

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΜΕΤΑΞΥ ΣΧΙΝΟΥ ΚΑΙ ΨΑΘΑΣ (ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ)

Καρύμπαλης Ε.¹, Βερυκίου-Παπασπυριδάκου Ε.²

¹Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας

²Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η γεωμορφολογία της παράκτιας περιοχής μεταξύ του όρμου Αγίας Σωτήρας και του ακρωτηρίου Μύτικα Ψάθας, στις νότιες ακτές του όρμου των Αλκυονίδων στον ανατολικό Κορινθιακό κόλπο. Για τη μελέτη της περιοχής πραγματοποιήθηκε λεπτομερής υπαίθρια παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5000. Αποτυπώθηκαν οι λιθολογικοί τύποι και οι παράκτιες γεωμορφές που απαντώνται κατά μήκος της ακτογραμμής που μελετήθηκε όπως ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί (beachrocks), παράκτιοι κρημνοί, ανυψωμένες εγκοπές στη βάση των παράκτιων κρημνών, αιγιαλοί αποτελούμενοι από υλικά ποικίλης κοκκομετρικής διαβάθμισης, παράκτια έλη, διαβρωμένα παλαιά δελταϊκά ριπίδια κ.α. Οι παράκτιες γεωμορφές συσχετίστηκαν με την τεκτονική και τη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση και την εξέλιξη της περιοχής διαδραματίζουν οι τεκτονικές κινήσεις και οι πρόσφατες μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης. Η περιοχή είναι ιδιαίτερα ενεργή τεκτονικά όπως δείχνουν οι πολλές και συχνές σεισμικές δονήσεις με πρόσφατες αυτές που σημειώθηκαν το 1981 με επίκεντρο τις νήσους Αλκυονίδες. Από τους σεισμούς αυτούς ενεργοποιήθηκε το κανονικό ρήγμα Σχίνου - Αλεποχωρίου - Ψάθας το οποίο διέρχεται από την περιοχή. Στο τμήμα της ακτής που βρίσκεται στο βυθιζόμενο τμήμα του ρήγματος παρατηρούνται βυθισμένες παράκτιες γεωμορφές ενώ σε εκείνο που αναπτύσσεται στο τμήμα που ανυψώνεται οι παράκτιες γεωμορφές έχουν ανυψωθεί.

GEOMORPHOLOGICAL OBSERVATIONS ALONG THE COASTAL ZONE BETWEEN SCHINOS AND PSATHA (EASTERN GULF OF CORINTH)

Karymbalis E.¹, Verikiou-Papaspiridakou E.²

¹Harokopio University, Department of Geography

²National and Kapodistrian University of Athens, Department of Geology and Geoenvironment, Division of Geography-Climatology

Abstract

This study deals with the coastal geomorphology of the area between the bay of Agia Sotira and cape Mytikas Psathas at the southern coastline of the Alkyonides Gulf located on the eastern Gulf of Corinth. A detailed coastal geomorphological mapping at the scale of 1:5000 was performed through field-work. Lithological types as well as coastal landforms along the investigated coastline (including coastal cliffs, beachrocks, beaches consisting of various grain size materials, coastal marshes, eroded Pleistocene fan deltas, uplifted notches at the base of the cliffs e.t.c.) were depicted. The above mentioned mapped coastal landforms were associated with tectonic elements and the seismic activity of the area. It was concluded that tectonic movements and recent sea-level changes played a significant role for the configuration and the evolution of the coastal zone of the study area. Recent destructive earthquakes, especially those of 1981, in the Alkyonides Gulf and associated normal faulting, show that the area is particularly tectonically active. The normal fault of Alepochori that passes through the area was activated by these earthquakes. The part of the

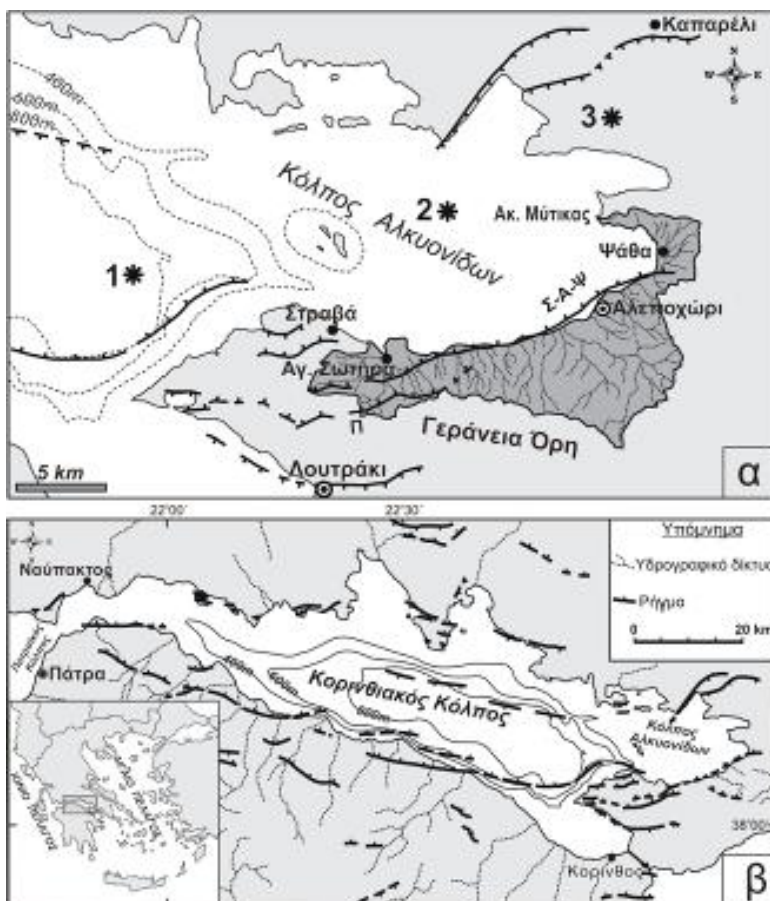
coastline that lies on the hangingwall is characterized by the presence of subsiding coastal landforms while at the shoreline of the footwall uplifted coastal landforms are observed.

Λέξεις κλειδιά: παράκτια γεωμορφολογία, Ανατολικός Κορινθιακός Κόλπος, Αλεποχώρι.

Key words: coastal geomorphology, Eastern Gulf of Corinth, Alepochori.

1. Γεωγραφική θέση

Η περιοχή μελέτης αποτελεί τμήμα της παράκτιας ζώνης των νότιων ακτών του κόλπου των Αλκυονίδων στον ανατολικό Κορινθιακό κόλπο (Σχήμα 1α).



Σχήμα 1. α). Γεωγραφική θέση του κόλπου των Αλκυονίδων στον ανατολικό Κορινθιακό κόλπο. Φαίνεται η ακτογραμμή που μελετήθηκε καθώς και τα υδρογραφικά δίκτυα που εκβάλλουν σε αυτή. Στον χάρτη σημειώνονται τα κυριότερα ρήγματα της περιοχής (Σ-Α-Ψ: ρήγμα Σχίνου – Αλεποχωρίου – Ψάθας, Π: ρήγμα Πισίων) ενώ με αστερίσκους απεικονίζονται τα επίκεντρα των σεισμών του 1981, (τα ρήγματα και τα σεισμικά επίκεντρα στον χάρτη του κόλπου των Αλκυονίδων από Hubert et al., 1996. β) Βαθυμετρικός χάρτης του Κορινθιακού κόλπου με τα κυριότερα ρήγματα (από Αρτιζό et al., 1996 τροποποιημένος).

Ο Κορινθιακός κόλπος αποτελεί μια ασύμμετρη τεκτονική τάφρο που έχει δημιουργηθεί από κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης Δ.ΒΔ. – Α.ΝΑ. και χαρακτηρίζεται από μεγάλη σεισμική δραστηριότητα και υψηλούς ρυθμούς διάνοιξης που φθάνουν τα 15-22 mm/έτος (Houghton et al., 2003).

Η ακτογραμμή που χαρτογραφήθηκε έχει συνολικό μήκος 30 km και εκτείνεται από τον όρμο Αγίας Σωτήρας στα δυτικά έως το ακρωτήριο Μύτικας Ψάθας στα ανατολικά (Σχήμα 1). Η άμεση τροφοδοσία της με υλικό πραγματοποιείται μέσω των υδρογραφικών δικτύων που εκβάλουν κατά μήκος αυτής. Οι λεκάνες που έχουν διαμορφώσει τα υδρογραφικά αυτά δίκτυα είναι μικρής έκτασης (τα εμβαδά τους κυμαίνονται από 0.5 έως 35 km²) και η ανάπτυξη και μορφολογία τους έχουν επηρεαστεί τόσο από την τεκτονική συμπεριφορά των ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ που ταπεινώνουν την παράκτια ζώνη και ανυψώνουν τον ορεινό όγκο των Γερανείων όσο και από τη λιθολογική σύσταση των σχηματισμών που τις καταλαμβάνουν. Η τοπογραφία των λεκανών απορροής των υδρογραφικών δικτύων που τροφοδοτούν άμεσα την παράκτια ζώνη της περιοχής που μελετήθηκε καθώς και η εξάπλωση των γεωλογικών σχηματισμών εντός αυτών απεικονίζονται στα Σχήματα 2 και 3.

2. Δεδομένα και μεθοδολογία

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε λεπτομερής υπαίθρια παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση κατά μήκος της ακτογραμμής που μελετήθηκε. Ως υπόβαθρο για την χαρτογράφηση χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1:5000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Για την πληρέστερη μελέτη της παράκτιας ζώνης αποτυπώθηκε η τοπογραφία και η γεωλογία των λεκανών απορροής των υδρογραφικών δικτύων που εκβάλουν στη νότια και ανατολική ακτογραμμή του κόλπου των Αλκουνίδων. Τα υδρογραφικά αυτά δίκτυα και η μορφολογία των λεκανών απορροής τους απεικονίστηκαν χρησιμοποιώντας τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:50000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού ενώ τα λιθολογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής και της άμεσης περιοχής κατά μήκος της ακτογραμμής αντλήθηκαν από το φύλλο Καπαρέλλι του γεωλογικού χάρτη κλίμακας 1:50000 του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΓΓΜΕ, 1984).

Η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε από υπαίθρια επιτόπια έρευνα ενώ επιπλέον συλλέχθηκε και αξιολογήθηκε η βιβλιογραφία για την ευρύτερη περιοχή του ανατολικού Κορινθιακού κόλπου και του κόλπου των Αλκουνίδων. Πέρα από τις παράκτιες γεωμορφές (ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί, σύγχρονοι αιγιαλοί, παράκτια έλη, παράκτιοι κρημνοί, ανυψωμένες εγκοπές, κ.α.) έγιναν ποιοτικές παρατηρήσεις σχετικά με την κοκκομετρία και τη λιθολογία των υλικών των αιγιαλών κατά την περίοδο της χαρτογράφησης ενώ επιπλέον έγινε καταγραφή των ανθρωπογενών επεμβάσεων κατά μήκος της ακτογραμμής, οι οποίες λόγω της αυξανόμενης τουριστικής ανάπτυξης, υπήρξαν ιδιαίτερα σημαντικές κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

Δημιουργήθηκε μια ψηφιακή βάση δεδομένων από την ψηφιοποίηση (των ισουψών καμπυλών, του υδρογραφικού δικτύου, των γεωλογικών σχηματισμών και των τεκτονικών στοιχείων) από τους αναλογικούς χάρτες διαφόρων κλιμάκων καθώς και τις παράκτιες γεωμορφές η θέση των οποίων πιστοποιήθηκε με τη χρήση GPS αξιοποιώντας τις δυνατότητες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με τη χρήση των λογισμικών MapInfo 8 και Vertical Mapper 3.

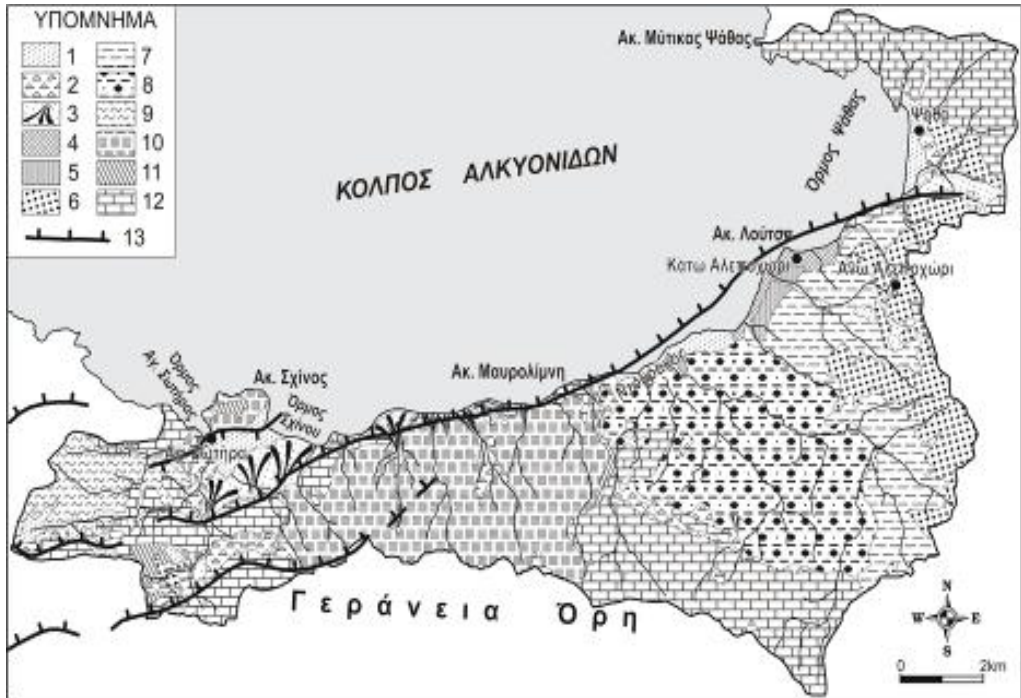


Σχήμα 2. Τοπογραφικός χάρτης των λεκανών απορροής των υδρογραφικών δικτύων που εκβάλλουν στις νότιες ακτές του κόλπου των Αλκυονίδων.

3. Γεωλογία - Τεκτονική

Οι λεκάνες απορροής των υδρογραφικών δικτύων που εκβάλλουν από την περιοχή Ντουράκος έως τον όρμο της Αγίας Σωτήρας οριοθετούνται από τα ρήγματα των Πισίων και του Σχίνου και αναπτύσσονται σε ασβεστόλιθους Μεσοζωϊκής ηλικίας και σε υπερβασικά πετρώματα των νότιων κλιτύων του ορεινού όγκου των Γερανείων (Σχήμα 3). Συγκεκριμένα πρόκειται για ασβεστόλιθους και δολομίτες ηλικίας μέσου Τριαδικού - Δογγέριου, σχηματισμούς της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης καθώς και τα υπερβασικά πετρώματα αυτής ηλικίας Αν. Δογγέριου - Μ. Μάλμιου και ο Βοιωτικός φλύσχης ηλικίας Αν. Μάλμιου - Κατ. Κρητιδικού. Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση Πλειστοκαινικών αλλουβιακών κώνων και παράκτιων ριπιδίων, στις εκβολές ορισμένων από τα δίκτυα αυτά, που η κύρια ανάπτυξή τους τοποθετείται πιθανά στην τελευταία παγετώδη περίοδο (ΙΓΜΕ, 1984). Οι λεκάνες τα δίκτυα των οποίων εκβάλλουν στο ανατολικό τμήμα της περιοχής από την θέση Ντουράκος έως τον όρμο της Ψάθας αναπτύσσονται σε σχηματισμούς Νεογενούς ηλικίας που περιλαμβάνουν μάργες, ψαμμίτες, αργίλους και κροκαλοπαγή Πλειοκαινικής ηλικίας καθώς και σε Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς που αποτελούνται από ποταμοχειμάρριες αποθέσεις και εναλλαγές κροκαλοπαγών, ψαμμιτών, αργίλων και πηλών (Σχήμα 3). Τα δίκτυα αυτά έχουν δενδρική μορφή, είναι περισσότερο ανεπτυγμένα, έχουν μικρότερες μορφολογικές κλίσεις ενώ κύρια διεργασία είναι η οπισθοδρομούσα διάβρωση (Σχήμα 2). Είναι προφανές ότι λόγω του ευδιάβρωτου χαρακτήρα των λιθολογιών η τροφοδοσία του τμήματος αυτού της παράκτιας ζώνης με υλικό είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με το ανατολικό.

Οι Ολοκαινικοί σχηματισμοί αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις, τα πρόσφατα υλικά των αιγιαλών της παράκτιας ζώνης, ιλύς που καταλαμβάνει τις παράκτιες ελώδεις περιοχές και σύγχρονους κώνους κορημάτων και πλευρικά κορήματα που καλύπτουν τις κλιπείς μεγάλων μορφολογικών κλίσεων.

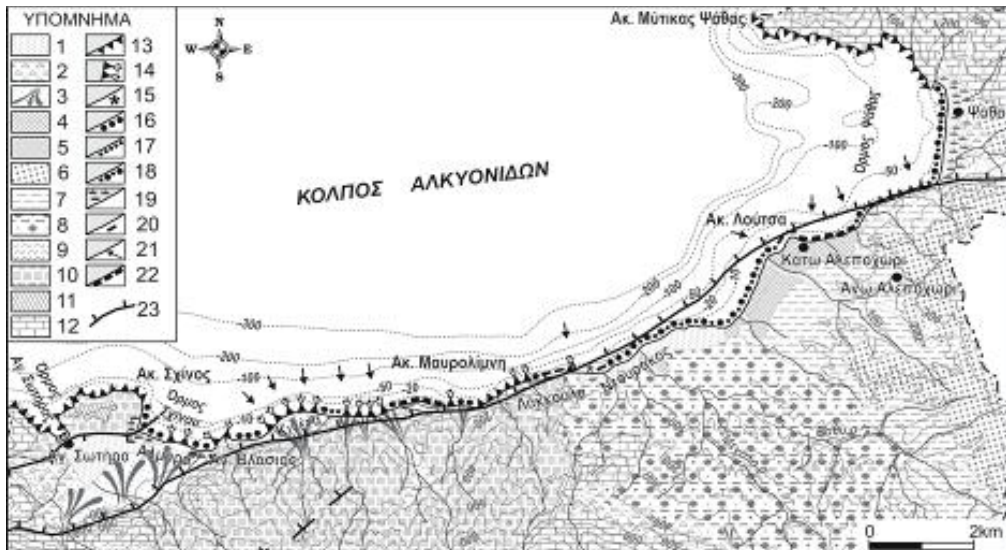


Σχήμα 3. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης των λεκανών απορροής των υδρογραφικών δικτύων που εκβάλλουν στις νότιες ακτές του κόλπου των Αλκυονίδων (τροποποιημένος από ΙΓΜΕ, 1984). Υπόμνημα: 1: αλλουβιακές αποθέσεις (Ολόκαινο), 2: πλευρικά κορημάτα και κώνοι κορημάτων (Ολόκαινο), 3: Αλλουβιακοί κώνοι και αλλουβιακά ριπίδια (πιθανά Βούρμιο), 4: Κατώτερη θαλάσσια αναβαθμίδα (πιθανά Αν. Πλειστόκαινο), 5: Ανώτερη θαλάσσια αναβαθμίδα (Τυρρηνείο), 6: Ποταμοχειμάρριες απόθέσεις από εναλλαγές κροκαλοπαγών, αργίλων και ηλλών (Πλειστόκαινο), 7: Μάργες - άργιλοι και ψαμμίτες λιμναίας και υφάλμυρης φάσης (Αν. Πλειόκαινο), 8: Μάργες - ψαμμίτες και κροκαλοπαγή (Πλειόκαινο), 9: Βοιωτικός φλύσχος (Αν. Μάλμιο - Κ. Κρητιδικό), 10: Υπερβασικά πετρώματα (Αν. Δογγέριο - Μ. Μάλμιο), 11: Σχιστοκερατολιθική διάπλαση (Αν. Δογγέριο - Μ. Μάλμιο), 12: Ασβεστόλιθοι και δολομίτες (Μ. Τριαδικό - Δογγέριο), 13: Ρηγμα.

Η περιοχή μελέτης είναι τεκτονικά πολύ ενεργή όπως αποδεικνύει η εντονη σεισμική δραστηριότητα και η παρουσία ενεργών ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ. Οι πρόσφατοι σεισμοί του 1981 προκάλεσαν σημαντικές καταστροφές στην ευρύτερη περιοχή του ανατολικού Κορινθιακού κόλπου. Οι δύο πρώτες σεισμικές δονήσεις συνέβησαν τη νύχτα της 24ης προς 25η Φεβρουαρίου και η τρίτη συνέβη επτά μέρες αργότερα στις 4 Μαρτίου. Αποτέλεσμα των δύο πρώτων σεισμών ήταν η δραστηριοποίηση των κανονικών ρηγμάτων των Πισίων και του Αλεποχωρίου (Σχήμα 1). Η δραστηριοποίηση ήταν ορατή στη βάση των επιφανειακών εμφανίσεων των διαρρήξεων αυτών. Μικρής έκτασης διαρρήξεις παρατηρήθηκαν επίσης σε ρήγματα της ευρύτερης περιοχής (Jackson et al., 1982). Οι Hubert et al. (1996) υποστήριξαν ότι τα δύο πρώτα γεγονότα ήταν αποτέλεσμα της διάρρηξης των ρηγμάτων Πισίων και Αλεποχωρίου και όχι της ενεργοποίησης ενός υποθαλάσσιου ρήγματος που διέρχεται ανοικτά της ακτογραμμής. Διάφοροι ερευνητές εκτιμούν ένα μέσο διάστημα επανενεργοποίησης του ρήγματος Αλεποχωρίου της τάξης των 330 ετών για τα τελευταία 2000 έτη και ρυθμούς κατακόρυφης μετατόπισης 0.7-2.5 m (Collier et al., 1998, Vita-Finzi and King, 1985).

4. Παράκτιες γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στην περιοχή μελέτης

Κατά την γεωμορφολογική χαρτογράφηση οι παράκτιες γεωμορφές διακρίθηκαν σε θαλάσσιες διάβρωσης και απόθεσης. Επιπλέον αναγνωρίστηκαν οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις που κυρίως συνίστανται σε κατασκευές και παρεμβάσεις κατά μήκος της ακτογραμμής με σκοπό κυρίως την προστασία από τη θαλάσσια διάβρωση.



Σχήμα 4. Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μεταξύ όρμου Αγ. Σωτήρας και ακρωτηρίου Μύτικα Ψάθας. Ο χάρτης προέκυψε από υπαίθρια χαρτογράφηση με υπόβαθρο τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1:5000. Υπόμνημα: 1: αλλουβιακές αποθέσεις, 2: πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων, 3: Αλλουβιακοί κώνοι και αλλουβιακά ριπίδια, 4: Κατώτερη θαλάσσια αναβαθμίδα, 5: Ανώτερη θαλάσσια αναβαθμίδα, 6: Ποταμοχειμάρριες αποθέσεις από εναλλαγές κροκαλοπαγών, αργίλων και πηλών, 7: Μάργες - άργιλοι και ψαμμίτες, 8: Μάργες - ψαμμίτες και κροκαλοπαγή, 9: Βοιωτικός φλύσσης, 10: Υπερβασικά πετρώματα, 11: Σχιστοκερατολιθική διάπλαση, 12: Ασβεστόλιθοι και δολομίτες, 13: παράκτιος κρημνός, 14: κρημνός με ιζήμα, 15: υπολειμματική στήλη μορφής μανταριού, 16: αιγιαλός με αδρομερές υλικό, 17: αιγιαλός με αμμώδες υλικό, 18: αιγιαλός με ανάμεικτο υλικό, 19: παράκτιο έλος, 20: ψηφιδοπαγής αιγιαλός, 21: ακτή που υποχωρεί, 22: τεχνητά πληρωμένα ακτή, 23: ρήγμα.

Ένα αρκετά μεγάλο μήκος της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται από παράκτιους κρημνούς που κυρίως αναπτύσσονται στις περιοχές που Μεσοζωϊκής ηλικίας ασβεστόλιθοι καταλήγουν στη θάλασσα (Σχήμα 4). Ιδιαίτερα εντυπωσιακοί είναι οι ασβεστόλιθοι κρημνοί που απαντώνται ανατολικά της Μαυρολύμνης όπου διέρχεται το ρήγμα Σχίνου - Αλεποχωρίου και στη νότια ακτογραμμή του όρμου της Ψάθας. Το ύψος του παράκτιου κρημνού στον όρμο της Ψάθας φθάνει τα 200 m και αντιστοιχεί στο σχεδόν κατακόρυφο μέτωπο του ομώνυμου ρήγματος που αποτελεί την προς τα ανατολικά προέκταση του ρήγματος Σχίνου - Αλεποχωρίου. Στη βάση του ασβεστόλιθικού αυτού μετώπου έχουν αναπτυχθεί τρεις εγκοπές οι οποίες σήμερα βρίσκονται ανυψωμένες σε σχέση με τη σημερινή στάθμη θάλασσας αποτελώντας σαφή ένδειξη τεκτονικής ανύψωσης του τμήματος αυτού της ακτογραμμής. Η υψηλότερη εντοπίζεται περίπου 2 m πάνω από τη σημερινή στάθμη. Οι Ledder et al. (1991) εκτιμούν ότι η υψηλότερη εγκοπή άρχισε να δημιουργείται κατά την τελευταία υψηλή στάθμη θάλασσας υπολογίζοντας έτσι ένα ρυθμό τεκτονικής ανύψωσης της περιοχής της τάξης των

0.3 mm/έτος. Οι ανυψωμένες αυτές εγκοπές έχουν μερικώς καταστραφεί από την πρόσφατη κατασκευή του παράκτιου δρόμου που συνδέει το Αλεποχώρι με την Ψάθα. Παρόμοια διαλυσιγενής θαλάσσια εγκοπή έχει αναπτυχθεί στη βάση υπολειμματικής στήλης μορφής μανταριού, που απέχει μόλις 30 m από την ακτογραμμή, στην περιοχή Ντουράκος (Σχήματα 4, 5a). Η εγκοπή αυτή βρίσκεται 0.7 m πάνω από τη σημερινή στάθμη θάλασσας και δεν έχει χρονολογηθεί διότι δεν υπάρχει βιογενές υλικό ενώ δεν είναι σαφές αν ανυψώθηκε κατά τους σεισμούς του 1981. Οι Jackson et al., (1982) λαμβάνοντας υπόψη τη βαθυμετρία του κόλπου υποστήριξαν αρχικά ότι η συνέχεια του παράκτιου ρήγματος στην περιοχή αυτή διέρχεται μέσα από τη θάλασσα για να συναντήσει το εντυπωσιακό μέτωπο στη νότια ακτογραμμή του όρμου της Ψάθας, γεγονός που μεταγενέστερα αποδείχτηκε με σεισμικά προφίλ που διενεργήθηκαν στην κόλπο (Leeder et al., 2002). Συνεπώς η ανύψωση που παρατηρείται εδώ αντανakλά κινήσεις στο ανυψούμενο τέμαχος του ρήγματος.

Χαμηλοί παράκτιοι κρημνοί αναπτύσσονται και σε χαλαρές ποταμοχειμάρρεις αποθέσεις στις περιοχές που τα υδρογραφικά δίκτυα καταλήγουν στην ακτογραμμή. Σηματοδοτούν το ανώτερο όριο της δράσης των κυμάτων και αποτελούν ένδειξη υποχώρησης της ακτογραμμής. Μπροστά από τους χαμηλούς αυτούς κρημνούς αναπτύσσονται αμμόδεις και χαλικώδεις αιγιαλοί.

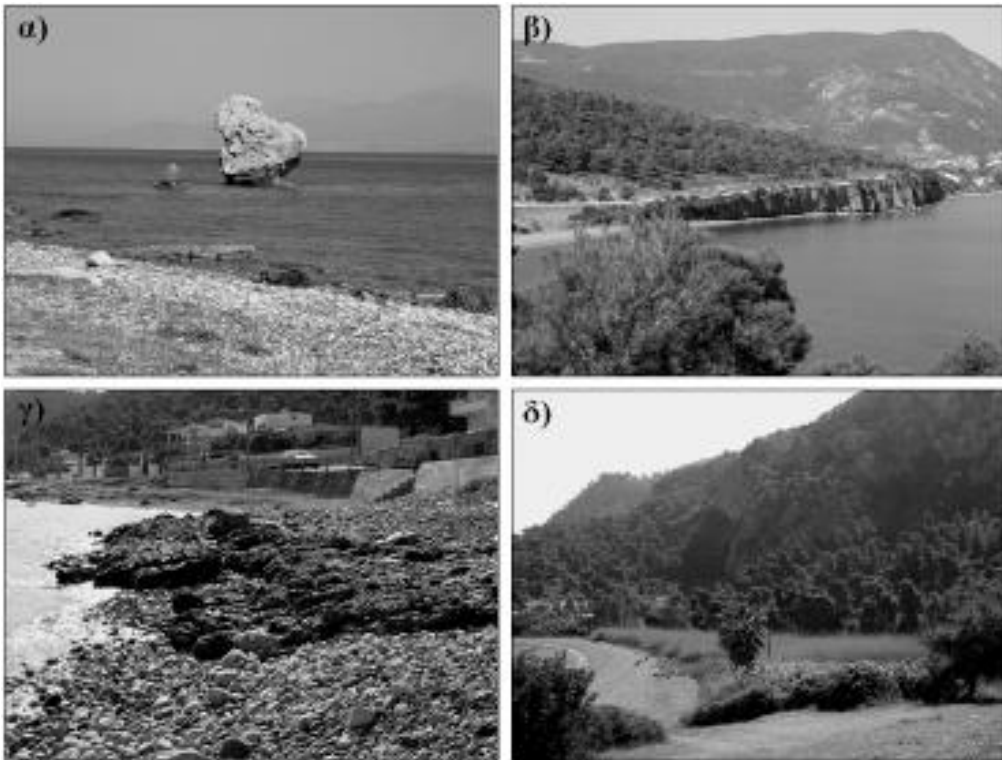
Χαρακτηριστική είναι η ανάπτυξη κρημνών κατά μήκος των παράκτιων μετώπων των Πλειστοκαινικών αλλουβιακών κώνων και ριπιδίων στις περιοχές Κινέτας, Αγ. Βλάσιου και Αλμύρας στο δυτικό τμήμα της περιοχής που φθάνουν σε ύψος μέχρι και 20 m (Σχήμα 5b). Κατά μήκος της βάσης τους έχουν αναπτυχθεί αιγιαλοί από την επαναπόθεση των υλικών-προϊόντων της υποχώρησης των κώνων. Δεδομένου ότι οι λεκάνες απορροής των δικτύων που απέθεσαν τους κώνους και τα ριπιδία καταλαμβάνονται από υπερβασικά πετρώματα το υλικό των αιγιαλών αυτών είναι ποικίλης κοκκομετρικής διαβάθμισης γωνιώδεις λατύπες και χάλικες από σερμπεντινίτες.

Αιγιαλοί αναπτύσσονται κυρίως από την περιοχή Ντουράκος έως το Κάτω Αλεποχώρι, που τα μεγαλύτερα υδρογραφικά δίκτυα τα οποία αναπτύσσονται σε ευδιάβρωτους Πλεο-Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς, εκβάλλουν στη θάλασσα, στον μυλό του όρμου της Ψάθας καθώς και στις περιοχές Αρμύρα και Αγ. Σωτήρα στο δυτικό τμήμα της περιοχής που μελετήθηκε (Σχήμα 4). Κατά την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση οι αιγιαλοί διακρίθηκαν με κριτήριο το μέγεθος των υλικών από τα οποία συνίστανται. Η ανάπτυξη, η κοκκομετρία και η λιθολογία των υλικών των αιγιαλών εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής των ανάντη υδρογραφικών δικτύων. Μεγάλο μήκος της ακτογραμμής καταλαμβάνεται από αιγιαλούς αδρομερών υλικών (κυρίως χαλικών και κροκαλών) καθώς και αιγιαλούς ανάμεικτου υλικού (κροκαλών και άμμων). Τα υλικά των αιγιαλών αυτών την περίοδο της χαρτογράφησης ήταν διαβαθμισμένα σε δύο ή τρεις επιμήκειες, παράλληλες προς την ακτογραμμή, ζώνες (berms) που είναι χαρακτηριστικές της κυματικής ενέργειας που δέχεται η ακτή. Αμμόδεις αιγιαλοί χαρτογραφήθηκαν στον όρμο της Αγίας Σωτήρας και κατά μήκος της παραλίας Αλεποχωρίου ενώ όπως έχει ήδη αναφερθεί μικρού πλάτους αιγιαλοί αναπτύσσονται μπροστά από τους παράκτιους κρημνούς που έχουν σχηματισθεί στα μέτωπα των αλλουβιακών κώνων και ριπιδίων (Σχήμα 4).

Στην περιοχή του Αλεποχωρίου έχουν αναφερθεί και χαρτογραφηθεί ανυψωμένες παλιές αποθέσεις αιγιαλών (Kelletat et al., 1976; Jackson et al., 1982; ΙΓΜΕ, 1984; Leeder et al., 1991; Collier et al., 1992). Οι υψηλότερες αποθέσεις αιγιαλού βρίσκονται σε υψόμετρο μεταξύ 25 και 35 m. Δείγμα από κοράλλια στις αποθέσεις αυτές έδωσε ηλικία 90 ± 4 ka και 126 ± 6 ka με τη μέθοδο ραδιοχρονολόγησης U-Th (Leeder et al., 1991). Λαμβάνοντας τη δεύτερη ηλικία εκτιμάται ένας μέσος ρυθμός ανύψωσης περίπου 0.3 mm/έτος που είναι παρόμοιος με αυτόν που εκτιμήθηκε από τις ανυψωμένες εγκοπές στη βάση του ασβεστολιθικού μετώπου του ρήγματος στην Ψάθα. Η δεύτερη εμφάνιση ανυψωμένων αποθέσεων αιγιαλού βρίσκεται 6.5-13 m πάνω από τη θαλάσσια στάθμη, περιλαμβάνει στρώματα άμμων και χαλικών και δεν έχει χρονολογηθεί ενώ η χαμηλότερη θαλάσσια

αναβαθμιδα βρίσκεται σε υψόμετρο 2 m.

Κατά μήκος της σημερινής ακτογραμμής στις θέσεις Ακρ. Λούτσα και Ντουράκος παρατηρούνται ψηφιδωπαγείς αιγιαλοί (Σχήμα 5γ). Το υλικό τους παρουσιάζουν μεγάλη κοκκομετρική διαβάθμιση (από λεπτόκοκκη άμμο μέχρι κροκάλες μεγάλου μεγέθους και κελύφη οργανισμών). Η λιθολογία τους εξαρτάται από την περιοχή στην οποία αναπτύσσονται. Στο δυτικό τμήμα της περιοχή επικρατούν ασβεστολιθικές κροκάλες και κροκάλες από υπερβασικά πετρώματα. Οι πάγκοι αυτοί βρίσκονται ανυψωμένοι κατά 0.3 – 0.5 m πάνω από τη σημερινή θαλάσσια στάθμη αποτελώντας ένδειξη τεκτονικής ανύψωσης της περιοχής. Οι εμφανίσεις των ανυψωμένων αυτών ψηφιδωπαγών αιγιαλών βρίσκονται στο ανυψούμενο τέμαχος του ρήγματος Σχίνου - Αλεποχωρίου - Ψάθας.



Σχήμα 5. α) Ανυψωμένη εγκοπή σε βράχο μορφής μανιταριού στην περιοχή Λακκούλα. β) Παράκτιος κρημνός στη βάση Πλειστοκαινικού αλλουβιακού κώνου στην περιοχή Κινέτα. γ) Ανυψωμένος ψηφιδωπαγής αιγιαλός στην περιοχή Ντουράκος. δ) Παράκτιο έλος στην περιοχή Αγ. Βλάσιος. Διακρίνεται ο χαλικιώδης φραγματικός αιγιαλός καθώς το μέτωπο του ρήγματος Σχίνου - Αλεποχωρίου - Ψάθας.

Παράκτιες ελώδεις εκτάσεις υπάρχουν στον όρμο της Ψάθας και στις περιοχές Αλμύρα και Άγιο Βλάσιο στον όρμο του Σχίνου (Σχήμα 4). Τα παράκτια έλη αναπτύσσονται πίσω από χαλικιώδεις αιγιαλούς που έχουν τη μορφή φράγματος το ύψος των οποίων φθάνει μέχρι και 1 m (Σχήμα 5δ). Τα παράκτια αυτά έλη βρίσκονται στο βυθιζόμενο τέμαχος του ρήγματος Σχίνου - Αλεποχωρίου - Ψάθας και η παρουσία τους αποτελεί ένδειξη αργής τεκτονικής βύθισης (Jackson et al., 1982). Τη μεγαλύτερη έκταση (0.6 km²) έχει το έλος που χαρτογραφήθηκε στην Ψάθα ακριβώς βόρεια του ασβεστολιθικού μετώπου του ρήγματος. Στα

ανατολικά της περιοχής το έλος στον Άγιο Βλάσιο οριοθετείται στα νοτιοανατολικά από το μέτωπο του ρήματος Σχίνου – Αλεποχωριού – Ψάθας. Το έλος στην περιοχή Αλμύρα απεικονίζεται πολύ μεγαλύτερο σε παλαιούς χάρτες. Ο περιορισμός της έκτασής του οφείλεται στην οικιστική ανάπτυξη της περιοχής.

Μια από τις λίγες περιοχές που παρατηρήθηκαν καθαρά ενδείξεις βύθισης κατά τους σεισμούς του 1981 είναι η Μαυρολίμνη (Stiros and Pirazzoli, 1998). Πριν το 1981 η Μαυρολίμνη ήταν μια λιμνοθάλασσα με βάθος περίπου 10 m που χωριζόταν από την θάλασσα με ένα φράγμα από άμμο και χάλικες πλάτους μερικών μέτρων. Το φράγμα αυτό χρησιμοποιούταν ως μόλος για τις βάρκες δεδομένου ότι η λιμνοθάλασσα επικοινωνούσε με την ανοικτή θάλασσα προς βορά. Το 1981 η περιοχή βυθίστηκε κατά περίπου 0.8 m με αποτέλεσμα η κορυφή του χαλικώδους φράγματος να βρεθεί στη στάθμη της θάλασσας. Εξαιτίας της βύθισης αυτής μια στενή παράκτια λωρίδα ξηράς κατακλύστηκε από θαλάσσιο νερό, τα δένδρα της λωρίδας αυτής καταστράφηκαν ενώ μια παραθεριστική κατοικία κατακλύστηκε από θαλάσσιο νερό. Δώδεκα περίπου χρόνια μετά τους σεισμούς στην θέση του βυθισμένου πλέον φυσικού χαλικώδους φράγματος κατασκευάστηκε ένας μόλος από τσιμέντο (Stiros and Pirazzoli, 1998). Η βύθιση αυτή οφείλεται στο ότι το παράκτιο κανονικό ρήγμα διέρχεται νότια της Μαυρολίμνης η οποία συνεπώς βρίσκεται στο βυθιζόμενο τέμαχος του (Jackson et al., 1982).

Όπως ήδη αναφέρθηκε οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην παράκτια ζώνη αφορούν κυρίως την οικιστική ανάπτυξη και τα έργα στον άμεσο χώρο της ακτογραμμής για την προστασία από την παράκτια διάβρωση. Η οικιστική ανάπτυξη σε όλη την περιοχή μελέτης είναι εμφανής και έχει ενταθεί ιδιαίτερα κατά τις τελευταίες δεκαετίες κυρίως λόγω της τουριστικής της αξιοποίησης. Σε όλο σχεδόν το μήκος της παράκτιας ζώνης που χαρτογραφήθηκε διαπιστώθηκε η έντονη υποχώρηση της ακτογραμμής από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών. Στον όρμο Αγίας Σωτήρας στο δυτικό άκρο της περιοχής μελέτης η υποχώρηση γίνεται εμφανής από τις προσπάθειες των ιδιοκτητών να αποτρέψουν τη θαλάσσια διάβρωση κατασκευάζοντας τσιμέντινα πεζούλια. Στην περιοχή ανατολικά του Αλεποχωριού και σε μεγάλο τμήμα κατά μήκος του παράκτιου δρόμου που οδηγεί στην Ψάθα έχουν κατασκευαστεί τοιχία από τσιμέντο με σκοπό τον περιορισμό της υποχώρησης της ακτογραμμής. Στον ίδιο δρόμο κατά μήκος της βάσης του ασβεστολιθικού μετώπου του ρήματος Αλεποχωριού – Ψάθας έχουν τοποθετηθεί γωνιώδεις ογκόλιθοι στη θάλασσα για την απόσβεση της κυματικής ενέργειας και την ανάσχεση της διάβρωσης και της υποχώρησης της ακτογραμμής.

5. Συμπεράσματα

Η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση μεταξύ του όρμου της Αγίας Σωτήρας και του ακρωτηρίου Μύτικας Ψάθας στις νότιες ακτές του κόλπου των Αλκυονίδων οδήγησε στη διαπίστωση ότι σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της μορφολογίας και την εξέλιξη της περιοχής διαδραματίζει ο πρόσφατος τεκτονισμός, που εκδηλώνεται με την σεισμική δραστηριότητα και την ενεργοποίηση κανονικών ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ που ανυψώνουν τη νότια χερσαία περιοχή και ταπεινώνουν την υποθαλάσσια περιοχή του κόλπου. Η αποτύπωση των παράκτιων γεωμορφών έδειξε ότι σε ένα τμήμα της ακτογραμμής από το δυτικό άκρο της περιοχής μελέτης έως την περιοχή Λακκούλα υπάρχουν σαφείς ενδείξεις βύθισης και υποχώρησης με την παρουσία κρημών που αναπτύσσονται στη βάση αλλοβιακών ριπιδίων, την παρουσία κατακλυσμένων παράκτιων ελών και βυθισμένου χαλικώδους φραγματικού αιγιαλού (στην περιοχή της Μαυρολίμνης). Αντίθετα από την Λακκούλα έως τις νότιες ακτές του όρμου της Ψάθας υπάρχουν σαφείς ενδείξεις τεκτονικής ανύψωσης με τη μορφή ανυψωμένων αποθέσεων αιγιαλών (θαλάσσιων αναβαθμιδών), ψηφιδωπαγών αιγιαλών (beachrocks) και εγκοπών στη βάση ασβεστολιθικών κρημών ιδιαίτερα στο ασβεστολιθικό μέτωπο του ρήματος της Ψάθας. Επίσης βόρεια του ασβεστολιθικού αυτού μετώπου η ακτογραμμή βυθίζεται όπως αποδεικνύει η παρουσία του παράκτιου έλους στην περιοχή της Ψάθας. Η κίνηση αυτή της ακτογραμμής σχετίζεται άμεσα

με τις κινήσεις του ρήγματος Σχίνου – Αλεποχωρίου – Ψάθας. Οι ενδείξεις βύθισης της ακτογραμμής εντοπίζονται στο βυθιζόμενο τέμαχος του ρήγματος και αλλάζουν απότομα σε ανυψωμένες παράκτιες γεωμορφές στο τμήμα της ακτογραμμής που βρίσκεται στο τέμαχος που ανυψούται.

Κύριο χαρακτηριστικό της σημερινής ακτογραμμής είναι η διάβρωση και υποχώρηση από τις θαλάσσιες διεργασίες η δράση των οποίων εντείνεται από τη σταδιακή άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις υπήρξαν ιδιαίτερα έντονες κατά τις τελευταίες δεκαετίες και συνίστανται στην αυξανόμενη οικιστική ανάπτυξη κατά μήκος της παράκτιας ζώνης αλλά και σε κατασκευές, παρεμβάσεις και έργα που στοχεύουν στην προστασία της ακτογραμμής από τη θαλάσσια διάβρωση.

Βιβλιογραφία

Armijo, R., B. Meyer, G. King, A. Rigo, and D. Papanastassiou, 1996: Quaternary evolution of the Corinth Rift and its implications for the Late Cenozoic evolution of the Aegean, *Geophys. J. Int.*, 126, 11-53.

Collier R., Leeder M., Rowe P. and T. Atkinson, 1992: Rates of tectonic uplift in the Corinth and Megara basins, central Greece. *Tectonics*. 11(6), 1159-1167.

Collier R., D. Pantosti, G. D' Addezio, P.M. DeMartini, E. Masana and D. Sakellariou, 1998: Palaeoseismicity of the 1981 Corinth earthquake fault: seismic implications for seismic hazard. *J. Geoph. Res.*, 103, 30001-30019.

Houghton, S.L., G.P. Roberts, I.D Papanikolaou, J.M. McArthur and M.A. Gilmour, 2003: New 234U-230Th coral dates from the western Gulf of Corinth: Implications for extensional tectonics. *Geophys. Res. Lett.*, 30(19), 2013.

Hubert A., King G., Armijo R., Meyer B. and D. Papanastassiou, 1996: Fault re-activation, stress interaction and rupture propagation of the 1981 Corinth earthquake sequence. *Earth & Planetary Science Letters*. 142, 573-585.

ΙΓΜΕ, 1984: Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλ 1:50000, Φύλλο Καπαρέλλιον, ΙΓΜΕ, Αθήνα.

Jackson J.A., Gagnepain J., Houseman G., King G.C.P., Papadimitriou P., Soufleris C. and J. Virieux, 1982: Seismicity, normal faulting, and the geomorphological development of the Gulf of Corinth (Greece): the Corinth earthquakes of February and March 1981. *Earth and Planetary Science Letters*. 57, 377-397.

Kellett D., Kowalczyk G., Schroder B and K.P. Winter, 1976: A synoptic view on the neotectonic development of the Peloponnesian coastal regions. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*. 127, 447-465.

Leeder M.R., Seger M. and C.P. Stark, 1991: Sedimentology and tectonic geomorphology adjacent to active and inactive normal faults in the Megara Basin and Alkyonides Gulf, Central Greece. *J. Geol. Soc. London*. 148, 331-343.

Leeder M.R., Collier R.E., Abdul Aziz H., Trout M., Ferentinos G., Papatheodorou G. and E. Lyberis, 2002: Tectono-sedimentary processes along an active marine/lacustrine half-graben margin: Alkyonides Gulf, E. Gulf of Corinth, Greece. *Basin Research*. 14, 25-41.

Stiros S.C., P.A. Pirazzoli, 1998: Late Quaternary coastal changes in the Gulf of Corinth, Greece, tectonics, earthquakes, archaeology. *Gulf of Corinth Field Trip Guide Book*.

Vita-Finzi and G.C.P. King, 1985: The seismicity, geomorphology and structural evolution of the Corinth area of Greece. *Philos. Trans. R. Soc. London*. 314, 379-407.