



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ
265 00 ΠΑΤΡΑ



***ΑΣΚΗΣΗ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΤΡΙΤΟΕΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ
ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
«ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ ΜΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ»
ΚΑΙ ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ»***

17-19/11/2012

ΟΘΡΥΣ – ΛΑΥΡΙΟ – ΑΡΓΟΛΙΔΑ – ΜΕΘΑΝΑ

**ΣΥΝΟΔΟΙ: Κ. ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ
Β. ΤΣΙΚΟΥΡΑΣ**

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΕΣ

Παρακαλούμε θερμά να τηρήσετε αυστηρά τις ακόλουθες οδηγίες για την ασφάλεια σας και για την ομαλή και συντονισμένη διεξαγωγή της άσκησης υπαίθρου. Οι περισσότερες από τις παρακάτω προτάσεις αφορούν σε απόφαση της Γ.Σ. του Τμήματος Γεωλογίας και η μη τήρηση τους θα μας φέρει στη δυσάρεστη θέση να σας αποκλείσουμε από την άσκηση:

1. Να φοράτε κατάλληλα ρούχα (μακριά και χοντρά παντελόνια και πανωφόρια) για αποφυγή χτυπημάτων ή εκδορών. Επίσης συνίσταται να έχετε μαζί σας αδιάβροχο για το ενδεχόμενο της βροχής. Σύμφωνα με την πρόγνωση του καιρού για τις περιοχές που θα βρισκόμαστε αναμένονται: το Σάββατο 17 Νοεμβρίου, συννεφιά με πιθανότητα βροχοπτώσεων και θερμοκρασίες που θα κυμαίνονται από 11 έως 13°C, την Κυριακή 18 Νοεμβρίου, αραιές νεφώσεις και άνεμοι ασθενείς έως μέτριοι με θερμοκρασίες που θα κυμαίνονται από 14 έως 18°C, και τη Δευτέρα 19 Νοεμβρίου, αραιές νεφώσεις, άνεμοι ασθενείς και θερμοκρασίες που θα κυμαίνονται από 11 έως 19°C.
2. Να φοράτε κατάλληλα παπούτσια, κλειστά και κατά προτίμηση μποτάκια. Είναι μη ασφαλές και επίσης δυσχεραίνει το περπάτημα να φοράτε ελαφρά και ανοιχτά παπούτσια.
3. Να έχει ο καθένας οπωσδήποτε σφυρί. Πέρα από γεωλογικά σφυριά μπορείτε να έχετε άλλο αντίστοιχο σφυρί ή βαριοπούλα, τα οποία μπορείτε να προμηθευτείτε φτηνά από πολλά καταστήματα.
4. Να τηρείτε πιστά τους κανόνες ασφαλείας που θα δίνονται από τους συνοδούς και να μην αποκόπτεστε από την υπόλοιπη ομάδα.
5. Δεν επιτρέπεται η λήψη βίντεο κατά τη διάρκεια της άσκησης, αντίθετα συνίσταται η χρήση φωτογραφικής μηχανής.
6. Μέχρι τις 21/12/2012 πρέπει να καταθέσετε το πρωτόκολλο της άσκησης σε έναν από τους δυο συνοδούς προκειμένου να σας καταχωρηθούν οι ημέρες άσκησης.
7. Σας γνωστοποιούμε ότι την πρώτη ημέρα θα επισκεφτούμε μια μεταλλευτική στοά στο μεταλλευτικό πάρκο Φωκίδας. Στην περίπτωση που κάποιος έχει κλειστοφοβικά συμπτώματα ας σκεφτεί το ενδεχόμενο να το αποφύγει. Επιπλέον, επειδή το μεγαλύτερο μέρος της άσκησης θα είναι στο ύπαιθρο, αν κάποιος έχει αλλεργίες καλό είναι να ενημερώσει φίλους που να γνωρίζουν πώς να αντιμετωπίσουν πιθανή κατάσταση.
8. Η αναχώρηση θα γίνει το Σάββατο (17/11/2012) και ώρα 7.30 από πλατεία Γεωργίου και 7.45 από το πάρκιν του Τμήματος Γεωλογίας. Θα υπάρξει ενδιάμεση στάση στην Κορίνθου έξω από το βιβλιοπωλείο Ρούμπυ.

1^η ημέρα (17/11/2012)

A. ΒΑΓΟΝΕΤΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΦΩΚΙΔΑΣ

Επίσκεψη σε αυτήν την εγκατάσταση της εταιρείας S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε., σε μεταλλευτική στοά βωξίτη και ξενάγηση σε θέσεις και μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τις εξορύξεις στο παρελθόν

B. ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΟΘΡΥΟΣ

1. Οφιολιθική μέlange στο 5^ο km του δρόμου Λαμίας-Δομοκού
2. Εμφάνιση Μπ-ούχων επιφλοιώσεων σε πετρώματα της οφιολιθικής μέlange
3. Εμφάνιση μαξιλαροειδών λαβών στη διασταύρωση για Μονή Αντινίσης
4. Αγ. Στέφανος – Μεταλλείο χρωμίτη
5. Λατομείο αδρανών υλικών της εταιρείας ΤΕΡΝΑ Α.Ε. Εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων
6. Φυλακές Δομοκού – Τριαδική ηφαιστειότητα
7. Εμφάνιση φλύσχη στο Δομοκό

Διανυκτέρευση στη Λαμία, στο ξενοδοχείο SAMARAS HOTEL

2^η ημέρα (18/11/2012)

Γ. ΛΑΥΡΙΟ

1. Επίσκεψη στο ορυκτολογικό μουσείο Λαυρίου
2. Θέσης εμφάνισης του γρανοδιορίτη της Πλάκας, των υδροθερμικά εξαλλοιωμένων τμημάτων του γρανοδιορίτη και χαλαζιακών φλεβών
3. Πανόραμα περιοχής στο οποίο φαίνεται η σχέση μεταξύ των δύο Ενοτήτων της Λαυρεωτικής (ανώτερο μάρμαρο και σχιστόλιθοι Καισαριανής) και η Ανώτερη Ενότητα (Αεροπορική Βάση Λαυρίου)
4. Εμφανίσεις κερατιτών και skarn
5. Εμφάνιση φλεβικών πορφυριτικών πετρωμάτων εντός των κερατιτών (Γέφυρα Αδάμι)
6. Αρχαία επίπεδα πλυντήρια μεταλλεύματος
7. Πιθανή επίσκεψη Μονής Αγίου Παύλου Παλαιοκαμάριζας (χρήση κόνεως ορυκτών ως χρωστικής σε αγιογραφίες)

Διανυκτέρευση στο ξενοδοχείο ATHENS ATTRIUM, στην περιοχή Αγ. Σώστη, Αθήνα.

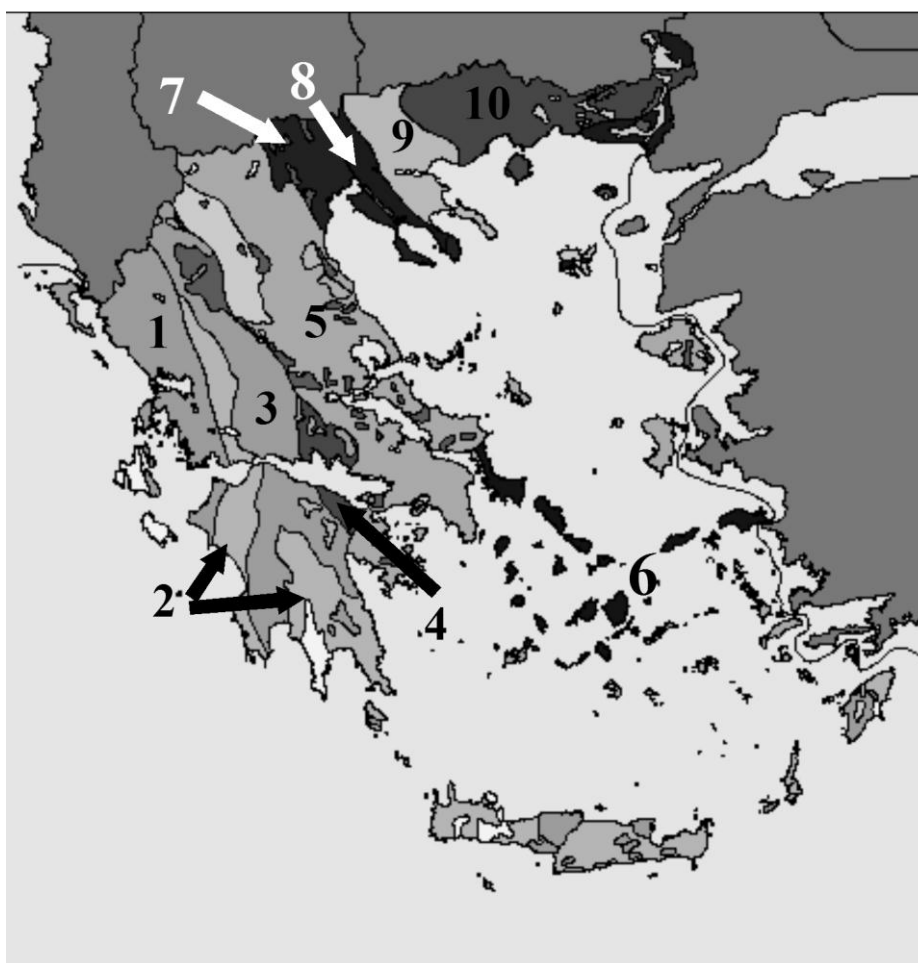
3^η ημέρα (19/11/2012)

4. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΡΓΟΛΙΔΑ

1. Κενομάνια (Άνω-Κρητιδική) επίκλυση ασβεστολίθων στην Οφιολιθική Ενότητα.
2. Πανόραμα της περιοχής όπου διακρίνεται η στρωματογραφική και τεκτονική σχέση της οφιολιθικής μέlange με το υπόβαθρο.
3. Όρος Κωνί. Τεκτονική επαφή ασβεστολίθων Παντοκράτορα με οφιολιθική μέlange.
4. Διαδρομή Άνω Φανάρι – Καρατζάς: Τυπική τομή μέσα στην οφιολιθική μέlange.

Ε. ΜΕΘΑΝΑ

1. Καμένη Χώρα. Επίσκεψη στο νεότερο ηφαιστειακό κέντρο της χερσονήσου.

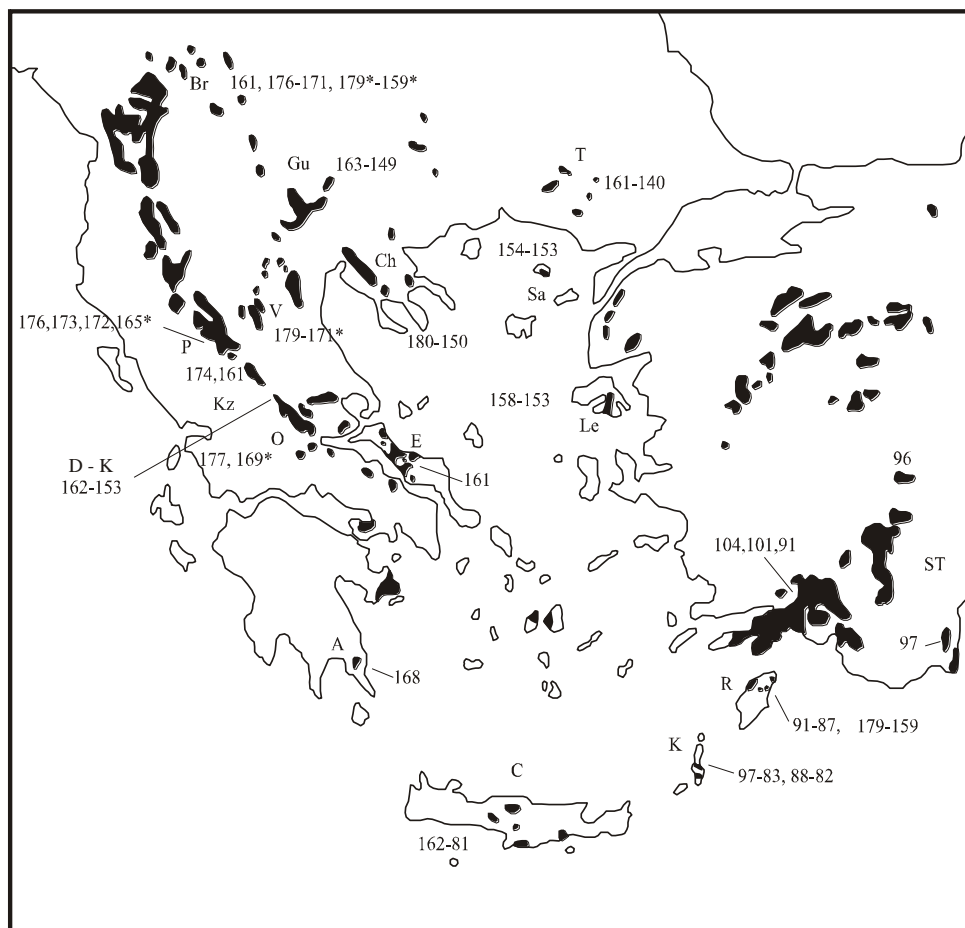


Γεωτεκτονικές Ζώνες της Ελλάδας.

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Ιόνια - | 6. Αττικοκυκλαδική μάζα |
| 2. Γαβρόβου-Τρίπολης | 7. Αξιού |
| 3. Πίνδου | 8. Περιοδοπική |
| 4. Παρνασσού | 9. Σερβομακεδονική |
| 5. Πελαγονική | 10. Ροδόπης |

1. Οι οφιόλιθοι του Ελληνικού γώρου

Ο όρος οφιόλιθος (ophiolite) προέρχεται από τις Ελληνικές ρίζες «όφις» και «λίθος» λόγω της ποικιλόχρωμης και διάστικτης εμφάνισής τους. Στην Ελλάδα εμφανίζονται κατά μήκος των Ελληνίδων, σε δυο παράλληλες ζώνες (Εικ. 1). Οι οφιολιθικές εμφανίσεις της Αργολίδας ανήκουν πιθανότατα στη δυτική οφιολιθική ζώνη. Οι οφιόλιθοι συνδέονται συχνά με μεταλλοφορία, κυρίως χρωμίτη, σουλφιδίων αλλά και πλατινοειδών ορυκτών (Pt, Au, Os, Ir κλπ). Στη δυτική ζώνη επικρατούν οι λερζόλιθοι, σιδηρογάββροι και ολιβινικοί θολαίτες ενώ στην ανατολική εμφανίζονται κυρίως χαρτσβουργίτες, δουνίτες και ολιβινικοί γάββροι. Έτσι, φαίνεται ότι στη δυτική ζώνη οι οφιόλιθοι προέρχονται από μερικά εκχυμωμένο μανδύα ενώ αντίθετα αυτοί της ανατολικής είναι περισσότερο υπολειμματικοί. Επιπλέον στη βάση των οφιολίθων της δυτικής ζώνης παρουσιάζονται οι οφιολιθικές mélange. Οι ηλικίες των οφιολίθων της Ελλάδας έχουν προσδιοριστεί με ραδιοχρονολόγηση στο Άνω Ιουρασικό-Κάτω Κρητιδικό, με εξαίρεση αυτούς της Ρόδου, που έχουν Κρητιδική ηλικία (Εικ. 1).



Εικ. 1. Οι δυο οφιολιθικές ζώνες στην Ελλάδα (Δυτική και Ανατολική) και οι ραδιομετρικές ηλικίες τους.

Οι σημερινές απόψεις συνδέουν τα οφιολιθικά πετρώματα στην Ελλάδα με την ύπαρξη των Ωκεανών της Πίνδου και του Αξιού, για τη δυτική και ανατολική ζώνη αντίστοιχα, καθώς και σε συστήματα περιθωριακών λεκανών που συνδέονται με αυτούς.

2. Περιοχή Όθρυος

2.1 Γεωλογία

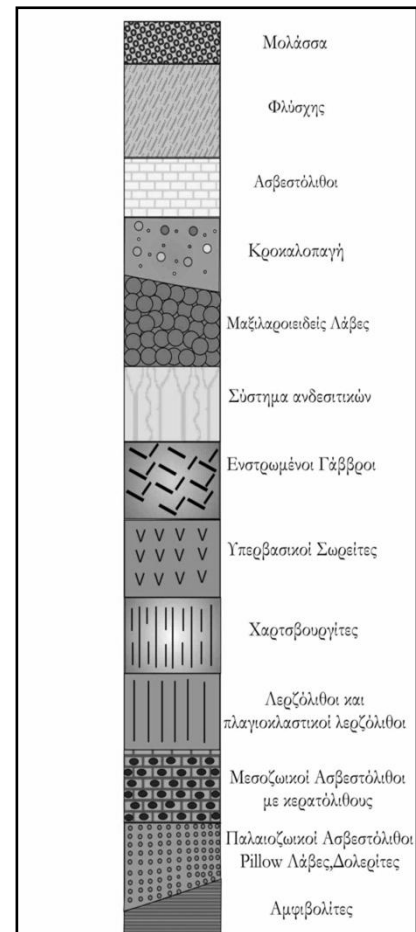
Το σύμπλεγμα της Όθρυος είναι ένα διαμελισμένο αλλά πλήρες οφιολιθικό σύμπλεγμα, το οποίο ανήκει στην Υποπελαγονική ισοπική ζώνη. Το οφιολιθικό σύμπλεγμα της Όθρυος είναι το δεύτερο σε έκταση σύμπλεγμα του ελληνικού χώρου μετά από αυτό της Πίνδου, έχοντας επιφανειακή έκταση 900Km². Το μεγαλύτερο μέρος της περιδοτικής μάζας, εμφανίζεται στα δυτικά και καταλαμβάνει περίπου 450Km² (Rassios & Smith 2000) δηλαδή, σχεδόν τη μισή έκταση του συνολικού συμπλέγματος. Αυτό παρουσιάζεται διαμελισμένο και αντιπροσωπεύει ένα Μεσοζωικό υπόλειμμα της ωκεάνειας λεκάνης της Τηθύος. Τα μανδυακά πετρώματα του οφιολιθικού συμπλέγματος της Όθρυος, αρχικά μελετήθηκαν λεπτομερώς από τους Menzies, 1974 και Menzies & Allen, 1974). Οι μελέτες αυτές οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι τα οφιολιθικά πετρώματα, σχηματίστηκαν σε ένα περιβάλλον περιθωρίου κατά τα αρχικά στάδια της ταφρογένεσης. Σε αντίθεση με αυτούς, νεότεροι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι οφιόλιθοι της Όθρυος δημιουργήθηκαν σε μια ωκεάνεια ράχη που συνδεόταν με ένα ρήγμα μετασχηματισμού βορειοδυτικής διεύθυνσης.

Η πλήρης στρωματογραφική διάρθρωση του οφιολιθικού συμπλέγματος της Όθρυος, είναι δύσκολο να αποδοθεί με ακρίβεια εξαιτίας των πολύπλοκων τεκτονικών κινήσεων που έχουν συμβεί από τη δημιουργία των πετρωμάτων μέχρι σήμερα. Το σύμπλεγμα της Όθρυος είναι ένα διαμελισμένο αλλά πλήρες οφιολιθικό σύμπλεγμα, που αποτελείται από ένα σύνολο επάλληλα επωθημένων τεκτονικών τεμαχών όπου γενικά τα λέπια έχουν ως αποτέλεσμα να παρουσιάζεται μια αντίστροφη στρωματογραφική διάταξη του οφιολιθικού συμπλέγματος χωρίς όμως αυτό να έχει αναστραφεί. Η Όθρυος είναι γενικά γνωστή για τους MORB-τύπου οφιόλιθους. Οι χαρτσβουργίτες εμφανίζονται ως επωθημένα κομμάτια γενικά κάτω από τους λερζόλιθους και περιλαμβάνουν έντονα σχιστοποιημένα δουνιτικά σώματα. Σύμφωνα με νεότερες απόψεις, η δημιουργία των υπερβασικών σωμάτων στην Όθρυ έχει αποδοθεί σε διεργασίες μετασώματωσης και επαναεμπλουτισμού του μανδύα (Barth et al. 2003). Η λεπίωση των τεκτονισμένων σερπενιντών διακόπτει την πετρολογική ασυνέχεια Moho της Όθρυος με αποτέλεσμα να μην είναι πλέον αναγνωρίσιμη. Γενικά στο οφιολιθικό σύμπλεγμα της Όθρυος μπορούν να δικριθούν οι παρακάτω πετρολογικές ενότητες:

- Στην κορυφή βρίσκονται μεταλλικά ιζήματα τύπου μολάσσας (άμμοι, άργιλοι, ψαμμίτες,

κροκαλοπαγή).

- Μια ανώτερη ομάδα πετρωμάτων, η Ενότητα Δινάι η οποία αποτελείται από Άνω Κρητιδικής ηλικίας κροκαλοπαγή, ασβεστολίθους και Κάτω Τριαδικής ηλικίας φλύσχη (Εικ. 2).
- Η ενδιάμεση ομάδα πετρωμάτων αποτελεί την Ενότητα Μίρνα. Η Ενότητα Μίρνα συνίσταται από χαρτσβουργίτες, λερζόλιθους, γάββρους, μαφικές φλέβες και Μεσοζωικής ηλικίας μαξιλαροειδείς λάβες (Εικ. 2). Η ενότητα αυτή αποτελεί ένα οφιολιθικό σύμπλεγμά το οποίο έχει επωθηθεί πάνω από την κατώτερη ενότητα (Smith et al. 1975).
- Τέλος, η κατώτερη ομάδα πετρωμάτων, η Ενότητα της Όθρυς αποτελείται από μια ποικιλία από Μεσοζωικά ανθρακικά πετρώματα και κερατόλιθους, τα οποία υπέρκεινται Μεσοζωικών μαξιλαροειδών λαβών και δολεριτών, καθώς και Παλαιοζωικών ανθρακικών πετρωμάτων (Εικ. 2). Τοπικά η Ενότητα Όθρυς υπέρκειται ασύμφωνα ενός μεταμορφωμένου υποβάθρου από αμφιβολίτες.



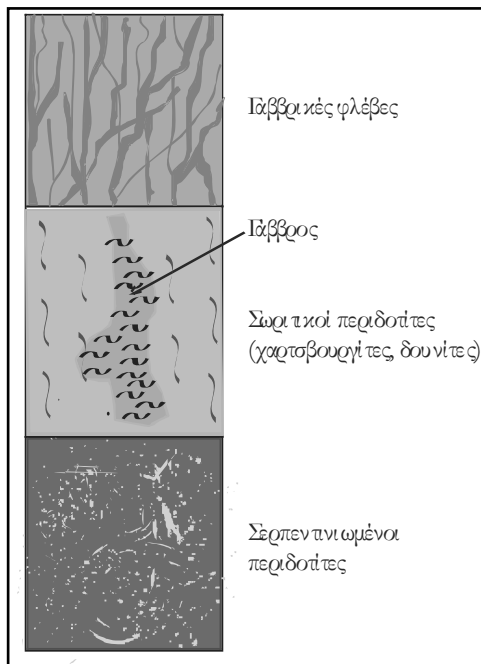
Εικ. 2. Στρωματογραφική στήλη του Οφιολιθικού συμπλέγματος της Όθρυς

2.2. Γεωλογία του Λατομικού χώρου της ΤΕΡΝΑ Α.Ε.

Η περιοχή επίσκεψης μας εκτείνεται στην περιοχή Ξυνιάδος που γεωγραφικά τοποθετείται στα όρια μεταξύ του Ν. Φθιώτιδος και Ν. Καρδίτσας. Ο λατομικός χώρος αποτελεί τα ΒΔ περιθώρια της λεκάνης Ξυνιάδος. Γεωλογικά ανήκει στην εμφάνιση της Όθρυς και κυριαρχούν τα υπερβασικά πετρώματα (Εικ. 3 και 4), τα οποία έχουν τύχει συστηματικής εκμετάλλευσης. Σε μικρότερο ποσοστό συναντούμε γάββρους. Οι λιθολογικές ενότητες εντός του λατομικού χώρου είναι οι εξής:

- ολιβινικοί γάββροι
- χαρτσβουργίτες και δουνίτες
- σερπεντινωμένοι περιδοτίτες

Οι περιοχές που επικρατούν οι *ολιβινικοί γάββροι* είναι τρεις και θα ονομάζονται στην συνέχεια ως εμφάνιση Λουρίδες, Διάσελο Μαχαίρα και Μιλτσιόρρεμα.



Εικ.3. Στρωματογραφική στήλη στην περιοχή του λατομικού χώρου ΤΕΡΝΑ Α.Ε.

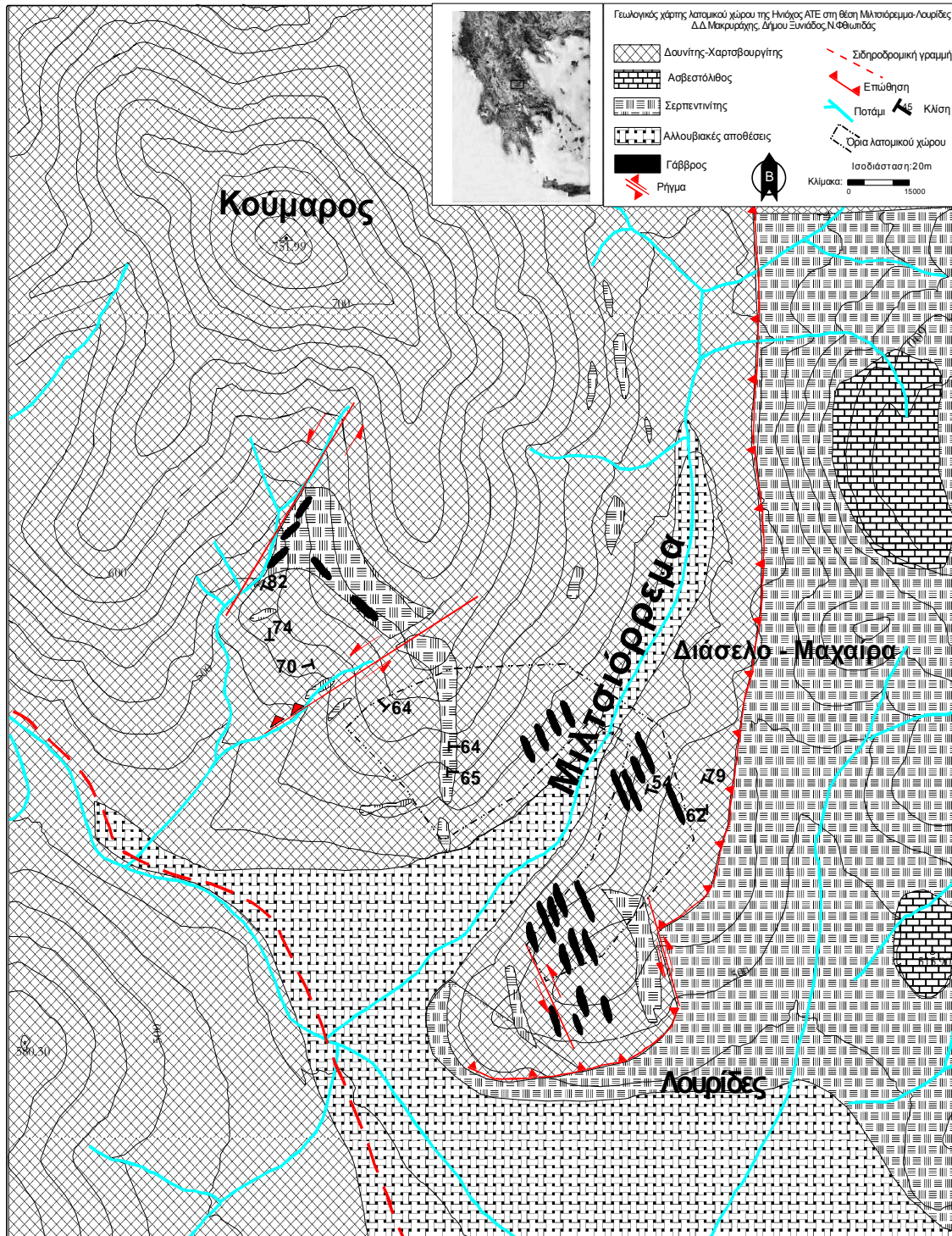
Οι περιοχές επικράτησης των *χαρτσβουργιτών* και *δουνιτών*, εκτείνονται ανάμεσα στις εμφανίσεις του γάββρου και βορειοδυτικά της εμφάνισης των γάββρων του Μιλτσιορρέματος

Οι περιοχές με επικράτηση του *σερπεντινωμένου περιδοίτη* είναι αυτές που εντοπίστηκαν Νοτιοανατολικά των εμφανίσεων Διάσελο Μαχαίρα και Λουρίδες.

Στο λατομείο της ΤΕΡΝΑ Α.Ε. εκπονήθηκε μελέτη, με σκοπό την εξέταση των βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων της περιοχής Λουρίδες-Μιλτσιορρέμα για την χρήση τους ως έρμα σιδηροδρομικών γραμμών, αλλά και ως βάσεις και υποβάσεις στην οδοποιία. Η μελέτη αυτή έγινε για λογαριασμό της ΤΕΡΝΑ Α.Ε. σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Πατρών, όπου εξετάστηκαν οι

πετρογραφικές, γεωχημικές και μηχανικές ιδιότητες των πετρωμάτων αυτών. Η εργασία αυτή αποτελεί τμήμα Διπλωματικής εργασίας που εκπονήθηκε στον τομέα Ορυκτών Πρώτων Υλών, του Τμήματος Γεωλογίας.

Στα δείγματα ολιβινικού γάββρου και δουνίτη-χαρτσβουργίτη εκτελέστηκαν δοκιμές αντίστασης σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles, αντίστασης σε τριβή και κρούση κατά Micro-Deval, αντίστασης σε στίλβωση (PSV), αντίστασης σε απότριψη (AAV) και φθορά σε θλίψη (Πίνακας 1). Οι μηχανικές ιδιότητες των χαρτσβουργιτών της περιοχής δείχνουν οριακή τιμή του δείκτη PSV ενώ αντίθετα οι τιμές του δείκτη AAV και Los Angeles είναι εξαιρετικές. Αυτό υποδεικνύει ότι ο χαρτσβουργίτης θεωρείται κατάλληλο αδρανές για αντλιοσθηρούς τάπητες με εξαίρεση τα τμήματα



Εικ. 4. Γεωλογικός Χάρτης Περιοχής Μιλτσιόρρεμμα-Λουρίδες (από Διπλ. Εργασία της Α. Αντωνέλου)

που χαρακτηρίζονται ως “επικίνδυνες θέσεις”. Αντίθετα, ο ολιβινικός γάββρος παρουσιάζει χαμηλό δείκτη PSV, καθιστώντας τον ακατάλληλο για την χρήση του στο μεγαλύτερο μέρος του εθνικού δικτύου. Οι τιμές αυτές σχετίζονται άμεσα με τη ορυκτολογική σύσταση των πετρωμάτων.

Πίνακας 1. αποτελέσματα των δοκιμών Los Angeles, Micro-Deval ,PSV, AAV που έγιναν στα δείγματα ολιβινικού γάββρου και χαρτσβουργίτη

Αριθμός Δείγματος	Δοκιμή Los Angeles Γαλλική μέθοδος N.F.P.18577 (1000 στροφές, 12 σφαίρες) φθορά %	Δοκιμή DEVAL κατά τη Γαλλική μέθοδο N.F.P.18577 Συντελεστής	Δοκιμή DEVAL κατά τη Γαλλική μέθοδο N.F.P.18577 Συντελεστής	Δοκιμή ελέγχου πετρώματος σε αποσάθρωση (Υγεία) κατά AASHTO104 φθορά %	Δοκιμή απότριψης πετρώματος (AAV) κατά BS 812/90	Δοκιμή στίβωσης πετρώματος (PSV) κατά BS 812/88
Δ (χαρτσβουργ.)	17,4 (B Διαβάθ.)	Ξηρό DS=17	Υγρό DH=6	0,04	4	55
Γ (γάββρος)	11,7 (B Διαβάθ.)	Ξηρό DS=26	Υγρό DH=12	0	3	50

2.3 Γενικά για τα αδρανή υλικά

Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των εύκαμπτων οδοστρωμάτων προέρχονται κυρίως από τη θραύση κατάλληλων πετρωμάτων, ή από φυσικές αποθέσεις ποταμών, χειμάρρων, θάλασσας ή ορυχείων με ή χωρίς θραύση. Τα αδρανή υλικά μπορεί να προέρχονται και από σκωρίες ή από απορρίμματα ορυχείων, ή και από άλλα υλικά κατεδαφίσεων, εφ' όσον πληρούνται οι κατάλληλες μηχανικές και φυσικές ιδιότητες. Επίσης ως αδρανή χρησιμοποιούνται και τεχνητά αδρανή ή κονιορτοποιημένα υλικά παλαιών οδοστρωμάτων κατασκευασμένων από ασφαλτόμιγμα ή από σκυρόδεμα (υλικά ανακύκλωσης).

Σκωρίες (slags), είναι παραπροϊόντα που παράγονται κατά τη διαδικασία παραγωγής μετάλλων, όπως σιδήρου, νικελίου κ.λ.π

Απορρίμματα ορυχείων, είναι πετρώματα με μικρή περιεκτικότητα σε μέταλλευμα που απορρίπτονται κατά τη διαδικασία εμπλουτισμού.

Υλικά κατεδαφίσεως (μπάζα), χρησιμοποιούνται όπως και τα απορρίμματα ορυχείων σε στρώσεις υποβάσεων ή βάσεων, αφού γίνει κάποια προεπιλογή και θραύση.

Τεχνητά αδρανή, παράγονται κυρίως από τη διαπύρωση πετρωμάτων όπως βωξίτου, σχιστόλιθου κ.λ.π.

Κονιορτοποιημένα υλικά παλαιών οδοστρωμάτων, προέρχονται από την ανακατασκευή παλαιών οδοστρωμάτων μετά από προεπιλογή και θραύση, χαρακτηρίζονται ως ανακυκλωμένα υλικά και χρησιμοποιούνται κυρίως σε υποβάσεις και βάσεις.

Τα **θραυστά αδρανή**, παράγονται σε λατομεία από διάφορα πετρώματα με κατάλληλες φυσικομηχανικές και χημικές ιδιότητες. Τα πετρώματα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, τα μαγματικά, τα ιζηματογενή και τα μεταμορφωμένα.

- Τα **μαγματικά πετρώματα** είναι τα πετρώματα που σχηματίστηκαν από την ψύξη του φυσικού πυριτικού μάγματος τετηγμένων υλικών. Ανάλογα με την ταχύτητα ψύξης

χαρακτηρίζονται ως αδρόκοκκης υφής, όπως είναι τα γρανιτικά πετρώματα (αργή ψύξη), ή λεπτόκοκκης υφής, όπως ο βασάλτης (γρήγορη ψύξη).

- Τα ιζηματογενή πετρώματα. Ονομάζονται εκείνα που προκύπτουν από την καθίζηση υλικού, που βρίσκεται διαλυμένο ή αιωρούμενο στο νερό ή σε άλλο ρευστό μέσο ή στον αέρα, και αναπτύσσονται σε πετρώματα με σημαντικές διαστάσεις. Τα ιζηματογενή πετρώματα σχηματίστηκαν από τη στερεοποίηση ιζημάτων που εναποτέθηκαν στον πυθμένα παλαιών θαλασσών. Τυπικά ιζηματογενή πετρώματα είναι ο ασβεστόλιθος, ο δολομίτης, ο ψαμμίτης, ο γύψος, τα κροκαλοπαγή κ.α.

- Τα μεταμορφωμένα πετρώματα είναι μαγματικά ή ιζηματογενή που μεταμορφώθηκαν, σε συνθήκες υψηλότερων θερμοκρασιών και πιέσεων. Τέτοια πετρώματα είναι ο σχιστόλιθος, το μάρμαρο, ο γνεύσιος και ο χαλαζίτης .

Τα περισσότερα μαγματικά και ορισμένα μεταμορφωμένα πετρώματα λόγω της μεγάλης σκληρότητάς τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θραυστά αδρανή σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. οι δολερίτες και οι χαλαζίτες θεωρούνται ιδανικά πετρώματα για χρήση ως σκύρα σιδηροτροχιών σε γραμμές κυκλοφορίας τρένων υψηλής ταχύτητας).

Τα ιζηματογενή πετρώματα αποτελούν προϊόντα αποσάθρωσης προϋπαρχόντων μαγματικών, μεταμορφωμένων και ιζηματογενών πετρωμάτων. Τα πιο συνήθη ιζηματογενή πετρώματα που χρησιμοποιούνται ως θραυστά αδρανή είναι ο ασβεστόλιθος και ο δολομίτης, ωστόσο είναι κατώτερης ποιότητας σε σχέση με τα περισσότερα μαγματικά και μεταμορφωμένα πετρώματα.

2.4 Προδιαγραφές Αντιολισθηρών Αδρανών και Σκύρων Βάσης Σιδηροτροχιών (Ελληνικές Προδιαγραφές)

Η καταλληλότητα των διαφόρων υλικών για χρήση τους ως αδρανή υλικά, προσδιορίζεται με βάση τα:

- Φυσικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά (ειδικό βάρος, πορώδες, λόγος κενών, υδαταπορρόφηση, δείκτης πλάτυνσης και επιμήκυνσης των κόκκων)
- Μηχανικά χαρακτηριστικά (προσδιορίζονται με βάση τις δοκιμές LAAV, micro-Deval, και AIV).

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των αδρανών αναφέρονται στην αντοχή και την ανθεκτικότητα. Οι δοκιμές που συνήθως προσδιορίζουν την αντοχή των υλικών είναι: η δοκιμή LAAV (αντοχή στη φθορά μετά από τριβή και κρούση), η δοκιμή micro-Deval (αντοχή στην αποσάθρωση) και η δοκιμή AIV (αντοχή σε κρούση).

Για αδρανή ασφατομιγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων οδών και αεροδρομίων, βασικά χαρακτηριστικά είναι η αντίσταση του υλικού στη λείανση και την απότριψη, που προσδιορίζονται με βάση τις δοκιμές PSV και AAV αντίστοιχα.

Ο ΟΣΕ για τα σκύρα της βάσης των σιδηροτροχιών, απαιτεί δοκιμές για τον προσδιορισμό του δείκτη στιγμιαίας σκληρότητας (Dri) ο οποίος υπολογιστικά προκύπτει από μετρήσεις του δείκτη Los Angeles και του δείκτη Deval εν υγρώ και εν ξηρώ. Στις τελευταίες του οδηγίες/ προκηρύξεις ο ΟΣΕ απαιτεί και προσδιορισμό της ορυκτολογικής σύστασης των αδρανών πετρωμάτων με γράφημα περιθλασιμετρίας ακτίνων X (X-ray diffraction pattern). Υψηλός (>14) δείκτης στιγμιαίας σκληρότητας σημαίνει μεγάλη αντοχή στις δυνάμεις που ασκούνται πάνω τους κατά την διέλευση των τρένων.

2.5 Άλλες εφαρμογές υπερβασικών πετρωμάτων:

- Πυρίμαχα (π.χ. παραγωγή θερμοανθεκτικών τούβλων)
- Αντιπυρική προστασία σε τούνελ
- Περιβαλλοντικές εφαρμογές (χρήση ολιβίνη ως αντιόξινο)

2.6 Αμιαντούχα ορυκτά στα Βιομηχανικά πετρώματα

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη συμμετοχή αμιαντούχων ορυκτών στα υπό μελέτη πετρώματα. Με βάση την Ελληνική νομοθεσία (Υπουργική Απόφαση 1154/93), αμιαντούχα ορυκτά θεωρούνται τα εξής:

- ✓ *Ακτινόλιθος*
- ✓ *Τρεμολίτης*
- ✓ *Κροκιδόλιθος*
- ✓ *Αμοσίτης*
- ✓ *Χρυσσίλης*

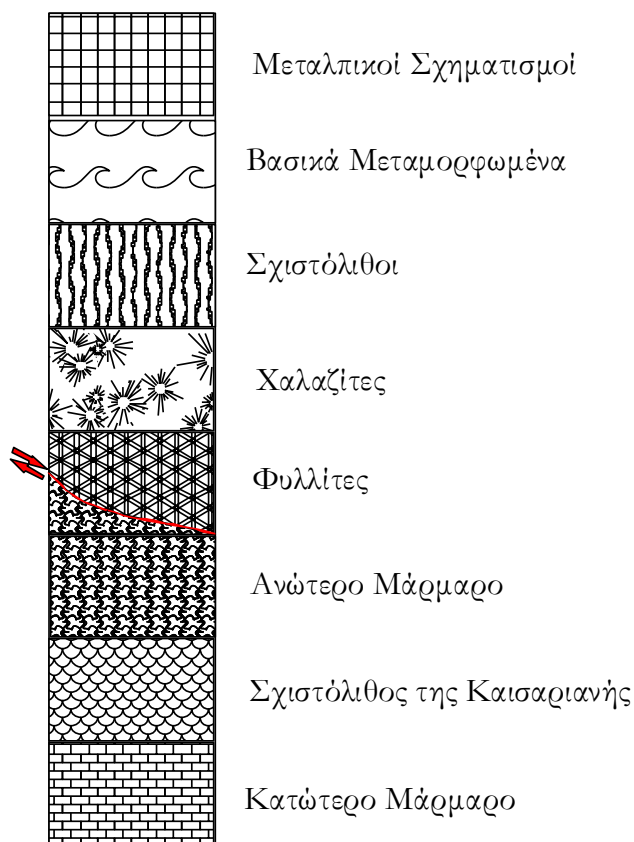
Τα μεγέθη των κρυστάλλων που θεωρούνται επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία, παρουσιάζουν διάμετρο < 3 μm και μήκος > 5 μm. Ταυτόχρονα ο λόγος του μήκους προς τη διάμετρο θα πρέπει να έχει τιμή > 3. Η συμμετοχή αμιαντούχων ορυκτών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 3% στα προς χρήση πετρώματα, μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ασθένειες (π.χ. μεσοθηλίωση, αμιάντωση, καρκίνο των πνευμόνων).

3. Περιοχή Λαυρίου

3.1 Γεωλογικά στοιχεία

Η περιοχή του Λαυρίου ανήκει γεωγραφικά στον Εθνικό Δρυμό Σουνίου, ο οποίος εκτείνεται στην ενδοχώρα της Λαυρεωτικής δυτικά της πόλης του Λαυρίου, απ' την Πλάκα μέχρι το Σούνιο και τα Λεγραινά. Γεωλογικά ανήκει στην Πελαγονική ζώνη και σύμφωνα με την στρωματογραφία τα στρώματα του Λαυρίου διαρθρώνονται σε δύο σαφώς διακεκριμένα συστήματα. **α)** στο **Αυτόχθονο σύστημα** ή ενότητα Αττικής (Katsikatsos, 1976) που αποτελείται από κάτω προς τα επάνω (Εικ. 5, 6):

- Από το **κατώτερο μάρμαρο** δηλαδή από μια μάζα μάρμαρων συχνά που είναι ο σημαντικότερος σε πάχος και επιφανειακή εξάπλωση σχηματισμός της σχετικά αυτόχθονης Σειράς σχηματισμών Υμηττού-Νότιας Αττικής. Ολόκληρος σχεδόν ο κύριος όγκος του Υμηττού δομείται από τα μάρμαρα του ορίζοντα αυτού. Η ορυκτολογική τους σύσταση είναι εξολοκλήρου ασβεστίτης με ελάχιστο χλωρίτη και σερικήτη-μοσχοβίτη.
- Από τους **σχιστολίθους της Καισαριανής** όπου είναι συνήθως ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες με ενστρώσεις μαρμάρων συνήθως λεπτοστρωματωδών, που υπέρκεινται του

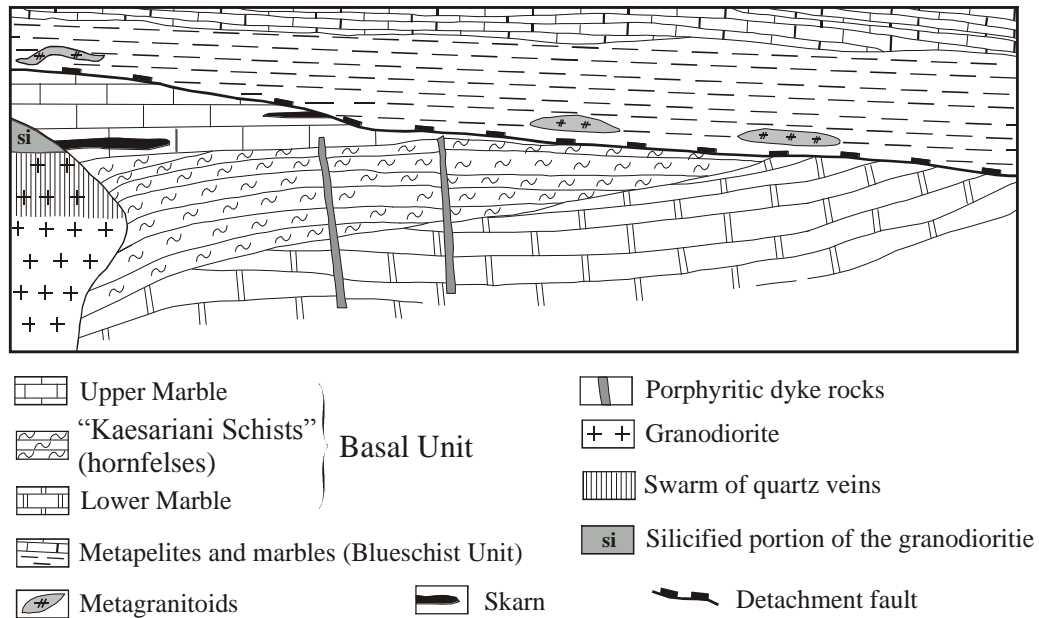


Εικ. 5. Στρωματογραφική στήλη της περιοχής του Λαυρίου

ορίζοντα του κατώτερου μαρμάρου.

- Το **ανώτερο μάρμαρο**. Έχει σημαντική ανάπτυξη στη βορειοδυτική πλευρά του Υμηττού, όπου τα μάρμαρα του ορίζοντα αυτού υπέρκεινται των σχιστολίθων Καισαριανής. Σε πολλές περιπτώσεις σε αυτά απαντούν ενστρώσεις μοσχοβιτικών και ασβεστιτικών σχιστολίθων καθώς επίσης παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστολίθων. Η ηλικία των μαρμάρων, που είναι μεταμορφωμένα και έντονα παραμορφωμένα, υπολογίζεται εν μέρει, με βάση διάφορα απολιθώματα, ως Ανώτερο Τριαδικό- Κατώτερο Ιουρασικό, **β)** στο **επωθημένο κάλυμμα ή ενότητα Λαυρίου** (Παπανικολάου, 1986), που είναι ένας αλλόχθονος σχηματισμός, επωθημένος στη μεταμορφωμένη ενότητα Αττικής και

αποτελείται από φυλλίτες, χαλαζίτες, σερικιτικούς-χλωριτικούς σχιστολίθους, μεταμορφωμένα βασικά πετρώματα και ενδιαστρώσεις μαρμάρων. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι η παρουσία του ορυκτού γλαυκοφανής. Οι σχηματισμοί της βάσης αυτού του πτυχωμένου και λεπιωμένου συστήματος, κατά τη διάρκεια της επώθησης, αναμίχθηκαν με τους ανώτερους ορίζοντες του υποκείμενου αυτόχθονου συστήματος σε ένα τεκτονικό μίγμα.



Εικ. 6. Απλοποιημένη σχηματική γεωλογική τομή της δομής του Λαυρίου.

Κατά το Μειόκαινο, αφού προηγήθηκε η μεταμόρφωση και η επώθηση του αλλόχθονου συστήματος, δημιουργήθηκε στη Λαυρεωτική ένας γρανιτικός βαθόλιθος, με σχηματισμό γρανοδιορίτη στην περιοχή της Πλάκας και φλεβών γρανιτικού πορφύρη. Αυτοί οι εκρηξιγενείς σχηματισμοί διασχίζουν κυρίως τα πετρώματα του αυτόχθονου συστήματος.

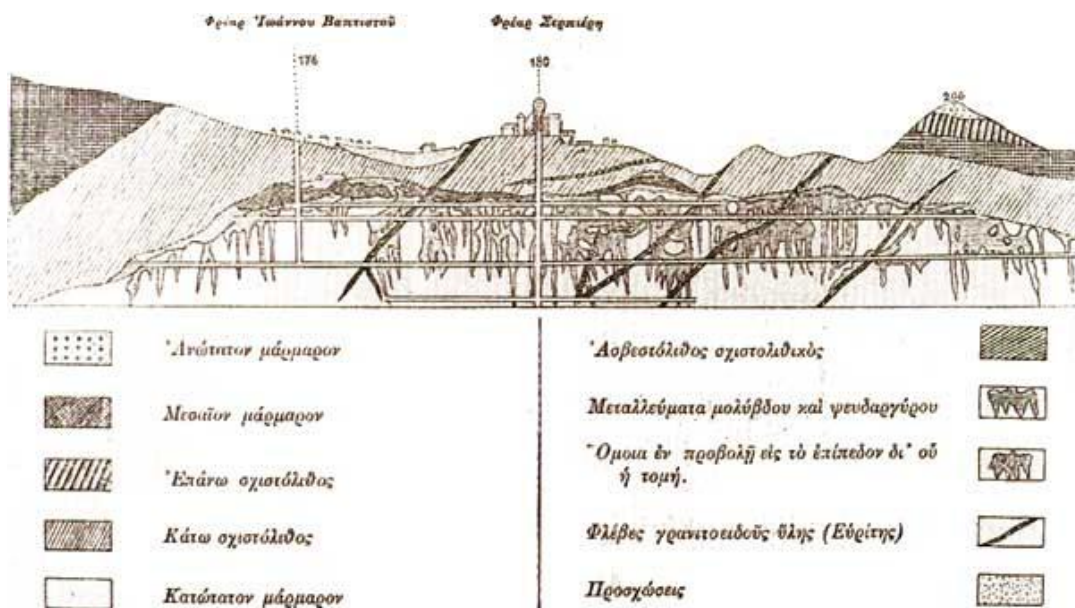
Οι μεταλλικοί σχηματισμοί, δηλαδή οι αποθέσεις του Τριτογενούς και του Τεταρτογενούς, επικάθονται στο επωθημένο κάλυμμα. Οι εμφανίσεις του Νεογενούς καταλαμβάνουν μικρή έκταση κοντό στο Ακρωτήριο Σούνιο και αποτελούνται κυρίως από μάργες και κροκαλοπαγή. Οι Τεταρτογενείς αποθέσεις βρίσκονται σε ασυμφωνία, πάνω σε παλαιότερους σχηματισμούς, και αποτελούνται από έναν χονδρόκοκκο ψαθυρό ασθεστολιθικό ψαμμίτη, γνωστό ως πωρόλιθο ή πάρο, που απαντά κοντό στις ακτές, και από τις σύγχρονες προσχώσεις στις κοιλάδες και τις παράκτιες περιοχές.

3.2 Ορυκτός πλούτος

Τα μεταλλοφόρα κοιτάσματα του Λαυρίου σχηματίστηκαν κυρίως με τη μορφή κοιτών αντικατάστασης, μέσα στο μάρμαρο και στις επαφές μαρμάρου - σχιστολίθων. Διακρίνονται

τρεις μεταλλοφόρες επαφές α) η πρώτη μεταξύ ανώτερου μαρμάρου - σχιστολίθου Αθηνών, β) η δεύτερη μεταξύ ανώτερου μαρμάρου και σχιστολίθου Καισαριανής και γ) η τρίτη που είναι η σπουδαιότερη, μεταξύ κατώτερου μαρμάρου και σχιστολίθου Καισαριανής. Συγκεντρώσεις όμως μεταλλευμάτων σε ζώνες και σώματα σχετίζονται με τις πτυχώσεις των στρωμάτων και με τα γειτονικά όξινα εκρηξιγενή πετρώματα. Τα μικτά θειούχα μεταλλεύματα αποτελούν τη σημαντικότερη μεταλλοφορία, γνωστή ως μετάλλευμα Β.Ρ.Γ., η οποία περιλαμβάνει αργυρούχο γαληνίτη, σφαλερίτη και σιδηροπυρίτη. Ακόμη απαντούν σιδηρομαγγανιούχα μεταλλεύματα, από μαγγανιούχο αγκερίτη ή ροδοχρωσίτη με βαρίτη, φθορίτη και χαλαζία, κερουσίτης (ανθρακικός μόλυβδος $PbCO_3$) και σμισθονίτης ή καλαμίνα (ανθρακικός ψευδάργυρος $ZnCO_3$). Επίσης, στρωματοειδή ή φλεβοειδή μεταλλεύματα τύπου σκαρν (skarn), μέσα σε ρωγμές των κερατιτών της περιοχής Πλάκας, οι οποίοι προέρχονται από τη μεταμόρφωση επαφής των δύο συστημάτων της Λαυρεωτικής και ιδιαίτερα των σχιστολίθων της Καισαριανής.

Χαρακτηριστική είναι και η παρουσία συμπαγών κοιτασμάτων μαγνητίτη, που διασχίζονται από τα μικτά θειούχα μεταλλεύματα (Economou et al., 1981). Στα μεταλλεύματα του Λαυρίου απαντούν πάνω από 100 σπάνια ορυκτά, κυρίως δευτερογενούς προέλευσης. Τα μεταλλεύματα, σύμφωνα με μια άποψη (Μαρίνος - Petrascheck, 1956), είναι υδροθερμικά (μεσοθερμικά ή επιθερμικά, σπανιότερα υποθερμικά) και συνδέονται γενετικό με τον όξινο πλουτωνίτη των βαθύτερων στρωμάτων της Λαυρεωτικής, συνέχεια του οποίου αποτελεί ο γρανοδιορίτης της Πλάκας και φλεβικό παράγωγό του είναι οι ευρίτες. Η



Εικ. 7. Τομή εδάφους σε ένα από τα κυριότερα φρεάτια μεταλλοφορίας της περιοχής Καμαρίζας.

μεταλλογένεση συντελέστηκε στο Κατώτερο Τριτογενές και συνεχίστηκε ασθενέστερη και κατά το Νεογενές. Μια νεότερη υπόθεση (LeJeu, 1969) θεωρεί ότι τα μεταλλεύματα αυτό είναι ηφαιστειοϊζηματογενή και συνδέονται γενετικά με την ηφαιστειακή δραστηριότητα που δημιούργησε τους σχιστολίθους της Καισαριανής. Η μεταλλογένεση σχετίζεται επίσης με φαινόμενα χέρσευσης και διάβρωσης του συστήματος κατώτερου μαρμάρου - σχιστολίθων, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα την καρστικοποίηση των ανθρακικών πετρωμάτων και τη μεταφορά, από υδροθερμικό διαλύματα, μετάλλων που αποτέθηκαν μέσα σε καρστικά έγκοιλα ή ρωγμές. Ωστόσο, και οι δύο παραπάνω απόψεις παρουσιάζουν πολλά αδύνατα σημεία και δεν είναι γενικό αποδεκτές.

Η περιεκτικότητα του μεταλλεύματος σε άργυρο (Ag) κυμαινόταν στο αρχαίο Λαύριο από 40 έως 25.000 γραμμάρια Ag ανά τόνο μολύβδου (Pb), ενώ σήμερα είναι μόλις 40-250 γραμμάρια Ag ανά τόνο Pb, Η ετήσια παραγωγή ανερχόταν σε 1.000 αργυρά τάλαντα, δηλαδή 27 περίπου τόνους αργύρου, ο τίτλος καθαρότητας του οποίου ήταν 97,8%. Η σταδιακή εξάντληση των μεταλλευμάτων του Λαυρίου οδήγησε μεταπολεμικό στην έρευνα με βαθιές γεωτρήσεις, για την ανακάλυψη νέων βαθύτερων τομέων μεταλλοφορίας.

Οι γεωτρήσεις αυτές έγιναν στις περιοχές μεταξύ Πλάκας και Καμάριζας, στο Σούνιο, στο Βρωμοπούσι, δυτικά της Καμάριζας και αλλού. Από τις έρευνες, μεταλλευτικό ενδιαφέρον παρουσίασε η περιοχή Βρωμοπούσι, στη βορειοανατολική ακτή του Λαυρίου. Στη θέση αυτή απαντά μέταλλευμα από γαληνίτη και σφαλερίτη, το οποίο, παρά τη μικρή περιεκτικότητά του σε μολύβδο και ψευδάργυρο (2% περίπου), παρέχει δυνατότητα εκμετάλλευσης με τις σύγχρονες τεχνικές εξόρυξης και εμπλουτισμού των φτωχών μεταλλευμάτων ωστόσο, δεν δημιουργήθηκε κανένας νέος μεταλλευτικός τομέας, έτσι η παραγωγή εξακολούθησε ως τα τελευταία χρόνια να γίνεται σε περιορισμένη κλίμακα στα παλιά μεταλλευτικά κέντρα. Η αρχή της μεταλλευτικής δραστηριότητας στο Λαύριο είναι άγνωστη.

3.3 Ιστορικά γεγονότα

Το 1860, ο Ιταλός Σερπιέρι πληροφορείται την ύπαρξη των μεταλλευμάτων του Λαυρίου από ένα κομμάτι σμισθονίτη που είχε απορριφθεί από το έρμα ενός πλοιαρίου σε μια ακτή της Σαρδηνίας ή κατ' άλλους της Μασσαλίας. Το κομμάτι αυτό προερχόταν από τα απορρίμματα των μεταλλείων του αρχαίου Λαυρίου. Το 1864 ο Σερπιέρι ιδρύει την ιταλογαλλική μεταλλευτική εταιρεία "Serpieri Roux de Fraissinet", ενώ το 1873 αποζημιώνεται με το ποσό των 35.000.000 φράγκων και παραχωρεί τα δικαιώματα της εταιρείας, πάνω στις σκωρίες και στα άλλα απορρίμματα του αρχαίου Λαυρίου, στην



Εικ. 8. Άποψη εισόδου μεταλλείου στο Λαύριο

Τράπεζα Κωνσταντινουπόλεως, που εκπροσωπούσαν από τον Ανδρέα Συγγρό.

Τελικά, τον ίδιο χρόνο ιδρύεται και λειτουργεί η “Ελληνική Εταιρεία Μεταλλουργείων Λαυρίου” και το 1875 η “Γαλλική Εταιρεία Μεταλλείων Λαυρίου”, οι οποίες αντικατέστησαν την αρχική εταιρεία του Σερπιέρι. Από τις εταιρείες αυτές, η πρώτη λειτούργησε ως το 1917, οπότε απορροφήθηκε από την επίσης ελληνική εταιρεία “Mediterranean Mines Inc”, ενώ η δεύτερη συνέχισε τις δραστηριότητές της ως τη δεκαετία του 1970, οπότε σταμάτησε την εξόρυξη, επειδή έκρινε ότι εξαντλήθηκαν τα απολήψιμα αποθέματα. Το 1983, η εταιρεία κρατικοποιήθηκε και επαναλειτούργησε με τη συμμετοχή της τοπικής Αυτοδιοίκησης, κάτω

από την επωνυμία "Μεταλλουργική-Μεταλλευτική Εταιρεία Λαυρίου". Η εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου της Λαυρεωτικής, από τα αρχαία ακόμη χρόνια, είχε ως αποτέλεσμα τη διαταραχή του οικοσυστήματος, τόσο στη χέρσο όσο και στους γύρω όρμους. Τα υλικά που άφησαν οι Αρχαίοι Έλληνες μετά την εκμετάλλευση των πλουσιότερων μεταλλευμάτων είναι οι σκωρίες, οι εκβολάδες, οι πλυνίτες και ο λιθάργυρος. Οι σκωρίες, που εμφανίζονται

σε μεγαλύτερο ποσοστό, είναι το υλικό που έμενε στις καμίνους μετά την τήξη του μεταλλεύματος για την παραλαβή του αργυρούχου μολύβδου. Οι εκβολάδες αποτελούσαν το φτωχό μέταλλευμα που άφηναν οι αρχαίοι μετά τη χειροδιαλογή μέσα στις επιμήκεις υπόγειες στοές, ενώ οι πλυνίτες ήταν το στείρο τριμμένο μέταλλευμα που προερχόταν από τον εμπλουτισμό με έκπλυση του πτωχού μεταλλεύματος. Τέλος, ο



Εικ. 9. Παλαιά Γαλλική Σκάλα

λιθάργυρος (οξειδίο του μολύβδου) περιλάμβανε τα υπολείμματα του μολυβδούχου αργύρου, μετά την παραλαβή του αργύρου με τη μέθοδο της κυπέλλωσης. Τα υλικά αυτά για δύο περίπου χιλιετίες επηρέασαν την ιζηματογένεση των όρμων της Λαυρεωτικής. Από το 1868 και έπειτα παρατηρήθηκε συσσώρευση νέων υλικών και εξαφάνιση των παλιότερων που είχαν απομείνει στην επιφάνεια. Τα νέα αυτά υλικά προέρχονταν από την επεξεργασία των παλιών σκωριών και των εκβολάδων, καθώς και από την εκμετάλλευση του πτωχού σε άργυρο, αλλά πλούσιου σε ψευδάργυρο, σίδηρο και χαλκό, μεταλλεύματος που άφησαν οι Αρχαίοι Έλληνες.

Σήμερα, τα άχρηστα υλικά που προέρχονται από την επεξεργασία των μεταλλευμάτων απορρίπτονται στους όρμους γύρω από το Λαύριο, με αποτέλεσμα τη διαταραχή του ευρύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος, Κυρίως στον Δίαυλο Μακρονήσου. Από την παλαιότερη, πολύ έντονη μεταλλευτική (πρωτογενή και δευτερογενή) δραστηριότητα διατηρούνται μέχρι σήμερα εγκαταστάσεις παραγωγής μαλακού αντιμονιούχου μολύβδου, μολυβδοφύλλων, μολυβδοσωλήνων, λιθαργύρου, μινίου, αρσενικού, αργύρου, ψευδαργύρου και οξειδίου του ψευδαργύρου. Το 1977 έκλεισαν οριστικά τα μεταλλεία. Οι μεταλλουργικές εγκαταστάσεις του Λαυρίου λειτουργούσαν μέχρι το 1989 όπου μεταφέρονται για επεξεργασία μεταλλεύματα από άλλες περιοχές. Το 1992 οι εγκαταστάσεις της Γαλλικής εταιρίας αγοράστηκαν από το ελληνικό κράτος, με σκοπό τη δημιουργία ενός Τεχνολογικού-Πολιτιστικού Πάρκου, εγχείρημα που το ανέλαβε το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

4. Περιοχή Αργολίδας

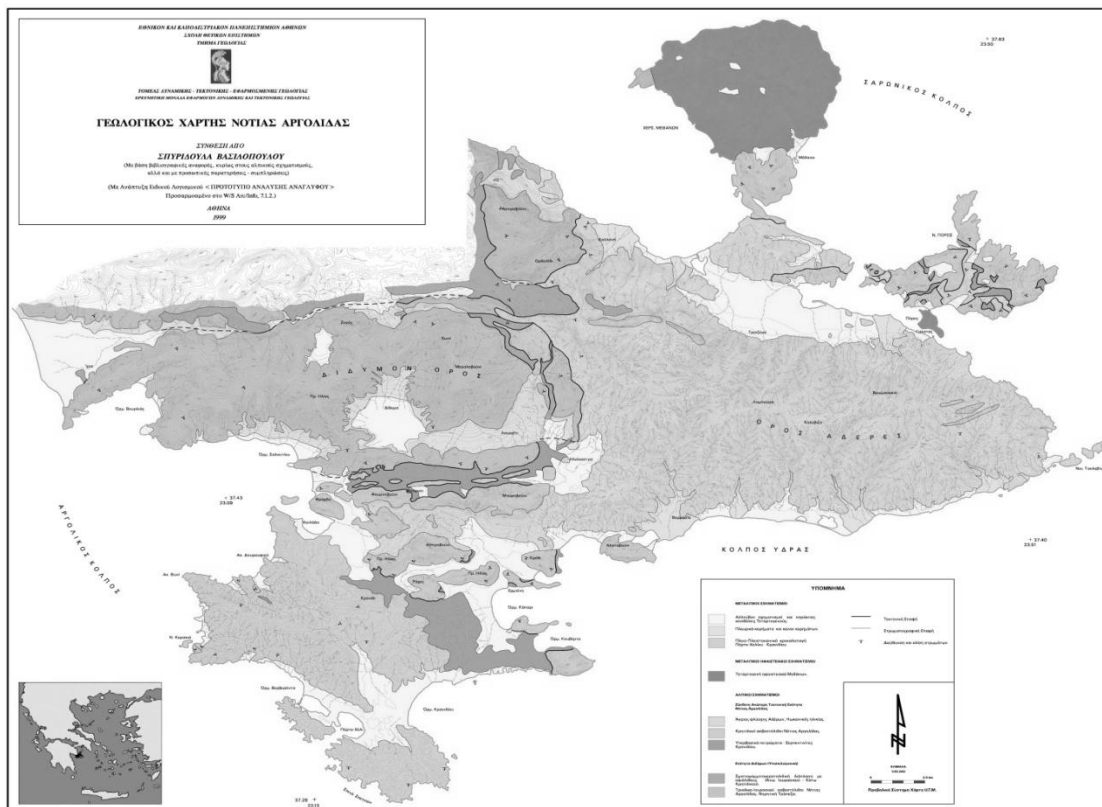
4.1 Γεωλογική δομή

Η Πελοπόννησος καταλαμβάνει το ΝΔ τμήμα του Δειναροταυρικού τόξου στο χώρο των Ελληνίδων οροσειρών. Σύμφωνα με τις έρευνες των τελευταίων ετών, οι γεωλογικές ενότητες που τη δομούν είναι, εκτός από την αυτόχθονη σειρά των Πλακωδών ασβεστολίθων (Plattenkalk), που εμφανίζονται κυρίως στη χερσόνησο της Μάνης, η Ιόνια ζώνη, η ζώνη Γαββρόβου-Τρίπολης, η ζώνη Πίνδου, η Φυλλιτική-Χαλαζιτική σειρά στην οποία εμφανίζονται με τη μορφή τεκτονικού παραθύρου οι Πλακώδεις ασβεστόλιθοι και τέλος η Πελαγονική ζώνη.

Η χερσόνησος της Αργολίδας αποτελεί ανεξάρτητη ενότητα από την υπόλοιπη Πελοπόννησο, καθώς διαχωρίζεται από αυτή με το βύθισμα του Άργους – Δερβενακίων – Χιλιομοδίου – Κορίνθου.

Η γεωλογική θέση της Αργολίδας περιλαμβάνει δύο μεγάλες καλυμματικές ενότητες (Ασκληπιείου και οφιολιθική), οι οποίες έχουν επωθηθεί πάνω στους αυτόχθονους

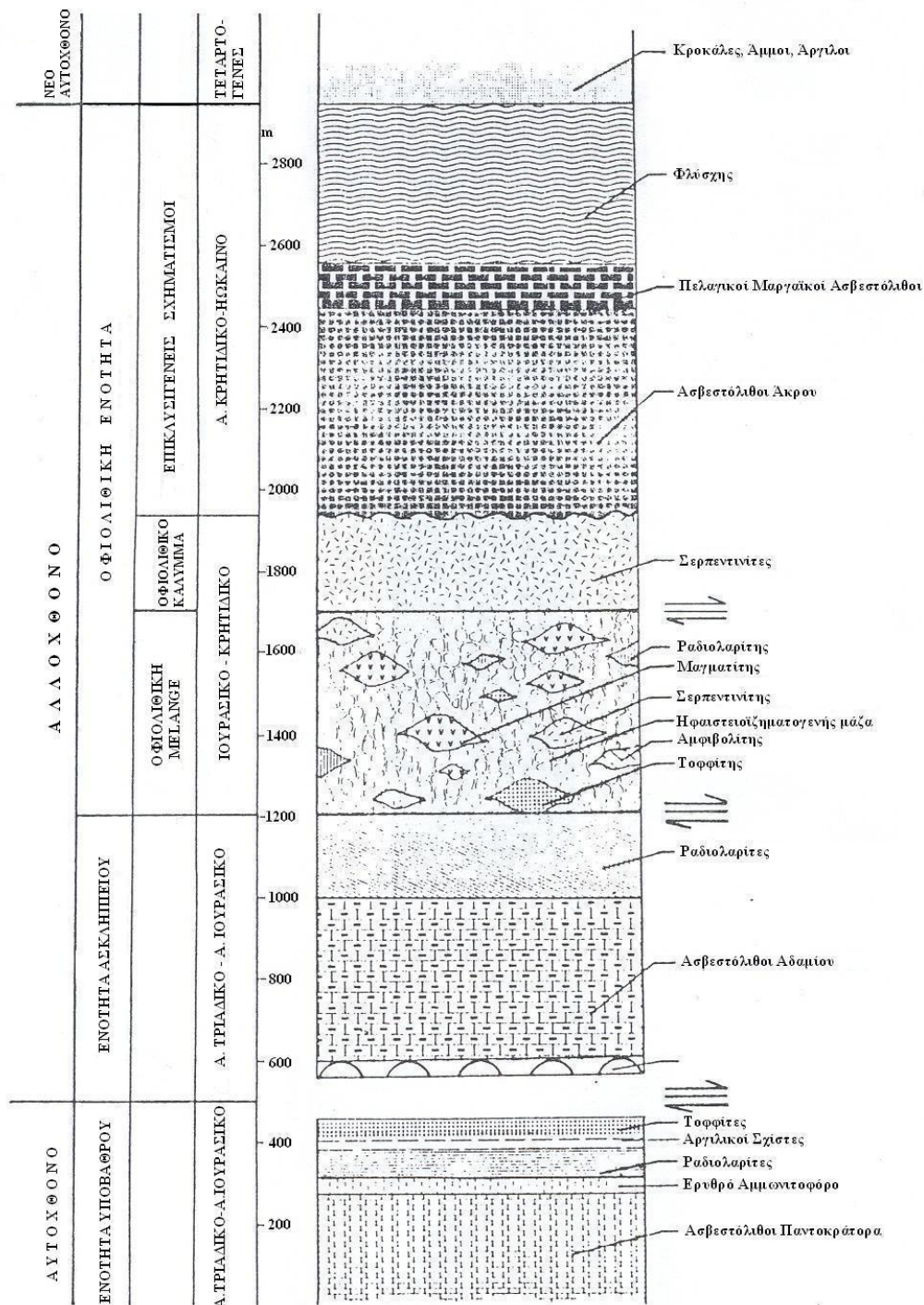
σχηματισμούς (Ενότητα Υποβάθρου) (Εικ. 10, 11 & 12). Η ανώτερη ενότητα αποτελείται από μία οφιολιθική μέlange στη βάση και υπερκείμενα υπολείμματα οφιολιθικού καλύμματος. Η οφιολιθική μέlange χαρακτηρίζεται από ένα ετερογενές χαοτικό μίγμα διαφόρων τύπων και ποικίλου μεγέθους πετρωμάτων, τα οποία είτε εφάπτονται τεκτονικά μεταξύ τους είτε περιβάλλονται από μία κλαστική μάζα. Πετρογραφικές μελέτες πιστοποιούν την ύπαρξη των εξής λιθοτύπων: σερπεντινίτες, πυροξενίτες, ποικιλίες γαββρικών και βασαλτικών πετρωμάτων, τοφφίτες, αργιλικόι σχίστες, ραδιολαρίτες και πελαγικοί ασβεστόλιθοι. Το υπερκείμενο συμπαγές οφιολιθικό κάλυμμα, αποτελείται από διάσπαρτες εμφανίσεις σερπεντινίτη, χαρτσβουργιτικής σύστασης. Η επώθηση της οφιολιθικής ενότητας πάνω στην ενότητα του Ασκληπειείου και η μετέπειτα προέλαση και των δύο αυτών πάνω στην αυτόχθονη ενότητα, τοποθετείται στην περίοδο Ανώτερο Ιουρασικό – Κατώτερο Κρητιδικό της Ηωελληνικής φάσης. Κατά τη μεταφορά αυτή, τμήματα του οφιολιθικού καλύμματος ενσωματώθηκαν στην οφιολιθική μέlange ως τεκτονικά τεμάχια, δημιουργώντας έτσι ένα σχηματισμό, ο οποίος αποτελεί προϊόν μικτών συνιζηματογενών και τεκτονικών διεργασιών.



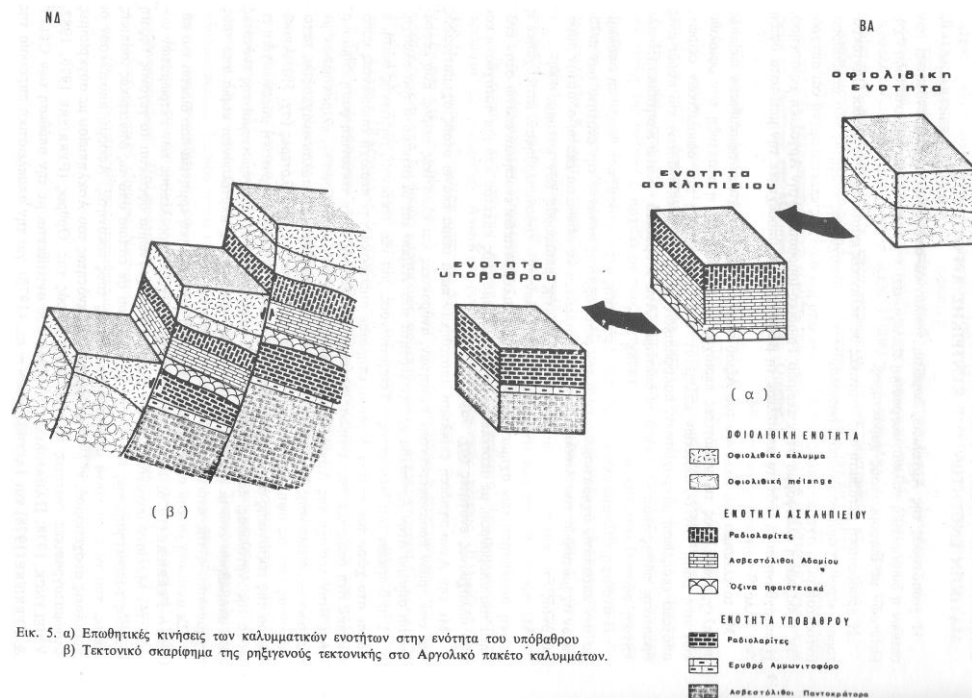
Εικ. 10. Γεωλογικός χάρτης της Αργολίδας.

Η έντονη ρηξιγενής τεκτονική της περιόδου Νεογενές-Τεταρτογενές, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός συστήματος κλιμακοειδών μεταπτώσεων, με συνέπεια την

αποτύπωση της χαρακτηριστικής μορφολογίας της περιοχής, όπου η ανώτερη οφιολιθική ενότητα καταλαμβάνει τα χαμηλότερα τοπογραφικά σημεία (Εικ 12).



Εικ. 11. Παραστατική στρωματογραφική στήλη της γεωλογικής δομής της Αργολίδας.

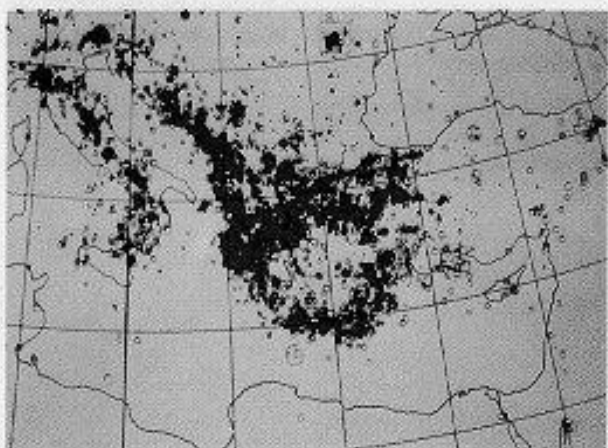


Εικ. 12. α) Εποθητικές κινήσεις των καλυμματικών ενοτήτων στην ενότητα του υποβάθρου. β) Τεκτονικό σκαρίφημα της ρηξιγενούς τεκτονικής στο Αργολικό πακέτο καλυμμάτων.

5. Περιογή Μεθάνων

5.1 Η σημερινή Γεωλογική θέση της Ελλάδας

Ο ελληνικός χώρος βρίσκεται στο όριο επαφής και σύγκλισης της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας. Για το λόγο αυτό, η ενεργός τεκτονική στο χώρο αυτό είναι έντονη, όπως εξάλλου δείχνει η μεγάλη σεισμικότητα, η παραμόρφωση των διαφόρων γεωλογικών ζωνών και τα ηφαιστειακά φαινόμενα που παρατηρούνται στην περιοχή (Εικ. 13).



Εικ. 13. Χωρική κατανομή των ισχυρών σεισμών που συνέβησαν στον Ελληνικό χώρο αυτό τον αιώνα.

Τα πιο εντυπωσιακά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης του χώρου αυτού είναι η "ελληνική τάφρος", το "ελληνικό τόξο" και η "λεκάνη του βορείου Αιγαίου".

Η ελληνική τάφρος αποτελείται από μια σειρά θαλάσσιων λεκανών που έχουν βάθη μέχρι 5 Km. Αυτή είναι παράλληλη προς το ελληνικό τόξο και περιλαμβάνει μικρότερες γραμμικές τάφρους, όπως είναι οι τάφροι του Πλινίου και του Στράβωνα νοτιοανατολικά της

Κρήτης και η τάφος του Ιονίου πελάγους.

Το **ελληνικό τόξο** αποτελείται από το εξωτερικό ιζηματογενές τόξο, το οποίο συνδέει τις Δειναρικές Άλπεις με τις Τουρκικές Ταυρίδες διαμέσου των Ελληνίδων οροσειρών, των Ιονίων νήσων, της Κρήτης και της Ρόδου, και από το εσωτερικό ηφαιστειακό τόξο, το οποίο είναι παράλληλο προς το ιζηματογενές τόξο και βρίσκεται σε μια μέση απόσταση 120 Km. απ' αυτό.

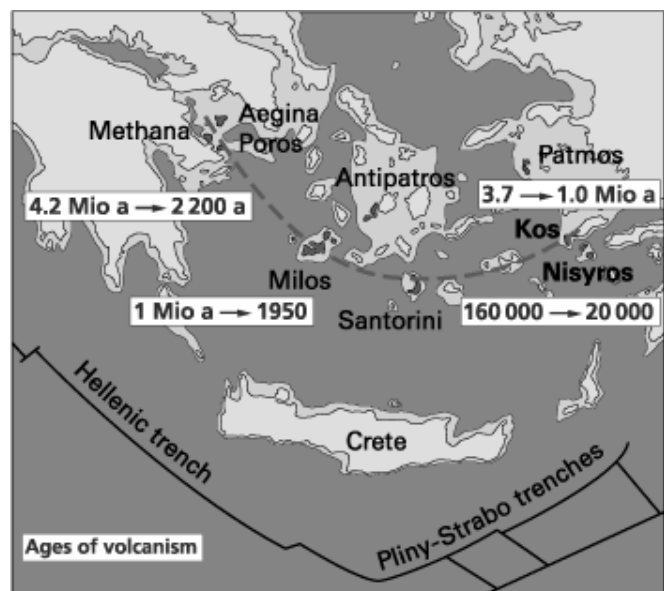
Το **ηφαιστειακό τόξο** αποτελείται από διάφορα ηφαιστειακά νησιά, ανδεδειχτικά ενεργά ηφαίστεια (Μέθανα, Σαντορίνη, Νίσυρος) και θειονιές (Εικ. 14). Μεταξύ του ιζηματογενούς και του ηφαιστειακού τόξου βρίσκεται η λεκάνη του Κρητικού πελάγους (λεκάνη νοτίου Αιγαίου), της οποίας το βάθος φθάνει τα 2000 m. περίπου.

Η κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών (βάθος μικρότερο των 60 km.) οριοθετεί διάφορες σεισμικές ζώνες. Η κυριότερη είναι αυτή που εκτείνεται κατά μήκος της εξωτερικής (κοίλης) πλευράς του Ελληνικού τόξου, δηλαδή, ακτές δυτικής Ελλάδας, Ιόνια νησιά, ΝΔ Πελοπόννησος, νότια Κρήτη, Κάρπαθος, Ρόδος.

5.2 Τα ηφαίστεια της Ελλάδας

Στην Ελλάδα, σήμερα, έχουμε ενεργά ηφαίστεια κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου, με ιδιαίτερη δράση στο ηφαίστριο της Σαντορίνης και της Νισύρου (Εικ. 14). Τα ηφαίστεια του σημερινού ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου είναι σχετικά πρόσφατα, μια και η ηλικία των παλαιότερων λαβών δεν ξεπερνάει τα 4,2 εκατομμύρια χρόνια.

Παλαιότερα, πριν από 15 - 6 εκατομμύρια χρόνια από σήμερα, είχαμε ηφαίστεια στα νησιά του ανατολικού Αιγαίου (Λέσβο, Χίο, Σάμο, Πάτμο, Κω), ενώ ακόμη παλαιότερα, πριν από 35-20 εκατομμύρια χρόνια, είχαμε ηφαίστεια στο βόρειο Αιγαίο (Αλεξανδρούπολη, Σαμοθράκη, Λήμνο, Άγιο Ευστράτιο, Λέσβο).



Εικ. 14. Ηλικίες ηφαιστειακών κέντρων.

5.3 Τα ηφαίστεια του Σαρωνικού κόλπου

Τα ηφαίστεια του Σαρωνικού κόλπου σχηματίζουν το βόρειο γήινο κομμάτι του

ηφαιστειακού τόξου του νοτίου Αιγαίου, το οποίο διέρχεται κατά μήκος του όγκου των Κυκλάδων. Αυτό (το βόρειο γήινο κομμάτι) περιλαμβάνει τα ηφαίστεια από την Κρομμυονία την Αίγινα, τα Μέθανα, τον Πόρο, την Μήλο, την Σαντορίνη, την Νίσυρο, την Κω και καταλήγει στη χερσόνησο της Αλικαρνασσού, της Μικράς Ασίας (Εικ. 14).

Τα ηφαίστεια σχηματίστηκαν μετά την Αλπική ορογένεση και την ανάδυση του Αιγαίου και χαρακτηρίζονται από ασβεσταλκαλικά μάγματα. Τα ηφαίστεια της Σαντορίνης, της Νισύρου και των Μεθάνων θεωρούνται ενεργά.

5.4 Τα ηφαίστεια των Μεθάνων

Η ηφαιστειότητα στα Μέθανα ξεκίνησε από το Πλειόκαινο. Ραδιοχρονολογήσεις στα ηφαιστειακά πετρώματα έδωσαν ηλικίες 0,9-0,29 Ma. Μέχρι τώρα έχουν βρεθεί στην χερσόνησο 30 ηφαιστειακά κέντρα (Εικ. 15). Τα τελευταία κέντρα που έδρασαν είναι της Καμμένης Χώρας και του Αγίου Ανδρέα. Η έκρηξη του ηφαιστείου της Καμμένης Χώρας αναφέρεται από τους Στράβωνα, Οβίδιο και Παισανία.

Η ακριβής χρονολογία της έκρηξης αυτής δεν μας είναι γνωστή αλλά πρέπει να συνέβη γύρω στο 240-230 π.Χ. Ο κύριος κρατήρας του νεότερου αυτού ηφαιστείου βρίσκεται στην κορυφή κώνου 412m, έχει διάμετρο 100m περίπου και βάθος 25-30m.



Εικ. 15. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης των Μεθάνων.