

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΜΑΡΙΑ-ΝΕΦΕΛΗ Ι. ΓΕΩΡΓΑΚΗ

ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ Π.Ε ΔΡΑΜΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2018





ΜΑΡΙΑ-ΝΕΦΕΛΗ Ι. ΓΕΩΡΓΑΚΗ

Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5272

ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ Π.Ε ΔΡΑΜΑΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας

Επιβλέπων

Αν. Καθηγητής, Καντηράνης Νικόλαος



© Μαρία-Νεφέλη Ι. Γεωργάκη, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ Π.Ε ΔΡΑΜΑΣ– *Διπλωματική Εργασία*

© Maria-Nefeli I. Georgaki, School of Geology, Dept. of Mineralogy-Petrology-Economic Geology, 2018

All rights reserved.

THE INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS OF EASTERN MACEDONIA, WITH
EMPHASIS ON REGIONAL UNITY OF DRAMA– *Bachelor Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα Εξωφύλλου: Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών του τμήματος Γεωλογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών, του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, στην κατεύθυνση Ορυκτολογίας- Πετρολογίας.

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω τον κ Ν. Καντηράνη Αν. Καθηγητή και επιβλέποντα της διπλωματικής μου, για την πολύτιμη καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους υπαλλήλους του επιστημονικού ερευνητικού κλάδου ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών) για την ωφέλιμη βοήθεια που μου πρόσφεραν ώστε να συγκεντρώσω τα απαραίτητα στοιχεία που χρειαζόμουν. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Ι. Χατζηπαναγή, Δρ. Γεωλόγο, για όλο το ενδιαφέρον που έδειξε και για τις πολύτιμες συμβουλές του.

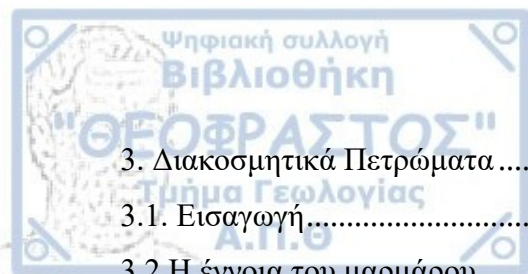
Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω καθώς και να αφιερώσω την πτυχιακή μου εργασία στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια φοίτησης στο τμήμα Γεωλογίας του ΑΠΘ.





Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	3
1.1.1 Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδος	3
1.1.2 Η γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης	4
1.1.3 Η γεωλογία της Δυτικής Ροδόπης	5
1.1.4 Ανατολική Μακεδονία (Π.Ε Δράμας-Φαλακρό Όρος)	6
1.1.5 Λιθολογία της ευρύτερης περιοχής του Φαλακρού Όρους	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	13
2.1. Βιομηχανικά Ορυκτά και πετρώματα	13
2.2 Άστριοι	16
2.2.1 Άστριοι: γενικά χαρακτηριστικά	16
2.2.2 Ιδιότητες	16
2.2.3 Εφαρμογές	17
2.2.4 Άστριοι Π.Ε. Δράμας	17
2.3 Καολίνης	19
2.3.1 Καολίνης: γενικά χαρακτηριστικά	19
2.3.2 Ιδιότητες	19
2.3.3 Εφαρμογές	19
2.3.4 Καολίνης της Π.Ε Δράμας	20
2.4 Γραφίτης	22
2.4.1 Γραφίτης: γενικά χαρακτηριστικά	22
2.4.2 Ιδιότητες	22
2.4.3 Εφαρμογές	22
2.4.4 Γραφίτης της Π.Ε Δράμας	23
2.5 Βολλαστονίτης	25
2.5.1 Βολλαστονίτης: γενικά χαρακτηριστικά	25
2.5.2 Ιδιότητες	25
2.5.3 Εφαρμογές	25
2.5.2 Βολλαστονίτης της Π.Ε Δράμας	26



3. Διακοσμητικά Πετρώματα	27
3.1. Εισαγωγή.....	27
3.2 Η έννοια του μαρμάρου	31
3.3 Διακοσμητικά Πετρώματα της Π.Ε. Δράμας.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	41



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ορθή αξιοποίηση των ορυκτών πόρων μιας περιοχής ή Χώρας, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την οικονομική ευρωστία της. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τους ορυκτούς πόρους της Ανατολικής Μακεδονίας, δίνοντας έμφαση στην Περιφερειακή Ενότητα Δράμας. Έχει ως σκοπό την κατανόηση της ιδιαιτερότητας και μοναδικότητας της περιοχής, καθώς επίσης και την εξέταση των προϋποθέσεων που θα εξασφαλίσουν ταυτόχρονα τη βιωσιμότητα, την ανταγωνιστικότητα και την εξέλιξη της. Η Π.Ε Δράμας παρουσιάζει σημαντική διαθεσιμότητα βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων (άστριοι, καολίνης, βολλαστονίτης κ.ά.), τα οποία τροφοδοτούν ποικίλες δραστηριότητες σε όλο το εύρος της ελληνικής επικράτειας, αλλά και εκτός αυτής. Μεταξύ των υπό μελέτη περιοχών, η περιοχή του Σιδηρόνερου και Χρυσοκέφαλου ξεχωρίζουν για την περιεκτικότητα τους σε καολίνη και αστρίους, ενώ στο όρος Φαλακρό εντοπίζονται σημαντικές ποσότητες διακοσμητικών πετρωμάτων.



THE INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS OF EASTERN MACEDONIA, WITH EMPHASIS ON REGIONAL UNITY OF DRAMA

Maria-Nefeli I. Georgaki

ABSTRACT

The proper exploitation of mineral resources determines greatly the status of a region or country. In this paper the mineral resources from Eastern Greek Macedonia, emphasizing on the Regional Unity of Drama, were presented. The aim is the understanding of the peculiarity and uniqueness of the area as well as the examination of the conditions which will at the same time ensure viability, competitiveness and its development. The R.U. of Drama has significant availability of industrial minerals and rocks (kaolin, feldspar, wollastonite etc.), which serve various activities throughout the Greek territory and beyond. Among the researched areas, the region of Sidironero and Chrysokefalo differentiate for their kaolin content and feldspar whereas on the Falakro Mountain significant quantities of decorative stones were detected.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαθεσιμότητα των ορυκτών πρώτων υλών παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και στην πρόοδο της σύγχρονης κοινωνίας. Τόσο σε ευρωπαϊκό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, η οικονομία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σωστή εκμετάλλευση και αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών.

Η Ελλάδα, διαθέτει σημαντικό ορυκτό πλούτο, ο οποίος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τη βιομηχανία και την αξιοποίηση του σε ποικίλες εφαρμογές. Μία μεγάλη ποικιλία ορυκτών και μεταλλευμάτων με αξιόλογη ποιότητα και ποσότητα, αποτέλεσε και επιβάλλεται να αποτελέσει τον βασικό πυλώνα της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας. Η Ελλάδα είναι σημαντική παραγωγός βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων και βρίσκεται για ορισμένα από αυτά σε υψηλή θέση στην παγκόσμια κατάταξη. Μία σειρά κλάδων όπως η παραγωγή πυρίμαχων υλικών, κεραμικών, δομικών υλικών κ.ά. καθορίζεται από την ύπαρξη και την εκμετάλλευσή τους.

Η Ανατολική Μακεδονία, και ιδιαίτερα η Περιφερειακή Ενότητα Δράμας, αποτελεί μία από τις πλουσιότερες περιοχές σε ορυκτές πρώτες ύλες. Στην περιοχή αυτή απαντάται ένα σημαντικός αριθμός ορυκτών και πετρωμάτων ιδιαίτερης σημασίας για τη βιομηχανία του τόπου μας, όπως μάρμαρα, καολίνης και άστριοι. Το μεγαλύτερο ποσοστό εκμεταλλεύσιμων ορυκτών και πετρωμάτων υπάρχουν στην περιοχή του Φαλακρού Όρους και στις ορεινές δομές γύρω από αυτή.

Σημαντικές ανάγκες της εγχώριας βιομηχανίας καλύπτονται από τα βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα της Ανατολικής Μακεδονίας, λαμβάνοντας υπόψη τα φυσικά, χημικά και ορυκτολογικά χαρακτηριστικά τους, ενώ η εξόρυξη του μαρμάρου παίζει καταλυτικό ρόλο στις εξαγωγές.

1.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

1.1.1 Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδος

Οι οροσειρές της Ελλάδος ανήκουν στο Διναρικό κλάδο του Αλπικού συστήματος. Χωρίζονται σε γεωτεκτονικές ζώνες, που εΐθισται να τις ονομάζουν «Ελληνίδες Οροσειρές» (Μουντράκης, 2010). Τα χαρακτηριστικά των «Ελληνίδων Οροσειρών» είναι άρρηκτα συνδεδεμένα, με τη παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της καθεμίας, καθώς και με την τεκτονική παραμόρφωση που υφίστανται.

Έτσι, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους (τεκτονική συμπεριφορά, λιθολογικοί χαρακτήρες, στρωματογραφική ακολουθία των ιζημάτων), η καθεμία έχει ένα σημαντικό ρόλο στο σύστημα της γεωδυναμικής εξέλιξης, γεγονός που τις διαχωρίζει.

Σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις, οι γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας κατατάσσονται από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά ως εξής (Εικ. 1.):

1. **Η μάζα της Ροδόπης**
2. Η Σερβομακεδονική ζώνη
3. Η Περιοδοπική ζώνη
4. Η ζώνη Αξιού
5. Η Πελαγονική ζώνη
6. Η Αττικό-Κυκλαδική ζώνη
7. Η Υποπελαγονική ζώνη
8. Η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας
9. Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου
10. Η ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης
11. Η Αδριατικοϊόνιος ζώνη
12. Η ζώνη των Παξών

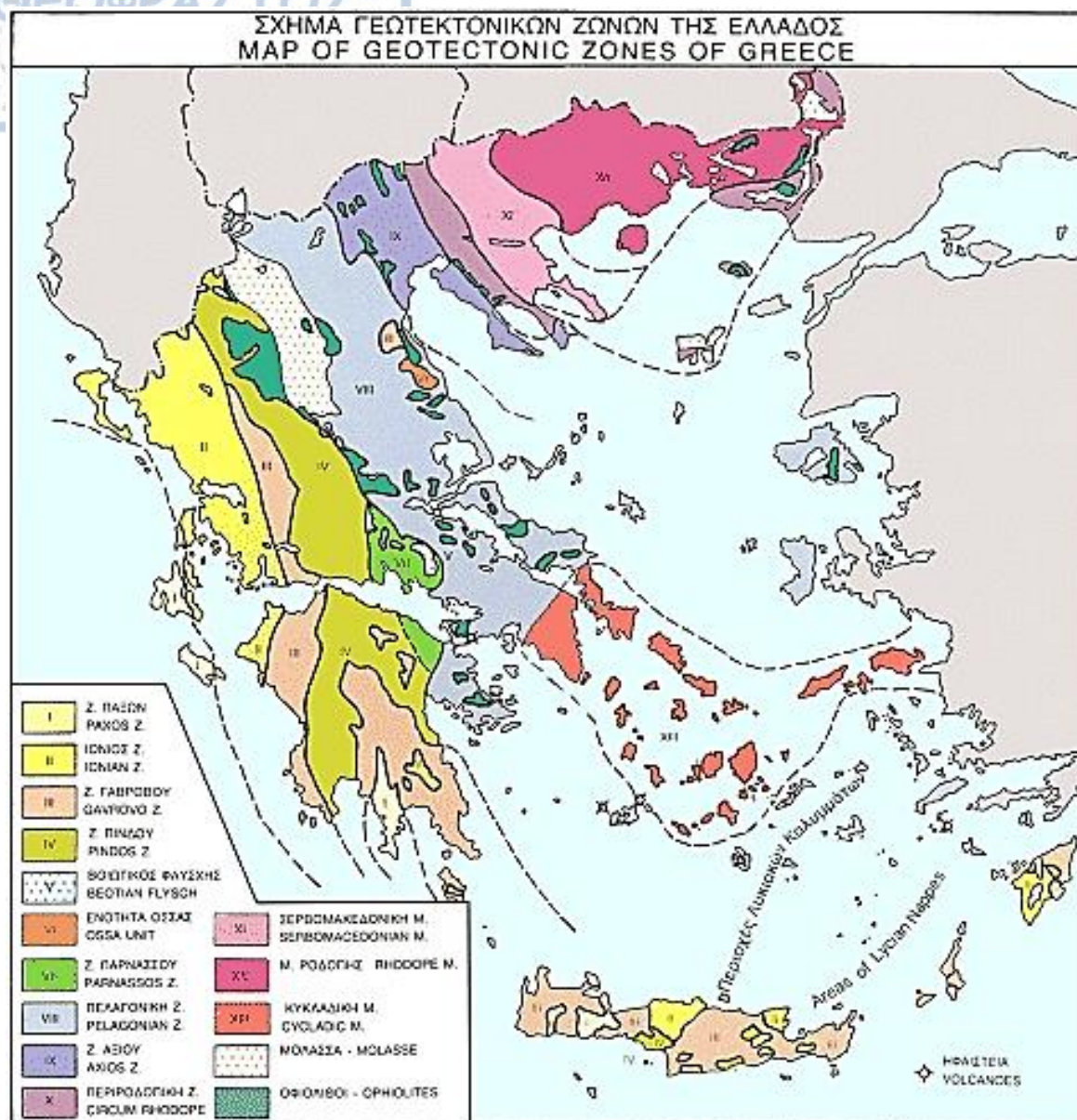
Η Π.Ε. Δράμας ανήκει στη μάζα της Ροδόπης τα χαρακτηριστικά της οποίας θα αναπτυχθούν με περισσότερη λεπτομέρεια παρακάτω.

1.1.2 Η γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης

Η γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης αποτελείται από:

- i. Τον ορεινό όγκο της Ροδόπης
- ii. Τη Θράκη
- iii. Τη Νότια Βουλγαρία
- iv. Την Ανατολική Μακεδονία με δυτικό όριο τη γραμμή του Στρυμόνα ποταμού**
- v. Και τέλος, τη νήσο Θάσο

Εκτείνεται κατά μήκος των Ελληνοβουλγαρικών συνόρων καλύπτοντας μεγάλες εκτάσεις και από τις δύο χώρες, καθώς και ένα μικρό κομμάτι της βορειοδυτικής Τουρκίας. Στα δυτικά της, χωρίζεται από τη Σερβομακεδονική ζώνη με τη γραμμή του Στρυμόνα ποταμού, ενώ νότια-νοτιοανατολικά συνορεύει με την Περιοδοπική ζώνη (Μουντράκης, 2010). Στα βόρεια και εντός της Βουλγαρικής επικράτειας χωρίζεται από τη ζώνη Srednagora με το ρήγμα Marica (Ivanov, 1988).



Εικόνα 1. Γεωτεκτονικές ζώνες του Ελληνικού χώρου (orykta.gr, 2018)

1.1.3 Η γεωλογία της Δυτικής Ροδόπης

Η μάζα της ελληνικής Ροδόπης διαιρείται σε δύο τεκτονικές ενότητες: στα βόρεια, στην ανώτερη τεκτονική ενότητα του Σιδηρόνερου και στα δυτικά, στην κατώτερη τεκτονική ενότητα του Παγγαίου, που καλείται νοτιοδυτική Ροδόπη (Papanikolaou & Panagopoulos, 1981).

Η ενότητα του Σιδηρόνερου, η οποία συγκροτείται από παλαιότερης ηλικίας πετρώματα, πολύ υψηλότερου βαθμού μεταμόρφωσης (ορθογενέσιους, μαρμαρυγικούς

σχιστόλιθους, αμφιβολίτες, λεπτές ενστρώσεις μαρμάρων, μιγματίτες), διαχωρίζεται από την κατώτερη ενότητα του Παγγαίου με ένα μεγάλο ρήγμα διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ, το ρήγμα του Νέστου (Σχ. 1). Αξίζει να σημειωθεί ότι η ενότητα Παγγαίου περιλαμβάνει νεότερης ηλικίας πετρώματα και αποτελείται από μάρμαρα με εναλλαγές σχιστόλιθων (Σχ. 2). Τα πετρώματα της μάζας της Ροδόπης συνιστούν μια παλαιοζωική κρυσταλλοσχιστώδη μάζα που έχει δεχθεί διάφορες φάσεις μεταμόρφωσης. Οι διαδοχικές αυτές φάσεις μεταμόρφωσης της μάζας της Ροδόπης (Χατζηπαναγής & Βουγιούκας, 2004) είναι:

1. Γενική μεταμόρφωση πιθανόν αμφιβολιτικής φάσης κατά το Παλαιοζωικό
2. Εκλογιτική μεταμόρφωση κατά το Κρητιδικό
3. Αμφιβολιτική μεταμόρφωση κατά το Ηώκαινο
4. Πρασιχνοσχιστολιθική μεταμόρφωση κατά το Ολιγόκαινο

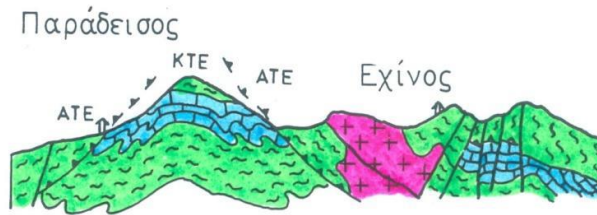
1.1.4 Ανατολική Μακεδονία (Π.Ε Δράμας-Φαλακρό Όρος)

Η Ανατολική Μακεδονία περιλαμβάνει τις περιφερειακές ενότητες Δράμας, Καβάλας, Σερρών.

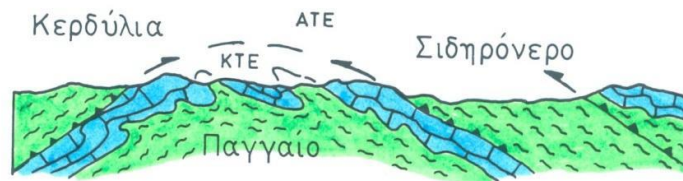
Η Δράμα όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί μία από τις πλουσιότερες Περιφερειακές Ενότητες της Ελλάδας σε Ορυκτές Πρώτες Ύλες, η εκμετάλλευση των οποίων τα τελευταία εξήντα χρόνια έχει συμβάλλει σημαντικά τόσο στην τοπική, όσο και στην εθνική οικονομία.

Οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις βρίσκονται στο Φαλακρό όρος, αλλά και στη γύρω από αυτό περιοχή. Το Φαλακρό όρος ανήκει εξ ολοκλήρου στην Περιφερειακή ενότητα Δράμας, με υψόμετρο 2232 μέτρα. Είναι το υψηλότερο βουνό της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Συνδέεται στα δυτικά με το όρος Μενοίκιο, ενώ στα βορειοανατολικά καταλήγει στην κοιλάδα του Νέστου, που το διαχωρίζει από την Κεντρική Ροδόπη (Χατζηπαναγής, 1991).

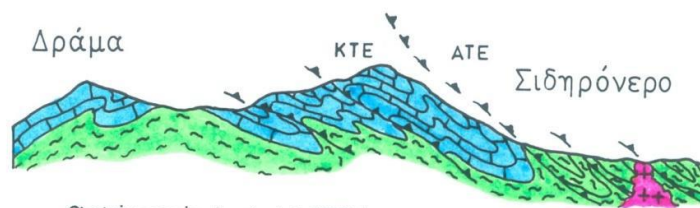
Κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού, μέσα στην ιζηματογενή λεκάνη της Δυτικής Ροδόπης, σχηματίστηκαν τα μεταμορφωμένα πετρώματα του Φαλακρού όρους. Το υπόβαθρο πάνω στο οποίο δημιουργήθηκε η λεκάνη της Ροδόπης, αποτελούνταν από μαγματικά και πιθανώς παλαιότερα μεταμορφωμένα πετρώματα (ενότητα των γνεύσιων). Το γνευσιακό αυτό υπόβαθρο αποτελεί, πιθανώς, μέρος της αραβο-αφρικανικής ηπείρου που είχε αποσπαστεί και βυθιστεί, κατά το Ανώτερο Παλαιοζωικό (Χατζηπαναγής, 1991).



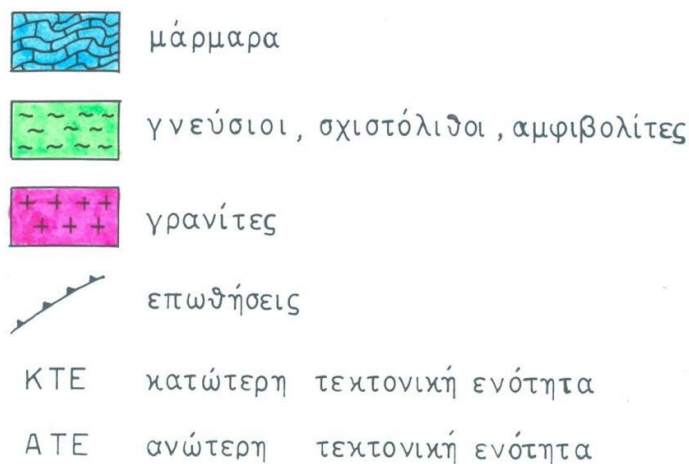
Dimadis E. and Zachos S. (1989)



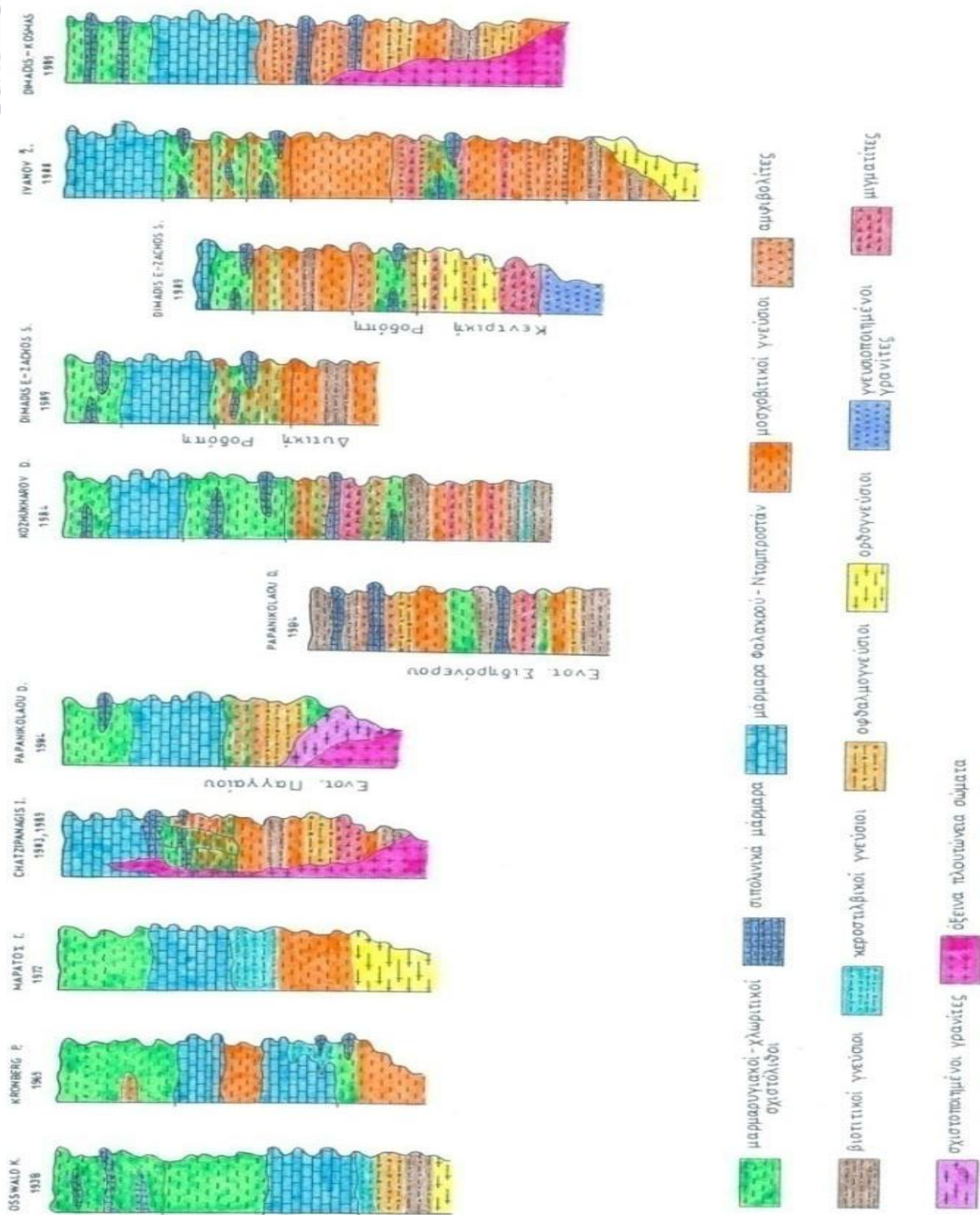
Papanikolaou et al (1984)



Chatzipanagis I. et al (1983)



Σχήμα 1. Γεωλογικές τομές στις οποίες φαίνεται η σχέση των δύο τεκτονικών ενότητων της Δυτικής Ροδόπης (Chatzipanagis et al. 1983, Papanikolaou et al. 1984)



Σχήμα 2. Συγκριτικές λιθοστρωματογραφικές στήλες της Δυτικής και Κεντρικής Ροδόπης (Χατζηπαναγής 1991).

Το Φαλακρό όρος, αποτελείται από τρεις μεγάλες λιθολογικές ενότητες, των οποίων τα υλικά εναλλάσσονται και δημιουργούν πλευρικές διαφοροποιήσεις στην ενιαία γεωλογική ενότητα της περιοχής (Χατζηπαναγής, 1991). Σήμερα, οι τρεις μεγάλες αυτές λιθολογικές ενότητες σχιστόλιθων-γνεύσιων-μαρμάρων-αμφιβολιτών χαρακτηρίζουν τα

πρώτα ιζήματα που αποτέθηκαν στην λεκάνη της Δυτικής Ροδόπης με χαρακτηριστικό το αρχικό πάχος αυτών να κυμαίνεται μεταξύ 300-600m.

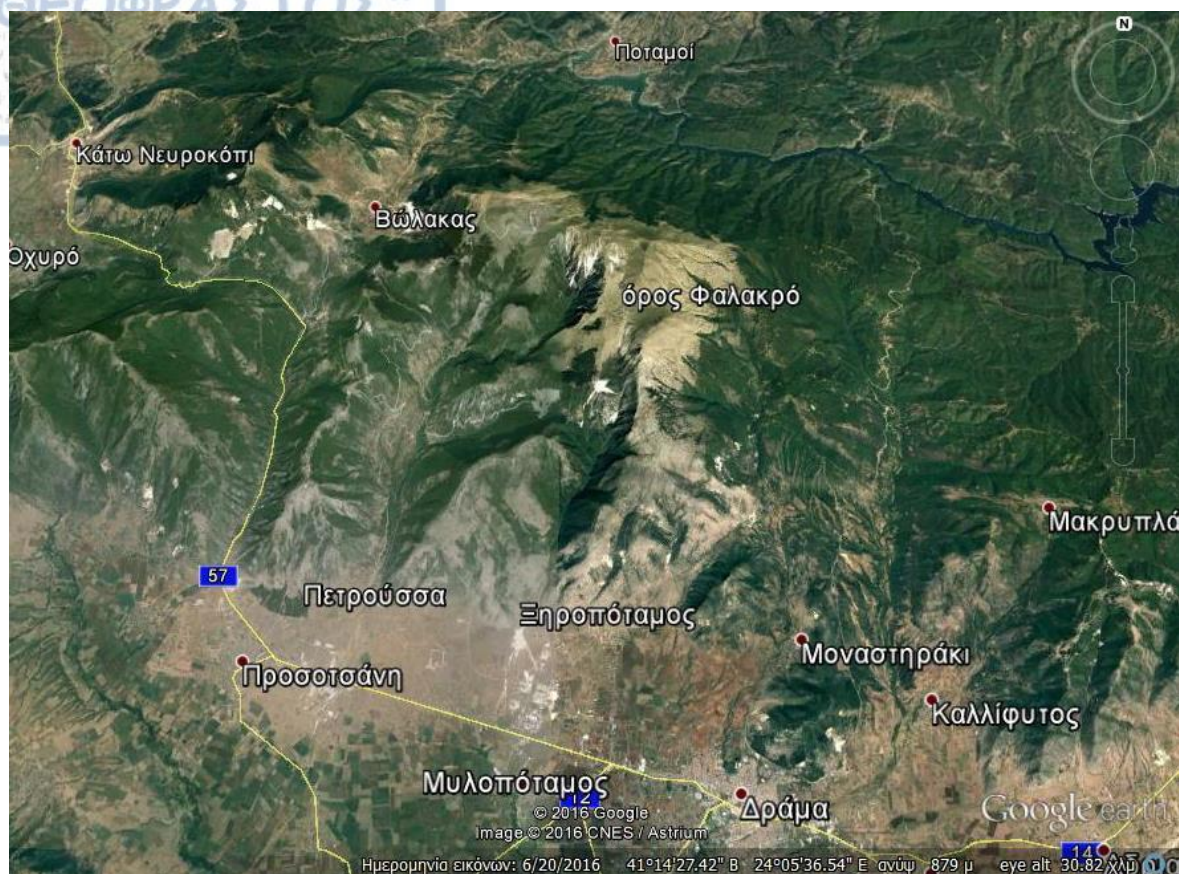
Η εμφάνιση των ταινιωτών-σιπολινικών μαρμάρων, των δολομιτικών, καθώς και των ασβεστιτικών μαρμάρων της ενότητας των μαρμάρων του Φαλακρού όρους είναι αντιπροσωπευτικά των τυπικών χημικών ιζημάτων ανθρακικής πλατφόρμας κατά την ολοκλήρωση του ιζηματογενούς κύκλου της λεκάνης της Ροδόπης.

Το κλείσιμο της λεκάνης ξεκινάει κατά το τέλος του Κρητιδικού εξαιτίας πλευρικών κινήσεων του φλοιού και ταυτόχρονης βύθισής της. Τα πετρώματα της περιοχής μεταμορφώνονται κάτω από μεταμορφικές συνθήκες υψηλών πιέσεων/χαμηλών θερμοκρασιών που ανήκουν στην εκλογιτική φάση (Liati, 1986).

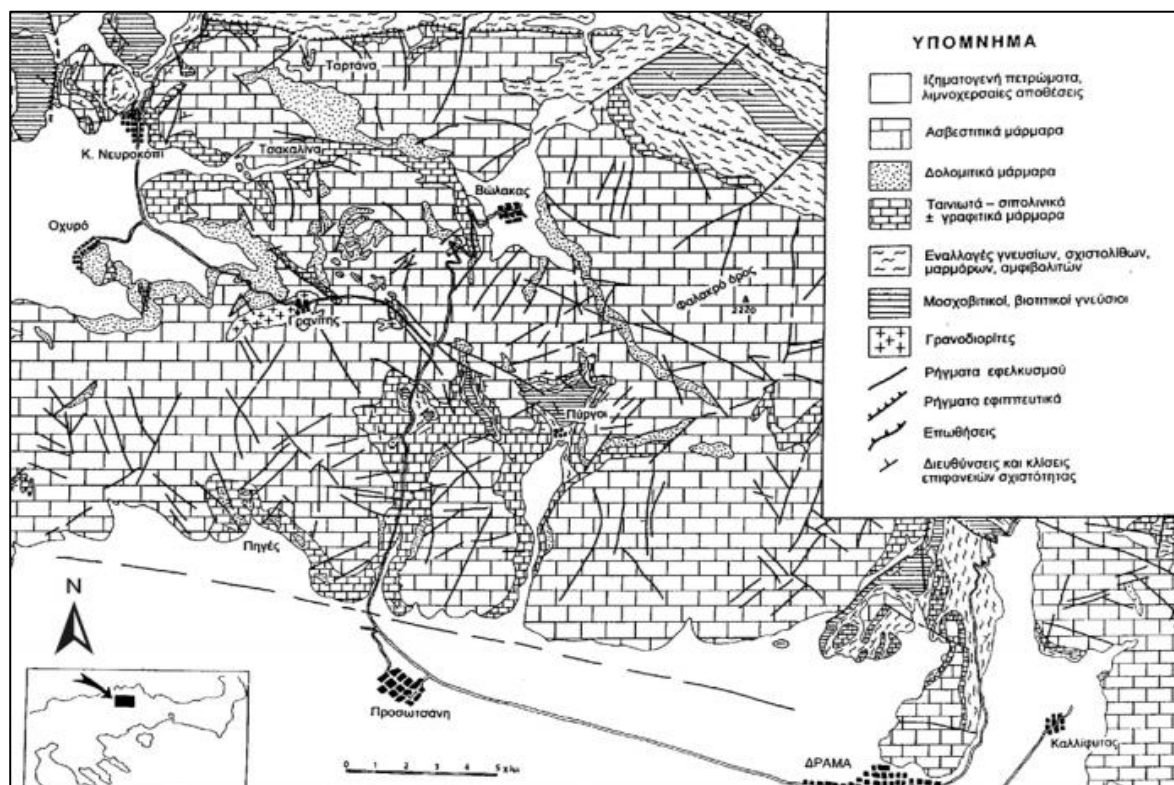
Πιθανότατα, η παλαιότερη πλαστική παραμόρφωση των πετρωμάτων της ευρύτερης περιοχής του όρους Φαλακρού, είναι συνδεδεμένη με την εκλογιτικής φάση, η οποία δίνει υπολειμματικές B1 ισοκλινείς πτυχές. Η Barrovian μεταμόρφωση δηλ. μεταμόρφωση μεσαίων πιέσεων η οποία αποτελεί συνέχεια της εκλογιτικής μεταμόρφωσης, δίνει στα πετρώματα της περιοχής μία εικόνα παράλληλης πλαστικής παραμόρφωσης αντιπροσωπευτική από B2 ισοκλινείς κωνικές πτυχές κάμψης και ολίσθησης (Μπόσκος, 1994). Πιο συγκεκριμένα, χαρακτηρίζονται ως κεκλιμένες και κατακείμενες, με άξονες που έχουν γενική διεύθυνση 50° και βυθίζονται στο μεν BBA τμήμα της περιοχής προς ΒΑ, στο δε NNΔ προς ΝΔ.

Όπως προαναφέρθηκε, ο ευρύτερος χώρος της Δυτικής Ροδόπης χαρακτηρίζεται από δύο τεκτονικές ενότητες. Αυτές οι ενότητες, δημιουργήθηκαν χάρη στην αναθόλωση των πετρωμάτων σε συνδυασμό με τις τοπικές αναστροφές των λιθολογικών σειρών και την ώθηση σε στρωματογραφικά υψηλότερες θέσεις μεταμορφωμένων πετρωμάτων πάνω σε χαμηλότερου βαθμού μεταμόρφωσης πετρώματα. Το βόρειο και ανατολικό τμήμα της Δυτικής Ροδόπης καταλαμβάνεται από την ανώτερη τεκτονική ενότητα, ενώ το νότιο και δυτικό τμήμα από την κατώτερη τεκτονική ενότητα.

Στην πρώτη, ανήκουν μεταμορφωμένα πετρώματα μέσης μέχρι ανώτερης αμφιβολιτικής φάσης ενώ η παραμόρφωση αυτής της ενότητας συνεχίζεται και μετά τη δράση της Barrovian μεταμόρφωσης, δημιουργώντας αλληπάλληλες ζώνες με ανάστροφα p1 ρήγματα επιπλευτικού τύπου και S-C τύπου μυλωνίτες. Στην δεύτερη ανήκουν μεταμορφωμένα πετρώματα πρασινοσχιστολιθικής φάσης, ενώ η παραμόρφωση αυτής σταματάει ταυτόχρονα με το τέλος της μεταμόρφωσης (Χατζηπαναγής, 1991).



Εικόνα 2. Η ευρύτερη περιοχή του όρους Φαλακρού από δορυφόρο (Χατζηπαναγής, 1991).



Σχήμα 3. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της περιοχής του όρους Φαλακρού (Χατζηπαναγής και Βουγιούκας, 2004)

1.1.5 Λιθολογία της ευρύτερης περιοχής του Φαλακρού Όρους

Η ευρύτερη περιοχή του Φαλακρού όρους (Σχ. 4) αποτελείται κυρίως από τρεις λιθολογικές ενότητες μεταμορφωμένων πετρωμάτων (Chatzipanagis, 1990 και Χατζηπαναγής, 1991), οι οποίες σχηματίστηκαν πιθανώς κατά το Μεσοζωϊκό, στο εσωτερικό της ιζηματογενούς λεκάνης της Δυτικής Ροδόπης (Χατζηπαναγής, 1991). Οι ενότητες αυτές από τα παλαιότερα προς τα νεότερα πετρώματα είναι:

A. Η ενότητα των γενεσίων του υποβάθρου, με πάχος πάνω από 2000 m, που αποτελείται από:

1. Λευκοκρατικούς μοσχοβιτικούς γενέσιους
2. Σκουρόχρωμους βιοτιτικούς γενέσιους
3. Οφθαλμογενέσιους
4. Μιγματίτες

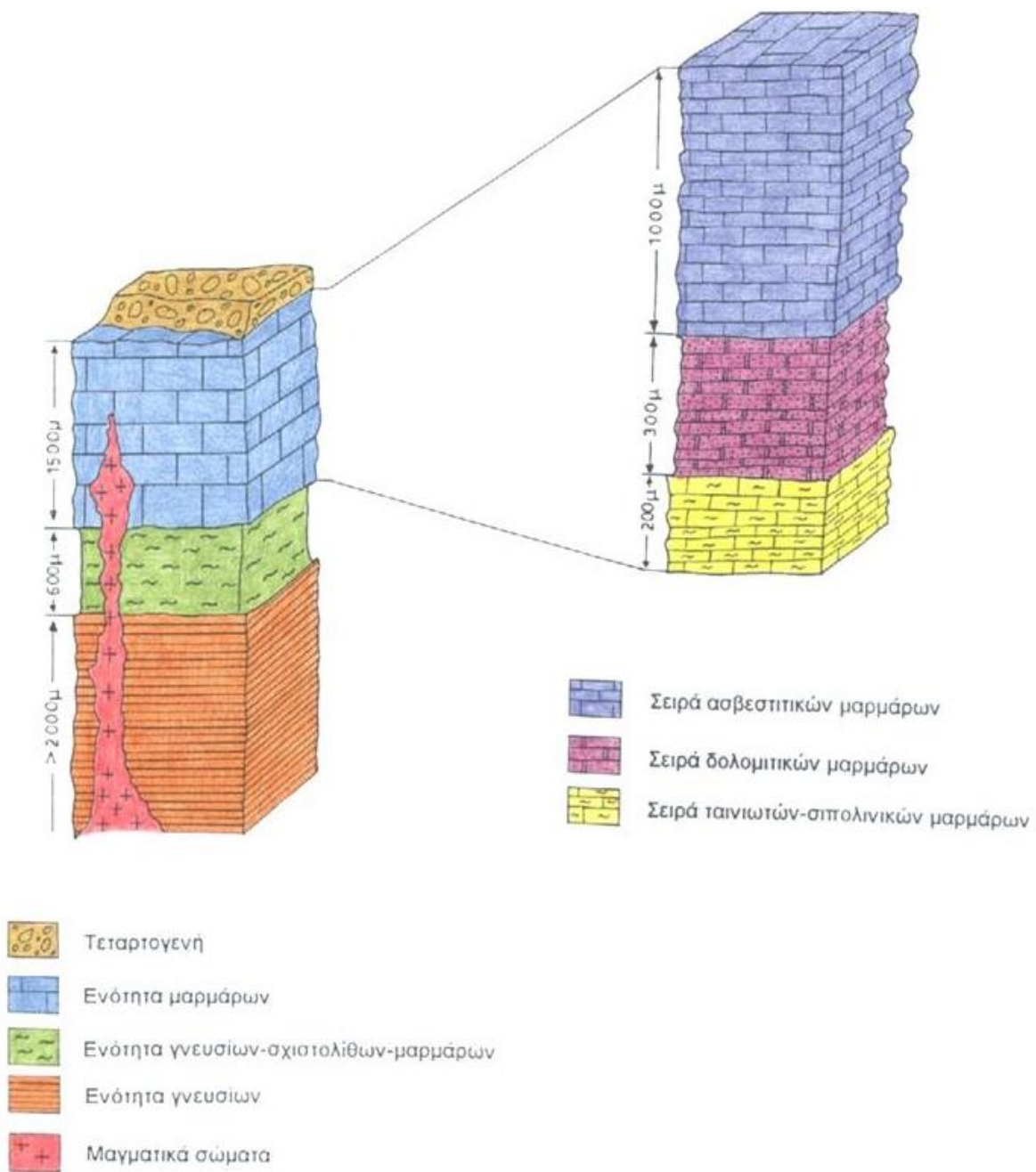
B. Η ενότητα λιθολογικών εναλλαγών, με πάχος 300-600 m, που αποτελείται από:

1. Εναλλαγές γενέσιων – σχιστόλιθων – μαρμάρων
2. Εναλλαγές γενέσιων – σχιστόλιθων – μαρμάρων με παρεμβολές κατά θέσεις αμφιβολιτών
3. Εναλλαγές σχιστόλιθων – γενέσιων – αμφιβολιτών – μαρμάρων με παρεμβολές κατά θέσεις σερπεντινιτών και εκλογιτών

Γ. Η ενότητα μαρμάρων, με πάχος 1500 m, που αποτελείται από:

1. Ταινιωτά – σιπολινικά μάρμαρα
2. Δολομιτικά μάρμαρα
3. Ασβεστιτικά μάρμαρα

Οι Τριτογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις αντιπροσωπεύονται από λιμνοχερσαία ποτάμια ιζήματα. Ένα σμήνος πλουτωνικών και υποηφαιστειακών πετρωμάτων, κυρίως γρανιτικής-γρανοδιοριτικής και ανδεσιτικής-ρυοδακτιτικής σύστασης, αντίστοιχα, διεισδύουν εντός των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της περιοχής (Χατζηπαναγής, 1991).



Σχήμα 4. Λιθοστρωματογραφική στήλη της περιοχής του όρους Φαλακρού (Βουγιούκας & Χατζηπαναγής, 2009)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ως Ορυκτές Πρώτες Ύλες (ΟΠΥ) χαρακτηρίζονται οι συγκεντρώσεις των ορυκτών ή πετρωμάτων, όχι απαραίτητως μεταλλευμάτων, των οποίων τα διακριτά χαρακτηριστικά τους τα καθιστούν οικονομικής σημασίας και απαραίτητα υλικά στη βιομηχανία, στη τσιμεντοβιομηχανία, στην κατασκευαστική βιομηχανία, στην παραγωγή ενέργειας κ.ά.. Οι ΟΠΥ ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των φυσικών πόρων και μάλιστα των μη ανανεώσιμων (Τσιραμπίδης και Φιλιππίδης, 2013).

Οι ΟΠΥ μπορούν να χωριστούν επιπλέον σε τρεις γενικές κατηγορίες:

1. Βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα
2. Μεταλλικά ορυκτά (χρυσός, χαλκός, άργυρος κ.ά.)
3. Ενεργειακές πρώτες ύλες (λιγνίτης, γαιάνθρακας κ.ά.)

Κάθε κατηγορία περιλαμβάνει υλικά, που συμπεριλαμβάνονται και στις άλλες δύο κατηγορίες, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολος ο απόλυτος διαχωρισμός αυτών (Τσιραμπίδης και Φιλιππίδης, 2013).

Ακόμη, ορυκτά όπως ο τιτανίτης και ο ιλμενίτης, πολύτιμοι λίθοι, καθώς και ορισμένα συνθετικά-τεχνητά υλικά περιλαμβάνονται στην κατηγορία των ορυκτών πρώτων υλών.

Η ευημερία και η εξέλιξη της σύγχρονης κοινωνίας, καθώς και η διασφάλιση της βιώσιμης λειτουργίας μίας χώρας καθιστά απαραίτητη την ύπαρξη της αναγκαίας ποσότητας των ορυκτών πρώτων υλών. Σε παγκόσμια κλίμακα, έχει δημιουργηθεί μία σχέση εξάρτησης μεταξύ της κοινωνίας και της διαθεσιμότητας ΟΠΥ, όπου τείνει να αυξηθεί παραπάνω κατά τα επόμενα έτη, λόγω της αύξησης του επιπέδου διαβίωσης με ότι αυτό συνεπάγεται στην ποιότητα και ευημερία του ανθρώπου (Εικ. 3).

2.1. Βιομηχανικά Ορυκτά και πετρώματα

Είναι ευρύτερα αποδεκτό, ότι όλα σχεδόν τα υλικά που χρησιμοποιούμε στη καθημερινότητα μας, αποτελούνται από μέταλλα και βιομηχανικά ορυκτά. Όπως προαναφέρθηκε, οι ορυκτές πρώτες ύλες, διακρίνονται σε τρεις πιο γενικές κατηγορίες: **στα βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα, στα μεταλλικά ορυκτά, καθώς και στις ενεργειακές πρώτες ύλες.**

Πιο συγκεκριμένα, ως βιομηχανικά ορυκτά ορίζονται τα υλικά εκείνα που καθίστανται υψηλής οικονομικής σημασίας. Με τον όρο βιομηχανικό ορυκτό και πέτρωμα

ορίζεται κάθε πέτρωμα ή ορυκτό που δεν ανήκει στα μεταλλικά ορυκτά ή τις ενεργειακές πρώτες ύλες, παρουσιάζει οικονομικό ενδιαφέρον και χρησιμοποιείται στη φυσική του μορφή ή μετά από εμπλουτισμό, είτε ως πρώτη ύλη, είτε ως βοηθητικό πρόσθετο σε πολλές εφαρμογές, κυρίως στη βιομηχανία (Τσιραμπίδης, 2005).

Κάθε μωρό στη ζωή του θα χρειαστεί...



Εικόνα 3. Η αναγκαιότητα των ορυκτών πρώτων υλών (Κατερινόπουλος και Σταματάκης, 1995)

Η ομάδα των βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων ανάλογα με τις φυσικές τους ιδιότητες, όπως το πορώδες, η πλαστικότητα, η σκληρότητα και το ειδικό βάρος, ταξινομείται σε ορισμένες κατηγορίες χρήσης. Περιλαμβάνονται τα ακόλουθα: τα λειαντικά μέσα, τα κεραμικά υλικά, τα υλικά χημικής βιομηχανίας, τα υλικά κατασκευών, μονωτικά και πυρίμαχα υλικά.

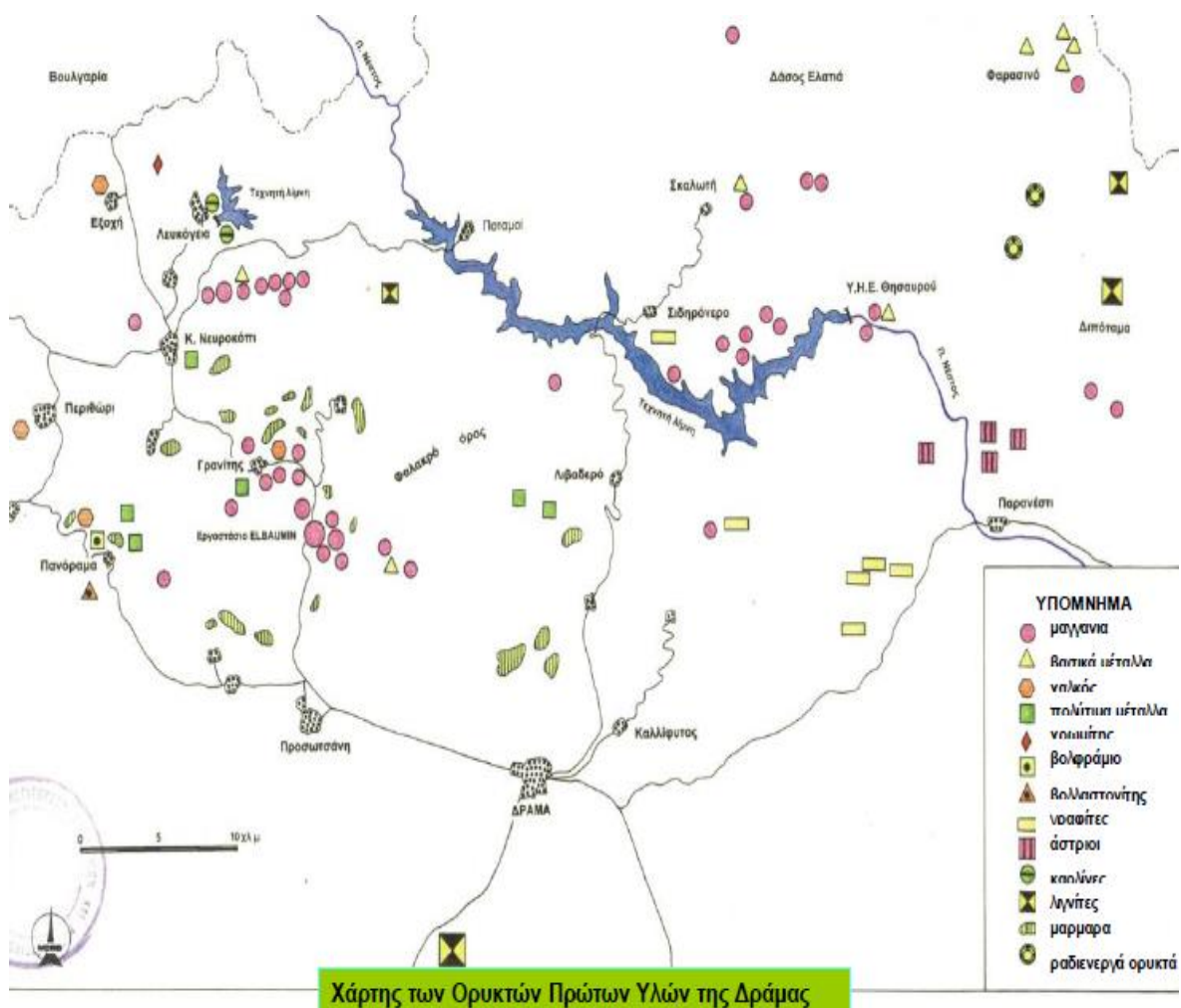
Σύμφωνα με την αξία μονάδας, την επί τόπου αξία και τον όγκο παραγωγής η κατηγορία των βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων ταξινομείται ως εξής: σε υλικά κατασκευών και οικοδομών, κεραμικά υλικά, υλικά οικοδομής και πυρίμαχα υλικά, σε βιομηχανικά, χημικά και υλικά λιπάνσεως, καθώς επίσης και σε πολύτιμους λίθους (Τσιραμπίδης, 2005)

Από το παρελθόν ήταν ενεργή η εξορυκτική δραστηριότητα των ΒΟΠ σε ευρεία κλίμακα. Αρχικά, το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στράφηκε στην έρευνα και εκμετάλλευση των μεταλλικών ορυκτών και των ενεργειακών πρώτων υλών. Σε αντίθεση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες, η παραγωγή των βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων

αυξήθηκε σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, με την ανάπτυξη νέων μεθόδων εμπλουτισμού και την εύρεση νέων εφαρμογών για την αξιοποίησή τους.

Η Ελλάδα, είναι μία χώρα με σημαντική ποσότητα ορυκτών και πετρωμάτων τα οποία εμφανίζουν μεγάλο βιομηχανικό ενδιαφέρον. Δίνοντας έμφαση στην Περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας και περισσότερο στη Περιφερειακή Ενότητα Δράμας, διαπιστώνεται ότι η συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί ένα σημαντικό κέντρο βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων της χώρας, με κύριες εμφανίσεις και κοιτάσματα αστρίων, καολίνη, γραφίτη, βολλαστονίτη, δομικών και διακοσμητικών λίθων (Εικ. 4).

Στη συνέχεια, παρατίθενται ορισμένες πληροφορίες και χαρακτηριστικά, για τα παραπάνω βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας.



Εικόνα 4. Απλοποιημένος χάρτης των ορυκτών πρώτων υλών της Π.Ε Δράμας (Chatzipanagis, 1999)

2.2 Άστριοι

2.2.1 Άστριοι: γενικά χαρακτηριστικά

Η ομάδα των ορυκτών αυτών αποτελεί το 60% του φλοιού της γης, με μεγαλύτερη εμφάνιση σε όξινα πυριγενή πετρώματα, όπως για παράδειγμα σε γρανίτες και σε πηγματίτες. Οι άστριοι είναι κυρίως άχρωμοι ή λευκοί έως τεφροί, ενώ εμφανίζουν μία υαλώδη έως μαργαριταρώδη λάμψη. Ως πολύτιμοι λίθοι χρησιμοποιούνται το ορθόκλαστο, όταν είναι διαυγές, ο μικροκλινής, όταν είναι πράσινος και το λαβραδόριο, όταν παρουσιάζει εναλλαγές χρωμάτων (Τσιραμπίδης, 2005). Το σύνολο αυτών των ορυκτών αποσαθρώνεται εύκολα δημιουργώντας έτσι, εμφανίσεις ή κοιτάσματα βιομηχανικών ορυκτών, όπως για παράδειγμα ο καολινίτης ο οποίος προκύπτει από την εξαλλοίωση των αστρίων. Έτσι ένα σημαντικό ποσοστό αστρίων εμπεριέχεται μέσα σε ποτάμιες ή παράλιες άμμους και θίνες. Στην ομάδα αυτή, περιέχονται τα εξής μέλη:

1. Το νατριούχο μέλος, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, το οποίο ονομάζεται αλβίτης.
2. Το καλιούχο μέλος, KAlSi_3O_8 , το οποίο περιλαμβάνει το ορθόκλαστο, τον μικροκλινή, το σανίδινο και τον αδουλαίο.
3. Το ασβεστιούχο μέλος, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, το οποίο ονομάζεται ανορθίτης.

2.2.2 Ιδιότητες

Η μεγάλη ποικιλία εφαρμογών οφείλεται κατά κύριο λόγο στις ιδιότητες που παρουσιάζει η ομάδα των αστρίων.

Καθοριστικό ρόλο παίζει η παρουσία των αλκαλίων και του αργιλίου. Τα πρώτα, έχουν την ιδιότητα, να προάγουν τη διάλυση και την τήξη των υλικών του υαλομίγματος, όταν θερμανθούν σε θερμοκρασία 1100-1400°C, ενώ η παρουσία του αργιλίου, δημιουργεί μεγαλύτερη αντοχή και συνεκτικότητα στο τελικό προϊόν λόγω της ανάπτυξης του μούλιτη (Τσιραμπίδης, 2005).

Ακόμη, οι άστριοι εμφανίζουν υπογωνιώδες σχήμα τεμαχιδίων, σκληρότητα 6-6,5, λαμπρότητα 89-92%, δείκτη διάθλασης 1,53, χημική αδράνεια, σταθερό pH, ελαιοαπορροφητικότητα 16-23 lbs/100lb, καλή διασπορά τεμαχιδίων και ικανότητα λεπτομερούς κονιοποίησης με μέσο μέγεθος τεμαχιδίων 12 μm (Τσιραμπίδης, 2005).

2.2.3 Εφαρμογές

Όπως προαναφέρθηκε, η ομάδα των αστρίων έχει ένα πλήθος εφαρμογών. Το μεγαλύτερο ποσοστό των αστρίων χρησιμοποιείται στα διάφορα κεραμικά προϊόντα και στην υαλουργία.

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται στην παρασκευή ποικίλων κεραμικών προϊόντων όπως είναι τα είδη υγιεινής, εφυαλώματα, πλακίδια τοίχου ή δαπέδου, πορσελάνη ηλεκτρικών ειδών, σκεύη και σμάλτα πορσελάνης, για τα οποία προτιμώνται οι καλιούχοι άστριοι. Επίσης, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υαλουργικών προϊόντων όπως υαλοβάμβακας, υαλοπίνακες, φιάλες, για τα οποία προτιμώνται οι νατριούχοι άστριοι (Τσιραμπίδης, 2005).

Τέλος, έχουν εφαρμογή στην κατασκευή σμάλτου, ως υλικά πλήρωσης στα ελαστικά, στα καθαριστικά, στα πλαστικά και στα χρώματα και στην οδοντοτεχνία.

2.2.4 Άστριοι Π.Ε. Δράμας

Οι άστριοι της περιοχής Παρανεστίου Δράμας (Εικ. 5) περιέχονται σε πηγματιτικές φλέβες που διασχίζουν τα μεταμορφωμένα πετρώματα και προέρχονται τόσο από ανατηκτικά φαινόμενα, όσο και από τα μαγματικά υπολείμματα του πλουτωνίτη της Σκαλωτής (Εικ. 6). Ανάλογοι πηγματίτες, υπάρχουν και μέσα στο πλουτωνικό σώμα της Σκαλωτής. Πρόκειται για φλέβες ή δίκτυα φλεβών, των οποίων το πάχος ποικίλει από μερικά cm μέχρι 40 m (Χατζηπαναγής, 1991).

Ορυκτολογικά αποτελούνται από Κ-ούχο άστιριο (κρύσταλλοι μεγάλων διαστάσεων, 10-15 cm κατά κανόνα ροδόχρωμοι), πλαγιόκλαστα, χαλαζία (λευκός διαυγής ή καπνίας, πολλές φορές σε καλοσχηματισμένους μεμονωμένους κρυστάλλους ή συσσωματώματα), μοσχοβίτη (σε συσσωματώματα μεγέθους 7-10 cm) και βιοτίτη (Πλουμής, 2015).

Η σχέση K_2O/Na_2O στους πηγματίτες διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Με βάση τις διαφοροποιήσεις αυτές, η εταιρία «PORCEL A.E» η οποία σήμερα δεν λειτουργεί, διαχώριζε τους πηγματίτες της περιοχής Παρανεστίου σε Κ-ούχους, Na-ούχους και μικτούς. Η εταιρία PORCEL A.E εκμεταλλεύονταν τους Κ-ούχους αστρίους για την παραγωγή πρώτης ύλης για πορσελάνη, ενώ τους Na-ούχους και μικτούς για παραγωγή πλακιδίων.



Εικόνα 5. Κοιτάσματα και εμφανίσεις αστρίων στην Π.Ε. Δράμας (Χατζηπαναγής, 1991).



Εικόνα 6. Κοιτάσματα αστρίων στο Παρανέστι, Π.Ε. Δράμας (Chatzipanagis et al., 1991).

2.3 Καολίνης

2.3.1 Καολίνης: γενικά χαρακτηριστικά

Ο καολίνης χαρακτηρίζεται από λευκό ή υπόλευκο χρώμα, λεπτόκοκκη υφή, εύκολη διασπορά, ενώ αποτελείται από ένυδρα αργιλοπυριτικά ορυκτά του γενικού τύπου $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Ο καολίνης αποτελεί την πιο καθαρή, λευκή και ακριβή άργιλο, χημικά είναι αδρανής, μη τοξικός και δεν κιτρινίζει ούτε λεκιάζει κατά την αποσάθρωση. Κύριο συστατικό του αποτελούν τα αργιλικά ορυκτά της ομάδας του καολίνη, όπως είναι ο καολίνης, ο νακρίτης, ο δικίτης, ο αλλουνίτης, ο αλλοϋσίτης κ.ά. (Τσιραμπίδης, 2005).

Τα περισσότερα αργιλικά ορυκτά της ομάδας του καολίνη προέρχονται από την εξαλλοίωση των αστρίων, γνωστή ως καολινίωση, με υδροθερμικές διεργασίες ή από τις διεργασίες της χημικής αποσάθρωσης. Ο καολίνης υδροθερμικής προέλευσης σχηματίζεται από την επίδραση θερμών διαλυμάτων σε μαγματικά πετρώματα τα οποία είναι πλούσια σε πυρίτιο και άργιλο, συνήθως γρανίτες και γνεύσιοι. Ο καολίνης μπορεί να παραμείνει στο σημείο σχηματισμού του δημιουργώντας απόθεση υπολειμματικού ή πρωτογενούς τύπου ή μπορεί να μεταφερθεί και να αποτεθεί κάπου αλλού ως ιζηματογενής ή δευτερογενής απόθεση (Τσιραμπίδης, 2005).

2.3.2 Ιδιότητες

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του καολίνη, παίζουν έναν καθοριστικό ρόλο στο τρόπο χρήσης του. Ορισμένες από τις ιδιότητες των καολινών είναι το χρώμα, η λευκότητα και η αδιαφάνεια, το ιξώδες, η στιλπνότητα, το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων του. Το μέγεθος, το σχήμα και η κατανομή των κόκκων είναι σημαντικά χαρακτηριστικά του καολίνη, γιατί επηρεάζουν κυρίως την ομαλότητα, τις οπτικές ιδιότητες και τη ρεολογία (Τσιραμπίδης, 2005). Ο χονδρόκοκκος καολίνης χρησιμοποιείται συνήθως ως πληρωτικό στα ελαστικά, προσδίδοντας μεγαλύτερη αντοχή στη θραύση, ενώ ο λεπτόκοκκος καολίνης χρησιμοποιείται ως επικαλυπτικό υλικό.

2.3.3 Εφαρμογές

Ο καολίνης όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιείται άλλοτε ως πληρωτικό και άλλοτε ως επικαλυπτικό υλικό στη χαρτοβιομηχανία. Χρησιμοποιείται ως χρωστικό ή πληρωτικό

υλικό σε πολλών ειδών βιομηχανίες, όπως χάρτου, πλαστικών, ελαστικών, στεγανωτικών προϊόντων κ.ά.

Λόγω της μεγάλης απορροφητικής του ικανότητας, ο καολίνης βρίσκει εφαρμογή στην παρασκευή φαρμακευτικών προϊόντων και καλλυντικών.

Ακόμη, ο καολίνης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στα κεραμικά και στις πορσελάνες. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόζεται στην δημιουργία μιας μεγάλης ποικιλίας κεραμικών προϊόντων όπως είδη υγιεινής, πλακιδίων, μαγειρικών σκευών, μονωτικών υλικών κ.ά. Τέλος, χρησιμοποιείται στην δημιουργία πυρίμαχων υλικών (Τσιραμπίδης, 2005).

2.3.4 Καολίνης της Π.Ε Δράμας

Το βιομηχανικό πέτρωμα καολινίτης ,εξορύσσεται περιοδικά μόνο στο νησί Μήλο και στα Λευκόγεια της Π.Ε Δράμας (Michailidis & Tsirambides, 1986). Τα δύο κοιτάσματα διαφέρουν στην προέλευση τους. Εμφανίζεται κυρίως στις περιοχές Εξοχή, Λευκόγεια και Χρυσοκέφαλος (Εικ.7-9) (Πλουμής & Χατζηπαναγής, 1993).



Εικόνα 7. Κατανομή των κοιτασμάτων και εμφανίσεων καολίνη στην Π.Ε.Δράμας (Χατζηπαναγής, 1991).

Ο καολίνης της περιοχής Λευκογείων είναι υπολειμματικού τύπου και αποτελεί προϊόν εξαλλοίωσης χαλαζιοαστριούχων πετρωμάτων (κυρίως γνευσίων από εδαφικό νερό (Τσιραμπίδης, 2005).



Εικόνα 8. Κοίτασμα καολίνη στην περιοχή Λευκογείων Δράμας.



Εικόνα 9. Κοίτασμα καολίνη στην περιοχή Λευκογείων

2.4 Γραφίτης

2.4.1 Γραφίτης: γενικά χαρακτηριστικά

Ο γραφίτης μαζί με λίγα μόνο ακόμη στοιχεία της φύσης ανήκει στην κατηγορία των αυτοφύων στοιχείων. Χαρακτηρίζεται από μαύρο, σιδηρόμαυρο έως σκούρο χαλυβδότεφρο χρώμα, από μεταλλική λάμψη, ενίοτε θαμπή και από πλακώδεις εξαγωνικούς κρυστάλλους (Τσιραμπίδης, 2005).

Μπορεί να σχηματιστεί στη φύση με δύο διαφορετικούς τρόπους : α) μέσα σε ιζηματογενή πετρώματα, με τη διαδικασία της μεταμόρφωσης, κατά την οποία η οργανική ύλη πλούσια σε βιογενή άνθρακα υφίσταται μετατροπή σε γραφίτη β) με σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης η μετατροπή προχωρά από άμορφο γραφίτη μέχρι τον κρυσταλλικό σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 400 °C. Οι αποθέσεις με εμπορικό ενδιαφέρον, έχουν σχηματιστεί με μεταμόρφωση επαφής, περιοχική μεταμόρφωση, καθώς και μετασώματωση (Τσιραμπίδης, 2005).

Ακόμη, ο γραφίτης μπορεί να σχηματιστεί υπό την επίδραση ρευστών πλούσιων σε CO₂, CO και CH₄ που προκαλούν καθίζηση στερεού άνθρακα.

2.4.2 Ιδιότητες

Ο γραφίτης αποτελεί καλό αγωγό του ηλεκτρισμού, ενώ δε μεταβάλλεται σε μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασιών. Ακόμη, έχει τη δυνατότητα να αλλάζει μορφή και σχήμα χωρίς να σπάσει σε άσκηση μεγάλης δύναμης, έχει μεγάλη αντοχή στις χημικές επιδράσεις και στην οξείδωση, ενώ σε περίπτωση άσκησης μεγάλης πίεσης έχει τη δυνατότητα να μειώνει τον όγκο του.

2.4.3 Εφαρμογές

Οι σημαντικότερες από τις ποικίλες εφαρμογές του γραφίτη, είναι η κατασκευή μπαταριών, λιπαντικών, πυρίμαχων προϊόντων και ηλεκτροδίων. Αποτελεί βασικό συστατικό για την κατασκευή των μολυβιών, καθώς επίσης χρησιμοποιείται στην βιομηχανία χάλυβα και ορειχάλκου (Τσιραμπίδης, 2005).

2.4.4 Γραφίτης της Π.Ε Δράμας

Γραφίτης έχει εντοπιστεί σε μάρμαρα, γενέσιους και σχιστόλιθους της μάζας της Ροδόπης. Στην Π.Ε. Δράμας εντοπίζεται είτε ως άμορφος, είτε ως μικροκρυσταλλικός γραφίτης μέσα σε σχιστόλιθους στην περιοχή Πολυνερίου, οι οποίοι περιέχουν κατά μέσο όρο 3% γραφίτη (Εικ.10-11) (Πλουμής & Χατζηπαναγής, 1993) και ως κρυσταλλικός γραφίτης στην περιοχή Σιδηρόνερου (Εικ.12).



Εικόνα 10. Κατανομή των κοιτασμάτων και εμφανίσεων γραφίτη στην Π.Ε. Δράμας (Χατζηπαναγής, 1991).



Εικόνα 11. Γραφιτικό κοίτασμα στην περιοχή Πολυνερίου Δράμας (Chatzipanagis et al. 1991)



Εικόνα 12 .Διάσπαρτος κρυσταλλικός γραφίτης σε μάρμαρο του Σιδηρόνερου (Chatzipanagis et al., 1991)

2.5 Βολλαστονίτης

2.5.1 Βολλαστονίτης: γενικά χαρακτηριστικά

Ο βολλαστονίτης είναι πυριτικό ορυκτό του ασβεστίου, με χρώμα λευκό, άχρωμο έως τεφρό. Χαρακτηρίζεται από υαλώδη έως μαργαρώδη, ενίοτε μεταξώδη λάμψη, ενώ η μορφή του είναι κυρίως βελονοειδής. Σχηματίζεται κατά βάση με τη διαδικασία της μεταμόρφωσης. Είτε κατά τη περιοχική μεταμόρφωση, όπου παράγονται στρώματα λεπτόκοκκου βολλαστονίτη, συνήθως μέσα σε μάρμαρα του Παλαιοζωικού, είτε κατά τη μεταμόρφωση επαφής, όπου το μάγμα πλούσιο σε Si, Al, Fe, Mn επιδρά σε ασβεστολιθικό πέτρωμα πλούσιο σε πυρίτιο ή σε ασβεστιτικό ψαμμίτη, σχηματίζοντας αδρομερή φυλλάρια ή λεπτομερείς κρυστάλλους βολλαστονίτη, παράλληλα με άλλα ορυκτά σκαρν όπως γρανάτη και διοψίδιο (Τσιραμπίδης, 2005). Ακόμη, ο βολλαστονίτης μπορεί να βρεθεί μέσα σε ασυνήθιστα πετρώματα, όπως είναι οι καρμπονατίτες, αλλά και σε αλκαλικά πυριγενή και πιο συγκεκριμένα σε υπερβασικά πετρώματα.

2.5.2 Ιδιότητες

Ο βολλαστονίτης είναι ένα ορυκτό που παρουσιάζει μια ποικιλία εφαρμογών, λόγω των σημαντικών ιδιοτήτων του. Η υψηλή αντοχή στην άσκηση μεγάλων δυνάμεων και η ευκαμψία των βελόνων του, η χαμηλή θερμική αγωγιμότητα, η υψηλή λαμπρότητα, καθώς επίσης και η υψηλή ικανότητα που παρουσιάζει ως προς την ηλεκτρομόνωση είναι μερικές από τις ιδιότητες του βολλαστονίτη που χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές. Ακόμη, σημαντικό χαρακτηριστικό του βολλαστονίτη είναι το βελονοειδές σχήμα των κρυστάλλων του, η χημική του αδράνεια και η αδιαφάνεια του (Τσιραμπίδης, 2005).

2.5.3 Εφαρμογές

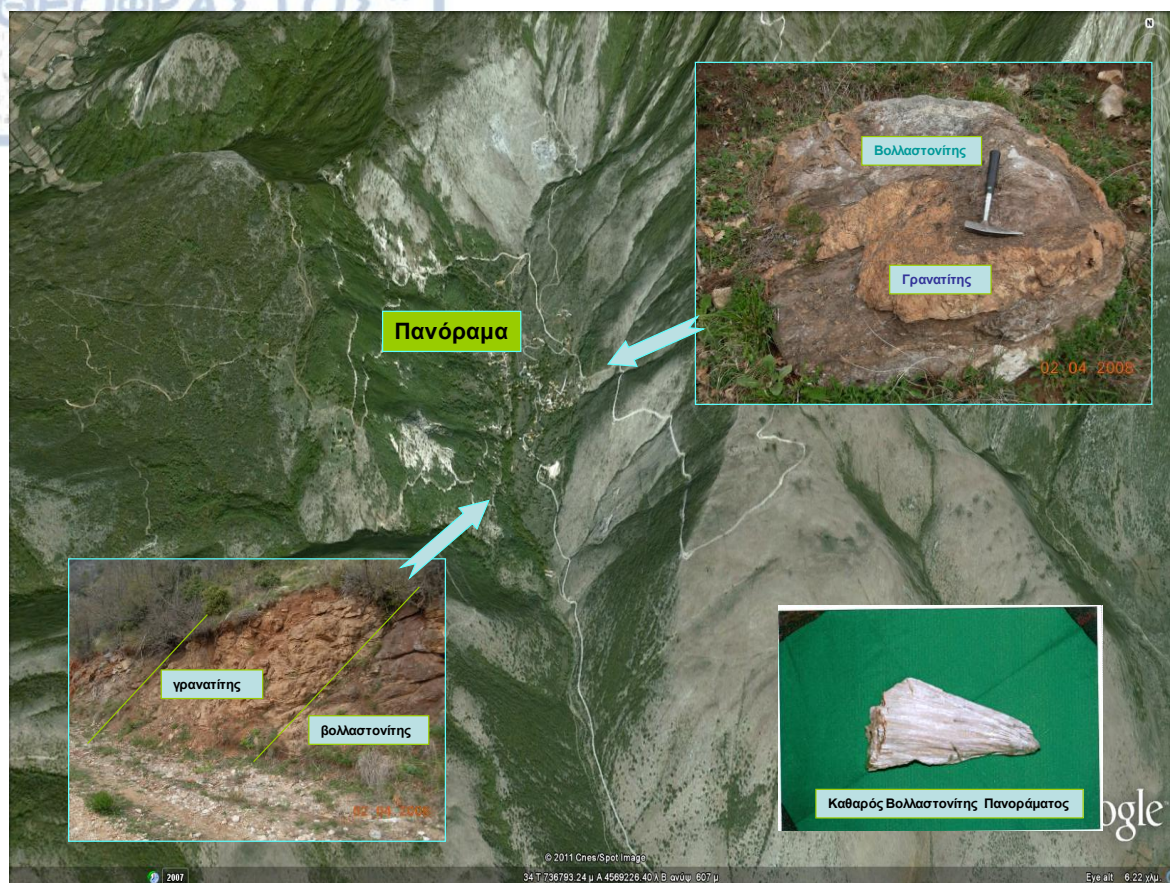
Βρίσκει εφαρμογές κυρίως ως πληρωτικό υλικό σε υλικά τριβής, σε χρώματα, σε κεραμικά, σε δομικά υλικά κ.ά., ως πυρίμαχο υλικό και ως υλικό αμμοβολής. Επίσης, στην παραγωγή ηλεκτρομονωτικών υλικών, εφυσωμάτων, ειδών υγιεινής κ.ά. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, οι κύριες ιδιότητες του βολλαστονίτη, το βελονοειδές σχήμα των κρυστάλλων του και η χημική του καθαρότητα, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην παρασκευή κεραμικών προϊόντων και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ως πληρωτικό υλικό.

2.5.2 Βολλαστονίτης της Π.Ε Δράμας

Στην Π.Ε. Δράμας εντοπίζεται στην περιοχή Πανόραμα (Π. Καλαπότη) βολλαστονίτης στην επαφή του ομώνυμου γρανοδιορίτη με τα ασβεστιτικά μάρμαρα (Εικ. 13) με αποθέματα που ανέρχονται περίπου στους 380.000 τόνους (στοιχεία ΙΓΜΕ, 2017).



Εικόνα 13. Κοίτασμα βολλαστονίτη στην περιοχή Πανόραμα της Π.Ε. Δράμας (Χατζηπαναγής, 1991).



Εικόνα 14. Κοιτάσματα βολλαστονίτη στην περιοχή Πανόραμα, Π.Ε. Δράμας (Chatzipanagis et al. 1991)

3. Διακοσμητικά Πετρώματα

3.1. Εισαγωγή

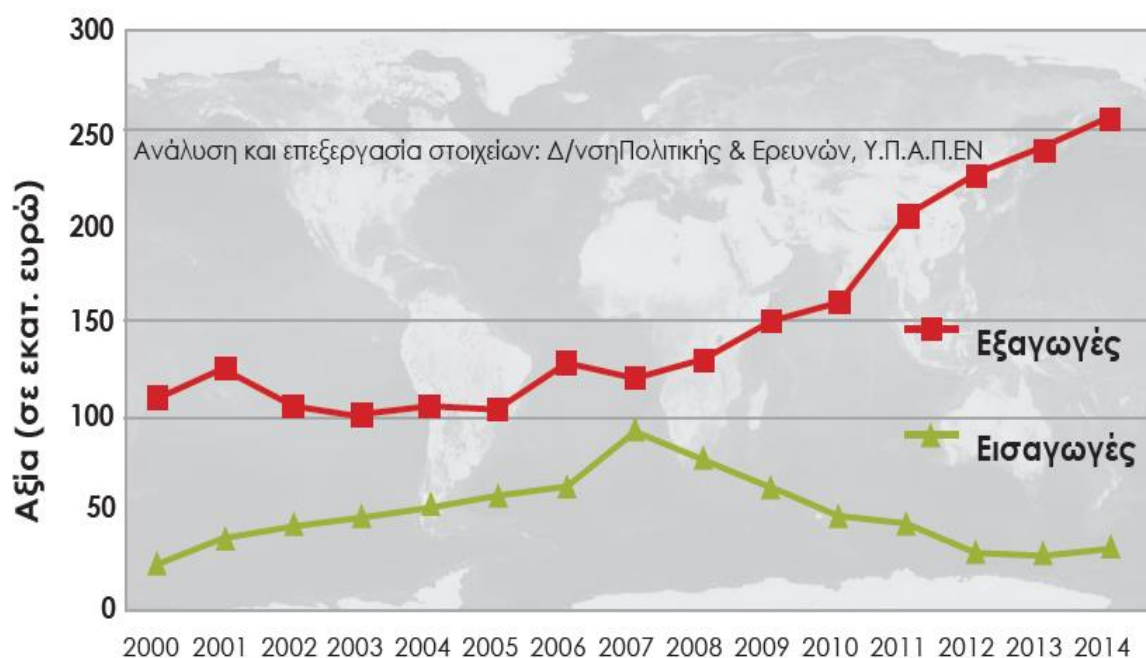
Από την αρχαιότητα έως σήμερα, οι δομικοί και οι διακοσμητικοί λίθοι όπως είναι οι γρανίτες, οι σχιστόλιθοι, τα μάρμαρα, οι ασβεστόλιθοι κ.α., διαδραματίζουν ένα σπουδαίο ρόλο στον κατασκευαστικό κλάδο. Χάρη στις φυσικομηχανικές τους ιδιότητες, τα ορυκτολογικά και πετρογραφικά χαρακτηριστικά και την αρμονία με το περιβάλλον παρουσιάζουν απεριόριστες εφαρμογές.

Πιο αναλυτικά, ως διακοσμητικό πέτρωμα χαρακτηρίζεται κάθε πέτρωμα το οποίο μπορεί να κοπεί και να λειανθεί έτσι ώστε να επενδυθεί σε τοίχους, δάπεδα, σκάλες και γενικά σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, δίνοντας μία ιδιαίτερη αισθητική, ανάλογα με τους χρωματισμούς και τα διάφορα σχέδια που είναι αποτυπωμένα πάνω σε αυτό.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ), καθώς και του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), για τα έτη 2013-2014, οι εξαγωγές στο τομέα των μαρμάρων συνεχίζουν την ανοδική τους πορεία σε αντίθεση με τη μείωση

που παρατηρείται στην εσωτερική αγορά. Για τα έτη 2013-2014, οι εξαγωγές αγγίζουν το επίπεδο των 840-860 χιλιάδων τόνων και συνολικής αξίας 240-260 εκατομμυρίων ευρώ (Σχ. 19).

Πρωταγωνιστές στην αύξηση των εξαγωγών, αποτελούν οι μεγάλες εταιρείες του τομέα μαρμάρων στις περιοχές της Δράμας, Θάσου, Καβάλας, Κοζάνης και Πεντέλης Αττικής. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι μικρό-μεσαίοι παραγωγοί επέλεξαν να διακόψουν προσωρινά την λειτουργία των επιχειρήσεων τους ή συνέχισαν με μεγάλη δυσκολία την τροφοδοσία της εγχώριας αγοράς επηρεαζόμενοι από την οικονομική κρίση που μαστιάζει την τελευταία οκταετία την Ελλάδα.

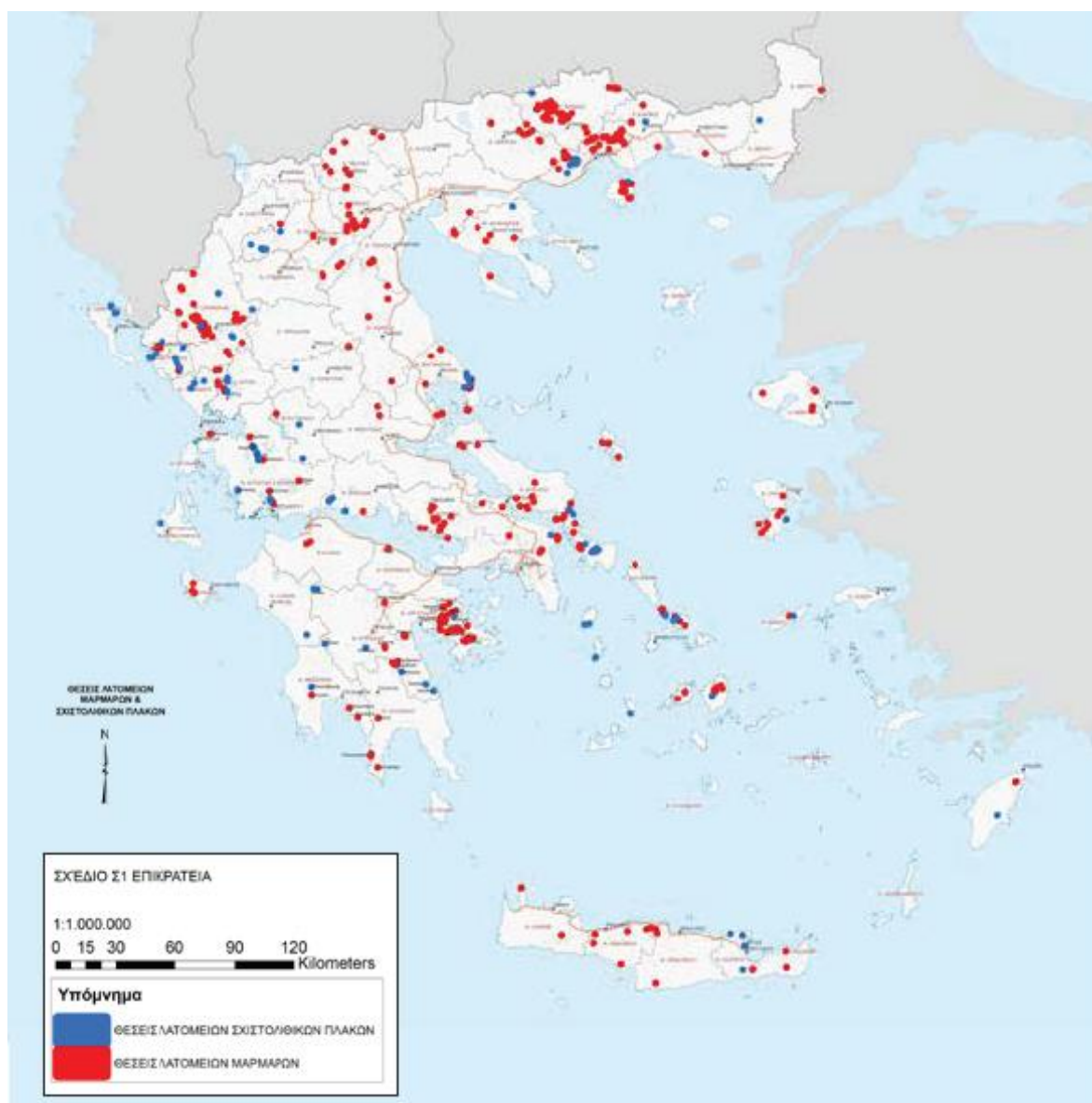


Σχήμα 4. Εισαγωγές και εξαγωγές μαρμάρων και διακοσμητικών λίθων κατά τα έτη 2000-2014 (Τζεφέρης 2015)

Στην Ελλάδα εντοπίζονται αρκετές περιοχές με κοιτάσματα μαρμάρου (Εικ. 15) με κυρίαρχη την Περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας (Σχ. 6) και Θράκης (Σχ. 5). Πάνω από 135 λατομεία είναι σε λειτουργία, καλύπτοντας το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής (Σχ. 7), αλλά και των εξαγωγών της χώρας τόσο σε αξία, όσο και σε ποσότητα (ξεπερνά το 90% του συνόλου), ενώ οι εργαζόμενοι εκτιμώνται σε 4000-5000 άτομα.

Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας, Δράμα, Καβάλα, Θάσος, αποτελούν τα κυριότερα λατομικά κέντρα, ενώ εκείνο που έχει ιδιαίτερη σημασία

είναι η μεγάλη παραγωγική συνεισφορά τους στον κλάδο του μαρμάρου. Όπως προαναφέρθηκε, τα λατομεία του νομού Δράμας βρίσκονται κατά κύριο λόγο στο Φαλακρό Όρος, μία περιοχή που παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία ποιοτικών και εμπορικών τύπων μαρμάρων τόσο δολομιτικών, όσο και ασβεστιτικών με διάφορες χρωματικές και ποιοτικές διαβαθμίσεις.



Εικόνα 15. Λατομικές περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας
(Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, www.latomet.gr)

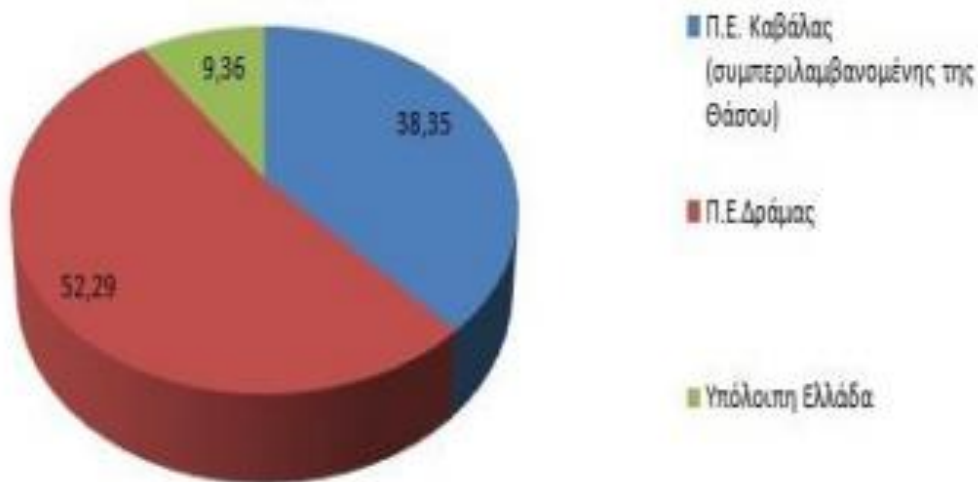
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Χηματογενή πετρώματα
- Ασβεστωδικό μάρμαρο
- Δολωματικό μάρμαρο
- Επιοθημιακό μάρμαρο
- Εναλλογές γνασίσην, μαρμάρων, σχιστολίθων, αμφιβολύτων
- Γνεΐσσοι - Μιγματίτες
- Μαγματικά πετρώματα
- Επιωθήσεις
- Κανονικά ρήγματα
- Ανάστροφα ρήγματα

1. Σακάρες-Μοσρένα 2. Τρας Γερμεσί 3. Γρανίτης 4. Βέλλακος 5. Πηγές 6. Πόργιο 7. Πόρτες
 8. Πλατανότοπος 9. Θεολόγος 10. Βαθόλακος- Δενδρόκιο 11. Μοναστηράκι-Μακροπύργο
 12. Πετροπόταμος 13. Αλημιά 14. Στενωπιάς 15. Κεράδακας 16. Χαλερό 17. Ροδόλιθος 18. Πανάρονα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Παραγωγή Ογκομαρμάρων (%) σε κ.μ. [2013-2014]



Σχήμα 7. Κατανομή της παραγωγής ογκομαρμάρων σε ποσοστά ανά Π.Ε της Ανατολικής Μακεδονίας (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, www.latomet.gr)

3.2 Η έννοια του μαρμάρου

Το μάρμαρο είναι ένα κρυσταλλοσχιστώδες πέτρωμα, αποτελούμενο από ασβεστίτη ή από ασβεστίτη και δολομίτη, το οποίο προέρχεται από τη μεταμόρφωση ανθρακικών και δολομιτικών ανθρακικών πετρωμάτων χημικής ή βιογενούς προέλευσης. Εντούτοις, στη βιομηχανία μάρμαρο καλείται κάθε πέτρωμα το οποίο κόβεται σε πλάκες, λειαινείται και στιλβώνεται (Χατζηπαναγής & Βουγιούκας, 2004).

Από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα, τα μάρμαρα αποτελούν σημαντικές πρώτες ύλες για την κατασκευή μερικών από τα σημαντικότερα αρχιτεκτονικά έργα, εμφανίζουν απεριόριστες εφαρμογές και χρήσεις, ενώ συμβάλλουν στην αισθητική, στην διακόσμηση και στην γλυπτική αναβάθμιση ενός κτιρίου ή χώρου.

Ανάλογα με τις φυσικοχημικές ιδιότητες, την ορυκτολογική και χημική σύσταση, το χρωματισμό, καθώς και την κοκκομετρία που παρουσιάζει το κάθε είδος μαρμάρου, διαμορφώνονται καταλλήλως οι εμπορικοί και οι ποιοτικοί τύποι εκμεταλλεύσιμων μαρμάρων.

Σύμφωνα με τους προαναφερθέντες παράγοντες, ένα φυσικό πέτρωμα μετά την εξόρυξη και την επεξεργασία που υφίστανται, μπορεί να αποκτήσει υψηλή εμπορική αξία.

3.3 Διακοσμητικά Πετρώματα της Π.Ε. Δράμας

Η συστηματική εκμετάλλευση των μαρμάρων του Φαλακρού Όρους αρχίζει στα τέλη της δεκαετίας του '30. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '50 τα μάρμαρα που εξορύσσονται χρησιμοποιούνται κυρίως ως δομικό υλικό, ενώ με το πέρασμα των χρόνων άρχισαν να χρησιμοποιούνται και ως διακοσμητικά πετρώματα. Η εξόρυξη γίνεται με μεγάλη δυσκολία και η παραγωγή την περίοδο αυτή είναι σε αρκετά χαμηλά επίπεδα. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται από τους λατόμους δεν παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνταν τα αρχαία χρόνια. Ουσιαστικά, δεν υπήρξε τροποποίηση ούτε στον τρόπο που εξορυσσόταν το υλικό. Η αποκόλληση των ογκομαρμάρων από το μητρικό πέτρωμα γίνεται με μεγάλη δυσκολία και η επεξεργασία του μάρμαρου γίνεται σε μεγάλο βαθμό στο δάπεδο του λατομείου, προκειμένου να μεταφέρεται με μεγαλύτερη ευκολία. Τα παραγόμενα προϊόντα μεταφέρονται με μουλάρια στην πόλη της Δράμας (ΙΓΜΕ, 2017).

Χρειάστηκε να περάσουν αρκετά χρόνια για να αυξηθεί και προπαντός να βελτιωθεί η παραγωγή στο λατομείο. Αρχικά, ο σκοπός είναι η εξόρυξη όγκων μεγάλων διαστάσεων, στη συνέχεια η μεταφορά τους σε εργοστάσια κοπής και επεξεργασίας, ώστε στο τέλος να δώσουν προϊόντα μεγαλύτερης εμπορικής αξίας.

Από τις αρχές της δεκαετίας '60 οι συνθήκες εξόρυξης εκσυγχρονίζονται με την είσοδο στην παραγωγική διαδικασία μηχανημάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ευκολία στην εξόρυξη και συγχρόνως την εξαγωγή μεγαλύτερων όγκων οι οποίοι έχουν και υψηλότερη εμπορική αξία. Ως επακόλουθο της εξέλιξης αυτής ήταν η ραγδαία αύξηση των λατομείων εξόρυξης και φυσικά η ενασχόληση πολύ περισσότερων ανθρώπων, εργατών και εξειδικευμένου προσωπικού προκειμένου να αποφέρουν μεγαλύτερο κέρδος.

Στα μέσα της δεκαετίας 1980, στο χώρο της εξόρυξης επέρχεται "επανάσταση" με την είσοδο της συρματοκοπής. Έτσι είναι εφικτή η εξόρυξη και πιο μαλακών μαρμάρων, όπως για παράδειγμα τα δολομιτικά (Εικ. 16,17). Περιορίζονται οι απώλειες του απολήψιμου υλικού και υπερπολλαπλασιάζονται οι εξορυσσόμενοι όγκοι, οι οποίοι μπορούν να κοπούν και να τροποποιηθούν ανάλογα με τις ανάγκες της μεταποίησης και της ζήτησης της αγοράς.



Εικόνα 16. Μερική άποψη λατομείου στην περιοχή Οχυρού Δράμας.



Εικόνα 17. Εξοργυμένος όγκος, από ταινιωτό δολομιτικό μάρμαρο, έτοιμο προς πώληση, από λατομείο της περιοχής Οχυρού Δράμας (Chatzipanagis et al.1991)

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ξεκίνησαν στις περιοχές Γρανίτη (Χατζηπαναγής κ.ά., 2000, Βουγιούκας & Χατζηπαναγής, 2001α,β), Βώλακα (Βουγιούκας κ.ά. 2001), Οχυρού, Πηγών και Πύργων να εξορύσσονται μάρμαρα δολομιτικού τύπου, ενώ στο Ανατολικό Φαλακρό μάρμαρα ασβεστιτικού τύπου (Εικ.17).



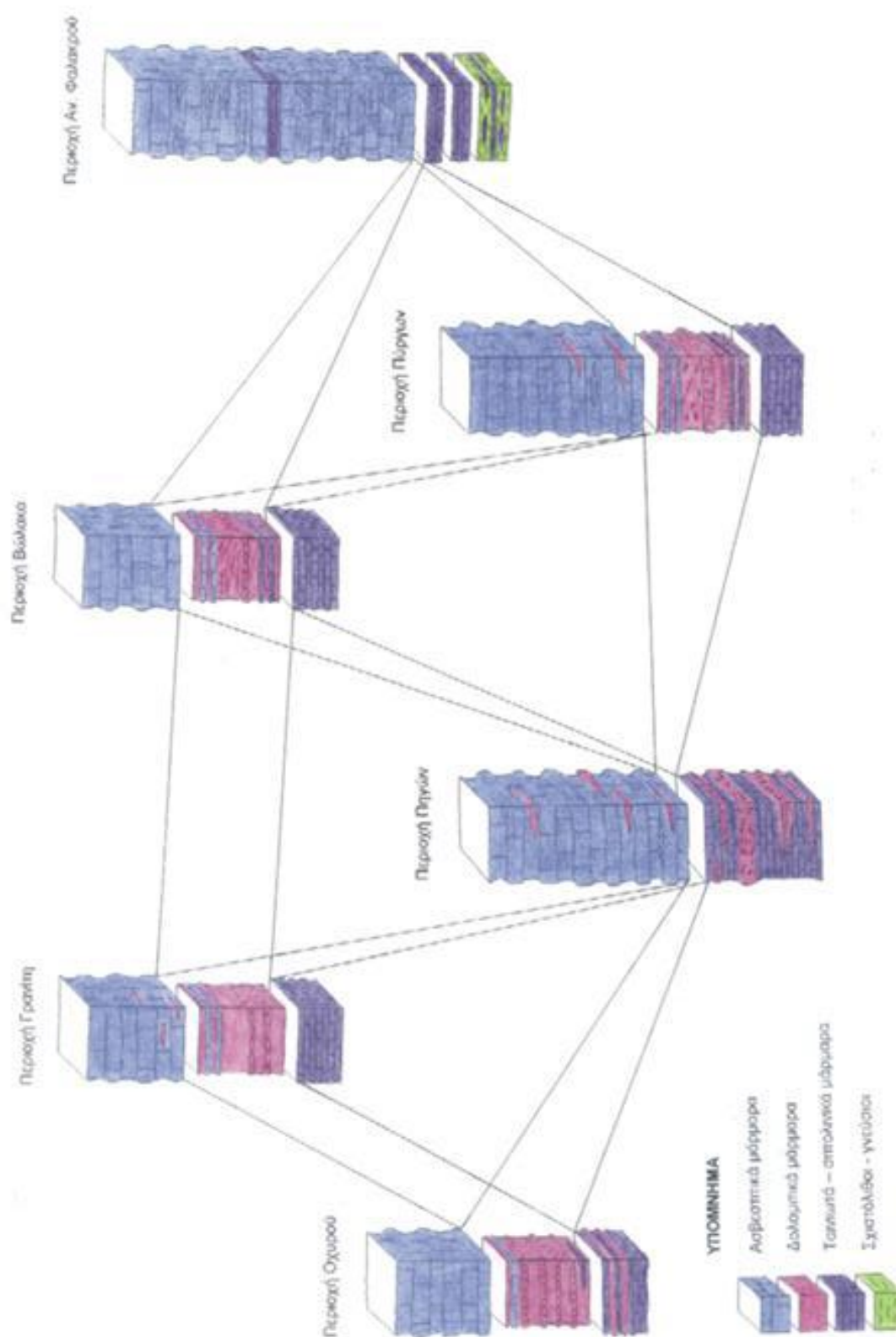
Εικόνα 18. Κατανομή των Λατομικών Κέντρων στην Π.Ε. Δράμας (Χατζηπαναγής, 1991).

Πιο συγκεκριμένα, τα μάρμαρα της Ανατολικής Μακεδονίας καλύπτουν μία επιφανειακή έκταση περίπου 1.800 km² και τα οποία διακρίνονται σε (Χατζηπαναγής & Βουγιούκας, 2005):

- ασβεστιτικά (75%)
- δολομιτικά(5%)
- σιπολινικά(20 %)

Στην περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας διανοίχτηκαν 576 λατομεία, από τα οποία εξορύχτηκαν συνολικά 3,7×10⁶ m³ σε ογκομάρμαρα (Χατζηπαναγής & Βουγιούκας,2005).

Κυκλοφορούν πάνω από 40 τύποι μαρμάρων στο εμπόριο, ενώ τα αποθέματα δεν έχουν υπολογιστεί επαρκώς για να αναφερθούν. Ο συνολικός αριθμός των διανοιχθέντων λατομείων στο Φαλακρό όρος είναι 375, με τα ενεργά λατομεία να είναι συνολικά 30. Ακόμη, η ετήσια παραγωγή ογκομαρμάρων αντιστοιχεί στα 150.000 m³ (Χατζηπαναγής & Βουγιούκας, 2005).



Σχήμα 8. Συγκριτικές λιθοστρωματογραφικές στήλες των μαρμαροφόρων περιοχών του νομού Δράμας
(Βουγιούκας και Χατζηπαναγής, 2009)

Τα ασβεστιτικά και δολομιτικά μάρμαρα του Φαλακρού Όρους καταλαμβάνουν μία επιφάνεια περίπου 600 km², ενώ από αυτά τα 40 km² περίπου είναι δολομιτικά (Χατζηπαναγής & Βουγιούκας, 2004, Χατζηπαναγής κ.ά., 2006). Σύμφωνα με τους Χατζηπαναγής & Βουγιούκας (2004), τα κυριότερα λατομικά κέντρα όπου εξορύσσονται τα μάρμαρα του Φαλακρού Όρους είναι του Βόλακα, του Γρανίτη, του Οχυρού, των Πηγών και των Πύργων (Σχ. 8), (Εικ. 18).

Στα λατομεία της περιοχής του Γρανίτη (Εικ.19), εντοπίζονται δολομιτικά μάρμαρα με λευκό κυρίως χρώμα και ετήσια παραγωγή να ανέρχεται στα 30.000 m³. Στα λατομεία της περιοχής Βόλακα (Εικ. 20), διακρίνονται δολομιτικά μάρμαρα, με λευκό κυρίως χρώμα και με καφέ έως ερυθρωπές ταινίες, ενώ η ετήσια παραγωγή ανέρχεται στα 60.000 m³. Στα λατομεία των Πύργων (Βουγιούκας & Χατζηπαναγής, 2006) εξορύσσονται λευκά και ταινιωτά δολομιτικά μάρμαρα, με περίπου 40.000 m³ ετήσια παραγωγή.



Εικόνα 19. Πανοραμική άποψη λατομείου της περιοχής Γρανίτη Δράμας

Στο Νοτιανατολικό τμήμα του Φαλακρού όρους (Εικ.18), συγκεκριμένα στις μαρμαροφόρες περιοχές Ξηροπόταμου και Βαθύλακκου, λειτουργούν τέσσερα λατομεία για την εκμετάλλευση των ασβεστιτικών μαρμάρων.

Στα λατομεία της περιοχής του Ανατολικού Φαλακρού (Εικ.18), υπάρχουν ασβεστιτικά μάρμαρα λευκά, ημίλευκα, ταινιωτά, πιτσιλωτά, ριγωτά, γκρίζα και

πρασινωπά, η ετήσια παραγωγή των οποίων είναι περίπου 20.000 m³ (Χατζηπαναγής & Βουγιούκας, 2004, 2005).



Εικόνα 20. Πανοραμική άποψη των λατομείων της περιοχής Βόλακα Δράμας

Τα τελευταία χρόνια δοκιμάστηκε και ήδη καθιερώθηκε σε αρκετά λατομεία και η υπόγεια εξόρυξη (Εικ. 21).



Εικόνα 21. Υπόγεια εξόρυξη σε λατομείο στην περιοχή Βόλακα Δράμας



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικά αποθέματα ορυκτού πλούτου, η εκμετάλλευση του οποίου θα μπορούσε να την καταστήσει οικονομικά ισχυρή και ανεξάρτητη. Η εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου της Ελλάδας ήταν πάντα άρρηκτα συνδεδεμένη με την οικονομική ευημερία της χώρας.

Με αφετηρία την Ανατολική Μακεδονία, όπου κυρίαρχη θέση κατέχει η Περιφερειακή Ενότητα Δράμας, η Ελλάδα καθίσταται μία από τις πλουσιότερες χώρες της Ευρώπης σε μεταλλικά, αλλά κυρίως σε βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα. Βιομηχανικά ορυκτά ή πετρώματα όπως οι άστριοι και ο καολίνης, αλλά κυρίως τα μάρμαρα, παρουσιάζουν τεράστιο οικονομικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας.

Η συγκεκριμένη εργασία σχετίζεται με τον ορυκτό πλούτο της Ανατολικής Μακεδονίας, δίνοντας έμφαση στην Περιφερειακή Ενότητα Δράμας. Η συγκεκριμένη περιοχή τροφοδοτεί με τις απαραίτητες πρώτες ύλες σημαντικούς τομείς της ελληνικής οικονομίας όπως την τσιμεντοβιομηχανία, την παραγωγή κεραμικών και πυρίμαχων υλικών, τα διακοσμητικά πετρώματα κ.ά.

Στη συγκεκριμένη περιοχή ανευρίσκονται ικανές ποσότητες βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων και συγκεκριμένα, άστριοι, καολίνης, γραφίτης, βολλαστονίτης, καθώς και διακοσμητικά πετρώματα. Όλα αυτά εμφανίζουν χαρακτηριστικές ιδιότητες που τα καθιστούν απαραίτητα για ποικίλες εφαρμογές.

Οι άστριοι λόγω των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων τους, χρησιμοποιούνται σε αρκετές εφαρμογές, όπως στην κατασκευή κεραμικών υλικών και υαλουργικών προϊόντων. Εντοπίζονται κυρίως στις περιοχές Παρανεστίου και Σκαλωτής Δράμας.

Τα αργιλικά ορυκτά όπως ο καολίνης προέρχεται κατά βάση από την εξαλλοίωση των αστρίων. Χαρακτηρίζεται από λευκό ή υπόλευκο χρώμα και ως την πιο καθαρή, λευκή και ακριβή άργιλο. Οι ιδιότητες του καολίνη, ρυθμίζουν και τον τρόπο χρήσης του, κυρίως ως πληρωτικό και επικαλυπτικό υλικό. Κατεξοχήν εντοπίζεται στα Λευκόγεια, στην Εξοχή και στον Χρυσοκέφαλο Δράμας.

Ο γραφίτης ανήκει στα αυτοφυή στοιχεία (κατηγορία που περιέχει μικρό αριθμό στοιχείων), έχει χαρακτηριστικό μαύρο, σιδηρόμαυρο έως σκούρο χαλυβδότεφρο χρώμα, και εμφανίζεται κυρίως μέσα σε σχιστόλιθους, μάρμαρα και γνεύσιους της μάζας της Ροδόπης. Χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο βαθμό, στην κατασκευή μολυβιών, μπαταριών

και λιπαντικών. Εντοπίζεται μέσα σε σχιστόλιθους της περιοχής Πολυνερίου και ως κρυσταλλικός γραφίτης εντός μαρμάρων στην περιοχή Σιδηρόνερου.

Ο βολλαστονίτης έχει λευκό έως τεφρό χρώμα, σχηματίζεται κυρίως με τη διαδικασία της μεταμόρφωσης, ενώ χάρη στη μεγάλη αντοχή και ευκαμψία των βελόνων του, χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών. Η χρησιμότητα του είναι κατεξοχήν ως πληρωτικό υλικό και στην παρασκευή κεραμικών υλικών. Εντοπίζεται σε σημαντικά αποθέματα στην περιοχή Πανόραμα Δράμας.

Πρέπει ακόμη να αναφερθεί, ότι η Ανατολική Μακεδονία αποτελεί τη σημαντικότερη μαρμαροφόρα-λατομική περιοχή της Ελλάδας. Ιδιαίτερα στην Π.Ε. Δράμας, υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διακοσμητικών πετρωμάτων, όπως μάρμαρα, γρανίτες, σχιστόλιθοι και ασβεστόλιθοι. Τα φυσικοχημικά, ορυκτολογικά και πετρογραφικά χαρακτηριστικά τους, τα καθιστούν κατάλληλα για πολυάριθμες εφαρμογές.

Στην Ανατολική Μακεδονία, τα μάρμαρα διακρίνονται σε ασβεστιτικά, δολομιτικά και σιπολινικά. Η παραγωγική συνεισφορά του Όρους Φαλακρού στον κλάδο του μαρμάρου έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς ο συνολικός αριθμός των διανοιχθέντων λατομείων είναι 375, με τα ενεργά λατομεία να είναι συνολικά 30. Στη συγκεκριμένη περιοχή διακρίνεται τεράστια ποικιλία ποιοτικών και εμπορικών τύπου μαρμάρων τόσο δολομιτικού, όσο και ασβεστιτικού τύπου. Τέλος, η κύρια εξόρυξη των μαρμάρων του Όρους Φαλακρού, γίνεται στις περιοχές Βώλακα, Γρανίτη, Οχυρού, Πηγών και Πύργων.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chatzipanagis I. and Vougioukas D., 2004. The significance of the lithostratigraphy position and tectonic deformation for the location and the exploitation of the dolomitic marbles of Falacro mountain. *Bulletin of the Geological Society of Greece. Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki, April 2004.*
- Chatzipanagis I., 1990. Geology and stratigraphy of Falakro mountain area (W. Rhodope). *Geologica Rhodopica* 2, pg. 89 – 99.
- Chatzipanagis I., Compagnoni R. & Sanerone R. 1983. Studio geologico-petrografico di Bos-Dag settentrionale (Macedonia Greca). *Boll. del assoc. Mineraria Subalpina* 22, 112-126.
- Ivanov Z., 1988. Apercu general sur l'evolution geologique et structural du massif des Rhodopes dans le cadre des Balkanides. *Bull. Soc. Geol. France*, pg.227-240
- Kelepertsis A., Economou K., Skounakis S. and Porfyrus S., 1990. Mineral and chemical composition of kaolins from Milos Island, Greece – procedure of kaolinite enrichment. *Applied Clay Science*, 5, 277-293.
- Liati A. 1986. Regional metamorphism and overprinting contact metamorphism of the Rhodope zone, near Xanthi. (N. Greece). Ph. D. Univ. Carolo – Wilthemina. Braunscheig. 186p.
- Michailidis K. and Tsirambides A. 1986. The Kaolin deposits of Leucogia, NE Greece. *Clay Minerals*, 21, 417-426, (Note).
- Papanikolaou D. and Panagopoulos A., 1981. On the structural style of the Southern Rhodope, Greece. *Geological Balcanica*, 11:3, pg 13-22
- Papanikolaou D., 1984. Correlation of Prevariscan and Variscan events of the Alpine-Mediterranean mountain belt. IGCP project No 5, Fieldmeeting in Greece, 17-23 Sept., pg 62
- Papoulis D. and Tsolis-Katagas P., 2001. The kaolin deposits of Leucogia, NE Greece: Processes of kaolinization. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 34/3, 875-882.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αλεξοπούλου Κ., Γαλάνη Δ., Θεοδωράκη Ε., 2015. Η οικονομική εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου της Ελλάδας. *Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα Λογιστικής, Πάτρα.*

Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., ΙΓΜΕ, Ξάνθη 2001α. Πληροφοριακά στοιχεία λειτουργούντων λατομείων και εργοστασίων επεξεργασίας μαρμάρων στην Αν. Μακεδονία & Θράκη.

Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., ΙΓΜΕ, Ξάνθη 2001β. Διακοσμητικά πετρώματα Αν. Μακεδονίας & Θράκης. Άτλαντας μαρμάρων.

Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2006. Διαχειριστική μελέτη μαρμάρων και λοιπών διακοσμητικών πετρωμάτων. Περιοχή Πύργων Δράμας (Νότιο Φαλακρό όρος). *Πρόδρομη έκθεση*. ΙΓΜΕ, Ξάνθη.

Βουγιούκας Δ., Χατζηπαναγής Ι., Αναστασιάδης Ι., Δημάδης Ε., Θεοδοωρούδης Α. και Επιτρόπου Ν., ΙΓΜΕ, Ξάνθη 2001. Έρευνα για τον εντοπισμό και αξιοποίηση μαρμαροφόρων περιοχών στην Αν. Μακεδονία & Θράκη. *Τελική έκθεση*.

Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009. Γεωλογία-Λιθοστρωματογραφία-Τεκτονική και Κοιτασματολογία του Φαλακρού Όρους. Έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε., Γ'ΚΠΣ, 74σ.

Δηλγεράκη Ζ. Πάτρα 2014. Μελέτη πετρογραφικών και φυσικομηχανικών ιδιοτήτων μαρμαροφόρων κοιτασμάτων από περιοχές των Νομών Δράμας και Σερρών. *Πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας*.

Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων 1979. Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος, Αθήνα, 566-575.

Θεοδόσογλου Ε., Κορωναίος Α., Σολδάτος Τ. και Σκλαβούνος Σ., 2005. Γεωχημεία και πετρογένεση του γρανίτη του Παρανεστίου (Κεντρική Ροδόπη). 2^ο Συνέδριο της Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας και Γεωχημείας, Θεσσαλονίκη Οκτώβριος 2005.

Κατερινόπουλος Α. και Σταματάκης Μ., 1995. Εφαρμοσμένη ορυκτολογία-πετρολογία. Τα βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα και οι χρήσεις τους. Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Κηπουρός Ν., Σολδάτος Τ., Καντηράνης Ν. και Τιμοθεάδου Ε., 2015. Σχηματισμός γραφίτη σε πηγματοειδή της σειράς των μιγματιτικών βιοτιτικών γνευσίων του καλύμματος της ανώτερης τεκτονο-μεταμορφικής ενότητας Σιδηρόνερου στην Κεντρική Ροδόπη. Επιστημονική Επετηρίδα, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Μιχαηλίδης Κ., Βαβελίδης Μ. και Φιλιππίδης Α., 2013. Σημειώσεις Κοιτασματολογίας Βιομηχανικών ορυκτών και Πετρωμάτων, Α.Π.Θ., 55 σ.

Μουντράκης Δ., 2010. Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδος, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ 23-30.

Πλουμής Π. και Χατζηπαναγής Ι., 1993. Οι εξαλλοιώσεις της λεκάνης Λευκογείων (Ν. Δράμας). ΙΓΜΕ Ξάνθης.

Πλουμής Π. και Χατζηπαναγής Ι., 1993. Οι εμφανίσεις άμορφου γραφίτης στους σχιστόλιθους της σειράς των εναλλαγών στις περιοχές Πολυνέρι-Υψηλή Ράχη και Άγιο Παντελεήμονα Δράμας. ΙΓΜΕ Ξάνθης.

Τσιραμπίδης Α. και Φιλιππίδης, Α., 2013. Ορυκτοί Πόροι Ελλάδος: Αποθέματα και Αξία. Τμήμα Γεωλογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Τσιραμπίδης Α., 2005. Η συμβολή των Βιομηχανικών ορυκτών και Πετρωμάτων στην ανάπτυξη της Μακεδονίας και Θράκης. Τμήμα Γεωλογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Τσιραμπίδης Α., 2005. Ο ορυκτός πλούτος της Ελλάδος. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

Χατζημανώλη Ε., 2016. Γνώσεις και στάσεις της τοπικής κοινωνίας του Βόλακα Νομού Δράμας και η περιβαλλοντική αποκατάσταση των χώρων εξόρυξης. *Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής αγωγής και του εκπαιδευτικού σχεδιασμού*, σελ. 12-15.

Χατζηπαναγής Ι. και Βουγιούκας Δ., 2004. Η σημασία της λιθοστρωματογραφικής θέσης και της τεκτονικής παραμόρφωσης στον εντοπισμό και την αξιοποίηση των δολομιτικών μαρμάρων του όρους Φαλακρού. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ, Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Θεσσαλονίκη Απρίλιος 2004.

Χατζηπαναγής Ι. και Βουγιούκας Δ., 2005. Τα μάρμαρα της Ανατολικής Μακεδονίας. Βασικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν την εμπορικότητά τους σαν διακοσμητικά πετρώματα. Ποιότητες-Τιμές-Αποθέματα. 2^ο Συνέδριο της Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας και Γεωχημείας, Θεσσαλονίκη Οκτώβριος 2005.

Χατζηπαναγής Ι., 1991. Η γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής του όρους Φαλακρού. *Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών*. Αθήνα 1991.

Χατζηπαναγής Ι., 1991. Η γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής του όρους Φαλακρού. *Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*, 170σ.

Χατζηπαναγής Ι., 1999. Τα μαγγανιούχα κοιτάσματα του Νομού Δράμας. Η μεταλλευτική έρευνα για την αύξηση των αποθεμάτων του λειτουργούντος Μεταλλείου Μαγγανίου Δράμας κατά την τετραετία 1995-98 (Τελική έκθεση). Β' Κ.Π.Σ. Έργο: 9531518, Ι.Γ.Μ.Ε. Ξάνθης, Απρίλιος 1999, σ. 189.

Μπόσκος Ε., 1994. Ερμηνεία της πορείας μεταμόρφωσης της κατώτερης και ανώτερης τεκτονικής ενότητας της Ροδόπης. Ομοιότητες και διαφορές. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. 30, 1, 255-269.

Πλουμής Π., 2015. Μελέτη χαλαζιοαστριούχων πρώτων υλών περιοχής Παρανεστίου. Έργο ΕΣΠΑ 2007-2013, Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, 58 σ.



Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών – ΙΓΜΕ, 2017, Τεχνική έκθεση: Μη ενεργειακές ορυκτές πρώτες ύλες της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας.

Διαδικτυακές Πηγές

Ελληνική Στατιστική Αρχή, Στατιστικά Δεδομένα, www.statistics.gr, (ανακτήθηκε την 16.08.18)

Ορυκτοί Πόροι-Κοιτασματολογία, Τι είναι οι ορυκτοί πόροι;, www.orykta.gr, (ανακτήθηκε την 16.08.18)

Τζεφέρης Π., 2015. Ο Ελληνικός ορυκτός πλούτος, <http://www.oryktosploutos.net/2015/01/>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), Έκθεση-Αναφορά: Η εξορυκτική/μεταλλουργική δραστηριότητα στην Ελλάδα. Στατιστικά δεδομένα 2013-2014, www.latomet.gr (ανακτήθηκε την 16.08.18)

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), Έκθεση-Αναφορά: Ελληνική Εξορυκτική Βιομηχανία. Διεθνές Περιβάλλον-Φυσιογνωμία-Προοπτικές, www.latomet.gr (ανακτήθηκε της 16.08.18)

Συντομογραφίες

1. ΙΓΜΕ: ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
2. ΥΠΕΝ: ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
3. ΕΛΣΤΑΤ: ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ
4. Π.Ε: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
5. ΟΠΥ: ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
6. ΒΟΠ: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ