

ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., ΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ, Σ. (1992). - Η επίδραση των νεοτεκτονικών μακροδομών, των διαρρήξεων και του γεωλογικού υποβάθρου στη κατανομή των καταστροφών κατά τους σεισμούς της Καλαμάτας (Σεπτέμβριος 1986). *Πρακτικά 1ου Ελληνικού Συνεδρίου Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Τ.Ε.Ε., Μάιος 1992, τ. 1*, σελ. 55-68, Αθήνα.

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΜΑΚΡΟΔΟΜΩΝ
ΤΩΝ ΔΙΑΡΡΗΞΕΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ
ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ
ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 1986)**

Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Δρ. Γεωλόγος, καθηγητής Παν/μιου Αθηνών.

Ι. ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Γεωλόγος.

Σ. ΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ, Γεωλόγος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τους σεισμούς που έπληξαν την ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας (Σεπτέμβριος 1986), παρατηρήθηκαν σημαντικές καταστροφές σε δομικές κατασκευές καθώς και σε καταπτώσεις βράχων. Τα καταστροφικά αυτά φαινόμενα εντοπίστηκαν κυρίως (i) σε θέσεις όπου επαναδραστηριοποιήθηκαν ρήγματα, (ii) εκεί όπου δημιουργήθηκαν νέες εδαφικές διαρρήξεις (Καλαμάτα, Ελαιοχώρι, κ.α.) και (iii) σε θέσεις μικρών ρηγμάτων που δεν φαίνεται ότι επαναδραστηριοποιήθηκαν κατά τους πρόσφατους σεισμούς.

Σε αυτή την εργασία καταβάλλεται προσπάθεια ερμηνείας αυτής της εκλεκτικής κατανομής των καταστροφικών φαινομένων δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στην επίδραση των νεοτεκτονικών μακροδομών, των διαρρήξεων και του γεωλογικού υποβάθρου της στενής αλλά και της ευρύτερης περιοχής.

ABSTRACT

Substantial destructions in construction plants, as well as rockfalls, were observed in the Kalamata region after the September 1986 earthquakes. These destructional phenomena were located mainly in places in which: (i) fault reactivation, (ii) creation of new soil fractures (Kalamata, Eleochoi, etc.), (iii) small faults without reactivation, were observed.

It is herein attempted to interpret this selective distribution of the destructional phenomena, paying special attention to the influence of the neotectonic macrostructures, the fractures and the geological substratum of the affected area and the wider region as well.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τους σεισμούς που έπληξαν την ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας, το Σεπτέμβριο του 1986, παρατηρήθηκαν σημαντικές καταστροφές σε δομικές κατασκευές καθώς και καταπτώσεις βράχων.

Καταστροφές παρατηρήθηκαν κυρίως στη πόλη της Καλαμάτας αλλά και σε ορισμένα χωριά τα οποία βρίσκονται σε ένα χώρο τριγωνικού σχήματος που ορίζεται νότια μεν από την κοιλάδα του χείμαρρου Ξερίλα, ανατολικά δε από την νοητή γραμμή που συνδέει τη Μονή Δίμιοβας με τα χωριά Καρβέλι, Λαδάς, Αρτεμισία και Νέδουσα. Το δυτικό περιθώριο της ζώνης των καταστροφών οδεύει σχεδόν παράλληλα με την κοίτη του Νέδοντα ποταμού και σε απόσταση μερικές εκατοντάδες μέτρα δυτικά από αυτόν (Εικ. 6). Καταστροφές βεβαίως παρατηρήθηκαν και εκτός της προηγούμενης περιοχής πλην όμως ήταν σημαντικά μικρότερες.

Καταπτώσεις βράχων παρατηρήθηκαν (i) στα πρανή όλων των χείμαρρων που περικλείονται στην προηγούμενη περιοχή και κυρίως σε πρανή με μεγάλη κλίση, όπως στο Καρβελιώτικο, στο Ξερίλα, στο Νέδοντα ποταμό, (ii) στην ευρύτερη περιοχή των χωριών Ελαιοχώρι, Λαδάς, Καρβέλι (Εικ. 6), και (iii) στα πρανή του Τζιρορέματος, δηλαδή σε περιοχή που βρίσκεται εκτός αυτής στην οποία παρατηρήθηκαν οι μεγάλες καταστροφές.

Σε αυτή την εργασία καταβάλλεται προσπάθεια ερμηνείας των καταστροφών και των καταπτώσεων λαμβάνοντας υπ' όψη τόσο τα γεωλογικά και κυρίως τα νεοτεκτονικά στοιχεία, όσο και τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών που δομούν τους συγκεκριμένους χώρους. Πιο συγκεκριμένα, σημαντικότατο ρόλο στην κατανομή των καταστροφών και των καταπτώσεων βράχων, εκτός από τα διάφορα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά του εδάφους θεμελίωσης, το ανάγλυφο, τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, έχουν παίξει: (α) η νεοτεκτονική δομή που επαναδραστηριοποιήθηκε, (β) τα ρήγματα που επαναδραστηριοποιήθηκαν ανεξάρτητα από την απόσταση μιας περιοχής από το επίκεντρο, (γ) οι εδαφικές διαρρήξεις που δημιουργήθηκαν και έχουν συγκεκριμένη διάταξη στο χώρο εφ' όσον δεν συνδέονται με φαινόμενα ρευστοποίησης, (δ) ορισμένα παλαιότερα μικρορήγματα που δεν παρουσίασαν μεν μετατόπιση αλλά που εντάσσονται από άποψη γεωμετρίας στις ενεργές νεοτεκτονικές δομές, και (ε) η πυκνότητα των ασυνχειών της βραχομάζας που ελέγχεται από τον παλαιότερο και νεώτερο τεκτονισμό.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Αλπικοί σχηματισμοί

Στην ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας απαντούν οι ακόλουθες γεωτεκτονικές ενότητες: (α) η **ενότητα της Μάνης** που αποτελείται κυρίως από μάρμαρα, (β) η **ενότητα της Αρνας** (μεταμορφωμένα πετρώματα, κύρια φυλλίτες και χαλαζίτες), (γ) η **ενότητα της Τρίπολης** που αποτελείται από νηριτικούς ασβεστόλιθους - δολομίτες και φλύσχη (εναλλαγές ψαμμιτών, πηλιτών) και (δ) η **ενότητα της Πίνδου** που αποτελείται κυρίως από λεπτοπλακώδεις πολυπτυχωμένους ασβεστόλιθους.

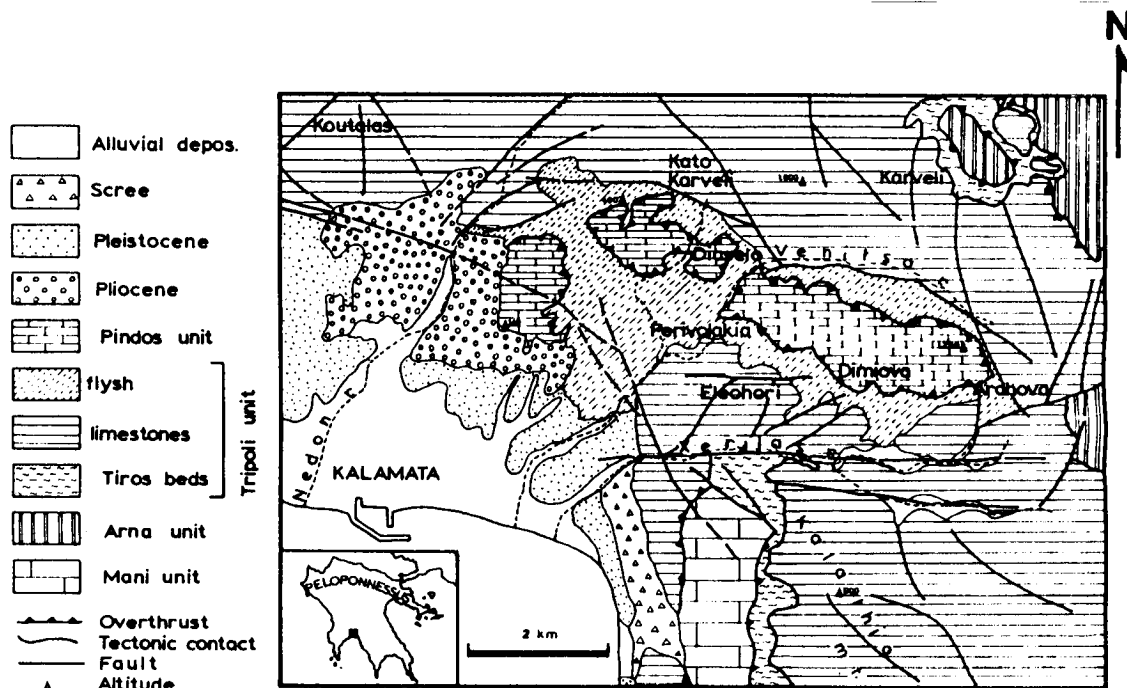
Από γεωτεκτονική άποψη η ενότητα της Πίνδου είναι επωθημένη πάνω στην ενότητα της Τρίπολης, η οποία με την σειρά της είναι επωθημένη στην ενότητα της Αρνας, που με

την σειρά της κι αυτή είναι επωθημένη στην ενότητα της Μάνης (ΨΩΝΗΣ, 1986), (Εικ. 1).

Μεταλπικοί σχηματισμοί

Το Ανώτερο Πλειόκαινο και το Κατώτερο Πλειστόκαινο αντιπροσωπεύονται από θαλάσσια ιζήματα (μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή, (ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ-ΔΙΑΚΑΝΤΩΝΗ et al., 1989), των οποίων το πάχος στην ευρύτερη περιοχή διαφέρει από θέση σε θέση. Στο κεντρικό μέρος της λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας, στο ανατολικό περιθώριο της οποίας βρίσκεται η πόλη της Καλαμάτας, το πάχος το οποίο δεν είναι με ακρίβεια γνωστό εκτιμάται ότι πρέπει να υπερβαίνει τις μερικές εκατοντάδες μέτρα.

Το υπόλοιπο Πλειστόκαινο αντιπροσωπεύεται κυρίως από τον ερυθροπυριτικό κλαστικό σχηματισμό (ερυθρός πηλός, πυριτική άμμος, ψαμμίτες), και κροκαλοπαγή ποικίλου βαθμού συνεκτικότητας που αντιπροσωπεύουν πλευρικά κορήματα ή αλλουβιακά ριπίδια. Το Ολόκαινο αντιπροσωπεύεται από αλλουβιακές αποθέσεις, πλευρικά κορήματα και έδαφος ήτοι κλαστικά ασύνδετα υλικά (ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ et al., 1987).



Εικ. 1. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της περιοχής Καλαμάτας, βασισμένος στο γεωλ. χάρτη φ. ΚΑΛΑΜΑΤΑ κλίμακας 1/50.000

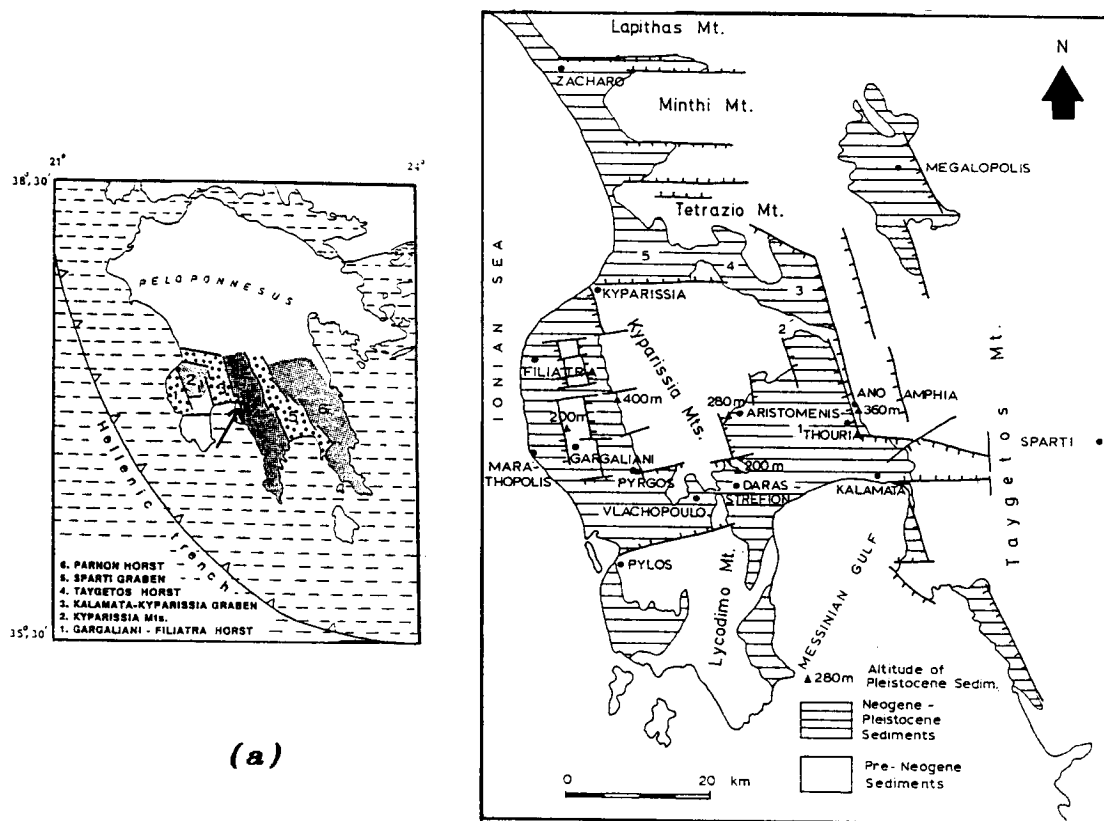
ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΜΑΚΡΟΔΟΜΕΣ

Νεοτεκτονικές mega-δομές της ευρύτερης περιοχής

Η νεοτεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής της Μεσσηνίας χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων τεκτονικών βυθισμάτων και κεράτων που οριοθετούνται από μεγάλο εύρος ρηξιγενείς ζώνες. Αυτές οι mega-δομές, από τα ανατολικά προς τα δυτικά, είναι οι ακόλουθες (ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ & ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, 1991): το τεκτονικό **mega-κέρας του Ταΰγétου**, το τεκτονικό **mega-βύθισμα Καλαμάτας-Κυπαρισσίας**, το τεκτονικό **mega-κέρας Γαργαλιάνων-Φιλιατρών** και τα όρη της **Κυπαρισσίας**, τα οποία αποτελούν μία πολύπλοκη μορφοτεκτονική δομή (Εικ.2α).

Στα περιθώρια, ή στο εσωτερικό, αυτών των νεοτεκτονικών

μεγα-δομών 1ης τάξης υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μικρότε-
ρων διαστάσεων μακροδομών ήτοι μικρότερα τεκτονικά βυθίσμα-
τα και κέρατα (2ης, 3ης ή και μικρότερης τάξης), η
διεύθυνση των οποίων άλλοτε είναι παράλληλη και άλλοτε
σχεδόν κάθετη προς τις προαναφερθείσες μεγαδομές 1ης τάξης.
Το τεκτονικό mega-βύθισμα Καλαμάτας-Κυπαρισσίας επι-
παραδείγματι αποτελείται από τις ακόλουθες νεοτεκτονικές
μακροδομές 2ης τάξης (ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ & ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, 1991) (Εικ.
2b): (1) το τεκτονικό βύθισμα της Κάτω Μεσσηνίας, με
διεύθυνση Β-Ν, και τη φυσική προέκτασή του στο Μεσσηνιακό
κόλπο, (2) τη λοφώδη περιοχή (μέσο υψόμετρο 100-120μ.) του
Μελιγαλά, με διεύθυνση Α-Δ που μπορεί να θεωρηθεί
ως, τεκτονικό κέρασ με σύνθετη κινηματική, (3) το τεκτονικό
ημιβύθισμα της Ανω Μεσσηνίας, (4) τη μικρή λεκάνη του
Δώριου που αποτελεί τμήμα ενός τεκτονικού κέρατος σύνθετης
κινηματικής ομοίως, και (5) το τεκτονικό ημιβύθισμα του
Καλού Νερού με διεύθυνση Α-Δ.



Εικ. 2. Νεοτεκτονικές μακροδομές: (a) 1ης τάξης, (b) 2ης τάξης.

Νεοτεκτονικές μακροδομές του ανατολικού περιθώριου της λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας

Στο ανατολικό περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος της Κάτω Μεσσηνίας παρουσιάζεται κάτι ανάλογο με αυτό που παρατηρείται στο εσωτερικό του βυθίσματος Καλαμάτας-Κυπαρισσίας. Έτσι, στην περιοχή αυτή έχει δημιουργηθεί ένας μεγάλος αριθμός νεοτεκτονικών μακροδομών μικρότερης τάξης, των οποίων η μελέτη παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού οι μακροδομές αυτές αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα δομών που ανήκουν σε **περιοχές μεταβατικές** ήτοι σε περιοχές

που αποτελούν μεταβάσεις από ένα τεκτονικό βύθισμα όπως είναι το βύθισμα Καλαμάτας-Κυπαρισσίας, σε ένα τεκτονικό κέρασ που στη περίπτωση αυτή είναι ο Ταύγετος.

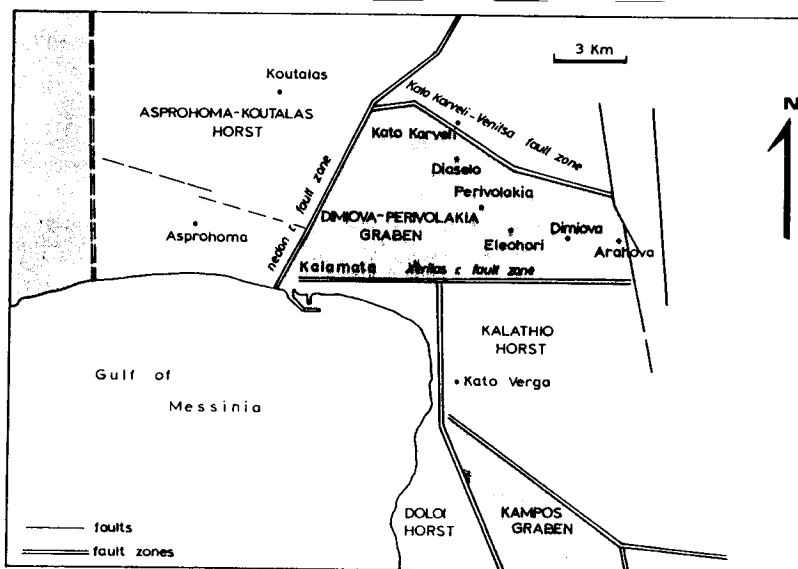
Από τις μακροδομές αυτές αξιοσημείωτες είναι οι ακόλουθες (MARIOLAKOS et al., 1989a): (α) το τεκτονικό κέρασ Ασπροχώματος-Κουταλά, (β) το τεκτονικό βύθισμα Δίμιοβας-Περιβολακίων, διεύθυνσης Α-Δ, (γ) το εντυπωσιακό τεκτονικό κέρασ του Καλάθιου όρους, διεύθυνσης Α-Δ, (δ) το τεκτονικό βύθισμα Κάμπου, με διεύθυνση Β-Ν, και (ε) το τεκτονικό κέρασ των Δολών, διεύθυνσης Β-Ν (Εικ. 3). Πέραν αυτών υπάρχουν και άλλα για τα οποία δεν κρίνεται σκόπιμο να γίνει λόγος.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι κατά τους πρόσφατους σεισμούς ουσιαστικά επαναδραστηριοποιήθηκε τεκτονικά μόνο ο χώρος του βυθίσματος Δίμιοβας-Περιβολακίων, καθώς και τμήματα άλλων νεοτεκτονικών μακροδομών που γειτονεύουν προς το προηγούμενο βύθισμα και βρίσκονται δυτικά και βόρεια. Ο χώρος του βυθίσματος του Κάμπου καθώς και άλλων γειτονικών περιοχών απλώς εσείσθη.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ενώ όλες αυτές οι 2ης τάξης μακροδομές συνδέονται άμεσα από δυναμική άποψη με το πολύ μεγαλύτερο τεκτονικό βύθισμα Καλαμάτας-Κυπαρισσίας, εν τούτοις από άποψη κινηματική διαφέρουν. Αυτή η διαφοροποίηση παρουσιάζεται είτε από την αρχή της δημιουργίας τους, είτε σε κάποια άλλη φάση της εξέλιξής τους.

Το τεκτονικό βύθισμα Δίμιοβας-Περιβολακίων

Το τεκτονικό βύθισμα Δίμιοβας-Περιβολακίων που έχει μέση διεύθυνση Α-Δ, οριοθετείται προς βορρά από την ρηξιγενή ζώνη Κάτω Καρβέλι-Βενίτσα, ανατολικά από την ρηξιγενή ζώνη της Αράχωβας, νότια από την ρηξιγενή ζώνη του Ξερίλα και δυτικά από την ρηξιγενή ζώνη του Νέδοντα ποταμού (Εικ. 3). Αποτελεί μία από τις πλέον ενδιαφέρουσες νεοτεκτονικές μακροδομές 3ης τάξης επειδή, εξαιτίας της παρουσίας της γεωτεκτονικής ενότητας της Πίνδου επιτρέπει την εξαγωγή ορισμένων συμπερασμάτων σχετικά με το κινηματικό καθεστώς κατά την νεοτεκτονική περίοδο. Έτσι, έχει αποδειχθεί ότι το



Εικ. 3. Σχηματική παράσταση των μικρότερης τάξης Νεοτεκτονικών μακροδομών στην ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας.

τεκτονικό βύθισμα έχει περιστραφεί προς τα δυτικά γύρω από έναν άξονα διεύθυνσης B-N, που διέρχεται κάπου από την περιοχή της Αράχωβας, με αποτέλεσμα το δυτικό περιθώριο του βυθίσματος να έχει βυθισθεί πάνω από 1.000m σε σχέση με το ανατολικό του περιθώριο. Εάν ληφθεί υπ' όψη επίσης ότι, προς Νότον το αμέσως γειτονικό προς το βύθισμα κέρασ του Καλάθιου όρους, έχει περιστραφεί γύρω από τον ίδιο περίπου άξονα αλλά προς τα ανατολικά, τότε γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης του Ξερίλα το άλμα μεταβάλλεται πάρα πολύ μεταξύ του ανατολικού και του δυτικού της άκρου. Στο δυτικό τμήμα το άλμα πρέπει να ανέρχεται σε μερικά χιλιόμετρα (MARIOLAKOS et al., 1989a).

Στη περιοχή του βυθίσματος παρατηρήθηκαν οι περισσότερες σεισμικές διαρρηξεις και επαναδραστικοποιήσεις ρηγμάτων, καθώς επίσης πολλές καταστροφές και καταπτώσεις κατά τους σεισμούς του Σεπτεμβρίου 1986.

Ρήγματα - Ρηξιγενείς ζώνες

Οι περιθωριακές ρηξιγενείς ζώνες αποτελούνται συνήθως από πολλά ρήγματα τα οποία δεν είναι συνεχή και έχουν διάφορες διευθύνσεις, αν και ανήκουν στην ίδια ρηξιγενή ζώνη. Πρόκειται δηλαδή για συστήματα συζυγών ρηγμάτων. Ο μεγάλος αριθμός νεοτεκτονικών ρηγμάτων αποτελεί ιδιαίτερο γνώρισμα μεγάλων τμημάτων του Ελληνικού τόξου.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των νεοτεκτονικών αυτών ρηγμάτων είναι τα ακόλουθα: (α) Η πυκνότητα των νεοτεκτονικών ρηγμάτων στα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας της Τρίπολης είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που παρατηρείται στους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους της ενότητας της Πίνδου. (β) Η πυκνότητα των ρηγμάτων στις θαλάσσιες πλειστοκαινικές αποθέσεις είναι κατά πολύ μικρότερη σε σχέση με εκείνη των προηγούμενων σχηματισμών, (γ) Η πυκνότητα των νεοτεκτονικών ρηγμάτων παρουσιάζει πολύ μεγάλες διαφορές από περιοχή σε περιοχή στις ίδιες λιθολογικές ενότητες όπως για παράδειγμα η πυκνότητα των ρηγμάτων στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης κατά μήκος οδού από Ανω Αμφεία προς Πολιανή και μέχρι το λατομείο είναι πολύ μεγάλη, ενώ από το λατομείο μέχρι την Πολιανή είναι σαφώς μικρότερη. Ανάλογη διαφορά πυκνότητας παρατηρείται και στις πλειο-πλειστοκαινικές θαλάσσιες αποθέσεις. Η περιοχή του Ελαιοχωρίου υπάγεται στη κατηγορία όπου παρατηρείται μεγάλη πυκνότητα ρηγμάτων και γενικά ασυνεχειών.

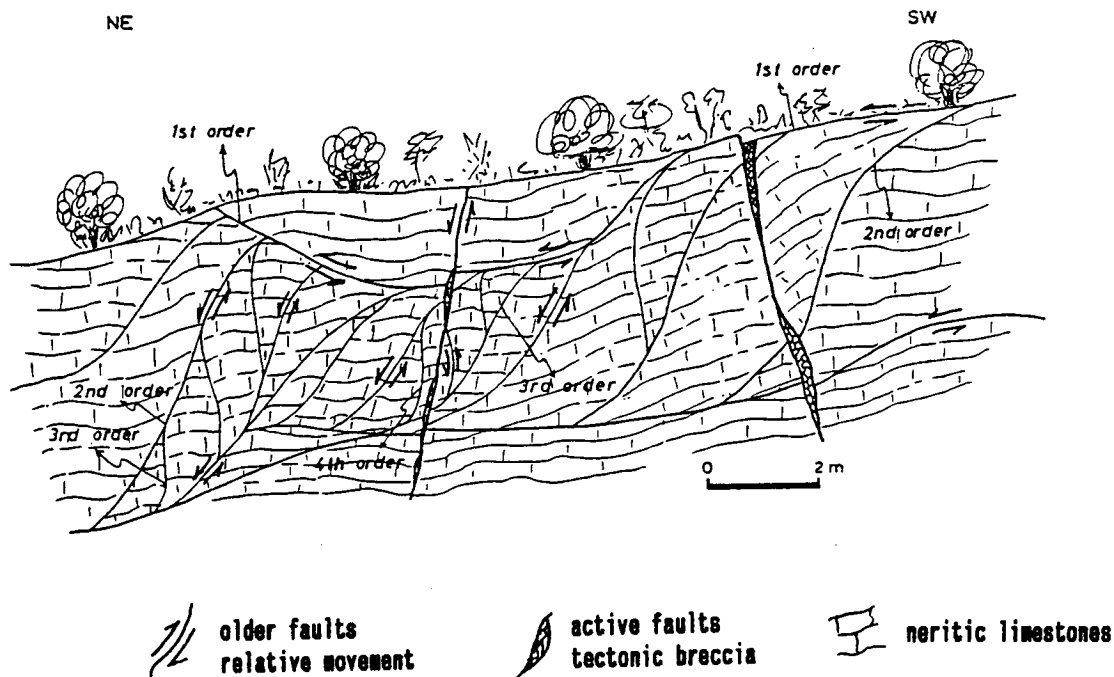
Τα περισσότερα από τα πολλά ρήγματα που έχουν διαρρηξει τις ανθρακικές μάζες της γεωτεκτονικής ενότητας Τρίπολης, αντιπροσωπεύουν παλαιά ρήγματα που πιθανώς έχουν δημιουργηθεί κατά τις αρχές της νεοτεκτονικής περιόδου. Ορισμένα από τα ρήγματα αυτά, παρά το γεγονός ότι έχουν επαναδραστικοποιηθεί πολλές φορές όπως διαπιστώνεται κυρίως από τις διαδοχικές γενείς γραμμών προστριβής, δεν μπορούν να θεωρηθούν ενεργά (MARIOLAKOS et al., 1989b). Τα ρήγματα αυτά παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Εικ. 4): (α) οι κατοπτρικές επιφάνειες δεν είναι επίπεδες αλλά καμπύλες, με αποτέλεσμα η κλίση και η διεύθυνση να αλλάζουν, (β) οι ρηξιγενείς αυτές επιφάνειες δεν είναι πάντα συνεχείς αλλά σταματούν εκεί που συναντούν άλλες μεγαλύτερης τάξης, (γ) το μέγεθος των ρηγμάτων διαφέρει από θέση σε θέση και μπορούν να ταξινομηθούν σε τάξεις (1ης, 2ης, 3ης, κλπ). Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει άμεση

γενετική σχέση μεταξύ ρηγμάτων διαφορετικών τάξεων που άλλοτε είναι εμφανής και άλλοτε όχι, (δ) τα ρήγματα έχουν μια κλιμακωτή (en-echelon) διάταξη, (ε) σε πάρα πολλές περιπτώσεις περισσότερες από μία γενεές γραμμών προστριβής έχουν παρατηρηθεί πάνω σε αυτές τις ρηξιγενείς επιφάνειες, (στ) τα ρήγματα αυτά παρουσιάζουν συνήθως πλάγια ολίσθηση.

Οι περιοχές που έχουν διαρραγεί από παλαιότερα νεοτεκτονικά ρήγματα έχουν ξανά διαρραγεί από νεότερα ρήγματα τα οποία διασχίζουν όλη τη βραχομάζα αλλά και τα παλαιότερα ρήγματα. Αυτά τα νεότερα ρήγματα πρέπει να θεωρηθούν ενεργά εφ'όσον μερικά επαναδραστηριοποιήθηκαν κατά τους σεισμούς του Σεπτεμβρίου 1986, έστω και αν η μετατόπιση που παρατηρήθηκε είναι πολύ μικρή. Αυτά τα ρήγματα τα θεωρούμε σεισμικά με την έννοια ότι είναι δυνατόν να παρατηρηθεί μετατόπιση κατά την εκδήλωση ενός μελλοντικού σεισμού και όχι ότι είναι δυνατόν να δημιουργήσουν σεισμό.

Ο ρηματογόνος τεκτονισμός στη μελετηθείσα περιοχή είναι μια συνεχής διαδικασία η οποία έγινε πιο έντονη από το Μέσο Πλειστόκαινο, από τότε δηλαδή που το ανατολικό περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος Καλαμάτας-Κυπαρισσίας, όπως και πολλές άλλες περιοχές του Ελληνικού τόξου, άρχισε να ανυψώνεται (ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ-ΔΙΑΚΑΝΤΩΝΗ et al., 1989).

Εξ' αιτίας της επαναδραστηριοποίησης των ενεργών ρηγμάτων είναι δυνατόν τα παλαιότερα ανενεργά ρήγματα κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις να παρουσιάσουν κάποια μετακίνηση. Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό καθόσον προκαλεί χαλάρωση της βραχομάζας, η έκταση της οποίας σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πολύ μεγάλη.

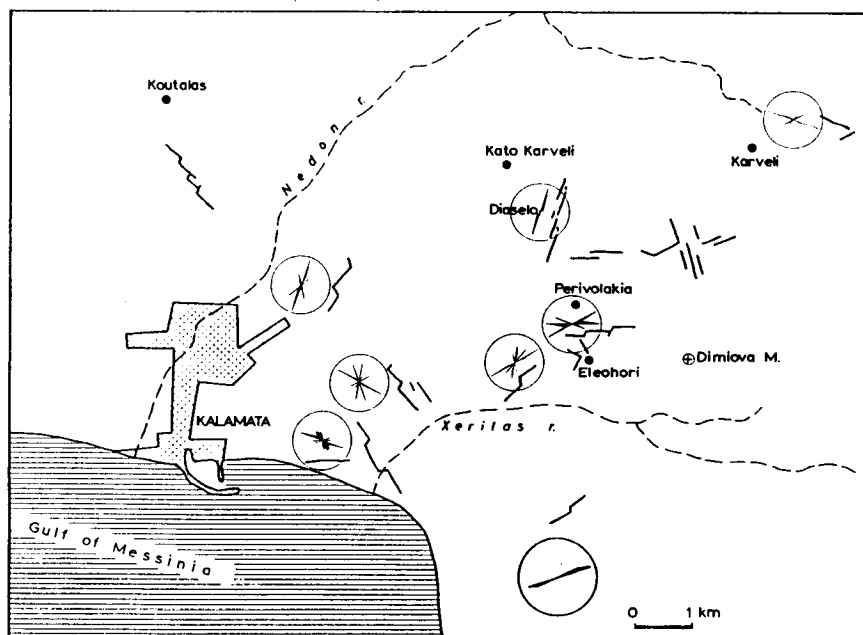


Εικ. 4. Σχηματική αναπαράσταση των καλαϊών (ανενεργών) νεοτεκτονικών ρηγμάτων διαφόρων τάξεων τα οποία τέμνονται από νεότερα ενεργά ρήγματα.

Σεισμικά ρήγματα - Σεισμικές διαρρήξεις

Κατά την προαναφερθείσα σεισμική δραστηριότητα παρατηρήθηκαν επαναδραστηριοποιήσεις ρημάτων, δημιουργία νέων ρημάτων, και δημιουργία εδαφικών διαρρήξεων (Εικ. 5). Σχετικά με τα σεισμικά ρήγματα μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες γενικές παρατηρήσεις: (α) Τα σεισμικά ρήγματα στη πλειοψηφία τους είναι αποτέλεσμα επαναδραστηριοποίησης παλαιότερων νεοτεκτονικών ρημάτων. Όμως κοντά στον μικρό οικισμό Διάσελλο, δημιουργήθηκε ένα εντελώς νέο ρήγμα στον ανώτερο τεκτονικό όροφο (ενότητα Πίνδου), (β) Ρήγματα επαναδραστηριοποιήθηκαν κυρίως κατά τον πρώτο σεισμό της 13-9-1986 ($M=6.2$) και μόνον ένα (δυτικά από το Ελαιοχώρι) κατά το δεύτερο σεισμό της 15-9-1986 ($M=5.6$). Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι κατά το δεύτερο σεισμό επαναδραστηριοποιήθηκαν αρκετά ρήγματα, τα οποία δεν είχαν δραστηριοποιηθεί κατά τον πρώτο, στα νότια πρηνή του Τζιρορέματος, δηλαδή βόρεια από την περιοχή που υπέστη τις μεγάλες καταστροφές, (γ) Τα ρήγματα που επαναδραστηριοποιήθηκαν δεν έχουν μία συγκεκριμένη διεύθυνση, (δ) Τα σεισμικά ρήγματα παρουσιάζουν κίνηση κανονικού χαρακτήρα με μικρό κατακόρυφο άλμα, (ε) Σεισμικά ρήγματα παρατηρήθηκαν στα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας Τρίπολης, στους σχηματισμούς της ενότητας Πίνδου και στις θαλάσσιες πλειστοκαινικές αποθέσεις, (στ) Στο φλύσχη, στους υπόλοιπους τεταρτογενείς και στους ολοκαινικούς σχηματισμούς δεν παρατηρήθηκε κανένα σεισμικό ρήγμα, (ζ) Σε πολλές θέσεις με έντονο ή ομαλό ανάγλυφο η επαναδραστηριοποίηση ρημάτων συνοδεύτηκε με καταπτώσεις βράχων.

Στις σεισμικές εδαφικές διαρρήξεις που δεν παρουσιάζουν εμφανή μετατόπιση μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες γενικές παρατηρήσεις: (α) εδαφικές σεισμικές διαρρήξεις παρατηρήθηκαν σε όλους σχεδόν τους γεωλογικούς σχηματισμούς (αλπικούς και μεταλπικούς). Οι περισσότερες από αυτές είχαν σχετικά μικρό μήκος (4-5μ.), ενώ λίγες είχαν μεγάλο μήκος, (β) πα-



Εικ. 5. Σεισμικές διαρρήξεις και σεισμικά ρήγματα με τα αντίστοιχα ροδογράμματα κατά τους σεισμούς του Σεπτεμβρίου 1986.

ρουσιάζουν τυπική en-echelon διάταξη και σχηματίζουν ζώνη ή ζώνες, οι οποίες σε μερικές θέσεις παρουσιάζαν δεξιόστροφο και σε άλλες αριστερόστροφο χαρακτήρα οριζόντιας συνιστώσας (γ) σεισμικές εδαφικές διαρρήξεις δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια του πρώτου και του δεύτερου σεισμού. Σε μερικές περιπτώσεις, δύο σεισμικές διαρρήξεις που είχαν δημιουργηθεί κατά τον πρώτο σεισμό ενώθηκαν με μία άλλη που δημιουργήθηκε από τον δεύτερο σεισμό. Σε ένα μεγάλο αριθμό διαρρήξεων παρατηρήθηκε αύξηση στο μήκος ή στο πλάτος ή και στα δύο με τον δεύτερο σεισμό, (δ) οι σεισμικές διαρρήξεις δεν είναι επίπεδες επιφάνειες, ως εκ τούτου δεν εμφανίζονται σαν ευθείες γραμμές στο έδαφος, αλλά σαν τεθλασμένες, (ε) η πυκνότητα των ζωνών εδαφικών διαρρήξεων ποικίλλει από θέση σε θέση. Σε μία περίπτωση η πυκνότητα ήταν δέκα ζώνες διαρρήξεων σε 100μ.

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΗΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Θεωρώντας ότι τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των χερσαίων Ολοκαινικών, Πλειστοκαινικών και θαλάσσιων Πλειο-Πλειστοκαινικών σχηματισμών είναι ήδη γνωστά, κυρίως από μελέτες του ΚΕΔΕ, θα ασχοληθούμε περισσότερο με τον κατακερματισμό της βραχομάζας.

Η βραχομάζα εξ' αιτίας: (α) του παλαιότερου και νεότερου τεκτονισμού, (β) της συχνής επαναδραστηριοποίησης των νεότερων ρηγμάτων, (γ) της μορφής (γεωμετρίας) των ρηξιγενών επιφανειών και (δ) της κατεύθυνσης της μετατόπισης, η οποία συνήθως αλλάζει σε κάθε επαναδραστηριοποίηση, έχει διαρραγεί τόσο έντονα κατά θέσεις, ώστε μεγάλες περιοχές που αποτελούνταν αρχικώς από συμπαγές πέτρωμα, για παράδειγμα νηριτικά ανθρακικά, έχουν μεταπέσει σε μία χαλαρή βραχομάζα. Αυτός ο τύπος κατακερματισμού ή χαλάρωσης του μητρικού πετρώματος απαντάται συνήθως σε περιοχές πολύ κοντά στις κύριες ρηξιγενείς ζώνες ή στα κύρια ρήγματα με αποτέλεσμα το μητρικό πέτρωμα να χωρίζεται σε συμπαγή και χαλαρά μακροτεμάχια. Το μέγεθος των τεμαχίων διαφέρει πολύ από θέση σε θέση. Σε μερικές περιπτώσεις ένα συμπαγές τεμάχιο του μητρικού πετρώματος περικλείεται σε ένα μεγαλύτερων διαστάσεων μακροτέμαχος χαλαρωμένου μητρικού πετρώματος. Γίνεται φανερό επομένως ότι η μηχανική συμπεριφορά του μητρικού πετρώματος, της ίδιας λιθολογίας, σε αυτές τις περιπτώσεις ελέγχεται αποκλειστικά από το βαθμό κατακερματισμού του.

Κατά τους σεισμούς του Σεπτεμβρίου 1986, το ορεινό χωριό Ελαιοχώρι καταστράφηκε σχεδόν ολοσχερώς εκτός από μερικές οικίες. Μεταξύ των κτισμάτων που δεν υπέστησαν καταστροφές συμπεριλαμβάνονται και δύο παλιές οικίες που βρίσκονται ακριβώς απέναντι από το σημείο που ο δρόμος του χωριού διχάζεται και ο ένας κλάδος οδηγεί προς τα Περιβολάκια. Αξιοσημείωτο στην περίπτωση αυτή είναι το γεγονός ότι οι οικίες είναι θεμελιωμένες εν μέρει πάνω στην κατοπτρική επιφάνει ενός ρήγματος διεύθυνσης Α-Δ.

Οι λόγοι για τους οποίους αυτά τα δύο κτίσματα δεν καταστράφηκαν είναι αφ' ενός ότι το εν λόγω ρήγμα είναι παλιό και δεν έχει επαναδραστηριοποιηθεί κατά τη νεοτεκτονική περίοδο (ανενεργό ρήγμα) και αφ' ετέρου έχουν θεμελιωθεί πάνω σε συμπαγή βραχομάζα (νηριτικοί άστρωτοι ασβεστόλιθοι). Αντίθετα, όλα τα άλλα κτίσματα ήταν

θεμελιωμένα είτε πάνω σε χαλαρή βραχομάζα είτε πάνω σε μικρού πάχους πλευρικά κορήματα, σχηματισμοί δηλαδή στους οποίους αναμένονταν καταστροφές από σεισμική δραστηριότητα λόγω της κακής μηχανικής συμπεριφοράς τους.

Με άλλα λόγια, στις μεταβατικές περιοχές μεταξύ δύο νεοτεκτονικών μακροδομών (τεκτονικά βυθίσματα - κέρατα), όπως είναι η περιοχή που βρίσκεται το Ελαιοχώρι, **πρέπει να γίνεται διάκριση μεταξύ χαλαρών και συμπαγών βραχοτεκτονικών ενότητων.**

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Όπως προαναφέρθηκε, οι καταστροφές περιορίστηκαν κυρίως σε μία περιοχή τριγωνικού σχήματος, η οποία ορίζεται νότια από τη ρηξιγενή ζώνη του Ξερίλα, ανατολικά από τη ρηξιγενή ζώνη Νέδουσας-Αράχωβας και δυτικά από τη ρηξιγενή ζώνη του Νέδοντα ποταμού (Εικ. 3, 6).

Καταστροφές δεν παρατηρήθηκαν δυτικότερα από τη ρηξιγενή ζώνη του Νέδοντα ποταμού (π.χ. στα χωριά Αμφεια, Θουρία, Σπερχογεία, Μεσσήνη) και νοτιότερα από τη ρηξιγενή ζώνη του Ξερίλα (στα χωριά Βέργα, Σωτηριάνικα, Κάμπος, Σταυροπήγι, Δολοί, Νέα Μαντινεία) και μάλιστα σε περιοχές που τα επιφανειακά γεωλογικά στρώματα, από σεισμογεωλογική συμπεριφορά είναι τα ίδια με ορισμένα από εκείνα στα οποία έχουν προκληθεί μεγάλες καταστροφές μέσα στην πόλη της Καλαμάτας και στο Ελαιοχώρι.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι κατά τους σεισμούς του 1944 καταστροφές παρατηρήθηκαν στα χωριά Βέργα και Κάμπος ενώ δεν παρατηρήθηκαν στην πόλη της Καλαμάτας και στο Ελαιοχώρι (πληροφορίες από κατοίκους των οικισμών).

Παρόμοιες συνθήκες έχουν παρατηρηθεί και σε παλαιότερους σεισμούς. Έτσι ο σεισμός που έγινε στις 10 Ιουνίου 1846 και ο οποίος ήταν μεγάλης μακροσεισμικής έντασης (έγινε αισθητός μέχρι τη Μικρά Ασία) ενώ μετέβαλε σε σωρούς ερειπίων πολλά χωριά της Μεσσηνίας μεταξύ των οποίων κυρίως τη Μεσσήνη, τη Μικρομάνη και τον Ασλάναγα (δυτικά του Νέδοντα ποταμού), στην Καλαμάτα κατέρρευσαν λίγες μόνο οικίες (ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, 1947).

Το υπόβαθρο πάνω στο οποίο ήταν θεμελιωμένες οι διάφορες κατασκευές (κύρια κατοικίες) ποικίλει. Έτσι, στην Καλαμάτα για παράδειγμα αλλού είναι παράκτιες σε άλλες περιοχές ποτάμιες χαλαρές αποθέσεις (χαλίκια, άμμοι, άργιλοι, κλπ.) ή ερυθροπυριτιτικός κλαστικός σχηματισμός, που είναι σχετικά πιο συνεκτικός από τα προηγούμενα, ή μάργες, ή ψαμμίτες, ή κροκαλοπαγή αρκετά συνεκτικά Πλειο - Πλειστοκαινικής ηλικίας ή ακόμα και το αλπικό υπόβαθρο. Το βάθος του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα από την επιφάνεια ομοίως ποικίλλει από θέση σε θέση. Στην προκειμένη περίπτωση εξαρτάται κυρίως από την απόσταση της περιχής από την ακτή.

Στο Ελαιοχώρι, το οποίο καταστράφηκε σχεδόν εξ' ολοκλήρου, το έδαφος θεμελίωσης είναι νηριτικοί, άστρωτοι ασβεστόλιθοι - δολομίτες της ενότητας Τρίπολης. Στα χωριά Λαδάς και Καρβέλι το υπόβαθρο είναι δολομίτες της ενότητας Τρίπολης, ενώ στη Νέδουσα και την Αρτεμισία το υπόβαθρο είναι φυλλίτες - χαλαζίτες, δηλαδή μεταμορφωμένα πετρώματα της ενότητας Αρνας.

Οι καταστροφές και οι ζημιές σαν γενική εικόνα, και από

παρατηρήσεις που έχουν γίνει, φαίνεται ότι στο σύνολό τους δεν εξαρτώνται μόνο από την παλαιότητα, τον τύπο, το ύψος, κλπ. χαρακτηριστικά των κτιρίων. Έτσι, υπήρξαν περιπτώσεις όπου δύο σχεδόν ίδιες κατασκευές στην ίδια περιοχή, η μιν μία καταστράφηκε η δε άλλη έμεινε ανέπαφη.

Κατά την ίδια σεισμική δραστηριότητα, καταστράφηκαν σχεδόν ολοκληρωτικά και κτίρια πολύ παλαιά, όπως για παράδειγμα η ιστορική μονή Μαρδάκι (κοντά στο χωριό Νέδουσα) του 18ου αιώνα, η Ιερή Μονή Βελανιδιάς (βόρεια της Καλαμάτας) κ.ά.. Βέβαια δεν υπάρχουν στη διάθεσή μας λεπτομερή στοιχεία για τις καταστροφές που επέφεραν παλαιότεροι σεισμοί σε ιστορικής σημασίας κτίσματα με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να εξαχθούν σχετικά συμπεράσματα.

Σε πάρα πολλές περιπτώσεις οι καταστροφές των κτιρίων συνδέονται με ζώνες σεισμικών διαρρήξεων που παρατηρήθηκαν στο έδαφος θεμελίωσης. Αυτό βέβαια δεν είναι κανόνας. Για παράδειγμα, στην περιοχή της παλαιάς Δημοτικής Αγοράς όπου τόσο το ίδιο το κτίριο της Αγοράς όσο και τα κτίρια γύρω από αυτήν έχουν υποστεί ζημιές ή έχουν καταστραφεί (π.χ. ο Ναός των Αγίων Αποστόλων), δεν παρατηρήθηκαν επιφανειακές διαρρήξεις. Απεναντίας, στην περιοχή των Γιαννιτσάνικων, εκεί όπου παρατηρήθηκαν εδαφικές διαρρήξεις παρατηρήθηκαν και καταστροφές ενώ, όπου δεν παρατηρήθηκαν διαρρήξεις δεν υπήρξαν καταστροφές. Επίσης, στην παραλία της Καλαμάτας οι ζημιές στα κτίρια ήταν λίγες παρόλο που οι συνθήκες θεμελίωσης ήταν από τις δυσμενέστερες (χαλαρά χαλίκια, άμμοι, υψηλός υδροφόρος ορίζοντας). Εξαιρέσεις πάντως υπάρχουν. Σεισμικές διαρρήξεις πρέπει να έχουν δημιουργηθεί και σε παλαιότερους σεισμούς σε περιοχές που έχουμε καταστροφές, απλά δεν αναφέρονται παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις όπως στον προαναφερθέντα σεισμό της 10ης Ιουνίου 1846. Για την πλειόσειστη περιοχή του σεισμού αυτού ο Α. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ (1947, σελ. 43) αναφέρει ότι: "εσημειώθησαν ρωγμαί επί του εδάφους, εξ'ων εξήλθεν ύδωρ μετ'άμμου συνεπεία τούτου εσχηματίσθη παρά τω χωρίω Μπαλιάγα μικρά τις λίμνη. Παρά τω χωρίω Μικρομάνη ενεφανίσθησαν ρωγμαί πλάτους 2-3 δακτύλων μετά κώνων εξ'άμμου, οίτινες είχαν εύρος χειρός. Εκ των στομιών των κώνων τούτων εξέρρεον υγρά υλικά. Παρά τας εκβολάς του Παμίσου αι ρωγμαί ήσαν μεγαλυτέρου πλάτους και εν μέρει πεπληρωμένα ιλύος...". Από την περιγραφή καταφαίνεται ότι πρόκειται για φαινόμενα ρευστοποίησης κάτι που δεν παρατηρήθηκε στους σεισμούς του 1986.

ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΙΣ

Η γεωγραφική εξάπλωση των καταπτώσεων εντοπίζεται κύρια σε ορισμένα σημεία κατά μήκος ενός τμήματος των χειμάρρων Τζιρόρεμα, Καρβελιώτικο, Ξερίλας, του Νέδοντα ποταμού καθώς και στην ευρύτερη περιοχή των χωριών Ελαιοχώρι, Καρβέλι και Λαδάς (Εικ. 6).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των καταπτώσεων παρατηρήθηκε σε περιοχές όπου οι μέσες κλίσεις είναι μεγαλύτερες από 50%, χωρίς αυτό να αποτελεί κανόνα αφού παρατηρήθηκαν και σε περιοχές με μέσες κλίσεις μικρότερες από 50%. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σε μεμονωμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν μετακινήσεις ή και ανατροπές σχετικά μεγάλων

τεμαχών πετρωμάτων (π.χ. μπλοκ ασβεστολίθων με διαστάσεις 60cm X 40cm X 30cm) ακόμη και σε σχεδόν οριζόντιο ανάγλυφο (μορφολογικές κλίσεις 0 - 10%). Τούτο παρατηρήθηκε στην ευρύτερη περιοχή Ελαιοχωρίου και συγκεκριμένα παραπλεύρως του δρόμου Καλαμάτας-Ελαιοχωρίου, σε υψόμετρο περίπου 300 μέτρων, πάνω σε ασβεστόλιθους της ενότητας Τρίπολης. Σχεδόν παντού οι καταπτώσεις με μικρά ή μεγάλα ρήγματα που αλλού έχουν επαναδραστηριοποιηθεί και αλλού όχι. Η επαναδραστηριοποίηση δεν συνδέεται πάντως με μετατόπιση τεμαχών αλλά απλώς με διάρρηξη.

Όπως είναι γνωστό, οι καταπτώσεις θεωρητικά μεν συνδέονται άμεσα με τη μείωση της συνοχής και της εσωτερικής τριβής του πετρώματος, την αύξηση της κλίσης του πρηνούς, κλπ., πρακτικά δε από το πλήθος και τη γωνιακή σχέση μεταξύ των επιφανειών ασυνέχειας και της μορφολογίας των πρηνών. Όμως οι καταπτώσεις βράχων που παρατηρήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας κατά τη σεισμική δραστηριότητα του Σεπτεμβρίου 1986 διαφοροποιήθηκαν ως προς τις προαναφερθείσες συνθήκες. Παρατηρήθηκαν δηλαδή καταπτώσεις σε τμήματα της περιοχής στα οποία οι συνθήκες δεν ευνοούσαν τη δημιουργία τους, ενώ αντίθετα σε τμήματα της περιοχής που υπήρχαν ευνοϊκές συνθήκες δεν παρατηρήθηκαν. Με αφορμή το αξιολογημένο αυτό γεγονός, έγινε λεπτομερής μελέτη των καταπτώσεων από την οποία προέκυψαν τα εξής: (α) σε ορισμένα τμήματα της περιοχής παρατηρήθηκαν καταπτώσεις και κατά τον πρώτο (13/9/1986) και κατά το δεύτερο (15/9/1986) σεισμό όπως για παράδειγμα στην ευρύτερη περιοχή των χωριών Ελαιοχώρι, Λαδάς κλπ. ενώ, σε άλλες περιοχές, καταπτώσεις βράχων παρατηρήθηκαν **μόνο** κατά το δεύτερο σεισμό (15/9/1986) όπως συνέβη στο χείμαρρο Τζιρορέμα, (β) το μέγεθος των τεμαχών των πετρωμάτων που κατέπεσαν κυμαίνεται από το μέγεθος μίας λατύπης έως το μέγεθος πολλών κυβικών μέτρων, (γ) διαπιστώθηκε ότι όλες σχεδόν οι καταπτώσεις βράχων συνδέονται με επαναδραστηριοποίηση ενεργών ρηγμάτων και τεκτονικών ζωνών χαλάρωσης. Επομένως, το έντονο ανάγλυφο και η γεωμετρία των επιφανειών ασυνέχειας έπαιξαν υποβοηθητικό και μόνο ρόλο.

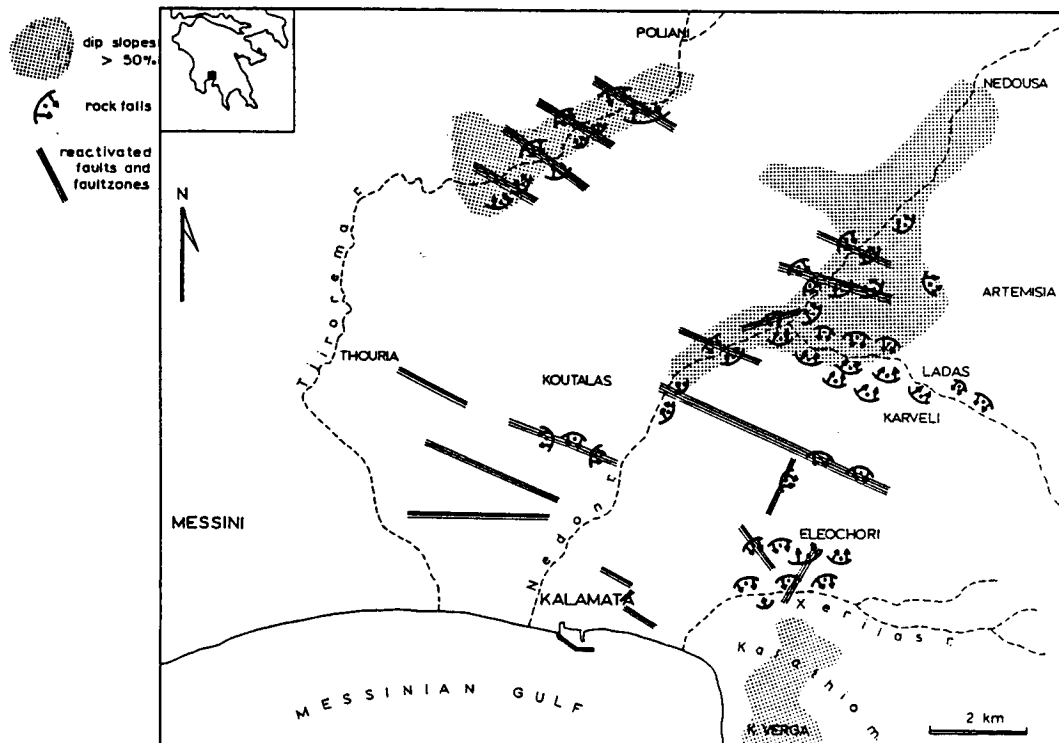
Από παρατηρήσεις που έγιναν στο ΝΑ πρηνές του χείμαρρου Τζιρορέμα μπορεί να λεχθεί ότι η γεωγραφική εξάπλωση των καταπτώσεων συνδέεται με τη συχνότητα των τεκτονικών ασυνεχειών που παρουσιάζουν οι τεκτονικές ζώνες χαλάρωσης που ενεργοποιήθηκαν και οι οποίες στην περιοχή έχουν βορειοδυτική διεύθυνση (Εικ. 6).

Αξιολογημένο γεγονός είναι ότι στη βόρεια πλευρά του Τζιρορέματος, ενώ οι συνθήκες για τη δημιουργία καταπτώσεων βράχων είναι πλέον ευνοϊκές (ομόρροπες κλίσεις επιφανειών στρώσεων με κλίσεις πρηνών, κλπ.) ουσιαστικά ήταν λιγιστές.

Ακριβώς στα ίδια αίτια γένεσης οφείλονται και οι καταπτώσεις σε ολόκληρη την περιοχή εξάπλωσής τους.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι σε μικρή απόσταση νοτιότερα (περίπου 2 χλμ.), στο τεκτονικό κέρασ του Καλάθιου όρους, δεν παρατηρήθηκε καμία απολύτως κατάπτωση βράχου, ή μετακίνηση έστω και λατύπης, μολονότι υφίστανται οι πλέον ευνοϊκές συνθήκες (σάρες σε απότομα πρηνή). Κατά την αποψη μας το γεγονός αυτό συνδέεται με τη **μη επαναδραστηριοποίηση** των ρηξιγενών ζωνών που υπάρχουν στην περιοχή.

Επομένως, σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν, νομίζουμε ότι μπορεί να γίνεται λόγος για σεισμικές καταπτώσεις και σεισμικά κορήματα ανάλογα με το μέγεθος του υλικού.



Εικ. 6. Ο γεωγραφικός χώρος εντός του οποίου παρατηρήθηκαν καταστροφές, καταπτώσεις βράχων και επαναδραστηριοποιήσεις ρηγμάτων κατά τους σεισμούς της Κалаμάτας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα καταλήγουμε ότι:
(α) Οι καταστροφές περιορίστηκαν ουσιαστικά στο χώρο του τεκτονικού βυθίσματος Δίμιοβας-Περιβολακίων, το οποίο αποτελεί μεταβατική περιοχή μεταξύ του τεκτονικού βυθίσματος Κалаμάτας-Κυπαρισσίας και του τεκτονικού κέρατος του Ταΰγétου αφ' ενός και συνθλίβεται μεταξύ των τεκτονικών κεράτων Ασπροχώματος-Κουταλά προς Βορρά και Καλάθιου όρους προς Νότο. Απεναντίας, στη Μεσσήνη και στη Βέργα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές καταστροφές διότι οι περιοχές αυτές ανήκουν σε διαφορετικές νεοτεκτονικές μακροδομές, οι οποίες δεν επαναδραστηριοποιήθηκαν κατά τους σεισμούς του 1986 (κεντρική περιοχή του τεκτονικού βυθίσματος της Κάτω Μεσσηνίας και τεκτονικό κέρατος του Καλάθιου όρους, αντίστοιχα). **(β)** Καταπτώσεις βράχων παρατηρήθηκαν κύρια στο τεκτονικό βύθισμα που ενεργοποιήθηκε αλλά και βόρεια από αυτό, στο Τζιρόρεμα, σε μια περιοχή πάντως που ενεργοποιήθηκε μόνο κατά το δεύτερο μεγάλο σεισμό (15/9/1986, $M=5.6$ R). Αντίθετα, στα απότομα πρανή του Καλάθιου όρους που ανήκουν στην ομώνυμη νεοτεκτονική μακροδομή η οποία δεν επαναδραστηριοποιήθηκε, δεν παρατηρήθηκαν καταπτώσεις, και **(γ)** σημαντικό ρόλο στην κατανομή των καταστροφών και των καταπτώσεων βράχων στον ευρύτερο χώρο διαδραμάτισε η επαναδραστηριοποίηση παλαιών ρηγμάτων ή η δημιουργία νέων

εδαφικών διαρρήξεων. Έτσι, θα μπορούσε να εξηγηθεί το γεγονός ότι καταστροφές κτιρίων παρατηρήθηκαν στα Γιαννιτσάνικα και όχι στην παραλία παρ'όλο που το έδαφος θεμελίωσης -ερυθροπυριτικός κλαστικός σχηματισμός- στην πρώτη περίπτωση, θεωρητικά παρουσιάζει καλύτερα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά από τις χαλαρές παράκτιες αποθέσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα προαναφερθέντα, όσον αφορά τις καταστροφές και τις καταπτώσεις βράχων που παρατηρήθηκαν κατά τους σεισμούς του Σεπτεμβρίου 1986, νομίζουμε ότι όταν γίνεται γεωτεχνική χαρτογράφηση μιας σεισμικά ενεργής περιοχής πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη χαρτογράφηση των ενεργών οημάτων καθώς και στον διαχωρισμό της βραχομάζας σε χαλαρές και συμπαγείς βραχοτεκτονικές ενότητες. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα διότι επιτρέπουν τον εντοπισμό περιοχών στις οποίες είναι πιθανή η εκδήλωση καταστροφικών φαινομένων, έστω και αν, σύμφωνα με τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων και την μορφολογία του αναγλύφου τους, θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως σταθερές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, Α., 1947: Η σεισμικότητα της Μεσσηνίας. Ann. Geol. Pays Hellen. том. I, σελ. 38-59, Αθήνα.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΣΑΜΠΩ, Β., ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, Α., ΔΑΝΑΜΟΣ, Γ., ΛΕΚΚΑΣ, Ε., ΛΟΓΟΣ, Ε., ΛΟΖΙΟΣ, Σ., ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ, Α., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., 1987: Μικροζωνική μελέτη Καλαμάτας (Γεωμορφολογία, Γεωλογία, Νεοτεκτονική), 110 σελ., Ο.Α.Σ.Π., Αθήνα.
- MARIOLAKOS, I., FOUNTOULIS, I., LOGOS, E. & LOZIOS, S., 1989a: Surface faulting caused by the Kalamata (Greece) earthquakes (13.9.1986); Tectonophysics, 163, p. 197-203.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΛΟΓΟΣ, Ε., ΛΟΖΙΟΣ, Σ., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., 1989b: Νεοτεκτονική παραμόρφωση της ρηξιγενούς επιφάνειας Ζίμπελι (Ανατολικά της Καλαμάτας). Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Ετ., том. XXIII/3, σελ. 241-258, Αθήνα.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., & ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., 1991: Νεοτεκτονικές μακροπτυχές στην περιοχή Φιλιατρών (Δυτική Μεσσηνία, Πελοπόννησος). Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Ετ., том. XXV/3, σελ. 19-38, Θεσ/νικη.
- ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ-ΔΙΑΚΑΝΤΩΝΗ, Α., ΜΙΡΚΟΥ, Μ.-Ρ., ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΛΟΓΟΣ, Ε., ΛΟΖΙΟΣ, Σ., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., 1989: Στρωματογραφικές παρατηρήσεις στα μεταλπικά ιζήματα της περιοχής Θουρίας- Ανω Αμφειας (Νομός Μεσσηνίας) και η Νεοτεκτονική τους ερμηνεία. Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Ετ., том. XXIII/3, σελ. 275-295, Αθήνα.
- ΨΩΝΗΣ, Κ., 1986: Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, φύλλο ΚΑΛΑΜΑΤΑ, κλίμακα 1/50.000, εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα.

MARIOLAKOS, I., FOUNTOULIS, I., NASSOPOULOU, S.: The influence of neotectonic macrostructures, fractures and geological substratum on the distribution of the destructions on constructional plants during the Kalamata earthquakes (September 1986).

University of Athens, Dept. of Geology, Dynamic - Tectonic - Applied Geology Sector, Panepistimiopolis Zografou, GR-157 84 Athens, Greece.