

Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	σελ.	Αθήνα
Bull. Geol. Soc. Greece	XIX	501 - 517	1987
	Vol.	μαγ.	Athens

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΟΥ
ΚΟΛΠΟΥ
ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ
ΤΗΣ ΕΛΙΚΗΣ (373/2 π.Χ.)**

N. ΜΟΥΓΙΑΡΗΣ*

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Η σεισμική ιστορία των περιοχών που περιβάλλουν το Κορινθιακό κόλπο είναι από τα πιο πυκνά κεφάλαια της γενικότερης γεωλογικής ιστορίας του Ελληνικού χώρου. Η σεισμοϊστορική έρευνα καθώς και η σύγχρονη παρατήρηση (σεισμός των Αλκυονίδων 1981 κ.δ) αποκαλύπτουν πλήθος ισχυρών σεισμών που όχι μόνο κατέστρεψαν ανθρώπινα έργα αλλά προκάλεσαν και τροποποίηση του τοπικού αναγλύφου. Ένα από τα παραπάνω ιστορικά επεισόδια ήταν και ο σεισμός του 4ου αιώ-να π.Χ. ο οποίος πλήττοντας το Δ.Κορινθιακό προκάλεσε σημαντικές εδαφικές αλλαγές και κατέστρεψε την Ελίκη και Βούρα που έκτοτε χάθηκαν από την Ελληνική γή και ιστορία.

Η επιλογή του σεισμού αυτού ως αντικείμενου της παρούσας έγινε γιατί α) αποτελεί μεγάλο σεισμοτεκτονικό γεγονός του δυτικού τμήματος του Κορινθιακού β) σχετίζεται με την αναζήτηση δύο σημαντικών πόλεων της Ελληνικής αρχαιότητας και γ) είναι ένας από τους πιο πολυσυζητημένους βιβλιογραφικά σεισμούς. Οι λόγοι αυτοί ως ερευνητικές κατευθύνσεις δίνουν έμφαση στην αλληλοεξάρτηση της αρχαιολογικής αναζήτησης και της μελέτης του σεισμοτεκτονικού καθεστώ-τος της περιοχής.

Η ιδιαιτερότητα του θέματος εντοπίζεται και στο γεγονός ότι η θέση των δύο πόλεων που καταστράφηκαν (η πλειόσειστη περιοχή) εί-ναι άγνωστη και επομένως η απ'ευθείας παρατήρηση είναι αδύνατη ενώ το αίτιο της καταστροφής (ο σεισμός) και τα αποτελέσματά του, ή του-λάχιστον μερικά, είναι γνωστά από αρχαίες περιγραφές και νεώτερες έρευνες.

* Γεωλόγος στη Δ/ση Τεχν. Γεωλογίας ΙΓΓΕ.

(Τμήμα Σεισμογεωλογικών Μελετών)

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

** Η εργασία αυτή ανήκει στην ενότητα Β

Ο σεισμός της Ελικής κατά τον Πausανία (Αχαϊκά, 25, 4) συνέβη το χειμώνα του 4ου έτους της 101ης Ολυμπιάδας. Η χρονολογία αυτή σύμφωνα με το σημερινό ημερολογιακό σύστημα ανάγεται στο χρονικό διάστημα μεταξύ 1ης Νοεμβρίου 373 και 28 Φεβρ. 372 π.Χ.

Μαρτυρίες σύγχρονες του σεισμού μας κληροδοτούν ο Αριστοτέλης ο Σταγειρίτης και ο Ηρακλείδης ο Ποντικός. Ο πρώτος, αναφέρει το επεισόδιο σχεδόν συμπτωματικά και τόσο συνοπτικά ώστε οποιαδήποτε ερμηνευτική προσπάθεια της μαρτυρίας του είναι ανεπαρκής. Ο δεύτερος, μας κληροδοτεί αρκετά στοιχεία που, όπως θα αναφερθεί πιά κάτω, είναι ικανά να φωτίσουν μερικώς το πρόβλημα. Εν τούτοις παρουσιάζουν το μειονέκτημα της αποσπασματικότητας και της μεταγραφής. Το σχετικό κείμενο του διασώθηκε από το Στράβωνα ο οποίος το ενσωμάτωσε στη δική του συγγραφή.

Μαρτυρίες πιά εκτενείς και περιεκτικές τόσο γύρω από το βαθμό καταστροφικότητας του σεισμού όσο και για τη τοπογραφία της πληγείσας περιοχής μας κληροδοτούν μεταγενέστεροι. Οι πιά περιγραφικοί είναι ο προαναφερθείς Στράβων, ο Πausανίας, ο Διόδωρος και ο Αιλιανός, οι οποίοι όμως απέχουν αιώνες από την εποχή του σεισμού (η χρονική περίοδος που έζησαν είναι μεταξύ του 1ου π.Χ. και 2ου μ.Χ. αιώνα). Ξεκινώντας πάντως με το δεδομένο ότι έζησαν και έγραψαν σε μιά εποχή όπου η ερμηνεία των φυσικών φαινομένων (τουλάχιστον στην Ελλάδα) ξεπέρασε κάθε είδος δογματισμού και η επιστημονική έρευνα είχε ήδη ένα ιστορικό υπόβαθρο αρκετών αιώνων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μαρτυρίες τους με κάποια εμπιστοσύνη, έχοντας όμως κατά νου μία και μόνη επιφύλαξη: Οι πληροφορίες τους αφορούν ένα φυσικό φαινόμενο που ανήκει και για αυτούς τους ίδιους στο ιστορικό παρελθόν. Τούτο είναι ένα μειονέκτημα που τροφοδοτεί την υπερβολή, τη σύγχυση γεγονότων, τις παραλείψεις και τη μυθοπλασία.

Το θέμα Σεισμός-Ελική συναντάται και σε μεταγενέστερους συγγραφείς, Ρωμαίους και Λατίνους, Βυζαντινούς, νεοέλληνες και νεοευρωπαίους αλλά πάντα με σαφή τη σχέση αιτίου και αποτελέσματος.

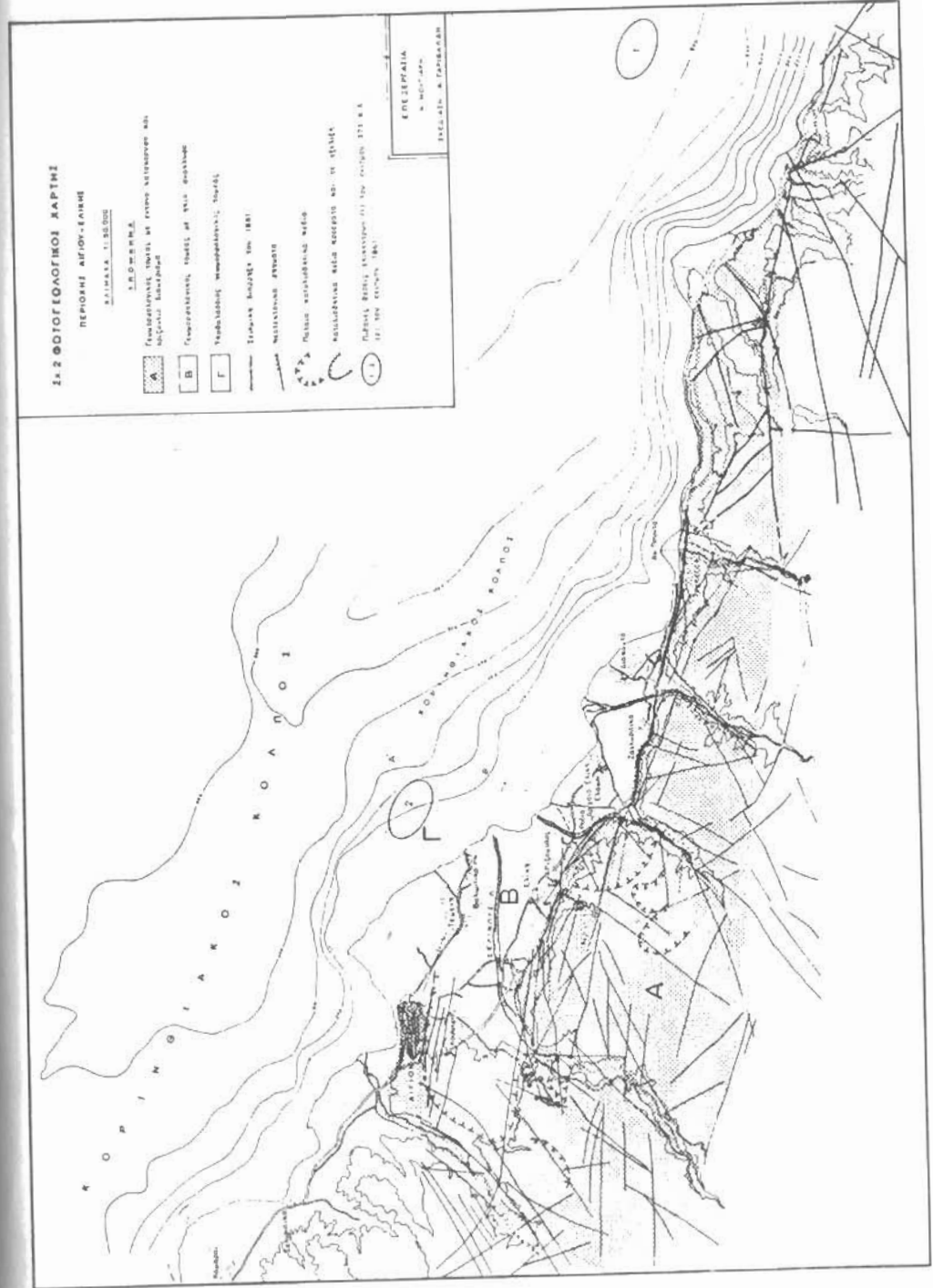
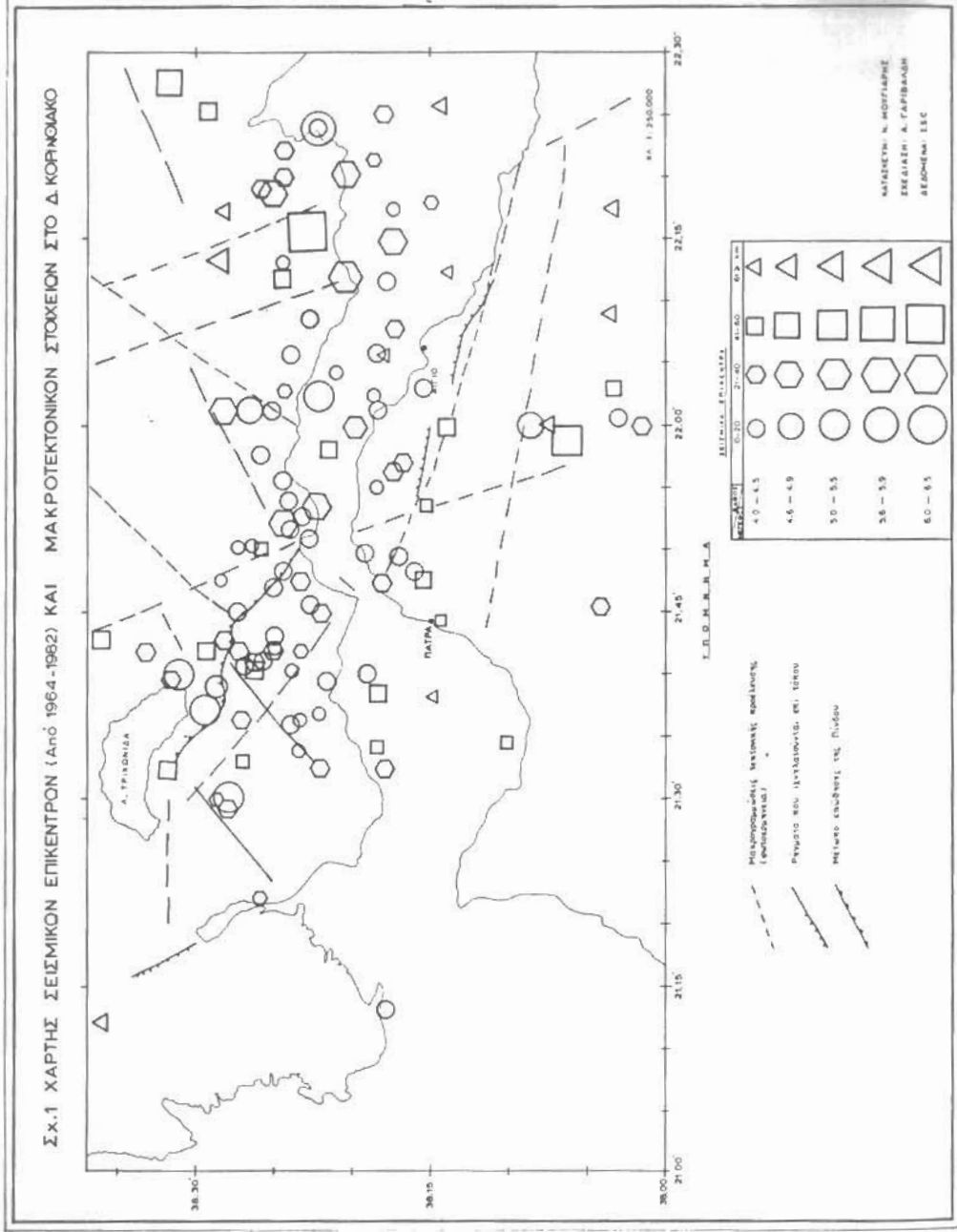
Τα τελευταία 30 χρόνια, η αρχαιολογική επιστήμη και κυρίως οι σύντομες προσπάθειες των πολιτών του Αιγίου αναζωογονούν το θέμα εξειδικεύοντας το στη μορφή της αρχαιολογικής αναζήτησης της Ελικής. Τα αποτελέσματα των προσπαθειών αυτών παρόλο που δεν πέτυχαν μέχρι στιγμής το προσδοκώμενο, δηλ. την ανακάλυψη της χαμένης πόλης, ήταν απολύτως ενθαρρυντικά. Μεταξύ των άλλων αναγνωρίστηκε η πολυκλαδικότητα του προβλήματος και αποκαλύφθηκε ένας μεγάλος όγκος σχετικού βιβλιογραφικού και αρχαιολογικού υλικού που αποτελεί σήμερα πρωτογενή πηγή πληροφοριών για το θέμα (βλ. Πρακτικά Α' Διεθνούς Επιστημονικού Συνεδρίου για την Ελική, 1985).

ΤΟ ΕΥΡΥΤΕΡΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Όπως διαπιστώνεται από σχετικές τεκτονικές μελέτες η ευρεία λεκάνη του Κορινθιακού κόλπου υφίσταται τη δράση έντονων τεκτονικών διαδικασιών. Οι διαδικασίες αυτές καταμαρτυρούνται κυρίως από το πυκνό δίκτυο ρηγμάτων που ιχνηλατείται σε όλη σχεδόν την έκτασή της και τεκμηριώνεται με την σεισμική δραστηριότητα που εκδηλώνεται σήμερα. Το μέγιστο ποσοστό της ρηγμάτωσης εμφανίζεται μέσα στα μεγάλα πάχους και εξάπλωσης πλειοπλειστοκαινικά και σε μικρότερη κλίμακα άνω πλειστοκαινικά και ολοκαινικά ιζήματα που κυριαρχούν στην περιοχή προσδιορίζοντας έτσι και την ηλικία της. Ωρισμένοι κλάδοι της, είτε μεμονωμένοι είτε σαν συστήματα ρηγμάτων, έχουν άμεση σχέση με τη σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή.

Τα σεισμικά επεισόδια κατά κανόνα συγκεντρώνονται και ευθυγραμμίζονται κατά μήκος αυτών των κλάδων γεγονός που επιτρέπει τη βαθμονόμηση τους σε κατηγορίες σεισμογένειας. Η μελέτη της ρηξιγένεσης σε συνάρτηση με τη σεισμική δραστηριότητα παρέχει σοβαρές ενδείξεις ότι οι εξελικτικές διαδικασίες της λεκάνης είναι συνεχείς και αδιάλειπτες καθ' όλη τη διάρκεια του τεταρτογενούς.

Όπως ελέχθει και στα προηγούμενα η σεισμική ιστορία του Κορινθιακού είναι πυκνή και αριθμεί ισχυρά σεισμικά επεισόδια που επέφεραν καταστροφές. Ο παρακάτω χρονολογικός πίνακας περιλαμβάνει τα πιά καταστροφικά και παρέχει εποπτική εικόνα του σεισμικού καθεστώτος της περιοχής:



Χρόνος Γένεσης

1. 373 π.Χ.
2. 278 "
3. 23 "
4. 522 μ.Χ.
5. 551-53 μ. Χ.
6. 856 μ.Χ.
7. 1748 "

Περιοχή Καταστροφών

- Ελίκη και Βούρα
 Δελφοί
 Κόρινθος
 Κόρινθος
 Δυτικός Κορινθιακός κόλπος
 Κόρινθος
 Αίγιο

Χρόνος Γένεσης

8. 1817 μ.Χ.
9. 1821 "
10. 1858 "
11. 1861 "
12. 1887 "
13. 1928 "
14. 1953 "
15. 1965 "
16. 1981 "

Περιοχή Καταστροφών

- Αίγιο
 Νότια παράλια του Κορινθιακού
 Κόρινθος
 Αίγιο
 Κιάτο
 Κόρινθος
 Ίσθμια
 Ναύπακτος
 Περαχώρα-Πλαταιές-Λουτράκι

Στο παραπάνω πίνακα, αν εξαιρεθούν τα δύο μεγάλα χρονικά κενά από 23 π.Χ. έως 522 μ.Χ. και 856 έως 1748 μ.Χ., που πιθανόν να οφείλονται σε βιβλιογραφικό χάσμα, παρουσιάζεται α) η εικόνα μιάς επίμονης και σταθερής σεισμικής δραστηριότητας στη περίοδο των τελευταίων 2350 περίπου χρόνων και β) διαπιστώνεται ότι η δραστηριότητα αυτή κατανέμεται σχεδόν ισόβαθμα στα δύο ακραία τμήματα του κόλπου, ανατολικό και δυτικό.

Αξιοσημείωτο είναι ότι οι δύο γνωστές περιπτώσεις σεισμικής διάρρηξης στο κόλπο εντοπίζονται η μία στο δυτικό και η άλλη στο ανατολικό τμήμα του κόλπου (σεισμός Αιγίου 1861 και Αλκυονίδων 1981).

Ο πρώτος σεισμός στο πίνακα, λόγω της σχέσης του με τη καταστροφή των δύο μεγάλων Ελληνικών πόλεων, ξεπέρασε τα όρια του γεωλογικού φαινομένου και έχει ενταχθεί από πολλούς στο κατάλογο των καίριων γεγονότων της Ελληνικής ιστορίας. Η γεωεπιστημονική όμως ανάγκη, επιβάλλει την επανατοποθέτηση του σε ορθολογιστικά ερευνητικά πλαίσια απαλάσσοντας τον πρωταρχικά από την "αίγλη" του τρομακτικού θρύλου.

Ι. ΠΑΛΑΙΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.

1. Εντοπισμός και Μορφοτεκτονικές Συνθήκες της Πλειόσειστης Περιοχής.

Εκτός από την Ελίκη και τη Βούρα, ως σεισμόπληκτη αναφέρεται και η Αιγείρα και, κατά την άποψη ορισμένων ερευνητών, η περιοχή των Δελφών (Bousquet-Rechoux, 1978) για την οποία όμως δεν υπάρχει άμεση πληροφορία.

Έτσι με τις τέσσερις αναφερόμενες πόλεις, Αίγιο, Ελίκη Βούρα και Αιγείρα ορίζεται μιά στενόμακρη χερσαία έκταση η οποία, εντελώς περιεκτικά και όχι καθοριστικά, αποτελεί τη πλειόσειστη περιοχή του υπό έρευνα σεισμού.

Η παλαιοσεισμική διερεύνηση παρέχει σοβαρές ενδείξεις ότι η ποσοτική κατανομή των σεισμικών αποτελεσμάτων στη περιοχή αυτή είναι έκδηλα ανομοιογενής. Τούτο πρωταρχικά σχετίζεται με τη ποικιλότητα της λιθολογικής σύστασης, του πάχους, της τεκτονικής κατάστασης και της γεωμηχανικής αστάθειας των γεωλογικών σχηματισμών που εκδηλώνεται με κατολισθήσεις καταπτώσεις και καθιζήσεις τόσο στα χερσαία πρηνή όσο και στις υποθαλάσσιες κατωφέρειες. Τα φαινόμενα αυτά διεγείρονται συνήθως σεισμοί ως αποτελέσματα των διαδικασιών ομαλοποίησης του αναγλύφου. Κατά περίσταση όμως εκδηλώνονται και υπό σεισμική διέγερση οπότε η έντασή τους λογίζεται ως αθροιστικός παράγοντας της ισχύος του σεισμού που τις προκάλεσε. Στη τελευταία αυτή περίπτωση ανήκει και το φαινόμενο της ρευστοποίησης, που εμφανίζεται σε χαλαρά ένυγρα και κατά συνέπεια ευκίνητα εδάφη.

Με κριτήρια τη γεωλογική ποικιλότητα, την μηχανική αστάθεια και τη μορφολογική εικόνα της η χαρακτηρισθείσα ως πλειόσειστη περιοχή χωρίζεται σε τρεις ευδιάκριτους μορφοτεκτονικούς τομείς Α, Β, Γ (Σχ.2) διαφορετικής σεισμικής ανταπόκρισης.

Ο τομέας Α χαρακτηρίζεται από εντονότατο μορφολογικό ανα-

γλυφο και δομείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τα προαναφερθέντα πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα. Η τεκτονική του καταπόνηση είναι ισχυροτάτη και σύμφωνη με το καθεστώς ρηξιγένεσης που ελέγχει το Κορινθιακό στη χωρογραφική του κλίμακα. Προς Βορρά μεταπίπτει απότομα προς τη χαμηλή περιοχή του Αιγίου σχηματίζοντας έτσι μεγάλης κλίσης πρηνή που κατά θέσεις υπερβαίνουν τα 300μ. ύψος. Τα πρηνή αυτά ελέγχονται από ισχυρή νεοτεκτονική διάρρηξη ανατολικής έως δυτικής διεύθυνσης και πτώσης του βόρειου τεμάχους.

Η αυξημένη γεωμηχανική αστάθεια του τομέα αυτού τεκμηριώνεται με ενεργά κατολισθητικά πεδία καθώς και με αδρανή παλαιότερης εποχής. Από τα φαινόμενα αυτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποκτούν οι τοξοειδείς δομές που εντοπίζονται μεταξύ του κατολισθαίνοντος χωριού Κεράνεια και της κοίτης του Κερυνίτη. Κατά τη φωτογεωλογική ερμηνεία τα στοιχεία αυτά περιχαράσσουν το αποφορτισμένο πεδίο μιάς μεγάλης κατολίθωσης που προέλασε προς ΒΑ. Στο τομέα αυτό εντοπίζεται επίσης και η εδαφική διάρρηξη που προκλήθηκε από το σεισμό της 26 Δεκ. 1961, γνωστή στη βιβλιογραφία ως ρήγμα του Αιγίου και η οποία σχετίζεται άμεσα με τη προαναφερθείσα νεοτεκτονική ρηξιγένεση των βορείων πρηνών του (M. Sebrier, 1979).

Κατά τα παραπάνω, η σεισμική ευαισθησία του τομέα Α οφείλεται πρωταρχικά στην άμεση γειτονία με το προαναφερθέν ρήγμα και στη μηχανική αστάθεια των πρηνών. Ωστόσο σοβαρές σεισμικές καταστροφές από προσφάτους σεισμούς δεν αναφέρονται σε κατοικημένους χώρους του.

Ο τομέας Β εκτείνεται προς Βορρά του προηγούμενου και συμπίπτει με την χαμηλή πεδινή περιοχή του Αιγίου, μέχρι την Αιγείρα. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της τοπογραφίας του αποτελούν τα υψώματα που διατάσσονται πεταλοειδώς στα δυτικά κράσπεδα του και μαζί με το Μεγανείτο ποταμό τον απομονώνουν μορφολογικά από τη τραχεία προς δυσμάς περιοχή. Η βόρεια απόληξη των υψωμάτων αυτών σχηματίζει ευρύ πλάτωμα (υψόμ. 100μ.) όπου βρίσκεται θεμελιωμένη η πόλη του Αιγίου (αρχαία και σύγχρονη).

Τα υλικά που δομούν τα παραπάνω υψώματα είναι κυρίως πλειοπλειστοκαινικά κροκαλοπαγή ενώ η περιβαλλόμενη από αυτά πεδινή περιοχή καλύπτεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τα δελταϊκά υλικά των ποταμών Σελινούντα, Κερυνίτη και Βουραϊκού.

Η επιτόπια παρατήρηση και η φωτοερμηνεία παρέχουν ενδείξεις ότι ολόκληρη η πεδιάδα του Αιγίου ανήκει σε ένα παλιό πολλαπλό κατολισθητικό πεδίο που σήμερα είναι πληρωμένο με τα δελταϊκά υλικά του Σελινούντα. Στη διαπίστωση αυτή συνηγορούν α) η πεταλοειδής διάταξη των προαναφερθέντων υψωμάτων όπου το κοίλο μέρος βλέπει προς ανατολάς β) η κατολισθητική προέλευση υλικών που εντοπίστηκαν γεωτρητικώς στη παράκτια περιοχή και που η χρονολόγηση τους έδωσε δύο χρόνους κινητοποίησης, ένα στα 10.000 και άλλο στα 4000 χρόνια πριν (Schwarz-Tziavos, 1979) και γ) η σύγκλιση των κοιτών των τριών προαναφερθέντων ποταμών. Ο Σελινός, ο Κερυνίτης και ο Βουραϊκός διασχίζουν το τομέα Α διατηρούν παράλληλη προς ΒΑ ροή. Με την έξοδό τους όμως στη χαμηλή πεδιάδα ο μεν πρώτος παρεκκλίνει απότομα προς Α ενώ οι δύο άλλοι προς ΒΔ. Η σύγκλιση αυτή είναι ενδεικτική περιοχών που βυθίζονται.

Στο τομέα Β συσσωρεύεται σχεδόν ολόκληρη η μαρτυρία της σεισμικής ιστορίας του Δυτικού Κορινθιακού γεγονός που δικαιολογεί το χαρακτηρισμό του ως εξαιρετικά εύθικτου στις σεισμικές ωθήσεις. Ο τεκτονικός παράγοντας ως στοιχείο επικινδυνότητας του τομέα αυτού υπεισέρχεται με το προαναφερθέν ρήγμα του Αιγίου οι δε γεωμηχανικοί χαρακτήρες με την ασθενή έως μέτρια συμπύκνωση και τον ισχυρό διαποτισμό των ευκινήτων δεχταϊκών υλικών του. Στους τελευταίους αυτούς χαρακτήρες οφείλονται κατά κανόνα τα φαινόμενα ρευτοποίησης που εκδηλώνονται κατά τη διάρκεια ισχυρών σεισμών και τα οποία κατά βάσιμες απόψεις υπήρξαν εξαιρετικά έντονα κατά το σεισμό του 373 π.Χ. (Γεωργαλάς, 1962).

Ο τομέας Γ αποτελεί το τμήμα του υποθαλάσσιου χώρου που αναπτύσσεται ΒΑ της χερσαίας περιοχής. Το ανάγλυφο του από την ακτογραμμή μέχρι την ισοβαθή των 100 μ. παρουσιάζει έντονες εναλ-

λανές από ηβώματα, βάραθρα και χάσματα τα οποία κατά τις απόψεις ωρισμένων ερευνητών οφείλονται στη δράση των σεισμών (Δοντάς, 1952).

Ο τομέας αυτός στα ΒΔ είναι ευρύς ενώ ΝΑ στενεύει βαθμιαία και στη περιοχή Διακοφτού-Τρυπιάς ^{το οποίο τμήμα} δεν υπερβαίνει τα 800μ., μεταπίπτει δε ταχέως στα ^{800μ.} και πλέον μέτρα δημιουργώντας έτσι την απότομη ηπειρωτική κατωφέρεια όπου τα επικαθήμενα ιζήματα βρίσκονται σε ασταθή ισορροπία. Η ανατροπή της ασταθούς ισορροπίας των ιζημάτων αυτών εκδηλώνεται κατά καιρούς με υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και αποσπάσεις, που κινητοποιούνται όπως ελέχθει και παραπάνω, πότε χωρίς και πότε με σεισμική διέγερση.

Οι περιπτώσεις αυτές διαπιστώνονται κατά κανόνα έμμεσα με τις συχνές θραύσεις και μετατοπίσεις υποθαλασσιών εγκαταστάσεων καλωδίων (Heezen et al 1966) εμφανίσεις θαλασσιών κυμάτων (Γαλανόπουλος, 1966) κ.λ.π. εντοπίζονται δε με γεωφυσικές ή άλλες υποθαλάσσιες έρευνες. Παράδειγμα σεισμογενούς υποθαλάσσιας κατολίθησης αποτελεί και η εκδηλωθείσα στο στόμιο του όρμου Πόρτο-Γερμανό (Α. Κορινθιακός κόλπος) η οποία οφείλετο στις ωθήσεις των σεισμών του Φεβρ.- Μάρτιου 1981 (περισερής 1986).

1.2. Αρχαία Τοπογραφικά Στοιχεία και Μακροσεισμικά Αποτελέσματα του Σεισμού.

Τα τοπογραφικά στοιχεία της σεισμόπληκτης περιοχής που σταχυολογούνται από τους αρχαίους συγγραφείς και ιδιαίτερα από τους γεωγράφους Στράβωνα και Πausανία είναι αρκετά ικανοποιητικά. Στην εποχή τους (350 χρόνια μετά το σεισμό) ο Σελινούς ποταμός περνούσε από τα ανατολικά κράσπεδα του Αιγίου. Εάν η πληροφορία αυτή είναι σωστή, τότε, από το 1ο αιώνα μ.Χ. μέχρι σήμερα, το τμήμα του ποταμού αυτού που διαρρέει σήμερα τη πεδιάδα του Αιγίου από Δ προς Α έχει εκτραπεί κατά γωνία μεγαλύτερη των 60°. Επομένως τα προσχωιγενή υλικά που καλύπτουν το τομέα εκτροπής του, όντας δελταϊκές αποθέσεις του, είναι μεταγενέστερες από το σεισμικό επεισόδιο.

Η Ελίκη, κατά τις ίδιες μαρτυρίες, βρισκόταν 7,2 χλμ. (40 στάδια) ανατολικά του Αιγίου. Εποπτικά η μαρτυρία αυτή παρίσταται με το τμήμα περιφέρειας ΑΒΑ (Σχ.2), η οποία έχει κέντρο το Αίγιο και ακτίνα μήκους 7.2 χλμ. Κατά μήκος της γραμμής αυτής βρίσκονται

όλες οι πιθανές θέσεις της καταστροφείας πόλης. Αν τώρα, το τμήμα ΑΒ αποκλεισθεί διότι συμπίπτει με θαλάσσιο βάθος κάτω των 200μ. τότε η μόνη περιοχή που ικανοποιεί τις προϋποθέσεις εντοπισμού της αναπτύσσεται κατά μήκος του τμήματος ΒΑ. Το τμήμα αυτό διασχίζει μέρος της ηπειρωτικής κρηπίδας και τη χερσαία περιοχή όπου βρίσκονται τα χωριά Ριζόμυλος, Ροδιά, Ελαιώνας, ΝΑ του Αιγίου. Η περιοχή αυτή εκπληρώνει επίσης την αρχική μαρτυρία του Πausανία ότι δηλαδή η Ελίκη βρίσκεται μεταξύ Σελινούντα και Κερυνίτη αν η σύγκλιση των κοιτών τους είναι μεταγενέστερη του σεισμού.

Η προϊστορική Ελίκη παρουσιάζεται ως οχυρωμένη (Μαρινάτος, 1960) γεγονός που προϋποθέτει έδαφος θεμελίωσης υπερυψωμένο ή λοφώδες. Αν η νεότερη πόλη βρισκόταν κοντά στη προϊστορική της θέση τότε οι υπώρειες των απότομων και ρηξιγενών πρανών που χωρίζουν τους περιγραφέντες τομείς Α και Β προσφέρονται ως ο πιθανότερος χώρος ανάπτυξης της ή τουλάχιστον της ακρόπολης της (γύρω στη θέση Α)

Πάντα κατά τους προαναφερθέντες συγγραφείς η πόλη απείχε 2,2 χλμ. (12 στάδια) από τη τότε ακτή. Έχοντας υπόψη τη νοτιώτατη δυνατή θέση της (Α), η ακτογραμμή θα βρισκόταν τουλάχιστον 500μ. βορειότερα της σημερινής. Η εκδοχή αυτή συγκλίνει στην άποψη ότι ένα τμήμα της προσεισμικής ακτογραμμής είναι βυθισμένο στο κόλπο που σήμερα διαμορφώνεται μεταξύ των εκβολών του Σελινούντα και Βουραϊκού (κόλπος Ελίκης). Η άποψη αυτή ενισχύεται και από τις υδρογραφικές παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο προαναφερθέντα κόλπο (βλ. Δοντάς, 1952).

Οι ανατολικότερες σεισμοπαθείς πόλεις Βούρα και Αίγειρα βρίσκονται η μεν πρώτη περίπου 5,3 χλμ. (30 στάδια) από την Ελίκη, " επί όρους" και 7.2 χλμ. (40 στάδια) από τη παραλία η δε δεύτερη απείχε 12.8 χλμ. από τη προηγούμενη. Σημειωτέον ότι η αρχαία Αίγειρα και το Αίγιο, είναι οι μόνες που έχουν εντοπισθεί αρχαιολογικά και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν θέσεις αναφοράς στη σεισμογεωλογική έρευνα.

Στο θέμα της επέλευσης και της έντασης των αποτελεσμάτων του

σεισμού, στη περιοχή της Ελίκης, οι μαρτυρίες που μας κληροδοτήθηκαν είναι:

Παυσανίας (Αχαϊκά, 24): Οι σεισμικές ωθήσεις κατέρριψαν όλα τα οικοδομήματα της Ελίκης (" ες έδαφος ανακινούσαν"), σε συνέχεια, η θάλασσα " κατέκλυσε" πολλήν έκταση, " κάλυψε" το παρακείμενο άλοσο του Ποσειδώνα ώστε φαίνονταν μόνο οι κορυφές των δένδρων, " περικύκλωσε" τη πόλη και τη " καθείλκυσε " αυτανδρο.

Στράβων (Γεωγραφικά Α.3.18 και Η.7.2): Η πόλη "ηφανίσθη υπό εξαρθέντος κύματος". Επικαλούμενος δε σε συνέχεια τον Ηρακλείδη ο οποίος ήτο σύγχρονος του σεισμού και τον μεταγενέστερο Ερατοσθένη, μας πληροφορεί ότι η μεταξύ Ελίκης και ακτής έκταση καταποντίσθηκε, μικρό μόνο τμήμα της πόλης διασώθηκε και μοιράσθηκε από τους γείτονες. Το άγαλμα του Ποσειδώνα που βυθίσθηκε στη θάλασσα ήταν ορατό στους ψαράδες 150 χρόνια μετά το σεισμό. Στη γενική αυτή πληροφόρηση συμφωνούν και οι άλλοι συγγραφείς που προαναφέρθηκαν, με ελάχιστες παραλλαγές, κυρίως φραστικές.

Σε ότι αφορά τη Βούρα όλοι οι συγγραφείς είναι λακωνικοί. Ο μέν Στράβων αναφέρει ότι " κατεπόθη" υπό χάσματος ο δε Παυσανίας ότι ο σεισμός ήταν τόσο ισχυρός ώστε τα αρχαία αγάλματα "δεν έμειναν στα ιερά".

Οι μακροσεισμικές πληροφορίες που υπάρχουν για την Αίγιρα είναι ακόμα πιο λίγες. Σχετική μαρτυρία μας μεταδίδει ο Σ. Μαρινάτος (1960,σελ.190) ο οποίος με τη σειρά του επικαλείται το Φίλιωνα (4ος π.Χ. αιώνας).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΚΕΨΕΙΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Ο σεισμός του 373 π.Χ. θεωρείται ως ένα από τα μείζονα επεισόδια που έπληξαν το Δ. Κορινθιακό και σύμφωνα με τις σύγχρονες σεισμοτεκτονικές απόψεις οφείλεται στην ανάδραση κάποιου ενεργού ρήγματος. Για το ρήγμα αυτό, του οποίου ο εντοπισμός και η μελέτη είναι καίρια για τη περιοχή, υπάρχουν μόνο καθοδηγητικά στοιχεία.

Πρώτο καθοδηγητικό στοιχείο αποτελεί το στενόμακρο σχήμα της πλειόσειστης επιφάνειας και η ανατολική-δυτική διεύθυνση του μεγάλου άξονα της. Τα γεωμετρικά αυτά στοιχεία ταυτίζονται με τη διεύθυνση των χιλιομετρικής κλίμακας τεταρτογενών ρηγμάτων που ελέγχουν μορφοτεκτονικά τα νότια κράσπεδα της Κορινθιακής τάφρου.

Το δεύτερο καθοδηγητικό στοιχείο είναι η στρέψη της Βούρα. Η μαρτυρία αυτή υπαινίσσεται κάποια ισχυρή εδαφική αστοχία, ίσως μιά εκτεταμένη κατολίσθηση, η γένεση της οποίας είναι πιθανό να οφείλεται σε διάρρηξη τεκτονικής προέλευσης.

Το τρίτο καθοδηγητικό στοιχείο είναι το θαλάσσιο κύμα που κατέκλυσε το δυτικό τμήμα της πλειόσειστης περιοχής και ολοκλήρωσε την καταστροφή της Ελίκης. Η γένεση του στοιχείου αυτού δικαιολογείται ή με τεκτονική κίνηση ή μεγάλη υποθαλάσσια κατολίσθηση και καταστροφική του ικανότητα αναπτύσσεται αφού διατρέξει αρκετά χιλιόμετρα από τη γενέτειρά του και κυρίως όταν εισβάλλει σε στενό κόλπο. Η παραπάνω συμπεριφορά τοποθετεί το σημείο διέγερσης του μερικά χιλιόμετρα ανατολικά του κόλπου της Ελίκης, μέσα στο θαλάσσιο χώρο του Δ. Κορινθιακού.

Τέταρτο καθοδηγητικό στοιχείο είναι η απουσία γειτονικών πόλεων και ιδιαίτερα του Αιγίου από τη πλειόσειστη ζώνη. Η τελευταία αυτή πόλη (πάντα κατά τις αρχαίες μαρτυρίες) διαδέχθηκε μετασεισμικά την Ελίκη στη πρωτοκαθεδρία της αχαϊκής συμπολιτείας. Τούτο σημαίνει ότι οι ζημιές στη πόλη αυτή ήταν μικρές ή τουλάχιστον όχι καίριες. Η απότομη αυτή πτώση του βαθμού της σεισμικής έντασης παρατηρείται όταν α) η σεισμική ενέργεια μεταδίδεται από σχηματισμούς μεγάλης σεισμικής ανταπόκρισης (χαλαρούς) σε άλλους με μικρή ανταπόκριση (συνεκτικούς) και β) η σεισμική εστία βρίσκεται σχετικά μακριά και σε μικρό βάθος.

Σαν πέμπτο καθοδηγητικό στοιχείο θεωρείται ο σεισμός της 26 Δεκ. 1861. Ο σεισμός αυτός που εκδηλώθηκε στην ίδια περιοχή (Δ. Κορινθιακός), εκτός από τις σοβαρές ζημιές που προκάλεσε στους κατοικημένους χώρους της, συνοδεύθηκε από το προαναφερθέν ρήγμα του Αιγίου και προκάλεσε ρευστοποίηση των παράκτιων σχηματισμών του κόλπου της Ελίκης (Schmidt, 1867). Το σεισμικό αυτό επεισόδιο θεωρήθηκε επανάληψη του 373 π.Χ. και οι εδαφικές διαταραχές που προκάλεσε προσόφθηκαν κατά συμπέρασμα και στο σεισμό αυτό. Η λεπτομερής όμως μελέτη και συσχέτιση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων των δύο σεισμών αποκαλύπτουν ότι α) Η κατ'εξοχήν πληγείσα πόλη το 1861 είναι το Αίγιο ενώ, όπως προαναφέρθηκε, αυτή λείπει από τη πλειόσειστη του 373 π.Χ β) Οι άξονες των δύο πλειόσειστων ζωνών έχουν διάφορη διεύθυνση και απέχουν αρκετά χιλιόμετρα ο ένας από τον άλλο γ) Το θαλάσσιο κύμα του 373 π.Χ έπληξε τις νότιες ακτές του δυτικού Κορινθιακού ενώ το αντίστοιχο του, του 1861, επισημάνθηκε στις

βόρειες ακτές του (Γαλαξέδι-Ιτέα). Οι μακροσεισμικές αυτές διαφορές των δύο σεισμών ενισχύουν πρωταρχικά την άποψη ότι οι εστίες τους απείχαν αρκετά χιλιόμετρα η μία από την άλλη. Με βάση δε την αρχή ότι η επικεντρική ζώνη είναι και περιοχή όπου παρουσιάζονται έντονες οι κατακόρυφες ωθήσεις (όχι αναγκαία και οι πιδ ισχυρές ζημιές) τότε το επίκεντρο του σεισμού του 1861 πρέπει να αναζητηθεί στη περιοχή μεταξύ Αιγίου και κόλπου της Ελίκης εκεί όπου εκδηλώθηκαν οι τεκτονικές (ρήγμα Αιγίου) και εδαφικές (ρευστοποίηση) παραμορφώσεις. Με την άποψη αυτή συμφωνεί άλλωστε και η παρουσία του θαλάσσιου κύματος στα βόρεια παράλια του Δ.Κορινθιακού.

Αντίθετα, το επίκεντρο του σεισμού του 373 π.Χ πρέπει να τοποθετηθεί κοντά στη γενέτειρα του δημιουργηθέντος θαλάσσιου κύματος δηλαδή στο θαλάσσιο χώρο βορείως της περιοχής Βούρας-Αίγειρας. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από την απότομη πτώση της σεισμικής έντασης στο Αίγιο έναντι της Ελίκης. Η θέση αυτή του επίκεντρου μερικά χιλιόμετρα ανατολικά της Ελίκης δικαιολογεί τη "κατάκλυση" τη "κάλυψη" του άλασους του Ποσειδώνα και τη "περικόκλωση" της πόλης από το θαλάσσιο κύμα και τα οποία ερμηνεύονται ως η αθροιστική δράση του τελευταίου και τη εκδηλωθείσης ένσάκκωσης ή ρευστοποίησης του εδάφους.

Η τοπογραφική υποχώρηση της περιοχής ευνόησε την εισροή της θάλασσας. Δεν δικαιολογείται όμως η "καθέλκυση" τμήματος της πόλης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό απαιτείται η πρόσθετη δράση και τρίτου παράγοντα που να διαθέτει και οριζόντια συνιστώσα κίνησης, όπως π.χ. μιάς κατολίσθησης. Την εκδοχή αυτή στηρίζει το μεγάλο κατολισθητικό πεδίο που βρίσκεται ανάντη της υποθετικής θέσης Α' της Ελίκης (Σχ.2). Το πεδίο αυτό αν ενεργοποιήθηκε και κατά το επεισόδιο του 373 π.Χ. (οι ενδείξεις συνηγορούν για προέλαση της προς ΒΑ πριν την εκτροπή του Κερυνίτη προς ΒΔ) μοιραία θα έπληξε τη πόλη με μεγάλη ορμή.

Στη συνέχεια η μάζα που ολίσθησε προσκρούοντας στα ήδη ρευστοποιημένα υλικά της παράκτιας περιοχής τα αφομοίωσε και συνεχίζοντας τη προέλαση της συμπαράσχε και τμήμα της πόλης προς τη θάλασσα.

Τα όσα αναπτύχθηκαν στα παραπάνω συγκλίνουν σε μιά καιρία διαπίστωση. Η σεισμική ευαισθησία και κατά συνέπεια η επικινδυνότητα της περιοχής είναι αυξημένη σε υψηλό βαθμό. Ο χαρακτήρας αυτός επιτείνεται λόγω γειτνίασης περιοχών που υπόκεινται σε ρευστοποίηση με ενεργό κλάδο νεοτεκτονικού ρήματος. Η γειτνίαση αυτή

αποτελεί μία μορφοτεκτονική σύμπτωση που επαυξάνει τη τοπική ένταση ακόμη και σε περίπτωση μακρυνών σχετικά σεισμών. Παράδειγμα, η μικρής κλίμακας ρευστοποίηση που εκδηλώθηκε στη περιοχή του κόλπου της Ελίκης κατά το σεισμό της Ναυπάκτου το 1965 (Α. Ελευθερίου, 1984).

Συνοψίζοντας, οι δύο μεγάλοι σεισμοί εκδηλώθηκαν μεν στον ίδιο σειсмоγόνο χώρο αλλά οι εστίες τους σύμφωνα με τις μακροσεισμικές ενδείξεις ήταν διαφορετικές και τοποθετούνται σε ένα άξονα με ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνση, μέσα στο χώρο του Δ.Κορινθιακού. Οι αντίστοιχες πλειόσειστες ζώνες τους, αρκεία διαφοροποιημένες μεταξύ τους, παρουσιάζουν κάποια επικάλυψη στη περιοχή μεταξύ Αιγίου και κόλπου της Ελίκης λόγω της εγγενούς σεισμικής ευαισθησίας (ρευστοποίηση-ρήγμα) που τη χαρακτηρίζει.

Όπως σε κάθε μακροσεισμική έρευνα είτε είναι παλαιοσεισμική είτε νεοσεισμική (προσφάτων σεισμών) το πρόβλημα της αποκωδικοποίησης των σεισμικών αποτελεσμάτων είναι στενά συνδεδεμένο με την εδαφική επιφάνεια που δέχθηκε τις σεισμικές ωθήσεις. Στη περίπτωση του σεισμού της Ελίκης η επιφάνεια αυτή είναι σήμερα καλυμμένη με μετασεισμικές αποθέσεις οι οποίες εμποδίζουν την άμεση παρατήρηση. Είναι αναγκαίο λοιπόν για τη τεκμηρίωση οι αποθέσεις αυτές να "διαπεραστούν" με λεπτομερή γεωφυσική έρευνα και γεωτρήσεις.

Σε ότι αφορά τις υπάρχουσες μαρτυρίες γύρω από το σεισμό θεωρείται σκόπιμο να επισημανθεί το παράδοξο της σιωπής των τότε λογίων και φυσιοδιφών. Με εξαίρεση τον Ηρακλείδη που η μαρτυρία του όπως έχει λεχθεί διασώθηκε από τον Στράβωνα, ο Αριστοτέλης αναφέρει το γεγονός εντελώς περιστασιακά, ο δε Ξενοφών (σύγχρονος κι αυτός του σεισμού) δεν τον αναφέρει καθόλου.

Εν τούτοις μιά τέτοια καταστροφή θα πρέπει να είχε πολλές και κυρίως πολιτικο-κοινωνικές επιπτώσεις στη τότε Ελλάδα. Μολαυτα η σχετική πληρόφωρηση αρχίζει μετά από 4 αιώνες και απομένει στους μεταγενέστερους να ελέγξουν και συμπεράνουν αν οι σύγχρονες με το σεισμό μαρτυρίες χάθηκαν ή ο σεισμός αυτός είναι διακοσμημένος με το μανδύα του θρύλου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ambraseos, N (1967): The Earthquakes of 1965-66 in the Peloponnese, Greece. A field report. Bull. Seismol. Soc. Amer., vol. 57, No 5/pp 1035-2046.
2. Δοντάς, Σ. (1952): Υδρογραφική ανίχνευσις της εν τω Κορινθιακώ καταβυθισθείσης μεγάλης αχαϊκής πόλεως Ελίκης. = Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών, том. 27 σελ. 90-101.
3. Edqerton, H - Throckmorton, P (1971): Preliminary Report of the Helice coring Project. Report to the Res. Com. of Nat. Geograph. Soc.
4. Ελευθερίου, Α. (1984): Η διαμόρφωση της εντάσεως των σεισμών συναρτήσσει του εδάφους θεμελίωσης. = Β' Γεωλ. Διήμερο, Μάιος 1984 (Υπό εκτύπωση).
5. Γαλανόπουλος, Α. - Δελημασης, Ν. Κομνηνάκης, Π.Ε (1966): Θαλάσσιο κύμα εκ κατολισθήσεως άνευ σεισμικής διεγέρσεως. Ann. Geol. des Pays Hellen. t. 17 pp. 93-110.
6. Γεωργιάς, Γ.Κ. (1962): Περί του καταποντισμού της αρχαίας αχαϊκής πόλεως Ελίκης. = Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών, том. 37, σ. 232-247.
7. Heezen, - Ewing, - Johnson, (1966): The Gulf of Corinth floor. Deep Sea Research 13, pp 381-411. Pergamon Press.
8. Κούκης, Γ. - Ρόζος, Δ. (1982): Γεωλογικά και γεωτεχνικά στοιχεία των σεισμών Φεβρ.-Μαρ. 1981 στο Κορινθιακό Κόλπο. = Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών, том. 57 (1982), σελ. 406-425.
9. Leydecker, G (1975): Seismizitäts studien in Bereich der Peloponnes auf grund von Präzisionsherd bestimmungen. Berichte des Instituts für Meteorologie und phusik der Univ. Frankfurt/Main. 1975.
10. Marinatos S. (1962): Helice A Submerged town of classical Greece. - Archaeology, vol. 13, No 3, pp. 186-192.
11. Marinatos S. (1966): Έρευναί περί την Ελίκην. Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών, том. 41, σελ. 511-518.
12. Μαρτιολάκος, Η. Δ. (1976): Σκέψεις και απόψεις επί ωρισμένων προβλημάτων της γεωλογικής και τεκτονικής δομής της Πελοποννήσου. Ann. Geol. Pays Hellen. t. XXVII (1975) p.p. 214-353.
13. Μουτσόπουλος, Ν. (1956): Η Βούρα και το Γάϊον = Τεχν. Χρονικά, 1956, σελ. 385, 386.
14. Παναγιωτόπουλος (1983): Ορισμός θέσεως των πόλεων Βούρας, Ελίκης Κερύνειας, Λεοντίου, Ρυπών, Ερινεού. = Πλάτων, том. Ε' σ. 434.
15. Papazachos, BC (): Seismic Activity along the Saronicos Corinth-Patras Gulfs. (Mimeographed).
16. Πρακτικά Α' Διεθνούς Επιστημονικού Συνεδρίου δια την Αρχαίαν Ελίκην, Αίγιον, 14-16 Δεκ. 1979.
17. Schmidt, J. (1867): Πραγματεία περί του γενομένου του 1861, Δεκ. 26 (14), σεισμού του Αιγίου. Μεταφρ. εκ του γερμανικού υπό Ηρ. Μητρόπουλου. Αθήνα, 1967.
18. Schwartz, M. j. - Tziavos, Chr (1979): Geology in the search for Ancient Helice. Journ of Field Geology, vol. 6, pp. 243-
19. Sebrier, M. (1977): Tectonique recente d'une transversale al'arc Egeen. Le golf de Corinthe et ses regions peripheriques. Avril 1977, univ. de Paris-Sud. (dissertation).
20. Sebrier, M. (1978): La Fa'ille d' Aiyion (Seisme du 26 Dec. 1861). Rapport Final d'Activité scientifique sur le resultat des Etudes de Neotectonique en Grece.