

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΗΦΑΙΣΤΕΙΟΥ ΤΗΣ ΝΙΣΥΡΟΥ

Δ. Ι. Παπανικολάου και Ε. Λ. Λέκκας
με τη συμβολή του Δ. Θ. Σακελλάριου

ΣΥΝΟΨΗ

Περιγράφεται η στρωματογραφική διάρθρωση των ηφαιστειακών σχηματισμών της Νισύρου με βάση λεπτομερή χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:10.000. Διακρίνεται μία ακολουθία ηφαιστειακών σχηματισμών που αποτελούσαν εστρωμένους σχηματισμούς γύρω από ένα ηφαιστειακό κώνο και στη συνέχεια καταστροφή του κώνου με δημιουργία μικρής καλδέρας και νέα ηφαιστειακή δράση, μετακαλδερική, από ογκώδεις δόμους ρυοδακτιτικής σύστασης. Διακρίνονται 4 κύριες ρηξιγενείς ζώνες που έδρασαν και κατά το προκαλδερικό στάδιο και κατά το μετακαλδερικό στάδιο και δίνεται ένα απλό σκαρίφημα της νεοτεκτονικής εξέλιξης του ηφαιστείου σε 4 στάδια.

ABSTRACT

Detailed mapping at scale 1/10.000 permitted us the establishment of the stratigraphic and tectonic structure of the Nisyros volcano. The stratigraphy comprises four lava formations A,B,C,D each followed by pyroclastics and pumice which form a volcanic cone. This stratovolcanic succession is followed by massive rhyolite extrusions in the SW of the cone (Nikia) followed by an important pumice formation contemporaneous and slightly postdating the caldera formation in the centre of the former cone. Post-caldera massive extrusions of rhyolitic-dacitic lavas cut through the former volcanic cone and caldera building up high mountains in the central and western part of Nisyros.

The tectonic structure is dominated by the activation of four major fault zones dissecting the volcano in triangular segments. The throw of the major faults ranges from 70-100 m and it is the result of both pre-caldera and post-caldera tectonic activity. The faults have influenced the local stratigraphy of the volcano because they have limited as natural barriers the lava flows and consequent volcanic materials only in some segments of Nisyros. Intense geothermal alteration is observed along the major fault zones of Nisyros. The overall evolution of the Nisyros volcano is schematically described through four paleogeographic sketches.

D.J. PAPANIKOLAOU and E.L. LEKKAS with contr. D. SAKELLARIOU

Geological structure and evolution of the Nisyros volcano.

University of Athens. Department of Geology, Panepistimioupolis Zografou, 157 84, Athens Greece.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Παρ' όλο που η νήσος Νίσυρος αποτελεί στο σύνολό της, ίσως, την πιο χαρακτηριστική και ενδιαφέρουσα ηφαιστειακή μορφή στον Ελλαδικό χώρο και παρά το ιδιαίτερο γεωλογικό και γεωθερμικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει, η υφιστάμενη για αυτή γεωλογική βιβλιογραφία μπορεί να χαρακτηριστεί ανεπαρκής. Οι περισσότερες επιστημονικές δημοσιεύσεις που αφορούν τη Νίσυρο είναι κυρίως ορυκτολογικού - πετρολογικού χαρακτήρα και περιέχουν λίγα μόνο στοιχεία για τη γεωλογική δομή και για την τεκτονική της εξέλιξη.

Οι πρώτες αναφορές για τη γεωλογία της Νισύρου ανήκουν κατά σειρά στους MARTELLI (1917), DESIO (1931) και ΓΕΩΡΓΑΛΑ (1958), στις οποίες υπάρχουν μόνο ορισμένες γενικές πληροφορίες περιγραφικού χαρακτήρα.

Η πρώτη εκτενής γεωλογική μελέτη για τη Νίσυρο έγινε από την Ε. ΔΑΒΗ (1967) η οποία κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι υφίστανται δύο ηφαιστειακές περίοδοι εκχύσεως, κάθε μία από τις οποίες είχε αρχικά βασικό χαρακτήρα και στη συνέχεια απέδιδε όξινα τελικά παράγωγα. Τα υλικά της πρώτης ηφαιστειακής περιόδου απαντούν μόνο σε ορισμένες θέσεις και στη συνέχεια ο κύκλος κλείνει με το σχηματισμό παχύτατων στρωμάτων ηφαιστειακής υέλου.

Η δεύτερη ηφαιστειακή περίοδος έδωσε μία μεγάλη ποικιλία πετρολογικών τύπων όπως ανδεσίτες, τραχειανδεσίτες, τραχίτες, δακίτες και στη συνέχεια ρυολίθους και κίσσηρη.

Οι εμφανίσεις όλων των προηγούμενων σχηματισμών, χωρίς όμως να γίνεται σαφής ένταξή τους σε κάποια από τις δύο φάσεις ηφαιστειακής δράσης, παρουσιάζονται σε ένα γεωλογικό σκαρίφημα κλίμακας 1:50.000.

Ο ΔΙ ΠΑΟΛΑ (1974) θεωρεί ότι υπάρχουν δύο περίοδοι εξέλιξης του ηφαιστείου ήτοι: (i) η προ-καλδερική που διακρίνεται σε μία αρχικά υποθαλάσσια δράση και στη συνέχεια σε μία αέρια η οποία έδωσε μία μεγάλη ποικιλία πετρωμάτων και (ii) η μετακαλδερική περίοδος η οποία έδωσε τους ρυοδακίτες που καταλαμβάνουν τα 2/3 περίπου της καλδέρας καθώς και ένα τμήμα του νησιού έξω από αυτή. Οι εμφανίσεις των κυριότερων λιθολογικών τύπων -σχηματισμών παρουσιάζονται σε ένα γενικό γεωλογικό σκαρίφημα.

Οι δύο παραπάνω δημοσιεύσεις με τα αντίστοιχα γεωλογικά σκαρίφημα δεν συμφωνούν μεταξύ τους σε βασικά θέματα αντιστοίχισης των πετρολογικών σχηματισμών και το κυριότερο δεν εντάσσουν τα διάφορα πετρώματα σε μια ενιαία στρωματογραφική διάρθρωση.

Στα πλαίσια της διερεύνησης του γεωθερμικού πεδίου της Νισύρου από τη ΔΕ-ΜΕ/ΔΕΗ μελετήσαμε κατά το 1989 τη γεωλογική δομή του νησιού με λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση και τεκτονική ανάλυση. Η παρούσα ανακοίνωση περιλαμβάνει τα κυριότερα στοιχεία και συμπεράσματα της έρευνας αυτής.

II. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΝΙΣΥΡΟΥ

Η βάση της έρευνας στη Νίσυρο ήταν η γεωλογική χαρτογράφηση που έγινε επάνω σε λεπτομερέστατο τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:10.000, το οποίο προήλθε από τη σμίκρυνση των τοπογραφικών διαγραμμάτων της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5.000 και παρουσιάζεται υπό σμίκρυνση στην Εικόνα 1.

Οι σχηματισμοί οι οποίοι χαρτογραφήθηκαν στη νήσο Νίσυρο είναι οι ακόλουθοι από τους νεότερους προς τους αρχαιότερους:

1) Αλλούβια, Παράκτιες Αποθέσεις. Έχουν περιορισμένη ανάπτυξη και πάχος και εμφανίζονται κυρίως κατά μήκος των βόρειων ακτών της Νισύρου.

2) Πλευρικά Κορήματα - Κώνοι Κορημάτων. Παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη τόσο στα εσωτερικά πρηνή της καλδέρας όσο και στα εξωτερικά. Αποτελούνται κυρίως από γωνιώδη τεμάχια ηφαιστειακών πετρωμάτων και από λεπτομερέστερα υλικά. Οι κυριότερες εμφανίσεις απαντούν στο ΒΑ εσωτερικό πρηνές της καλδέρας.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ

ΑΠΟ ΤΟΥΣ

ΔΡ. Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ - ΔΡ. Ε. ΛΕΚΚΑ
ΜΕ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΗ ΤΟΥ ΔΡ. Δ.Β. ΣΑΚΕΛΑΡΙΟΥ
ΤΟΜΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ, ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

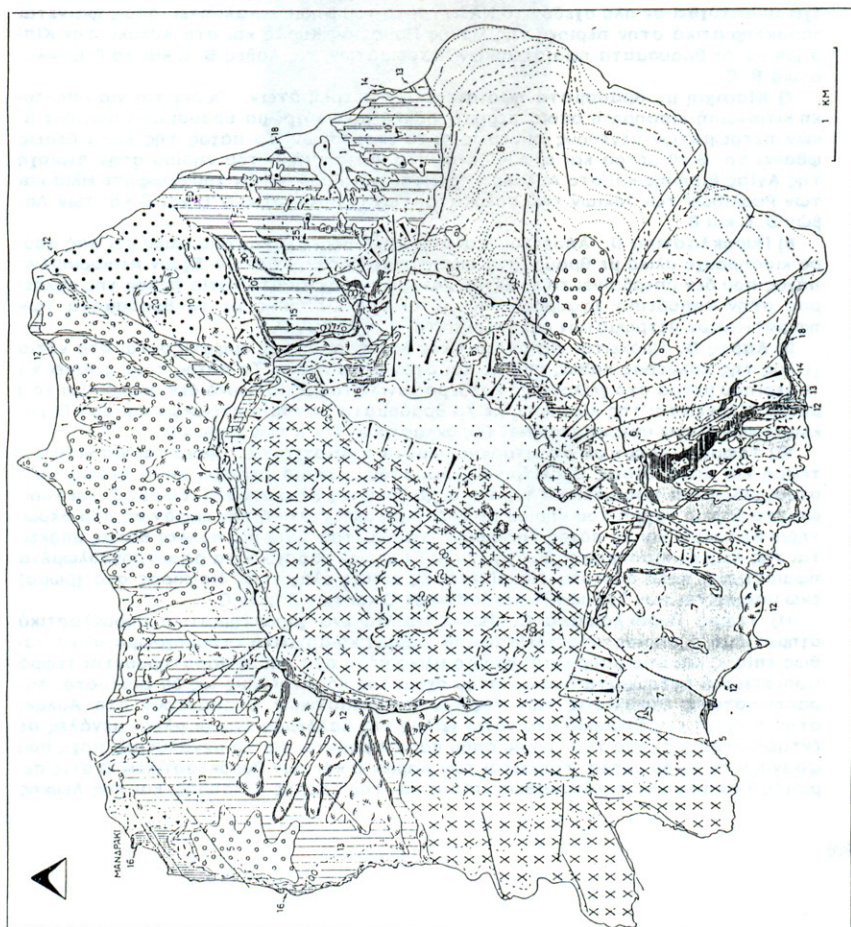
GEOLOGICAL AND STRUCTURAL MAP OF NISYROS

BY

DR. D. PAPANIKOLAOU - DR. E. LEKKAS
with contribution of Dr. D. SAKELARIOU
Department of Dynamic, Tectonic, Applied Geology,
University of Athens

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΛΕΓΕΝΔΑΣ

1. Αλκαλικά - βασάλτιος σπινίτες / Alkaline basaltic dykes
2. Πυρολιθικά σπινίτες - πυρολιθική / Pyroclastic / Scoria, lava and tuff
3. Απαισθητοί σπινίτες / Caprine dykes
4. Σπινίτες Δορυμνήτης / Porphyry line dykes
5. Ηλεκτρολίθια / White pumice
6. Πυρολιθικά / Near Pyroclastic
7. Ηλεκτρολίθια σπινίτες σπινίτες / Pumice with volcanic breccia
8. Πυρολιθικά D / Pyroclastic D
9. Αδίσκος D / Lava D
10. Τεταρτογενή σπινίτες σπινίτες / Grey pumice with rounded volcanic pebbles
11. Πυρολιθικά Τεταρτο C / Grey pyroclastic C
12. Αδίσκος C / Lava C
13. Πυρολιθικά B / Pyroclastic B
14. Αδίσκος B / Lava B
15. Πυρολιθικά A / Pyroclastic A
16. Αδίσκος, πύρενοι A / Lava, pillow lava A
17. Υποβασάλτιος (ελαστικός / ηφαιστειακή αλλοίωση)
18. Σεισμική / Scoria
19. Αδίσκος του Αδίσκου A/D / Dome
20. Ρήγμα / Fault



3) **Αποθέσεις Καλδέρας.** Πρόκειται για λεπτομερή κυρίως υλικά τα οποία εμφανίζονται στο κεντρικό επίπεδο τμήμα της καλδέρας. Έχουν προέλθει κυρίως από την αποσάθρωση των ηφαιστειακών σχηματισμών και το πάχος τους δεν υπερβαίνει τα 5-20 μέτρα.

4) **Ρυοδακίτες Προφήτη Ηλία.** Έχουν εκχυθεί μετά τον σχηματισμό της καλδέρας και καλύπτουν το δυτικό ήμισυ της και όλο σχεδόν το ΝΔ τέταρτο του νησιού. Σχηματίζουν δόμους, θόλους, λαίμους και ρεύματα και αποτελούν τα προϊόντα της νεώτερης ηφαιστειακής δράσης. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τη θέση τους πάνω στην λευκή κίσηρη, την κίσηρη με τα θραύσματα των ηφαιστειακών πετρωμάτων, τις Λάβες D, C και B και τα πυροκλαστικά D και C.

5) **Κίσηρη Λευκή.** Πρόκειται για αδρομερή κίσηρη με χαρακτηριστικό λευκό χρώμα. Το πάχος της φθάνει σε ορισμένες θέσεις τα 30 μέτρα. Υπόκειται των Αλλουβίων - παράκτιων αποθέσεων, των Πλευρικών κορημάτων-κώνων κορημάτων και των Ρυοδακτιών του Προφήτη Ηλία. Αντίθετα υπέρκειται των Ρυολίθων των Νικιών (περιοχή Αγίου Ιωάννου Νικιών), της Κίσηρης με τα θραύσματα ηφαιστειακών πετρωμάτων (περιοχή όρμου Λευκού), της Τεφρής Κίσηρης, των Λαβών C και B και των Πυροκλαστικών C και B (στο βόρειο τμήμα του νησιού). Οι πιο μεγάλες εμφανίσεις απαντούν εξωτερικά της καλδέρας στο βόρειο τμήμα του νησιού ενώ μικρότερες εμφανίσεις απαντούν στην περιοχή των Νικιών. Επίσης μία μικρή εμφάνιση απαντά στο βόρειο εσωτερικό πρηνές της καλδέρας.

6) **Ρυόλιθοι Νικιών.** Αποτελούν ένα τεράστιο ρεύμα προς τα νοτιοανατολικά που έχει αναπτυχθεί σε όλο σχεδόν το ΝΑ τέταρτο του Νησιού. Καλύπτει -όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στην περιοχή της Μονής Παναγιάς Κυράς και στο Αυλάκι- την Κίσηρη με τα θραύσματα ηφαιστειακών πετρωμάτων, τις Λάβες B, C και τα Πυροκλαστικά B, C.

7) **Κίσηρη με θραύσματα ηφαιστειακών πετρωμάτων.** Πρόκειται για υπόλευκη-κιτρινωπή κίσηρη η οποία περιέχει πολλά ποικιλόχρωμα θραύσματα ηφαιστειακών πετρωμάτων μεγέθους συνήθως 10-20 εκατοστά. Το πάχος της κατά θέσεις φθάνει τα 15-20 μέτρα και εμφανίζεται στο νότιο τμήμα του νησιού στην περιοχή της Αγίας Ειρήνης και στο Αυλάκι. Υπόκειται των Ρυοδακτιών του Προφήτη Ηλία και των Ρυολίθων των Νικιών ενώ υπέρκειται των Πυροκλαστικών D και C και των Λαβών D, C και B.

8) **Πυροκλαστικά D.** Αποτελούνται από λεπτομερές ψαμμιτικό υλικό και από μαύρο κίσηρο υλικό με θραύσματα ηφαιστειακών πετρωμάτων. Έχουν περιορισμένο πάχος που δεν υπερβαίνει τα 10 μέτρα και εμφανίζονται στο νότιο χείλος της καλδέρας στην τοποθεσία Σταυρός. Υπόκεινται της Κίσηρης με τα θραύσματα των ηφαιστειακών πετρωμάτων και υπέρκεινται των Λαβών D.

9) **Λάβες D.** Πρόκειται για ανδεδιτικές λάβες, οι οποίες εμφανίζονται στο νότιο χείλος της καλδέρας καθώς επίσης και στον όρμο Λευκό. Το πάχος τους φθάνει τα 10 περίπου μέτρα στο χείλος της καλδέρας ενώ στον όρμο Λευκό δεν υπερβαίνει το 1 μέτρο. Υπόκεινται της Κίσηρης με τα θραύσματα των ηφαιστειακών και των Πυροκλαστικών D ενώ υπέρκεινται των Πυροκλαστικών C και των Λαβών C.

10) **Τεφρή Κίσηρη με απεστρογγυλωμένα ηφαιστειακά.** Πρόκειται για κίσηρη τεφρή και κατά θέσεις υποκίτρινου χρώματος η οποία περιέχει κατά θέσεις αποστρογγυλωμένα ηφαιστειακά τεμάχια διαμέτρου ως 30 εκατοστά. Εμφανίζεται κυρίως στο βόρειο τμήμα του νησιού με πλέον χαρακτηριστική την εμφάνιση στο ακρωτήριο Κατσούνι και το πάχος της φθάνει τα 10 μέτρα. Στις πιο πολλές θέσεις υπόκειται της λευκής κίσηρης (από την οποία όταν δεν υπάρχουν τα αποστρογγυλωμένα ηφαιστειακά πολύ δύσκολα διακρίνεται εξ αιτίας ελάχιστης διαφοράς στο χρώμα) ενώ υπέρκειται των Τεφρών Πυροκλαστικών C και των Λαβών C.

11) **Τεφρά Πυροκλαστικά C.** Πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό πυροκλαστικό σχηματισμό ο οποίος αποτελείται από ψαμμιτικό-αργιλικό σκουρόχρωμο υλικό καθώς επίσης και από μαύρο κίσηρο υλικό μέσα στα οποία παρατηρούνται τεφρά ηφαιστειακά πετρώματα ακανόνιστου σχήματος και μεγέθους ως 30 εκατοστά. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις των τεφρών πυροκλαστικών C απαντούν στο Αυλάκι στην περιοχή του Σταυρού στο νότιο χείλος της καλδέρας ενώ οι πλέον μεγάλες σε έκταση στο ΒΑ τμήμα του νησιού όπου παρατηρούνται και τα μεγαλύτερα πάχη που φθάνουν τα 50-60 μέτρα. Υπόκειται των Λαβών D και των Πυροκλαστικών D στις περιοχές Σταυρού και Αυλάκι καθώς επίσης και της Τεφρής Κίσηρης, και της Λευκής

Κίσηρης στο Ακρωτήριο Κατσούνι. Αντίθετα υπέρκειται των Λαβών Β και C στις περιοχές Σταυρού και Αυλάκι καθώς επίσης και των Λαβών C και των Πυροκλαστικών Β στο ΒΑ τμήμα του Νησιού.

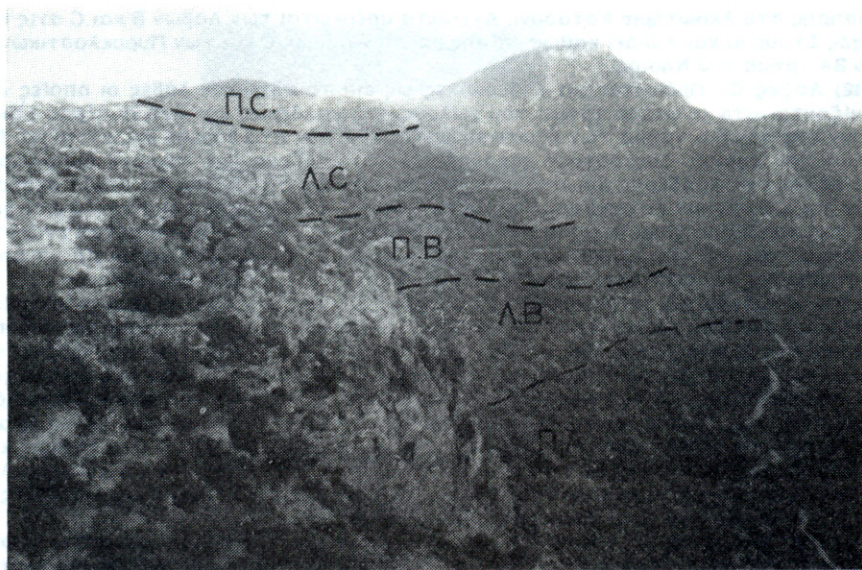
12) Λάβες C. Πρόκειται για ανδευσιτικές ως επί το πλείστον λάβες οι οποίες εμφανίζονται στο ανώτερο τμήμα του χείλους της καλδέρας και στη συνέχεια καλύπτουν ένα μεγάλο τμήμα των εξωτερικών της πρανών στο βόρειο, ΒΑ, νότιο και ΒΔ τμήμα του νησιού. Συγκροτούν χαρακτηριστικούς δόμους (πχ. περιοχή Εμπορείου) στο χείλος της καλδέρας και στη συνέχεια εντυπωσιακά ρεύματα τα οποία ακολουθούν και καλύπτουν το υφιστάμενο παλαιολιθόφυτο. Το πάχος τους κοντά στο χείλος της καλδέρας είναι σημαντικό και κατά θέσεις φθάνει τα 40-60 μέτρα ενώ στη συνέχεια προς τα εξωτερικά πρανή της καλδέρας σταδιακά μειώνεται για να αποσφηνωθεί τις περισσότερες φορές πριν φθάσει στο επίπεδο της θάλασσας.

Στην ανώτερη και στην καλύτερη επιφάνειά τους συνοδεύονται από σκωρίες ερυθρού ή σκούρου χρώματος οι οποίες στην περιοχή Σταυρός και Αυλάκι καθώς επίσης και στο βόρειο χείλος της καλδέρας αποκτούν σημαντικό πάχος που φθάνει τα 10 περίπου μέτρα. Υπόκεινται: (i) των Ρυοδακτιών του Προφήτη Ηλία στο δυτικό χείλος της καλδέρας, (ii) των Ρυολίθων των Νικιών στην περιοχή της Μονής Παναγιάς Κυράς, (iii) της λευκής Κίσηρης στο βόρειο τμήμα, (iv) της Κίσηρης με τα θραύσματα των πυροκλαστικών των Λαβών D και των Πυροκλαστικών D στο Σταυρό και (v) της τεφρώς Κίσηρης με τα αποστρογγυλωμένα ηφαιστειακά και των Πυροκλαστικών C στο βόρειο τμήμα. Αντίθετα καλύπτουν τα Πυροκλαστικά Β και τις Λάβες Β στο βόρειο τμήμα και στην περιοχή του Σταυρού-Αυλάκι.

13) Πυροκλαστικά Β. Αποτελούνται από λεπτομερή γεώδη υλικά μέσα στα οποία υπάρχουν γωνιώδη τεμάχια ηφαιστειακών πετρωμάτων μεγέθους ως 30 εκατοστά. Κατά θέσεις παρατηρούνται παρεμβολές μαύρης Κίσηρης ενώ σε άλλες στρώματα από ανοικτόχρωμους τόφφους-τοφφίτες και ψαμμίτες που εναλλάσσονται, πάχους ως και 8 μέτρα. Εμφανίζονται στο ΒΔ τμήμα της Νισύρου, όπου σε ορισμένες μόνο θέσεις παρατηρούνται παρεμβολές μαύρης Κίσηρης, στο ΒΑ τμήμα όπου υπάρχουν χαρακτηριστικοί λευκοί ορίζοντες τόφφων-τοφφίτων καθώς επίσης και στο εσωτερικό της καλδέρας, σε μερικά σημεία της οποίας εμφανίζονται μόνο ποικιλόχρωμοι τόφφοι-τοφφίτες οι οποίοι έχουν μάλιστα και σαφώς εκπεφρασμένη κλίση προς τα βόρεια. Καλύπτει τις Λάβες Β στις περισσότερες περιοχές εμφάνισής τους ενώ υπόκειται (i) των Ρυοδακτιών του Προφήτη Ηλία στη δυτική Νίσυρο, (ii) της λευκής Κίσηρης στην περιοχή των Πάλων, (iii) της Κίσηρης με τα θραύσματα των ηφαιστειακών στην περιοχή του κάβου της Αγίας Ειρήνης, (iv) των τεφρών Πυροκλαστικών C στη ΒΔ Νίσυρο και (v) των Λαβών C τόσο στα εσωτερικά πρανή της καλδέρας όσο και σε όλη την ΒΔ Νίσυρο. (Εικ. 2).

14) Λάβες Β. Πρόκειται για ρυοδακτιικές, ανδευσιτικές και δακτιικές λάβες οι οποίες απαντούν με τη μορφή ρευμάτων και δόμων. Εμφανίζονται στην περιοχή Αυλάκι - όπου έχουν και το μέγιστο πάχος τους-, στα εσωτερικά πρανή της καλδέρας και στην περιοχή Μανδράκι. Καλύπτουν τον πυροκλαστικό σχηματισμό Α και τις Λάβες Α ενώ υπόκεινται: (i) των Ρυοδακτιών του Προφήτη Ηλία, (ii) των Ρυολίθων των Νικιών στο Αυλάκι, (iii) της λευκής Κίσηρης στο Μανδράκι, (iv) της Κίσηρης με τα θραύσματα των ηφαιστειακών πετρωμάτων των Πυροκλαστικών C και των Λαβών C στην περιοχή Αυλάκι και (v) των Πυροκλαστικών Β στο εσωτερικό της καλδέρας και στη ΒΔ Νίσυρο.

15) Πυροκλαστικά Α. Πρόκειται για χαρακτηριστικό πυροκλαστικό σχηματισμό ο οποίος καλύπτει τις λάβες Α της παλαιότερης ηφαιστειότητας και καλύπτεται από τις Λάβες Β. Εμφανίζεται κατά μήκος των ΒΔ ακτών της Νισύρου, νότια από το Μανδράκι καθώς επίσης και στο εσωτερικό ανατολικό πρανές της καλδέρας. Κατά μήκος των ΒΔ ακτών αποτελείται από λεπτομερή και κατά θέσεις αδρομερή ηφαιστειακής προέλευσης κιτρινωπά υλικά μέσα στα οποία παρατηρούνται όγκοι ενών τεφρών ηφαιστειακών πετρωμάτων της τάξεως του 0.5 ως 5 κυβικών μέτρων. Από την ακανόνιστη γωνιώδη μορφή των ηφαιστειακών όγκων συμπεραίνεται ότι η ψύξη-στερεοποίηση τους θα πρέπει να έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια και λίγο μετά την εκτίναξη και απόθεσή τους. Αντίθετα στο εσωτερικό της καλδέρας δεν υπάρχουν οι όγκοι των ηφαιστειακών πετρωμάτων αλλά μόνο λεπτομερή αργιλικά υλικά γεώδους χρώματος χωρίς σαφώς εκπεφρασμένη στρώση. Το μέγιστο πάχος των πυροκλαστικών φθάνει τα 50 περίπου μέτρα.



Εικ. 2. Αποψη του Βόρειου εσωτερικού πρανούς της καλδέρας στο οποίο εμφανίζονται τα Πυροκλαστικά Α (Π.Α.), οι Λάβες Β (Λ.Β.), τα Πυροκλαστικά Β (Π.Β.), οι Λάβες Α (Λ.Α.) και τα Πυροκλαστικά Α (Π.Α.) cropout.

Fig. 2. A view of the caldera's northern internal slope where the Pyroclastics A (P.A.), the Lavas B (L.B.), the Pyroclastics B (P.B.), the Lavas A (L.A.) and the Pyroclastics A (P.A.) cropout.

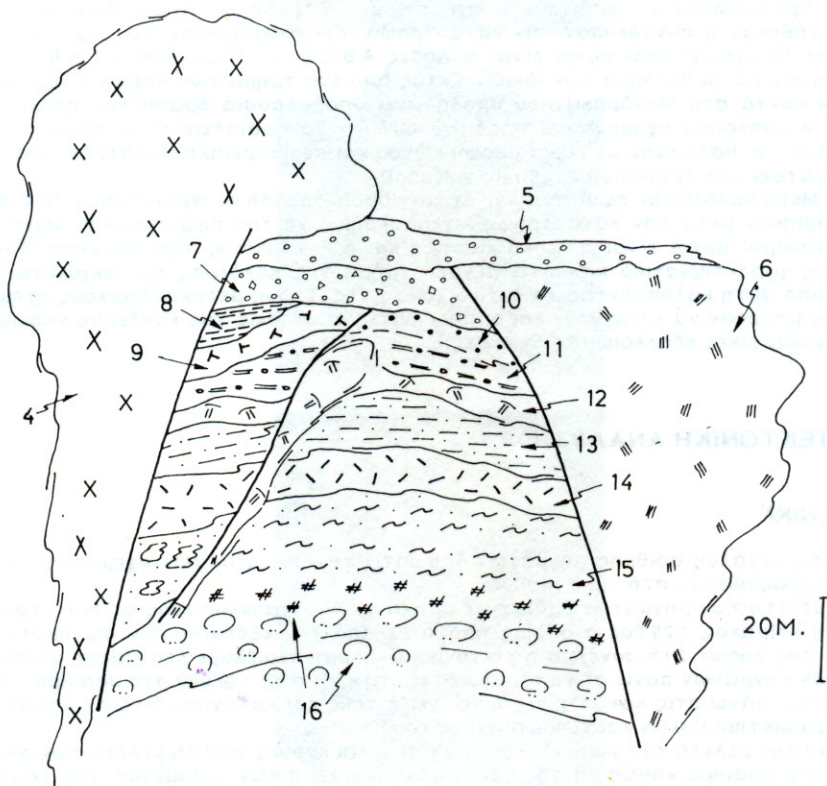
16) **Λάβες Α.** Πρόκειται κυρίως για ανδεσιτικές λάβες οι οποίες στην νότια πλευρά του χωρίου Μανδράκι εμφανίζονται με μορφές οι οποίες μπορούν να χαρακτηριστούν pillow. Επίσης εμφανίσεις των Λαβών Α απαντούν στη δυτική ακτή και στο βόρειο κατώτερο άκρο της καλδέρας. Αποτελούν τα προϊόντα της παλαιότερης γνωστής ηφαιστειακής δράσης, η οποία είναι πιθανό να έλαβε χώρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Καλύπτονται από τον χαρακτηριστικό Πυροκλαστικό σχηματισμό Α.

17) **Υδροθερμικές εξαλλοιώσεις.** Οι υδροθερμικές εξαλλοιώσεις παρατηρούνται σε ένα μεγάλο τμήμα στο εσωτερικό της καλδέρας και κυρίως κατά μήκος των μεγάλων ρηξιγενών ζωνών F1, F2, F3 και F4 καθώς επίσης και γύρω απ' τους κρατήρες. Η υδροθερμική εξαλλοίωση έχει προσβάλλει όχι μόνο τους ηφαιστειακούς σχηματισμούς αλλά ακόμη και τους πιο πρόσφατους, όπως τις αποθέσεις της καλδέρας και τα πλευρικά κορήματα.

18) **Σκωρίες.** Οι σκωρίες αποτελούν ένα συνήθη σχηματισμό στη Νίσυρο που συχνά συνοδεύουν τις εκχύσεις των λαβών, οι οποίες άλλοτε υπέρκεινται και άλλοτε υπόκεινται.

Το χρώμα των σκωριών είναι κόκκινο, βαθύ κόκκινο, βυσσινί ή και μαύρο, και το πάχος τους φθάνει κατά θέσεις τα 4-5 μέτρα. Το πλέον χαρακτηριστικό ρεύμα σκωρίας απαντά κατά μήκος της ακτής στον όρμο της Αγίας Ειρήνης στη Νότια δυτική Νίσυρο.

Όπως φαίνεται από την περιγραφή των σχηματισμών που χαρτογραφήθηκαν και γενικότερα από τη μελέτη του γεωλογικού χάρτη, η νήσος Νίσυρος χαρακτηρίζεται από μία πολύπλοκη στρωματογραφική διάρθρωση τόσο ως προς την κατακόρυφη όσο και ως προς την οριζόντια έννοια. Η πολυπλοκότητα αυτή οφείλεται πρώτιστα



Εικ. 3. Συνθετική στρωματογραφική στήλη των ηφαιστειακών σχηματισμών της Νισύρου (οι αριθμοί αντιστοιχούν στους αριθμούς του υπομνήματος του Γεωλογικού χάρτη της Εικ. 1).

Fig. 3. Synthetic stratigraphical column of the volcanic formations for Nisyrow (the numbers correspond to the numbers of the geological map of Fig. 1).

τόσο στις αλληπάλληλες εκχύσεις λαβών του ηφαιστείου και στην ποικιλία των συνοδών ηφαιστειακών σχηματισμών όσο και στις συχνές πλευρικές αποσφηνώσεις των ρών λάβας και στις ασύμφωνες αποθέσεις των συνοδών σχηματισμών (πυροκλαστικών, σκωριών, κισσήρεων).

Η συνθετική στρωματογραφική διάρθρωση παρουσιάζεται στην απλοποιημένη λιθοστρωματογραφική στήλη της εικόνας 3.

Από την λιθοστρωματογραφική στήλη, όλες τις περιγραφές των σχηματισμών που προηγήθηκαν, τις μορφές των ηφαιστειακών σχηματισμών (pillow, ροές, δόμοι, κώνοι κτλ.) και πιο πολύ από τα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη στον οποίο φαίνεται η επιφανειακή ανάπτυξη και σχέση των λαβών με την καλδέρα, είναι δυνατό να διακριθούν ορισμένες "ομάδες" ηφαιστειακών σχηματισμών που υποδηλώνουν και αντι-

στοιχούν στα διαδοχικά στάδια εξέλιξης του ηφαιστείου. Ετσι συνοπτικά διακρίθηκαν:

α. Προ-καλδερικοί ηφαιστειακοί σχηματισμοί, δηλαδή οι σχηματισμοί οι οποίοι προηγήθηκαν ή συνόδευσαν την καταστροφή -εγκατακρήμνηση του ηφαιστειακού κώνου. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι οι Λάβες Α,Β,Γ,Δ, τα Πυροκλαστικά Α,Β,Γ,Δ, οι Κισσήρεις και οι Ρυόλιθοι των Νικιών. Εκτός από ένα τμήμα των Λαβών Α (εμφάνιση pillow κοντά στο Μανδράκι) που υποδηλώνει υποθαλάσσια δράση του ηφαιστείου όλοι οι υπόλοιποι σχηματισμοί υποδηλώνουν ότι το ηφαίστειο ήταν πάνω από τη στάθμη της θάλασσας με κύρια μορφή κώνου και περιφερειακή ανάπτυξη ηφαιστειοϊζηματογενών σχηματισμών (strato-volcano).

β. Μετα-καλδερικοί ηφαιστειακοί σχηματισμοί, δηλαδή οι σχηματισμοί που δημιουργήθηκαν μετά την καταστροφή -εγκατακρήμνηση του ηφαιστειακού κώνου. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι η λευκή κίσηρη και ο Ρυοδακίτης του Προφήτη Ηλία, ο οποίος χαρακτηριστικά καλύπτει μεγάλο τμήμα της καλδέρας και "εκχύνεται" και έξω από αυτή καλύπτοντας το δυτικό χείλος της. Στους μετακαλδερικούς σχηματισμούς μπορούν να ενταχθούν και οι πρόσφατες αποθέσεις της καλδέρας καθώς και οι υδροθερμικές εξαλλοιώσεις-θειωνίδες.

III. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Ενας μεγάλος αριθμός ρηγμάτων διακόπτει την συνέχεια των σχηματισμών που χαρτογραφήθηκαν στη νήσο Νίσυρο.

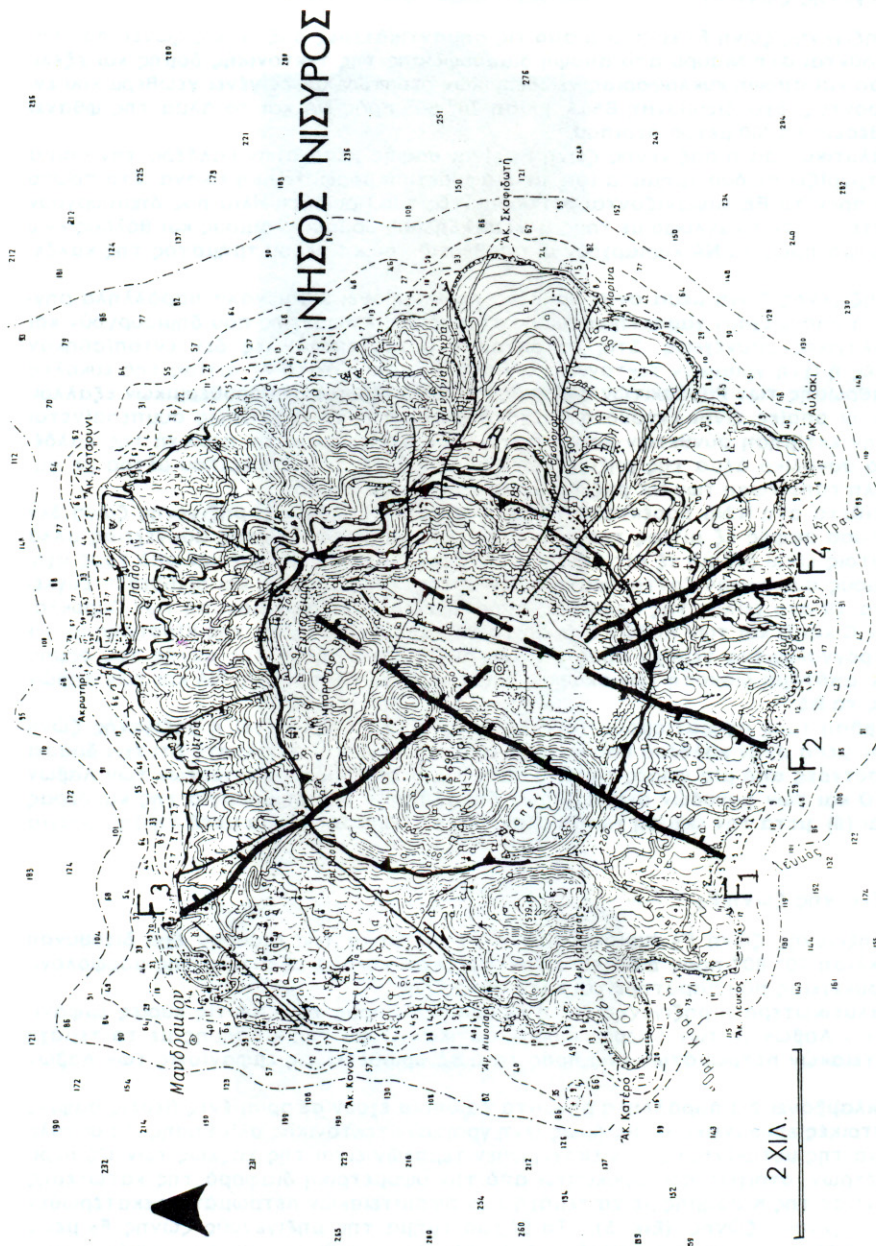
Η μελέτη των ρηγμάτων βασίστηκε αρχικά στην κατασκευή ενός φωτοτεκτονικού χάρτη κλίμακας 1:25.000 ο οποίος προέκυψε από την εξέταση των αεροφωτογραφιών της νήσου. Στη συνέχεια η τεκτονική ανάλυση περιέλαβε λεπτομερή αποτύπωση των ρηγμάτων πάνω σε τοπογραφικό χάρτη κλίμακας 1:10.000 στο ύπαιθρο, παρατηρήσεις πάνω στις κατοπτρικές επιφάνειές τους και καταγραφή των κινηματικών κλπ. χαρακτηριστικών και των στοιχείων τους.

Από την μελέτη του φωτοτεκτονικού χάρτη και κυρίως από τη μελέτη των ρηγμάτων στο ύπαιθρο καθώς επίσης και την συνεκτίμηση των δεδομένων της γεωλογικής χαρτογράφησης, διακρίθηκαν δύο βασικές ομάδες ρηγμάτων: (i) τα κύρια ρήγματα τα οποία συγκροτούν μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες και (ii) τα δευτερεύοντα ρήγματα. (Εικ. 4).

Πιο συγκεκριμένα τα κύρια ρήγματα-μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες: (i) Έχουν μεγάλη μήκη και συχνά αρχίζουν από το εσωτερικό της καλδέρας και φθάνουν ως την ακτογραμμή. (ii) Έχουν μεγάλα άλματα της τάξεως των 50 μέτρων και άνω προκαλώντας ταυτόχρονα χαρακτηριστικές μορφολογικές ασυνέχειες κατά μήκος τους ή έντονες μορφολογικές αλλαγές εκατέρωθεν τους. (iii) Οριοθετούν εμφανίσεις ηφαιστειακών σχηματισμών σε ένα μεγάλο τμήμα του νησιού ή ακόμα μεταθέτουν σημαντικά τα όρια των σχηματισμών που τέμνουν.

Αντίθετα τα δευτερεύοντα ρήγματα: (i) Έχουν συνήθως μικρά μήκη και μερικές μόνο φορές φθάνουν από το ίχνος της καλδέρας ως την ακτογραμμή. (ii) Έχουν μικρά άλματα που δεν υπερβαίνουν τα 20-30 μέτρα ενώ στις πιο πολλές περιπτώσεις τα άλματα είναι της τάξης των 5-15 μέτρων. Επίσης ορισμένα μπορούν να χαρακτηριστούν απλά σαν διαρρήξεις διότι ουσιαστικά η μετακίνηση των εκατέρωθεν τεμαχίων είναι ασήμαντη. (iii) Δεν οριοθετούν εμφανίσεις σχηματισμών σε ένα μεγάλο τμήμα του νησιού και ακόμα δεν μεταθέτουν αισθητά τα όρια των σχηματισμών που τέμνουν. (iv) Δεν προκαλούν ιδιαίτερες μορφολογικές ανωμαλίες στην επιφάνεια του εδάφους.

Συμπερασματικά τα κύρια ρήγματα-ρηξιγενείς ζώνες παίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη γεωλογική δομή και εξέλιξη τη Νισύρου σε αντίθεση με τα δευτερεύοντα ρήγματα.



ΕΙΚ. 4. Τεκτονικός χάρτης με τις μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες της Νισύρου.
Fig. 4. Tectonic map with the major fault zones of Nisyros.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΡΗΞΙΓΕΝΩΝ ΖΩΝΩΝ

1) Ρηξιγενής ζώνη F₁

Η ρηξιγενής ζώνη F₁ είναι μία από τις σημαντικότερες ρηξιγενείς ζώνες που παρατηρούνται στη Νίσυρο από άποψη διαμόρφωσης της τεκτονικής δομής και εξέλιξης όσο και άποψη κυκλοφορίας γεωθερμικών ρευστών και εν γένει γεωθερμικού ενδιαφέροντος. Έχει διεύθυνση B50A, κλίση 70°-80° προς ΝΑ και το άλμα της φθάνει κατά θέσεις τα 100 μέτρα περίπου.

Αναλυτικότερα η ρηξιγενής ζώνη F₁ είναι σαφής μέσα στην καλδέρα την οποία και διαχωρίζει σε δύο τμήματα (σα, με διαφορετική μορφολογική εικόνα. Στο πρώτο τμήμα προς τα ΒΔ εμφανίζονται οι Ρυοδακίτες του Προφήτη Ηλία που δημιουργούν ένα εντονότατο ανάγλυφο με τους αλληπάλληλους δόμους, λαιμούς και θόλους ενώ στο τμήμα προς τα ΝΑ κυριαρχούν οι αποθέσεις του επίπεδου τμήματος της καλδέρας.

Η ρηξιγενής ζώνη μέσα στην καλδέρα περιλαμβάνει 2-3 μεγάλα παράλληλα ρήγματα τα οποία έχουν χαρακτηριστικές κατοπτρικές επιφάνειες που δημιουργούν και μορφολογικές ασυνέχειες. Στις κατοπτρικές αυτές επιφάνειες δεν εντοπίστηκαν γραμμές ή ίχνη γραμμών τεκτονικής ολίσθησης πιθανότατα εξ αιτίας της εύκολης αποσάθρωσης των Ρυοδακτιών αφ' ενός και αφ' ετέρου των υδροθερμικών εξαλλοιώσεων οι οποίες είναι εντονότατες κατά μήκος της ζώνης. Όπως συμπεραίνεται από την εκτίμηση σύνθετων μορφοτεκτονικών στοιχείων στην περιοχή της καλδέρας το συνολικό άλμα της ρηξιγενούς ζώνης φθάνει τα 100 περίπου μέτρα με παράλληλη ταπείνωση των ΝΑ ρηξίτεμαχών σε σχέση με τα ΒΔ.

Αντίθετα στη Ν.ΝΔ προέκταση της έξω από την καλδέρα η ρηξιγενής ζώνη δεν είναι τόσο σαφής εξ αιτίας της απουσίας κάποιας μορφολογικής ασυνέχειας αλλά εν τούτοις είναι βέβαιη εξ αιτίας της απότομης διακοπής ορισμένων από τους σχηματισμούς που εμφανίζονται εκατέρωθεν αυτής, τους οποίους και οριοθετεί. Συγκεκριμένα: (i) στο χείλος της καλδέρας παρατηρείται απότομη διακοπή των Πυροκλαστικών C και D και των Λαβών D προς τα ΒΔ καθώς επίσης και της Κίσηρης με τα αποστρωγγυλωμένα τεμάχη προς τα ΝΑ και (ii) κατά μήκος της ακτής του όρμου Λευκού απότομη διακοπή των σκωριών και των Λαβών D προς τα ΝΑ και των Λαβών C προς τα ΒΔ.

Με βάση τους σχηματισμούς τους οποίους τέμνει ή οριοθετεί η ρηξιγενής ζώνη F₁ τόσο μέσα στην καλδέρα όσο και έξω από αυτή γίνεται αντιληπτό ότι έχει δράσει περισσότερες από μία φορές τόσο (i) κατά τις περιόδους των εκχύσεων των Λαβών C και D και των συνοδών σχηματισμών δηλαδή πριν την δημιουργία της καλδέρας όσο και (ii) μετά την έκχυση των Ρυοδακτιών του Προφήτη Ηλία μετά τη δημιουργία της.

2) Ρηξιγενής ζώνη F₂

Η ρηξιγενής ζώνη F₂ ευρίσκεται στο νότιο τμήμα της Νίσυρου έχει διεύθυνση B30A κλίση 70°-80° προς Δ.ΒΔ και αναγνωρίζεται εύκολα εξ αιτίας της μορφολογικής ασυνέχειας που παρατηρείται κατά μήκος της.

Αναλυτικότερα η ρηξιγενής ζώνη F₂ οριοθετεί προς τα Α.ΝΑ τις κύριες εμφανίσεις των Λαβών C, των τερφών πυροκλαστικών C και της κίσηρης με τα τεμάχη ηφαιστειακών πετρωμάτων ενώ προς τα Δ.ΒΔ οριοθετεί τις εμφανίσεις των Λαβών Β.

Περιλαμβάνει 2-3 παράλληλα ρήγματα τα οποία έχουν σε ορισμένες θέσεις σαφείς κατοπτρικές επιφάνειες χωρίς όμως ίχνη γραμμών τεκτονικής ολίσθησης. Το συνολικό άλμα της μετακίνησης των εκατέρωθεν τεμαχίων είναι της τάξεως των 120 περίπου μέτρων, στοιχείο που προκύπτει από την υψομετρική διαφορά της κατώτερης επιφάνειας της Κίσηρης με τα τεμάχη των ηφαιστειακών πετρωμάτων εκατέρωθεν της ρηξιγενούς ζώνης. (Εικ. 5). Το βόρειο τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης F₂ μέσα στην καλδέρα καλύπτεται αρχικά από τα πλευρικά κορήματα και στη συνέχεια από τις αποθέσεις της καλδέρας. Η παρουσία της όμως μέσα στην καλδέρα είναι βεβαιω-



Εικ. 5. Η ρηξιγενής ζώνη F_2 με διεύθυνση B30A και κλίση $70^\circ-80^\circ$ προς τα Δ.ΒΔ. Το άλμα της είναι της τάξης των 120 μέτρων γεγονός που συμπεραίνεται από την αντίστοιχη μετακίνηση της βάσης της κίσσης.

Fig. 5. The fault zone F_2 with N30E direction and $70^\circ-80^\circ$ dip towards WNW. The throw is of 120 m order as it is concluded from the equivalent movement of the Kissiri's base.

μένη και από τα στοιχεία των δύο γεωτρήσεων που έχουν γίνει για την διερεύνηση του γεωθερμικού πεδίου.

3) Ρηξιγενής ζώνη F_3

Η ρηξιγενής ζώνη F_3 απαντά στο ΒΔ τμήμα της Νισύρου έχει διεύθυνση B40Δ κλίση $70^\circ-80^\circ$ προς ΒΑ και τέμνει σχηματισμούς τόσο έξω από την καλδέρα όσο και στο εσωτερικό της. Συγκεκριμένα η ρηξιγενής ζώνη F_3 στην περιοχή ανατολικά από το Μανδράκι -δηλαδή στο βορειοδυτικό τμήμα της- εντοπίζεται όχι τόσο άμεσα από την παρουσία χαρακτηριστικών κατοπτρικών επιφανειών, όσο έμμεσα από την ύπαρξη μιας μεγάλης μορφολογικής ασυνέχειας που υπάρχει κατά μήκος της και η οποία δημιουργεί εκατέρωθεν δύο διαφορετικές μορφολογικές εικόνες. Η παρουσία της ρηξιγενούς ζώνης F_3 επιβεβαιώνεται και από την απότομη διακοπή των εμφανίσεων ορισμένων σχηματισμών κατά μήκος της και ειδικότερα των Λαβών Β και C καθώς επίσης και της λευκής κίσσης.

Το άλμα της ρηξιγενούς ζώνης στο ΒΔ της τμήμα είναι της τάξεως των 50-70 μέτρων στοιχείο που προκύπτει από συνεκτίμηση μορφοδυναμικών δεδομένων.

Στο ΝΑ τμήμα της στο εσωτερικό της καλδέρας η ρηξιγενής ζώνη τέμνει μόνο τους Ρυοδακίτες του Προφήτη Ηλία δημιουργώντας παράλληλα μορφολογικές ασυνέχειες ενώ στη συνέχεια προς τα ΝΑ καλύπτεται από τα πλευρικά κορήματα και τις αποθέσεις της καλδέρας. Η ρηξιγενής ζώνη F_3 φαίνεται ότι έχει δράσει και πριν την δημιουργία της καλδέρας επειδή οριοθετεί προκαταδερικούς σχηματισμούς, και μετά την δημιουργία της επειδή τέμνει τους Ρυοδακίτες του Προφήτη Ηλία.

4) Ρηξιγενής ζώνη F₄

Η ρηξιγενής ζώνη F₄ περιλαμβάνει δύο ρήγματα με διεύθυνση B20°Δ τιμή κλίσης 70°-80° αλλά με αντίθετη φορά κλίσης δηλαδή προς τα ΔΝΔ και ΑΒΑ αντίστοιχα που σχηματίζουν μία μορφή τεκτονικής τάφρου. Τα δύο ρήγματα αρχίζουν από τον κρατήρα Στέφανο συνεχίζουν προς τα ΝΝΑ τέμνοντας το χείλος της καλδέρας ΝΔ των Νικιών και στη συνέχεια καταλήγουν στον οικισμό Αυλάκι.

Η παρουσία των δύο ρηγμάτων και της τεκτονικής τάφρου γίνεται αντιληπτή όχι τόσο από τις κατοπτρικές επιφάνειες των ρηγμάτων όσο από την χαρακτηριστική μορφολογική ταπείνωση που υφίσταται κατά μήκος της τάφρου, την χαρακτηριστική μετατόπιση του ίχνους του χείλους της καλδέρας και την μετατόπιση των επαφών των σχηματισμών. Όπως συμπεραίνεται από την συνεκτίμηση τεκτονικών και μορφολογικών δεδομένων τα δύο ρήγματα προκαλούν μία ταπείνωση του ενδιάμεσου τεμάχους της τάξεως των 40-50 μέτρων ενώ η δημιουργία τους θα πρέπει να έλαβε χώρα μετά την έκχυση των Ρυολίθων των Νικιών.

3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟΝ ΡΗΞΙΓΕΝΗ ΙΣΤΟ ΤΗΣ ΝΙΣΥΡΟΥ

Με βάση τα στοιχεία των φωτοτεκτονικών χαρτών και τις τεκτονικές μετρήσεις και παρατηρήσεις στο ύπαιθρο μπορούν να αναφερθούν τα ακόλουθα:

α) Υφίστανται τέσσερα συστήματα διευθύνσεων ρηγμάτων. Το πρωτεύον σύστημα έχει διεύθυνση B50°Α και περιλαμβάνει τα ρήγματα της ρηξιγενούς ζώνης F₁ καθώς επίσης και ορισμένα μικρότερα ρήγματα νότια από το Μανδράκι. Το δευτερεύον σύστημα ρηγμάτων έχει διεύθυνση B30Δ και περιλαμβάνει τα ρήγματα των ρηξιγενών ζωνών F₃ και F₄ καθώς επίσης και ορισμένα ρήγματα της περιοχής των Νικιών. Το τριτεύον σύστημα έχει διεύθυνση B30Α και περιλαμβάνει τα ρήγματα της ρηξιγενούς ζώνης F₂ καθώς επίσης και αρκετά δευτερεύοντα ενώ τέλος το υπολοιπόμενο σύστημα έχει διεύθυνση Α-Δ και περιλαμβάνει μόνο δευτερεύοντα ρήγματα.

β) Τα περισσότερα από τα ρήγματα είναι κανονικά -χωρίς όμως να μπορεί να γίνει κατάταξή τους λόγω της μη διατήρησης των γραμμών τεκτονικής ολίσθησης πάνω τις επιφάνειές τους- με άλματα τις τάξης των λίγων μέτρων ως λίγων δεκάδων μέτρων. Πολλά από τα ρήγματα χαρακτηρίζονται σαν διαρρήξεις διότι η μετακίνηση των εκατέρωθεν τεμαχίων είναι ασήμαντη.

γ) Ορισμένα ρήγματα με οριζόντια συνιστώσα μετακίνησης παρατηρούνται προς την ΒΔ πλευρά της Νισύρου, περιοχή στην οποία εμφανίζονται και οι αρχαιότερες λάβες της υποθαλάσσιας ηφαιστειότητας. Παράλληλα τα ρήγματα αυτά τέμνουν εκτός από τους αρχαιότερους σχηματισμούς και πολύ νεότερους όπως είναι η λευκή κίσηρης.

δ) Στις περιοχές Αυλάκι (Ν.ΝΑ Νίσυρος) και Λουτρά (βόρεια Νίσυρος) παρατηρήθηκαν πολλά μικρά ρήγματα με διεύθυνση Β-Ν περίπου και με άλμα που δεν ξεπερνούσε τις μερικές δεκάδες εκατοστά το κάθε ένα. Τα ρήγματα αυτά διέκοπταν την συνέχεια των στρωμάτων του Πυροκλαστικού σχηματισμού Β, ενώ δεν προεκτείνοντο ούτε στους υποκειμένους σχηματισμούς ούτε στους υπερκειμένους. Πρόκειται δηλαδή για μία φάση χαλαρού ρηγματογόνου συνηφαιστειογενούς τεκτονισμού εφελκυστικού χαρακτήρα που έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια απόθεσης του συγκεκριμένου σχηματισμού, γεγονός που επιβεβαιώνεται από το ότι σε όλη την Νίσυρο δεν απαντούν ίδιες διεύθυνσης ρήγματα που να τέμνουν άλλους σχηματισμούς.

IV. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΝΙΣΥΡΟΥ

Όπως διαπιστώνεται στη γεωλογική δομή της Νισύρου εκτός από τις περιορισμένες σημασίες εμφανίσεις των Αλλουβίων, πλευρικών κορημάτων και αποθέσεων της Καλδέρας, λαμβάνουν μέρος αποκλειστικά ηφαιστειακής προέλευσης σχηματισμοί οι οποίοι προήλθαν από τη δράση του ηφαιστείου κατά το Πλειστόκαινο-

Ολόκαινο (FYTIKAS et. al. 1976, 1984, WAGNER et. al. 1976). Οι εν λόγω σχηματισμοί κάλυψαν το Αλπικό υπόβαθρο το οποίο ευρίσκεται σύμφωνα με τα δεδομένα των γεωτρήσεων σε σημαντικό βάθος (περίπου -500 m).

Με βάση την στρωματογραφική ανάλυση και σύνθεση, την τεκτονική ανάλυση και γενικότερα τα δεδομένα της γεωλογικής -τεκτονικής χαρτογράφησης μπορούν να διακριθούν τα τέσσερα ακόλουθα στάδια εξέλιξης της Νισύρου (Σχ. 6). Κυρίαρχο χαρακτηριστικό αποτελεί η διαπίστωση ότι τα κύρια ρήγματα οριοθετούν ρηξιτεμάχη με ιδιαίτερη στρωματογραφική ηφαιστειοϊζηματογενή διάρθρωση ακριβώς όπως έχει περιγραφεί και στην περίπτωση της Μήλου (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α., 1989).

Α. Προ-καλδερικό στάδιο

Αρχικά στον υποθαλάσσιο χώρο της Νισύρου υπήρξε υποθαλάσσια ηφαιστειακή δραστηριότητα η οποία έδωσε ανδευτικές λάβες με μορφή pillow (Λάβες Α). Τμήμα των λαβών αυτών εμφανίζεται σήμερα στην ακτή νότια από το Μανδράκι. Στη συνέχεια και μετά από συνεχείς εξόδους ηφαιστειακών υλικών ο ηφαιστειακός κώνος αναπτύχθηκε πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και, όπως συμπεραίνεται από την υφιστάμενη σήμερα γεωμετρία των πλευρών του κώνου, το ύψος του έφθανε τουλάχιστο τα 700-800 μέτρα.

Κατά την περίοδο αυτή και μετά από αλληπάλληλες ηφαιστειακές εκρήξεις απετέθηκαν κατά σειρά οι λάβες Α, Β, C και D διακοπτόμενες από τους πυροκλαστικούς σχηματισμούς Α, Β, C και D και τις κισσήρεις τους. Οι λάβες σχηματίζουν συχνά εντυπωσιακά ρεύματα τα οποία ανεπτύχθηκαν πάνω στις επικλινείς πλευρές του ηφαιστειακού κώνου ενώ οι δόμοι στην περιοχή του Εμπορείου φανερώνουν ότι υπήρχε έξοδος ηφαιστειακών υλικών όχι μόνο από το κορυφαίο του κώνου αλλά και από τις πλευρές του.

Η ανάπτυξη τόσο των λαβών όσο και των συνοδών σχηματισμών εκτός από τις παρατηρούμενες συχνές αποσφινώσεις οριοθετήθηκε σε πολλές θέσεις από ενεργά ρήγματα που ήταν υπεύθυνα για την δημιουργία μορφολογικών εμποδίων-αναβαθμών που δεν ήταν δυνατό να υπερπηδηθούν από τα ρεύματα λάβας. Τα ρήγματα αυτά ήταν κυρίως ορισμένα ρήγματα των ρηξιγενών ζωνών F_1 , F_2 και F_3 κατά μήκος των οποίων οριοθετείται η επιφανειακή εξάπλωση διαφόρων λαβών, πυροκλαστικών σχηματισμών και κισσήρων.

Β. Συν-καλδερικό στάδιο

Κατά το στάδιο αυτό κυρίαρχο γεγονός ήταν η καταστροφή -εγκατακρήμνηση του ηφαιστειακού κώνου και η δημιουργία της καλδέρας.

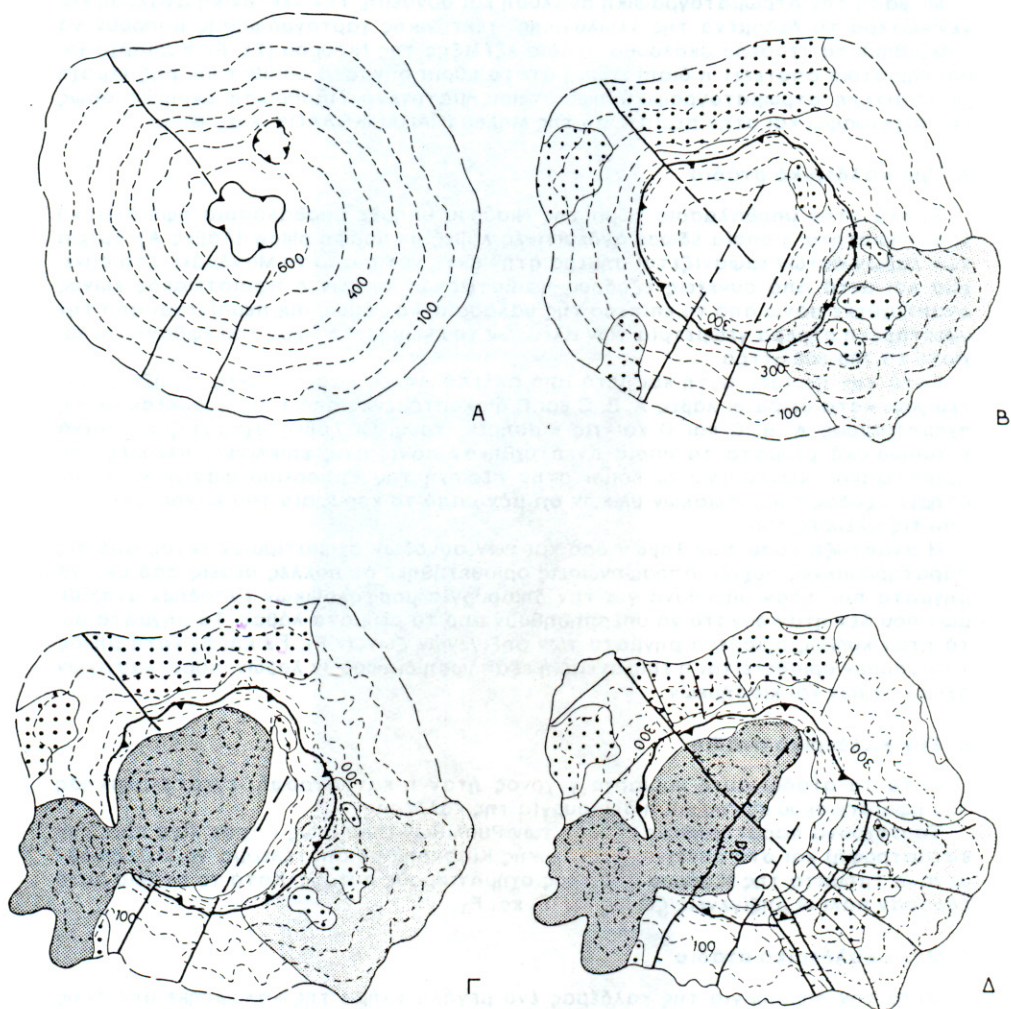
Ταυτόχρονα παρατηρήθηκε έξοδος των Ρυολίθων (που ίσως άρχισε λίγο πριν την καταστροφή) και στη συνέχεια της Λευκής Κίσσηρης με αποτέλεσμα να καλυφθούν μεγάλα τμήματα της Νισύρου από τους σχηματισμούς αυτούς. Κατά το στάδιο αυτό έδρασαν πάλι οι ρηξιγενείς ζώνες F_1 , F_2 και F_3 .

Γ. Μετα-καλδερικό στάδιο

Μετά την δημιουργία της καλδέρας ένα μεγάλο τμήμα της καλύφτηκε από τους Ρυοδακίτες του Προφήτη Ηλία που έφθασαν σε υψόμετρο άνω των 700 μ. με συνέχεια στο ΝΔ τμήμα της Νισύρου έξω από την καλδέρα ως την ακτή καταστρέφοντας ένα τμήμα της καλδέρας.

Δ. Σύγχρονο στάδιο

Μετά την έξοδο των Ρυοδακίτων του Προφήτη Ηλία παρατηρούνται μετακινήσεις κατά μήκος των μεγάλων ρηξιγενών ζωνών και συγκεκριμένα των F_1 και F_2 οι οποίες τέμνουν τους Ρυοδακίτες και δημιουργούν μεγάλες μορφολογικές ανωμαλίες καθώς επίσης και των F_3 και F_4 οι οποίες τέμνουν την λευκή κίσσηρη και τους Ρυολίθους των Νικιών αντίστοιχα. Εκτός από την ενεργοποίηση των μεγάλων ρηξιγενών ζωνών δημιουργούνται και αρκετά δευτερεύοντα ρήγματα με μικρότερα άλματα, τα



Εικ. 6. Τα τέσσερα διαδοχικά στάδια της εξέλιξης του ηφαιστείου της Νισύρου.
 Fig. 6. The four successive stages of the evolution of the Nisyros volcano.

οποία όμως οριοθετούν και αυτά εμφανίσεις ορισμένων σχηματισμών ή ακόμα μετα-
θέτουν το ίχνος του χείλους της καλδέρας.

Κατά μήκος των μεγάλων ρηξιγενών ζωνών στο χώρο της καλδέρας παρατηρού-
νται εντονώτατες εξαλλοιώσεις και έξοδος θερμών αερίων ενώ στην τομή των δύο
ρηξιγενών ζωνών F₂, F₄ ευρίσκεται ο μεγαλύτερος από τους κρατήρες, ο κρατήρας
Στέφανος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα ανακοίνωση αποτελεί προϊόν εφαρμοσμένου ερευνητικού προγράμμα-
τος για τη γεωθερμία της Νισύρου που χρηματοδοτήθηκε από την ΔΕΗ (Διεύθυνση
Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας) την οποία και ευχαριστούμε και από τη θέση αυ-
τή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ, Γ. (1958). - Η νήσος Νίσυρος. "Νισυριακά Χρονικά". Τεύχη 21, 22, 23, ΑΘΗΝΑ.
- DAVIS, E.N., (1967). -Zur Geologie und Petrologie der Inseln Nisyros und Jali (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.
- ΦΥΤΙΚΑΣ, Μ. GIULIANI, O., INNOCENTI, F., MARINELLI, G. and MAZZUOLI, R. 1976. Geochronologi-
cal data on recent magmatism of the Aegean sea. Tectonophysics, 31, 29-34.
- ΦΥΤΙΚΑΣ, Μ., INNOCENTI, F., MANETTI, P., MAZZUOLI, R., PECERILLO, A. and VILLARI, L. 1984. Ter-
tiary to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region. In: Geological Evolution of the Eas-
tern Mediterranean, Geol. Soc., Sp. Publ., 17, 687-699.
- MARTELLI, A., (1917). -Il gruppo erittivo di Nisiro nel mare Egeo. Mem. Soc. Ital. Sc. detta dei XL, Serie
3a, T. XX.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. 1989. Η γένεση των γεωθερμικών πεδίων στα πλαίσια της γεωτεκτο-
νικής εξέλιξης του Ελληνικού τόξου. ΤΕΕ, Απρίλιος 1989. "Η αξιοποίηση του Ελληνικού γε-
ωθερμικού δυναμικού", Ann. Geol. Pays, Hellen.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., ΛΕΚΚΑ, Ε. και ΣΥΣΚΑΚΗ, Δ. (1989). -Τεκτονική ανάλυση του Γεωθερμικού Πε-
δίου της Μήλου. Δελτίο Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., 24, υπό έκδοση.
- WAGNER, G.A., STORZER, D. and KELLER, J. 1976. Spaltspurendatierungen quartärer Gesteins
gläser ans dem Mittelmeerraum. N. Jb. Miner. Mh Jg. 1976, 84-94.