

ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟ ΡΗΓΜΑ ΤΗΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ

- Επιστημονικές παρατηρήσεις
- Ερευνητικά προγράμματα
- Προτάσεις

Από

Ε. Λάγιο  
Κ. Μακρόπουλο  
Γ. Παπαδόπουλο  
Θ. Ροντογιάννη

ΑΘΗΝΑ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 1986

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	3
1.1.Ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών	3
1.2.Πρόσφατη τεκτονική εξέλιξη	3
1.3.Σεισμοτεκτονικές παρατηρήσεις και δεδομένα	4
1.4.Εδαφικές κινήσεις	8
2. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ	9
2.1.Ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών	9
2.2.Σεισμολογικές παρατηρήσεις και δεδομένα	16
2.2.1. Ιστορικοί σεισμοί	16
2.2.2. Θαλάσσια κύματα βαρύτητας (τσουνάμι) στην ιστορική περίοδο.	18
2.2.3. Σεισμική δράση από το 1900 έως σήμερα	19
3. ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ	19
3.1.Ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών	19
3.2.Βαρυτομετρικές παρατηρήσεις και δεδομένα	32
3.3.Τεκτονική βάθους	34
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	36
5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	37
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39

## Π Ρ Ο Λ Ο Γ Ο Σ

Δύο μεγάλοι σεισμοί έπληξαν τη Λοκρίδα στις 20 και 27 Απριλίου του 1894. Από τους σεισμούς αυτούς προκλήθηκαν πολλά ανθρώπινα θύματα και προξενήθηκαν εκτεταμένες καταστροφές. Μετά τους σεισμούς παρατηρήθηκε εδαφικό ρήγμα στη Λοκρίδα με μήκος 55-60 ΚΜ. Αυτό είναι το ρήγμα της Αταλάντης.

Αν και από το 1894 μέχρι τώρα δεν υπήρξε αξιόλογη σεισμική δράση στη Λοκρίδα και από τα ιστορικά στοιχεία προκύπτει ότι η σεισμικότητα αυτής είναι μικρότερη από εκείνη άλλων περιοχών (π.χ. Κορινθιακός), θεωρείται γενικά ότι η ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης είναι από τις περισσότερο επικίνδυνες στη χώρα μας, από σεισμική άποψη. Όμως, η σχετική σεισμολογική, γεωφυσική και γεωλογική έρευνα που έγινε στην περιοχή μέχρι σήμερα δεν ήταν συντονισμένη και μακροπρόθεσμη. Γι' αυτό το λόγο, ο Ο.Α.Σ.Π. πήρε την πρωτοβουλία, και αφού πρώτα άκουσε τις απόψεις των ενδιαφερόμενων φορέων, μας ανέθεσε την εκπόνηση μελέτης με θέμα:

- α) τη συλλογή και τεκμηρίωση των μέχρι σήμερα επιστημονικών παρατηρήσεων που έχουν γίνει στο ρήγμα της Αταλάντης,
- β) την περιγραφή των σχετικών ερευνητικών προγραμμάτων που έχουν γίνει ή βρίσκονται σε εξέλιξη,
- γ) την υποβολή προτάσεων που αφορούν το συντονισμό της μελλοντικής έρευνας, την αξιοποίηση των μέχρι σήμερα αποτελεσμάτων και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν.

Η παρούσα μελέτη απαντάει στα τρία προηγούμενα ζητήματα. Για την εκπόνησή της πήραμε υπόψη σημαντικό αριθμό επιστημονικών εργασιών, διατριβών και άλλων δημοσιεύσεων, οι τίτλοι των οποίων δίνονται εδώ. Αντίγραφα των σημαντικότερων από τις εργασίες αυτές συνοδεύουν την παρούσα μελέτη μαζί με την οποία παραδίδονται στον Ο.Α.Σ.Π.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη αυτή ασχολείται με την ευρύτερη περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης, δηλαδή την περιοχή που περιλαμβάνει τη Λοκρίδα, τον βόρειο Ευβοϊκό κόλπο και το Μαλιακό κόλπο. Έξι είναι τα βασικά μέρη της μελέτης. Στα τρία πρώτα γίνεται ανασκόπηση των προηγούμενων ερευνών και των παρατηρήσεων που αφορούν τη Γεωλογία, τη Σεισμολογία και τη Γεωφυσική της περιοχής. Τα τρία υπόλοιπα μέρη περιέχουν τα Συμπεράσματα, τις Προτάσεις και τη Βιβλιογραφία.



## 1. Γ Ε Ω Λ Ο Γ Ι Α

### 1.1. Ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών.

Η εκδήλωση σεισμικού ρήγματος στην περιοχή Αταλάντης, το 1894, εριοχή που είναι εντονότατα τεκτονισμένη, προκάλεσε το ενδιαφέρον για μελέτη Ελλήνων και ξένων ερευνητών, κύρια στον τομέα της Σεισμοτετονικής.

Σημαντικό στοιχείο αποτελούν οι εργασίες των γεωλόγων της εποχής εκείνης, που περιέγραψαν τα χαρακτηριστικά του σεισμικού ρήγματος καθώς και τα δευτερεύοντα φαινόμενα που ακολούθησαν.

Γαλλική ομάδα εργασίας (καθ. J.MERCIER) πραγματοποίησε νεοτεκτονικές μελέτες στην ευρύτερη περιοχή, στα πλαίσια ελληνογαλλικού προγράμματος εκτέλεσης σεισμοτεκτονικών ερευνών στον ελληνικό χώρο.

Η ομάδα Ιστορικής Σεισμικότητας, αποτελούμενη από Έλληνες και ξένους ειδικούς, ασχολήθηκε με τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τους ιστορικούς σεισμούς στην περιοχή της Μεσογείου, και ειδικότερα, προσδιόρισε τις θέσεις που διακρίνεται το ίχνος του ρήγματος Αταλάντης.

Το ΙΓΜΕ, στα πλαίσια προγράμματος μελέτης των Πλειοπλειστοκαινικών αποθέσεων της Ελλάδας, πραγματοποίησε νεοτεκτονική μελέτη στην περιοχή της Λοκρίδας.

Από το ΙΓΜΕ επίσης μελετώνται οι κατακόρυφες και οριζόντιες κινήσεις της περιοχής Αταλάντης από γεωδαιτικά και τεκτονικά στοιχεία. Το 1984, έγινε πρώτη μέτρηση του δικτύου που είχε εγκαταστήσει το 1969 η Γεωδαιτική Υπηρεσία του στρατού, σε ένα μήκος 14 χιλιομέτρων που διασχίζει τη ρηξιγενή ζώνη Μαρτίνου - Αταλάντης. Το έργο αυτό συνεχίζεται με την πραγματοποίηση επαναμετρήσεων κατά τακτά χρονικά διαστήματα.

Αναλυτικότερα, στις σεισμοτεκτονικές συνθήκες της περιοχής του ρήγματος Αταλάντης, αναφέρονται διάφορες εργασίες οι τίτλοι των οποίων δίνονται στη βιβλιογραφία.

### 1.2. Πρόσφατη τεκτονική εξέλιξη.

Η πρόσφατη γεωλογική ιστορία της περιοχής Αταλάντης, χαρακτηρίζεται από μιά αξιοσημείωτη τεκτονική και σεισμική δραστηριότητα, που συνδέεται άμεσα με την εξέλιξη του Β. Ευβοϊκού κόλπου. Ο κόλπος αυτός είναι μιά ενεργός τεκτονική τάφρος που διευθύνεται περίπου ΒΔ-ΝΑ και οριοθετείται από μεγάλες ζώνες κανονικών ρηγμάτων, τόσο στην πλευρά της Στερεάς, όσο και στην πλευρά της Εύβοιας.

Τετονικές μελέτες έδειξαν ότι, οι προνεογενείς, νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί της περιοχής Λοκρίδας, έχουν επηρεαστεί από πλούσιο αριθμό ρήγματα, με κύριες διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ και ΒΑΑ-ΝΔΔ. Ειδικότερα, οι πρόσφατες αποθέσεις έχουν επηρεαστεί από σχεδόν κατακόρυφα ρήγματα που οφείλονται στις εφελκυστικές τάσεις που έχουν δράσει στην περιοχή, με διεύθυνση ΒΑ-ΝΑ κατά το Πλειόκαινο-Κάτω Πλειστόκαινο, και ΒΒΔ-ΝΝΑ κατά το Μέσο-Ανώτερο Πλειστόκαινο.

Από την πρώτη επεκτατική φάση σχηματίστηκαν οι πλειοκαινικές λεκάνες και παραμορφώθηκαν τα ιζήματα που τις γέμισαν. Τα μεγάλα ρήγματα αυτής της περιόδου, που είναι στα όρια των νεογενών λεκανών, εμφανίζουν εντυπωσιακές κατοπτρικές επιφάνειες στους προνεογενείς ασβεστόλιθους και δολομίτες, που συνιστούν το υπόβαθρο της περιοχής. Τέτοιες επιφάνειες παρατηρούνται στα βόρεια όρια των βουνών Χλωμού, Ταλλίδρομου και Κνημίδας.

Νέα επεκτατική φάση, κατά το Τεταρτογενές, προκάλεσε ανάδραση των ροϋπαρχόντων ρηγμάτων, σχηματισμό νέων και τη δημιουργία του Β. Ευβοϊκού κόλπου, με την είσοδο της θάλασσας κατά το Ανώτερο Πλειστόκαινο.

Ο PHILIP (1974) βασιζόμενος στο ολικό άλμα των ρηγμάτων που συνδέονται με τη γένεση του κόλπου, υπολόγισε μια συνολική καταβύθιση 800 μέτρων κατά τη διάρκεια των τελευταίων 300.000 ετών.

### 1.3. Σεισμοτεκτονικές παρατηρήσεις και δεδομένα.

Οι εφελκυστικές τάσεις, που είχαν επηρεάσει την περιοχή της Λοκρίδας, συνεχίζουν να δρούν ακόμη και σήμερα με αποτέλεσμα την εκδήλωση μεγάλης σεισμικότητας και την κίνηση του ενεργού σεισμικού ρήγματος Αταλάντης. Το ρήγμα αυτό, που αποτελεί τη σημαντικότερη δομή της περιοχής, έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και συνολικό μήκος 60 χιλιόμετρα περίπου. Το μεγαλύτερο τμήμα του ρήγματος βρίσκεται στο όριο μεταξύ της απότομης πλαγιάς που σχηματίζει το υπόβαθρο και των νεογενών-τεταρτογενών σχηματισμών ή της αλλουβιακής πεδιάδας. Πρόκειται για ένα παλιό ρήγμα, που έχει επαναδραστηριοποιηθεί πολλές φορές στο παρελθόν αλλά και πρόσφατα με το μεγάλο σεισμό της Λοκρίδας, το 1894.

A. J. O.

Κατά το σεισμό της 20 Απριλίου του 1894 εμφανίστηκαν πολλές εδαφικές ρωγμές, κατά μήκος της ακτής της Σκάλας, μεταξύ Μαλεσίνας και του χωριού Μάζι, σε διάφορα σημεία του δρόμου Μαρτίνου-Αταλάντης, καθώς και μεταξύ των χωριών Λιβανάτες και Μεγαπλάτανος. Το μήκος των ρωγμών αυτών ήταν μέχρι 200 μέτρα, το άνοιγμά τους μερικά εκατοστόμετρα, και η κατακόρυφη κίνησή τους πολύ μικρή.

Η έρευνα των κτιρίων που βρίσκονταν δίπλα στη θάλασσα κατά την διάρκεια των σεισμών, έδειξε ότι το συνολικό άλμα των ρηγμάτων, προκάλεσε, στο επίπεδο της θάλασσας, μια καταβύθιση του εδάφους της τάξης των 1-1,5 μέτρων.

Το μεγαλύτερο άλμα του ρήγματος, που συνδέεται με το σεισμό της 27ης Απριλίου, σημειώθηκε στους πρόσφατους σχηματισμούς (πλειστόκαινο και αλλούβια) και έφθανε τα 2 μέτρα. Λόγω όμως του ότι οι αποθέσεις αυτές διαβρώνονται εύκολα, το ίχνος του ρήγματος δεν είναι σήμερα καθαρό, αλλά φαίνεται σαν μιά απότομη αλλαγή στην κλίση του εδάφους. Αντίθετα, όπου το ρήγμα έχει επηρεάσει τους ασβεστόλιθους του υπόβαθρου ή τους νεογενείς μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, αν και το άλμα είναι μικρότερο (περίπου 30 εκατοστά), φαίνεται καθαρά το ίχνος του ρήγματος, και ακόμη πάνω σ' αυτό, οι γραμμώσεις τριβής κατά την ολίσθηση.

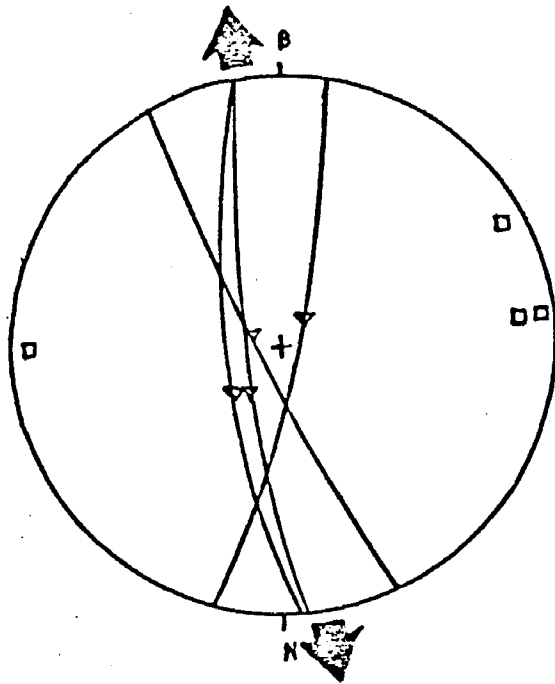
Η τεκτονική ανάλυση αυτών των γραμμώσεων τριβής σε διάφορες θέσεις του ρήγματος, έδειξε διεύθυνση επέκτασης ΒΒΔ-ΝΝΑ. Το ίδιο καθεστώς τάσεων έδειξε και η ανάλυση του μηχανισμού γένεσης σεισμών που σημειώθηκαν στην ευρύτερη περιοχή (σχήμα 1).

Με βάση τις βιβλιογραφικές περιγραφές και τις μαρτυρίες κατοίκων της Λοκρίδας, η Ομάδα Ιστορικής Σεισμικότητας βρήκε τα ίχνη του ρήγματος. Πρέπει να σημειωθεί ότι, εκτός από το κύριο ρήγμα, είχαμε και τη δημιουργία δευτερευόντων ρηγμάτων, όπως το ρήγμα του Μουλκιά, του Κυπαρισσιού και του Σκεντέραγα. Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά οι θέσεις που απαντάται το ίχνος του ρήγματος (από ΝΑ προς ΒΔ, σχήμα 2):

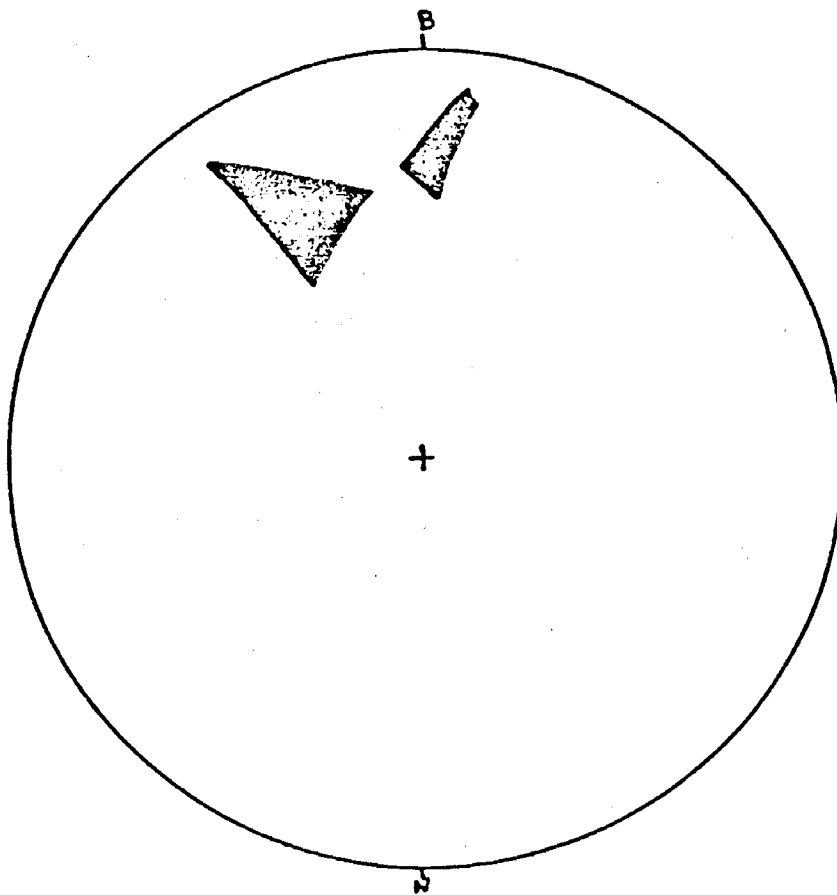
Πολυάριθμα ρήγματα διευθύνσεως ΒΒΔ-ΝΝΑ που υπάρχουν στις πλαγιές, γύρω από τον όρμο Σκορπονερίου, πιστεύεται ότι συνδέονται με το σεισμό του 1894.

Στο χωριό Μαρτίνο, το ίχνος του ρήγματος φαίνεται καθαρά πάνω στην πλαγιά του βουνού Παζάρι γιατί υπογραμμίζεται από την μεγάλη πυκνότητα της βλάστησης, κατά μήκος του. Το ρήγμα συνεχίζει μέσα στο χωριό και περνάει από τη μοναδική πηγή του.

A G Q



Ενεργός εφελκυσμός στο ίχνος του ρήγματος της Αταλάντης (LEMEILLE 1977).

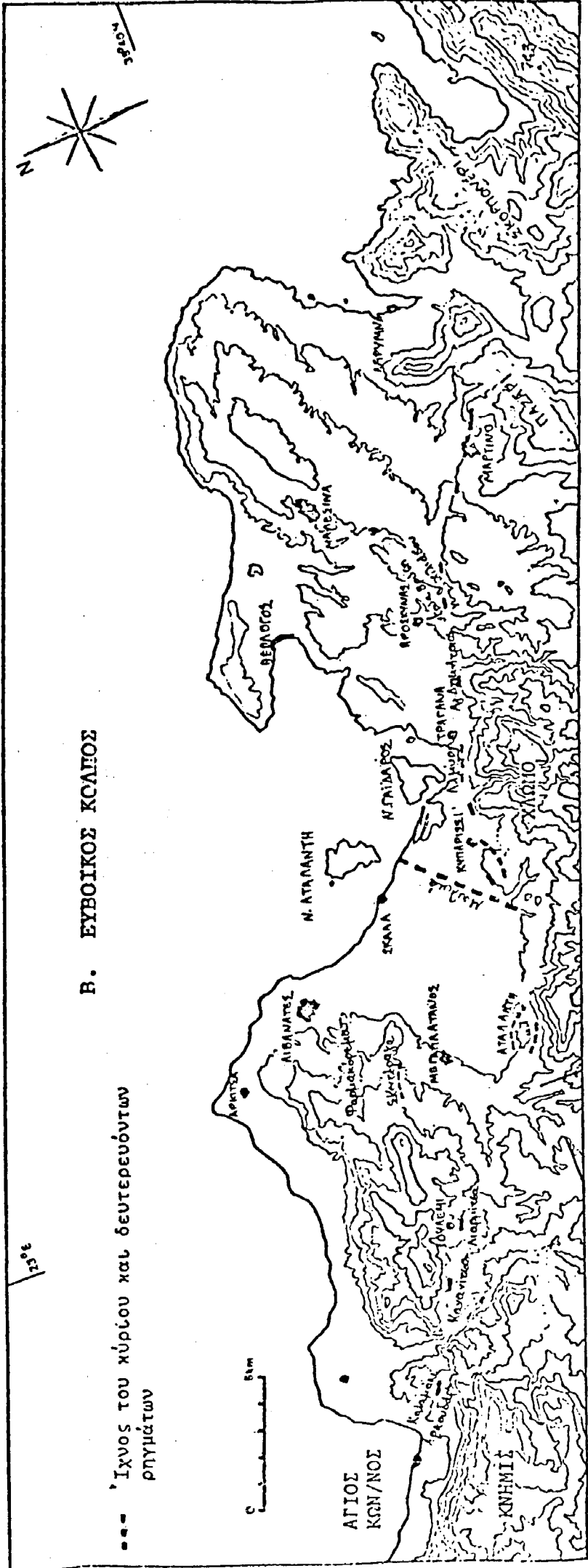


Εφελκυσμός, όπως προκύπτει από μηχανισμούς γένεσης σεισμών στην Κεντρική Ελλάδα (PHILIP 1974).

Σχήμα 1

*Handwritten signature*





**Β. ΕΥΒΟΙΚΟΣ ΚΩΛΙΟΣ**

Σχήμα 2. Ίχνη του ρήγματος της Αταλάντης και των δευτερευόντων ρηγμάτων που συνδέονται με τον σεισμό του 1894 (LEMEILLE 1977).

*[Handwritten signature]*

Στον εθνικό δρόμο, μετά τη διασταύρωση με το δρόμο που πηγαίνει στο Μαρτίνο, παρατηρείται στο πρηνές μια σχεδόν κατακόρυφη ρωγή, με πλάτος 40 εκατοστόμετρα.

Στα ΝΑ του χωριού Τραγάνα, πάνω από την εκκλησία του Αγ. Δημητρίου, διακρίνονται στους νεογενείς ασβεστόλιθους ίχνη κατακόρυφης κίνησης της τάξης των 30 μέχρι 60 εκατοστομέτρων.

Το ρήγμα περνά και από τη θέση Αλμύρα, που είναι μια μεγάλη ζώνη ρηγμάτων, όπως δείχνουν και οι πολλές πηγές που υπάρχουν κατά μήκος αυτών. Εδώ είχε σημειωθεί και καταβύθιση στη θάλασσα, τμήματος της χερσονήσου Γαίδαρος, που έγινε από τότε νησί.

Μετά την Αλμύρα, το ρήγμα ακολουθεί μια παλιότερη τεκτονική γραμμή που υπάρχει στους πρόποδες του Χλωμού, και περνά κοντά στην εκκλησία που βρίσκεται στα ΝΑ του χωριού Κυπαρίσσι.

Ρήγματα είχαν δημιουργηθεί επίσης προς Β. και Ν. της Αταλάντης. Ίχνος του προς Ν. ρήματος διακρίνεται από την απότομη υψομετρική διαφορά στο πρηνές του δρόμου που οδηγεί από την Αταλάντη στην εκκλησία του Αγ. Σεραφείμ.

Μετά την Αταλάντη, τα ίχνη του ρήματος διακρίνονται δυσκολότερα. Αυτό συνεχίζει προς τη Λιαρμίτσα, περνάει τη λεκάνη Γουλεμίου-Αγνάντης, μετά ανάμεσα στις τοποθεσίες Καλαμάκι και Αρκουδάρι, που βρίσκονται κοντά στον Αγ. Κων/νο, και αφού διασχίσει τις πλαγιές της Κνημίδας, χάνεται στην κοιλάδα του Μώλου, κοντά στα Καμμένα Βούρλα.

#### 1.4. Εδαφικές κινήσεις.

Εκτός όμως από τις σεισμικές κινήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, στην περιοχή Λοκρίδας παρατηρείται κατά μήκος της ακτής μια μικρή επίκλυση, με αποτέλεσμα τη διαπλάτυνση του Β. Ευβοϊκού κόλπου. Οι γεωλογικές και τεκτονικές παρατηρήσεις φανερώνουν ότι η περιοχή υφίσταται μόνιμες (καταβυθιστικές) σεισμικές και ασεισμικές κινήσεις. Η έλλειψη όμως επαρκών δεδομένων, δεν μας επιτρέπει να υπολογίσουμε τα ποσοστά της παραμόρφωσης των σεισμών ή της ασεισμικής κίνησης.

Με σκοπό τον προσδιορισμό των ασεισμικών κινήσεων, και τη σύγκριση των επεισοδιακών και των μακροχρόνιων κινήσεων που συμβαίνουν στην περιοχή, πραγματοποιούνται από το ΙΓΜΕ γεωδαιτικές έρευνες. Το τμήμα, που μετρήθηκε πρώτο, πιστεύεται ότι ήταν το πιο κατάλληλο για τον προσδιορισμό ασεισμικής κίνησης στο ρήγμα με γεωδαιτικές μεθόδους, γιατί, διευθύνεται περίπου κάθετα στα μεγάλα ρήγματα της περιοχής, διασχίζει αρκετά τεταρτογενή ρήγματα, καθώς και το σεισμικό ρήγμα του 1894, και βρίσκεται κοντά στις παράκτιες περιοχές, για τις οποίες υπάρχουν στοιχεία ολοκαινικής καταβύθισης.

Η σύγκριση των μετρήσεων έδειξε ότι στο διάστημα 1969-1984, η περιοχή μεταξύ BM 120 και BM 129 (σχήμα 3) υφίσταται μια καταβύθιση της τάξης των  $16 \pm 5$  χιλιοστών, πράγμα που σημαίνει μια καταβύθιση κατ'έτος  $1 \pm 0,3$  χιλιοστά.

Επειδή τα γεωδαιτικά δεδομένα καλύπτουν σχετικά μικρή περιοχή, ελπίζουμε ότι οι προσεχείς επαναμετρήσεις και η επέκταση των μετρήσεων στην ευρύτερη περιοχή, θα βελτιώσουν τις γνώσεις μας για τη συμπεριφορά της ρηξιγενούς ζώνης Αταλάντης.

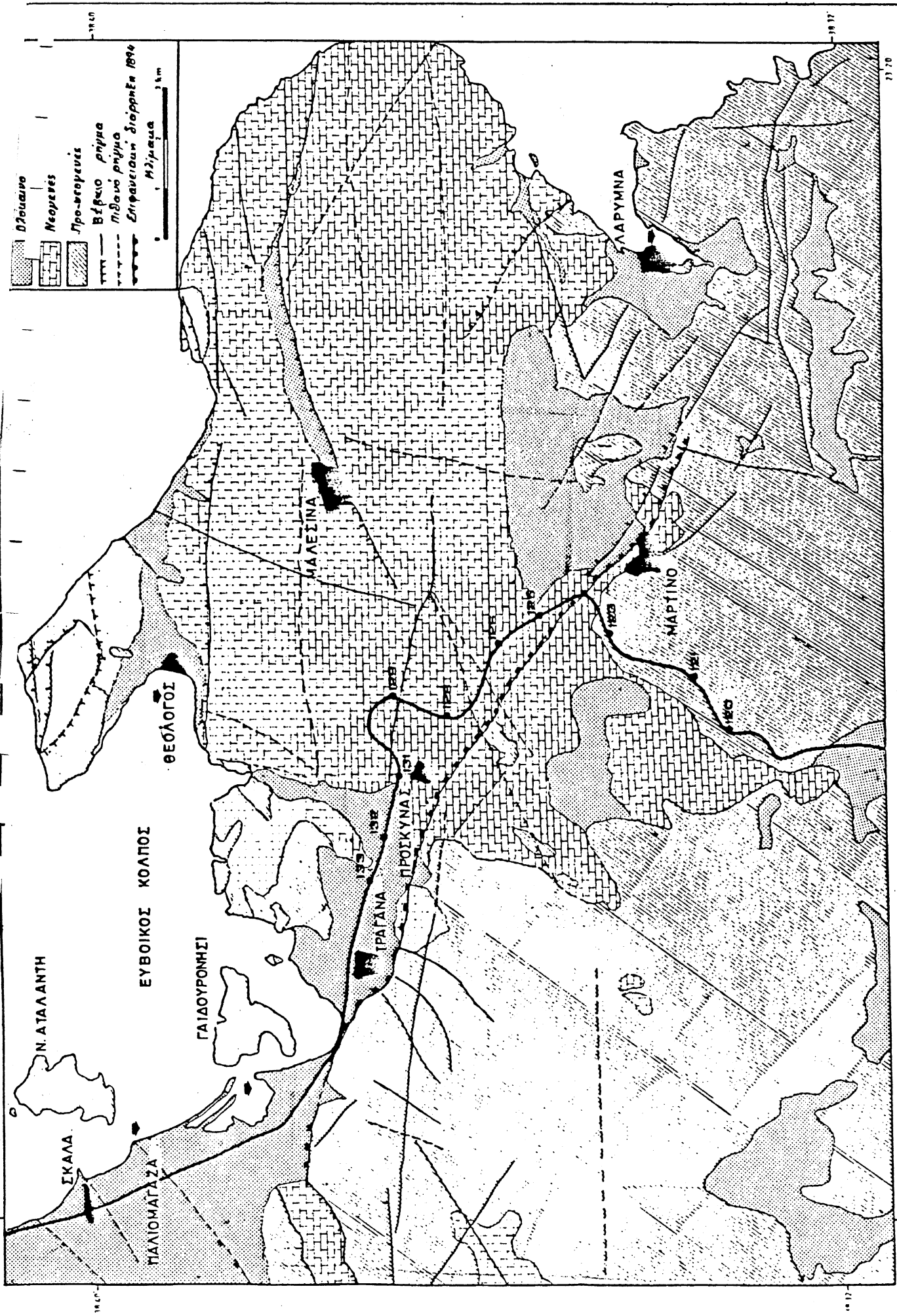
## 2. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

### 2.1. Ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών.

Μέχρι το 1983, σεισμολογικές έρευνες με αντικείμενο τον προσδιορισμό της δυναμικής κατάστασης του ρήγματος της Αταλάντης περιορίζονταν είτε σε στατιστική μελέτη της ευρύτερης περιοχής (ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ, 1978; ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ AND BURTON, 1985) είτε σε σποραδικές επί τόπου έρευνες με την τοποθέτηση φορητών σειсмоγράφων (ΛΑΓΙΟΣ ET AL, 1984). Οι τελευταίες ήταν κυρίως ερευνητικές προσπάθειες μέσα στα πλαίσια των διπλωματικών εργασιών των τελειοφοίτων φοιτητών του Γεωλογικού και Φυσικού τμήματος του Παν. Αθηνών.

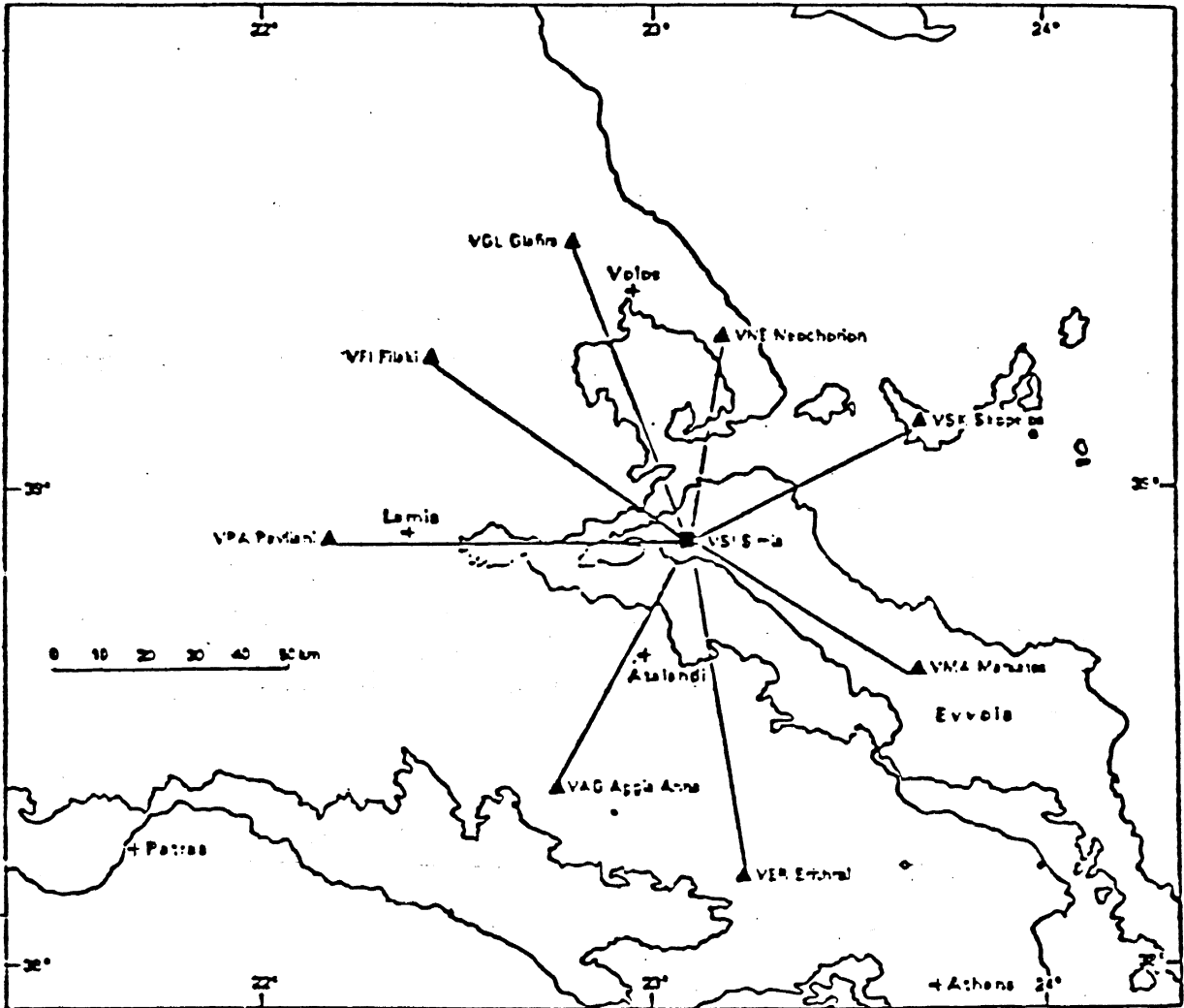
Από τις αρχές του 1983 το Παν. Αθηνών, Τομέας Γεωφυσικής, σε συνεργασία με το Βρετανικό Γεωλογικό Ινστιτούτο I.G.S., Σεισμολογική μονάδα G.S.U, άρχισε την εκπόνηση ενός προγράμματος με κύριο σκοπό τη συστηματική μελέτη της σεισμοτεκτονικής κατάστασης της περιοχής Βόλου-Αλμυρού-Αταλάντης. Έτσι από τον Νοέμβριο του 1982 άρχισε η υλοποίηση του προγράμματος με εγκατάσταση τηλεμετρικών σεισμολογικών σταθμών σε προεπιλεγμένες περιοχές. Στο σχήμα 4 φαίνονται οι θέσεις των σταθμών του δικτύου που ονομάστηκε VOLNET από τα αρχικά της λέξης VOLOS και NETWORK (δίκτυο). Όπως φαίνεται από το σχήμα οι σταθμοί είναι κατανομημένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε (α) να καλύπτουν αξιμουθιακά την περιοχή μελέτης και (β) να έχουν οπτική επαφή με τον σταθμό βάσης που βρίσκεται στο Τελέθρυο Ορος, στο Βόρειο τμήμα της Εύβοιας.

Το VOLNET είναι εφοδιασμένο με τα πλέον σύγχρονα όργανα ανίχνευσης (σεισμόμετρα WILLMORE MK III, 1.5 HZ ιδιοπερίοδο), καταγραφής (GEOSTORE RECORDER, 14 καναλιών, FM καταγραφή, διάρκεια συνεχούς αναγραφής μίας εβδομάδας) και τηλεμετάδοσης σήματος (πομπούς, δέκτες, κεραίες YANGI 12 στοιχείων, διαμορφωτές και αποδιαμορφωτές συχνότητας κ.λ.π.).



Σχήμα 3. Απλοποιημένος τωλογικός χάρτης της Λοκρίδας όπου φαίνεται η χωροσταθμική όδευση και τα επαναμετροημένα χωροσταθμικά σημεία.

*[Handwritten signature]*



Σχήμα 4. Το σεισμολογικό δίκτυο VOLNET

*[Handwritten signature]*

Το σύστημα μπήκε σε πλήρη λειτουργία στο τέλος του 1982 και οι πρώτες αναγραφές (σε μαγνητικές ταινίες) άρχισαν την 1/1/83. Η επεξεργασία των δεδομένων αρχικά έγινε στο Εδιμβούργο, όπου είναι η έδρα της Σεισμολογικής Μονάδας του I.G.S. Στην πρώτη φάση (1983-1984) δόθηκε έμφαση στη συλλογή των σεισμολογικών στοιχείων και η ανάλυσή τους σε μορφή μηνιαίου δελτίου. Ήδη ο ΟΑΣΠ έχει παραλάβει τα 24 μηνιαία δελτία αυτής της περιόδου.

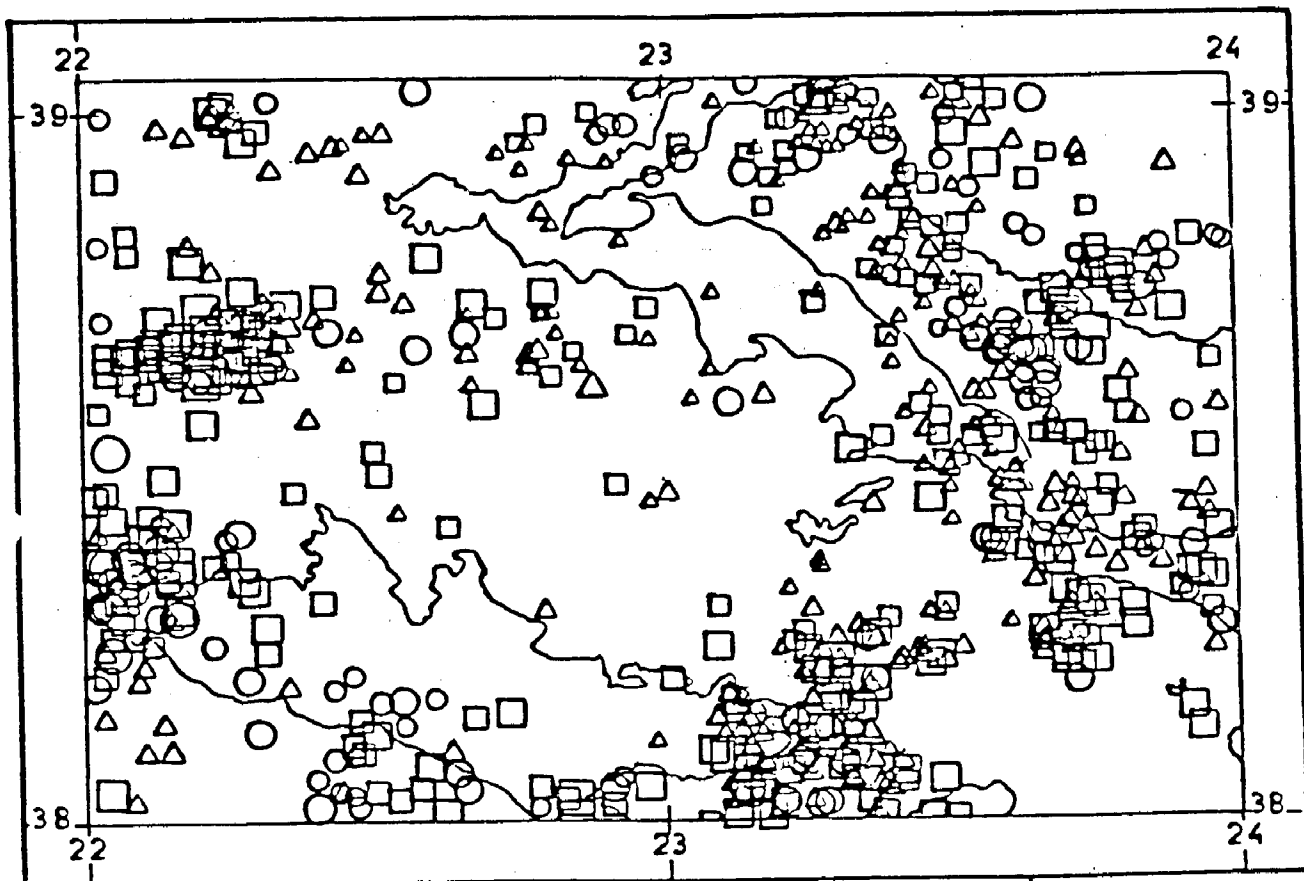
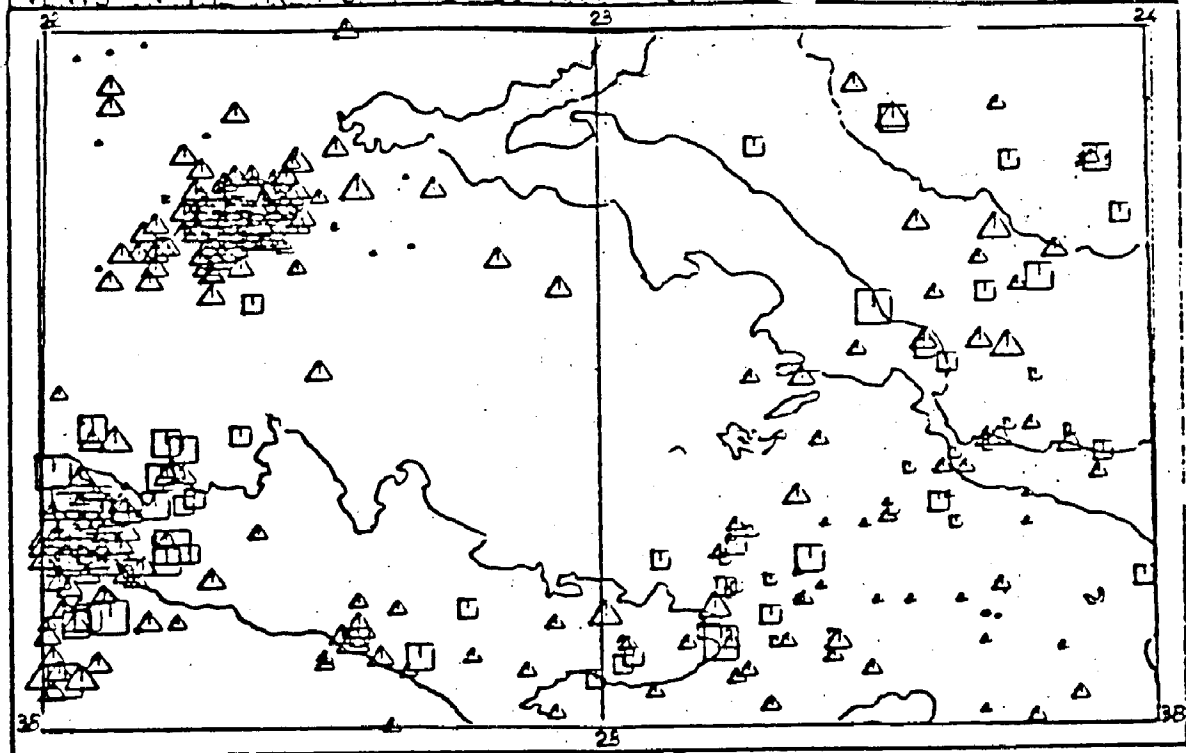
Από τα δεδομένα αυτής της περιόδου ένα πρώτο συμπέρασμα φαίνεται στο σχήμα 5 όπου γίνεται σύγκριση των σεισμών που καταγράφηκαν από το Εθνικό δίκτυο του Αστεροσκοπείου της Αθήνας (σχήμα 5) και από το VOLNET (σχήμα 5) στο ίδιο διάστημα στον ίδιο χώρο. Η μεγάλη διαφορά στον αριθμό των σεισμών που το Εθνικό δίκτυο δεν είναι ικανό να καταγράψει και αναλύσει λόγω της γεωμετρίας των σταθμών του, της μεταξύ τους απόστασης και της απόστασής τους από την περιοχή, δείχνει την αναγκαιότητα ύπαρξης ενός υψηλής στάθμης τοπικού δικτύου. Έτσι η εικόνα της σεισμικότητας της περιοχής είναι πολύ διαφορετική στα δύο διαγράμματα. Με βάση τα στοιχεία του Εθνικού δικτύου η περιοχή έχει ελάχιστους σεισμούς και αν δεν υπήρχε η γνωστή προϊστορία (σεισμοί 1894 κ.λ.π.) θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν περιοχή χαμηλού σεισμικού κινδύνου. Αντίθετα, η σεισμική εικόνα που δίνουν τα στοιχεία των δύο χρόνων του VOLNET, δείχνει ότι υπάρχει δραστηριότητα στην περιοχή και απελευθέρωση σεισμικής ενέργειας. Η απελευθέρωση αυτή γίνεται με μορφή μικρών σεισμών. Ο ακριβής προσδιορισμός της εστίας των σεισμών με το VOLNET δείχνει ότι αυτοί βρίσκονται πάνω στο ρήγμα.

Εκτός όμως από τη συλλογή και πρώτη επεξεργασία των στοιχείων που συνεχίζεται μέχρι τώρα, από τις αρχές του 1985, οπότε όλο το δίκτυο λειτουργεί με μηχανήματα και προσωπικό που ανήκει, μετά την αποχώρηση της Βρετανικής Ομάδας, αποκλειστικά στο Τομέα Γεωφυσικής-Γεωθερμίας του Παν. Αθηνών, άρχισε η σε βάθος ανάλυση των στοιχείων που συγκεντρώνονται καθημερινά. Έτσι, μετά την ψηφιοποίηση όλων των αναλογικών αναγραφών (βλέπε σχήμα 6) γίνεται φασματική ανάλυσή τους με σκοπό τη μελέτη της σεισμοτεκτονικής δυναμικότητας του ρήγματος (Σεισμική ροπή, τάσεις κ.λ.π.). Ένα πλήρες δείγμα δίνεται στο σχήμα 7. Αξίζει να σημειωθεί ότι όλα τα απαραίτητα προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή (SOFTWARE) υπάρχουν και εφαρμόζονται στον Η/Υ του Τομέα Γεωφυσικής του Παν. Αθηνών.

Τέλος θα πρέπει να σημειθούν επίσης οι δυσχέρειες που παρουσιάστηκαν στη διάρκεια της λειτουργίας του VOLNET. Τέτοιες ήταν και είναι: (α) η εβδομαδιαία μετάβαση στον κεντρικό σταθμό (Σίμια Εύβοιας) για αλλαγή ταινίας και άρση ενδεχόμενων βλαβών.

J. H. Q.

## EVENTS IN THE AREA OF AEGEAN 1983-1984

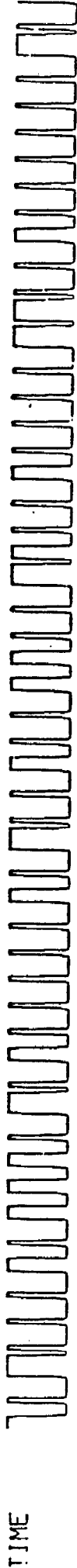


MAGNITUDE (Symbol Radius)	DEPTHS (kms)
□ < 2.0	○ < 2
□ 2.0 ≤ and < 3.0	□ 2 ≤ and < 10
□ 3.0 ≤ and < 4.0	△ 10 ≤

Σχήμα 5. Γεωγραφική διανομή σεισμικών επικέντρων στην ευρύτερη της Αιγαίνης στο διάστημα 1983-1984 με βάση δεδομένα Εθνικού Αστεροσκοπείου (πάνω) και του VOLNET (κάτω).

VL5001.R41

T PROGRAM: ADC DIGITISATION: G7319 PERFORMED: BY: VK  
R START: 1-JAN-85 17:41:18.0 CORR: 0.08 LENGTH: 50.00 CAJN: 2048.  
N NETWORK: VOLNET-D TAPE: VL116 EVENT: 850001 NO. CHANNELS DIGITISED: 12



VSI Z  
2048.



VSI NS  
2048.



VSI EW  
2048.



VPA Z  
2048.



VFI Z  
2048.



VGL Z  
2048.



VNE Z  
2048.



VSK Z  
512.



VMA Z  
512.



VTH Z  
256.



VAG Z  
2048.

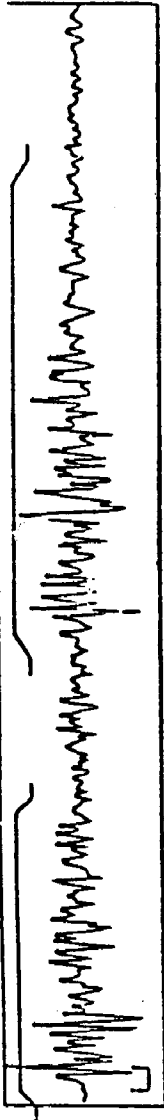


*[Handwritten signatures]*

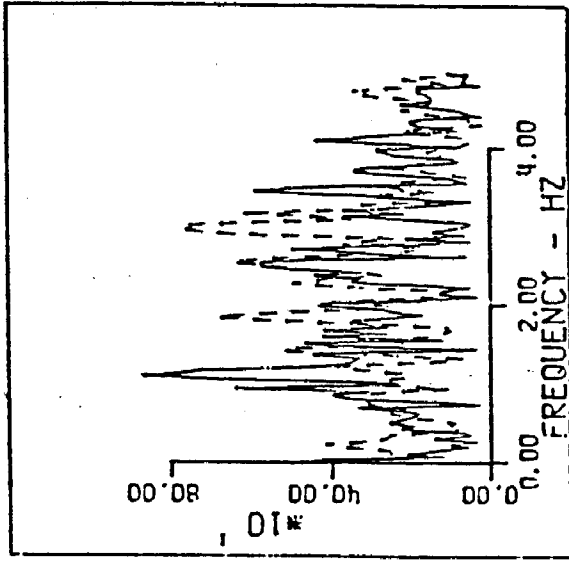
Σχήμα 6. Ψηφιοποίηση αναλογικών αναγραφών του δικτύου VOLNET.



IRL  
OUR /DIG. DATE 1-DEC-66, TIME .. 57

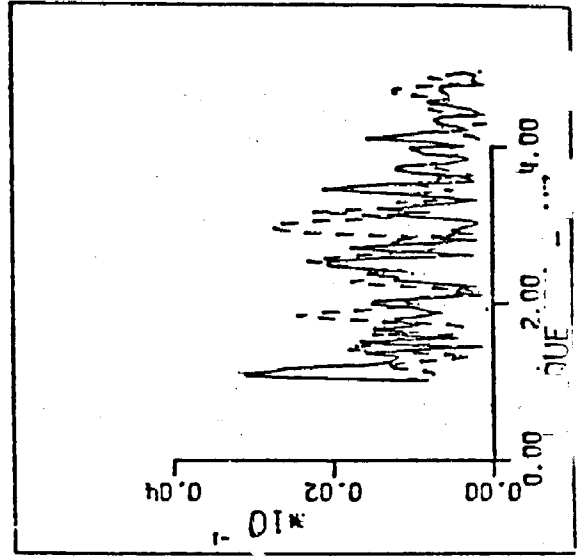


SPECTRA OF ORIGINAL SEISMOGRAM

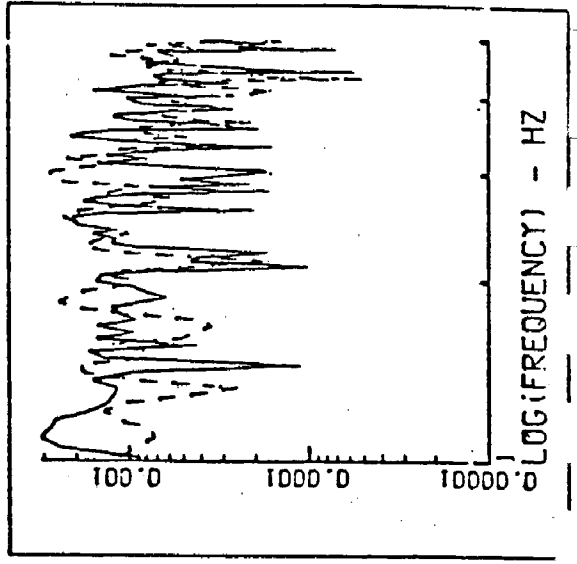


Σχήμα 7. φασματική ανάλυση αναγραφών του δικτύου VOLNET.

SPECTRA OF CORRECTED SEISMOGRAM



LOG SPECTRA OF CORRECTED SEISMOGRAM



*J. G.*

Αυτή στη διάρκεια του χειμώνα λόγω του υψομέτρου και της κακής οδικής σύνδεσης είναι δύσκολη και μερικές φορές αδύνατη. Έτσι χάνονται πολύτιμα δεδομένα, το είδος δε της βλάβης ενδεχόμενα απαιτεί την μεταφορά μονάδων στο ηλεκτρονικό εργαστήριο του Τομέα, με αποτέλεσμα τη διακοπή της λειτουργίας ολόκληρου του δικτύου για αρκετό καιρό. (β) Το πρόβλημα της αντικατάστασης όλων των μπαταριών των περιφερειακών σταθμών, που βρίσκονται γενικά στις κορυφές βουνών, κάθε έξι μήνες. Αυτό το τελευταίο σε ένα μεγάλο μέρος περιορίστηκε με την αντικατάσταση των μπαταριών με φωτοβολταϊκά στοιχεία (SOLAR PANELS).

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι μετά την εγκατάσταση του VOLNET η περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης βρίσκεται κάτω από καλή σεισμολογική κάλυψη, η δε διαπιστωμένη λειτουργικότητά του δείχνει ότι πρέπει, με κάθε τρόπο, η προσπάθεια να συνεχιστεί και ή δυνατόν να επεκταθεί με περισσότερους σταθμούς του ίδιου τύπου που θα λειτουργούν για ορισμένα χρονικά διαστήματα στα διάφορα τμήματα του ρήγματος (MOBILE LOCAL NETWORK) ανάλογα με τις ενδείξεις δραστηριότητας που θα παρέχονται από το κύριο δίκτυο VOLNET.

## 2.2. Σεισμολογικές παρατηρήσεις και δεδομένα.

### 2.2.1. Ιστορικοί σεισμοί.

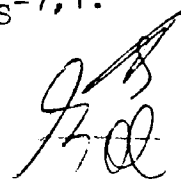
Οι σεισμοί που έγιναν σε ιστορικούς χρόνους και που θεωρείται ότι είναι συνδεδεμένοι με την τεκτονική δράση της περιοχής του ρήγματος της Αταλάντης είναι οι εξής, όπως προκύπτει από διάφορες πηγές (ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ 1955, SHEBALIN ET AL. 1974, PAPAACHOS AND COMNINAKIS 1982):

- 426 π.Χ., Καλοκαίρι. Καταστρεπτικός σεισμός στο Μαλιακό κόλπο και στη Βόρεια Εύβοια.

Παρατηρήθηκαν μεγάλες εδαφικές μεταβολές και τρία ερημωτικά θαλάσσια κύματα βαρύτητας (τσουνάμι) στις σημερινές Ροβιές και στην παλιά πρωτεύουσα Οπούς, κοντά στο σημερινό χωριό Κυπαρίσσι. Το μέγεθος του σεισμού υπολογίζεται ότι ήταν  $M_S = 7,1$ . Η μέγιστη ένταση ήταν  $I_0 = XI$  στη Σκάρφεια. Οι νεκροί υπολογίζονται σε τουλάχιστον 3.000. Από το σεισμό αυτό η χερσόνησος της Αταλάντης έγινε νησί λόγω καταβυθίσεως της ξηράς.

- 551 μ.Χ., 7 Ιουλίου. Ο ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ (1955) θεωρεί ότι ο σεισμός αυτός έγινε στον Μαλιακό κόλπο και συνοδεύτηκε από τσουνάμι στις ακτές αυτού. Από το σεισμό κατέρρευσαν τα τείχη των Θερμοπυλών. Όμως, ο σεισμός αυτός είχε το επίκεντρό του στην περιοχή της Ναυπάκτου σύμφωνα με τους SHEBALIN ET AL. (1974) και τους PAPAACHOS AND COMNINAKIS (1982). Το μέγεθός του υπολογίζεται ότι ήταν  $M_S = 7,1$ .

/ .



Ο ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ (1955), όμως, αναφέρει άλλο σεισμό, ο οποίος έγινε τον χειμώνα του ίδιου έτους στην περιοχή του βόρειου Κορινθιακού κόλπου και κατέστρεψε οκτώ πόλεις, μεταξύ των οποίων την Πάτρα και την Ναυπακτο. Φαίνεται, λοιπόν, ότι υπάρχει κάποια σύγχυση σχετικά με τους σεισμούς του 551 μ.Χ. Αλλά το γεγονός ότι υπήρξαν μεγάλες ζημιές στην Φθιώτιδα, όπως η κατάρρευση των τειχών των Θερμοπυλών, και η εμφάνιση θαλάσσιου κύματος στον Μαλιακό και τον βόρειο Ευβοϊκό κόλπο, ευνοούν την άποψη ότι στην περιοχή του Μαλιακού πρέπει να έγινε ισχυρός σεισμός το 551 μ.Χ. και ότι αυτός ήταν διαφορετικός από το σεισμό της Ναυπάκτου του ίδιου έτους.

- 1894, 20 Απριλίου. Σεισμός μεγέθους  $M_S = 6,8$  προκάλεσε μεγάλες καταστροφές στη Λοκρίδα και ιδιαίτερα στη Μαλεσίνα όπου η μακροσεισμική ένταση ήταν  $I_0 = X$ .
- 1894, 27 Απριλίου. Σεισμός μεγέθους  $M_S = 7,0$  και με μέγιστη ένταση  $I_0 = X$  στον Άγιο Κωνσταντίνο προξένησε νέες μεγάλες καταστροφές στη Λοκρίδα.

Από τους σεισμούς αυτούς καταστράφηκαν συνολικά 3783 κατοικίες, σκοτώθηκαν 255 άνθρωποι και τραυματίστηκαν σοβαρά 146. Παρατηρήθηκε εδαφικό ρήγμα συνολικού, ορατού μήκους 55 - 60 χλμ. περίπου. Παρατηρήθηκαν επίσης καταβυθίσεις, χάσματα και κατολισθήσεις. Στην Αιδηψό, μετά το σεισμό εμφανίστηκαν 100 περίπου νέες πηγές με θερμοκρασία  $70^\circ - 82^\circ C$ . Ο ΣΚΟΥΡΗΟΣ (1894) αναφέρει 850 κύριες δονήσεις μεταξύ 20 και 27 Απριλίου και 4250 μετασεισμικές δονήσεις μεταξύ 27 Απριλίου και 6 Μαΐου.

Οι κυριότερες παράμετροι των σεισμών αυτών συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Παράμετροι ιστορικών σεισμών στην περιοχή του  
ρήγματος της Αταλάντης.

Ημερομηνία	Ώρα	$\phi_N^\circ$	$\lambda_E^\circ$	H	$M_S$	$I_0$
426 Π.Χ. Καλοκαίρι	;	38.3	22.3	η	7,1	XI (Σκάρφεια)
551 μ.Χ. Ιούλιος	;	;	;	η	;	Λοκρίδα
1894, 20 Απριλίου	16:50	38.6	23.2	η	6,8	X (Μαλεσίνα)
1894, 27 Απριλίου	19:40	38.7	23.0	η	7,0	X (Αγ. Κων/νος)

*Σκάρφεια*

όπου  $\phi_N^0$  = βόρειο γεωγραφικό πλάτος,  $\lambda_E^0$  = νότιο γεωγραφικό μήκος,  $H$ =εστιακό βάθος,  $M_S$  = επιφανειακό μέγεθος,  $I_0$  = μέγιστη μακροσεισμική ένταση στην κλίμακα MERCALLI-SIEBERG,  $\eta$  = επιφανειακός σεισμός ( $H < 70$  KM). Το σφάλμα στο μέγεθος είναι 0,5 ενώ το σφάλμα στο επίκεντρο είναι όχι μεγαλύτερο από 50 KM.

Επιπροσθέτως, στο βιβλίο του Μελέτιου "Γεωγραφία παλαιά και νέα", Εννετία 1728, αναφέρεται σεισμός αγνώστου χρονολογίας, που έγινε στη Λοκρίδα και από τον οποίο καταπλακώθηκαν 2.500 άτομα. Δυστυχώς, δεν έχουμε κριτήρια για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των πληροφοριών αυτών.

### 2.2.2. Θαλάσσια κύματα βαρύτητας (τσουνάμι) στην ιστορική περίοδο.

Ορισμένοι από τους σεισμούς που προαναφέρθηκαν διέγειραν τσουνάμι οποία παρατηρήθηκαν στις ακτές του Ευβοϊκού και του Μαλιακού κόλπου. Συγκεκριμένα, τσουνάμι διεγέρθηκαν από τους σεισμούς του 426π.Χ., του 551 μ.Χ. και του 1894(Απρ. 27).

Το πρώτο από τα κύματα αυτά φαίνεται ότι προκάλεσε σημαντικές ζημιές στις ακτές της Λοκρίδας, σε ορισμένα σημεία των οποίων το κύμα εισέδουσε σε βάθος εκατοντάδων μέτρων στην ξηρά. Όπως προκύπτει από σχετικό κατάλογο (PAPADOPOULOS AND CHALKIS, 1984), οι βασικές παράμετροι των κυμάτων αυτών είναι οι εξής:

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Παράμετροι θαλάσσιων κυμάτων βαρύτητας στον Ευβοϊκό και Μαλιακό κόλπο.

Ημερομηνία	Περιοχή	M	D	H
426 π.Χ. Καλοκαίρι	Ευβοϊκός κόλπος	4	900	—
	Φθιώτιδα	5	—	—
	Μαλιακός κόλπος	—	—	—
	Σκόπελος	3	—	—
551μ.Χ. Ιούλιος	Μαλιακός κόλπος (Σκάρφεια)	4	—	—
1894,27 Απριλίου	Ευβοϊκός κόλπος και όρμος της Αταλάντης	4	—	3

όπου  $M$  = μέγεθος στην εξαβάθμια κλίμακα SIEBERG,  $D$  = απόσταση (σε  $m$ ) που το κύμα εισέδυσσε στην ξηρά,  $H$  = ύψος του κύματος στην ακτή (σε  $m$ ).

Επίσης, από τον σεισμό της θήβας της 18 - 8 - 1853 ( $M_S=7,0$ ) προκλήθηκε στον Ευβοϊκό κόλπο τσουνάμι με μέγεθος  $M=3$ . Δεν γνωρίζουμε όμως σε ποιά σημεία του Ευβοϊκού κόλπου παρατηρήθηκε το κύμα αυτό.

### 2.2.3. Σεισμική Δράση από το 1900 έως σήμερα.

Ο πίνακας 3 περιέχει κατάλογο σεισμών που έγιναν στην ευρύτερη περιοχή ( $38.0^{\circ}$ - $39.5^{\circ}$ N,  $22.0^{\circ}$ - $24.0^{\circ}$ E) του ρήγματος της Αταλάντης. Αφορά τους σεισμούς της χρονικής περιόδου από 1900 έως 1982. Στο σχήμα 8 φαίνονται όλοι αυτοί οι σεισμοί σε κλίμακα 1:1.000.000.

Όπως φαίνεται από το πλήθος και την χωρική κατανομή των επικέντρων, η περιοχή του ρήγματος δεν παρουσίασε σημαντική σεισμική δραστηριότητα κατά τα τελευταία 82 χρόνια. Οι σχετικά λίγοι σεισμοί είχαν μικρά μεγέθη και δεν ξεπέρασαν το 5,1 της κλίμακας RICHTER (14-11-74,  $38.5^{\circ}$ N,  $23.0^{\circ}$ E), με εξαίρεση τους δύο παλιότερους σεισμούς της περιοχής Χαλκίδας το 1902 (Απρ. 11) με μέγεθος 5,8 (UNS) και ένταση VI στην πόλη της Χαλκίδας και τον σεισμό του 1916 (Σεπ. 27) με μέγεθος επίσης 5,8 (UNS) με ένταση VIII στη Λιχάδα. Ο πίνακας 4 περιέχει τους σεισμούς κατά μήκος της ζώνης που περιέχει το ρήγμα.

Οι συντεταγμένες των κορυφών της ζώνης είναι:

38.4, 23.0-38.7, 22.5-39.0, 22.5-39.0, 23.3-38.5, 23.8-38.25, 23.4 όπου τα πλάτη είναι βόρεια και τα μήκη ανατολικά (σχήμα 9).

Γενικά, η σεισμική δράση στον παρόντα αιώνα αλλά και στην ιστορική περίοδο δείχνει ότι η περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης δεν έχει τόσο υψηλή σεισμικότητα όσο άλλες περιοχές της χώρας, όπως π.χ. τα νησιά του Ιονίου Πελάγους και ο Κορινθιακός κόλπος.

## 3. ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ

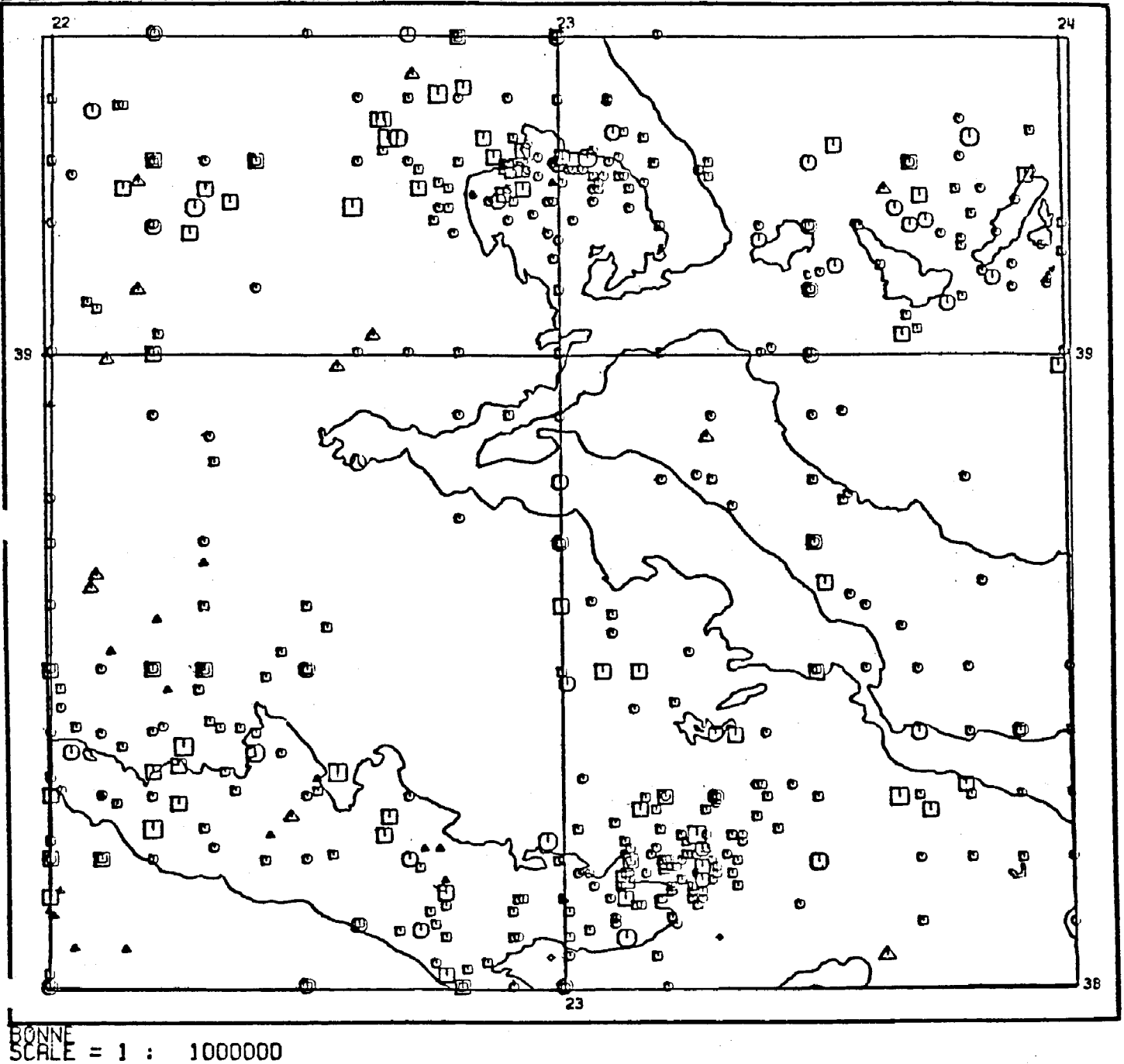
### 3.1. Ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών.

Οι μέθοδοι της Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής, που είναι δυνατόν να συμβάλλουν στην πρόγνωση μεγάλου σεισμού και έχουν μέχρι τώρα εφαρμοσθεί στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης, είναι πολύ περιορισμένες.

Εκτός από το σεισμολογικό δίκτυο της περιοχής για την παρακολούθηση της σεισμικής δράσης, το καλοκαίρι του 1981 εγκαταστάθηκε ένα μικροβαρυτομετρικό δίκτυο για την παρακολούθηση κατακόρυφων κινήσεων.

Γ. Α.

## EVENTS AROUND ATALANTI FAULT, 1900-1982



BONNE  
SCALE = 1 : 1000000




Σχήμα 8. Γεωγραφική διανομή των σεισμικών επικέντρων στην ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης στην περίοδο 1900 - 1982 (οι ενδείξεις για τα σύμβολα φαίνονται στην επόμενη σελίδα).

*Handwritten signature*

Ενδείξεις για τα σύμβολα του Σχήματος 8.

## KEY TO SYMBOLS

### DEPTHS (KMS)

	<	20
	20 AND <	50
	50	

### MAGNITUDE (SYMBOL RADIUS)

.	<	4.0
.	4.0 AND <	5.0
.	5.0 AND <	6.0
.	6.0 AND <	7.0
	7.0	

*Handwritten signature and initials*

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 3

Κατάλογος σεισμών που έγιναν  
στην περιοχή του ρήγματος της  
Αταλάντης στο διάστημα 1900-1982.  
Τα επίκεντρα των σεισμών αυτών  
φαίνονται στο Σχήμα 8.





EARTHQUAKES AROUND ATALANTI FAULT SYSTEM 38-39.5 N, 22-24 E  
 PERIOD OF OBSERVATION: 1900-1982

DATE	ORIG.TIME	LAT(N)	LOE(E)	DEPTH	MAGNITUDE (MS)
1901 SEP 12	06 15 0.0	39.00	22.20	24	5.6
1902 APR 11	18 35 0.0	38.50	23.50	24	5.8
1909 MAY 30	06 14 0.0	38.25	27.20	20	6.0
1909 JUN 13	09 15 30.0	38.30	22.00	24	5.5
1909 JUN 15	23 30 0.0	39.20	22.20	14	5.6
1911 MAR 16	03 12 43.0	38.20	22.00	20	5.4
1911 OCT 22	22 32 0.0	39.50	23.00	15	5.6
1914 OCT 17	06 22 32.0	38.20	23.50	8	6.0
1914 OCT 17	10 42 0.0	38.20	23.50	24	5.3
1916 FEB 06	14 39 40.0	39.00	23.50	14	5.5
1916 MAY 20	22 14 0.0	38.20	23.20	28	5.5
1916 SEP 27	15 02 13.0	38.80	23.00	6	5.8
1918 JAN 27	12 56 35.0	38.50	22.00	24	5.1
1918 FEB 09	12 28 47.2	39.26	23.65	50	5.7
1919 OCT 13	13 04 10.0	38.40	23.90	7	4.8
1919 OCT 25	17 54 0.5	38.28	23.72	44	5.0
1925 APR 12	19 27 0.9	38.64	23.52	24	5.0
1928 JAN 22	00 18 26.0	38.83	22.60	12	5.1
1928 APR 22	19 59 29.4	38.40	23.34	28	5.4
1928 APR 22	20 13 55.9	38.08	23.12	8	6.5
1931 JAN 04	00 00 52.5	38.27	23.27	8	5.7
1931 SEP 11	16 23 22.7	38.87	23.29	77	5.0
1932 AUG 15	04 34 40.1	39.10	22.17	51	5.7
1938 JUL 20	00 23 42.5	38.30	23.66	42	6.1
1938 JUL 27	01 29 18.7	38.32	23.79	44	5.0
1938 SEP 18	03 50 40.9	38.27	22.47	53	5.9
1939 MAY 31	00 24 5.0	38.00	22.00	14	5.0
1939 JUN 02	14 11 43.0	38.65	22.09	148	5.2
1942 JUN 01	09 01 18.0	38.99	22.11	65	5.3
1942 JUN 01	09 17 45.0	38.98	22.56	68	5.6
1947 APR 19	20 29 44.4	39.33	23.55	30	5.3
1947 NOV 29	10 14 4.8	39.23	23.67	15	5.1
1949 OCT 04	17 33 33.9	38.63	22.08	111	5.0
1952 OCT 13	16 42 32.7	39.18	23.40	15	5.2
1953 JUN 13	18 38 58.1	38.10	22.60	4	5.1
1953 NOV 03	14 45 54.4	38.98	23.99	22	5.0
1954 APR 30	13 02 39.5	39.23	22.28	16	6.7
1954 APR 30	19 33 30.0	39.30	22.20	26	4.7
1954 MAY 04	16 43 26.0	39.26	22.14	27	5.5
1954 MAY 04	16 45 32.7	39.24	22.35	28	5.4
1954 MAY 04	23 44 54.0	39.30	22.20	20	4.8
1954 MAY 25	22 03 37.1	39.26	22.30	22	5.3
1955 JAN 03	01 07 10.9	39.19	22.27	41	5.6
1955 JAN 03	07 53 9.0	39.27	22.17	52	5.0
1955 FEB 21	19 46 44.0	39.40	23.10	4	4.7
1955 FEB 22	09 43 0.0	39.40	23.10	7	4.8
1955 APR 19	16 47 23.8	39.31	23.06	15	6.2
1955 APR 21	07 18 18.0	39.30	23.00	5	5.8
1956 MAY 18	22 08 36.7	39.03	22.63	52	5.1
1956 NOV 02	16 04 36.1	39.35	23.11	5	5.2
1957 MAR 08	12 14 18.7	39.34	22.68	18	6.5
1957 MAR 08	12 21 18.7	39.34	22.66	30	6.8
1957 MAR 08	20 38 1.6	39.34	22.85	23	5.0
1957 MAR 08	23 35 17.3	39.41	22.76	41	6.0
1957 MAR 11	09 31 14.0	39.50	22.80	28	5.1
1957 MAR 11	13 39 36.0	39.50	22.80	21	4.7

Handwritten initials or signature in the bottom right corner.

DATE	ORIG.TIME	LAT(N)	LOE(E)	DEPTH	MAGNITUDE(MS)
1957 MAR 28	22 26 7.4	39.34	22.68	30	5.1
1957 MAY 21	13 24 25.2	39.42	22.81	37	5.4
1957 SEP 20	02 19 10.0	38.50	23.00	20	4.8
1957 NOV 09	23 55 58.5	38.57	22.54	23	4.8
1957 NOV 26	08 15 33.3	39.44	22.71	57	5.0
1957 NOV 26	11 50 12.0	39.37	22.64	47	5.0
1957 NOV 27	03 08 12.1	39.37	22.65	42	5.3
1961 JAN 28	07 18 17.0	39.40	22.00	33	4.9
1961 JUL 12	02 48 34.7	39.26	23.79	38	4.6
1962 JAN 19	19 38 2.7	38.35	22.25	35	5.3
1962 JAN 19	22 18 28.0	38.38	22.15	40	4.9
1964 FEB 23	22 41 3.9	39.21	23.73	10	5.4
1964 FEB 24	23 21 13.0	38.10	24.00	16	4.6
1964 FEB 24	23 30 28.0	39.09	23.80	41	4.7
1964 APR 15	20 54 27.4	39.04	23.71	44	4.4
1964 APR 29	04 21 5.1	39.25	23.72	20	5.5
1964 APR 29	17 00 1.3	39.14	23.55	15	5.0
1964 APR 30	18 11 31.2	39.17	23.80	26	4.2
1964 JUL 17	02 34 26.7	38.05	23.63	155	6.0
1964 DEC 01	10 21 3.3	38.53	22.45	48	4.7
1965 JAN 10	08 02 51.7	38.70	22.00	46	4.3
1965 FEB 20	22 47 8.6	38.40	22.10	6	4.3
1965 MAR 09	17 57 54.5	39.34	23.82	18	6.3
1965 MAR 09	19 46 58.7	39.12	23.86	19	5.0
1965 MAR 09	21 20 4.5	39.19	23.87	7	4.8
1965 MAR 09	18 37 54.6	39.28	23.93	33	5.0
1965 MAR 09	22 19 6.4	39.17	23.96	13	4.6
1965 MAR 09	22 35 15.3	39.26	23.84	18	4.9
1965 MAR 10	00 04 32.9	39.19	23.76	1	4.5
1965 MAR 10	01 36 5.8	39.08	23.77	18	5.1
1965 MAR 10	21 50 19.8	39.35	23.94	37	4.4
1965 MAR 13	04 08 40.6	39.11	23.97	11	4.9
1965 MAR 13	04 09 37.9	39.03	23.68	33	5.3
1965 MAR 13	15 42 16.5	39.14	23.90	18	4.6
1965 MAR 15	23 08 30.9	39.16	24.00	33	4.7
1965 MAR 22	03 22 22.2	39.13	23.84	1	4.6
1965 MAR 31	09 47 26.3	38.38	22.26	45	6.6
1965 MAR 31	12 01 11.7	38.47	22.23	78	4.9
1965 JUL 06	03 18 42.1	38.37	22.40	18	6.4
1965 SEP 11	04 49 12.8	39.07	22.09	42	4.3
1965 OCT 23	04 27 12.9	38.41	22.37	29	4.3
1966 JAN 17	20 04 58.6	38.12	22.00	62	4.4
1966 APR 19	12 26 51.1	38.00	22.00	1	4.0
1966 SEP 01	12 35 34.0	38.03	22.81	39	4.6
1966 SEP 24	20 21 17.5	38.06	22.15	71	4.2
1967 JAN 04	05 58 52.5	38.37	22.04	1	5.5
1967 JAN 04	07 10 14.0	38.29	22.13	24	4.3
1967 JUN 11	05 35 5.0	38.14	22.91	40	4.4
1967 JUN 12	02 51 5.8	38.15	22.77	35	5.0
1967 JUN 12	01 29 9.5	38.08	22.90	47	4.4
1967 JUN 12	11 00 16.0	38.04	22.75	5	4.3
1967 SEP 03	07 46 21.8	38.23	22.00	45	4.4
1968 APR 01	06 27 22.0	38.64	23.83	5	4.2
1968 MAY 28	21 31 41.3	38.78	23.57	10	4.2
1969 JAN 13	05 46 40.4	38.31	22.52	46	4.9
1969 JUL 03	09 42 2.0	38.41	22.05	28	4.5
1969 JUL 17	23 01 16.0	38.91	23.56	1	4.0
1969 OCT 02	23 13 40.6	38.47	22.29	45	4.7

DATE	ORIG.TIME	LAT(N)	Lon(E)	DEPTH	MAGNITUDE (MS)
1969 DEC 19	23 54 40.5	38.92	22.00	65	4.3
1969 DEC 23	02 13 49.0	39.37	23.80	6	4.9
1969 DEC 27	07 31 54.5	39.22	23.82	42	4.6
1970 APR 03	13 50 28.3	38.34	22.56	23	6.2
1970 APR 11	01 03 11.3	38.17	22.77	55	4.4
1970 APR 11	04 07 43.3	38.22	22.73	62	4.3
1970 APR 20	15 39 31.6	38.27	22.66	38	5.3
1970 MAY 03	18 30 42.7	38.67	22.30	58	4.4
1970 MAY 12	22 49 3.2	38.21	22.55	39	4.9
1970 JUN 17	05 59 58.0	38.38	22.14	3	4.4
1970 AUG 28	14 58 16.0	38.20	22.00	1	4.5
1970 OCT 01	22 21 56.9	38.04	22.85	35	4.9
1970 OCT 01	22 38 37.2	38.02	22.77	43	5.3
1971 FEB 09	21 20 35.3	38.13	22.77	40	4.4
1971 SEP 11	02 03 11.5	38.87	22.31	5	4.4
1971 DEC 02	06 00 28.6	39.28	22.04	1	4.0
1972 APR 26	21 14 11.1	38.24	22.43	81	4.5
1972 JUN 15	00 33 24.9	38.34	22.20	33	5.1
1972 JUN 15	09 25 26.3	38.33	22.52	76	4.2
1972 OCT 31	11 30 54.0	38.30	22.10	64	4.0
1972 NOV 24	01 35 27.5	38.83	22.32	37	4.5
1972 NOV 25	15 20 49.7	38.49	22.42	48	4.1
1972 DEC 05	12 00 15.0	39.14	23.64	39	4.4
1973 MAR 06	12 21 34.7	38.77	23.56	35	4.1
1973 NOV 20	13 02 34.2	39.31	23.80	1	4.6
1974 FEB 23	01 28 47.0	38.02	22.00	40	4.4
1974 SEP 30	08 23 0.1	38.31	22.02	1	4.1
1974 NOV 14	13 22 34.7	38.50	23.08	27	5.0
1974 NOV 14	14 26 46.6	38.48	23.01	6	5.1
1974 NOV 14	15 29 46.8	38.50	23.15	35	5.0
1974 DEC 01	06 21 19.0	38.59	23.10	31	4.0
1974 DEC 02	23 02 19.0	38.42	22.31	34	4.9
1974 DEC 02	23 09 32.4	38.41	22.33	38	4.1
1975 JAN 01	10 45 44.8	38.22	22.76	51	4.5
1975 JAN 08	19 28 11.3	38.14	23.00	53	4.3
1975 JAN 08	19 32 34.1	38.24	22.65	26	5.7
1975 JAN 08	19 58 16.0	38.10	22.75	33	4.5
1975 MAR 29	15 38 50.0	38.09	22.68	40	4.1
1975 APR 01	08 20 2.0	38.53	23.25	8	4.4
1975 APR 13	20 59 10.4	39.01	23.42	3	4.2
1975 MAY 13	00 22 53.0	38.19	22.72	45	4.6
1975 MAY 19	03 26 20.4	38.34	22.34	26	4.7
1975 SEP 13	14 30 37.6	38.47	22.02	40	4.9
1976 JAN 27	23 21 32.6	38.22	22.32	10	4.0
1976 FEB 22	12 02 53.0	39.38	22.08	19	5.1
1976 FEB 22	22 01 48.8	39.39	22.13	34	4.8
1976 FEB 22	22 54 34.8	39.39	22.14	23	4.8
1976 APR 26	22 42 19.3	39.18	23.80	10	4.0
1976 JUN 05	20 30 11.5	38.58	22.21	51	4.0
1976 JUN 20	04 51 17.0	38.53	22.12	51	4.7
1976 AUG 19	22 36 24.8	39.08	22.07	41	4.3
1976 OCT 17	00 22 24.0	38.56	23.10	10	4.0
1976 OCT 17	00 27 27.0	38.61	23.06	2	4.0
1976 OCT 27	00 38 45.0	38.20	22.42	32	4.2
1977 APR 05	17 15 8.9	39.28	23.30	43	4.2
1977 MAY 13	16 14 34.0	39.06	23.69	23	4.1
1977 MAY 13	18 17 44.5	39.13	23.52	1	4.9
1977 DEC 29	16 52 58.8	38.29	22.25	37	5.0

DATE	ORIG.TIME	LAT(N)	LON(E)	DEPTH	MAGNITUDE (MS)
1978 JAN 26	08 29 48.1	39.27	22.99	55	4.0
1978 JAN 31	06 39 19.3	39.34	22.91	39	4.5
1978 AUG 23	21 46 51.8	38.06	22.05	58	4.1
1978 SEP 09	16 32 1.1	38.45	23.22	23	4.6
1979 JAN 25	13 20 18.8	38.57	23.67	9	4.0
1979 JAN 26	20 11 33.4	38.62	23.57	5	4.0
1979 MAR 01	02 50 32.8	39.29	23.28	1	4.1
1979 JUN 08	20 47 41.1	38.44	23.14	10	4.5
1979 JUN 21	02 09 53.0	39.03	22.21	24	4.2
1979 JUN 23	20 07 39.3	38.76	23.34	7	4.0
1979 JUN 26	15 34 30.6	38.81	23.27	4	4.6
1979 JUL 02	15 43 22.5	38.08	22.90	44	4.6
1979 NOV 27	10 27 17.7	38.77	22.00	10	4.0
1980 JAN 02	18 04 17.8	39.19	22.98	10	4.3
1980 JAN 02	18 52 37.0	39.31	22.96	2	4.6
1980 JAN 04	22 00 48.4	39.27	23.01	10	4.0
1980 JAN 21	07 15 52.5	39.29	23.03	10	4.5
1980 JAN 21	07 47 3.1	39.30	22.91	38	4.7
1980 JAN 25	23 08 15.4	39.21	23.03	1	4.3
1980 FEB 28	23 45 16.6	38.17	23.23	30	4.8
1980 FEB 29	04 16 52.3	38.19	23.22	11	4.6
1980 APR 24	19 33 43.4	38.28	23.28	39	4.3
1980 JUL 02	02 38 0.6	38.33	22.00	39	4.7
1980 JUL 02	17 10 38.3	38.14	22.00	20	5.0
1980 JUL 04	20 20 16.3	39.29	22.93	36	5.0
1980 JUL 04	20 48 51.5	39.29	23.02	5	4.3
1980 JUL 05	05 34 36.7	39.24	22.98	13	4.5
1980 JUL 05	06 18 12.5	39.18	23.00	10	4.9
1980 JUL 05	08 06 10.2	39.29	22.89	44	4.6
1980 JUL 05	09 56 9.7	39.24	22.99	10	4.2
1980 JUL 06	05 34 42.9	39.25	22.89	23	5.1
1980 JUL 06	08 52 51.2	39.29	22.94	3	4.0
1980 JUL 07	16 04 42.3	39.30	22.94	41	4.8
1980 JUL 08	02 59 31.3	39.24	22.91	39	4.5
1980 JUL 09	02 10 20.4	39.26	22.93	35	5.4
1980 JUL 09	02 11 57.3	39.29	22.91	47	6.4
1980 JUL 09	02 18 15.5	39.30	22.89	7	4.1
1980 JUL 09	02 30 45.9	38.74	22.80	1	4.5
1980 JUL 09	02 35 51.6	39.23	22.59	31	6.1
1980 JUL 09	06 01 47.7	39.31	22.87	23	5.3
1980 JUL 09	06 11 7.4	39.22	22.95	1	4.7
1980 JUL 09	06 41 51.6	39.29	23.03	1	4.6
1980 JUL 09	10 34 13.1	39.21	22.90	3	4.0
1980 JUL 09	16 06 0.8	39.24	22.88	10	5.0
1980 JUL 10	16 00 23.7	39.32	23.07	5	4.1
1980 JUL 10	19 39 2.8	39.32	22.93	22	5.5
1980 JUL 12	08 51 54.0	39.29	23.03	12	4.3
1980 JUL 14	19 38 10.4	39.15	22.99	8	4.6
1980 JUL 14	22 39 27.6	39.27	23.08	25	4.1
1980 JUL 14	22 45 32.1	39.30	23.01	33	4.5
1980 JUL 15	00 31 42.0	39.28	23.07	22	4.5
1980 JUL 15	11 34 54.5	39.28	23.12	25	4.9
1980 JUL 15	21 42 26.2	39.23	22.78	44	4.1
1980 JUL 16	00 06 59.4	39.32	22.65	31	4.9
1980 JUL 16	03 11 48.1	39.21	22.75	41	4.1
1980 JUL 16	18 05 41.0	39.25	22.83	53	4.7
1980 JUL 17	02 50 34.9	39.29	23.02	56	4.6
1980 JUL 17	11 09 31.8	39.26	23.07	13	4.3
1980 JUL 17	14 13 43.9	39.28	23.13	6	4.7

DATE	ORIG.TIME	LAT(N)	LOE(E)	DEPTH	MAGNITUDE (MS)
1978 JAN 26	08 29 48.1	39.27	22.99	55	4.0
1978 JAN 31	06 39 19.3	39.34	22.91	39	4.5
1978 AUG 23	21 46 51.8	38.06	22.05	58	4.1
1978 SEP 09	16 32 1.1	38.45	23.22	23	4.6
1979 JAN 25	13 20 18.8	38.57	23.67	9	4.0
1979 JAN 26	20 11 33.4	38.62	23.57	5	4.0
1979 MAR 01	02 50 32.8	39.29	23.28	1	4.1
1979 JUN 08	20 47 41.1	38.44	23.14	10	4.5
1979 JUN 21	02 09 53.0	39.03	22.21	24	4.2
1979 JUN 23	20 07 39.3	38.76	23.34	7	4.0
1979 JUN 26	15 34 30.6	38.81	23.27	4	4.6
1979 JUL 02	15 43 22.5	38.08	22.90	44	4.6
1979 NOV 27	10 27 17.7	38.77	22.00	10	4.0
1980 JAN 02	18 04 17.8	39.19	22.98	10	4.3
1980 JAN 02	18 52 37.0	39.31	22.96	2	4.6
1980 JAN 04	22 00 48.4	39.27	23.01	10	4.0
1980 JAN 21	07 15 52.5	39.29	23.03	10	4.5
1980 JAN 21	07 47 3.1	39.30	22.91	38	4.7
1980 JAN 25	23 08 15.4	39.21	23.03	1	4.3
1980 FEB 28	23 45 16.6	38.17	23.23	30	4.6
1980 FEB 29	04 16 52.3	38.19	23.22	11	4.6
1980 APR 24	19 33 43.4	38.28	23.28	39	4.3
1980 JUL 02	02 38 0.6	38.33	22.00	39	4.7
1980 JUL 02	17 10 38.3	38.14	22.00	20	5.0
1980 JUL 04	20 20 16.3	39.29	22.93	36	5.0
1980 JUL 04	20 48 51.5	39.29	23.02	5	4.3
1980 JUL 05	05 34 36.7	39.24	22.98	13	4.5
1980 JUL 05	06 18 12.5	39.18	23.00	10	4.9
1980 JUL 05	08 06 10.2	39.29	22.89	44	4.6
1980 JUL 05	09 56 9.7	39.24	22.99	10	4.2
1980 JUL 06	05 34 42.9	39.25	22.89	23	5.1
1980 JUL 06	08 52 51.2	39.29	22.94	3	4.0
1980 JUL 07	16 04 42.3	39.30	22.94	41	4.8
1980 JUL 08	02 59 31.3	39.24	22.91	39	4.5
1980 JUL 09	02 10 20.4	39.26	22.93	35	5.4
1980 JUL 09	02 11 57.3	39.29	22.91	47	6.4
1980 JUL 09	02 13 15.5	39.30	22.89	7	4.1
1980 JUL 09	02 30 45.9	38.74	22.80	1	4.5
1980 JUL 09	02 35 51.6	39.23	22.59	31	6.1
1980 JUL 09	06 01 47.7	39.31	22.87	23	5.3
1980 JUL 09	06 11 7.4	39.22	22.95	1	4.7
1980 JUL 09	06 41 51.6	39.29	23.03	1	4.6
1980 JUL 09	10 34 13.1	39.21	22.90	3	4.0
1980 JUL 09	16 06 0.8	39.24	22.88	10	5.0
1980 JUL 10	16 00 23.7	39.32	23.07	5	4.1
1980 JUL 10	19 39 2.8	39.32	22.93	22	5.5
1980 JUL 12	08 51 54.0	39.29	23.03	12	4.3
1980 JUL 14	19 38 10.4	39.15	22.99	8	4.6
1980 JUL 14	22 39 27.6	39.27	23.08	25	4.1
1980 JUL 14	22 45 32.1	39.30	23.01	33	4.5
1980 JUL 15	00 31 42.0	39.28	23.07	22	4.5
1980 JUL 15	11 34 54.5	39.28	23.12	25	4.9
1980 JUL 15	21 42 26.2	39.23	22.78	44	4.1
1980 JUL 16	00 06 59.4	39.32	22.65	31	4.9
1980 JUL 16	03 11 48.1	39.21	22.75	41	4.1
1980 JUL 16	18 05 41.0	39.25	22.83	53	4.7
1980 JUL 17	02 50 34.9	39.29	23.02	56	4.6
1980 JUL 17	11 09 31.8	39.26	23.07	13	4.3
1980 JUL 17	14 13 43.9	39.28	23.13	6	4.7

DATE	ORIG.TIME	LAT.(N)	LOX(E)	DEPTH	MAGNITUDE (MS)
1980 JUL 18	04 09 0.8	39.24	23.07	1	4.5
1980 JUL 19	20 33 10.2	39.24	23.91	10	4.3
1980 JUL 22	02 06 55.7	39.33	22.94	9	4.3
1980 JUL 22	19 08 51.3	39.35	23.13	34	4.1
1980 JUL 23	16 06 39.0	39.30	22.99	10	4.0
1980 JUL 24	10 07 53.4	39.30	23.19	46	4.5
1980 JUL 24	10 44 12.3	39.29	23.04	10	4.7
1980 JUL 24	13 32 30.7	39.27	23.17	1	4.2
1980 JUL 24	22 31 30.8	39.26	23.14	20	4.2
1980 JUL 24	22 36 43.1	39.23	23.14	10	4.6
1980 JUL 26	03 28 38.9	39.28	22.96	9	4.0
1980 JUL 26	22 13 23.5	39.26	22.90	1	4.6
1980 JUL 28	20 39 7.0	39.26	23.08	37	4.0
1980 JUL 29	13 13 35.6	38.31	22.36	23	4.0
1980 JUL 29	20 41 31.2	39.31	23.01	34	5.1
1980 JUL 30	09 38 36.4	39.31	23.12	12	4.0
1980 AUG 05	10 03 4.6	39.19	22.79	10	4.6
1980 AUG 11	09 15 59.7	39.26	22.72	27	5.4
1980 AUG 12	01 41 5.5	39.29	22.72	31	4.7
1980 AUG 12	03 15 30.2	39.25	22.83	5	4.1
1980 AUG 12	13 11 18.4	39.24	22.86	2	4.1
1980 SEP 26	04 19 20.6	39.27	22.76	42	4.7
1980 OCT 04	00 58 25.9	38.41	22.22	10	4.0
1980 OCT 21	02 35 43.3	39.29	23.05	4	4.5
1980 OCT 21	04 07 18.4	39.29	23.05	7	4.7
1980 NOV 14	11 12 52.1	39.28	23.09	11	4.0
1980 DEC 22	16 21 35.8	39.23	22.76	10	4.0
1980 DEC 30	12 40 35.7	39.34	23.17	40	4.2
1981 JAN 29	11 07 40.0	38.25	22.30	25	4.0
1981 FEB 24	20 53 37.0	38.23	22.97	18	6.6
1981 FEB 24	21 35 6.1	38.14	23.09	12	4.0
1981 FEB 24	22 26 18.3	38.18	23.05	1	4.0
1981 FEB 24	22 29 42.1	38.12	23.01	40	4.5
1981 FEB 24	23 01 53.1	38.18	23.03	7	4.0
1981 FEB 24	23 17 19.2	38.25	23.03	46	4.6
1981 FEB 25	01 00 23.3	38.11	23.21	33	4.0
1981 FEB 25	01 15 33.1	38.11	23.10	18	4.2
1981 FEB 25	01 57 57.2	38.14	23.12	22	5.1
1981 FEB 25	02 30 0.3	38.08	22.91	19	4.7
1981 FEB 25	02 35 53.5	38.17	23.12	30	6.3
1981 FEB 25	03 13 26.8	38.14	23.00	33	4.1
1981 FEB 25	03 38 59.8	38.12	22.90	23	4.6
1981 FEB 25	04 30 19.0	38.20	23.13	47	4.7
1981 FEB 25	05 08 16.4	38.19	23.20	34	5.1
1981 FEB 25	05 09 58.7	38.28	23.15	33	5.0
1981 FEB 25	06 08 43.9	38.18	23.12	40	4.7
1981 FEB 25	06 59 42.2	38.22	23.13	41	4.6
1981 FEB 25	10 07 43.7	38.26	23.10	35	4.5
1981 FEB 25	11 34 26.6	38.20	23.23	1	4.1
1981 FEB 25	13 48 6.5	38.20	22.99	36	4.8
1981 FEB 25	13 53 35.1	38.15	23.21	47	4.2
1981 FEB 25	20 27 59.3	38.14	22.92	43	4.4
1981 FEB 26	02 43 32.6	38.20	23.00	22	4.0
1981 FEB 26	02 58 33.3	38.09	23.05	22	4.0
1981 FEB 26	16 09 21.1	38.24	23.23	44	4.0
1981 FEB 26	19 30 47.0	38.21	23.17	11	4.7
1981 FEB 27	01 01 47.0	38.14	23.27	12	4.2
1981 FEB 27	01 11 14.7	38.25	23.19	21	4.2

DATE	ORIG.TIME	LAT(N)	LOE(E)	DEPTH	MAGNITUDE (MS)
1981 FEB 27	06 54 55.8	38.16	23.25	26	4.2
1981 FEB 28	13 00 54.0	38.15	23.27	38	4.7
1981 FEB 28	17 06 24.4	38.17	23.27	16	5.0
1981 MAR 01	05 11 59.7	38.08	23.01	45	4.6
1981 MAR 02	13 13 47.0	38.23	23.35	13	4.3
1981 MAR 03	10 27 9.0	38.10	23.22	11	4.2
1981 MAR 03	17 00 53.0	38.21	23.32	16	4.0
1981 MAR 03	17 01 43.4	38.30	23.30	1	4.4
1981 MAR 04	13 48 35.2	38.30	23.16	39	4.5
1981 MAR 04	18 21 38.9	38.19	23.30	37	4.3
1981 MAR 04	19 12 55.1	38.16	23.34	36	4.2
1981 MAR 04	21 58 7.2	38.24	23.26	21	6.4
1981 MAR 04	22 14 30.4	38.24	23.33	41	4.3
1981 MAR 04	22 31 8.0	38.21	23.24	22	4.6
1981 MAR 04	22 47 29.0	38.32	23.38	3	4.3
1981 MAR 04	22 56 46.0	38.21	23.25	25	4.2
1981 MAR 04	23 04 49.8	38.16	23.21	36	4.7
1981 MAR 04	23 17 52.0	38.21	23.25	25	4.0
1981 MAR 04	23 22 11.5	38.23	23.24	21	4.0
1981 MAR 04	23 59 21.6	38.25	23.42	28	4.2
1981 MAR 05	00 35 20.8	38.18	23.26	11	4.2
1981 MAR 05	00 50 37.7	38.15	23.25	2	4.4
1981 MAR 05	01 10 16.5	38.14	23.19	43	4.6
1981 MAR 05	02 53 48.6	38.32	23.45	19	4.0
1981 MAR 05	06 59 7.9	38.20	23.13	20	5.5
1981 MAR 05	10 29 46.1	38.17	23.29	3	4.6
1981 MAR 05	15 44 6.8	38.20	23.19	20	4.0
1981 MAR 05	19 05 8.3	38.21	23.12	3	4.0
1981 MAR 05	21 26 22.1	38.27	23.38	35	4.0
1981 MAR 05	21 54 39.6	38.20	23.34	40	4.4
1981 MAR 07	11 34 44.3	38.19	23.27	29	5.6
1981 MAR 07	11 51 37.0	38.19	23.21	28	4.7
1981 MAR 07	16 54 34.3	38.24	23.35	16	4.4
1981 MAR 07	20 12 58.7	38.21	23.26	9	4.0
1981 MAR 08	02 18 19.0	38.16	23.06	13	4.0
1981 MAR 10	01 49 1.6	38.18	23.16	1	4.0
1981 MAR 10	03 06 15.8	38.05	23.01	13	4.0
1981 MAR 11	03 40 3.6	38.13	23.26	22	4.1
1981 MAR 11	07 34 13.4	38.18	23.33	42	4.1
1981 MAR 12	01 49 40.5	38.22	23.28	27	4.8
1981 MAR 16	01 52 13.8	38.13	23.14	22	4.7
1981 MAR 18	12 19 41.0	38.09	22.72	17	5.0
1981 MAR 18	13 38 4.1	38.12	22.74	38	4.4
1981 MAR 18	16 55 30.7	38.15	23.21	12	4.7
1981 MAR 19	15 18 46.8	38.20	23.29	2	4.2
1981 MAR 19	15 28 52.8	38.08	22.77	23	4.0
1981 MAR 23	21 45 12.2	38.11	22.01	70	4.0
1981 MAR 24	11 35 54.0	38.24	23.28	1	4.0
1981 MAR 26	14 40 14.6	38.16	23.11	37	4.1
1981 MAR 31	23 20 3.4	38.33	23.04	8	4.0
1981 APR 13	08 11 53.1	38.13	23.46	13	4.3
1981 APR 14	14 00 40.5	38.44	22.02	18	4.8
1981 APR 18	08 07 8.8	38.28	23.18	38	4.3
1981 APR 25	21 59 24.6	38.29	23.30	1	4.0
1981 APR 28	07 19 59.7	38.37	22.45	15	4.1
1981 MAY 06	00 18 25.0	38.26	22.78	32	4.9
1981 MAY 09	14 01 0.3	38.18	23.30	36	4.2
1981 MAY 31	04 29 20.5	38.14	23.25	26	4.7

DATE	ORIG.TIME	LAT(N)	LONG(E)	DEPTH	MAGNITUDE (MS)
JUN 16	19 38 29.5	38.05	23.18	35	4.4
JUN 17	12 17 54.9	38.13	23.15	22	4.1
JUN 21	05 10 7.8	38.15	23.27	21	4.1
JUN 29	22 02 9.8	38.32	23.39	40	4.0
JUL 19	10 55 36.6	38.15	22.02	75	4.0
81 JUL 19	22 13 42.6	38.23	23.12	25	4.0
81 JUL 26	04 16 27.3	38.22	23.18	14	4.0
1 AUG 22	09 33 52.2	39.27	23.78	5	4.6
1 AUG 27	04 44 49.4	38.16	23.22	17	4.1
81 SEP 20	19 54 15.7	38.59	23.61	11	4.0
1 SEP 23	23 10 2.4	38.30	23.30	30	4.0
1 OCT 11	20 01 18.8	38.17	23.01	10	4.0
81 OCT 29	06 43 46.2	38.31	22.10	10	4.9
81 NOV 10	07 11 38.7	38.26	22.05	1	4.4
3 DEC 23	17 35 32.2	38.65	23.50	28	4.0
72 JAN 09	08 16 32.5	38.42	22.02	11	4.6
982 JAN 17	19 59 7.7	38.31	23.30	1	4.0
72 JAN 28	11 16 56.8	39.19	22.81	10	4.0
72 JAN 31	12 49 11.3	38.05	22.01	10	4.1
982 MAR 04	03 03 1.4	38.63	23.63	8	4.0
982 MAR 24	23 54 10.8	38.16	22.70	41	4.1
72 MAR 25	17 50 47.5	38.19	22.66	43	4.5
72 MAR 27	22 45 32.0	38.15	22.68	9	4.1
1982 APR 05	13 29 13.2	38.33	23.35	10	4.0
72 MAY 06	02 32 39.2	39.23	22.04	10	4.3
5 2 MAY 18	16 59 38.0	38.30	23.47	11	4.0
1982 MAY 18	17 20 14.8	38.28	23.43	16	4.0
1982 JUL 17	18 24 55.2	38.68	22.11	11	4.3
72 JUL 26	08 28 6.2	38.27	23.17	14	4.3
1982 JUL 26	09 32 34.9	38.17	23.14	10	4.0
1982 JUL 29	22 08 47.6	38.08	23.23	8	4.2
1 82 AUG 05	08 55 47.9	39.12	23.39	7	4.2
1 82 AUG 05	11 05 44.0	39.28	22.95	28	4.5
1982 AUG 08	08 28 33.1	39.32	22.87	38	4.3
1982 AUG 10	14 38 46.8	39.29	22.90	11	4.0
1 82 SEP 10	04 48 32.4	38.13	22.78	8	4.2
1 82 SEP 10	06 26 50.4	38.08	22.76	22	4.7
982 SEP 10	06 29 47.5	38.11	22.79	38	4.9
782 OCT 08	17 09 51.9	38.18	22.65	13	4.0
782 NOV 08	18 29 33.9	38.16	22.27	24	4.2



Κατάλογος σεισμών στην περιοχή του Σχήματος 9.

Ημερομηνία	Χρόνος	$\phi_N$	$\lambda_E$	H	$\eta$	$M_S$
1902 APR 11	18 35 00.0	38.50	23.50	24	UNS	5.8
1916 SEP 27	15 02 13.0	38.80	23.00	6	UNS	5.8
1925 APR 12	19 27 00.9	38.64	23.52	24	14	5.0
1928 JAN 22	00 18 26.0	38.83	22.60	12	13	5.1
1928 APR 22	19 59 29.4	38.40	23.34	28	22	5.4
1931 SEP 11	16 23 22.7	38.87	23.29	77	31	5.0
1942 JUN 01	09 17 45.0	38.98	22.56	68	30	5.6
1957 SEP 20	02 19 10.0	38.50	23.00	20	UNS	4.8
1974 NOV 14	13 22 34.7	38.50	23.08	27	185	5.0
1974 NOV 14	14 26 46.6	38.48	23.01	6	182	5.1
1974 NOV 14	15 29 46.8	38.50	23.15	35	174	5.0
1974 DEC 01	06 21 19.0	38.59	23.10	31	47	4.0
1975 APR 01	08 20 02.0	38.53	23.25	8	44	4.4
1976 OCT 17	00 22 24.0	38.56	23.10	10	39	4.0
1976 OCT 17	00 27 27.0	38.61	23.06	2	29	4.0
1978 SEP 09	16 32 01.1	38.45	23.22	23	155	4.6
1979 JAN 25	13 20 18.8	38.57	23.67	9	31	4.0
1979 JAN 26	20 11 33.4	38.62	23.57	5	24	4.0
1979 JUN 08	20 47 41.1	38.44	23.14	10	26	4.5
1979 JUN 23	20 07 39.3	38.76	23.34	7	43	4.0
1979 JUN 26	15 34 30.6	38.81	23.27	4	80	4.6
1980 JUL 09	02 30 45.9	38.74	22.80	01	25	4.5
1981 MAR 04	22 47 29.0	38.32	23.38	03	48	4.3
1981 JUN 29	22 02 09.8	38.32	23.39	40	40	4.0
1981 SEP 20	19 54 15.7	38.59	23.61	11	58	4.0
1981 DEC 23	17 35 32.2	38.65	23.50	28	52	4.0
1982 MAR 04	03 03 01.4	38.63	23.63	8	26	4.0
1982 APR 05	13 29 13.2	38.33	23.35	10	33	4.0

$\phi_N$  = γεωγραφικό πλάτος βόρειο

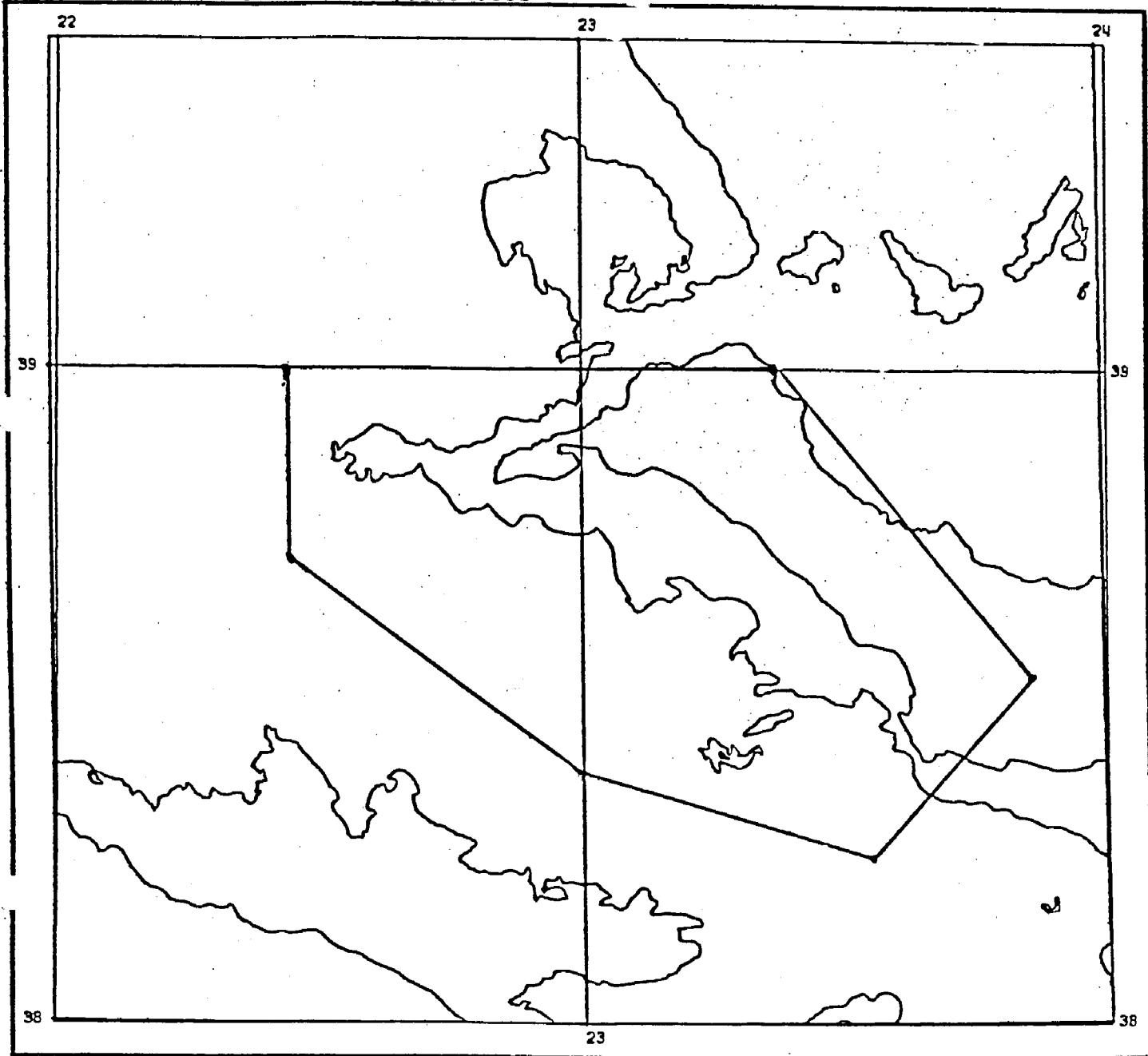
$\lambda_E$  = γεωγραφικό μήκος νότιο

$\eta$  = αριθμός σταθμών που έγραψαν το σεισμό

$M_S$  = επιφανειακό μέγεθος

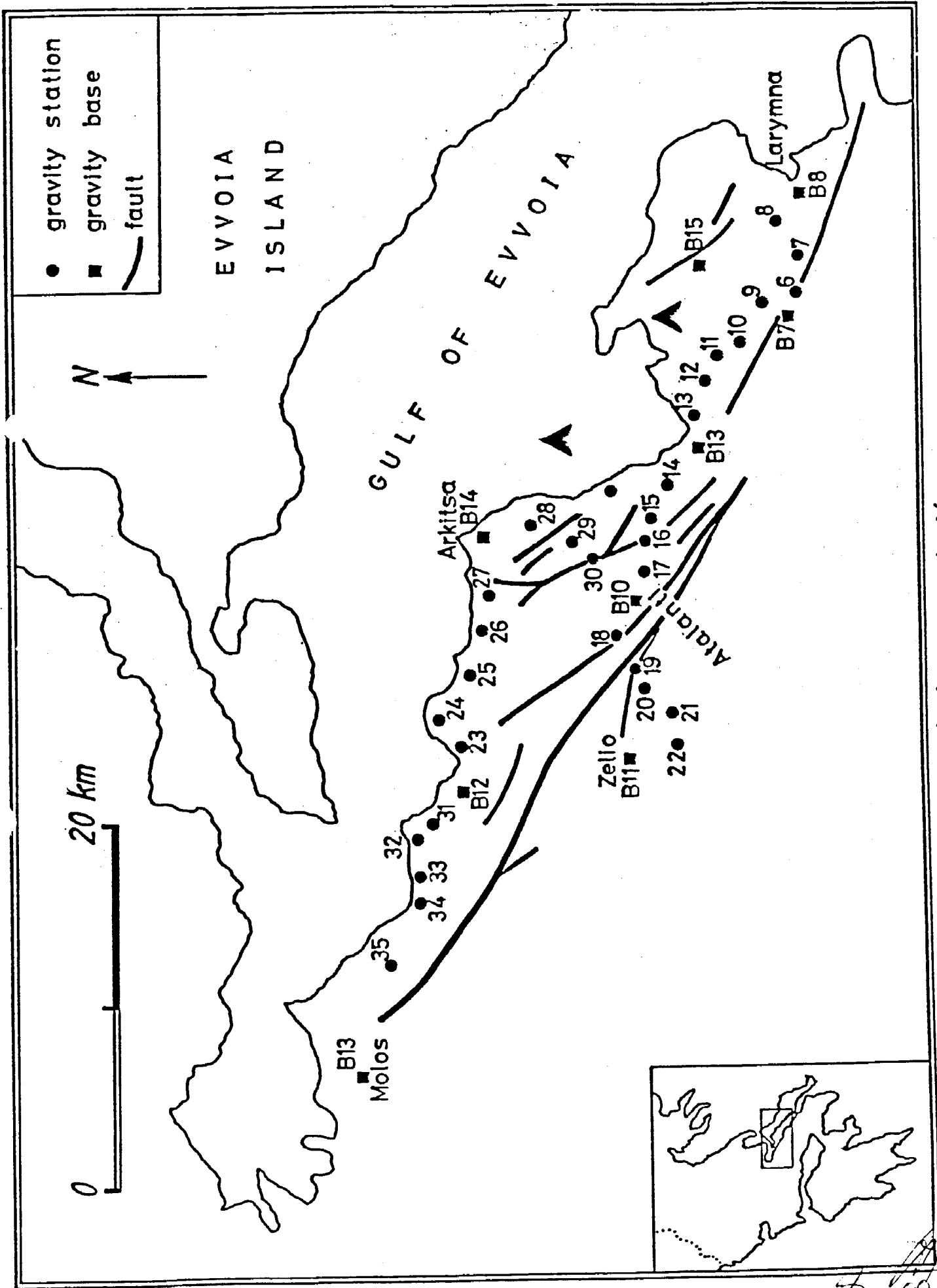
H = εστιακό βάθος (KM).

EVEINIS AROUND ATALANTI FAULT, 1900-1982



BONNE  
SCALE = 1 : 1000000

Σχήμα 9. Περιοχή των σεισμών του Πίνακα 4.



Ρηπουτευηηρικό δίκηυο ηης Αηαλάνηης.

Handwritten signature or initials.

Το δίκτυο αυτό, από 40 περίπου σταθμούς βαρύτητας υψηλής ακρίβειας (LYNESS AND LAGIOS, 1984), εγκαταστάθηκε, από τον Τομέα Γεωφυσικής - Γεωθερμίας του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών σε συνεργασία με το Τμήμα Γεωφυσικής του Πανεπιστημίου του Εδιμβούργου, στην ευρύτερη περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης (σχ. 10).

Σκοπός του δικτύου αυτού ήταν η ανίχνευση και ο εντοπισμός κατακόρυφων κινήσεων πριν από μεγάλο σεισμό.

Η ανάγκη εγκατάστασης πυκνών επαναμετρήσιμων και υψηλής ακρίβειας βαρυτομετρικών δικτύων σε σεισμικά ενεργές περιοχές έχει αναγνωρισθεί από αρκετά χρόνια (BARNES 1966, OLIVER ET AL. 1975).

Βρέθηκε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ του μεγέθους,  $M$ , ενός σεισμού και του μήκους,  $L$ , του σεισμικού ρήγματος και μεταξύ του  $L$  και της διαμέτρου  $D$  της περιοχής που υφίσταται παραμόρφωση:

$$\log L = 0,26 M + 0,46 \text{ (ANDERSON AND WHITCOMB 1975)}$$

$$\log \frac{L}{D} = -3 \text{ (WHITCOMB ET AL. 1980)}$$

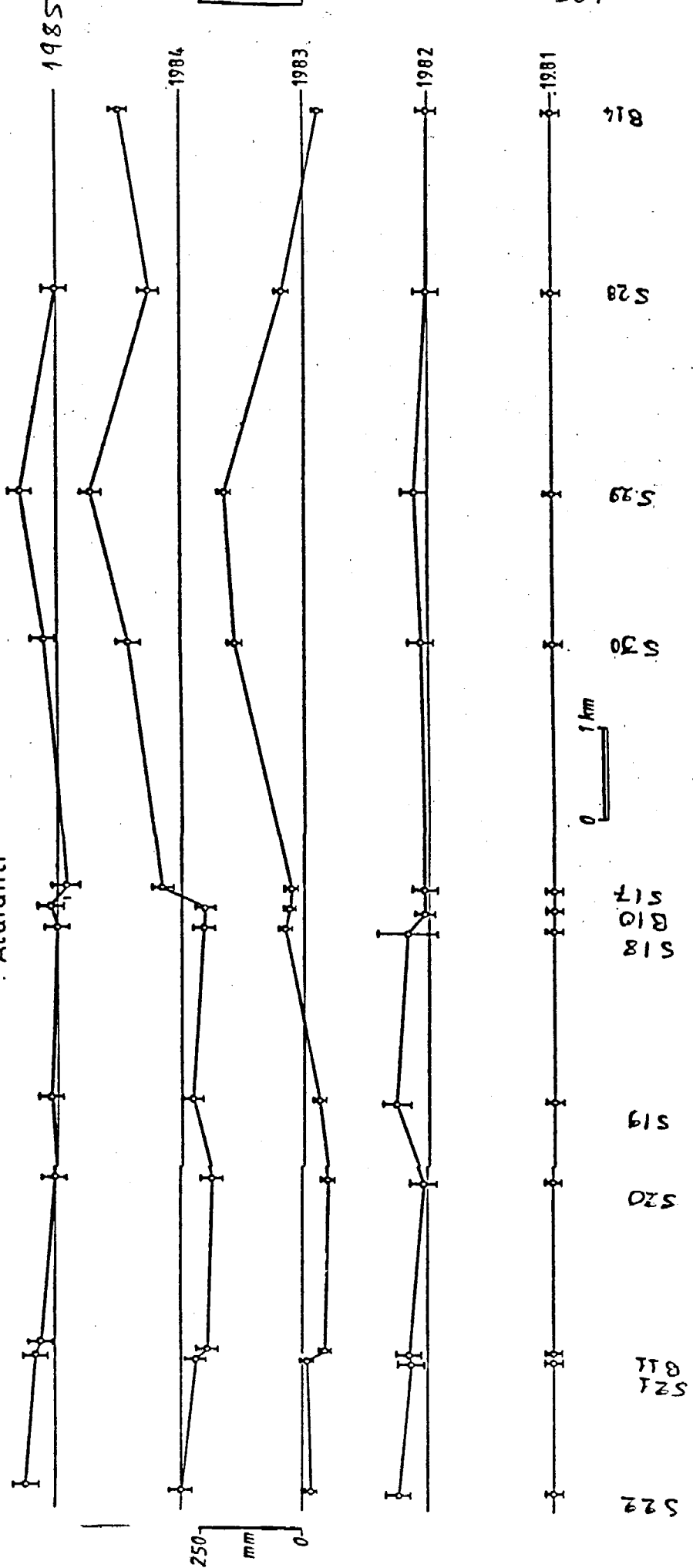
Από τις προηγούμενες εμπειρικές σχέσεις φαίνεται ότι από την προσεισμική παραμόρφωση μιάς περιοχής προκύπτουν κατακόρυφες κινήσεις που είναι δυνατόν να εντοπιστούν από τις επαναμετρήσεις ενός μικροβαρυτομετρικού δικτύου (LAGIOS 1984). Εξ άλλου, η καλή συμφωνία μεταξύ των μεταβολών της βαρύτητας και της παραμόρφωσης (STRAIN) σε μια περιοχή συνιστά άμεση εφαρμογή της βαρυτομετρικής μεθόδου στην παρακολούθηση της παραμόρφωσης του φλοιού (HAGIWARA 1984).

### 3.2. Βαρυτομετρικές παρατηρήσεις και δεδομένα.

Από το 1981, που εγκαταστάθηκε το μικροβαρυτομετρικό δίκτυο της Αταλάντης, γίνονται σ' αυτό επαναμετρήσεις σε ετήσια βάση. Τα αποτελέσματα της επαναμέτρησης του 1982 και 1983 και η σύγκρισή τους με τις τιμές που βρέθηκαν το 1981 έχουν συζητηθεί στις εργασίες LYNESS AND LAGIOS (1984) και LAGIOS ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ (1984). Τα αποτελέσματα των επαναμετρήσεων του 1983 και 1984 παρουσιάζονται στην εργασία των LAGIOS ET AL (1985).

Η σύγκριση των τιμών που μετρήθηκαν το 1981 και 1982 δεν έδειξε μεταβολή του πεδίου βαρύτητας της περιοχής (LYNESS AND LAGIOS 1984). Όμως, οι τιμές που επαναμετρήθηκαν το 1983 και 1984 εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (LAGIOS ET AL 1985, LAGIOS ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ 1984).

Atalanti



Σχήμα 11. Μεταβολή βαρύτητας στην περιοχή της Αταλάντης.

Συγκεκριμένα, μετά το 1982 παρατηρήθηκε ελάττωση στις τιμές των σταθμών του δικτύου στην περιοχή κάθετα στο ρήγμα και κατά μήκος της γραμμής Αρκίτσας - Αταλάντης - Ζέλιο (σχ. 11). Στο σχήμα 11 φαίνονται οι σταθμοί σε κάθετη προβολή στο ρήγμα.

Όπως φαίνεται στους σταθμούς S 28, S29, S30 παρατηρείται μια ελάττωση μέχρι 40  $\mu\text{GALS}$ , που αντιστοιχεί σε ανύψωση μέχρι και 20 CM της περιοχής, εφαρμόζοντας την τιμή των  $- 2 \mu\text{GALS/CM}$  που έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλες περιοχές της Γής, όπως η Καλιφόρνια (WALSH AND RICE 1979, JACHENS ET AL. 1983).

Η ανύψωση στην περιοχή θεωρήθηκε αρχικά ανησυχητική. Δεν ήταν δυνατόν να διαπιστωθεί αν συνέβαινε το φαινόμενο της διαστολής (DILATANCY) το οποίο, όταν συμβαίνει, καθυστερεί τον σεισμό (SCHOLZ ET AL. 1973). Αυτό οφείλεται στο ότι το υπάρχον σεισμολογικό δίκτυο (VOLNET) δεν διαθέτει σταθμούς με τρεις συνιστώσες καταγραφής.

Επομένως, η ανίχνευση ελάττωσης του λόγου  $V_P/V_S$  καθίσταται ουσιαστικά πολύ δύσκολη. Επι πλέον, δεν υπάρχουν επαναλαμβανόμενες χρωσταθμίσεις που να δείχνουν πράγματι αύξηση του υψομέτρου.

Κατά την επαναμέτρηση του 1985 παρατηρήθηκε ελάττωση στο ρυθμό μεταβολής της βαρύτητας (σχ.11) και ήδη υπάρχει σημαντική ελάττωση στη διαστολή της περιοχής. Επι πλέον, έγινε και ανάλυση του πεδίου των τάσεων οκτώ σεισμών μικρού μεγέθους που καταγράφηκαν στην περιοχή από το VOLNET. Όμως, η πτώση τάσης φαίνεται ότι δεν εμφανίζει σημαντική μεταβολή (BURTON, προσωπική επικοινωνία) ώστε να προσεγγίζει το επίπεδο συναγερμού.

Με βάση τα προηγούμενα συμπεραίνεται ότι στην περιοχή της Αταλάντης έγιναν ασεισμικές κινήσεις, κοντά στο ρήγμα, οι οποίες πιθανώς συνεχίζονται.

### 3.3. Τεκτονική βάση.

Το κύριο χαρακτηριστικό της τεκτονικής βάθους, δηλαδή των γεωδυναμικών διαδικασιών που συντελούνται στο σύστημα φλοιού - πάνω μανδύα είναι, στον Ελλαδικό χώρο, η ζώνη κατάδυσης της Μεσογειακής (ή Αφρικανικής) λιθόσφαιρας στο Νότιο Αιγαίο.

Οι σημαντικότερες τεκτονικές, σεισμολογικές, γεωφυσικές και άλλες γεωεπιστημονικές παρατηρήσεις στο Ελληνικό Τέξο και το Νότιο Αιγαίο, μπορούν να ερμηνευθούν ικανοποιητικά από το μοντέλο της προηγούμενης κατάδυσης (PAPADOPOULOS ET AL. 1986).

Αντίθετα, οι ιδιότητες του Κεντρικού Αιγαίου (στο οποίο ανήκει η περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης) και του Βόρειου Αιγαίου, είναι δύσκολο να ερμηνευθούν από το προηγούμενο μοντέλο. Στη βιβλιογραφία έχουν συζητηθεί ορισμένες ιδέες για την ερμηνεία των ιδιοτήτων αυτών (MAKRIS, 1977; PAPAZACHOS AND PAPADOPOULOS 1977; MCKENZIE, 1978). Το κοινό γνώρισμα των ιδεών αυτών φαίνεται πως είναι η παραδοχή ότι θερμό υλικό του μανδύα ανεβαίνει προς τη λιθόσφαιρα του Κεντρικού και Βόρειου Αιγαίου προκαλώντας την ανάπτυξη πεδίου εφελκυστικών δυνάμεων και έντονη επιφανειακή σεισμική δράση συνδεδεμένη με κανονικά, κατά κύριο λόγο, ρήγματα. Αυτή η άποψη θα μπορούσε να ερμηνεύσει, σε πρώτη προσέγγιση, το σεισμοτεκτονικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής της Αταλάντης. Όμως, είναι απαραίτητη η συλλογή περισσότερων και ακριβέστερων γεωφυσικών παρατηρήσεων και η πραγματοποίηση θεωρητικής έρευνας για την καλύτερη κατανόηση της γεωφυσικής και της σεισμοτεκτονικής σ'ολόκληρη την περιοχή του Κεντρικού και του Βόρειου Αιγαίου.

#### 4. Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Η περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης χαρακτηρίζεται από σχετικά μέτρια σεισμικότητα, σύμφωνα με τα δεδομένα που μας είναι γνωστά μέχρι σήμερα. Όμως, ιστορικά στοιχεία μαρτυρούν ότι στην περιοχή γίνονται κατά καιρούς μεγάλοι σεισμοί όπως το 1894 οπότε εμφανίστηκε το ρήγμα της Αταλάντης. Για το λόγο αυτό χρειάζεται συστηματική μελέτη η περιοχή από γεωλογική, σεισμολογική και γεωφυσική άποψη.

Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες έρευνες στην περιοχή οι οποίες καλύπτουν διάφορα αντικείμενα αλλά δεν είναι ενταγμένες σ'ένα κεντρικό πρόγραμμα. Η μελέτη της τεκτονικής και της ιστορικής σεισμικότητας, η λειτουργία του υψηλής τεχνολογίας σεισμολογικού δικτύου VOLNET και η λειτουργία του μικροβαρυτομετρικού δικτύου υψηλής ακρίβειας στην περιοχή, αποτελούν τις σημαντικότερες προσπάθειες έρευνας στην ευρύτερη περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης.

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι απαιτείται η εφαρμογή ενός μακροπρόθεσμου, συντονισμένου και πολυκλαδικού προγράμματος αντισεισμικής πολιτικής στην ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης. Οι προτάσεις που ακολουθούν διαγράφουν το πλαίσιο ενός τέτοιου προγράμματος.

## 5. Π Ρ Ο Τ Α Σ Ε Ι Σ

Για το συντονισμό της μελλοντικής έρευνας, την αξιοποίηση των μέχρι σήμερα αποτελεσμάτων και την ενίσχυση της αντισεισμικής θωράκισης της ευρύτερης περιοχής της Αταλάντης, προτείνουμε τα εξής:

- 1) Χαρτογράφηση του ρήγματος της Αταλάντης και των άλλων ενεργών ρηγμάτων της περιοχής, σε κλίμακα 1:10.000, και μικροτεκτονική ανάλυση σε κατάλληλες θέσεις, για τον προσδιορισμό του πεδίου των τάσεων.
- 2) Πραγματοποίηση άμεσων (IN-SITU) μετρήσεων (π.χ. με τη μέθοδο OVERCORING) στη ζώνη του ρήγματος της Αταλάντης για τον καθορισμό του πεδίου των τάσεων.
- 3) Πραγματοποίηση εκσκαφών σε διάφορες θέσεις κατά μήκος του ρήγματος, για τη μελέτη της συμπεριφοράς του σε παλιότερες περιόδους και τον προσδιορισμό πιθανών κινήσεων που συνδέονται με παλιότερο σεισμό, όπως του 426 π.Χ. ή του 551 μ.Χ.
- 4) Λεπτομερής έρευνα της ιστορικής σεισμικότητας της περιοχής και προσπάθεια συνδυασμού αυτής με γεγονότα εδαφικής παραμόρφωσης που έχουν περιγραφεί από διάφορους συγγραφείς στο παρελθόν.
- 5) Σε ό,τι αφορά το σεισμολογικό δίκτυο VOLNET προτείνονται τα εξής:
  - α) μεταφορά και καταγραφή του σήματος στην Αθήνα με ασύρματη επικοινωνία.
  - β) Συμπλήρωση του δικτύου με σταθμούς τριών συνιστωσών.
  - γ) Προμήθεια ενός κινητού τηλεμετρικού δικτύου σεισμολογικών σταθμών με τρεις συνιστώσες και περιοδική εγκατάστασή του σε σημεία της περιοχής που θα παρουσιάζουν αυξημένη δράση. Το δίκτυο αυτό θα μπορεί να μεταφέρεται και να εγκαθίσταται άμεσα και σε άλλες περιοχές της χώρας που παρουσιάζουν σεισμική έξαρση.
- 6) Εκπόνηση πρότυπης μελέτης για τον σεισμικό κίνδυνο της περιοχής με την εφαρμογή σύγχρονης μεθοδολογίας (π.χ. χρήση συνθετικών σειсмоγραμμάτων). Μιά τέτοια μελέτη θα μπορούσε να χρησιμεύσει σαν μελέτη-οδηγός (PILOT STUDY) για την εκπόνηση παρόμοιων μελετών σε άλλες περιοχές της χώρας.
- 7) Εκπόνηση πρότυπης μικροζωνικής μελέτης στην Αταλάντη και πιθανώς άλλες οικιστικές περιοχές της ευρύτερης ζώνης της Αταλάντης.



- Και αυτή η μελέτη θα μπορούσε να χρησιμεύσει σαν PILOT - STUDY.
- 8) Να εκτελεστούν υποθαλάσσιες γεωφυσικές διασκοπήσεις στο Β. Ευβοϊκό και Μαλιακό κόλπο με κύριο στόχο τον εντοπισμό ρηγμάτων στο υπόβαθρο αυτών των κόλπων.
  - 9) Τακτικότερη επαναμέτρηση του υπάρχοντος μικροβαρυτομετρικού δικτύου (π.χ. ανά εξάμηνο) ώστε να γίνει αμεσότερη η παρακολούθηση των μεταβολών βαρύτητας και έγκαιρη προσεισμική ερμηνεία αυτών.
  - 10) Εγκατάσταση μαγνητομετρικού δικτύου για την πραγματοποίηση περιοδικών διαφορικών μαγνητικών μετρήσεων με σκοπό την ανίχνευση πρόδρομων μεταβολών του μαγνητικού πεδίου (σεισμομαγνητικό φαινόμενο). Η εφαρμογή της μαγνητικής μεθόδου προσφέρεται ιδιαίτερα στην περιοχή της Αταλάντης λόγω της παρουσίας οφιολίθων οι οποίοι, όπως είναι γνωστό, κάνουν τη μέθοδο αποτελεσματικότερη.
  - 11) Εγκατάσταση 3 - 4 παλιρροιογράφων στα λιμάνια Αγίου Κωνσταντίνου, Αρκίτσας, Αταλάντης (Σκάλας) και Λάρυμνας για την παρακολούθηση των μεταβολών της μέσης στάθμης της θάλασσας. Τέτοιες μεταβολές συχνά συνδέονται με προσεισμικές παραμορφώσεις του φλοιού.
  - 12) Συνέχιση των γεωδαιτικών μετρήσεων και χωροσταθμίσεων υψηλής ακρίβειας σε περιοδική βάση και προσπάθεια συσχετισμού τους με τα τεκτονικά δεδομένα. Ο συσχετισμός αυτός θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για τον προσδιορισμό των κινήσεων που γίνονται στο φλοιό της περιοχής.
  - 13) Συστηματική παρακολούθηση της χρονικής μεταβολής διαφόρων φυσικών και χημικών παραμέτρων του νερού πηγαδιών, γεωτρήσεων και πηγών. Ιδιαίτερα συστήνουμε την παρακολούθηση της στάθμης του νερού και της περιεκτικότητας σε ραδόνιο και σε διάφορα ιόντα, ιδίως  $Cl^-$ .
  - 14) Είναι αυτονόητο ότι τα αρμόδια όργανα της πολιτείας πρέπει να προγραμματίσουν ασκήσεις ετοιμότητας και ενημέρωση του πληθυσμού με ομιλίες και άλλες ενημερωτικές εκδηλώσεις.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η παρούσα βιβλιογραφία περιλαμβάνει όλες τις εργασίες που αναφέρονται στη μελέτη, και ορισμένες οι οποίες αν και δεν αναφέρονται είναι χρήσιμες σ' εκείνους που θ' ασχοληθούν με το ρήγμα της Αταλάντης και τη γύρω περιοχή.

Anderson, D. and Whitcomb, J. (1975). Time dependent seismology. *J. Geophys. Res.*, 80, 1497 - 1503.

Barnes, D.F. (1966). Gravity changes during the Alaska earthquake. *J. Geophys. Res.*, 71, 451 - 456.

Γαλανόπουλος, Α. (1955). Σεισμική γεωγραφία της Ελλάδος. *Ann. Géol. Pays Hellen.*, 6, 83 - 121.

Δαβάκης, Νικητόπουλος, Ντόκος και Φρατζής (1979).

Γεωδαιτικές έρευνες για τη μελέτη των κινήσεων του ρήγματος της Λοκρίδας. Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π.

Hagiwara, Y. (1985). Gravity changes in the Izu Peninsula, Japan. *Tokyo, Japan Earthq. Predict. Res.*, 3, 441 - 446.

Jachens, R.C., Thatcher, W, Roberts, C.W. and Stein, R.S. (1983). Correlation of changes in gravity, elevation and strain in Southern California. *Science*, 219, 1215 - 1217.

Jackson, J, King, E. Vita - Finzi, E. (1982).

The neotectonics of the Aegean: an alternative view. *Earth Planet. Sei. Lett.* 61, 303 - 318.

Λάγιος, Ε. (1984). Συμβολή βαρυτομετρικών δικτύων ακριβείας στον εντοπισμό τεκτονικών παραμορφώσεων. 2ο Πανελ. Γεωλ. Συνέδριο (Υπό εκτύπωση).

Λάγιος, Ε., Δελημπασής, Ν., Δρακόπουλος Ι, και Κουσκουνά Β (1984).

Βαρυτομετρικές και σεισμολογικές μελέτες της ευρύτερης περιοχής του ρήγματος της Αταλάντης. 2ο Πανελ. Γεωλ. Συνέδριο (Υπό εκτύπωση).

Lagios, E, Makropoulos, K. and Drakopoulos, J. (1985). Gravity and seismicity monitoring in a high seismic hazard zone, Central Greece. 3rd Intern. Symp. Analysis Seismicity and Seismic Risk Proc, Czechoslovakia, June 1985.

Lemeille, F. (1977). Etudes néotectoniques en Grèce Centrale nord-orientale (Eubée centrale Attique, Béotie, Locride), Thèse, Université Paris XI.

Lyness, D. and Lagios, E. (1984). A microgravimetric network in East-Central Greece, An area of potential seismic hazard. *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 77, 875 - 882.

Makris, J(1977). Seismic and gravity studies in Greece and some geodynamic implications. VI Colloquium on the Geology of the Aegean Region Proc, 1, 61-85.

Makropoulos K.(1978). The statistics of large earthquake magnitude and an evaluation of the Greek seismicity Ph. D. Thesis, Edinburg Univ. 193 p.

Makropoulos, K. and Burton, P.W.(1985). Seismic hazard in Greece, I. Magnitude recurrence. Tectonophysics, 117,205-257.

Mckenzie, D.(1978). Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. Geophys.J.R. Astron.Soc,55, 217-254.

Mckenzie, D. and Jackson, J.(1983). The relationship between strain rates, crustal thickening, palaeomagnetism, finite strain and fault movements within a deforming zone. Earth Planet Sci. Lett, 65,182-202.

Mercier, J-L(1983). Some remarks concerning the paper The neotectonics of the Aegean: an alternative view by J.A. Jackson, G.King and C. Vita-Finzi. Earth Plan Sci. Lett, 66,321-325.

Μελέτιος (1728). Γεωγραφία παλαιά και νέα, Βενετία.

Μητσόπουλος, Κ. (1895). Ο μέγας της Λοκρίδος σεισμός κατά Απρίλιο του 1894 Αθήνα.

Oliver, H.W. Robbins, S.L. Grannell, R.S., Alewine, R.W. and Beiler, S.(1975). Surface and subsurface movements determined by remeasuring gravity. Bull Calif. Div. Mines Geol, 196,195-212.

Papadopoulos, G.A. and Chalkis, B.J. (1984).

Tsunamis observed in Greece and the surrounding area from antiquity up to the present times. Marine Geology, 56,309-317.

Papadopoulos, G.A., Kondopoulou, D.P., Leventakis, G-A. and Pavlides, S.B.(1986). Seismotectonics of the Aegean region. Tectonophysics, 124,67-84.

Papazachos, B.C. and Comninakis, P.E.(1982).

A catalogue of historical earthquakes in Greece and the surrounding area, 479 B.C.-1900 A.D. Publ. Univ. of Thessaloniki, Geophys.Lab., 5,1-24.

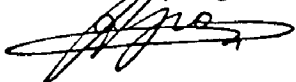
Papazachos, B.C. and Papadopoulos G.A.(1977).

Deep tectonic and associated ore deposits in the Aegean area. VI Colloquium on the Geology of the Aegean Region Proc., 3, 1071-1080.

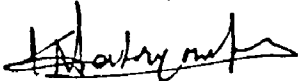
- Philip, H.(1974). Etude néotectonique des rivages égéens en Locride et Eubée Nord Occidentale (Grèce). Thèse 3e cycle, Université des Sciences et Technologie du Languedoc, Montpellier.
- Philippson, A.(1984). Das diesjahrige Erdbeben in Lokris. Verhandlungen der Geselechaft fur Endkunde zu Berlin, XCS.
- Rondoyanni,Th.(1984). Etude néotectonique des rinages occidentaux du canal d Atalanti (Grèce Centrale). Thèse, Univ. Paris XI.
- Scholz, C.H., Sykes, L.R., Aggarwal, Y.P.(1973).  
Earthquake Prediction: a physical basis. Science,181, 803-809.
- Shebalin, N.Y., Karnik, V. and Hadzievski, D. (Editors) (1974). Balkan region-Catalogue of earthquakes prior to 1901, Part II,66 p.
- Skouphos, T.G.(1894). Die zwei prossen Erdbeben in Lokris. Zeitschrift der Geselechaft fur Erdkunde,XXIX.
- Στεῖρος, Σ. (1984). Συνοπτική έκθεση της μελέτης των σύγχρονων κατακρύπτων παραμορφώσεων του φλοιού στη ρηξιγενή ζώνη Λοκρίδας.  
Αδημοσίευτη Έκθεση ΙΓΜΕ.
- Walsh, J.B. and Rice, J.R.(1979). Local changes in gravity resulting from deformation. J.Geophys . Res, 84, 165- 170.
- Whitcomb, J.H.,Wolfgang, F.O. Given, J.W., Pechmann, J.C. and Ruff,L.J. (1980).  
Time dependent gravity in Santhern California, May 1974-April 1979. J. Geophys. Res, 85, 4563-4573.

## ΟΙ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΕΣ

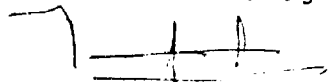
Ε. Λόγιος



Κ. Μακρόπουλος



Γ. Παπαδόπουλος



Θ. Ρουτογιάννη

