

Αρ. Πρωτ. 190
9.2.98

**ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΝΙΣΥΡΟΥ-ΓΥΑΛΙΟΥ**



ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

από τους:

Β. ΛΥΚΟΥΣΗ, Π. ΝΟΜΙΚΟΥ, Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
Δρ. Β. ΛΥΚΟΥΣΗΣ

ΑΘΗΝΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 1998

X24

162

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

Δρ.Β.ΛΥΚΟΥΣΗΣ: Ερευνητής Γ

Σύμβουλος Μελέτης:

Δρ.Δ.ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ: Καθηγητής

Ερευνητές-Τεχνικό Προσωπικό:

Δρ.Δ.ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ

Π.ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Π.ΝΟΜΙΚΟΥ

Κ.ΧΡΟΝΗΣ

Π.ΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ

**ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΟ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**

**ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΝΙΣΥΡΟΥ-ΓΥΑΛΙΟΥ**

**ΑΝΑΘΕΣΗ: ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΚΑΙ
ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ & ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ**

ΕΚΤΕΛΕΣΗ: ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Δρ. Β.ΛΥΚΟΥΣΗΣ

ΑΘΗΝΑ, 1998

ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΝΙΣΥΡΟΥ-ΓΥΑΛΙΟΥ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 2.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ
- 3.ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΛΙΘΟΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΤΟΜΩΝ
- 4.ΣΥΝΘΕΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
- 5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

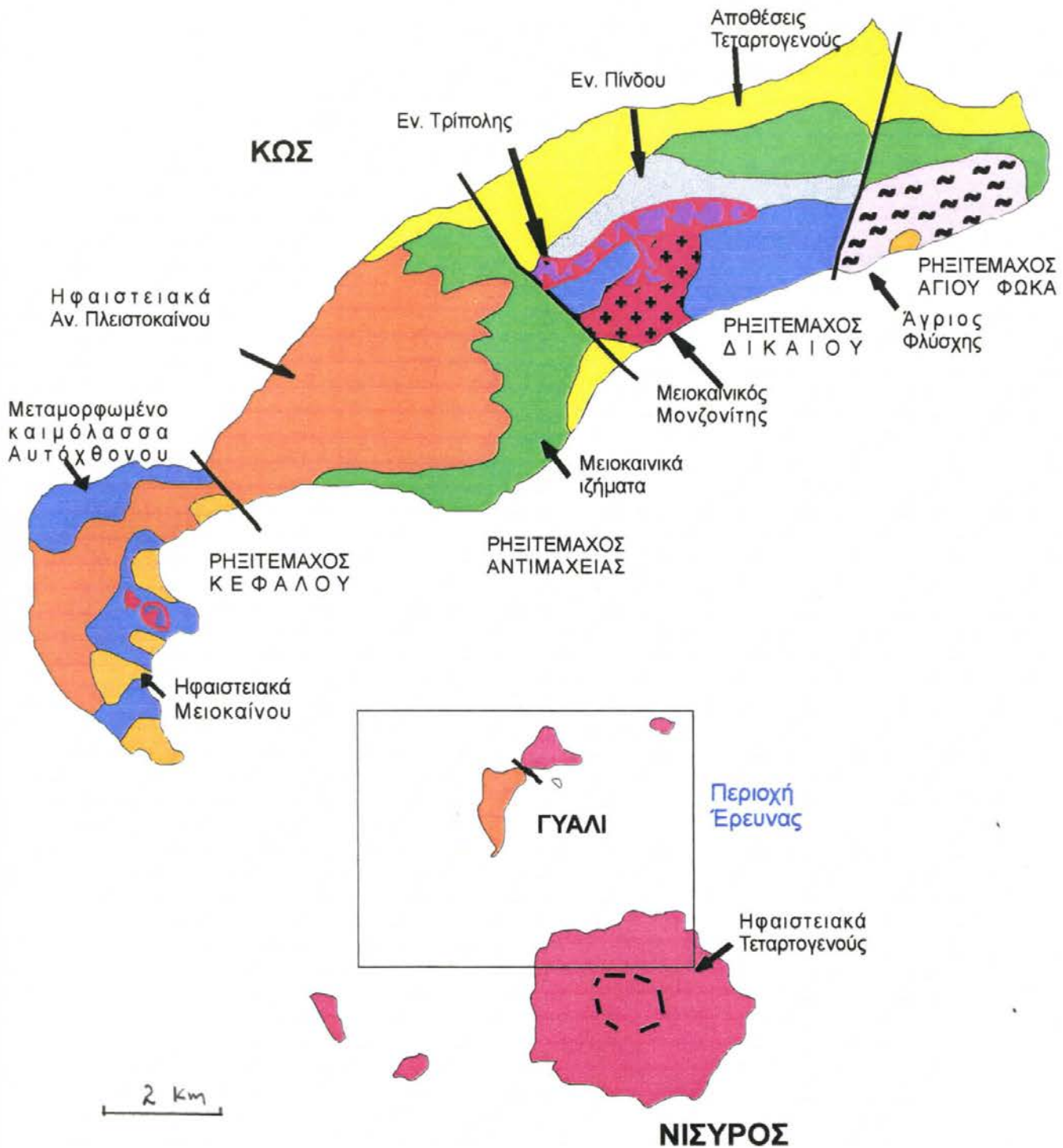
Η υποθαλάσσια έρευνα που εκτελέστηκε στα πλαίσια του Ερευνητικού Προγράμματος με τίτλο “Γεωφυσική Διερεύνηση της υποθαλάσσιας περιοχής Νισύρου-Γυαλιού” αποσκοπεί στη γνώση των σεισμικά επικίνδυνων δομών της περιοχής Κω-Νισύρου, τόσο ως προς τα ενεργά ρήγματα όσο και ως προς την ηφαιστειότητα και γενικότερα συμβάλλει στην κατανόηση της σύγχρονης γεωδυναμικής της περιοχής. Ιδιαίτερα η διερεύνηση του ενδιάμεσου υποθαλάσσιου χώρου των νησιών Νισύρου και Γυαλί κατέσται αναγκαία διότι κατά το πρόσφατο διάστημα (μετά το Ιούλιο 1996) παρατηρείται εμφάνιση σεισμικής δράσης στη Νίσυρο η οποία συνεχίζεται με αυξανόμενο ρυθμό. Η μελέτη λοιπόν συμβάλλει στην κατανόηση του υπό εξέλιξη φαινομένου και σε συνδυασμό με άλλες έρευνες βοηθά στην ενδεχόμενη λήψη μέτρων.

Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον της περιοχής έγκειται στο ότι παρατηρούνται τόσο έντονα φαινόμενα τεκτονικής με πολλές νεοτεκτονικές και ενεργές δομές όσο και έντονη ηφαιστειότητα. Στα παραπάνω προστίθενται, από γεωλογική άποψη, η εξ ολοκλήρου ηφαιστειακή δομή της Νισύρου με λάβες και πυροκλαστικά αποκλειστικά Τεταρτογενούς ηλικίας και η εμφάνιση στο Δυτικό τμήμα του Γυαλιού Άνω Πλειστοκαινικών πυροκλαστικών. Επομένως, γίνεται σαφές και σε συνδυασμό με την πολύπλοκη υποθαλάσσια μορφολογία, ότι ο ευρύτερος χώρος Νισύρου-Γυαλί αποτελεί ένα σύνολο ρηξιτεμαχών, όπου παρατηρούνται έντονα γεωδυναμικά φαινόμενα με συνύπαρξη σημαντικών τεκτονικών κινήσεων, με ανοδικές, καθοδικές αλλά και περιστροφικές κινήσεις, ηφαιστειότητας, ιζηματογένεσης και αντίστοιχων μορφών χερσαίου και υποθαλάσσιου αναγλύφου (Εικ.1).

Η σεισμικότητα της περιοχής χαρακτηρίζεται από μεγάλα καταστροφικά γεγονότα με πιο χαρακτηριστικό το σεισμό του 1933 που είχε μέγεθος 6,6 ρίχτερ και έπληξε την Κω και την Νίσυρο. Η πόλη της Κω καταστράφηκε εντελώς και καταστράφηκαν ολικώς ή μερικώς η Αντιμάχεια, το Ασφάντι, τα Καρδάμαινα και το Πυλιό. Σκοτώθηκαν 200 άνθρωποι και 600 τραυματίστηκαν. Οι βλάβες επεκτάθηκαν μέχρι την Αλικαρνασσό και τα γύρω χωριά (Παπαζάχος 1989).

Η σχέση των ενεργών ρηγμάτων με την ηφαιστειότητα και την σεισμικότητα προκύπτει τόσο από τα μεγάλα μεγέθη των ρηξιγενών μετατοπίσεων που πιστοποιούνται στη Κω (Papanikolaou & Lekkas, 1990) όσο και από την οριοθέτηση των ηφαιστειακών σχηματισμών από τεκτονικά ρήγματα στη Νίσυρο (Παπανικολάου κ.α. 1990) (Εικ.2). Τελείως πρόσφατα παρατηρείται ασυνήθιστη σεισμική δραστηριότητα που εντοπίζεται τοπικά στη περιοχή μεταξύ Νισύρου και Γυαλί με πολλούς μικρούς σεισμούς που τα μεγαλύτερα μεγέθη τους ήταν της τάξης των 4,5 ρίχτερ. Ταυτόχρονα στο Μανδράκι της Νισύρου έχουν παρατηρηθεί φαινόμενα ρηγματώσεων (Εικ.3) τόσο σε οικίες όσο και στο έδαφος με περίπου 30 σπίτια με μέτριες ως σοβαρές βλάβες καθώς και μια σημαντική χαίνουσα διάρρηξη που εμφανίζεται στο μέσο της νησίδας Γυαλί. Είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον ότι κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών παρατηρείται μια συνεχής αύξηση του εύρους των ρηγματώσεων στο Μανδράκι.

Επομένως υπήρξε ανάγκη για διερεύνηση των ρηγμάτων στον υποθαλάσσιο χώρο και για υπολογισμό του άλματός τους, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου τέμνουν ιζηματογενείς ή



Εικ. 1: Απλοποιημένος γεωλογικός-τεκτονικός χάρτης.



Εικ.3: Φαινόμενα ρωγματώσεων στο έδαφος στην περιοχή Λαγκάδι.

ηφαιστειοϊζηματογενείς ακολουθίες, καθώς επίσης για τον εντοπισμό των ηφαιστειακών σχηματισμών και ανάλυση της μορφολογίας του πυθμένα, καθώς και του ορίου της υφαλοκρηπίδας και της παραμόρφωσής της από την ολοκαινική τεκτονική. Το αναμενόμενο προϊόν της έρευνας αυτής είναι κυρίως ένας απλός νεοτεκτονικός χάρτης του ενδιάμεσου υποθαλάσσιου χώρου Νισύρου-Γυαλιού όπου είναι δυνατή η διάκριση των ηφαιστειακών αποθέσεων και δόμων, των επιμέρους ιζηματογενών ακολουθιών καθώς και των ρηγμάτων και των διάφορων μορφοτεκτονικών δομών του αναγλύφου.

Ειδικότερα η έρευνα συμβάλλει στη γνώση των σεισμικά επικίνδυνων δομών της περιοχής τόσο ως προς τη θέση, το δυναμικό και τα λοιπά χαρακτηριστικά των ρηγμάτων όσο και ως προς την ηφαιστειακή δράση. Η πιθανή συνέχεια των παλαιών ρηγμάτων αλλά και των πρόσφατα παρατηρηθέντων διαρρήξεων σε διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ από την περιοχή του Μανδράκι (Λαγκάδι) της Νισύρου (Εικ.4) έως το μέσο της νησίδας Γυαλί διερευνήθηκε στον ενδιάμεσο υποθαλάσσιο χώρο. Ταυτόχρονα εντοπίστηκαν και άλλα μεγάλα ρήγματα καθώς και διεισδύσεις πρόσφατων ηφαιστειακών δόμων και σχηματισμών.



Εικ. 4: Άποψη της περιοχής Λαγκάδι στο Μανδράκι όπου διακρίνεται η ενεργοποιημένη ρηξιγενής ζώνη που οριοθετεί τον οικισμό από το λόφο της Παναγιάς της Σπηλιανής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η έρευνα βασίστηκε σε λιθοσεισμική διασκόπηση με τομογράφους πυθμένα τύπου air-gun όπου η παραγωγή ηχητικών παλμών επιτυγχάνεται με την εκτόνωση συμπιεσμένου αέρα μέσα στο νερό. Η αρχή λειτουργίας των τομογράφων συνίσταται στην εκπομπή ηχητικών παλμών χαμηλών συχνοτήτων ώστε να μπορούν να περάσουν τον πυθμένα και να διεισδύσουν στα βαθύτερα στρώματα του πυθμένα. Κάθε φορά που τα ηχητικά κύματα συναντήσουν μία επιφάνεια ασυνέχειας ανακλώνται και στην επιστροφή τους προσλαμβάνονται από το δέκτη και καταγράφονται σε ηλεκτροευαίσθητο χαρτί. Η συσκευή καταγραφής (recorder) στους τομογράφους έχει την ικανότητα σύγχρονα με την εγγραφή να συσχετίζει τα κύματα που ανακλώνται από την ίδια επιφάνεια ασυνέχειας ώστε πάνω στο χαρτί να παρέχεται μια τομογραφία της δομής του πυθμένα. Η τομογραφία αυτή μπορεί να συσχετισθεί με γεωλογική τομή με τη μόνη διαφορά ότι τα γεωλογικά στρώματα καθορίζονται με βάση τις ακουστικές ιδιότητές τους. Οι τομογράφοι υποδομής πυθμένα αποτελούνται από ένα πομπό, ένα δέκτη, ένα ενισχυτή-φίλτρο και ένα καταγραφέα.

Τα air-gun εκπέμπουν τα ηχητικά κύματα με συχνότητα 2 έως 500 Hz και η διεισδυτική τους ικανότητα μπορεί να φθάσει μέχρι και 5000 μέτρα εάν χρησιμοποιήσουμε σειρά από αεροβόλα διαφορετικών όγκων και συχνοτήτων. Επιδιώκουμε με την ανάλυση των λιθοσεισμικών τομών των τομογράφων να διακρίνουμε τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου του πυθμένα όπως είναι οι κατολισθήσεις, οι ροές ιζημάτων, τα τουρβιδιτικά ρεύματα, οι διαφυγές αέριων υδρογοναθράκων καθώς και ρήγματα, επωθήσεις, κ.λ.π.

Το air-gun το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα της περιοχής (Εικ.5) ήταν 10 cm^3 και η διεισδυτικότητά του δεν ξεπέρασε τα 300 μέτρα λόγω της απορρόφησης των ηχητικών κυμάτων από τη διείσδυση των ηφαιστειακών σχηματισμών ή την εμφάνιση πολλαπλών ανακλάσεων λόγω του μικρού σχετικά βάθους. Στην ιδιόμορφη υποθαλάσσια περιοχή μεταξύ των νήσων Νισύρου-Γυαλί από την ερμηνεία των σεισμικών ανακλάσεων των λιθοσεισμικών τομών ανακαλύφθηκαν υποθαλάσσιοι ηφαιστειακοί δόμοι και ενεργά ρήγματα, η συνέχεια μερικών από τα οποία συσχετίζεται με τα χερσαία ρήγματα της χέρσου.

Συνολικά έγιναν 41 διαδρομές μεταξύ των νησιών Κω-Νισύρου με το Ουκρανικό ωκεανογραφικό σκάφος Iskatel (Εικ.6) στο διάστημα από 12 έως 17 Οκτωβρίου 1997, οι οποίες κάλυπταν τον ευρύτερο υποθαλάσσιο χώρο μεταξύ Κω-Νισύρου, καθώς και τον διάυλο Νισύρου-Γυαλιού και των βραχονησίδων Παχεία και Περγούσα.



Εικ. 5: Προετοιμασία τοποθέτησης του air-gun στο λιμάνι της Κω.



Εικ. 6: Το Ουκρανικό ωκεανογραφικό σκάφος Iskatel που χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση του υποθαλάσσιου χώρου από το Ε.Κ.Θ.Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΛΙΘΟΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΤΟΜΩΝ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΛΙΘΟΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΤΟΜΩΝ

- ΤΟΜΗ 1
- ΤΟΜΗ 2
- ΤΟΜΗ 3
- ΤΟΜΗ 4
- ΤΟΜΕΣ 5-6

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας ερμηνεύτηκαν αναλυτικά οι λιθοσεισμικές τομές οι οποίες καλύπτουν τον υποθαλάσσιο χώρο μεταξύ των νησιών Νισύρου και Γυαλί και αποτελούν τμήματα από τις διαδρομές 17-18, 23-24, 24-25, 25-26, 26-27, 27-28, 29-30, 34-35, 38-39.

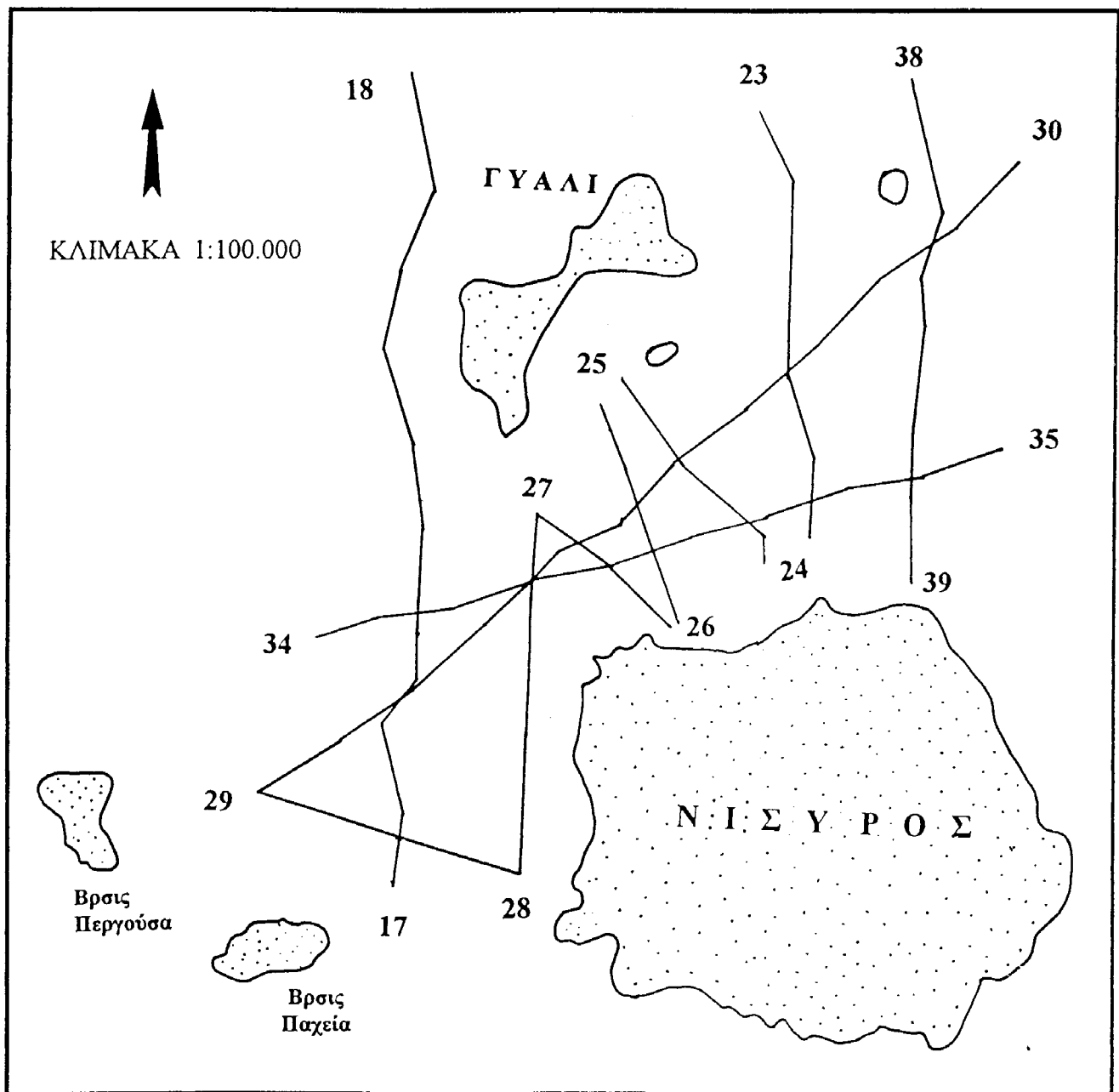
Η ταχύτητα του πλοίου κυμαινόταν από 3,2 έως 4,8 ναυτικά μίλια την ώρα και η ακριβής τοποθέτηση των στιγμάτων του πλοίου (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος) έγινε στον κάρναβο των διαδρομών για κάθε μία διαδρομή ξεχωριστά ώστε να χαρακτηί η ακριβής πορεία του πλοίου (Χάρτης 1).

Η κάθετη απόσταση μεταξύ δύο παράλληλων οριζόντιων γραμμών των λιθοσεισμικών καταγραφών είναι 75 μέτρα έξω από το νερό και περίπου 100 μέτρα μέσα στο νερό, όπου το 1cm σε κατακόρυφη απόσταση αντιστοιχεί περίπου σε 14,7 μέτρα. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των παραλλήλων εξαρτάται από την ταχύτητα του πλοίου και κυμαίνεται από 49 έως 58 μέτρα για το 1cm. Ο παρακάτω πίνακας δίνει πληροφορίες για την ταχύτητα του πλοίου σε κάθε διαδρομή, την διάρκεια της και την οριζόντια απόσταση.

ΠΙΝΑΚΑΣ

Διαδρομή	Διάρκεια (σε ώρες)	Ταχύτητα (m/h)	Ορ.απόστ. (1 cm)
17-18	2,58	3,8	58 μ.
23-24	2,46	3,8	58 μ.
24-25	0,63	3,8	58 μ.
25-26	0,43	4,5	69 μ.
26-27	0,30	4,8	73 μ.
27-28	0,75	4,0	61 μ.
29-30	2,63	4,5	69 μ.
34-35	3,90	4,0	61 μ.
38-39	3,20	3,2	49 μ.

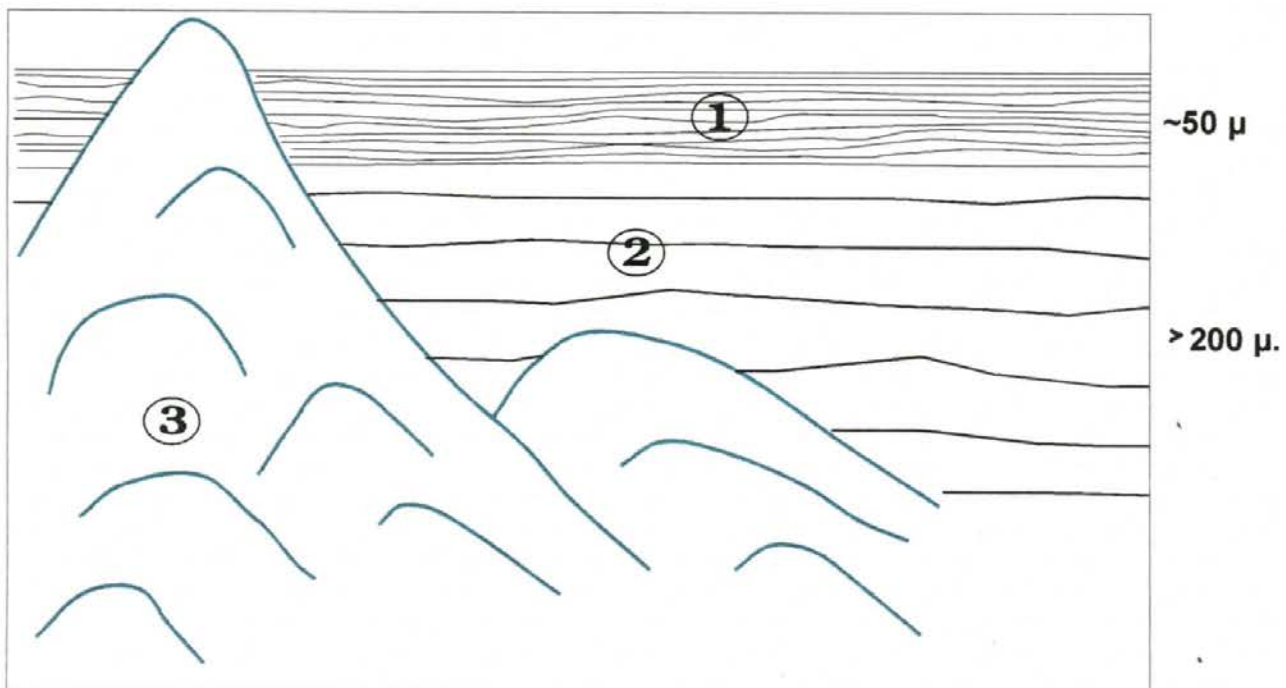
Η διεισδυτική ικανότητα του air-gun έφθασε σε ορισμένα τμήματα της περιοχής τα 300 μέτρα ενώ σε άλλες τα 50 μέτρα λόγω της διείσδυσης ηφαιστειακών σχηματισμών και του μικρού βάθους της. Σε κάθε λιθοσεισμική τομή προσδιορίστηκε το πάχος των ιζημάτων του πυθμένα και εντοπίστηκαν οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί όπως είναι οι τόφοι και οι λάβες. Έγινε ανάλυση του αναγλύφου του, στο οποίο ξεχώρισαν οι περιοχές με απότομες ή ήπιες μορφολογικές κλίσεις από τις μικρές ή μεγάλες λεκάνες ιζηματογένεσης. Επίσης προσδιορίστηκαν τα ρήγματα και τα αλματά τους και σημειώθηκαν οι πιθανές προεκτάσεις τους.



Χάρτης 1: Οι θέσεις των λιθοσεισμικών τομών.

Η περιοχή μελέτης παρουσιάζει μία ιδιόμορφη στρωματογραφική ακολουθία ιζημάτων, η οποία χαρακτηρίζεται από τη διείσδυση των ηφαιστειακών δόμων καθώς και από την διακοπή των στρωμάτων από τα υποθαλάσσια ρήγματα. Η λιθοσεισμική στρωματογραφία της περιοχής, με τη βοήθεια των σεισμικών ανακλάσεων των λιθοσεισμικών τομών, περιλαμβάνει (Σχήμα 7):

- 1) Ένα επιφανειακό στρώμα ιζημάτων με πάχος 50 μέτρων το οποίο εμφανίζεται σχεδόν σε όλη την έκταση της υπό μελέτης περιοχής και χαρακτηρίζεται από οριζόντιες, πυκνές και παράλληλες ανακλάσεις.
- 2) Ένα δεύτερο υποκείμενο στρώμα πιθανόν ηφαιστειοιζηματογενούς χαρακτήρα, με πάχος που δεν ξεπερνά τα 200 μέτρα και το οποίο αποτελείται από αραιές, αδρές, κυματοειδείς ανακλάσεις οι οποίες τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν σχέση παραλληλίας μεταξύ τους.
- 3) Τέλος επικρατούν κυρίως σε βάθος, υπερβολικές ανακλάσεις ακανόνιστου σχήματος οι οποίες οριοθετούν τα δύο υπερκείμενα στρώματα ενώ σε ορισμένα τμήματα του διαύλου Νισύρου-Γυαλιού φτάνουν μέχρι την επιφάνεια του πυθμένα χωρίς την ύπαρξη των δύο προηγούμενων σχηματισμών. Αυτές οι σεισμικές ανακλάσεις μαρτυρούν είτε διείσδυση ηφαιστειακών δόμων είτε εμφάνιση ηφαιστειακών σχηματισμών (τόφοι, λάβες).



Σχήμα 7: Σχηματική παράσταση της λιθοσεισμικής στρωματογραφίας της διερευνηθείσας περιοχής Νισύρου-Γυαλιού.

- 1: Ανώτερος οριζοντας λεπτών ανακλάσεων με χαρακτήρα ιζημάτων
- 2: Κατώτερος οριζοντας αδρών ανακλάσεων, πιθανόν ηφαιστειοιζηματογενούς χαρακτήρα
- 3: Διεισδύσεις ηφαιστειακών σχηματισμών (δόμων)

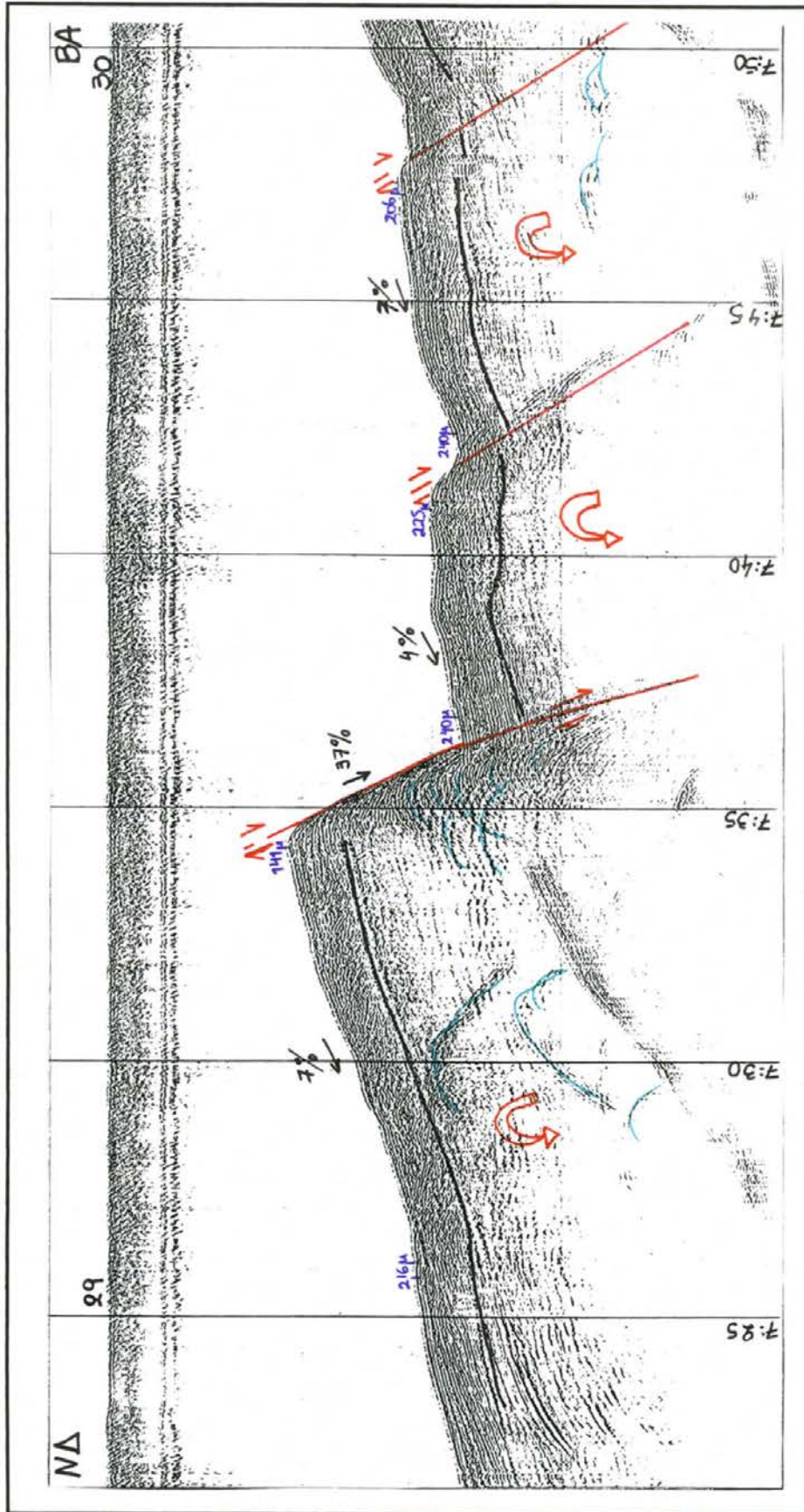
Ενδεικτικά δίνονται τα παρακάτω τμήματα λιθοσεισμικών τομών στις οποίες έχουν σημειωθεί τα ενεργά υποθαλάσσια ρήγματα και ρηξιτεμάχη της περιοχής, η θέση των υποθαλάσσιων κώνων και αποθέσεων καθώς και το πάχος των ιζημάτων της λεκάνης ιζηματογένεσης.

ΤΟΜΗ 1

Στην διαδρομή 29-30, η οποία αρχίζει ανατολικά από τη βραχονησίδα Περγούσα, με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ μεταξύ των πενταλέπτων της λιθοσεισμικής τομής (Τομή1) 7:30 έως 7:50 εντοπίζονται τρία ρήγματα στον υποθαλάσσιο χώρο βόρεια του Μανδρακίου. Το μεγαλύτερο και κύριο ρήγμα που εμφανίζεται δυτικότερα έχει άλμα περίπου 100 μέτρα. Η επιφάνειά του, της οποίας η οροφή αρχίζει σε βάθος 140 μέτρα και φτάνει μέχρι σε βάθος 240 μέτρων στον πυθμένα, χαρακτηρίζεται από μεγάλη μορφολογική κλίση 37% η οποία και διακόπτει τη συνέχεια της στρωματογραφικής ακολουθίας των δύο προαναφερθέντων οριζόντων. Στη λιθοσεισμική τομή διακρίνεται ο ανώτερος ορίζοντας των επιφανειακών ιζημάτων με πάχος περίπου 50 μέτρα ο οποίος χαρακτηρίζεται από πυκνές παράλληλες οριζόντιες ανακλάσεις και στη συνέχεια ο υποκείμενος. Επίσης διακρίνονται ενστρωμένοι ηφαιστειακοί σχηματισμοί και τόφοι κάτω από τους ορίζοντες των ιζημάτων κυρίως στο κύριο ρηξιτέμαχος, όπου στο κατώτερο τμήμα του επικρατούν και ηφαιστειακές διεισδύσεις.

Το κύριο ρηξιτέμαχος χαρακτηρίζεται από ήπια μορφολογία με κλίση 7% προς τα ΝΔ, παρουσιάζοντας μια αριστερόστροφη στρέψη, λόγω της ανύψωσης του ανατολικού άκρου του και βύθισης του δυτικού του. Τα δύο μικρότερα ρηξιτεμάχη, τα οποία βρίσκονται ανατολικότερα από το μεγάλο, χαρακτηρίζονται από άλματα 10-20 μέτρων και από ήπιες μορφολογικές κλίσεις 4-7% στρέφονται και αυτά προς τα ΝΔ. Συμπεραίνουμε ότι η οροφή όλων των επιμέρους ρηξιτεμαχών κλίνει προς τα ΝΔ και το μέγεθος της περιστροφής που παρουσιάζουν, έχει άμεση σχέση με το μέγεθος του άλματος των ρηγμάτων. Η κινηματική των ρηξιτεμαχών επηρεάζεται επίσης και από την εμφάνιση των ηφαιστειακών σχηματισμών όπου στο μεν δυτικό ρηξιτέμαχος επικρατούν σε μεγάλη έκταση και διακόπτουν τους ορίζοντες των ιζημάτων, στα δε μικρότερα ρηξιτεμάχη δεν εμφανίζονται καθόλου ή εμφανίζονται λίγο στο βάθος.

Η προέκταση του μεγάλου ρήγματος εντοπίζεται νότια στην ξηρά στην περιοχή Λαγκάδι του Μανδρακίου και είναι υπεύθυνο για την ύπαρξη ρωγμών και καταστροφών στα σπίτια στην εκεί περιοχή κατά τη διάρκεια του πρόσφατου σεισμού. Η προέκτασή του βορειότερα, δε φαίνεται να ταυτίζεται με την υπάρχουσα διάρρηξη στο μέσο της νησίδας Γυαλί, διότι ενώ η προέκταση του ρήγματος από άποψη διεύθυνσεως ταυτίζεται με τη διάρρηξη, από κινηματική άποψη δεν ταυτίζεται δεδομένου ότι στον μεν υποθαλάσσιο χώρο το ανατολικό τέμαχος της λεκάνης έχει κατέβει και το δυτικό έχει ανέβει λόγω της κίνησης των ρηγμάτων, στο δε Γυαλί το δυτικό τμήμα του, το οποίο είναι καλυμμένο εξολοκλήρου με κίσηρη του Ανώτερου Πλειστοκαίνου, είναι νεότερο και έχει κατέβει ως προς το ανατολικό, το οποίο αποτελείται από αρχαιότερες λάβες Τεταρτογενούς ηλικίας.



T O M H I

ΤΟΜΗ 2

Η διαδρομή 26-27 (Τομή 2) έχει διεύθυνση NNA-BBΔ και αρχίζει ανατολικά του Μανδρακίου σε βάθος 90 μέτρων, το οποίο αποτελεί και το όριο της υφαλοκρηπίδας. Από το σημείο αυτό αρχίζει το πρηνές της λεκάνης με μορφολογική κλίση περίπου 17% όπου και διακρίνονται οι δύο ορίζοντες των ιζημάτων. Ο πυθμένας της μικρής λεκάνης ιζηματογένεσης βρίσκεται σε βάθος 216 έως 240 μέτρα και το πάχος των επιφανειακών ιζημάτων του πρώτου ορίζοντα δε ξεπερνά τα 50 μέτρα ενώ ο δεύτερος ορίζοντας διακόπτεται από την παρεμβολή ηφαιστειακών σχηματισμών. Η λεκάνη αυτή οριοθετείται από δύο ρήγματα, όπου το νότιο ρήγμα έχει άλμα λίγων μόνο μέτρων ενώ το βόρειο ρήγμα έχει μεγάλο άλμα άνω των 80 μέτρων και οριοθετεί την λεκάνη από ηφαιστειακούς σχηματισμούς. Πλησιάζοντας προς το Γυαλί η λιθοσεισμική τομογραφία παρουσιάζει έντονες υπερβολικές ανακλάσεις οι οποίες υποδηλώνουν παρουσία ηφαιστειακών δόμων άποψη που ενισχύεται από το γεγονός ότι οι περιθλάσεις συνεχίζονται σε μεγάλο βάθος στη σεισμική τομογραφία, με μέση κλίση πρηνούς περίπου 25%. Σε βάθος 120 μέτρων αρχίζει το όριο της υποθαλάσσιας αναβαθμίδας νότια του Γυαλιού και το πάχος των επιφανειακών ιζημάτων είναι τουλάχιστον 50 μέτρα χωρίς να διακρίνεται με σαφήνεια ο υποκείμενος ορίζοντας.

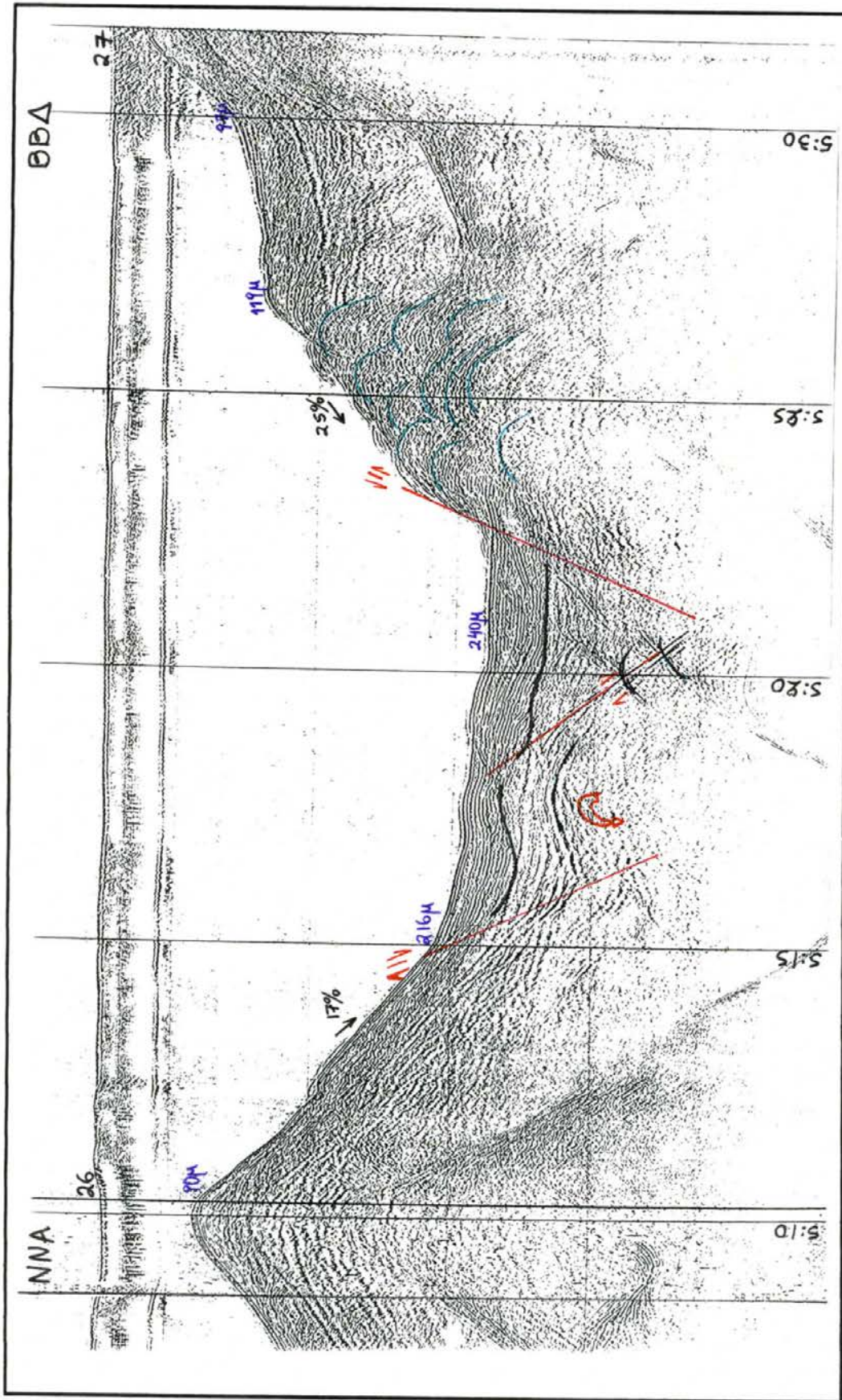
ΤΟΜΗ 3

Στη διαδρομή 25-26 (Τομή 3) που έχει διεύθυνση BBΔ-NNA εντοπίζεται ξανά η μικρή λεκάνη ιζηματογένεσης σε μέσο βάθος περίπου 230 μέτρων, στο μέσο του υποθαλάσσιου χώρου των νησιών. Διακρίνεται ο επιφανειακός ορίζοντας με πάχος ιζημάτων γύρω στα 50 μέτρα όπου κλίνουν ελαφρώς προς τα BBΔ. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα στρώματα των ιζημάτων του υποκείμενου ορίζοντα δεν παρουσιάζουν σχέση παραλληλίας με τα ιζήματα του πρώτου. Ένα μέρος των πρώτων ιζημάτων κλίνουν προς τα NNA, σύμφωνα με τις αραιές οριζόντιες ανακλάσεις ενώ κάποια βαθύτερα κλίνουν προς την αντίθετη κατεύθυνση, χωρίς την παρουσία ηφαιστειακών σχηματισμών.

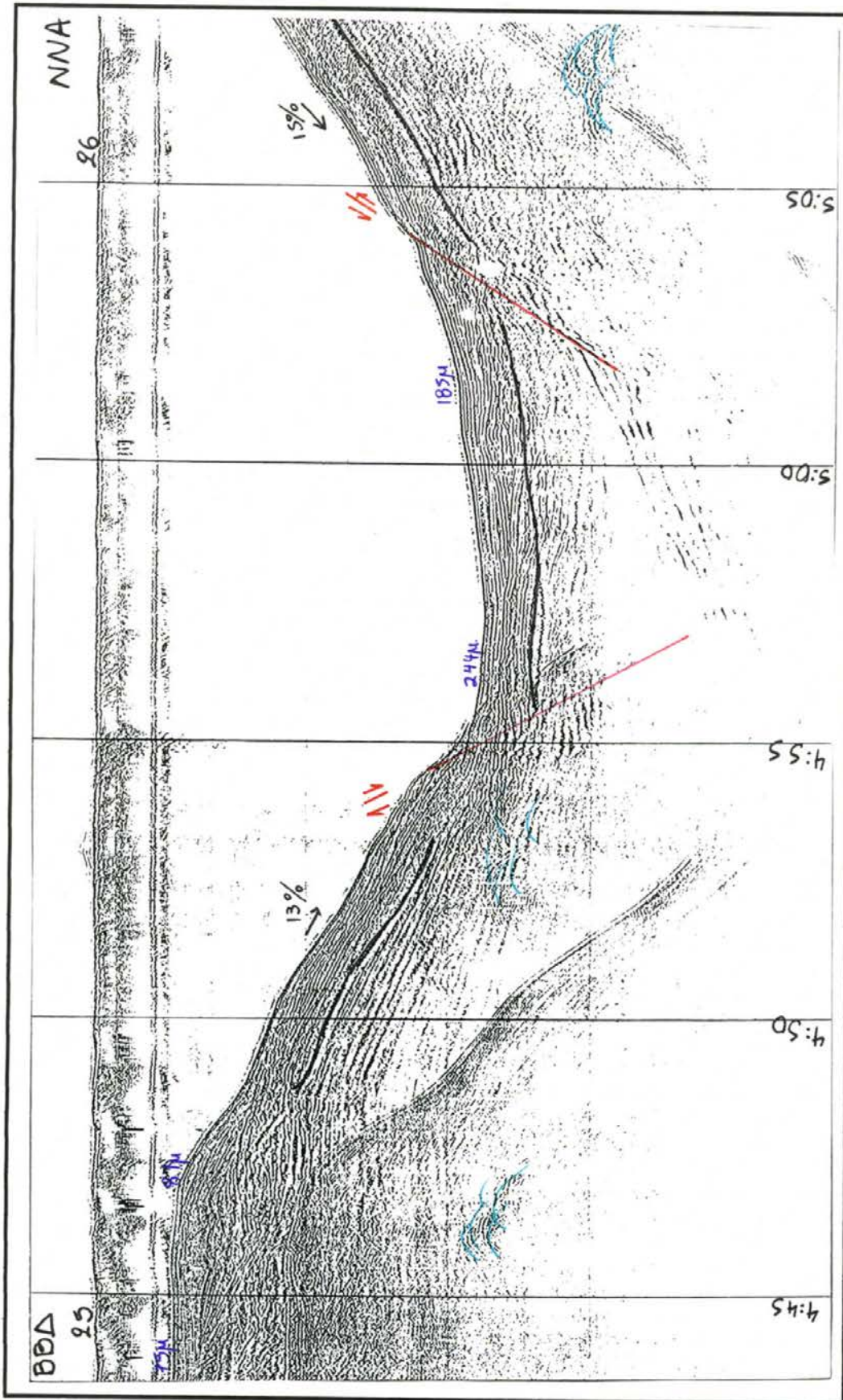
Αρχίζοντας την διαδρομή από τα βόρεια επικρατεί η υφαλοκρηπίδα της νησίδας Γυαλί έως το βάθος των 80 μέτρων χωρίς να διακρίνεται η στρωματογραφική ακολουθία των ιζημάτων, λόγω της παρεμβολής της δεύτερης ανάκλασης. Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι στην υφαλοκρηπίδα η μορφολογική κλίση του πυθμένα είναι περίπου 1% ενώ στα πρηνή είναι 13% στη βόρεια πλευρά της λεκάνης και 15% στη νότια. Στα πρηνή και κυρίως στο νότιο διακρίνονται στο βάθος ηφαιστειακοί σχηματισμοί, κάτω από τους προηγούμενους ορίζοντες των ιζημάτων. Το άλμα των ρηγμάτων που την οριοθετούν είναι λίγες δεκάδες μέτρα και η συνέχεια αυτών διακρίνεται και στις διπλάνες λιθοσεισμικές τομές (26-27, 24-25) βόρεια της Νισύρου και νότια του Γυαλιού.

ΤΟΜΗ 4

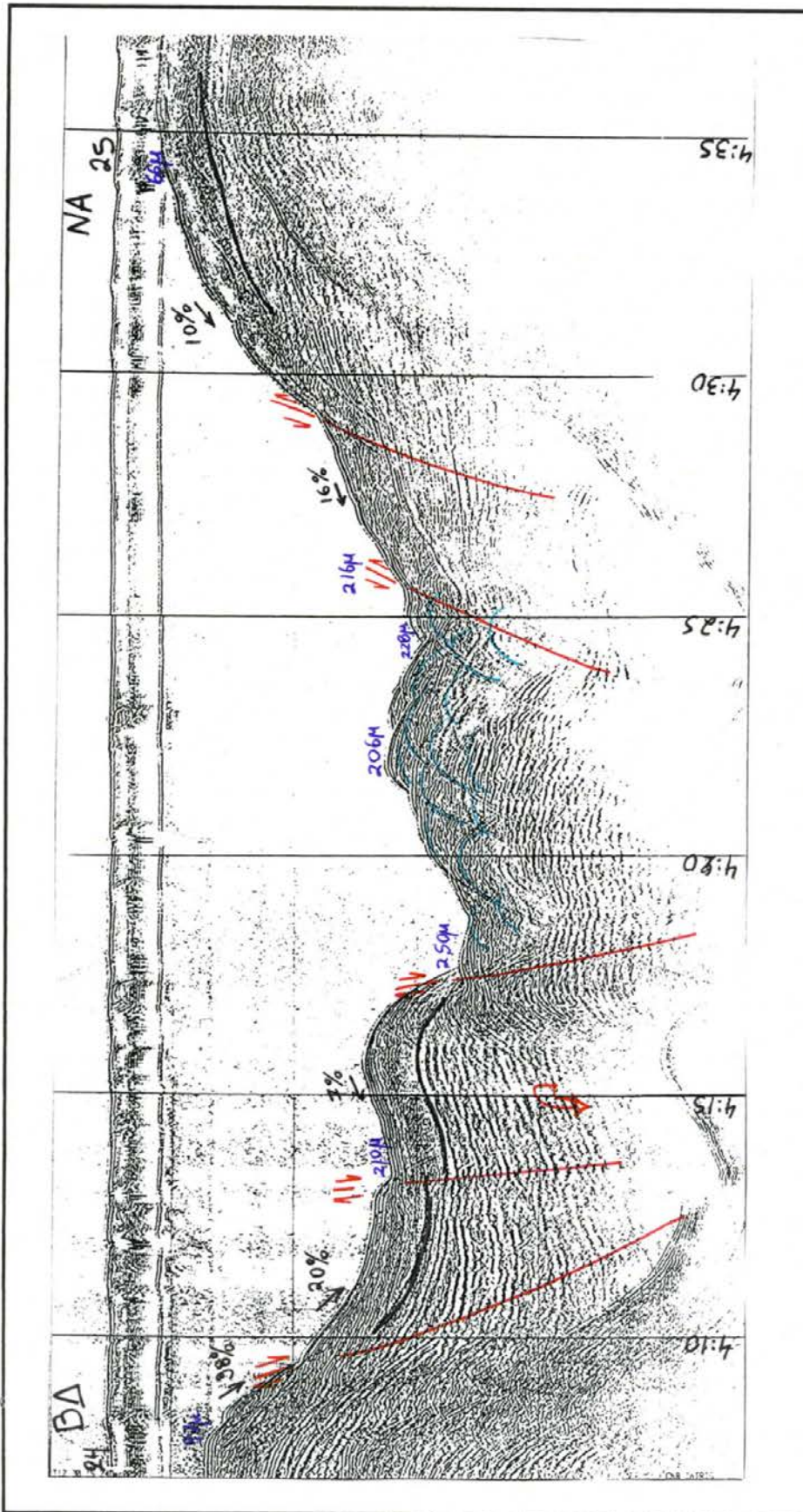
Στη διαδρομή 24-25 που έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (Τομή 4) στο μέσο του υποθαλάσσιου χώρου του διαύλου Νισύρου-Γυαλιού, δεν εμφανίζεται η μικρή λεκάνη ιζηματογένεσης, αλλά σε βάθος από 206 έως 250 μέτρα παρατηρείται πιθανή εμφάνιση



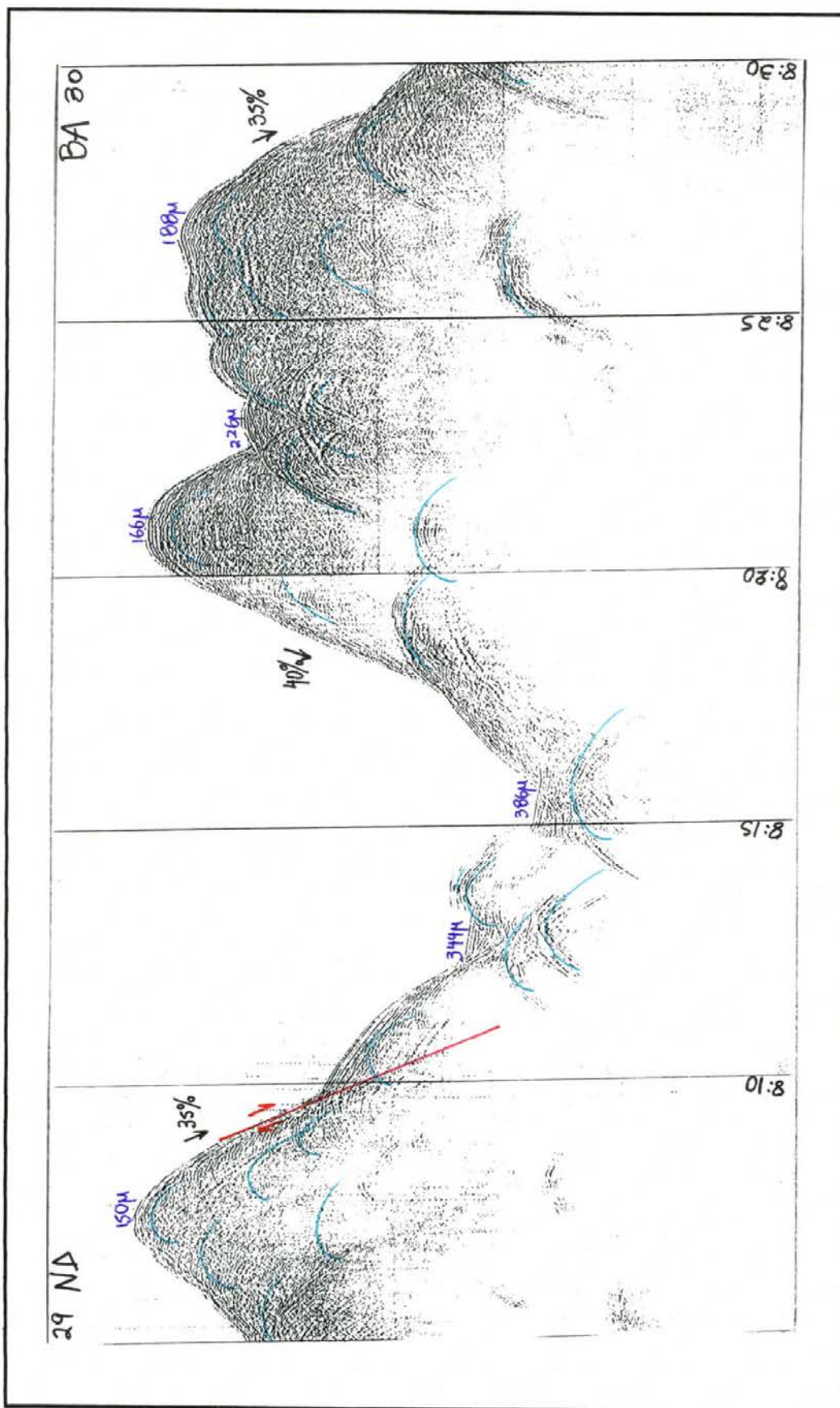
T O M H 2



T O M H 3



T O M H 4



T O M H 5

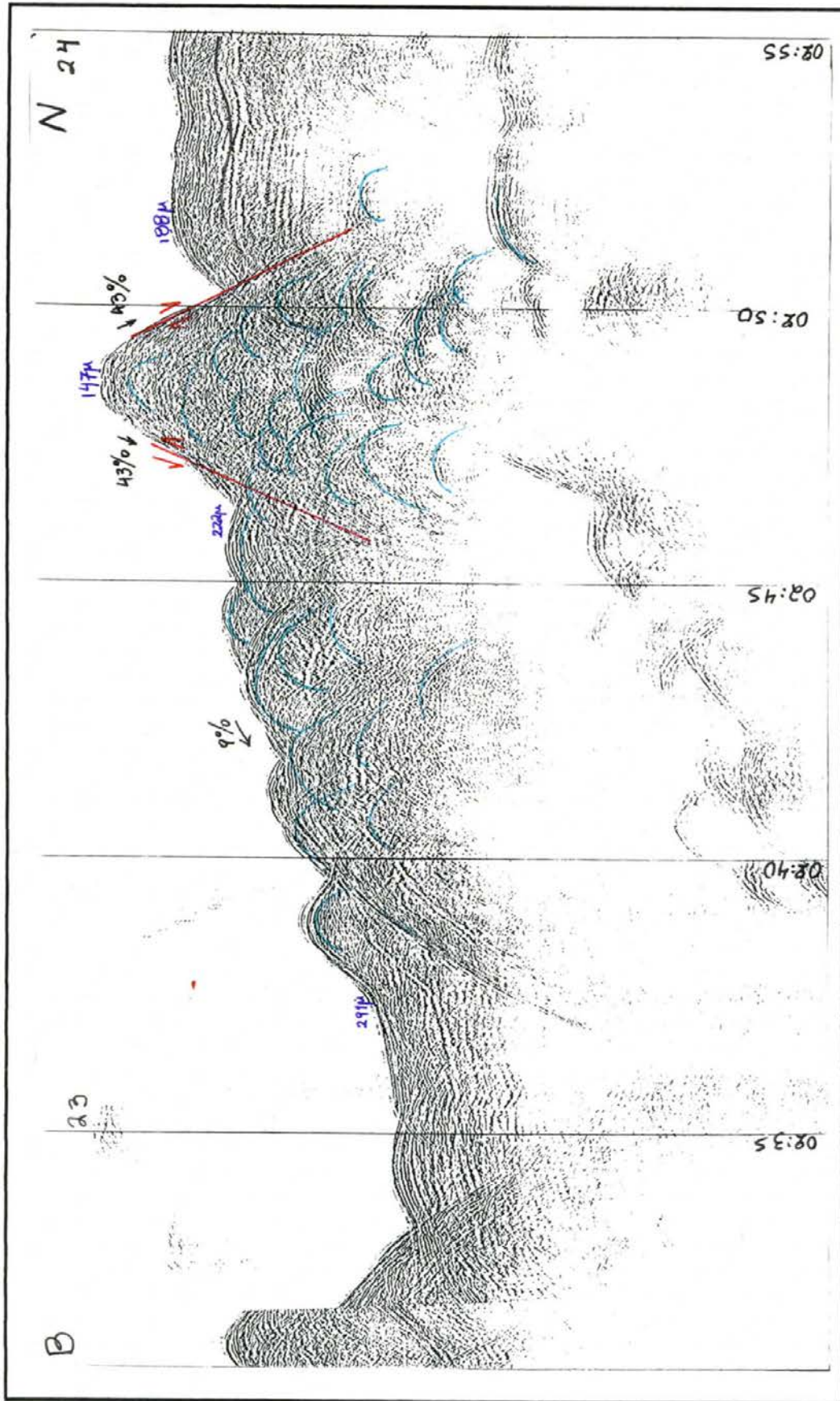
ηφαιστειακών σχηματισμών, η οποία ερμηνεύεται από την παρουσία υπερβολικών ανακλάσεων ακανόνιστου σχήματος. Βαθύτερα, παρατηρούνται παράλληλες οριζόντιες σεισμικές ανακλάσεις του δεύτερου ορίζοντα.

Η λιθοσεισμική τομή ξεκινά ΒΔ των Πάλων με την υφαλοκρηπίδα της Νισύρου να βρίσκεται σε βάθος 80 μέτρων. Η ηπειρωτική κλιτύς διακόπτεται από τρία ρήγματα τα οποία βυθίζουν το βόρειο τμήμα και αναδύουν το νότιο παρουσιάζοντας έτσι αριστερόστροφη στρέψη, με απότομες μορφολογικές κλίσεις (38 & 20% αντίστοιχα). Το πάχος των επιφανειακών ιζημάτων που κόβουν, δεν ξεπερνά τα 50 μέτρα ενώ το πάχος των βαθύτερων ιζημάτων του δεύτερου ορίζοντα φτάνει τα 200 μέτρα και κλίνουν όλα μαζί προς τα ΒΔ, χωρίς εμφάνιση ηφαιστειακών σχηματισμών. Στην συνέχεια προς την περιοχή του Γυαλιού η μορφολογία γίνεται πιο ήπια (10%), τα ιζήματα των οριζόντων είναι περίπου παράλληλα και σε βάθος 70 μέτρων εντοπίζεται η υφαλοκρηπίδα.

ΤΟΜΕΣ 5-6

Στο τέλος της διαδρομής 29-30 και συγκεκριμένα από τα πεντάλεπτα 8:05 έως τις 8:35 (Τομή 5) νότια και βορειοανατολικά της νήσου Στρογγύλης, εμφανίζονται ανακλάσεις που αποτελούνται από μεγάλο ακανόνιστου σχήματος υπερβολές με υπερυψωμένες κορυφές οι οποίες εντοπίζονται σε βάθος 150, 170, 190 και 320 μέτρα αντίστοιχα. Σεισμικές ανακλάσεις με τέτοιο χαρακτήρα υποδηλώνουν πυθμένα με απότομο ανάγλυφο, με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις που δεν ξεπερνούν το 40% υποδηλώνοντας τη βίαιη άνοδο του μαγματικού υλικού. Στο τμήμα αυτής της λιθοσεισμικής τομής επικρατούν μόνο ηφαιστειακοί σχηματισμοί μέχρι την επιφάνεια του πυθμένα χωρίς την παρουσία άλλων ιζημάτων.

Τέλος χαρακτηριστικές εμφανίσεις ηφαιστειακών σχηματισμών εντοπίζονται και δυτικά της Στρογγύλης στη διαδρομή 23-24 (Τομή 6) η οποία έχει διεύθυνση Β-Ν, στα πεντάλεπτα 02:40 έως 02:50, σε βάθος 145 έως 310 μέτρων. Συνεχίζοντας προς τα νότια οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί εξαφανίζονται και επικρατεί η στρωματογραφική ακολουθία των ιζημάτων με τους δύο ορίζοντες.



T O M H 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

© 2007 by the author. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without the prior written permission of the author.

ΣΥΝΘΕΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Νεοτεκτονικός Χάρτης:

1.1 Λεκάνες Ιζηματογένεσης

1.2 Συστήματα Ρηγμάτων

1.3 Υποθαλάσσιοι Ηφαιστειακοί Δόμοι

2. Συμπεράσματα

4.1 Νεοτεκτονικός Χάρτης

Σύμφωνα με την ερμηνεία όλων των λιθοσεισμικών τομών της περιοχής κατασκευάστηκε ένας σχηματικός υποθαλάσσιος νεοτεκτονικός χάρτης (Χάρτης 2). Απ' αυτόν προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

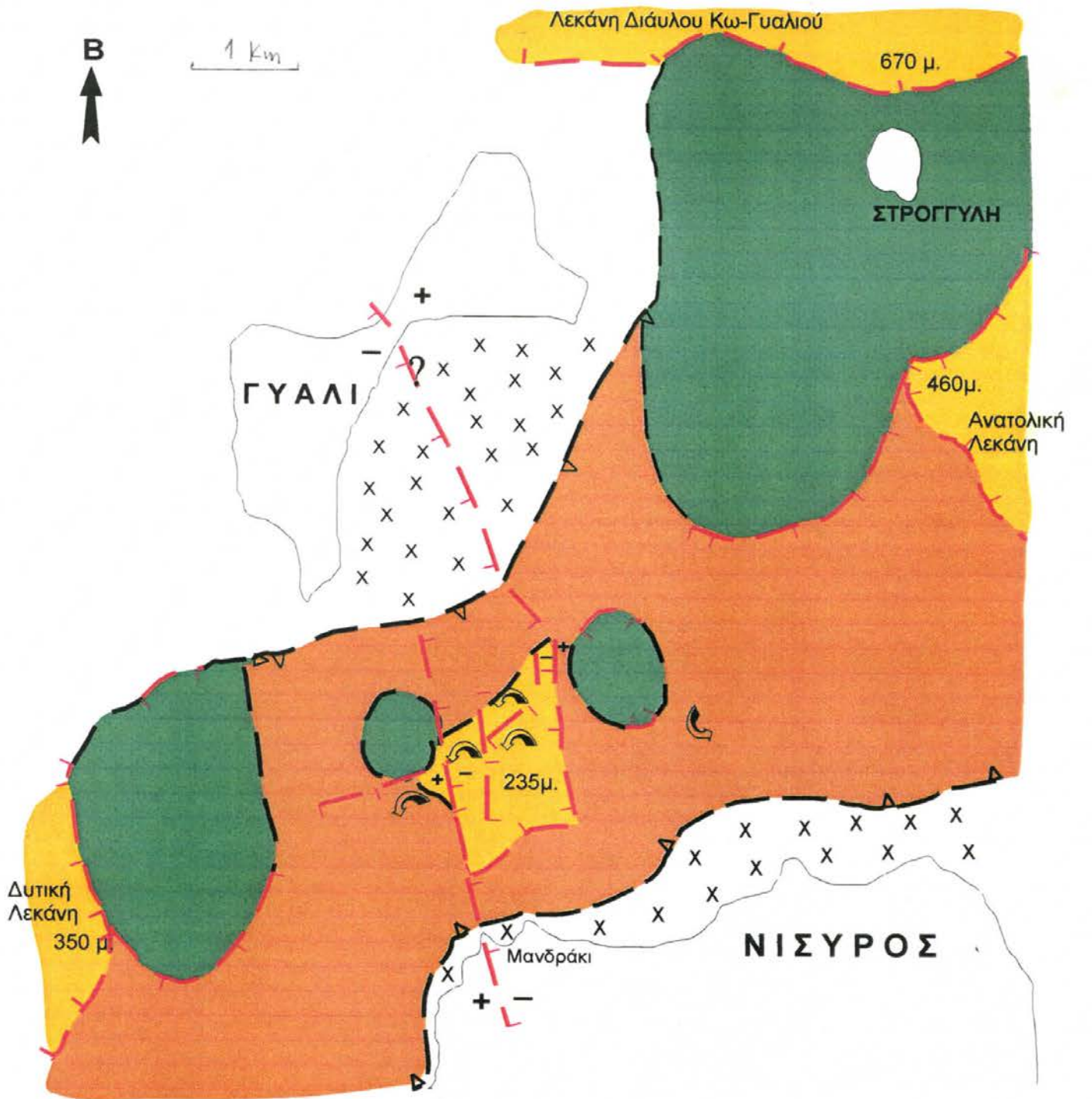
1) **Λεκάνες ιζηματογένεσης:** Η μοναδική μικρή λεκάνη ιζηματογένεσης στον υποθαλάσσιο χώρο Νισύρου-Γυαλιού εντοπίζεται βόρεια του Μανδρακίου στις διαδρομές 25-26, 26-27, 29-30 και 34-35 σε βάθος περίπου 230 μέτρων, συνολικής έκτασης περίπου 1,56 Km². Σε αυτήν εντοπίζεται αρχικά ένας επιφανειακός ορίζοντας με πάχος ιζημάτων 50 μέτρων και στη συνέχεια βαθύτερα ένας δεύτερος ορίζοντας με πάχος ιζημάτων που δεν ξεπερνά τα 200 μέτρα. Σε ορισμένα τμηματά της εμφανίζονται ηφαιστειακοί σχηματισμοί υποκείμενοι των δύο προηγούμενων οριζόντων.

Εκτός της περιοχής έρευνας εντοπίστηκε μια μεγάλη λεκάνη ιζηματογένεσης σε βάθος 700 μέτρα βόρεια των νήσων Γυαλιού και Στρογγύλη, η οποία αποτελεί και την κύρια λεκάνη του διαύλου Κω-Νισύρου και η οποία διακόπτεται νότια από την διείδυση των ηφαιστειακών δόμων. Επίσης υπάρχει μια άλλη λεκάνη ιζηματογένεσης η οποία αρχίζει από βάθος περίπου 460 μέτρων ανατολικά του διαύλου της έρευνας και αντίστοιχα μία στα δυτικά προς τις βραχονισίδες Παχεία και Περγούσα, η οποία αρχίζει σε βάθος 350 μέτρων. Οι δύο λεκάνες αυτές αποτελούν συνέχεια της μεγάλης λεκάνης προς βορρά στην οποία παρατηρείται μεγάλο πάχος ιζημάτων εκατοντάδων μέτρων.

2) **Συστήματα ρηγμάτων:** i) Ρήγματα τα οποία οριοθετούν τις λεκάνες ιζηματογένεσης: Απεικονίζονται τρία ρήγματα με διεύθυνση περίπου Β-Ν τα οποία και οριοθετούν τη μικρή λεκάνη ιζηματογένεσης, η οποία αποτελεί μια τεκτονική τάφρο, στις διαδρομές 29-30 και 34-35 καθώς και ένα ρήγμα διεύθυνσεως Α-Δ στο νότιο άκρο της. Το δυτικότερο ρήγμα έχει το μεγαλύτερο άλμα περίπου 100 μέτρα και συσχετίζεται με τα χερσαία ρήγματα στη νήσο Νίσυρο και συγκεκριμένα στην περιοχή Λαγκάδι ενώ το ανατολικότερο μάλλον συσχετίζεται με τη διάρρηξη στο μέσο της νήσου Γυαλιού. Η μεγάλη λεκάνη του διαύλου Κω-Γυαλιού οριοθετείται από ένα σύστημα ρηγμάτων διεύθυνσεως Α-Δ, από τους ηφαιστειακούς σχηματισμούς βόρεια από την Στρογγύλη. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στα όρια της ανατολικής και δυτικής λεκάνης με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και Β-Ν αντίστοιχα.

ii) Ρήγματα τα οποία οριοθετούν την υφαλοκρηπίδα: Εντοπίστηκαν ρήγματα κυρίως σε διεύθυνση Α-Δ τα οποία εμφανίζονται μπροστά από τα βόρεια παράλια της Νισύρου, οριοθετώντας την υφαλοκρηπίδα της σε βάθος περίπου 100 μέτρα. Ένα άλλο σύστημα ρηγμάτων, ίδιας διεύθυνσεως υπάρχει νότια από το Γυαλί, βυθίζοντας το νότιο τμήμα του υποθαλάσσιου διαύλου Νισύρου-Γυαλιού και ανεβάζοντας το βόρειο, σύμφωνα και με τη φορά των μορφολογικών κλίσεων.

iii) Ρήγματα τα οποία οριοθετούν ηφαιστειακούς σχηματισμούς: Η κύρια εμφάνιση ηφαιστειακών σχηματισμών γύρω από τη νήσο Στρογγύλη, οριοθετείται βόρεια και νότια από ένα σύστημα ρηγμάτων με διεύθυνση Α-Δ και ΒΑ-ΝΔ αντίστοιχα από την



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Λεκάνη Ιζηματογένεσης
- Ηφαιστειακοί Σχηματισμοί
- Ηφαιστειοιζηματογενείς Σχηματισμοί
- x x x Υφαλοκρηπίδα

- Ρήγμα
- Όριο σχηματισμών
- Όριο υφαλοκρηπίδας
- ↻ Φορά στρέψης Ρηξιτεμαχών

ΧΑΡΤΗΣ 2

κύρια λεκάνη και την ανατολική ενώ έρχονται σε κανονική επαφή με τα ιζήματα ανατολικά του Γυαλιού. Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί στις διαδρομές 17-18 και 34-35 οριοθετούνται δυτικά και βόρεια από ρήγματα ενώ οι μικρότερες εμφανίσεις στο ενδιάμεσο υποθαλάσσιο χώρο οριοθετούνται από ρήγματα με διεύθυνση Α-Δ περίπου.

3) Ηφαιστειακοί σχηματισμοί: Διεisdύσεις ηφαιστειακών δόμων εντοπίζονται ΒΔ της Νισύρου στις διαδρομές 17-18 και 34-35 σε βάθος πάνω από 200 μέτρα, με όχι πολύ απότομες μορφολογικές κλίσεις (15-25%) και σε μικρότερη έκταση εκατέρωθεν της μικρής λεκάνης ιζηματογένεσης. Η μεγαλύτερη όμως έκταση ηφαιστειακών σχηματισμών εντοπίζεται γύρω από την Νήσο Στρογγύλη με απότομες μορφολογικές κλίσεις στις διαδρομές 23-24 δυτικά, 29-30 νότια και 38-39 ανατολικά της νήσου. Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί κυριαρχούν σε αυτές τις περιοχές, χωρίς την παρουσία ιζημάτων των δύο άλλων οριζόντων.

4.2 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά η προέκταση της ρηξιγενούς ζώνης της περιοχής Λαγκάδι στο Μανδράκι, εντοπίζεται στον υποθαλάσσιο χώρο του διαύλου Γυαλιού-Νισύρου, με γενική διεύθυνση Β-Ν και με άλμα 100 μέτρα. Το μήκος και τα λοιπά χαρακτηριστικά του ρήγματος αντιστοιχούν σε σεισμικό δυναμικό περίπου 4,5 R, το οποίο και αντιστοιχεί στο μέγεθος του κύριου σεισμού τον Ιούλιο του 1996.

Πιθανόν η προέκταση του υποθαλάσσιου ρήγματος που οριοθετεί ανατολικά την μικρή λεκάνη ιζηματογένεσης να συσχετίζεται με τη διάρρηξη στο μέσο της νησίδας Γυαλί δεδομένου ότι συμφωνεί και από κινηματική και από δυναμική άποψη, βυθίζοντας το δυτικό τμήμα της λεκάνης και αναδύοντας το ανατολικό τέμαχος.

Η εμφάνιση υποθαλάσσιων ηφαιστειακών δόμων εντοπίζεται σε μεγάλη έκταση κυρίως γύρω από τη νήσο Στρογγύλη. Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί Γυαλιού-Στρογγύλης διακόπτουν την μεγάλη λεκάνη ιζηματογένεσης προς τα βόρεια. Επίσης αποτελούν όριο τόσο της ανατολικής όσο και της δυτικής λεκάνης. Επίσης εκτός περιοχής έρευνας εντοπίστηκε διεisdυση ηφαιστειακού υλικού και δυτικά της Νισύρου στη διαδρομή 17-18 μεταξύ των νησίδων Παχεία και Περγούσα.

Η υφαλοκρηπίδα στη Νίσυρο παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος στα βορειανατολικά παράλια και συνεχώς ελαττώνεται πλησιάζοντας προς το Μανδράκι. Το γεγονός αυτό μπορεί να συνδέεται με το ρήγμα, διευθύνσεως Β-Ν στο Λαγκάδι όπου συνεχίζει και υποθαλάσσια και διακόπτει την υφαλοκρηπίδα. Στο Γυαλί η υφαλοκρηπίδα έχει μεγάλο εύρος στη νότια πλευρά του σε αντίθεση με τη νήσο Στρογγύλη στην οποία δεν εντοπίστηκε καθόλου υφαλοκρηπίδα γεγονός που σηματοδοτεί την πρόσφατη ανάδυση της νήσου.

Δεν υπάρχουν μεγάλα άλλα ρήγματα στον υποθαλάσιο χώρο που να μπορούν να δώσουν μεγαλύτερους σεισμούς των 4,5R. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονη ηφαιστειότητα και έντονο ανάγλυφο είτε χερσαίο είτε υποθαλάσσιο.

ALTHERR, R., KELLER, J. & KOTT, K. (1976) : Der jungtertiäre Monzonit von Kos und sein Kontakthof (Agais, Griechenland).
Bull. Soc. Geol. France (7), 18: (403-412) Paris.

ALTHERR, R., KREUZER, M., WENDT, I., LENTZ, M., WAGNER, G., KELLER, J., MARRE, W., MOHNDORF, A. (1982) : A late Oligocene/early Miocene high temperature belt in the Attic-Cycladic crystalline complex (SE Pelagonian, Greece).
Geol. Jb., E237, 97-164.

BERNOULLI, D., GRACIANSKY, P.C. De & MONOD, O. (1974) : The extension of the Lycian Nappes (SW Turkey) into the Southern Aegean Islands.
Ecl. Geol. Helv., 67:39-90; Basel.

BESENECKER & OTTE (1977) : Late Cenozoic sedimentary history and Paleogeography of Kos, Aegean Sea.
In KALLERGIS, G., (Ed.): Proc. VI Coll. Geol. Aegean Region, Athens 1977: 451-457.

BESENECKER & OTTE (1977) : Late Cenozoic sedimentary history and Paleogeography of Kos, Aegean Sea.
In CLOSS, H., ROEDER, D. & SCHMIDT, K. (Eds.) : Alps, Apennines, Hellenides-I.U.G.S. Rep., 38: 506-509; Stuttgart

BIANCHI, A. (1928) : Le rocce effusive dell'isola di Coo (Dodecaneso, mar Egeo).
Mem. Inst. Geol. R.Univ. Padova 7

BIANCHI, A. (1928) : Le rocce effusive del Dodecaneso (mar Egeo).
Bollentino de la Societa Geologica Italiana Roma.

BLONDEAU, A., FLEURY, J.J. & GUERNET, C., (1975) : Sur l'existence, dans l'île de Kos (Dodecanese, Greece), d'une serie neritique surmontee d'un flysch d'age Cuisien superieur on Lutetien inferieur a sa base.
R. Acad. Sci. Paris, Ser. D, 280: 817-819; Paris.

BOGER, H., GERSONDE, R., WILLMANN, R. (1974) : Das Neogene im Osten der Insel Kos (Agais, Dodekanes)
Stratigraphie und Tektonik, N. Jb. Geol. Palaont. Abh. 145, 129-152.

CORCEIX (1876) : Apercu geologique sur l'île de Cos.
Ann. Scient. Ecole norm. sup. (2) 5, 205-216, 1876.

ΓΕΩΡΓΑΛΑΣ, Γ. (1958) : Η νήσος Νίσυρος, 'Νίσυριακά Χρονικά'.
Τεύχη 21,22,23, Αθήνα.

DAVIS, E.N., (1967) : Zur Geologie und Petrologie der Inseln Nisyros und Jail (Dodecanes).
Praktika Acad. Athens, 42, p.235-252.

DESIO, A., (1931). Le isole italiane dell'Egeo. Meumr. Carta Geol. d'Italia, 24.

DI PAOLA, U., (1974) : Volcanology and Petrology of Nisyros Island (Dodecanne, Greece).
Mem. Inst. Geol. Univ. Padova 7.

DURR, S., ALTHERR, R., KELLER, J., OKRUSCH, M. & E., SEIDEL (1978) : The Median Crystalline Belt: Stratigraphy, Structure, Metamorphism, Magmatism.
In CLOSS, H. et al (eds): Alps, Apennines, Hellenides, 455-477.

FYTIKAS, M., GULIANI, O., INNOCENTI, F., MARINELLI, G. and MAZZUOLI, R., (1976) :
Geochronological data on recent magmatism of the Aegean sea.
Tectonophysics, 31, 29-34.

FYTIKAS, M., INNOCENTI, F., MANETTI, P., MAZZUOLI, R., PECERILLO, A. and VILLARI, L. (1984) : Tertiary to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region. In: Geological Evolution of the Eastern Mediterranean.
Geol. Soc., Sp. PUBL. 17, 687-699.

KELLER, J., (1969) : Origin of the Rhyolites by Anatectic Melting of Granitic Crustal Rocks-The example of rhyolitic pumice from the island of Kos (Aegean Sea).
Bull. Volc. 33, 942-959.

ΛΕΟΝΤΑΠΗΣ (1970) : Die Entstehung des Plateaus von Antimacheia (inseln Kos) infolge aufsteigender epirogenetischer Bewegungen.
Ann. Pays. Geol. Hell.-le serie, T. XXI (485-493).

ΛΕΟΝΤΑΠΗΣ (1970) : Die geomorphologische Entwicklung der Inseln Kos.
Ann. Pays. Geol. Hell.-le serie, T. XXII (40-61).

LYKOUSSIS, V., PAVLAKIS, P., PAPANIKOLAOU, D., CHRONIS, G., ANAGNOSTOU, C., ROUSSAKIS, G & SYSKAKIS, D. (1988) :
Neotectonic structure and evolution of the Western Saronikos Gulf.
XXXI Congress of CIESM, Athens 1988, Rapp. Comm. int. Mer Mediter., 31, 2, p. 98.

MARTELLI, A., (1917) : Il gruppo eritico di Nisiro nel mare Egeo.
Mem. Soc. Ital. Sc. detta dei XL, Serie 3a, T. XX.

NEUMAUR, M., (1980) : Über den geologischen Bau der Inseln Kos und die Gliederung der jungtertiären Binneneblagerungen der Archipels.
Akad. der Wissenschaften, XXVI-XL, p213-314.

PAPANIKOLAOU, D., LYKOUSIS, V., CHRONIS, G., PAVLAKIS, P. (1988) : A comparative study of neotectonic basins across the Hellenic Arc: The Messiniakos, Argolikos, Saronikos and Southern Evoikos Gulfs.
In: "Structural & sedimentary evolution of the neotectonic Aegean basins" Geol. Soc. London, April 1988, Abstracts p. 20 and Basin Research, 1/3, 167-176.

PAPANIKOLAOU, D., CHRONIS, G., LYKOUSSIS, V., & PAVLAKIS, P. (1987) :
Active tectonics in the Rion-Antirion Strait, Western Greece.
5th Meeting European Geological Societies, Dubrovnik 1987, Abstracts, 72-73.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΧΡΟΝΗΣ, Γ., ΠΑΥΛΑΚΗΣ, Π., ΛΥΚΟΥΣΗΣ, Β., ΡΟΥΣΣΑΚΗΣ, Γ. & ΣΥΣΚΑΚΗΣ, Δ. (1988) :
Υποθαλάσσιος Νεοτεκτονικός χάρτης Ανω Μεσσηνιακού Κόλπου.
Κλίμακα 1/100.000, ΟΑΣΠ- ΕΚΘΕ- Παν/μιο Αθηνών.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΧΡΟΝΗΣ, Γ., ΛΥΚΟΥΣΗΣ, Β., ΠΑΥΛΑΚΗΣ, Π., ΡΟΥΣΣΑΚΗΣ, Γ. & ΣΥΣΚΑΚΗΣ, Δ. (1989) :
Υποθαλάσσιος Νεοτεκτονικός χάρτης Σαρωνικού Κόλπου. Κλίμακα 1/100.000, ΟΑΣΠ-ΕΚΘΕ-Παν/μιο Αθηνών.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΧΡΟΝΗΣ, Γ., ΛΥΚΟΥΣΗΣ, Β., ΠΑΥΛΑΚΗΣ, Π., ΡΟΥΣΣΑΚΗΣ, Γ. & ΣΥΣΚΑΚΗΣ, Δ. (1989) :

Υποθαλάσσιος Νεοτεκτονικός χάρτης Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου. Κλίμακα 1/100.000, ΟΑΣΠ-ΕΚΘΕ-Παν/μιο Αθηνών.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. & ΛΕΚΚΑΣ, Ε. με τη συμβ. Δ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ, (1991) :

Γεωλογική δομή και εξέλιξη του ηφαιστείου της Νισύρου.

5ο Συν. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., Θεσ/νίκη, 1990, Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 25/1, 405-419.

PAPANIKOLAOU, D., and LEKKAS, E. (1990) : Miocene Tectonism in Kos, Dodekanese islands. ¶ IESCA, Izmir 1990, Abstracts, 179-180.

PAPANIKOLAOU, D., CHRONIS, G. & METAXAS CH., (1994) : Neotectonic structure of the Argolic Gulf, 7th Congress of the Geological Society of Greece, Abstracts, p. 63.

PAPANIKOLAOU, D., LEKKAS, E. & SAKELLARIOU, D. (1995) : Tectonic units and terrane analysis in Rodos and adjacent Dodekanese islands, Greece.

XV Congress Carpatho-Balkan Geological Association, Symposium on Tectono-stratigraphic Terrane, Athens, Abstracts, p. 20.

PAVLAKIS, P., PAPANIKOLAOU, D., CHRONIS, G., LYKOUSSIS B. & ANAGNOSTOU, C. (1989) :

Geological structure of inner Messiniakos Gulf.

4th Congress Geol. Soc. Greece, Athens May 1988, Abstracts p. 87, Bull. Geol. Soc. Greece, 23/3, 333-347.

ΠΑΥΛΑΚΗΣ, Π., ΛΥΚΟΥΣΗΣ, Β., ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. & ΧΡΟΝΗΣ, Γ. (1989) :

Ανακάλυψη ενός υποθαλάσσιου ηφαιστειακού κέντρου στο δυτικό Σαρωνικό.

Γεωενημέρωση, 4, 4, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 24, Υπό εκτύπωση.

PASTEELS, P., KOLIOS, N., BOVEN, A., SALIBA, E. (1986) : Applicability of the K-AR method to the whole-rock samples of acid lava and pumice: case of the Upper samples of acid lava and pyroclasts on Kos Island, Aegean Sea, Greece.

Chem. Geol., V 57, pp. 145-154.

PLIENINGER, F. (1905) : Die geologischen Verhältnisse der Insel Kos und ihrer Nachbarime. dtsh. Geol. Ges. 57, 350-357.

PLIENINGER, F. & SAPPER, K. (1920) : Kos und Nissyros. Petermanns geogr. Mitt. 66, 194-222.

RAYET, M. (1876) : Memoire sur l'île de Kos.

Arch. Missions scient. Litt. (3) 3, 37-116.

TOURNOUER, R., (1876) : Etude sur les fossiles tertiaires de l'île de Cos.

Ann. scient. Ecole norm. sup. (2) 5, 445-475.

WILLMANN, R. (1983) : Neogen und jungtertiäre Entwicklung der Insel Kos (Agais, Griechenland).

Geologische Rundschau, 72, 3, 815-860.