

<b>Πρακτικά</b>		<b>3ου Συνεδρίου</b>		<b>Μάιος 1986</b>	
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	σελ.	Αθήνα		
	XX	297-311	1988		
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens		

## ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ, ΠΟΥ ΣΥΝΑΓΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΑΘ. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ - ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, Δ. ΚΙΣΚΥΡΑΣ

### Εύνοψη:

Τα ρήγματα, με τα οποία συνδέεται ο σχηματισμός των κόλπων της Ν.Πελοποννήσου, άλλαξαν διεύθυνση κατά την ορθή φορά (ΒΔ-ΝΔ, ΒΒΔ-ΝΝΔ και Β-Ν) με διεύρυνση των κόλπων από Α προς Δ. Κατά την ορθή φορά άλλαξε και η διεύθυνση των ρηγμάτων, που έδωσαν γένεση στους κόλπους της Κρήτης. Η διεύρυνση των κόλπων στη Β.Κρήτη έγινε από Δ προς Α, ενώ στη Ν.Κρήτη από Α προς Δ. Κατά την ορθή φορά έγινε και η περιστροφή της Κρήτης γύρω από τον Ψειλορήτη, που συνάγεται από σεισμικά και γεωμαγνητικά στοιχεία της περιοχής αυτής.

### Α. Εισαγωγή

Η σημερινή μορφολογία του ελληνικού χώρου έχει καθοριστεί κατά κύριο λόγο από τις μεγάλες καταβυθίσεις, που έγιναν κατά μήκος του ορογενούς συστήματος και εγκάρσια σ' αυτό. Τα επιμήκη ρήγματα και μεταπτώσεις παρουσιάζονται κατά προτίμηση στην ανατολική πλευρά των γεωσυγκλιών ζωνών εξαιτίας έντονου εφελκυσμού μετά την πτύχωση (Κισκύρας-Οικονόμου 1984). Εφόσον τα επιμήκη ρήγματα συνήθως σχηματίζονται περίπου κάθετα στην διεύθυνση των ορογενετικών δυνάμεων, η οποία διαφέρει από τη μιά γεωλογική περίοδο στην άλλη, είναι επόμενο να παρουσιάζουν και αυτά διαφορετικές διευθύνσεις στην ίδια περιοχή. Επειδή η μορφολογία της περιοχής έχει στενή σχέση με την δράση ρηγμάτων, θα μπορούσε η μελέτη της μορφολογίας της περιοχής αυτής να μάς δώσει αρκετά στοιχεία για τα αποτελέσματα των ρηγμάτων και ιδιαίτερα για τις μετακινήσεις γήινων τεμαχών, που προκαλούνται από ρήγματα-μεταπτώσεις. Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η πιθανή σχέση της παρουσίας μερικών χαρακτηριστικών γεωμορφολογικών στοιχείων στην Πελοπόννησο και Κρήτη με την αλλαγή στην διεύθυνση ρηγμάτων από το άνω Μειόκαινο μέχρι σήμερα, όπως και οι γεωλογικές συνέπειες της αλλαγής αυτής, με έμφαση τις καταβυθίσεις γήινων τεμαχών. Επιπλέον γίνεται μια προσπάθεια για συσχέτιση της αλλαγής στην διεύθυνση των ρηγμάτων-μεταπτώσεων με την εμφάνιση γεωφυσικών φαινομένων (σεισμολογικών και μαγνητικών) στις περιοχές αυτές.

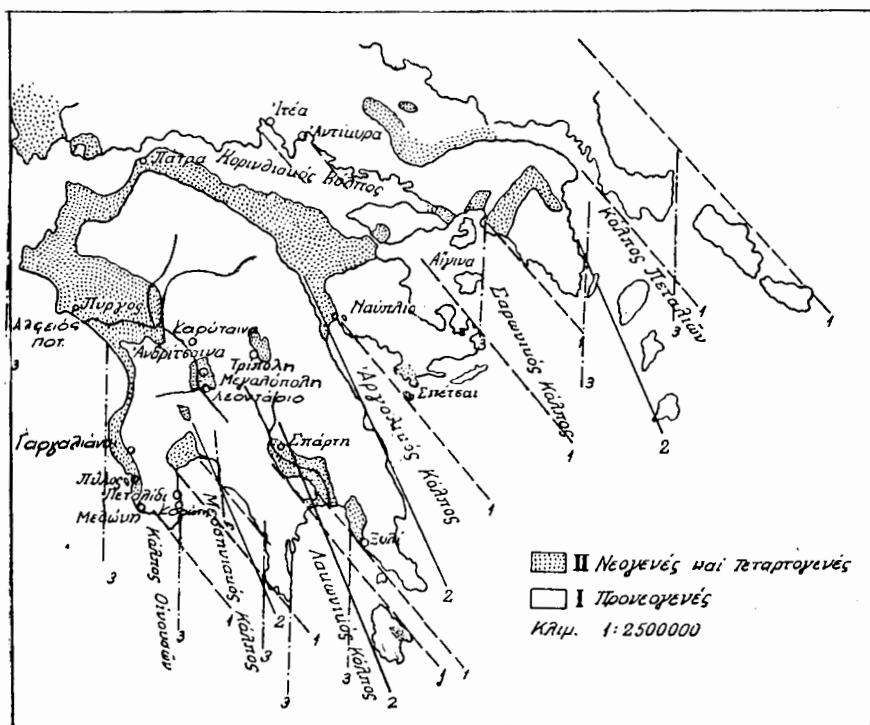
### Β. Γεωμορφολογικά Στοιχεία.

#### 1. Περιοχή Πελοποννήσου.

Για την έρευνα αυτή προσφέρονται οι απότομες ακτές των κόλπων της Νοτ. Πελοποννήσου, που οφείλονται σε ρήγματα και καταβυθίσεις τεμαχών, που βρίσκονταν άλλοτε στην επιφάνεια ενδιάμεσα χερσαίων τμημάτων, ενώ σήμερα αποτελούν θαλάσσιο πυθμένα. Επίσης οι τεκτονικές επαφές νεογενών και προνεογενών ιζημάτων, που σημαίνουν παρουσία μεταπτώσεων στις αντίστοιχες θέσεις. Τα ρήγματα αυτά παρουσιάστηκαν μετά την πτύχωση των ιζημάτων των ορογενετικών ζωνών της Πελοποννήσου, που ολοκληρώθηκε με την Σαβική φάση των αλπικών ορογενέσεων, στο τέλος του Ολιγόκαινου-αρχές του Μειόκαινου, με ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση.

Η έλειψη θαλάσσιων μειοκαινικών στρωμάτων στην Ν.Πελοπόννησο και η παρουσία πλειοκαινικών, που έχουν αποτεθεί απευθείας πάνω σε προνεογενή ιζήματα, σημαίνει ότι η περιοχή αυτή παρέμεινε, μετά την ανάδυσή της, χέρσος μέχρι το τέλος του Μειόκαινου. Συνεπώς, τα πρώτα ρήγματα και μεταπτώσεις στην Ν.Πελοπόννησο, στα οποία οφείλεται ο σχηματισμός των τάφρων, που απετέλεσαν λεκάνες ιζηματογένεσης του κάτω Πλειόκαινου, θα έγιναν μετά το Τορτόνιο. Δηλαδή, ο σχηματισμός των ρηγμάτων και μεταπτώσεων, που παρουσιάζουν ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση, Σχ.1, συμπίπτει χρονικά

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.



Σχ.1. Χάρτης της Πελοποννήσου με διευθύνσεις επιμήκων ρηγμάτων. No 1 = ΒΔ-ΝΑ προπλειοκαινικά ρήγματα, No 2 = ΒΒΔ-ΝΝΑ πλειοκαινικά ρ. και No 3 = Β-Ν μεταπλειοκαινικά ρήγματα.

Fig.1. Map of longitudinal fractures, associated with the building of the S.Peloponnesian Gulfs, No1 = NW-SE pre Pliocene fractures, No 2 = NNW-SSE Pliocene fr. and No 3 = N-S post-Pliocene fractures.

με την Αττική φάση των αλπικών πτυχώσεων η οποία ως γνωστόν έδρασε μεταξύ Τορτόνιου και Πόντιου. Εκτός από τα προπλειοκαινικά αυτά ρήγματα εφελκυσμού στην Νοτ. Πελοπόννησο διακρίνονται και άλλα, νεώτερα, ρήγματα, τα οποία έχουν διαρρήξει πλειοκαινικά (Άστια) ιζήματα. Τα ρήγματα αυτά, που έχουν ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνση, συνδέονται με τη Βαλλαχική φάση των αλπικών πτυχώσεων, η οποία χρονικώς τοποθετείται μεταξύ Άστιου και Καλάβριου και έχει δράσει αρκετά στην Πελοπόννησο (Τριωνιανός 1955). Στην περιοχή αυτή παρουσιάζονται και άλλα, ακόμα νεώτερα, ρήγματα εφελκυσμού, που έχουν προσβάλλει τεταρτογενή ιζήματα. Τα ρήγματα αυτά, που έχουν Β-Ν διεύθυνση, συνδέονται με την Πασσαδενική φάση των αλπικών πτυχώσεων με την έννοια του Stille (1924, και 1941)

Τα ΒΔ-ΝΑ ρήγματα διακρίνονται ευκρινέστατα στις ανατολικές ακτές των κόλπων της Νοτ. Πελοποννήσου, π.χ. του Αργολικού, Λακωνικού, Μεσσηνιακού και του λίγο δυτικότερα εμφανιζόμενου μικρού κόλπου των Οινουσών (Πυλία). Την ίδια διεύθυνση παρουσιάζουν και οι μεγάλες θαλάσσιες τάφοροι δυτικά της Πελοποννήσου (Mission MEDIBA, 1977). Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι και οι πλειοκαινικές λεκάνες της Πελοποννήσου, όπως αυτές της Μεσσηνίας, Σπάρτης-Μεγαλόπολης και Αργολίδας-Αιγίου, παρουσιάζουν ΝΑ-ΒΔ διεύθυνση. Ρήγματα με την ίδια διεύθυνση εμφανίζονται και στις ανατολικές ακτές των κόλπων Σαρωνικού (Αττική) και Πεταλιών (Νοτ. Εύβοια) όπως και αυτές των νήσων Άνδρου και Τήνου. βλ. Κισκύρας 1959, σχ. 3, σ. 88. Τα ΒΔ-ΝΑ ρήγματα έχουν σημειωθεί στο χάρτη του Σχ. 1 με τον αριθμό 1.

Η σημερινή όμως μορφή των κόλπων της Πελοποννήσου με τη διχαλωτή όψη οφείλεται στην επενέργεια νεώτερων ρημάτων, που στο Σχ. 1 έχουν σημειωθεί με τους αριθμούς 2 και 3. Τα τελευταία ρήματα, που έχουν Β-Ν διεύθυνση, παρουσιάζονται στις δυτικές ακτές του Λακωνικού και Μεσσηνιακού κόλπου, όπου έχουν προσβάλλει τα πλειοκαινικά στρώματα και συνεπώς είναι νεώτερα του Πλειόκαινου. Οι Kowalczyk et al (1975) θεωρούν τα ρήματα αυτά ως πλειο-πλειοστοκαινικά (τεταρτογενή). Πρίν όμως γίνουν τα Β-Ν ρήματα, είχαν παρουσιασθεί τα ρήματα με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ, που στο χάρτη του Σχ. 1 έχουν σημειωθεί με τον αριθμό 2. Τα ρήματα αυτά διακρίνονται σαφώς στις ακτές του Αργολικού κόλπου και του κόλπου των Πεταλιών (ανατολική πλευρά Αττικής). Τα ΒΒΔ-ΝΝΑ ρήματα, εφόσον έχουν προσβάλλει τα άστια στρώματα της Μεσσηνιακής και της Αργολικής πεδιάδας, είναι νεώτερα του κάτω Πλειόκαινου.

Η δράση των Β-Ν ρημάτων (μεταπτώσεων) στην περιοχή της Μεσσηνίας είχε ως αποτέλεσμα να αποκοπεί από τις παλιές δυτικές ακτές του Μεσσηνιακού κόλπου και να βυθιστεί ένα μεγάλο κομμάτι από τη χέρσο, που αντιστοιχεί στο σημερινό δυτικό τμήμα του Μεσσηνιακού κόλπου μεταξύ των γραμμών 2 και 3, στο Σχ. 1, δηλ. σε όση επιφάνεια πιάνει η στροφή των ρημάτων από την ΒΒΔ-ΝΝΑ στη Β-Ν διεύθυνση, που αντιστοιχεί στην γραμμή Κορώνη-Πεταλίδι. Την ίδια εποχή απεκόπησαν και μερικά μικρά τμήματα από τη ΒΔ και ΝΑ ακτή της Μάνης, που βρίσκονταν μεταξύ των γραμμών 2 και 3, του Σχ. 1. Έτσι ο Μεσσηνιακός κόλπος παρουσίασε μια διεύθυνση από Α προς Δ, που έγινε σε δύο κύρια στάδια στο πρώτο με ΒΒΔ-ΝΝΑ μεταπτώσεις (Μεσσηνιακή πεδιάδα) και στο δεύτερο με τις δυτικότερα προξενηθείσες Β-Ν μεταπτώσεις (δυτική ακτή του κόλπου). Η Β-Ν μετάπτωση στο Δ. Μεσσηνιακό κόλπο εξακολουθεί ακόμα να είναι σε δράση. Με αυτή συνδέονται οι σεισμοί της Μεσσηνίας την 6.8.1947 (Galanopoulos 1949, Κισκύρας 1955). Ρήγματα με Β-Ν διεύθυνση παρατηρούνται και στη Δ. Μεσσηνία π.χ. στα νησιά Σφακτηρία (λιμένα Ναυαρίνου ή Πύλου) και Πρώτη (Γαργαλιάνοι) και θεωρούνται άνω πλειοκαινικά-πλειοστοκαινικά (Kowalczyk et al 1975).

Τα ίδια συνέβησαν και στο Λακωνικό κόλπο, που επίσης διευρύνθηκε από Α προς Δ με βύθισμα τμήματος της περιοχής των παλιών δυτικών ακτών, που στο Σχ. 1 περιλαμβάνεται μεταξύ των γραμμών 2 και 3. Σύγχρονα απεκόπηκε από το ΒΔ τμήμα των ανατολικών ακτών του Λακωνικού κόλπου ένα

μικρό κομμάτι μεταξύ των γραμμών 2 και 3, ώστε οι ακτές Ξυλί να παρουσιάζουν Β-Ν διεύθυνση. Έτσι εξηγείται και η μορφολογική ομοιότητα των δύο αυτών κόλπων. Η διεύθυνση έγινε με αποκοπή και βύθισμα δυτικών τους τμημάτων, εξαιτίας της στροφής στη διεύθυνση των νεωτέρων ρηγμάτων κατά τη φορά δεικτών ωρολογίου, δηλ. από Α προς Δ και όχι με την υποχώρηση των ανατολικών ακτών, όπως αναφέρει ο Philipsson (1959, 503). Συνεπώς ο Μεσσηνιακός και Λακωνικός κόλπος διευρύνθηκαν με μεταπτώσεις, από τις οποίες οι νεώτερες παρουσιάζουν διεύθυνση που αντιστοιχεί σε στροφή των παλιών κατά την ορθή φορά.

Οι καταβυθίσεις στο δυτικό τμήμα του Μεσσηνιακού και Λακωνικού κόλπου είχαν ως αποτέλεσμα να ανυψωθούν οι δυτικές πτέρυγες των Β-Ν μεταπτώσεων. Συνεπώς, η ανύψωση των δυτικών τμημάτων των ακρωτηρίων Μαλέα και Ταινάρου, όπως και τμήματος, που βρίσκεται δυτικά της Μεσσηνιακής πεδιάδας (Kellestat et al 1976) ουνδέεται με την καταβύθιση, που έπαθαν οι ανατολικές πτέρυγες των Β-Ν μεταπτώσεων στη δυτική πλευρά των κόλπων Αργολικού, Λακωνικού και Μεσσηνιακού. Αυτό δίνει την εντύπωση μιάς ταλάντωσης των ακρωτηρίων της Ν. Πελοποννήσου στη Δ-Α διεύθυνση, που οι Berckhemer -Kowalczyk (1978) και Kowalczyk-Winter (1979) θέλουν να αποδώσουν στην παρουσία μιάς κατερχόμενης ζώνης (Subduction) κάτω από την Πελοπόννησο στη Δ-Α διεύθυνση. Έτσι όμως δεν εξηγείται, γιατί βυθίζονται τα δυτικά τμήματα του Μεσσηνιακού και Λακωνικού κόλπου, ενώ τα ανατολικά υψώνονται.

Η εκτροπή, που διαπιστώθηκε στη διεύθυνση των νεογενών ρηγμάτων της Πελοποννήσου με φορά, όπως οι δείκτες ωρολογίου, δηλαδή, από τη ΒΔ-ΝΑ προς τη ΒΒΔ-ΝΝΑ και κατόπιν προς τη Β-Ν, η οποία αναγνωρίζεται στις δυτικές ακτές των κόλπων της Πελοποννήσου, διαπιστώθηκε επίσης και στο εσωτερικό της περιοχής αυτής (Κισκύρας 1961). Την ίδια αλλαγή στη διεύθυνση των ρηγμάτων έχει ακολουθήσει και η πορεία του Αλφειού ποταμού. Έτσι, όπου αυτός διασχίζει προνεογενή πετρώματα, π.χ. νότια από το Λεοντάριο και βόρεια από την Καρύταινα, ακολουθεί ΒΔ-ΝΑ ρήγματα. Στη λεκάνη όμως της Μεγαλόπολης, δηλ. μέσα στα τεταρτογενή ιζήματα, ο Αλφειός ακολουθεί ΒΒΔ διεύθυνση, ενώ βορειότερα, δηλ. εκεί όπου μπαίνει από τα προνεογενή στα νεογενή πετρώματα, αλλάζει διεύθυνση, η οποία βορειότερα από ΒΔ γίνεται ΔΒΔ, και κατόπιν ακολουθεί Α-Δ περίπου διεύθυνση δηλ. αυτήν, που έχουν τα ρήγματα στα αλλοθιβακά πετρώματα της περιοχής αυτής. Ακόμα και οι παραπόταμοι του Αλφειού αλλάζουν διεύθυνση, όταν μπούν στη λεκάνη Μεγαλόπολης, δηλ. στα τεταρτογενή ιζήματα και αντί της ΝΔ ή ΔΝΔ που είχαν παίρνουν Α-Δ διεύθυνση. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι οι παραπόταμοι αυτοί ακολουθούν εγκάρσια ρήγματα. Αλλά και οι μικροί ποταμοί της Μεσσηνιακής πεδιάδας, που στα πλειοκαινικά τμήματα αυτής έχουν ΝΝΑ διεύθυνση, στα αλλοθιβακά τμήματα παίρνουν Β-Ν διεύθυνση. Την ίδια (Ν-Β) διεύθυνση παρουσιάζουν και οι τεταρτογενείς λεκάνες της Πελοποννήσου, όπως η άνω Μεσσηνιακή, η πεδιάδα Τρίπολης και η Αργολική.

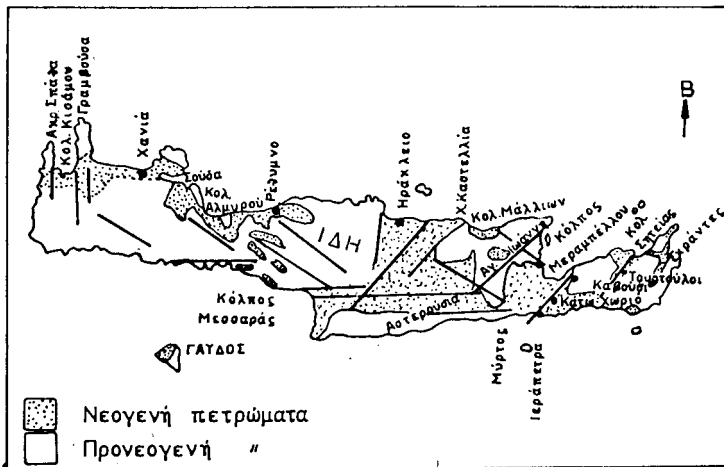
## 2. Περιοχή Κρήτης

Ανάλογα φαινόμενα με αυτά της αλλαγής της φοράς των ρηγμάτων στην Πελοπόννησο παρουσιάστηκαν και στην Κρήτη. Οι ανατολικές ακτές των κόλπων Μάλιων, Μεραμπέλλου και Σητείας της Αν. Κρήτης, που σχηματίστηκαν από την διάρρηξη προνεογενών πετρωμάτων, παρουσιάζουν ΔΝΔ-ΑΒΑ διεύθυνση, (Σχ.2). Αντίθετα οι ακτές των κόλπων Κισιάμου, Χανίων, Σούδας, Αλιμυρού, (Δυτ. Κρήτη) και Ηρακλείου (Κεντρική Κρήτη) που σχηματίστηκαν από διάρρηξη νεογενών και τεταρτογενών πετρωμάτων, παρουσιάζουν Δ-Α διεύθυνση με μικρή απόκλιση προς Ν. ή Β. Τούτο σημαίνει, ότι τα δευτέρα ρήγματα (δηλ. αυτά της Δυτ. Κρήτης) που προφανώς ήταν νεώτερα από τα πρώτα, έγιναν σε άλλη διεύθυνση. Η αλλαγή στη διεύθυνση των ρηγμάτων από ΔΝΔ-ΑΒΑ σε Δ-Α έγινε λοιπόν κατά τη φορά των δεικτών ωρολογίου.

Αλλά και για τα ΔΝΔ-ΑΒΑ ρήγματα μπορούμε να πούμε ότι χρονικά ακολούθησαν άλλα ρήγματα, αλλάζοντας όμως διεύθυνση και αυτά κατά την ορθή φορά. Εδώ πρόκειται για τα προανα-μειοκινικά ΝΔ-ΒΑ ρήγματα, με τα οποία συνδέεται η γένεση της τάφρου Σητείας -Επάνω Πλοκοπής-Τουρτούλοι (Παπασταματίου et al 1955) και αυτά της τάφρου Ιεράπετρας-Κάτω Χωριού -Καβούσι (Παπασταματίου et al 1959) που έχουν πληρωθεί από νεογενή ιζημάτα. Το ίδιο μπορεί να ειπωθεί και για τα ρήγματα μεταξύ των κόλπων Μεραμπέλλου και Μάλλων π.χ. για τη ρηξιγενή ζώνη Αγ. Γωάννη και την επέκτασή της στο ρήγμα Αφέντη Χριστού Καθαρού. (Φυτρουλάκης 1980).

Ανάλογα ρήγματα παρατηρούνται στην Κεντρική και Δυτ. Κρήτη (βλ. Φυτρουλάκης 1980 και Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:500.000, ΓΓΜΕ 1983).

Εκτός από τα προαναφερθέντα επιμήκη ρήγματα στην περιοχή της Κρήτης παρουσιάστηκαν και εγκάρσια ρήγματα στη διεύθυνση Β-Ν, στα οποία οφείλεται η διάρρηξη προνεογενών πετρωμάτων και ο σχηματισμός των ρηξιγενών πλευρών των κόλπων της Κρήτης. Τούτο από γεωμορφολογική άποψη παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί, όπως έχει παρατηρηθεί, στους κόλπους της Β. Κρήτης (Κισιάμου, Χανίων, Σούδας, Ηρακλείου και Μεραμπέλλου) ακόμα και στον όρμο Γκράντες (ΒΑ.Κρήτη) η δυτική τους πλευρά είναι ρηξιγενής με ακτές στη διεύθυνση Ν-Β. Αντίθετα, στους κόλπους της Ν. Κρήτης (Μεσσαρά) οι ακτές με Β-Ν διεύθυνση είναι στην ανατολική τους πλευρά. Στις περιπτώσεις αυτές οι ρηξιγενείς πλευρές των κόλπων, με Ν-Β και Β-Ν διευθύνσεις, έχουν σχηματισθεί από προνεογενή εγκάρσια ρήγματα, ενώ οι άλλες πλευρές είναι νεώτερες και οφείλουν τη γένεσή τους σε μεταγενέστερα ρήγματα. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι στη Β. Κρήτη η επέκταση των κόλπων έγινε από Δ προς Α με τάση να αποκτήσουν οι κόλποι αυτοί τη μεγαλύτερη ανάπτυξή τους στην διεύθυνση Δ-Α ενώ στη Ν. Κρήτη η επέκταση των κόλπων έγινε από Α προς Δ με νέα ρήγματα, η διεύθυνση των οποίων άλλαξε ακολουθώντας ορθή φορά. Από αυτά προκύπτει ότι τα νεώτερα ρήγματα στην Κρήτη ακολούθησαν Α-Δ διεύθυνση. Τα ρήγματα αυτά όπως αναφέρει και ο Seidlitz (1929) δρούν σεισμικά ακόμα και σήμερα και είναι νεώτερα από τα Ν-Β ρήγματα, τα οποία επικρατούν κατ'αυτόν στην Κρήτη. Επίσης νεώτερα κατά τον ίδιο συγγραφέα είναι και τα ΒΔ-ΝΔ και ΝΔ-ΒΑ. Απ'αυτά τα ΒΔ-ΝΑ επικρατούν στην Δυτ.Κρήτη και τα ΝΔ-ΒΑ στην Ανατολική (Sieberg 1932 σ. 205).



Σχ.2. Χάρτης της Κρήτης με τις θέσεις των κυριότερων επιμήκων και εγκάρσιων ρηγμάτων.

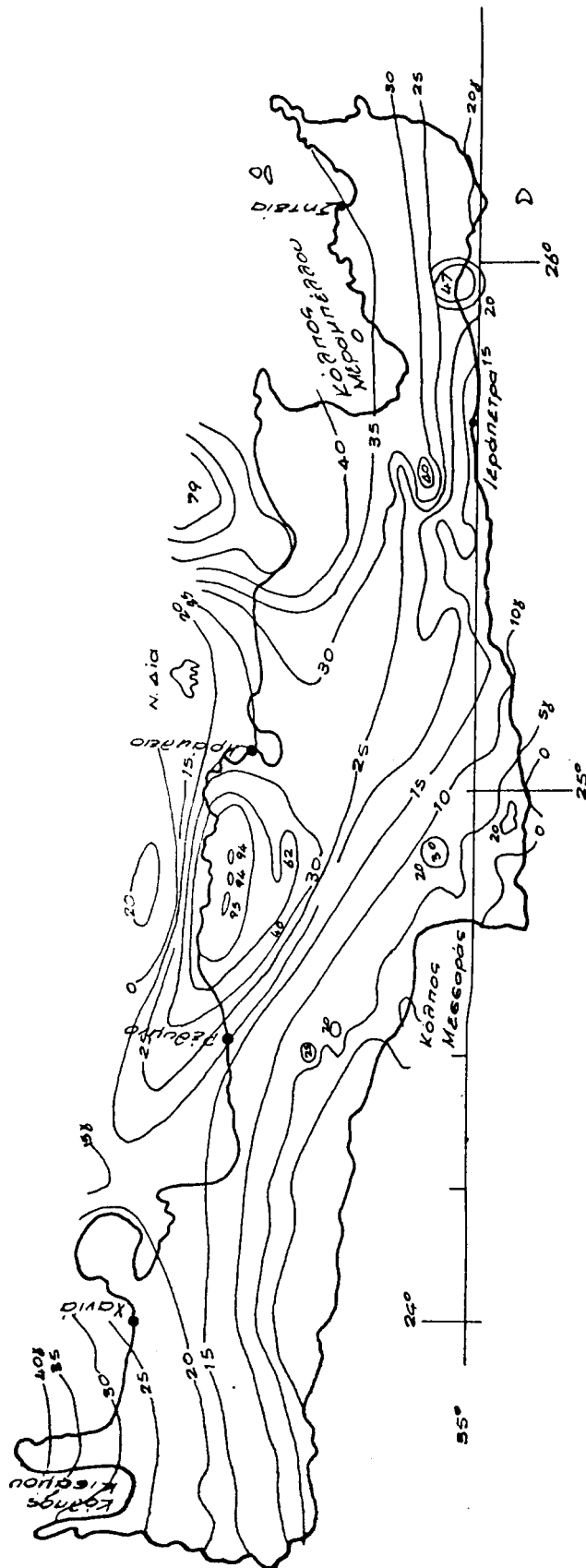
Fig.2. Map of the more important fractures in Crete.

## Ρ. Γεωμαγνητικά και σεισμολογικά στοιχεία.

Συσχέτιση γεωμαγνητικών στοιχείων με γεωτεκτονικά θέματα επιχείρησαν στην Ελλάδα οι Pucher et al (1973 και 1978). Οι συγγραφείς αυτοί μελέτησαν την παραμένουσα μαγνήτιση στα οφιολιθικά πετρώματα της Πίνδου (γάρββρο) και Αργολίδας (διαβάση) και διαπίστωσαν ότι η μαγνητική απόκλιση στην πρώτη περιοχή ήταν ΒΔ 26°, ενώ στη δεύτερη ΒΑ 82°. Τη διαφορά αυτή των 108° στην μαγνητική απόκλιση απέδωσαν σε στροφή της Αργολίδας με φορά δεικτών ωρολογίου σε σχέση με την περιοχή της Πίνδου μετά το άνω Ιουρασικό. Μιά τόσο μεγάλη στροφή, όπως παρατήρηση και ο Jacobshagen (1973) δεν δικαιολογείται από τα υπάρχοντα γεωλογικά δεδομένα. Εξάλλου, με τα γεωμαγνητικά αυτά στοιχεία δεν μπορεί να γίνει λόγος για στροφή της Αργολίδας σε σχέση με την περιοχή της Πίνδου. Εφόσον τα οφιολιθικά πετρώματα της Αργολίδας είναι νεότερα (Παλαιόκαινο-άνωτατο Κρητιδικό) από τα οφιολιθικά της Πίνδου (άνω Κρητιδικό-άνω Ιουρασικό) μπορεί να έλαβαν διαφορετική διάταξη στο χώρο. Πάντως χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων ιδιαίτερα για παμπάλαιες μετακινήσεις γήινων τεμαχίων με βάση μόνο τα μαγνητικά στοιχεία, όπως π.χ. έγινε για την περίπτωση της Κύπρου, η οποία όπως υποτίθεται (Shelton and Guss 1979) από το Κενομάνιο στράφηκε 90° με φορά αντίθετη προς τους δείκτες ωρολογίου.

Πρόσφατα έγινε προσπάθεια (Παπαγιαννοπούλου-Οικονόμου 1984) να συνδυασθούν για πρώτη φορά στην Ελλάδα μαγνητικές ανωμαλίες με κινήσεις γήινων τεμαχίων. Έτσι, οι τοπικές μαγνητικές ανωμαλίες στις περιοχές Λακωνικού, Μεσσηνιακού και Κυπαρισσιακού κόλπου απεδόθησαν σε κινήσεις γήινων τεμαχίων 15 Km περίπου προς Ν. Τα τεμάχια αυτά διατήρησαν στην νέα τους θέση την παραμένουσα μαγνήτιση, που είχαν αποκτήσει σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μαγνήτιση απ' ό,τι αντιστοιχεί στα σημερινά τους πλάτη. Οι μεγαλύτερες τιμές των μαγνητικών ανωμαλιών της Z- συνιστώσας του γήινου μαγνητικού πεδίου στα δυτικά τμήματα των κόλπων αυτών, εξηγούνται (Παπαγιαννοπούλου-Οικονόμου 1984) με την άποψη ότι τα τμήματα αυτά μετακινήθηκαν μεταγενέστερα απ' ό,τι τα ανατολικά στους ίδιους κόλπους και έτσι μπόρεσαν να διατηρήσουν μεγαλύτερο ποσοστό παραμένουσας μαγνήτισης απ' ό,τι τα ανατολικά. Η άποψη αυτή συμφωνεί με το γεωλογικό συμπέρασμα ότι το άνοιγμα των κόλπων αυτών άρχισε από Α και επεκτάθηκε προς τα σημερινά δυτικά παράλια. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν από την άποψη αυτή οι ισοδυναμικές καμπύλες της καθαρής μαγνητικής ανωμαλίας (Residual anomaly contours) στο Χάρτη της Κρήτης από την Εταιρεία Hunting Geology and Geophysics L.T.D. 1977 για λογαριασμό του ΙΓΜΕ. Στο χάρτη αυτό, σχ.3. εκτός από τις κλειστές και πυκνές καμπύλες, που αντιστοιχούν σε τοπικές μαγνητικές ανωμαλίες και προκαλούνται από ειδικές συγκεντρώσεις μαγνητικών πετρωμάτων (οφιολιθικών) παρατηρούνται και άλλες ανοικτές και αραιές καμπύλες, που δεν έχουν σχέσεις με τοπικά φαινόμενα. Στην Ανατολική Κρήτη οι καμπύλες αυτές έχουν διεύθυνση περίπου Δ-Α και τιμές μεγαλύτερες απ' ό,τι αντιστοιχούν στα ίδια πλάτη της Δυτικής Κρήτης. Έτσι θα μπορούσαμε και εδώ να πούμε ότι η Ανατολική Κρήτη ήταν άλλοτε βορειότερα και ότι τα πετρώματά της διατήρησαν στην σημερινή τους θέση τη μεγαλύτερη παραμένουσα μαγνήτιση, που είχαν αποκτήσει στα βορειότερα πλάτη. Μια άλλη ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι οι μαγνητικές αυτές καμπύλες στην Κεντρική Κρήτη κάμπτονται προς βορράν και κατόπιν στη Δυτική Κρήτη προς Νότο. Η συστροφή αυτή των μαγνητικών καμπυλών θα πρέπει να οφείλεται σε τεκτονικά αίτια. Ήδη σε προηγούμενη εργασία (Κισκύρας 1962) διατυπώθηκε η άποψη ότι η Κρήτη μετά το χωρισμό της από την Πελοπόννησο άρχισε μια βραδεία περιστροφή γύρω από τον όγκο του Ψηλορείτη, ακολουθώντας τη φορά των δεικτών ωρολογίου.

ΣΧ.3. Χάρτης της Κρήτης με ισοδυναμικές καμπύλες της καθαράς μαγνητικής ανωμαλίας. Σμίκρυνση χάρτη της Hunting Geology and Geophysics LTD. ΙΓΜΕ Αθήνα 1977.  
 Fig.3. Magnetic map of Crete with residual anomaly contours by Hunting Geology and Geophysics LTD; Inst.Geol.Min. Res, Athens 1977.



Η στροφή αυτή της Κρήτης συνδυάστηκε με αποκοπή και βύθισμα τμημάτων από τις νότιες ακτές της Δυτ. Κρήτης και τμημάτων από τις βόρειες ακτές της Ανατολικής Κρήτης με αποτέλεσμα η Κρήτη να παρουσιάζει σήμερα μεγαλύτερο πλάτος στην περιοχή της Ίδης (Ψηλορείτη.). Η άποψη αυτή ενισχύεται και από την παρατήρηση ότι τα περισσότερα σεισμικά επίκεντρα στην περιοχή βόρεια της Κρήτης παρουσιάζονται στη θάλασσα βόρεια του νομού Λασηθίου, ενώ αυτά της περιοχής νότια της Κρήτης εμφανίζονται στη θάλασσα νότια του νομού Χανίων, βλ.σχ.4 (εικ. 2 Γαλανόπουλος 1981). Εδώ πρέπει να σημειωθεί, ότι οι πρώτες κινήσεις στην περίπτωση μερικών σεισμών της περιόδου 1952-1954 με επίκεντρα στη θάλασσα νότια της Δυτ. Κρήτης ανεγράφησαν στο Σταθμό Αθήνας ως κύματα πύκνωσης, ενώ στην περίπτωση σεισμών με επίκεντρα στη θάλασσα βόρεια της Αν. Κρήτης ανεγράφησαν στον ίδιο σταθμό ως κύματα αραιώσης (N. Observatory of Athens Seism. Bull). βλ. σχ. 5 Η περιστροφή αυτή της Κρήτης από Δ προς Α συνοδεύεται και με μιιά ελαφρά ανύψωση της Δ. Κρήτης και σχετικό βύθισμα της Α.Κρήτης (Κισκυράς 1962 σ.28). Εδώ πρόκειται για μια ταλάντωση της Κρήτης γύρω από ένα άξονα ΒΑ-ΝΔ ανατολικά του όγκου Ψηλορείτη, κατά μήκος μιάς ρηξιγενούς ζώνης μεταξύ των κόλπων Ηρακλείου και Μεσσαράς, που σήμερα καλύπτεται από νεογενή ιζήματα. Τα ιζήματα αυτά έχουν αποθεθεί στην τάφρο, που δημιουργήθηκε με θραύση του ελληνικού τόξου περίπου στο μέσο της σημερινής Κρήτης (Σχ.2 και 7). Έτσι το δυτικό τμήμα της Κρήτης, που στρέφεται προς βορράν ανυψώνεται λίγο, ενώ το ανατολικό, που στρέφεται προς νότο, βυθίζεται λίγο προς ανατολάς. Με αυτά που ειπώθησαν εξηγείται εύκολα η μεγάλη σεισμική ευπάθεια της ζώνης μεταξύ των κόλπων Ηρακλείου και Μεσσαράς, η οποία κατά τον Sieberg (1932) φιλοξενεί εστίες ισχυρών σεισμών (σχ. 6).

Η συσχέτιση της αποκοπής τμημάτων από τις βόρειες ακτές της Ανατολικής Κρήτης, όπως και τμημάτων από τις νότιες ακτές της Δυτικής Κρήτης, με στροφή της Κρήτης γύρω από την τεκτονική ζώνη Ηράκλειο-Μεσσαρά κατά την ορθή φορά, γίνεται περισσότερο κατανοητή, αν δεχτούμε ότι η αποκοπή των τμημάτων αυτών οφείλεται σε ρήγματα εφελκυσμού. Η αντίσταση στον εφελκυσμό είναι πολύ μικρότερη απ'ότι στην πίεση (βλ. Κισκυράς, Παπαγιαννοπούλου - Οικονόμου 1985/86). Στην περίπτωση αυτή εφελκυσμός δημιουργείται αντίθετα στη διεύθυνση της στροφής της Κρήτης. Δηλ. στην Δυτ. Κρήτη, που στρέφεται προς βορράν, τα ρήγματα εφελκυσμού γίνονται στη νότια πλευρά της Δυτικής Κρήτης (σχ. 7) ενώ στην Ανατολική Κρήτη, που στρέφεται προς νότο, τα ρήγματα εφελκυσμού θα γίνονται στη βόρεια πλευρά της Ανατολικής Κρήτης.

### Συζήτηση και Συμπεράσματα:

Από τα προηγούμενα συμπεραίνεται, ότι στην ελληνική περιοχή έδρασαν από το Μειόκαινο και δώδε ρήγματα και μεταπτώσεις, στα οποία οφείλεται ο σχηματισμός των κόλπων αυτής. Η διεύθυνση των ρημάτων αυτών άλλαξε με την πάροδο του χρόνου κατά την ορθή φορά. Έτσι, στην Πελοπόννησο παρουσιάστηκαν κατά χρονική σειρά ΒΔ-ΝΑ, ΒΒΔ-ΝΝΑ και Β-Ν επιμήκη ρήγματα. Η διεύθυνση των αρχικά πολύ στενών κόλπων έγινε από Α προς Δ με αποκοπή τμημάτων από τις δυτικές ακτές, τα οποία βρίσκονταν στο χώρο μεταξύ παλιών (προπλειοκαινικών) και νέων (μεταπλειοκαινικών) ρημάτων και με κατολίπισή τους προς νότο. Έτσι μπορεί να δικαιολογηθεί η μεγαλύτερη σεισμική δραστηριότητα, που παρουσιάζουν τα δυτικά τμήματα των κόλπων της Ν. Πελοποννήσου και οι μεγαλύτερες τιμές της Z-συνιστώσας της έντασης του γήινου μαγνητισμού στα τμήματα αυτά των κόλπων (Παπαγιαννοπούλου-Οικονόμου 1984). Στην Κρήτη η διεύθυνση των κόλπων έγινε στη βόρεια πλευρά της με καταβυθίσεις τμημάτων από Δ προς Α με τάση να αποκτήσουν οι κόλποι της μεγάλης Δ-Α ανάπτυξη, ενώ στη νότια πλευρά της η διεύθυνση των κόλπων έγινε με καταβυθίσεις τμημάτων από Α προς Δ. Η παρατήρηση ότι στους κόλπους της Β.Κρήτης η δυ-



τική τους πλευρά είναι ρηξιγενής με ακτές στη Ν-Β διεύθυνση, ενώ στους κόλπους της Ν. Κρήτης οι ακτές με την Β-Ν διεύθυνση είναι στην ανατολική τους πλευρά, εξηγείται με την άποψη ότι οι ρηξιγενείς αυτές πλευρές αντιστοιχούν στο πρώτο άνοιγμα των κόλπων, που έγινε με Ν-Β εγκάρσια ρήγματα, ενώ οι άλλες πλευρές είναι νεώτερες και έχουν σχηματισθεί από ΒΑ, ΑΒΑ και Δ-Α νεώτερα επιμήκη ρήγματα, με αποκοπή τμημάτων από τις ανατολικές ακτές των βόρειων κόλπων και τμημάτων από τις δυτικές ακτές των νότιων κόλπων της Κρήτης.

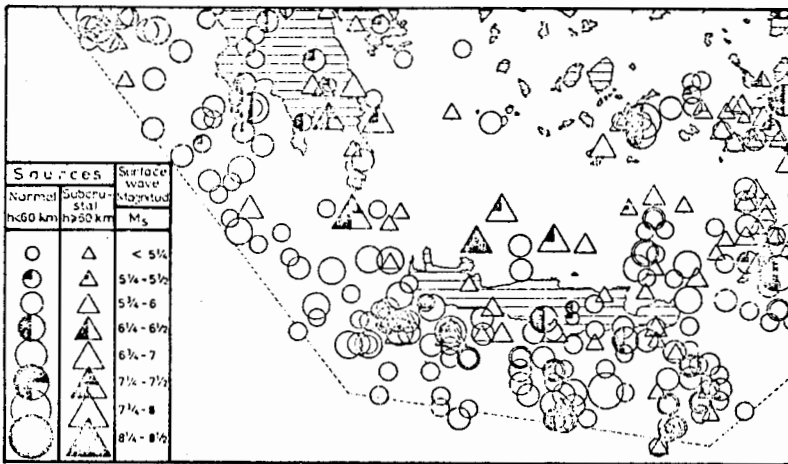
Η άποψη (Κισκούρας 1956-58 και 1962) ότι η αποκοπή τμημάτων από τις βόρειες ακτές της Αν. Κρήτης, όπως και τμημάτων από τις νότιες ακτές της Δυτ. Κρήτης, σχετίζεται με στροφή της Κρήτης κατά την ορθή φορά γύρω από τον όγκο του Ψηλορείτη, μετά τον αποχωρισμό της από την Ίελοπόννησο, δικαιολογείται και από τις μαγνητικές μετρήσεις. Οι ισοδυναμικές καμπύλες, π.χ. της καθαρής μαγνητικής ανωμαλίας, παρουσιάζουν στην Κρήτη μια ιδιόρρυθμη συστροφή. Έτσι, ενώ στη Δυτ. Κρήτη έχουν ΑΒΑ διεύθυνση, στην Κεντρική Κρήτη κάμπτονται προς Ν και κατόπιν στη Αν. Κρήτη στρέφονται προς Α. Εξάλλου, στην Αν. Κρήτη οι καμπύλες αυτές της καθαρής μαγνητικής ανωμαλίας παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές απ' ό,τι στα αντίστοιχα πλάτη της Δυτ. Κρήτης, που μπορεί να εξηγηθεί, αν δεχθούμε ότι η περιοχή της Ανατολ. Κρήτης μετακινήθηκε προς νότο, όπου διατήρησε τη μεγαλύτερη παραμένουσα μαγνήτιση, που είχε αποκτήσει, όταν ήταν σε βόρειότερα πλάτη. Αλλά και η κάμψη των καμπυλών αυτών προς νότο στη Δυτική Κρήτη παρουσιάζει ενδιαφέρον, αν συνδυασθεί με τις μικρότερες τιμές της μαγνητικής ανωμαλίας στην περιοχή αυτή. Τούτο μπορεί να θεωρηθεί, τουλάχιστον, ως μία σοβαρή ένδειξη ότι η Δυτ. Κρήτη ήταν άλλοτε σε νοτιώτερη θέση από την σημερινή, την οποία έλαβε με στροφή κατά την ορθή φορά, που άρχισε το άνω Μειόκαινο. Για το μέγεθος και τη χρονική διάρκεια της στροφής αυτής χρειάζονται και άλλα μαγνητικά στοιχεία, που για την ώρα στερούμεθα.

Στροφή της Κρήτης αναφέρουν και άλλοι συγγραφείς. Οι Le Pichon και Angelier (1979 σ.29) υποθέτουν ότι από το μέσο άνω Μειόκαινο (Σαρραβάλιο - Τορτόνιο) έγινε μια στροφή της Πελοποννήσου και Δυτ. Κρήτης 30° κατά την ορθή φορά, με σμίκρυνση όμως της γωνίας στροφής προς ΒΔ. Επίσης υποθέτουν ότι η στροφή αυτή μεταβάλλοταν βαθμιαία προς ανατολάς έτσι, που στο ανατολικό τμήμα της Δυτ. Κρήτης έγινε αντίθετη προς την ορθή φορά, που σημαίνει ότι τόσο η Δυτική, όσο και η Ανατολική Κρήτη, στρέφονταν προς βορράν. Αυτό όμως μπορούσε να γίνει πριν τη θραύση του ελληνικού τόξου και τον αποχωρισμό της σημερινής Κρήτης από την Πελοπόννησο και Κάσο, δηλ. κατά τη διάρκεια της κάμψης του Ελληνικού τόξου. Μετά τη διάρρηξη όμως του τόξου αυτού άλλαξαν οι γεωδυναμικές συνθήκες της περιοχής. Για να μπορούσε να γίνει στροφή και των δύο τμημάτων (δυτικού και ανατολικού) της Κρήτης προς βορράν, θα έπρεπε οι δυνάμεις που δρούσαν στην Κρήτη να έρχονταν από την εξωτερική πλευρά του υψισιωτικού τόξου, δηλ. από νότο και όχι από βορράν, όπως δέχονται οι συγγραφείς αυτοί και β) η δύναμη που δρούσε στη Δυτική Κρήτη, να ήταν διαφορετική απ' αυτή, που δρούσε στην Ανατολική, είτε στη διεύθυνση, είτε στο μέγεθος, αλλιώς η Κρήτη θα εκινείτο ομοίμορφα προς βορράν (παράλληλη μετατόπιση). Αυτό όμως δημιουργεί νέο πρόβλημα, δηλ. αναζήτησης των δυνάμεων (πιέσεων) που μπορούσαν να προκαλέσουν τέτοιες στροφές στην Κρήτη.

Την αιτία της στροφής της Πελοποννήσου και Κρήτης οι Le Pichon και Angelier θέλουν να αποδώσουν σε μια πίεση, που είχε διεύθυνση από ΒΒΑ προς ΝΝΔ και προκάλεσε διεύθυνση του Αιγαίου κατά την ίδια διεύθυνση με σύγχρονη μείωση του πλάτους στο βόρειο και κεντρικό του τμήμα. Η πίεση όμως αυτή δεν θα οφείλεται, όπως υποθέτει ο McKenzie (1970) στη μετακίνηση της Τουρκίας από Α προς Δ, κατά μήκος της γνωστής ως "Ανατολικής μετάπτωσης" αλλά σε δυνάμεις βαρύτητας, που συνδέονται με

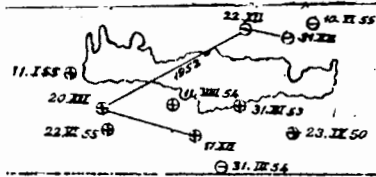
υψομετρικές διαφορές μεταξύ των λιθοσφαιρικών τμημάτων του Αιγαίου (Beckhemer 1977). Πάντως στην περίπτωση, που δεχτούμε, ότι στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου εφασκεύεται μια πίεση από ΒΒΑ προς ΝΝΔ, τότε η πίεση αυτή, ανεξάρτητα από την προέλευσή της, μπορεί να προκαλέσει στροφή σε ορισμένες περιπτώσεις γήινων τεμαχών κατά την ορθή φορά. Πρόκειται για τις περιπτώσεις, όπου τα γήινα τεμάχια είναι τεκτονισμένα σε ΒΔ-ΝΑ και ΒΒΔ-ΝΝΑ διευθύνσεις, όπως η Πελοπόννησος ή σε ΔΒΔ-ΑΝΑ και Δ-Α διευθύνσεις όπως η Κρήτη και η πίεση εφασκεύεται εντονότερα στην ανατολική τους πλευρά. Για να γίνει όμως μεγάλη στροφή, π.χ. 30 μιάς περιοχής, όπως αναφέρουν οι Le Pichon και Angelier (1979) θα πρέπει η περιοχή αυτή να παρουσιάζει μικρή αντίσταση στην παραμόρφωση· αυτό άλλωστε δέχονται οι ίδιοι συγγραφείς για την περιοχή των Κυκλάδων, όπου η ένταση του γεωθερμικού πεδίου αυξήθηκε σημαντικά με την άνοδο γρανοδοιοριτικών πετρωμάτων κατά το Μειόκαινο. Κάτι ανάλογο μπορεί ίσως να γίνει δεκτό για την Κρήτη και Ανατολική Πελοπόννησο, όπου είναι γνωστή μεταμόρφωση νεογενών πετρωμάτων, που σημαίνει θέρμανση των πετρωμάτων κατά το Μειόκαινο και συνεπώς δυνατότητα ευκαμψίας. Στη Δυτική όμως Πελοπόννησο, όπου δεν παρουσιάζεται τέτοια μεταμόρφωση, μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούμε να φαντασθούμε στροφή γήινων τεμαχών π.χ. σε μεταπτώσεις με οριζόντια συνιστώσα και πτέρυγες από μικρά γήινα τεμάχια, που κινούνται γύρω από το κέντρο βάρους τους, όπως αυτά που αποτελούν ακρωτήρια.

Αυτό που θα πρέπει να τονισθεί εδώ ιδιαίτερα είναι ότι η ορογενετική δύναμη, που προκάλεσε τη δημιουργία των αναφερθέντων ρηγμάτων και μεταπτώσεων, δεν έμεινε σταθερή, αλλά άλλαξε από το Μειόκαινο διαδοχικά από ΒΑ-ΝΔ σε ΑΒΑ-ΔΝΔ και τελευταία σε Α-Δ διεύθυνση. Σε ότι αφορά την προέλευση της δύναμης αυτής μπορούμε να πούμε ότι προέρχεται από υπόγεια ρεύματα μεταφοράς, που υποτίθεται (Κισκύρας 1960, 1964, 1978, και 1982) ότι δρουν ακόμα κάτω από τον ελληνικό χώρο με φορά πορείας, που άλλαξε από ΒΑ-ΝΔ σε Α προς Δ.



Σχ. 4. Τμήμα σεισμολογικού χάρτη (Γαλανόπουλος 1981) με επίκεντρα σεισμών, που είχαν μέγεθος  $M > 5 \frac{1}{2}$  Richter.

Fig. 4. Seismological map of Greece (Galanopoulos 1981) showing epicenters of shocks with  $M > 5 \frac{1}{2}$  Richter.



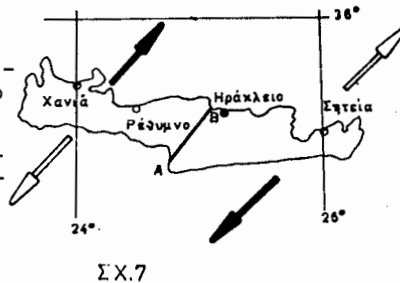
Σχ.5. Χάρτης με επίκεντρα σεισμών Κρήτης, των οποίων η πρώτη κίνηση αναγράφηκε στο Σεισμολογικό σταθμό Αθήνας ως κύμα πύκνωσης (+) ή ως κύμα αραίωσης (-) από Κισκύρα (1957).  
 Fig.5. Map of Crete (Kiskyras 1957) with epicenters of some shocks the first motion of which has been recorded in Athens as compression (+) or as dilatation wave (-).



- Μεγάλος σεισμός
  - Μεσαίος "
  - Μικρός "
  - Τοπικός "
  - Δ Μεγάλες καταστροφές
  - Δ Μεσαίες "
- Σ Χ. 6

Σχ.6. Τμήμα σεισμολογικού χάρτη της Κρήτης από Sieberg (1932).  
 Fig.6. Seismological map of Crete (Sieberg 1932)

Σχ.7 Διευθύνσεις τεκτονικών δυνάμεων στην περιοχή της Κρήτης στις αρχές του Νεογενούς. Μαύρα βέλη σημαίνουν πίεση, ενώ τα λευκά εφελκυσμό.  
 Fig.7 Map showing the directions of tectonic forces in Crete at the beginning of Neogene. Black arrows indicate compression and white ones tension.



Geotectonic movements in the Greek area deduced  
from geomorphological and geophysical data.  
by Ath.Papayannopoulou-Economou and D.A.Kiskyras  
-----

Western coasts of the Messenian and Lakonian gulfs trend southward, whereas the eastern ones to SE. The SE direction of the eastern coasts of these gulfs may be attributed to the action of pre-Pliocene fractures, whereas the N-S direction of the western coasts to post-Pliocene fractures. Owing to the last fractures, portions of the western coasts of these two primeval South Peloponnesian gulfs have been cut off and thereafter have sunk. This sinking had as a result the enlargement of the gulfs mentioned above from E to W, which corresponds to the trigonal surface, determined by the old fracture direction (NW-SE) and the new one (N-S) see fig. 1. The greater seismicity close to the western coasts of the Messenian and Lakonian gulfs may be easily in this way explained.

Such a clockwise temporal change of fracture direction took place also in Crete, where the pre-UpperMiocene fractures trend SW - NE, whereas the post - Pliocene ones from W to E.

Thus, sections of the northern coasts of E.Crete and also sections of the southern coasts of W. Crete have been cut off and thereafter sunk, resulting in the larger width in the middle of Crete. The location of the most epicenters of the N. Crete's area in the sea northward of the Lassithi district, whereas these of the area south of the Crete are encountered in the sea southward of the Chania district, favours this view. The enlargement of the Cretan gulfs started with fractures from W to E in the case of the northern gulfs and from E to W for the southern ones, resulting in their W to E and E to W development, respectively. The question here is of tentional fractures, associated with a clockwise rotation of Crete around an axis eastward of the IDI (Psiloriti) mountain and along a fracture zone, covered by Neogene sediments, extending from the Iraklion gulf to Messaras gulf. This zone is characterized by a high seismicity.

From the tectonic point of view, it is of interest to be noted that the contours of residual anomaly in E. Crete show higher values in gammas than the residual anomaly of the corresponding latitudes in W. Crete. As there are no petrological differences between these two sections of Crete, we suggest that the magnetic anomaly of E. Crete may be attributed to its remanent magnetization which was acquired in a few northerly latitudes. Furthermore, the contours of residual anomaly in W. Crete turn to south. This in association with the lower values of earth magnetism in W. Crete may be an indication of the early situation of this Crete's section southerly of today.

This led us to conclude that West Crete has been moving northward, whereas East Crete southward. These movements suggest that Crete has been clockwise rotated. This clockwise tectonic rotation occurred since the Upper Miocene, which was the age of the first fractures, responsible for the Crete's separation from Peloponnesus. Owing to penury of available paleomagnetic data we do not report about the age and the amount of Crete's rotation.

Fractures and clockwise rotations, mentioned above, may be attributed to the action of convection currents, supposed to be moving below the Greek area from NE to SW in the pre-Pliocene period and from E to W in the post-Pliocene.

#### B I B Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

- B e r c k h e m e r, H. 1977, Some aspects of the evolution of marginal seas deduced from observations in the Aegean region. Int. Symp. on the structural History of the Mediterranean Basins. Split, Technip, Paris, 303-314.
- B e r c k h e m e r, H and G. K o w a l c z y k, 1978. Postalpine geodynamics of the Peloponnesus. In Closs-Roeder-Schmidt, Alps, Apennines, Hellenides, 519-522.
- G a l a n o p o u l o s, A. 1949. The Koroni (Messinia) earthquake of October 6, 1947 Bull. Seism Soc. Amer. 39, 1949, 33-39.
- Γ α λ α ν ό π ο υ λ ο ς, Α γ γ. 1955. Σεισμική Γεωγραφία της Ελλάδος. Ann.géol. des Pays Hellén. VI. (1955) 83-121.
- " 1981 Οι βλαβεροί σεισμοί και το Δυναμικόν της Ελλάδος. Ann.géol. des Pays Hellén. XXX,2(1981) 647-724.
- I. Γ. Μ. Ε. (Hunting Geology and Geophysics L.T.D.) 1977. Ισοδυναμικές καμπύλες της καθαράς μαγνητικής ανωμαλίας. Αθήνα, Φύλλον Κρήτης 1:200.000.
- J a c o b s h a g e η, V. 1973. Paleomagnetism in Greece: Indications for relative block movements - A discussion, Bull. Geol. Soc. Greece, X, 1, 201-202.

- K e l l e t a t, D., G. K o w a l c z y k, B. S c h r ö d e r, u n d K. P. W i n t e r, 1976.  
A synoptic view of the neotectonic development of the Peloponnesian coastal regions, Z. dt. geol. Ges. 127,447-465-
- Κ ι σ κ ύ ρ α ς, Δ. 1955. Διάδοση της σεισμικής ενέργειας και εξάρτησή της από την τεκτονική και τη θέση της σεισμικής εστίας Δελτ. Ελλ.Γεωλ.Εταιρ. 11,1, 1-16.
- Κ ι σ κ ύ ρ α ς Δ. 1956-1958. Συμβολή της μελέτης των σεισμικών κυμάτων στη μακροσεισμική έρευνα. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας III/1, 114-128.
- " 1959. Επί της συσχέτισης σεισμικών επικέντρων μετά τεκτονικών γραμμών. Πρακ. Ακαδ. Αθηνών 34, 1959, 82.
- " 1960. Επί της γεωτεκτονικής καταστάσεως του Ελληνικού χώρου. Πρακ. Ακαδ. Αθηνών 35, 1960, 45-54.
- " 1961. Οι λιγνίτες της Μεγαλοπόλεως. Πελοποννησιακή Πρωτοχρονιά, Ε, 123-130.
- " 1962. Η διαμόρφωση της Κρήτης κατά τους τελευταίους γεωλογικούς χρόνους. Κρητική Πρωτοχρονιά 1, 23-29.
- " 1963. Τεκτονικές έρευνες στην Πελοπόννησο και ιδιαίτερα στην ζώνη Ωλονού-Πίνδου. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας V/2 1-21.
- " 1964. Μερικές σκέψεις για την ηφαιστειότητα και τεκτονική του Αιγαίου. Δελτ.Ελλ. Γεωλογ. Εταιρείας VI, 84-112.
- K i s k y r a s D., 1978. The geotectonic state of the Greek area: Volcanism, Intermediate Earthquakes and Plate Tectonics. Thera and the Aegean World. I. London 85-96.
- " 1982. Some remarks about the concept of the existence of a subduction zone in the Eastern Mediterranean area, Int. Symp. Hell. Arc and Trench (H.E.A.T.) 1981, Athens, I. 269-283.
- Κ ι σ κ ύ ρ α ς Δ. - Α Θ. Ο ι κ ο ν ό μ ο υ. 1984/86. Σεισμοτεκτονικές παρατηρήσεις στον Ελληνικό χώρο 2ο Πανελλαδικό Γεωλογικό Διήμερο 1984.
- " 1985-1986. Πίνακες φυσικών παραμέτρων ορυκτών και πετρωμάτων Τεχνικών Ημερολόγιου. Τεχνολογικές Εκδόσεις Σπαθάρη.
- K o w a l c z y k G., J. W i n t e r, and K. P. W i n t e r. 1975. Junge Tektonik im Südwest - Peloponnes Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας XII/1, 40-51.
- K o w a l c z y k G., K. W i n t e r, 1979. Neotectonic and structural development of the southern Peloponnesus. VII<sup>th</sup> Inter. Congr. Mediterr. Neogene Athens. Ann. géol. Pays Hellén. (hors serie) Fasc. II, 637-646.
- L e P i c h o n X., J. A n g e l i e r, 1979. The Hellenic Arc and Trench System: A Key to the neotectonic evolution of the Eastern Mediterranean Area. Tectonophysics 60, 1-42.
- M c. K e n z i e D. 1970. Plate tectonics of the Mediterranean region. Nature 226, 239-243.
- M e d i b a l ( groupe scientifique de la Mission).  
1977. La marge occidentale du Péloponnèse. Données nouvelles sur la structure et le recouvrement sédimentaire. VI Coll. on the geology of the Aegean region, Athens Procead. III, 1043-1051.

- M e r c i e r, I, N. D e l i b a s i s, A l. G a u t h i e r, J. J a r r i g e, F. L e m e l l e. H. P h i l l i p, M. S e b r i e r e t D. S o r e l. 1979. La néotectonique de l'Arc Égeen. Bull. géologie dynamique et de géographie physique 21/1, 67-92.
- N a t i o n a l O b s e r v a t o r y o f A t h e n s. Seismological Institute Bulletins 1952-1985.
- Π α π α γ ι α ν ν ο π ο ύ λ ο υ - Ο ι κ ο ν ό μ ο υ, Αθ. 1984. Μετακινήσεις γήινων τεμαχίων στην Πελοπόννησο, αναγνωριζόμενες από γεωμαγνητικές ανωμαλίες. Ορυκτός πλούτος 32 (1984) 13-18.
- Ι. Π α π α σ τ α μ α τ ί ο υ, Δ. Β ε τ ο ύ λ η ς, Ι. Μ π ο ρ ν ό β α ς Γ. Χ ρ ι σ τ ο δ ο ύ λ ο υ και Αθ. Τάταρης. 1955. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000 ΙΓΕΥ, Φύλλον Σητεία.
- Π α π α σ τ α μ α τ ί ο υ, Ι., Δ. Β ε τ ο ύ λ η ς, Ι. Μ π ο ρ ν ό β α ς, Γ. Χ ρ ι σ τ ο δ ο ύ λ ο υ και Γ. Κ α τ σ ι κ ά τ σ ο ς 1959. Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, ΙΓΕΥ, Φύλλον Ιεράπετρα.
- P h i l i p p s o n, A. 1959. Die griechischen Landschaften. Bd III Teil 2. Der Peloponnes, Frankfurt am Main 1959.
- P u c h e r, R, B. B a n n e r t, K. F r o m m, 1973. Paleomagnetic investigation: Rotation of the Argolis Peninsula? Bull. Soc. Geol. of Greece, XI, 169-170.
- " 1978. Paleomagnetism in Greece: Indications for Relative Block Movement Apls. Apennines, Hellenides, Stuttgart, 1978, 423-424.
- S e i d l i t z, W. von 1929. Der Einbruch der Ägäis und die Bruchbildungen im levantinischen Gebiet, Jenäische Zt.f. Naturwiss, 64 (1928) 20-31.
- S i e b e r g, A. 1932. Untersuchungen über Erdbeben und Bruchschollenbau im östlichen Mittelmeergebiet. Denkschr. Mediz. Naturw. Ges. Jena, 18, 161-272.
- S h e l t o n, A. - I. G. G a s s 1979. Rotation of the Cyprus microplate. Proceeding Int. Ophiolite Symposium, Cyprus 1979, 61-65.
- S t i l l e, H. 1924. Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Berlin.
- " 1941. Einführung in den Bau Amerikas, Berlin.
- T r i k k a l i n o s, J. 1955. Über die Einwirkung von orogenen und epirogenen Bewegungen in Peloponnes und deren morphogenetischer Bedeutung, Ann. géol. Pays Hellén. VI, 1-12
- Φ υ τ ρ ο υ λ ά κ η ς, Ν. 1980. Η Γεωλογική δομή της Κρήτης. Προβλήματα, Παρατηρήσεις και Συμπεράσματα. Διατριβή επί υφηγεσία ΕΜΠ. Αθήναι 1-146 + 1 χάρτης.
- Χ ρ ι σ τ ο δ ο ύ λ ο υ, Γ. 1963. Γεωλογικά και μικροπαλαιοντολογικά έρευναί επί του Νεογενούς της νήσου Κρήτης. Διατριβή επί υφηγεσία. Αθήναι.