1981, but with "erased" geometric features).

Probably active faults are north of Limni Vouliagmeni (no fault plane is exposed but there is morphologic discontinuity and scree), at Ano Loutro where characteristics of an active fault are present, but as tectonic analysis pointed out, active faults lie further north. Faults at Delfi, Zaltsa - Sikia and Orchomenos are related with seismicity and are also probably active, since there is only a morphologic discontinuity or the fault planes are almost entirely covered by scree.

Finally, the faults at Distomo, south of Delfi - Arahova and at Antikira are inactive.

6. SLOPE STABILITY

Slope stability of the study area is, in general, satisfactory because of extensive massive limestone outcrops. Thinly bedded and jointed limestone of Biotia unit may cause stability problems south of Agios Ioannis monastery and at the road cuttings to Perahora. Bigger problems are anticipated within tectonised clastic formations, given their poor geotechnical conditions. Landslides within such formations were observed at Tsoukalades (between Livadia and Arahova), at Koronia and at Agia Triada where Parnassos - Giona flysch underlie Eastern Greece unit clastic formations.

Conglomerates over sandstone - marl alternations at sea terraces also consist unfavourable conditions since wave action erodes the marls which are not durable causing falls of large conglomerate blocks. Such falls were observed at Mega Valtos village.

Seismically triggered landslides during Corinth earthquake of 1981 on scree along fault zones, toppling failures of limestone blocks during the same earthquake and flows of loose materials, initiated by rain, at Riza - Pelini road cutting, show that all slope instability types are possible.

Αρ. Πρωτ. 1438
26.6.95

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Αλλουβιακές αποθέσεις και λιμναία ιζήματα Κοπαΐδας

Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων. α) Παλαιά (πλειστοκαινικά;) κορήματα ισχυρά συγκολλημένα.

LEGEND

STRATIGRAPHIC FEATURES

POSTALPINE FORMATIONS

Alluvium and Kopais Lake deposits.



Scree and talus. a) Old (Pleistocene?) scree strongly cemented.

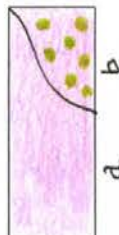
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΙΑΤΟΥ-ΞΥΛΟΚΑΣΤΡΟΥ

Πλειο-πλειστοκαινικά θαλάσσια ιζήματα από μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. Το πάχος τους υπερβαίνει τα 800 m.
α) Υπερισχύουν οι μαργαϊκοί ή ψαμμιτομαργαϊκοί ορίζοντες.
β) Υπερισχύουν οι κροκαλοπαγείς ή ψαμμιτοκροκαλοπαγείς ορίζοντες.

Πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή των θαλάσσιων αναβαθμίδων Κιάτου - Ξυλοκάστρου. Το πάχος τους μεταβάλλεται από αναβαθμίδα σε αναβαθμίδα, κυμαινόμενο από μερικά μέτρα μέχρι και πάνω από 100 m (αναβαθμίδα Στύλιας-Σουλίου).

ΚΙΑΤΟ-ΞΥΛΟΚΑΣΤΡΟ FORMATIONS

Plio-pleistocene, marine deposits (marls, sandstones and conglomerates. Thickness more than 800 m. a) Marl or marl-sandstone alternations dominate. b) Conglomerate or sandstones-conglomerate alternations dominate.



Pleistocene conglomerates of Kiato-Xylokaastro marine terraces. Thickness varies from terrace to terrace, ranging from a few meters to more than 100 m (Styilia - Souli terrace).

74/02

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ

Τυρρήνιες, θαλάσσιες αποθέσεις από κροκαλοπαγή, ψαμί-
τες και μάργες.

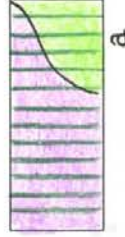


Ιζήματα Ανωτ. Πλειοκαίνου (μάργες, ψαμίτες, κροκαλοπα-
γή).



ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΣΤΟΜΟΥ-ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ

Πλειο(?) - πλειστοκαινικά ιζήματα τα οποία συνίστανται κυρίως
από κροκαλοπαγή, αλλά και αργιλοαμμόδεις ενδιαστρώσεις.
Οι κροκαλοπαγείς ορίζοντες άλλοτε είναι πολύ συνεκτικοί με
μεγάλο ποσοστό κροκαλών και ασβεστιτικό συνδετικό υλικό
(a), και άλλοτε πιο χαλαροί με σημαντικό ποσοστό αργιλοαμ-
μόδους θεμελιώδους μάζας. Το πάχος τους υπερβαίνει τα 400 m.



ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Ανθρακικά πετρώματα με φλυσχοειδείς ενδιαστρώσεις της ενό-
τητας Ανατολικής Ελλάδας.



Ανθρακικά πετρώματα της Βοιωτικής ενότητας.



Ανθρακικά πετρώματα της ενότητας Παρνασσού-Γκιώνας.



Ανθρακικά πετρώματα και ερυθροί σχιστοκερατόλιθοι της
ενότητας Ολωνού-Πίνδου.



ΠΕΡΑΧΟΡΑ FORMATIONS

Τυρρηνιαν, marine deposits (conglomerates, sandstones and
marls).

Upper Pliocene deposits (marls, sandstones and conglomer-
ates).

DISTOMO-ANTIKYRA FORMATION

Plio(?) - pleistocene deposits composed essentially of conglome-
rates with sandy-clay intercalations. Conglomerates are compo-
sed either of a very high percentage of limestone gravels in a
strong calcareous cement (a), or sandy clay matrix dominates.
Thickness is more than 400 m.

ALPINE FORMATIONS

Carbonate rocks of Eastern Greece unit with intercalations of
flysch type rocks.

Carbonate rocks of Beotian unit.

Carbonate rocks of Parnassos-Ghiona unit.

Carbonate rocks and red chert of Olonos-Pindos unit.

Σχιστο-ψαμμιτο-κερατολιθικές διαπλάσεις.



Shale-sandstone-chert formations.

Φλύσχη των ενωτήτων Παρνασσού-Γκιώνας και Βοιωτικής.



Flysch of Parnassos-Ghiona and Beotian unit.

ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

TECTONIC FEATURES

Γεωλογικό όριο.



Geological boundary.

Διεύθυνση και κλίση στρωμάτων.



Strike and dip of beds.

Επώθηση ορατή (1), πιθανή (2).



Overthrust visible (1), probable (2).

Επίπλευση ορατή (1), πιθανή (2).



Upthrust visible (1), probable (2).

ΡΗΓΜΑΤΑ

FAULTS

Σεισμικά-ενεργά * (1. Πρωτεύοντα, 2. Δευτερεύοντα)



Seismic-active * (1. Principal, 2. Secondary)

Ενεργά (1. Πρωτεύοντα, 2. Δευτερεύοντα)



Active (1. Principal, 2. Secondary)

Πιθανά ενεργά (1. Πρωτεύοντα, 2. Δευτερεύοντα)



Probably active (1. Principal, 2. Secondary)

Ανενεργά (1. Πρωτεύοντα, 2. Δευτερεύοντα)



Inactive (1. Principal, 2. Secondary)

Πιθανά ή εντοπισμένα μόνο από αεροφωτογραφίες.



Probable or identified solely by aerial photos.

* Ρήγματα που έχουν ενεργοποιηθεί από πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα.

* Faults that have been reactivated during recent seismic activity.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

MORPHOLOGIC FEATURES

Ανοδικές(+) και καθοδικές(-) κινήσεις ακτογραμμών.

+ + - -

Emerging (+) and submerging (-) of coastlines.

Θαλάσσιες αναβαθμίδες.



Marine terraces.

Κατολισθήσεις - καταπτώσεις.



Landslides - rock falls.

