

**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΕΧΡΙΩΝ - ΑΡΧΑΙΑΣ ΚΟΡΙΝΘΟΥ
ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Δ.* και ΓΑΚΗ-ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Κ.**

* Σεισμολογικό Ινστιτούτο, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 110 10 Αθήνα

** Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας, Γεωλογικό Τμήμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Πανεπιστημιόπολις, 157 04 Αθήνα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή συσχετίζονται γεωμορφολογικές παρατηρήσεις, σεισμολογικά δεδομένα και αρχαιολογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής Κεχριών Κορινθίας, με σκοπό την πληρέστερη κατανόηση της σεισμοτεκτονικής συμπεριφοράς της περιοχής αυτής ιδιαίτερα κατά τους ιστορικούς χρόνους.

Από την περιοχή αυτή διέρχεται η ρηξιγενής ζώνη Κεχριών - Αρχαίας Κορίνθου η οποία οριοθετεί, τις Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις προς βορρά, με τους Μεσοζωϊκούς ασβεστολίθους των αρεινών όγκων Ονειών - Ακροκορίνθου προς νότο.

Από την γεωμορφολογική μελέτη της ζώνης Κεχριών - Αρχαίας Κορίνθου, της παράκτιας ζώνης των Κεχριών και από την ύπαρξη βυθισμένων αρχαίων κατασκευών στο λιμάνι των Κεχριών προκύπτουν ενδείξεις για νεοτεκτονική δραστηριοποίηση της ρηξιγενούς αυτής ζώνης. Οι ενδείξεις αυτές συσχετίζονται με ιστορικές αναφορές για μεγάλους σεισμούς και με σύγχρονες ενόργανες σεισμολογικές καταγραφές.

**GEOMORPHOLOGICAL OBSERVATIONS AT THE AREA
OF KEHRIES - ANCIENT CORINTH
AND THEIR CORRELATION WITH SEISMOLOGICAL DATA**

ABSTRACT

In this study geomorphological observations, seismological data and archaeological evidence are correlated in order to understand the seismotectonic behaviour of the area of Kehrie (Corinth), in historical times. From this area passes the fault zone of Kehrie - Ancient Corinth, which is the boundary of the Plio-Pleistocene deposits in the north and the Mesozoic limestones in the south.

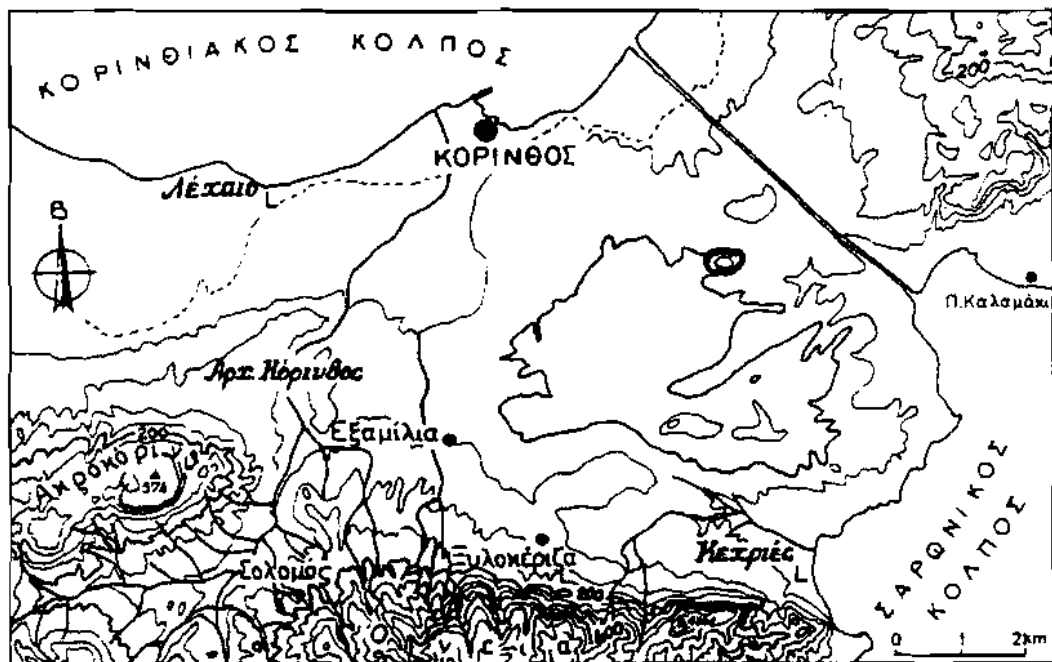
The geomorphological study of the fault zone, the coastal area of Kehrie and the existence of submerged ancient structures at the harbour of Kehrie gave evidence of reactivations of the fault zone. These reactivations are correlated with modern seismological data and historical reports of occurrences of big earthquakes which damaged the areas of Kehrie - Ancient Corinth.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Κορινθιακός κόλπος είναι ένα ασύμμετρο τεκτονικό βύθισμα, το οποίο προς νότο ορίζεται από μία σειρά κανονικών ρηγμάτων, που έχουν διευθύνσεις Α-Δ και Α.ΝΑ-Δ.ΒΔ και τα οποία κλίνουν προς βορρά.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονη σεισμικότητα το δε νότιο τμήμα της από υψηλούς ρυθμούς κατακόρυφης ανύψωσης, με αποτέλεσμα κατά μήκος της ακτής της Β. Πελοποννήσου Πλειοκαινικές λιμναίες και υφάλμυρες αποθέσεις και Πλειστοκαινικές θαλάσσιες, λιμναίες και ποτάμιες αποθέσεις, να ευρίσκονται ανυψωμένες κατά μερικές εκατοντάδες μέτρα πάνω από τη σημερινή στάθμη της θάλασσας.

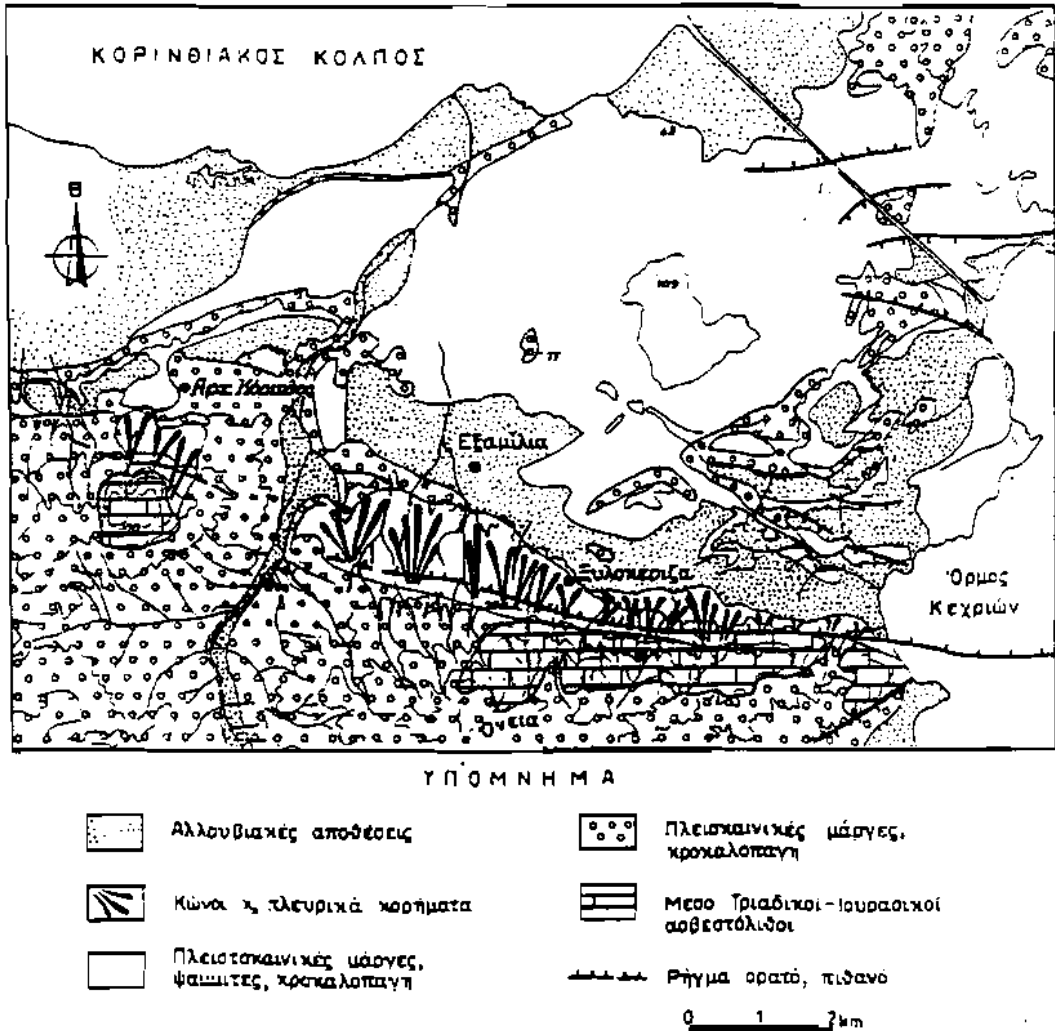
Επειδή η ανύψωση δεν ήταν συνεχής, η μορφολογία της Β. Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από μία κλιμακωτή διάταξη με χαρακτηριστική εμφάνιση αναβαθμίδων. Τη μορφολογία αυτή, άλλοι μελετητές την απέδωσαν σε ρηγμάτωση μιας ή πολύ περιορισμένου αριθμού ανεξάρτητων επιφανειών (Derpret, 1913; Keraudren, 1970-1972; Von Freyberg, 1973; Vita-Finzi & King, 1983), ενώ άλλοι, κατέληξαν στο συμπέρασμα



Σχ. 1. Τοπογραφικός χάρτης της μελετηθείσας περιοχής

ότι κάθε επίπεδη επιφάνεια αντιστοιχεί σε αυτοτελή αναβαθμίδα (Sebrier, 1973; Dufaure et al., 1975; Shroder, 1975; Dufaure & Zamanis, 1980; Keraudren & Sorel, 1987).

Η μελετηθείσα περιοχή ευρίσκεται στη ΝΑ πλευρά του Κορινθιακού Κόλπου (σχ. 1), στο χώρο όπου διέρχεται η ρηξιγενής ζώνη Αρχαίας Κορίνθου-Κεχριών (σχ. 2). Οι αναβαθμίδες στην περιοχή αυτή φθάνουν μέχρι του υψομέτρου των 140 m και οριοθετούνται προς νότο από τους ασβεστολιθικούς όγκους της Ακροκορίνθου (574 m) και των Ονείων (562 m) Ιουρασικής και Τριαδικής ηλικίας, αντίστοιχα.



Σχ. 2. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Αρχαίας Κορίνθου - Κεχριών.

Το τεκτονικό καθεστώς που επικρατεί στην περιοχή είναι εφελκυσμός κατά διεύθυνση Β-Ν. Η περιοχή υφίσταται δύο τεκτονικές κινήσεις. Η μία είναι υπεύθυνη για την ανύψωση των Πλειστοκαινικών αποθέσεων, ενώ η άλλη προκαλεί μικρής κλίμακας

βύθιση που οφείλεται στη δράση τοπικών κανονικών ρηγμάτων όπως αυτά της ρηξιγενούς ζώνης Αρχαίας Κορίνθου - Κεχριών.

Η ευρύτερη περιοχή της Κορίνθου χαρακτηρίζεται από υψηλή σεισμικότητα με αναφορές σεισμών ακόμα και από τους αρχαίους χρόνους. Από αρχαιολογικά ευρήματα στις πόλεις της αρχαίας Κορίνθου, Κεχριών και Λέχαιου, καθώς και από ιστορικές αναφορές και μαρτυρίες των τελευταίων αιώνων οι κυριότεροι σεισμοί που έπληξαν την περιοχή της Κορινθίας και προκάλεσαν ζημιές είναι οι εξής: 77, 524, 543, 551, 580, 1402, 1858, 1861, 1870, 1928, 1930, 1981. (Galanopoulos, 1960; 1961; Ευαγγελάτου-Νοταρά, 1987-1988; Παπαζάχος & Παπαζάχος, 1989). Πρέπει να τονισθεί ότι οι παραπάνω σεισμοί αναφέρονται για το μ.Χ. διάστημα διότι δεν υπάρχουν πληροφορίες για την π.Χ. εποχή.

Σύμφωνα με τους σεισμολογικούς καταλόγους αρκετοί από τους προαναφερθέντες σεισμούς είχαν επίκεντρα έξω από την περιοχή Κορινθίας και συγκεκριμένα οι του 551 και 1870 στη Φωκίδα, οι του 1402 και 1861 στην Αχαΐα, του 1930 στο Σοφικό και του 1981 στις Αλκυονίδες. Επίσης με αξιολόγηση των πληροφοριών του μεγάλου σεισμού του 1928 (Αιγινήτης, 1928; Tanakadate, 1928; Αρχαία Σεισμολογικού Ινστιτούτου) το επίκεντρό του τοποθετείται στην πλευρά του Λουτρακίου.

Επειδή οι αρχαίες πόλεις της Κορίνθου και των Κεχριών ευρίσκονται πολύ κοντά στη ρηξιγενή ζώνη Αρχ. Κορίνθου-Κεχριών (σχ. 1), είναι δυνατό κάποιοι από τους σεισμούς του 77, 524, 543, 580 και 1858, να οφείλονται στην ενεργοποίηση της ζώνης αυτής και να έχουν αφήσει τα ίχνη τους σε κατασκευές των πόλεων αυτών. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να εκτιμηθεί ποιοι σεισμοί προέρχονται από την ενεργοποίηση της ρηξιγενούς ζώνης Αρχ. Κορίνθου - Κεχριών και να εξαχθούν συμπεράσματα για τη σεισμική ιστορία της ρηξιγενούς αυτής ζώνης.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου συνδυάζονται:

α. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις της ρηξιγενούς ζώνης, αλλά και της παράκτιας περιοχής των Κεχριών, στη θέση όπου η ζώνη αυτή διέρχεται στη θάλασσα.

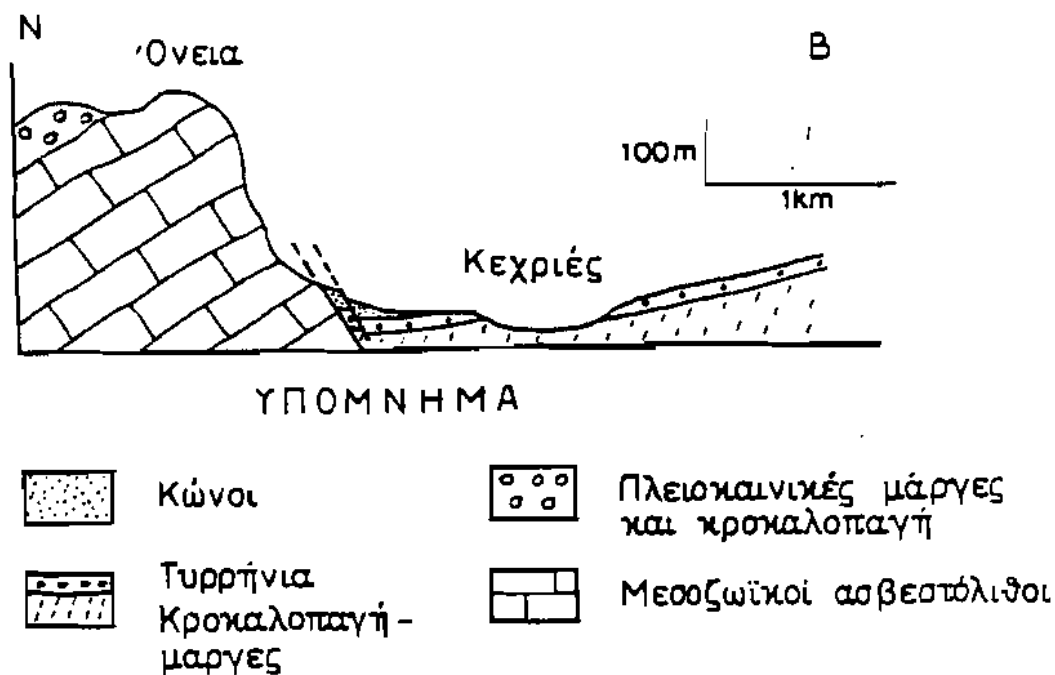
β. Αρχαιολογικές αναφορές και ευρήματα για καταστροφές από σεισμούς, κύρια στις αρχαίες πόλεις της Κορίνθου και των Κεχριών.

γ. Περιγραφές των καταστροφών στην ευρύτερη περιοχή μελέτης οι οποίες προεκλήθησαν από σεισμούς που συνέβησαν κατά τα τελευταία 200 χρόνια.

A. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΗΞΙΓΕΝΗ ΖΩΝΗ

Οι ορεινοί όγκοι των Ονειών και της Ακροκορίνθου παρουσιάζουν απότομες ασβεστολιθικές κλιτείες ενώ κορήματα και κώνοι που εμφανίζουν έντονη συνεκτικοποίηση καλύπτουν τις βάσεις τους. Η μικρή ανάπτυξη του παράλληλου υδρογραφικού δικτύου στο ασβεστολιθικό μέτωπο των Ονειών, χαρακτηριζόμενο από ολίγους κλάδους με μικρό μήκος και έντονη κατά βάθος διάβρωση υποδεικνύει την νεότητα αυτής της ρηξιγενούς ζώνης. Κατά μήκος των βορείων κλιτύων των ορεινών αυτών όγκων, στην επαφή του ασβεστολίθου με τους κώνους που ακολουθεί την διεύθυνση Α-Δ, δεν εμ-

φάνιζεται ίχνος από πρόσφατη σεισμική διάρρηξη. Από προσεκτική όμως παρατήρηση των υπωρειών των Ονείων, 100-200 μέτρα μπροστά από το ορεινό μέτωπο έγινε δυνατή η χαρτογράφηση καθαρής διάρρηξης των συνεκτικοποιημένων αυτών κώνων. Η διάρρηξη αυτή λαμβάνει την μέγιστη τιμή της στη μέση περίπου του μετώπου του ορεινού όγκου, νότια του χωριού Ξυλοκέριζα, όπου παρατηρείται κατακόρυφη μετατόπιση της τάξεως των 40-60 περίπου εκατοστών και κλίσης 45° - 50° προς βαρρά. Σχετική με την δραστηριοποίηση της ρηξιγενούς ζώνης είναι η μικρή κλίση προς το ρήγμα των Τυρρήνιων αποθέσεων του πεδινού τμήματος. Στο σχήμα 3 δίνεται μία σχηματική τομή των κλιτύων, της παρατηρηθείσας διάρρηξης στους κώνους, καθώς και της πεδινής ζώνης.



Σχ. 3. Γεωλογική τομή στη περιοχή Κεχριών όπου φαίνεται η διάρρηξη των κώνων.

Πέρα από την ένδειξη αυτή, που μαρτυρεί πρόσφατη διάρρηξη της ρηξιγενούς ζώνης, υπάρχουν και άλλες που συνηγορούν στην άποψη αυτή.

Οι κοιλάδες που εμφανίζονται στο μέτωπο του ορεινού όγκου των Ονείων παρουσιάζουν έντονη κατά βάθος διάβρωση με πολύ απότομα τοιχώματα. Η διάβρωση αυτή συνεχίζεται και στους κώνους ενώ μειώνεται σημαντικά ή εξαφανίζεται στα κατάντι της ρηξιγενούς ζώνης.

Κατά μήκος της κλιτύος και σε ποικίλλες αποστάσεις από την ρηξιγενή ζώνη, που φθάνουν μέχρι και 500 m απ' αυτήν, παρατηρούνται πεσμένοι μεγάλοι ογκόλιθοι πολλών κυβικών μέτρων που προέρχονται από διακλασμένα τμήματα των ασβεστολίθων του ορεινού όγκου. Οι ογκόλιθοι αυτοί επικάθηνται των κώνων και θα πρέπει να προέρχονται από πρόσφατη δραστηριοποίηση της ρηξιγενοῦς ζώνης. Πρέπει να αναφερθεί ότι είναι χαρακτηριστικό των μεγάλων σεισμών η πτώση ογκολίθων στην επικεντρική περιοχή.

Στο μέτωπο της Ακροκορίνθου δεν παρατηρείται πρόσφατη διάρρηξη ανάλογη με αυτή των Ονείων. Παρατηρείται όμως μία μεγάλη ακαταστασία στο υλικό. Ετσι κροκαλοπαγή του Πλειοπλειστοκαίνου είναι ανακατεμένα με τμήματα των κώνων κορημάτων, δίνοντας μια μορφή σεισμικών κορημάτων. Το φαινόμενο αυτό θα πρέπει να αντιστοιχεί σε παλαιότερη σεισμική διέγερση.

Στην παραλιακή ζώνη των Κεχριών, νότια των βυθισμένων αρχαίων κατασκευών, η αμμώδης παραλία σταματά απότομα και συνεχίζεται με τον κώνο κορημάτων. Επ' αυτού ευρέθησαν υπολείματα θαλάσσιας απόθεσης και παρατηρήθηκε ίχνος παλαιάς ακτογραμμής σε ύψος περίπου 60 cm από την σημερινή μέση στάθμη της θάλασσας.

Η επαφή της αμμώδους παραλίας με τον κώνο κορημάτων αντιστοιχεί στην προέκταση της ρηξιγενοῦς ζώνης προς την θάλασσα, προς το εσωτερικό δηλαδή του όρμου των Κεχριών. Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη διασκοπίσεως του Σαρωνικού κόλπου (ΕΚΘΕ, 1987) με κατασκευή λιθοσεισμικών τομών με την μέθοδο της σεισμικής ανάκλασης επιβεβαιώνεται η προς ανατολάς συνέχεια της ρηξιγενοῦς ζώνης (Σχ. 2).

Β. ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΓΙΑ ΣΕΙΣΜΟΥΣ

Ι. Αρχαίο Κόρινθος.

Η πόλις της Αρχαίας Κορίνθου ήταν κτισμένη στο χώρο όπου σήμερα ευρίσκεται το χωριό της Παλαιάς Κορίνθου, κατοικήθηκε δε από τη νεολιθική εποχή. Από τον 7ο π.Χ. αιώνα ο ορεινός όγκος της Ακροκορίνθου χρησίμευε σαν ακρόπολη της πόλεως και είχε οχυρωθεί με ισχυρό τείχος. Μεγάλα τμήματα των τειχών των κλασσικών χρόνων διατηρούνται ακόμη και σήμερα κάτω από τα ενετικά τείχη.

Ανασκαφές στην περιοχή της Αρχαίας Κορίνθου άρχισαν στο τέλος του προηγούμενου αιώνα, αλλά οι συστηματικές ανασκαφές του χώρου άρχισαν το 1896 από την Αμερικανική Σχολή Κλασσικών Σπουδών της Αθήνας, και οι οποίες συνεχίζονται μέχρι σήμερα.

Τα αποκαλυφθέντα από τις ανασκαφές ερείπια των ελληνικών χρόνων είναι ελάχιστα σε σχέση με τη φήμη της πόλεως κατά τους χρόνους αυτούς. Αυτό οφείλεται στην πλήρη καταστροφή της από τους Ρωμαίους το 146 π.Χ.

Σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα (Rothaus, 1991) και με ιστορικές αναφορές

(Ευαγγελάτου-Νοταρά, 1987-1988), οι σεισμοί οι οποίοι κατέστρεψαν την πόλη της Αρχαίας Κορίνθου και κατακρήμνισαν τα τείχη της ήταν του 77 μ.Χ., 524 μ.Χ. και 543 μ.Χ.

Ιδιαίτερα καταστρεπτικός πρέπει να ήταν ο σεισμός του 524 μ.Χ., μια και αναφέρεται σε κείμενα πολλών ιστορικών (Μαλάλας, Ευάγγριος, Θεοφάνης, Κεδρηνός, Προκόπιος, κ.λπ.), ο δε αυτοκράτορας Ιουστίνος Α' μερίμνησε για την ανοικοδόμηση της πόλεως. Για το σεισμό του 1580 μ.Χ. δεν υπάρχουν ιστορικές πληροφορίες παρά μόνο αρχαιολογικές ενδείξεις (Ευαγγελάτου-Νοταρά, 1987-1988).

II. Κεχριές:

Οι Κεχριές είναι το λιμάνι της Αρχαίας Κορίνθου στο Σαρωνικό Κόλπο. Στην περιοχή διενεργήθηκαν ανασκαφές κατά το διάστημα 1963-1966 από τα Πανεπιστήμια του Σικάγου και της Ινδιάνας. Η έρευνα ήταν πολύ δύσκολη λόγω του ότι μεγάλο μέρος των αρχαίων κτισμάτων ευρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Στο σχ. 4 δίνεται ο τοπογραφικός χάρτης του λιμένα των Κεχριών και αναφέρονται οι θέσεις των αρχαιολογικών ανασκαφών (Scranton & Ramage, 1967) (Σχ. 4).

Από τα ανασκαφικά ευρήματα προκύπτει ότι, ο όρμος των Κεχριών διεμορφώθη σε λιμάνι πιθανώς τον 6ο π.Χ. αιώνα. Το λιμάνι είχε έξοδο με κατεύθυνση ΝΑ και διεπιστώθη ότι είχε δύο προβλήτες. Η βόρεια με μήκος 106 m, και η νότια μήκους 135 m, η οποία και προεκτείνεται προς ανατολάς με λιμενοβραχίονα μήκους 80 m. Στη ΒΑ πλευρά της νότιας προβλήτας (θέση Α), προς το μέρος του λιμανιού υπάρχουν σε βάθη 0,8 m έως 1,3 m μια σειρά κτισμάτων πιθανώς αποθήκες, ενώ προς την πλευρά της θάλασσας υπάρχει μία κατασκευή η οποία ανεγνωρίσθη σαν ιχθυοδεξαμενή (βάθος 1,5 m). Οι αποθήκες είναι κατασκευής του 1ου π.Χ. αιώνα και η ιχθυοδεξαμενή μεταγενέστερη.

Νοτιοδυτικά από τις αποθήκες υπάρχει μία πολύπλοκη κατασκευή, τμήματα της οποίας συσχετίζονται με ναό της Ισίδος. Το δάπεδο του ναού ευρίσκεται σε βάθος 0,75 m και είναι κατασκευής του 2ου μ.Χ. αιώνα.

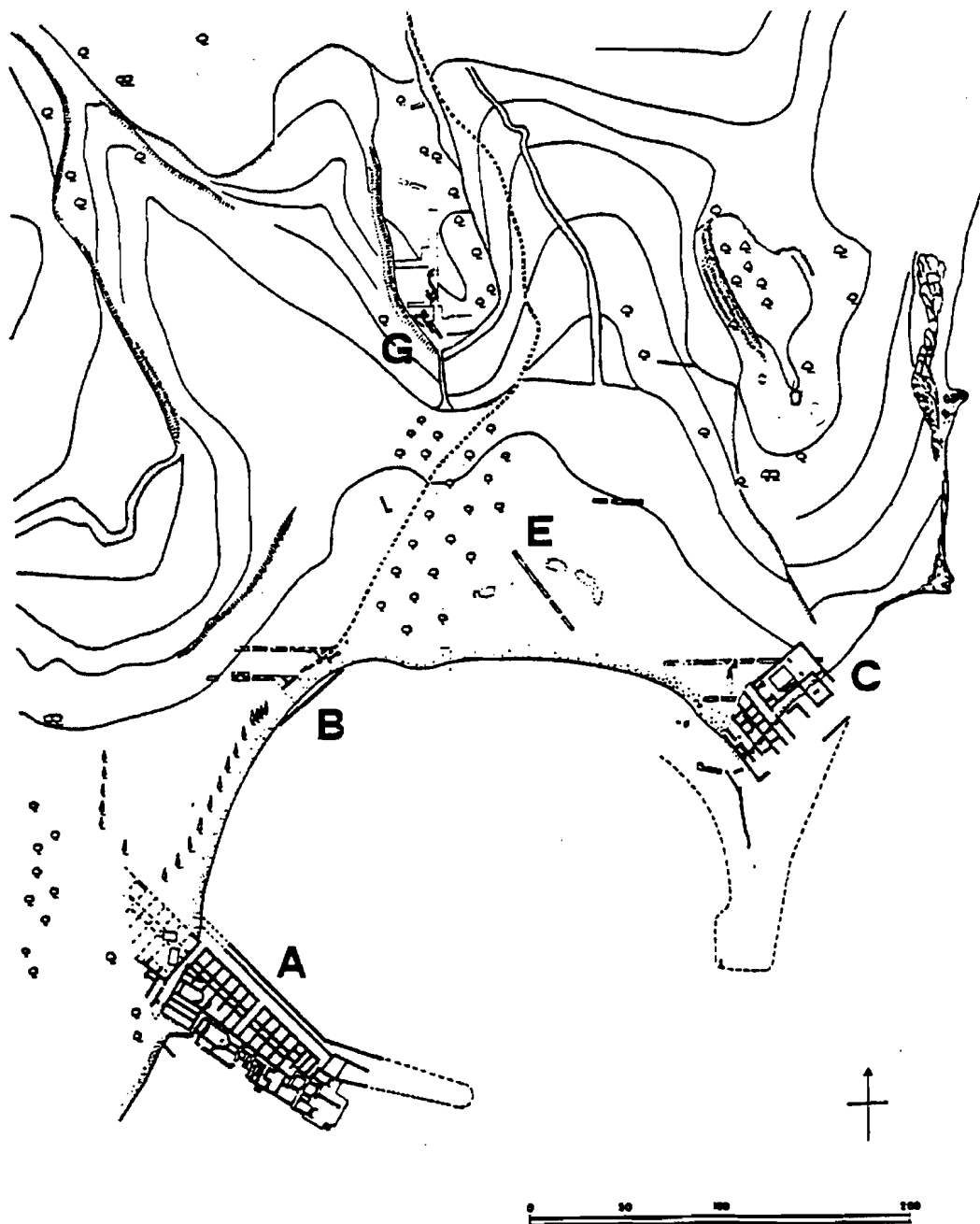
Τμήματα των αποθηκών και του ναού της Ισίδος, στη βάση της προβλήτας, καλύπτονται από χριστιανικό ναό του 4ου μ.Χ. αιώνα. Ο ναός λειτουργούσε μέχρι τα μέσα του 6ου μ.Χ. αιώνα.

Στην περιοχή της βόρειας προβλήτας (θέση C) υπάρχουν αρκετές κατασκευές κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Σε απόσταση 30 m από τη σημερινή ακτή και σε βάθος 2 m υπάρχει κατασκευή πεζοδρομίου. Δυτικά, στην Ξηρά, ανεσκάφη συστηματικά μεγάλη οικοδομή, η οποία κατεστράφη τον 6ο μ.Χ. αιώνα από σεισμό και πυρκαϊά. Η ανασκαφική έρευνα έδειξε ότι τμήμα της οικοδομής ανοικοδομήθηκε μετά το σεισμό.

Στο μυχό του λιμανιού (θέση Β) ανεσκάφησαν λείψανα οικοδομών που αποδίδονται σε εμπορικές αποθήκες. Και στην περιοχή αυτή σημειώθηκε βίαιη καταστροφή τον 6ο μ.Χ. αιώνα.

Η αρχαιολογική έρευνα έδειξε ότι μετά την καταστροφή από το σεισμό που συνέ-



Σχ. 4. Τοπογραφικός χάρτης με τις θέσεις των αρχαιολογικών ανασκαφών στο λιμάνι των Κεχριών (Scranton and Ramage, 1967).

βη τον 6ο μ.Χ. αιώνα, η δραστηριότητα στο λιμάνι των Κεχριών περιορίζεται σημαντικά και δεν επανέρχεται ξανά στην οικονομική του άνθηση.

III. Λέχαιο.

Το Λέχαιο αποτελούσε το προς τον Κορινθιακό Κόλπο λιμάνι της Αρχαίας Κορίνθου. Στην παραλία του Λεχαιίου ευρίσκονται τα ερείπια μεγαλειώδους βασιλικής, μήκους 115 m.

Σύμφωνα με πληροφορίες που περιέχονται στο μηνολόγιο του Πατμιακού Κώδικα (254 φ., 144 κ.εξ., 10-11αίωνας), ο ναός αυτός ήταν αφιερωμένος σε Κορίνθιους μάρτυρες οι οποίοι θανατώθηκαν με πνιγμό. Ο Πατμιακός Κώδικας αναφέρει ότι ο ναός ανηγέρθη προς τιμήν των μαρτύρων στον αιγιαλό, στη θέση που είχαν ταφεί τα σώματά των, στον τόπο που αυτά εξεβράσθησαν από τη θάλασσα.

Η ανοικοδόμηση του ναού επερατώθη προς τα τέλη του 5ου μ.Χ. αιώνα και κατεστράφη από σεισμό και πυρκαϊά κατά τα μέσα του 6ου μ.Χ. αιώνα. Ο Δ. Πάλλας (1956) υποθέτει ότι πρέπει να ήταν ο σεισμός του 551 μ.Χ.

Ενάμισυ χιλιόμετρο ΒΔ της Παλαιάς Κορίνθου, στη θέση Σκουτέλα, δεξιά του δρόμου που οδηγεί προς Περιγιάλι, υπάρχουν τα ερείπια και άλλου μεγάλου ναού, της βασιλικής της Σκουτέλας. Ο ναός αυτός υπέστη σοβαρές ζημιές από δύο σεισμούς που συνέβησαν κατά τον 6ον μ.Χ. αιώνα. Ο Δ. Πάλλας (1954) αποδίδει τις καταστροφές αυτές στους σεισμούς του 524 και 551 μ.Χ.

Γ. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

I. Σεισμός του 1858, 21 Φεβρουαρίου, 11:00 π.μ.

Για τον σεισμό αυτό υπάρχει λεπτομερής έκθεση του επαρχιακού ιατρού Κορινθίας Γ. Κούστα (1856) στην οποία αναφέρονται με σχετική ακρίβεια τα μακροσεισμικά αποτελέσματα του σεισμού. Μερικές πληροφορίες για τον σεισμό αυτό δίνονται και από τον Αιγινήτη (1928).

Ο σεισμός προκάλεσε την καταστροφή των χωριών Παλαιά (Αρχαία) Κόρινθος, Εξαμίλια, Καλαμάκι, Περιγιάλι και των οικισμών Ξυλοκέριζα, Νεοχώρι (Βόρεια του Σολωμού), Κεχριές, Κάτω Ασσος. Από το σεισμό 21 άτομα σκοτώθηκαν και 65 τραυματίστηκαν. Δύο ώρες περίπου πριν το σεισμό, οι κάτοικοι των Εξαμιλίων και του Καλαμακίου καθώς και ποιμένες στις Κεχριές άρχισαν να ακούουν υποχθόνιους θορύβους που προέρχονταν από τον Σαρωνικό. Οι μετασεισμοί συνεχίστηκαν για αρκετούς μήνες με μειωμένη συχνότητα.

Αξιολογώντας τις αναφερόμενες πληροφορίες γίνεται φανερό ότι η περιοχή που επλήγη από το σεισμό ήταν επιμήκης με διεύθυνση Α-Δ και ακραία σημεία τα χωριά Καλαμάκι στα ανατολικά και Περιγιάλι στα δυτικά. Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός σε δυτικές περιοχές, π.χ. Ηλεία, Αχαΐα, λιγότερο στα ανατολικά π.χ. Αθήνα, Μέγαρα, και ακόμη λιγότερο προς βορρά ή νότο.

Στους βράχους της Ακροκορίνθου παρουσιάστηκαν πολλές ρωγμές, ενώ υπήρξαν

πολλές καταπτώσεις βράχων από τους ορεινούς όγκους της Ακροκορίνθου και των Ονείων. Στις Κεχριές μετά το σεισμό, σε κτήμα που ευρίσκετο σε απόσταση 200 m από την παραλία, παρουσιάστηκε νερό, ενώ σε πηγή νότια της Ακροκορίνθου αυξήθηκε η παροχή. Το έδαφος σχίστηκε σε πολλά μέρη και ιδίως εκεί όπου ήταν κατηφορικό.

Λόγω της ολοκληρωτικής καταστροφής η Παλαιά Κόρινθος εγκαταλείπεται από τους κατοίκους της και μεταφέρεται σε νέα θέση κοντά στη θάλασσα.

II. Πρόσφατες ενόργανες πληροφορίες για την κατάσταση της ρηξιγενούς ζώνης.

Το φθινόπωρο του 1992, κατά την εκτέλεση ερευνητικού προγράμματος του Σεισμολογικού Ινστιτούτου στην περιοχή της Ανατολικής Κορινθίας εγκαταστάθηκε και λειτούργησε, για 14 εβδομάδες, τοπικό δίκτυο σειсмоγράφων.

Η αζιμουθιακή κάλυψη της ρηξιγενούς ζώνης των Κεχριών από το δίκτυο ήταν πολύ καλή και η απόσταση μεταξύ των σεισμολογικών σταθμών ήταν μικρή, της τάξεως των 10-15 Km. Από το δίκτυο αυτό καταγράφησαν αρκετοί σεισμοί, ο προσδιορισμός δε των εστιακών παραμέτρων (γεωγραφικές συντεταγμένες και εστιακό βάθος) έγινε με ικανοποιητική ακρίβεια ώστε τα σφάλματά τους να είναι μικρότερα του ενός χιλιομέτρου.

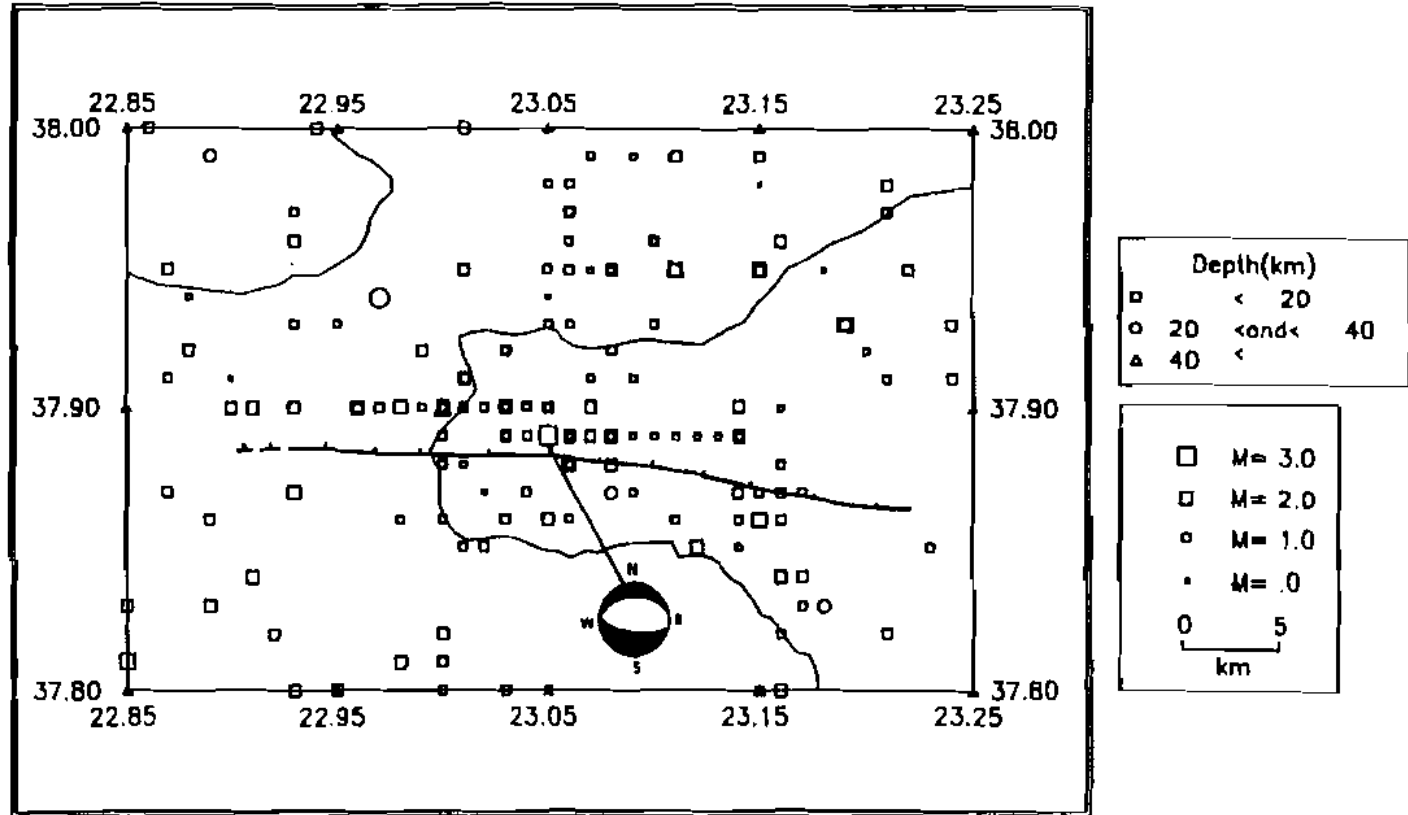
Ο αριθμός των σεισμών που καταγράφησαν από την εξεταζόμενη περιοχή ήταν ικανοποιητικός και η κατανομή τους στο χώρο δίνεται στο Σχήμα 5.

Η συντριπτική πλειονότητα των σεισμών αυτών είχαν πολύ μικρά μεγέθη, της τάξεως των 0-2 βαθμών της κλίμακας Richter, που σημαίνει ότι οι σεισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται σαν μικροσεισμοί και δεν γίνοντο αισθητοί από τους κατοίκους της περιοχής. Οι σεισμοί αυτοί ήταν επιφανειακοί και τα εστιακά τους βάθη κυμαίνονταν μεταξύ των 5 και 15 Km.

Για τον μεγαλύτερο από τους σεισμούς που καταγράφησαν, μεγέθους 2,8 Richter, έγινε δυνατός ο σχεδιασμός του εστιακού μηχανισμού που αντιστοιχεί σε διάρρηξη κανονικού ρήγματος. Οι δύο λύσεις του μηχανισμού γένεσης αναφέρονται σε ρήγματα που έχουν διεύθυνση 88° και κλίση 38° προς Βορρά ή διεύθυνση 100° και κλίση 64° προς Νότο. Τα χαρακτηριστικά του πρώτου ρήγματος αντιστοιχούν με αυτά της ρηξιγενούς ζώνης.

Η γραμμική, κατά διεύθυνση Α-Δ, κατανομή στον χώρο των μικροσεισμών, τα μικρά εστιακά τους βάθη και τα χαρακτηριστικά του εστιακού μηχανισμού συσχετίζονται απόλυτα με την γεωμετρία της ρηξιγενούς ζώνης και φανερώνουν ότι η μικροσεισμική αυτή δραστηριότητα προερχόταν από την ρηξιγενή ζώνη Αρχ. Κορίνθου - Κεχριών.

Τέτοια μικροσεισμική δραστηριότητα της ρηξιγενούς ζώνης δεν είναι άγνωστη καθώς έχει παρατηρηθεί και στο παρελθόν (Δεληήμπασης, 1980). Το μικροσεισμικό αυτό φαινόμενο δείχνει την ενεργή κατάσταση στην οποία ευρίσκεται η ρηξιγενής ζώνη και τις τεκτονικές κινήσεις που συμβαίνουν στο βάθος της.



Σχ. 5. Χάρτης των επικέντρων των καταγραφέντων σεισμών και της σεισμικής ζώνης στην περιοχή Κεχριών.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι ευρύτατα αποδεκτό ότι μία μελέτη που στοχεύει στην αναπαράσταση της σεισμικής ιστορίας μιας περιοχής δεν είναι εύκολη υπόθεση. Πρέπει να εξετασθούν πολλοί παράγοντες και να συνδυασθούν μεταξύ τους διαφορετικά δεδομένα που στην αρχή της προσπάθειας φαίνονται να είναι ασυμβίβαστα.

Η εξέταση της σεισμικής ιστορίας της ρηξιγενούς ζώνης Αρχ. Κορίνθου - Κεχριών δεν ξέφυγε από τις παραπάνω επισημάνσεις. Έτσι οι γεωμορφολογικές παρατηρήσεις που αφορούν την ρηξιγενή ζώνη συνδυάστηκαν αρμονικά με άλλες πληροφορίες όπως τα αρχαιολογικά ευρήματα και τις ιστορικές αναφορές για τους σεισμούς που συνέβησαν τον 6ο μ.Χ. αιώνα καθώς και με τα αποτελέσματα του καταστρεπτικού σεισμού του 1858 μ.Χ.

Συγκρίνοντας τις αναφορές για τις καταστροφές παρατηρείται ότι όλες οι αρχαίες πόλεις (Κόρινθος - Κεχριές - Λέχαιο) υπέστησαν σοβαρές ζημιές κατά τον 6ο μ.Χ. αιώνα. Στον αιώνα αυτόν αναφέρεται ότι συνέβησαν οι σεισμοί του 524, 543, 551 και 580. Επομένως κάποιος από τους σεισμούς θα πρέπει να ήταν πολύ ισχυρός, να προκάλεσε μεγάλες καταστροφές και να συνοδεύτηκε από διάρρηξη της ρηξιγενούς ζώνης.

Η άποψη αυτή τεκμηριώνεται από τα εξής δεδομένα:

- Οι αρχαιολόγοι στηριζόμενοι στα ευρήματα των ανασκαφών τους, υποστηρίζουν ότι η βασιλική του Λέχαιου κατεστράφη από σεισμό και πυρκαϊά τον 6ο μ.Χ. αιώνα (Πάλλας, 1956). Ο σεισμός του 551, που προερχόταν από την Φωκίδα, συνοδεύτηκε από θαλάσσιο κύμα το οποίο έπληξε τις ακτές του Κορινθιακού κόλπου (Παπαζάχος & Παπαζάχος, 1989). Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι ο ναός ευρίσκεται πολύ κοντά στην ακτή, 20-30 m απ' αυτήν, είναι αδύνατο το θαλάσσιο κύμα που θα είχε φθάσει το ναό, να επέτρεψε την εκδήλωση πυρκαϊάς. Ο ναός θα πρέπει να είχε καταστραφεί ολακληρωτικά ή να είχε υποστεί σοβαρές ζημιές από ένα προηγούμενο ισχυρό σεισμό.
- Σύμφωνα πάλι με αρχαιολογικές πληροφορίες (Scranton & Ramage, 1967), το λιμάνι των Κεχριών επλήγη την ίδια εποχή, 6ο μ.Χ. αιώνα, από ισχυρό σεισμό που εκτός από τις σοβαρές ζημιές, προκάλεσε και την οικονομική κάμψη της περιοχής. Η περιοχή του λιμένος των Κεχριών ευρίσκεται βόρεια της ρηξιγενούς ζώνης, στο κατερχόμενο τμήμα της. Ένας σεισμός που θα προερχόταν από την διάρρηξη της ρηξιγενούς ζώνης και θα συνοδευόταν από καθίζηση της περιοχής βόρεια του ρήγματος, άρα και του λιμένος των Κεχριών, θα είχε αποτελέσματα που συμφωνούν απόλυτα τόσο με τις γεωμορφολογικές παρατηρήσεις όσο και με τις αρχαιολογικές πληροφορίες.

Μπορούμε λοιπόν, στηριζόμενοι στις αρχαιολογικές ενδείξεις και στις ιστορικές αναφορές, να υποθέσουμε με μεγάλη βεβαιότητα ότι ο σεισμός του 524 μ.Χ. ήταν για την περιοχή της Κορινθίας ο καταστρεπτικότερος από αυτούς που συνέβηκαν τον 6ο μ.Χ. αιώνα, συνοδεύτηκε δε από επιφανειακή διάρρηξη της ρηξιγενούς ζώνης Αρχαίας Κορίνθου - Κεχριών. Για τους σεισμούς του 543 μ.Χ. και του 580 μ.Χ. δεν

μπορεί να διατυπωθεί ξεκάθαρη άποψη για το αν αυτοί οι σεισμοί προέρχονται από δραστηριοποίηση της ρηξιγενούς αυτής ζώνης.

Κατά τον σεισμό του 1858 μ.Χ., το οικιστικό και οικονομικό κέντρο της περιοχής ήταν η πόλη της Αρχαίας Κορίνθου, με συνέπεια οι περισσότερες αναφορές για καταστροφές να αναφέρονται σ' αυτή.

Από την αξιολόγηση των γεωλογικών αποτελεσμάτων του σεισμού αυτού, όπως η παρατηρηθείσα διάρρηξη των κώνων στην περιοχή της Ξυλοκέριζας, η πτώση ογκολίθων, η μεταβολή της παροχής των πηγών και της στάθμης των υπογείων υδάτων, αλλά και από την έκταση της περιοχής που υπέστη τις σοβαρότερες ζημιές, γίνεται φανερό ότι και ο σεισμός αυτός προερχόταν από διάρρηξη της ρηξιγενούς αυτής ζώνης.

Από τα προαναφερθέντα μπορούμε με μεγάλη βεβαιότητα να υποθέσουμε ότι η ρηξιγενής ζώνη Αρχαίας Κορίνθου - Κεχριών, διερρήχθη τουλάχιστον δύο φορές κατά τους ιστορικούς χρόνους, δηλαδή κατά τους σεισμούς του 551 μ.Χ. και του 1858 μ.Χ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι από τον 6ο μ.Χ. αιώνα μέχρι τον 15ο μ.Χ. αιώνα, για τις περιοχές της Β. Πελοποννήσου και Κεντρικής Ελλάδας υπάρχει μία έλλειψη πληροφοριών σχετικά με σεισμούς. Οι ιστορικοί που μελετούν την περίοδο αυτή, οποδίδουν την έλλειψη πληροφοριών στο γεγονός ότι οι περιοχές αυτές ευρίσκοντο μακριά από τις κύριες οδούς που συνέδεαν τα οικονομικά και πολιτιστικά κέντρα με την Κωνσταντινούπολη, πρωτεύουσα της Βυζαντινής αυτοκρατορίας.

Είναι προφανές, ότι στην περιοχή αυτή κατά το διάστημα αυτό πρέπει να συνέβησαν σεισμοί. Όμως η έλλειψη πληροφοριών για τον χρόνο που συνέβησαν και για τις συνέπειές τους δεν επιτρέπει την πλήρη ανασύσταση της σεισμικής ιστορίας της περιοχής και τον ακριβή προσδιορισμό του χρόνου επανάληψης των μεγάλων σεισμών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αιγινήτης Δ., 1928. Ο σεισμός της Κορίνθου της 22 Απριλίου 1928 και τα αποτελέσματά αυτού. Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών, 3: 369-381.
- Δελημπασής Ν. 1980. Μικρής κλίμακας σεισμική έξαρση στην περιοχή της Κορινθίας (Δεκ. 1976 - Ιον. 1977) και η τεκτονική ερμηνεία της. Μεταλλειολογικά - Μεταλλουργικά Χρονικά, 46: 21-31.
- Deperet C. 1923. Observations sur l' histoire géologique Pliocène et Quaternaire du golfe et de l' Isthme de Corinthe. C.R. Acad. Sci. Paris, 156: 1048-1052.
- Dufaure J.J., Keraudren, B. and Sebrier, M. 1975. Les terrasses de Corinthe: chronologie et déformations. C.R. Acad. Sci. Paris, 281: 1943-1945.
- Dufaure J.J. and Zamanis A. 1980. Styles néotectoniques et étagements de niveaux marins sur un segment d' arc insulaire, le Peloponnèse. Proc. Colloquim on Niveaux Marins et Tectonique Quaternaire dans l' Aire Méditerranéenne, CNRS, Univ. Paris I, Paris.

- ΕΚΘΕ, 1987. Πρόγραμμα διερεύνησης των ενεργών ρηγμάτων στον υποθαλάσσιο χώρο του Σαρωνικού κόλπου.
- Ευαγγελάτου-Νοταρά Φ. 1987-1988. Και τα πολλά της Πελοποννήσου ...σεισμού γέγονασιν παρανάλωμα. Πρακτικά Γ' Διεθνούς Συνεδρίου Πελοποννησιακών Σπουδών, Καλαμάτα, 1985. 427-448.
- Galanopoulos A. 1960. A catalogue of shocks with $Io=VI$ or $M=5$ for the years 1801-1958. Athens.
- Galanopoulos A. 1961. A catalogue of shocks with $Io=VI$ for the years prior to 1800. Athens.
- Jackson J.A., King G. and Vita-Finzi C. 1982. The neotectonics of the Aegean an alternative view. *Earth & Planetary Science Letters*, 61: 303-318.
- Keraudren B. 1970-72. Les formations Quaternaires marines de la Grèce. *Bull. Mus. Anthropol. Prehist. Monaco*, 16: 5-153; 17: 87-169; 18: 245-279.
- Keraudren B. and Sorel, 1987. The terraces of Corinth (Greece). A detailed record of eustatic sea-level variations during the last 500.000 years. *Marine Geology*, 17: 99-107.
- Κούστας Γ., 1858. Σεισμός Κορίνθου. Πανδώρα, τομ. Θ', φυλ. 202, 225-229.
- Πάλλας Δ., 1954. Ανασκαφή εν Παλαιά Κορίνθω. Πρακτικά Αρχαιολογικής Εταιρείας, 207-218.
- Πάλλας Δ., 1956. Ανασκαφή βασιλικής εν Λεχαιίω. Πρακτικά Αρχαιολογικής Εταιρείας, 164-178.
- Παπαζάχος Β. και Παπαζάχος Κ. 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Rothaus R., 1991. Earthquakes and pagan temples in late antique Corinth. Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου «Earthquakes in the archaeological record: paleoseismological and archaeological aspects». Αθήνα, (περίληψη).
- Schroder B., 1975. Bemerkungen zu marinen Terrassen des Quartas im NE-Peloponnes, Griechenland. *N. Jahrb. Geol. Palaontol. Abh.*, 149: 148-161.
- Scranton R. and Ramage E., 1967. Investigations at Corinthian Kenchreai. *Hesperia; Journal of the American school of classical studies at Athens*. 36: 124-186.
- Sebrier M., 1977. Tectonique récente d' une transversale a l' Arc Egèen: le Golfe de Corinthe et ses régions periphèriques. Thèse, Univ. de Paris-Sud Centre d' Orsay. Paris.
- Tanakadate H., 1928. Some remarks on the earthquake in Korinthos 1928. Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών, 3: 413-419.
- Vita-Finzi C. and King G., 1985. The seismicity, geomorphology and sturctural evolution of the Corinth area of Greece. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A*. 314: 379-407.
- Von Freyberg B., 1972. Geologie des Isthmus von Korinth. *Erlanger Geol. Abh.*, 95: 1-183.