

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ
ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΩΝ ΚΟΛΠΩΝ
ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ, Ν. ΕΥΒΟΪΚΟΥ, ΜΕΣΣΗΝΙΑΚΟΥ**

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Δρ. Γ. Χρόνης (ΕΚΘΕ)

Καθ. Δ. Παπανικολάου (Παν/μιο Αθηνών)

Ετος Υποβολής:

1989

Το πρόγραμμα διερεύνησης των ενεργών ρηγμάτων των υποθαλάσσιων χώρων των Κόλπων Σαρωνικού, Ν. Ευβοϊκού και Μεσσηνιακού ανατέθηκε στο ΕΚΘΕ σε συνεργασία με το Παν/μιο Αθηνών και αποτέλεσε πιλοτικό πρόγραμμα κατασκευής υποθαλάσσιων νεοτεκτονικών χαρτών. Η εκπόνηση του αρχίζει το 1986, μικρό χρονικό διάστημα μετά την έναρξη του προγράμματος κατασκευής του Νεοτεκτονικού Χάρτη της Ελλάδας σε κλίμακα 1:100.000, με στόχο την επέκταση του Νεοτεκτονικού Χάρτη στις υποθαλάσσιες περιοχές της χώρας.

Οι εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν με το Ω/Κ σκάφος "ΑΙΓΑΙΟ" του ΕΚΘΕ στο διάστημα μεταξύ 1986 - 1988. Για τη γεωφυσική διασκόπηση των υποστρωμάτων του πυθμένα των τριών κόλπων χρησιμοποιήθηκαν ηχοβολιστικά συστήματα συνεχούς σεισμικής ανάκλασης AIR GUN 5, 10 και 40 in³, SPARKER μεταβλητής ισχύος (125-9000 Joules) και 3,5 KHZ.

Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά τα κυριότερα μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά και συμπεράσματα για τη νεοτεκτονική δομή κάθε κόλπου ξεχωριστά.

ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Κατά τις εργασίες πεδίου στον Σαρωνικό Κόλπο καταγράφηκαν περισσότερα από 120 ν.μ. σεισμικών τομών συνεχούς ανάκλασης.

Ο Σαρωνικός Κόλπος, με βάση την μορφολογία και νεοτεκτονική εξέλιξη, μπορεί να διακριθεί σε δύο τμήματα, το Δυτικό και το Ανατολικό. Ο Δυτικός Σαρωνικός χαρακτηρίζεται από πολύ εντονότερη νεοτεκτονική δραστηριότητα σε σχέση με τον Ανατολικό, διαφορά που αντικατοπτρίζεται και στην ένταση του μορφολογικού αναγλύφου των δύο τμημάτων.

Μεταξύ τους χωρίζονται από μια σχεδόν επίπεδη περιοχή βάθους μικρότερου των 100 μ., η οποία συνδέει την Χερσόνησο των Μεθάνων με την περιοχή των Μεγάρων δια μέσου των νησιών Αγκίστρι, Αίγινα και Σαλαμίνα. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από ανθρακική ιζηματογένεση πάχους μικρότερου των 50 μ.

Δυτικός Σαρωνικός Κόλπος

Στο Δυτικό τμήμα του Σαρωνικού Κόλπου διακρίνονται δύο κύριες λεκάνες ιζηματογένεσης, η λεκάνη των Μεγάρων βόρεια και η λεκάνη της Επιδαύρου νότια, με συνεχή μεταλλική ιζηματογένεση χωρίς δυνατότητα διάκρισης ενδιάμεσων κύκλων.

Η λεκάνη των Μεγάρων, με διεύθυνση Α-Δ, εκτείνεται από τον Ισθμό της Κορίνθου μέχρι νότια της Σαλαμίνας, έχει μέγιστο βάθος 220 μ. και χαρακτηρίζεται από την μεγαλύτερη ταχύτητα ιζηματογένεσης κατά το Πλειο-Τεταρτογενές με πάχος ιζημάτων που υπερβαίνει τα 500 μ.

Η λεκάνη της Επιδαύρου, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, εκτείνεται από την Παλαιά Επίδαυρο μέχρι την περιοχή του Πόρου, παρουσιάζει μέγιστο βάθος 420 μ. και η μορφολογία της είναι πολύ πιο έντονη από αυτήν της λεκάνης των Μεγάρων. Το μέγιστο πάχος των ιζημάτων του Πλειο-Τεταρτογενούς κυμαίνεται μεταξύ 250-500 μ.

Η δημιουργία και εξέλιξη των δύο κύριων λεκανών ιζηματογένεσης των Μεγάρων και της Επιδαύρου, αλλά και γενικότερα του Δυτικού Τμήματος του Σαρωνικού Κόλπου, ελέγχεται από την δράση δώδεκα συνολικά μεγάλων ενεργών ρηγμάτων με άλμα μεγαλύτερο των 300 μ. και διεύθυνση Α-Δ έως ΑΝΑ-ΔΒΔ. Τα ρήγματα αυτά είναι υπεύθυνα για την σύνθετη νεοτεκτονική δομή του Δυτικού Σαρωνικού Κόλπου. Συμπληρωματικά προς αυτά δρουν δεκάδες άλλα μικρότερα, επίσης ενεργά ρήγματα με διευθύνσεις παρόμοιες προς αυτές των μεγάλων ρηγμάτων. Χαρακτηριστικό της συνεχούς δράσης των περισσότερων ρηγμάτων κατά το Πλειο-Τεταρτογενές και το Ολόκαινο είναι η σταδιακή αύξηση του άλματος προς τα βαθύτερα στρώματα και η διατάραξη των ανώτερων στρωμάτων του πυθμένα.

Ανατολικός Σαρωνικός Κόλπος

Το Ανατολικό τμήμα του Κόλπου χαρακτηρίζεται από ήπια μορφολογία και ως επί το πλείστον χαμηλή ταχύτητα ιζηματογένεσης. Μόνο στο νοτιοανατολικό τμήμα του Ανατολικού

Σαρωνικού αναπτύσσονται λεκάνες διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ με πάχος ιζημάτων 250-500 μ. Στο υπόλοιπο τμήμα το πάχος των ιζημάτων είναι σημαντικά μικρότερο.

Στον Ανατολικό Σαρωνικό εντοπίστηκαν πέντε μεγάλα ρήγματα διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ, με άλμα μεγαλύτερο των 300 μ., τα οποία ελέγχουν την εξέλιξη των λεκανών του νοτιοανατολικού τμήματος.

Χαρακτηριστικό του Ανατολικού Σαρωνικού Κόλπου είναι η παρουσία δύο κύκλων ιζηματογένεσης - νεοτεκτονικής παραμόρφωσης κατά το Πλειο-Τεταρτογενές. Ο πρώτος κύκλος τελειώνει στο Κατώτερο Πλειστόκαινο και συνοδεύεται από έντονη ρηξιγενή παραμόρφωση και κάμψεις των Πλειοκαινικών - Κατωπλειστοκαινικών ιζημάτων. Τα ιζήματα του δεύτερου κύκλου ιζηματογένεσης του Μέσου και Ανώτερου Πλειστόκαινου και του Ολόκαινου αποτίθενται ασύμφωνα στα παλαιότερα. Η παραμόρφωση κατά τον δεύτερο κύκλο είναι ιδιαίτερα ασθενής και περιορίζεται στην μικρή έκταση επαναδραστηριοποίηση των ρηξιγενών δομών του προηγούμενου κύκλου.

Στον Ανατολικό Σαρωνικό Κόλπο παρατηρήθηκαν τέλος δύο υποθαλάσσιες επιφάνειες επιπέδωσης σε βάθη μικρότερα των 100 μ. η νεώτερη και 150-220 μ. η αρχαιότερη. Οι επιφάνειες αυτές αποτελούν περιοχές που χέρσευσαν κατά την Βούρμια παγετώδη περίοδο πριν 18.000-25.000 χρόνια η νεώτερη και κατά την Ρίσιιο παγετώδη περίοδο η παλαιότερη.

Ηφαιστειακοί Σχηματισμοί

Σημαντικό στοιχείο που προέκυψε κατά την υποθαλάσσια έρευνα του Σαρωνικού Κόλπου είναι η παρουσία ηφαιστειακών σχηματισμών στον πυθμένα του κόλπου βορειοδυτικά της Χερσονήσου των Μεθάνων. Το υποθαλάσσιο ηφαίστειο καλύπτει έκταση περίπου 12 χλμ² και η κορυφή του υψώνεται 170 μ. περίπου από τον πυθμένα της Λεκάνης της Επιδάουρου. Η ηλικία του με βάση τα περιβάλλοντα ιζήματα εκτιμάται στο τέλος του Πλειστοκαίνου και εντάσσεται στο σύγχρονο ηφαιστειακό τόξο.

ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Κατά τις εργασίες πεδίου στον Ν.Ευβοϊκό Κόλπο καταγράφηκαν περισσότερα από 80 ν.μ. σεισμικών τομών συνεχούς ανάκλασης.

Με βάση τα μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά του ο Ν. Ευβοϊκός Κόλπος μπορεί να διακριθεί σε δυο τμήματα, το Βόρεια και το Νότιο, τα οποία παρουσιάζουν διαφορετική νεοτεκτονική εξέλιξη και δυναμική ιζηματογένεσης. Μεταξύ τους οριοθετούνται από μια αβαθή περιοχή, βάθους μικρότερου των 55 μ., που εκτείνεται από τον Μαραθώνα μέχρι την Εύβοια διά μέσου της νήσου Στύρα.

Βόρειο τμήμα

Το Βόρειο τμήμα του Ν. Ευβοϊκού Κόλπου εκτελεί μια ρηχή λεκάνη βάθους μέχρι 72 μ., στην οποία διακρίνονται δύο υπολεκάνες ιζηματογένεσης, του Αλιβερίου και του Ωρωπού-Ερέτριας. Η εξέλιξη των δύο αυτών υπολεκάνων ελέγχεται από τη δράση σημαντικών ρηξιγενών δομών.

Η υπολεκάνη Αλιβερίου παρουσιάζει πάχος ιζημάτων μεγαλύτερο από 150 μ. Προς ΝΔ και ΒΑ οριοθετείται από δυο παράλληλα μεγάλα ενεργά ρήγματα με άλμα μεγαλύτερο των 200 μ. και διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Στο εσωτερικό της υπολεκάνης παρατηρούνται δύο τεκτονικές τάφροι και ένα κέρασ, η δημιουργία των οποίων οφείλεται στη δράση τριών ενεργών ρηγμάτων παράλληλων προς τα περιθωριακά ρήγματα, με άλμα της τάξης των 100 - 200 μ.

Η υπολεκάνη Ωρωπού-Ερέτριας, με διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΒΔ, παρουσιάζει πάχος ιζημάτων μέχρι 150 μ. Η εξέλιξη της ελέγχεται κατά κύριο λόγο από την μεγάλη παράκτια ρηξιγενή ζώνη του Ωρωπού. Στο εσωτερικό της υπολεκάνης Ωρωπού-Ερέτριας παρατηρούνται αρκετά μικρότερα ρήγματα, με άλμα μικρότερο των 100 μ και διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΒΔ. Η φορά της κίνησης κατά μήκος αυτών των ρηγμάτων είναι αντίθετη προς αυτή του ρήγματος του Ωρωπού. Η εικόνα αυτή προσδίδει στην υπολεκάνη τον χαρακτήρα ασύμμετρης τεκτονικής τάφρου. Χαρακτηριστικό της ασύμμετρίας της υπολεκάνης Ωρωπού είναι οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις του βυθού που παρατηρούνται κυρίως την παράκτια ζώνη Αγ. Αποστόλων - Αγ. Μαρίνας.

Νότιο Τμήμα

Το νότιο τμήμα του Ν. Ευβοϊκού Κόλπου αποτελεί μία λεκάνη ήπιας μορφολογίας με μέγιστο βάθος 160 μ.

Χαρακτηρίζεται από πάχος ιζημάτων μεταξύ 250 - 500 μ., κατά πολύ μεγαλύτερο του βόρειου τμήματος.

Στο νότιο τμήμα του Ν. Ευβοϊκού κόλπου τα άλματα των ρηγμάτων είναι μικρότερα από το βόρειο τμήμα, γεγονός που αντανακλάται και στο ομαλό ανάγλυφο του βυθού. Οι κύριες διευθύνσεις των ρηγμάτων στο νότιο τμήμα είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ έως ΒΔ-ΝΑ.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η παρουσία στο νότιο τμήμα του Ευβοϊκού Κόλπου δύο επιφανειών ισοπέδωσης στο ίδιο βάθος και με τα ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες επιφάνειες που παρατηρήθηκαν στον Ανατολικό Σαρωνικό Κόλπο.

Τα σημαντικότερα ρήγματα του Ν. Ευβοϊκού Κόλπου εντοπίζονται στο νοτιοανατολικό άκρο του Κόλπου, στο στενό του Καφηρέα. Πρόκειται για 2-4 μεγάλα ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ με άλμα μεγαλύτερο των 300 μ., τα οποία δημιουργούν μία χαρακτηριστική τεκτονική τάφρο που χωρίζει την Εύβοια από την νήσο Ανδρο και την υπόλοιπη τράπεζα των Κυκλάδων.

ΜΕΣΣΗΝΙΑΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Η γεωφυσική έρευνα του υποθαλάσσιου χώρου του Μεσσηνιακού Κόλπου έγινε κατά μήκος ενός πυκνού δικτύου σεισμικών τομών συνολικού μήκους περίπου 500 ν.μ.

Μορφολογικά ο Μεσσηνιακός Κόλπος αποτελεί μία επιμήκη λεκάνη, παράλληλη προς την Χερσόνησο της Μάνης, με μέγιστο βάθος που αυξάνεται σταδιακά από 500 μ. στο βόρειο τμήμα σε 1050 μ. στο νοτιοδυτικό τμήμα του Κόλπου. Ο άξονας με τα μεγαλύτερα βάθη της λεκάνης ευρίσκεται σε απόσταση 5 - 9 km από τις ανατολικές ακτές και 10 - 15 km από τις δυτικές ακτές, προσδίδοντας χαρακτήρα ασύμμετρης λεκάνης στο Κόλπο. Η ασυμμετρία αυτή παρατηρείται ακόμη εντονότερα στην παράκτια περιοχή, δηλαδή την υφαλοκρηπίδα, το εύρος της οποίας στη δυτική πλευρά φθάνει τα 5 km ενώ στην ανατολική δεν υπερβαίνει τα 2 km.

Η εξέλιξη της λεκάνης του Μεσσηνιακού Κόλπου ελέγχεται κατά κύριο λόγο από μία μεγάλη ρηξιγενή ζώνη διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, παράλληλη προς τις ανατολικές ακτές του Κόλπου, η οποία ευθύνεται για την ασυμμετρία που παρατηρείται σε όλα τα μορφολογικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά του Μεσσηνιακού Κόλπου.

Κατά μήκος της ρηξιγενούς αυτής ζώνης διακρίνονται ένα κύριο ρήγμα με άλμα μεγαλύτερο των 400 μ. και μια σειρά μικρότερων ρηγμάτων, παράλληλων προς το κύριο με την ίδια φορά κίνησης. Το συνολικό κατακόρυφο άλμα κατά μήκος της ζώνης υπερβαίνει τα 1500 μ., αν λάβουμε ως ορίζοντα αναφοράς την οροφή του αλπικού υποβάθρου.

Η ρηξιγενής ζώνη οριοθετεί προς Α και ΒΑ την βαθύτερη περιοχή του Κόλπου, η οποία αποτελεί και την κύρια περιοχή ιζηματογένεσης κατά το Πλειο-Τεταρτογενές. Το πάχος των ιζημάτων στην περιοχή αυτή υπερβαίνει τα 500 μ., γεγονός που δεν επέτρεψε τον εντοπισμό της οροφής του αλπικού υποβάθρου.

Η μορφή της ηπειρωτικής κατωφέρειας ανατολικά και δυτικά του βαθύτερου τμήματος ενισχύει την ασύμμετρη ανάπτυξη του Κόλπου. Η δυτική κατωφέρεια χαρακτηρίζεται από σχετικά ήπιες κλίσεις που δεν υπερβαίνουν το 20% και συνιστά μία ομαλή μετάβαση από την υφαλοκρηπίδα προς την βαθειά λεκάνη. Αντίθετα η ανατολική κατωφέρεια, η οποία αναπτύσσεται σύμφωνα και κατά μήκος της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης του Κόλπου, παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερες κλίσεις, οι οποίες δυτικά της χερσονήσου των Κιτριών φθάνουν το 80%. Στην ανατολική κατωφέρεια εντοπίζονται και τα σημαντικότερα φαινόμενα υποθαλάσσιων κατολισθήσεων του Μεσσηνιακού Κόλπου.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η δομή της υφαλοκρηπίδας του Μεσσηνιακού Κόλπου. Η υφαλοκρηπίδα αποτελεί τις παράκτιες περιοχές μικρής κλίσης που καλύφθηκαν από την θάλασσα μετά την άνοδο της στάθμης κατά 110 - 120 μ. από το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου πριν 18.000 χρόνια. Σε ολόκληρο το μήκος της δυτικής πλευράς το όριο της υφαλοκρηπίδας ευρίσκεται σε σταθερό βάθος 107 μ. Στο ίδιο βάθος ευρίσκεται το όριο της υφαλοκρηπίδας και στην ανατολική πλευρά του Κόλπου, νότια της χερσονήσου των Κιτριών, γεγονός που κατατάσσει τις περιοχές αυτές στο ίδιο νεοτεκτονικό ρηξιτέμαχος.

Αντίθετα στον Ανω Μεσσηνιακό Κόλπο διακρίνονται τέσσερις περιοχές, στις οποίες το όριο της υφαλοκρηπίδας ευρίσκεται σε βάθη 103 μ., 99 μ., 103 μ. και 79 μ. αντίστοιχα. Οι περιοχές αυτές αντιστοιχούν σε νεοτεκτονικά ρηξιτέμαχη, που οριοθετούνται μεταξύ τους με ενεργά ρήγματα και παρουσιάζουν διαφορετική ταχύτητα τεκτονικής ανοδικής κίνησης κατά το Ολόκαινο τουλάχιστον.

Η περιοχή του Ανω Μεσσηνιακού Κόλπου και ιδιαίτερα ο υποθαλάσσιος χώρος που εκτείνεται δυτικά της χερσονήσου των Κιτριών και νότια της Καλαμάτας, διατρέχεται από πληθώρα ενεργών ρηγμάτων σε αντίθεση με το υπόλοιπο μεγαλύτερο τμήμα του Κόλπου, στο οποίο εκτός της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης δεν παρατηρούνται άλλες σημαντικές ρηξιγενείς δομές. Το γεγονός αυτό

δικαιολογεί την σημαντική παραμόρφωση που παρατηρείται στον Ανω Μεσσηνιακό Κόλπο και την παρουσία των τεσσάρων νεοτεκτονικών ρηξιτεμαχών. Η διεύθυνση των ρηγμάτων στην περιοχή είναι B-N και ΒΔ-ΝΑ ενώ το άλμα τους κυμαίνεται μεταξύ 18 - 150 μ.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρουσία μίας ζώνης έντονου κατακερματισμού των πρόσφατων ιζημάτων της υφαλοκρηπίδας στην υποθαλάσσια περιοχή νότια του λιμένος της Καλαμάτας. Η ζώνη αυτή αναπτύσσεται κατά μήκος του βόρειου τμήματος μίας σημαντικής ρηξιγενούς ζώνης διεύθυνσης B-N έως ΒΔ-ΝΑ. Δεδομένου δε ότι η κλίση του πυθμένα στην περιοχή είναι ελάχιστη και δεν επιτρέπει την δημιουργία υποθαλάσσιων κατολισθήσεων, προκύπτει ως ιδιαίτερα πιθανό ο κατακερματισμός των ιζημάτων να έχει άμεση σχέση με τους σεισμούς του Σεπτεμβρίου 1986 της Καλαμάτας και να προκλήθηκε από την επαναδραστηριοποίηση της παραπάνω ρηξιγενούς ζώνης.