



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ -

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΠΑΠΑΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ

ΑΕΜ 4749

ΤΑ ΜΑΡΜΑΡΑ ΤΟΥ Ν. ΔΡΑΜΑΣ

Γεωλογία, Εμπορικοί Τύποι και Βιομηχανία του Μαρμάρου

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2022



ΤΑ ΜΑΡΜΑΡΑ ΤΟΥ Ν. ΔΡΑΜΑΣ

Γεωλογία, Εμπορικοί Τύποι και Βιομηχανία του Μαρμάρου

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας

Τομέας Ορυκτολογίας - Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας

Επιβλέπων Καθηγητής

Βασίλης Μέλφος, Αναπληρωτής Καθηγητής

©Αλέξανδρος Παπαχριστοδούλου, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.



© Αλέξανδρος Παπαχριστοδούλου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Ορυκτολογίας, Πετρολογίας, Κοιτασματολογίας, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Μάρμαρα της Δράμας – *Διπλωματική Εργασία*

© Alexandros Papachristodoulou, School of Geology, Department of Mineralogy, Petrology, Economic Geology, 2022

All rights reserved.

Marbles of Drama, Greece– *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.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΜΑΣ.....	9
2.1 Γεωγραφική θέση Ν. Δράμας.....	9
2.2 Γεωτεκτονική θέση Ν. Δράμας	9
2.3 Λιθοστρωματογραφία Ν. Δράμας	11
3. ΕΜΠΟΡΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΑΡΜΑΡΩΝ Ν. ΔΡΑΜΑΣ.....	18
3.1 Κατηγορίες Μαρμάρων του Ν. Δράμας	18
3.1.1 Δολομιτικά μάρμαρα	22
3.1.2 Ασβεστίτικα Μάρμαρα	31
3.1.3 Ταινιωτά – Σιπολινικά Μάρμαρα	35
4. Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΟΥ ΣΤΟ Ν. ΔΡΑΜΑΣ.....	36
4.1 Γενικά - Εμπόριο.....	36
4.2 Έρευνα και Μέθοδοι εξόρυξης	39
4.2.1 Έρευνα κοιτασμάτων	39
4.2.2 Υπαίθρια εκμετάλλευση	42
4.2.3 Υπόγεια εκμετάλλευση.....	43
4.3 Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα των Λατομείων.....	48
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα Μάρμαρα της Δράμας

Γεωλογία του Ν. Δράμας, Εμπορικοί Τύποι και Βιομηχανία του Μαρμάρου

Παπαχριστοδούλου Αλέξανδρος

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της συνολικής γεωλογικής εικόνας αλλά και της σημασίας των κοιτασμάτων μαρμάρου που εμφανίζονται στην περιοχή του Ν. Δράμας, καθώς αποτελούν ένα πολύ μεγάλο κομμάτι της συνολικής παραγωγής και εξαγωγής μαρμάρου ολόκληρης της χώρας.

Στο μέρος που ακολουθεί θα προβληθούν στοιχεία που αφορούν σε όλες τις πτυχές του συγκεκριμένου κοιτάσματος, όπως η γεωλογική κατάσταση και ιστορία της περιοχής, καθώς και οι φυσικοχημικές και πετρογραφικές ιδιότητες των διαφόρων τύπων μαρμάρου που συναντώνται ανά τόπους. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν οι μέθοδοι εξόρυξης που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα λατομεία, και σημαντικά στοιχεία που αφορούν το εμπόριο, όπως το οικονομικό αντίκτυπο που έχει τόσο στην τοπική κοινωνία, όσο και στην εθνική οικονομία.

Τέλος, παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των εξορυκτικών εργασιών στις περιοχές εξόρυξης αλλά και στις γύρω περιοχές.



ABSTRACT

Marbles of Drama

Geology of Drama, Industry and Commercial Marble Types

Papachristodoulou Alexandros

The purpose of this study is to present the geological formation and the significance of the marble reserves in the area of Drama County in Northern Greece. Drama is an area with important marble reserves and constitutes a big part of the marble mining and trading sector in Greece.

In the following part, the data presented are related to various aspects of this particular marble reserve, such as the geological formation and the history of the area of Drama. They are also related to the physical, chemical and petrographic features of all the types of marble that are found in this area, the mining techniques implemented in quarries in the area today, important data with regards to marble trading today, and the financial impact on the local community as well as the national economy.

Finally, the environmental footprint of the marble mining operations in the area is also presented.



Το θέμα της παρούσας πτυχιακής διπλωματικής εργασίας μου ανατέθηκε τον Ιούλιο του 2021 από τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Ορυκτολογίας – Πετρολογίας – Κοιτασματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κ. Βασίλειο Μέλφο, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την υπόδειξη του θέματος, την καθοδήγηση και τις συμβουλές του σε όλη τη διάρκεια της εργασίας αυτής.

Στο πλαίσιο της αναζήτησης και εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων μαρμάρου, τα οποία αποτελούν πυλώνα της οικονομίας της ευρύτερης περιοχής του Ν. Δράμας όπως επίσης έχουν και μεγάλη συμμετοχή στην οικονομία της χώρας, η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία επιχειρεί να παρουσιάσει όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες που αφορούν την εκμετάλλευση τέτοιου είδους κοιτασμάτων από τις τοπικές βιομηχανίες που δραστηριοποιούνται σε αυτόν το χώρο. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Βασίλειο Μέλφο, που ήταν ο επιβλέπων της πτυχιακής αυτής εργασίας, για την ανάθεση ενός τόσο ενδιαφέροντος θέματος, όπως και για την συνεχή βοήθειά του κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξή τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα μάρμαρα, από τους αρχαίους χρόνους, αποτελούν την πρώτη ύλη για την ανοικοδόμηση σπουδαίων κτιρίων, μνημείων, γλυπτών, χρησιμοποιούνται επίσης ως διακοσμητικά στοιχεία αλλά και στην παραγωγή άλλων βιομηχανικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή σύγχρονων κτιρίων. Στην Ελλάδα η χρήση του μαρμάρου ξεκίνησε κατά τη Μέση Νεολιθική εποχή στην κατασκευή μαρμαρίνων εδωλίων, ενώ η συστηματική εξόρυξη εντατικοποιήθηκε τον 5ο αιώνα π.Χ.

Το έδαφος της Ελλάδας περιέχει μια πολύ μεγάλη ποικιλία τύπων μαρμάρου τα οποία εμφανίζονται σε διάφορα χρώματα και με διάφορες πετρογραφικές και γεωχημικές ιδιότητες κατατάσσοντας την Ελλάδα, ως εξαγωγό, στην τρίτη θέση της Ευρώπης πίσω από την Ιταλία και την Τουρκία. Οι εμφανίσεις των ελληνικών μαρμάρων βρίσκονται σε πολλά σημεία της χώρας, τα κυριότερα λατομικά κέντρα όμως συναντώνται στη βόρεια Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Αν. Μακεδονία και στους νομούς Δράμας, Καβάλας και Θάσου, όπου τα μάρμαρα που εμφανίζονται είναι λευκού και λευκότεφρου χρώματος ανάλογα τη θέση και ασβεστιτικής ή και δολομιτικής σύστασης.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται κυρίως στην παραγωγή μαρμάρου που λαμβάνει χώρα στην περιοχή της Δράμας, όπου το ύψος της έφτανε τα 200.000 m³ το έτος 1992 (Τσιραμπίδης 1996) και πλέον το έχει ξεπεράσει κατά πολύ μιας και οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο χώρο έχουν αυξηθεί στις 71 και τα έσοδα τους από τις πωλήσεις ξεπερνούν τα 400 εκ. ευρώ (Μελέτη ICAP, 2018). Με κύρια πηγή εσόδων τις αγορές του εξωτερικού και σημαντικότερη όλων την αγορά της Κίνας.

Οι παρούσες εργασίες λαμβάνουν χώρα στα λατομεία που βρίσκονται στην περιοχή του Φαλακρού όρους, το οποίο αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα λατομικά κέντρα της χώρας όσον αφορά την ποσότητα και ποικιλία των εμπορικών και ποιοτικών τύπων μαρμάρου.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΜΑΣ

2.1 Γεωγραφική θέση Ν. Δράμας

Γεωγραφικά, ο νομός Δράμας βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Ελλάδας (Σχ. 1), και συγκεκριμένα, στην Ανατολική Μακεδονία. Συνορεύει με το νομό Σερρών στα δυτικά, το νομό Καβάλας στα Νότια, και το νομό Ξάνθης στα Ανατολικά, ενώ στα Βόρεια συνορεύει με τη Βουλγαρία. Η συνολική έκταση του νομού είναι 3.468 km².



Σχ. 1. Χάρτης της Ελλάδας και η θέση του Ν. Δράμας (πηγή διαδικτύο).

2.2 Γεωτεκτονική θέση Ν. Δράμας

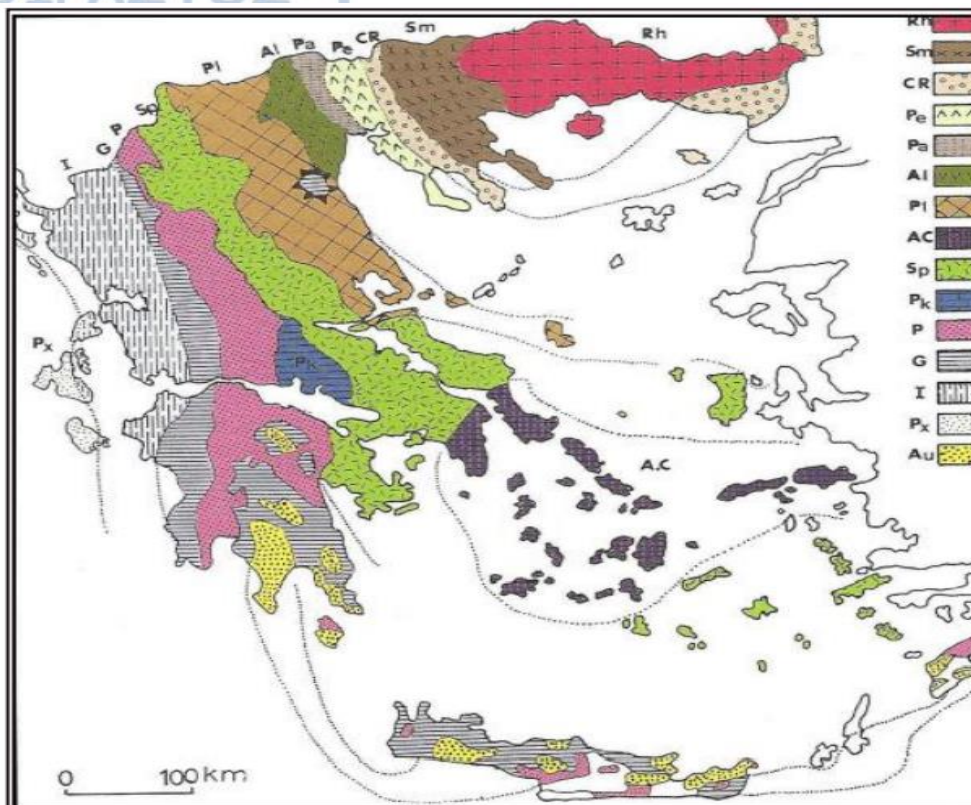
Ο Ν. Δράμας, γεωλογικά, ανήκει στη Μάζα της Ροδόπης (Σχ. 2). Στη γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης περιλαμβάνονται η Ανατολική Μακεδονία (ξεκινώντας από τον ποταμό Στρυμόνα), η οροσειρά της Ροδόπης, το νότιο κομμάτι της Βουλγαρίας, το ελληνικό κομμάτι

της Θράκης, και το νησί της Θάσου. Βρίσκεται ανάμεσα στις Δυναρίδες και Καρπαθο-Βαλκανίδες οροσειρές (Μουντράκης, 2010).

Σύμφωνα με τα τελευταία μοντέλα των λιθοσφαιρικών πλακών για την εξέλιξη της Μεσογείου (Μουντράκης, 2010), ο γεωτεκτονικός χαρακτήρας της Μάζας της Ροδόπης θεωρείται πως είναι ηπειρωτικός, ενώ δύο σενάρια γίνονται σχετικά με την προέλευσή της: είτε ότι προέρχεται από την πλάκα της Ευρασίας, είτε ότι προέρχεται από Κιμμερικά ηπειρωτικά τεμάχια, τα οποία, αφού αποσπάστηκαν από τη Γκοντβάνα, κινήθηκαν βορειοανατολικά, και τελικά ενσωματώθηκαν στην Ευρασία. Τα γεωλογικά στρώματα που δομούν την κεντρική Ροδοπική μάζα είναι Άνω Παλαιοζωικής έως Κάτω Μεσοζωικής ηλικίας (Κάτω-Μέσο Τριαδικό).

Η κατώτερη ενότητα σχηματισμών της ενιαίας λιθοστρωματογραφικής στήλης της Ροδοπικής μάζας συγκροτείται από γνεύσιους και σχιστόλιθους, ενώ η ανώτερη από μεταμορφωμένα ανθρακικά πετρώματα. Σε πολλές περιοχές του χώρου της Ροδοπικής μάζας στην Ελλάδα, παρατηρείται μιγματίωση των σχηματισμών της κατώτερης ενότητας, και ανακρυστάλλωση αυτών της ανθρακικής ενότητας με ταυτόχρονο σχηματισμό αδροκρυσταλλικών μαρμάρων, λόγω της διεύδυσης γρανιτικών και γρανοδιοριτικών μαγμάτων. Οι μεταμορφικές συνθήκες που παρατηρούνται στα πετρώματα της κεντρικής Ροδοπικής μάζας είναι LP-HT, αλλά και HP-LT, και παρουσιάζονται έντονα φαινόμενα μιγματιώσεως. Παρατηρούνται επίσης ισοκλινείς και συμμεταμορφικές πτυχές στην ενότητα των ανθρακικών πετρωμάτων, οι οποίες είναι αποτέλεσμα των διαφόρων παραμορφωτικών φάσεων.

Στην Ανατολική Μακεδονία, η δομή των σχηματισμών περιλαμβάνει μία κατώτερη τεκτονική ενότητα (Ενότητα Παγγαίου), η οποία αποτελείται από πετρώματα χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης (πρασινοσχιστολιθική φάση), και μία ανώτερη τεκτονική ενότητα (Ενότητα Σιδηρόνερου) η οποία αποτελείται από πετρώματα μεταμορφωμένα στην ανώτερη αμφιβολιτική φάση. Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται οι στρωματογραφικές στήλες της περιοχής του όρους Φαλακρού, αλλά και οι θέσεις των ποιοτικότερων και εμπορικότερων τύπων μαρμάρου του νομού Δράμας.

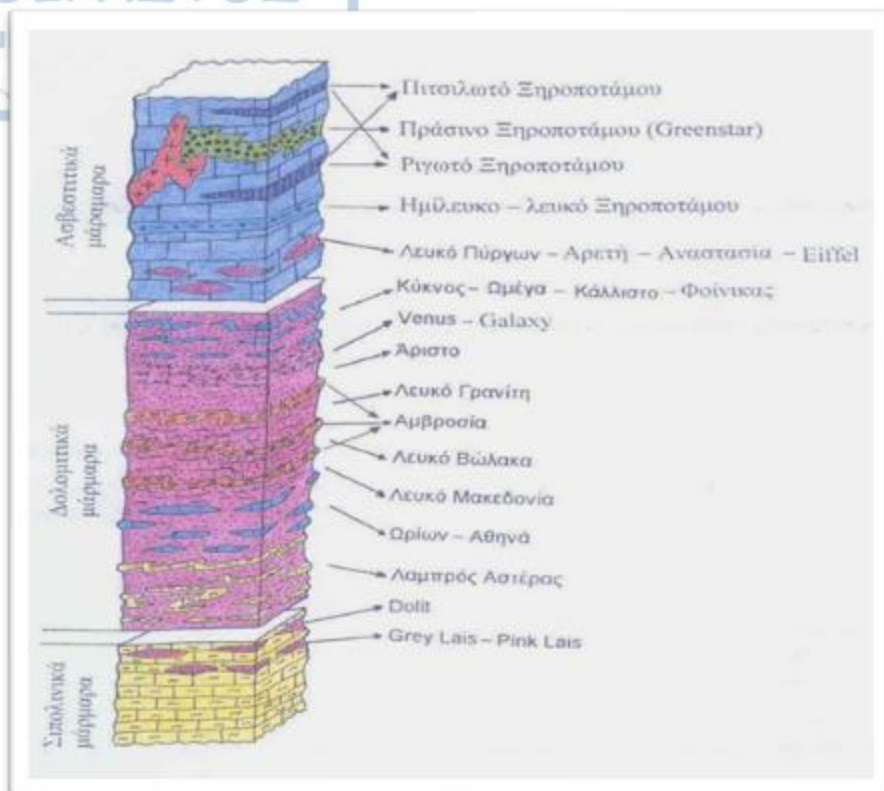


Σχ. 2. : Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας (Μουντράκης, 2010).

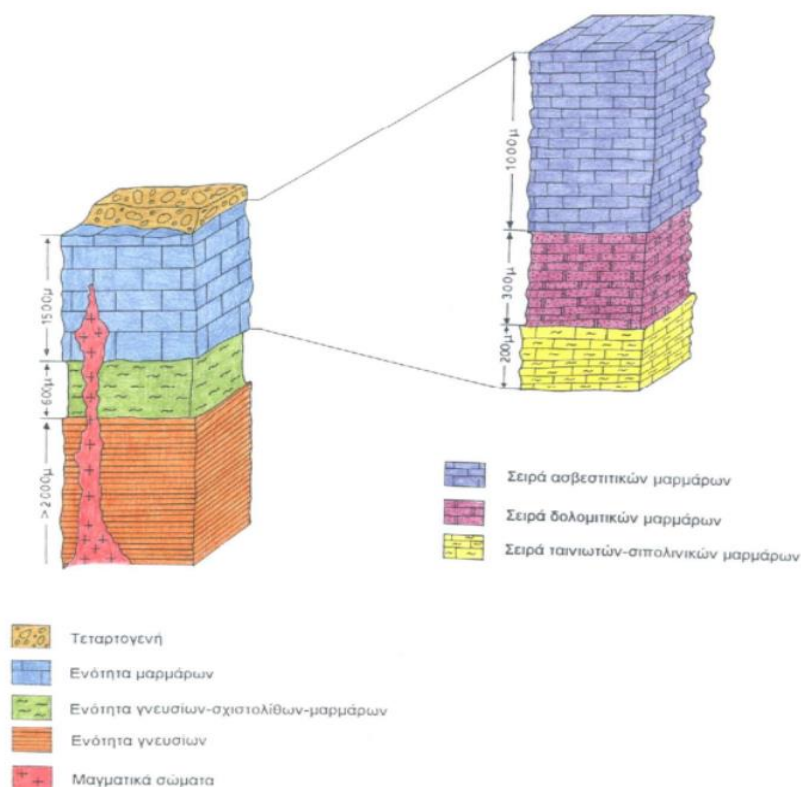
2.3 Λιθοστρωματογραφία Ν. Δράμας

Τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ανατολικής Μακεδονίας χωρίζονται, σύμφωνα με τα λιθολογικά χαρακτηριστικά τους, σε τέσσερις σειρές που από τις βαθύτερες προς τις ανώτερες είναι οι εξής: η σειρά των γνευσίων του υποβάθρου, η σειρά των μαρμάρων, η σειρά των μαρμαρυγιακών σχιστολίθων και η σειρά σχιστολίθων και μαρμάρων, με τις ηλικίες των πετρωμάτων να κυμαίνονται από το Προκάμβριο έως το κάτω Παλαιοζωικό.

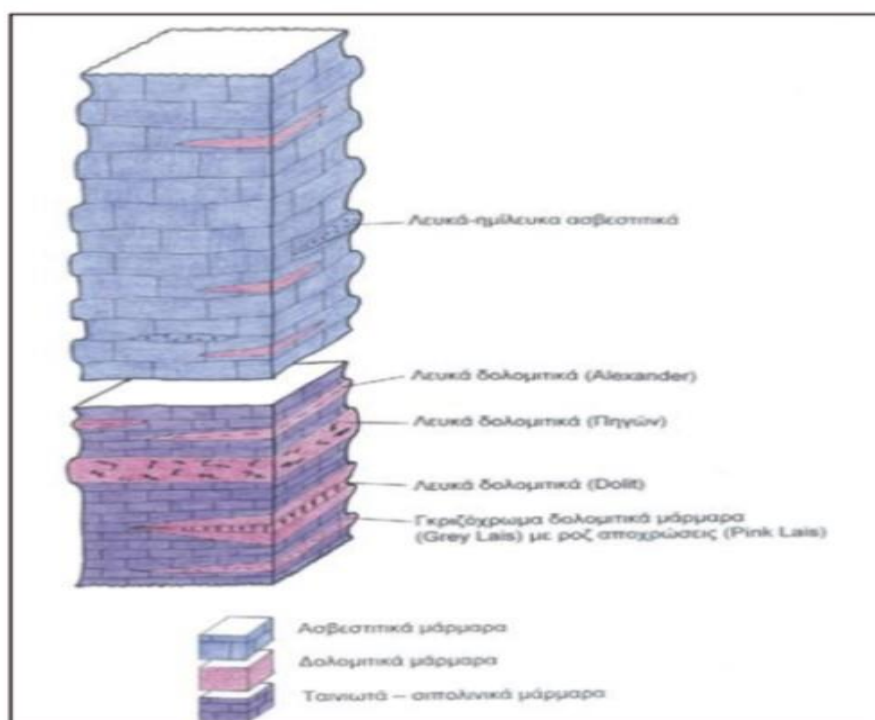
Στο νομό Δράμας, η εξορυκτική δραστηριότητα λαμβάνει χώρα σε θέσεις τις ευρύτερης περιοχής του όρους Φαλακρού, κυρίως στις περιοχές του Βώλακα, του Γρανίτη, του Οχυρού, του Νευροκοπίου, των πηγών Αγγίτη, του Ξηροποτάμου, του Μοναστηρακίου, και του Βαθυλάκκου. Στα σχήματα 3-8 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των σημαντικότερων λατομικών κέντρων από τα παραπάνω, ενώ στο σχήμα 9 παρουσιάζονται τα στοιχεία τους σε μία συγκεντρωτική συσχέτιση (Βουγιούκας και Χατζηπαναγής, 2009).



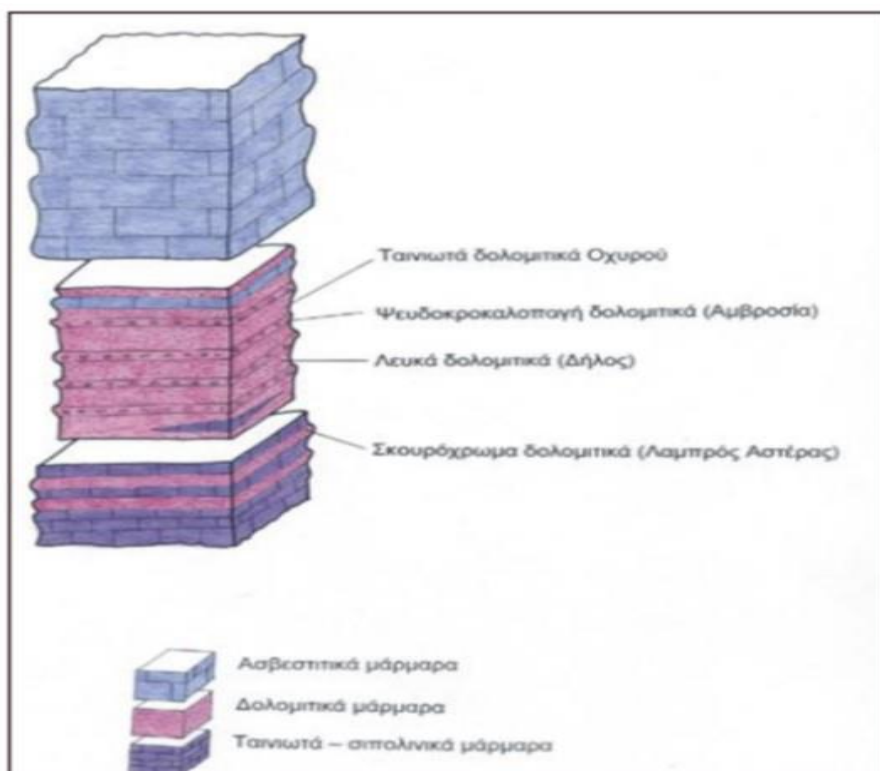
Σχ. 3. Γενική Λιθοστρωματογραφική στήλη της περιοχής του ανατολικού όρους Φαλακρού (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).



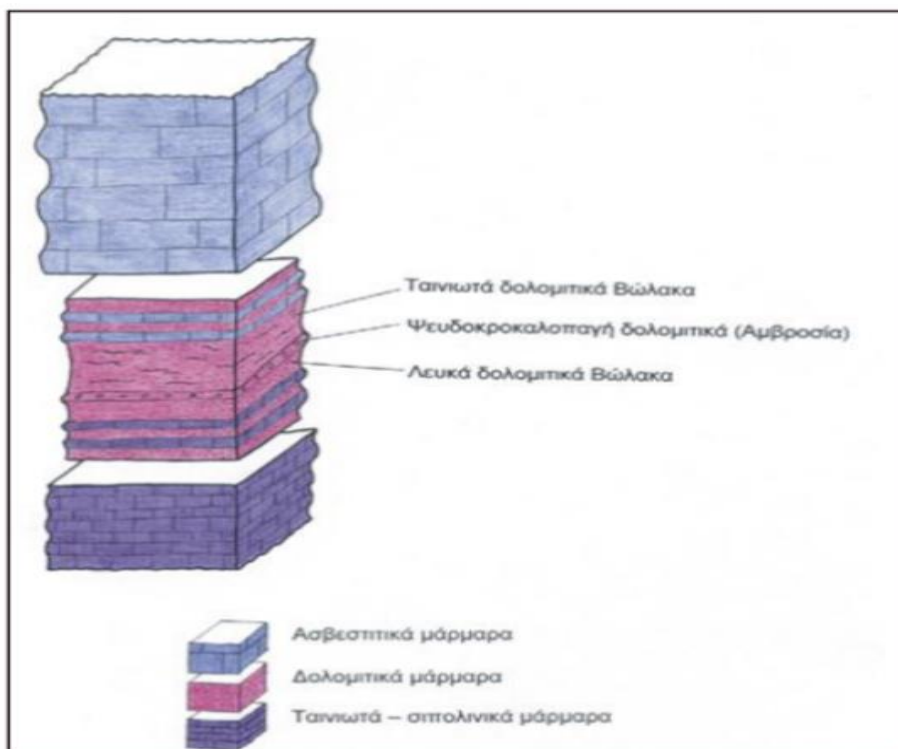
Σχ. 4. Γενική Λιθοστρωματογραφική στήλη του όρους Φαλακρού. (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).



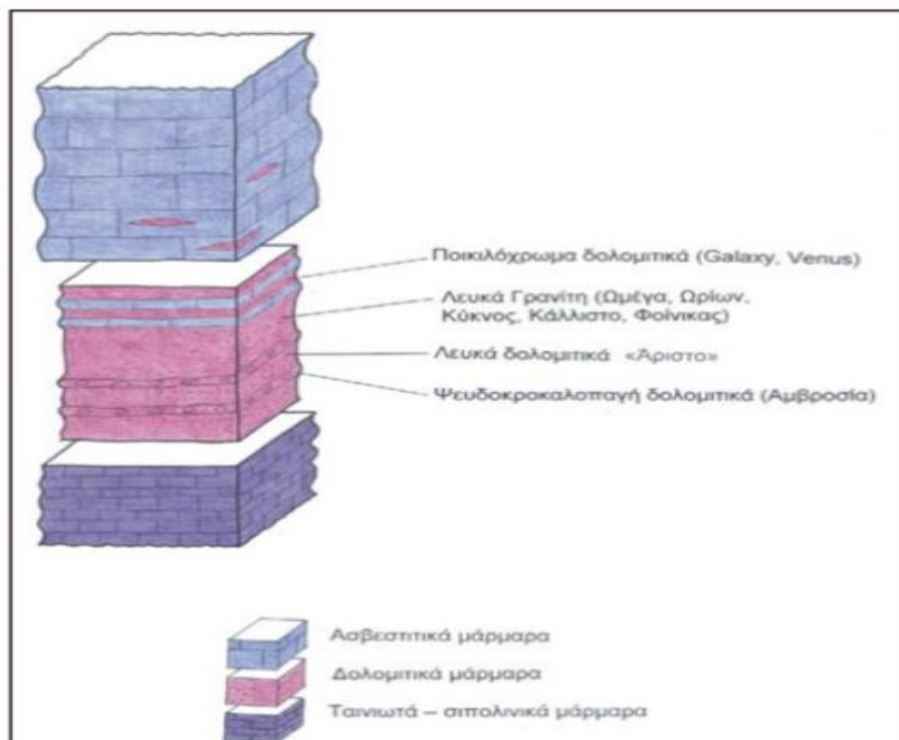
Σχ. 1: Λιθοστρωματογραφική στήλη περιοχής Πηγών. (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).



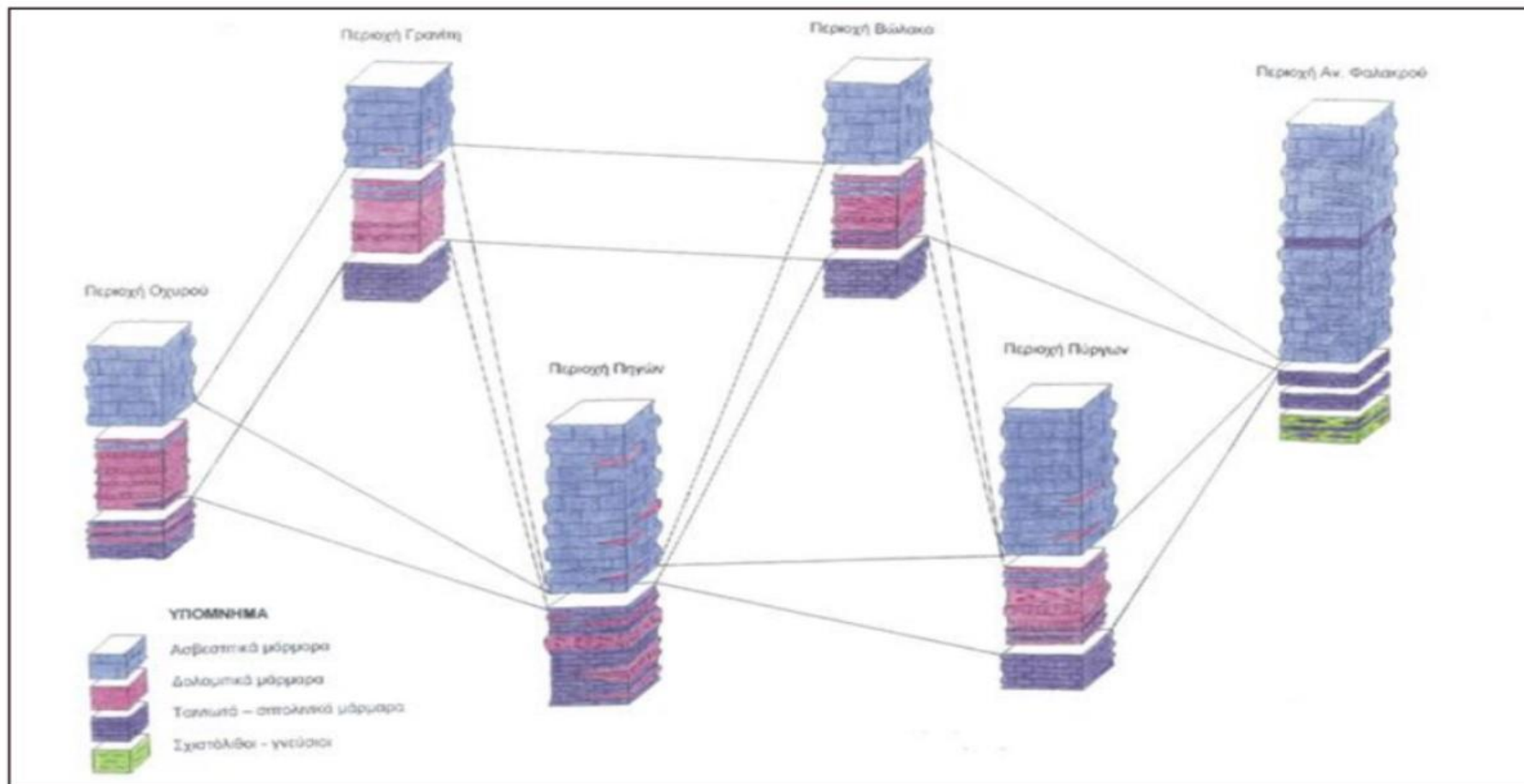
Σχ. 2: Λιθοστρωματογραφική στήλη της περιοχής Οχυρού. (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).



Σχ. 3: Λιθοστρωματογραφική στήλη της περιοχής Βώλακα. (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).



Σχ. 8. Λιθοστρωματογραφική στήλη περιοχής Γρανίτη (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).



Σχ. 9. Συγκριτικές λιθοστρωματογραφικές στήλες όλων των μαρμαροφόρων περιοχών του Ν. Δράμας. (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).

Οι Βουγιούκας και Χατζηπαναγής (2009) χωρίζουν τα μεταμορφωμένα πετρώματα της περιοχής του όρους Φαλακρού σε τρεις μεγάλες λιθολογικές ενότητες: την κατώτερη ενότητα γνευσίων, τη μεσαία ενότητα, η οποία απαρτίζεται από εναλλαγές γνευσίων-σχιστολίθων-μαρμάρων, και την ανώτερη ενότητα μαρμάρων.

Η κατώτερη ενότητα αποτελείται από γνεύσιους, οι οποίοι είναι κυρίως ορθογνεύσιοι Παλαιοζωικής ηλικίας. Πρόκειται ουσιαστικά για το προ αλπικό υπόβαθρο, το οποίο λειτούργησε ως βάση για να αναπτυχθεί η ηφαιστειοϊζηματογενής αλπική λεκάνη της Ροδόπης. Ακριβώς από πάνω της βρίσκεται η μεσαία ενότητα, με εναλλαγές από γνεύσιους, σχιστόλιθους, και μάρμαρα ηφαιστειοϊζηματογενούς προέλευσης, η οποία αποτελεί και το κατώτερο τμήμα της αλπικής λεκάνης της Ροδόπης. Εντός της μεσαίας αυτής ενότητας υπάρχουν στρωματόμορφοι ή συμπαγείς αμφιβολίτες, υπολείμματα εκλογιτών, καθώς και φακοί ανθρακικών πετρωμάτων (στα ανώτερα τμήματα).

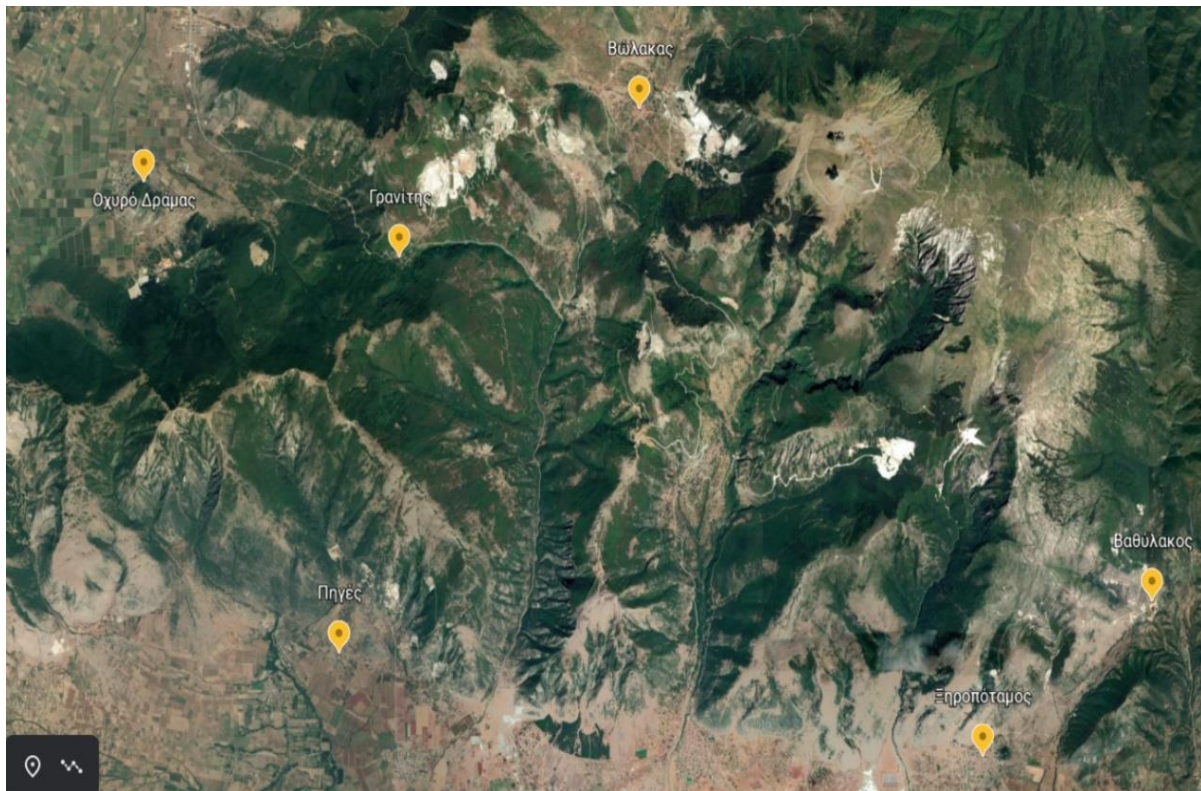
Τέλος, η ανώτερη ενότητα συνιστά μία ενότητα μαρμάρων, με συνολική έκταση 650 km². Πρόκειται για την ανώτερη λιθολογική ενότητα της αλπικής Ροδοπικής λεκάνης. Όπως δείχνει το σχήμα 4, βάσει της ορυκτολογικής σύστασης της, η ενότητα χωρίζεται σε τρεις σειρές. Συγκεκριμένα:

- 1) Η κατώτερη σειρά αποτελείται από ταινιωτά – σιπολινικά μάρμαρα, κυρίως ασβεστιτικής σύστασης (κατά 90-92%), με συμμετοχή χαλαζία (4-5%), δολομίτη (2-3%) και γραφίτη (1-2%). Ακόμη, σε πολύ μικρό βαθμό, απαντώνται ορυκτά όπως ο μοσχοβίτης, ο φλογοπίτης, ο χλωρίτης, ο τρεμολίτης, οι άστριοι, ο απατίτης, το επίδοτο, και μεταλλικά ορυκτά. Η σειρά φτάνει σε μέγιστο πάχος τα 200 μέτρα, και έχει έκταση περίπου 100 km². Εμφανίζονται επίσης σώματα αμιγούς δολομιτικού μαρμάρου, τοποθετημένα στα ανώτερα στρώματα, είτε στρωματογραφικά, είτε τεκτονικά, από τα οποία, ορισμένα μεγάλα τεμάχια, έχουν και εξορυκτική αξία.
- 2) Η μεσαία σειρά αποτελείται από δολομιτικά μάρμαρα. Καλύπτει μία επιφάνεια 40km² με μέγιστο πάχος τα 300 μέτρα, βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του όρους Φαλακρού, και έχει μορφή φακών. Η έντονη τεκτονική παραμόρφωση έχει δημιουργήσει αποκοπές μεταξύ των σωμάτων. Ωστόσο

ο λιθοστρωματογραφικός σχηματισμός παρουσιάζει σταθερή στρωματογραφική θέση και ορυκτολογική σύσταση, καθώς και εναλλαγές μεταξύ ασβεστιτικού και δολομιτικού υλικού. Η σύσταση του πετρώματος είναι κατά 92-99% δολομίτης, με παρουσία ασβεστίτη σε ποσοστά μεταξύ 1-8%.

- 3) Η ανώτερη σειρά απαρτίζεται από χονδροπλακώδη αδρόκοκκα ασβεστιτικά μάρμαρα χρώματος από γκριζόλευκο έως τεφρόφαιο (το οποίο εξαρτάται από το ποσοστό γραφίτη), έχει έκταση 500km², και μέγιστο πάχος περί τα 1000 μέτρα – το οποίο ωστόσο φαίνεται μεγαλύτερο λόγω πολυπτυχώσεων και εφιπτεύσεων. Η περιεκτικότητα σε δολομίτη είναι ελάχιστη, αν και σπάνια συναντώνται μεγάλοι φακοί.

Στα παρακάτω, σχήμα 10, εμφανίζονται τα σημαντικότερα εξορυκτικά κέντρα που δραστηριοποιούνται εντός του νομού Δράμας.



Σχ. 10: Κύριες θέσεις λατομικών εργασιών Ν. Δράμας (εικόνα από δορυφόρο).

3. ΕΜΠΟΡΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΑΡΜΑΡΩΝ Ν. ΔΡΑΜΑΣ

3.1 Κατηγορίες Μαρμάρων του Ν. Δράμας

Οι τύποι μαρμάρων που βρίσκονται στο νομό Δράμας χωρίζονται στις παρακάτω τρείς βασικές κατηγορίες: Τα δολομιτικά, τα ασβεστιτικά, και τα ταινωτά-σιπολινικά μάρμαρα. Οι κατηγορίες αυτές προκύπτουν βάσει των παρακάτω κριτηρίων (Βουγιούκας και Χατζηπαναγής, 2005).

1. Χημική – ορυκτολογική σύσταση : Πρόκειται για το βασικότερο κριτήριο για την εμπορικότητα των μαρμάρων, καθώς από τη σύσταση αυτή των μαρμάρων καθορίζονται τόσο οι φυσικομηχανικές ιδιότητες όσο και η όψη και αισθητική τους. Σημαντική είναι επίσης η περιεκτικότητα σε γραφίτη και άλλα μεταλλικά ορυκτά, με μορφή ταινιών ή διάσπαρτα στο πέτρωμα, καθώς η παρουσία τους δημιουργεί διαφορετικούς εμπορικούς τύπους. Στους παρακάτω πίνακες (Τσιραμπίδης, 1996) παρουσιάζονται η χημική (Πίν. 1) και ορυκτολογική (Πίν. 2) σύσταση ανά τύπο μαρμάρου για τους σημαντικότερους εμπορικούς τύπους της περιοχής.

Πίνακας 1: Χημική σύσταση βασικών τύπων μαρμάρου Ν. Δράμας (Τσιραμπίδης, 1996).

Τύπος Μαρμάρου	Χημική σύσταση (βάρος %)								
	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	CO ₂
Λευκό Πηγών	34,8	20,6	0,04	0	0	0,05	0,15	0,02	43,4
Λευκό Βόλακα-Γρανίτη	31,8	20,6	0,06	0,14	0	0,05	0,2	0,01	46,2
Ημίλευκο Ξηροποτάμου	55,4	0,35	0,1	0	0,4	0,02	0,04	0,01	43,8
Ημίλευκο Μοναστηρακίου	54,9	0,08	0,18	0,14	0,4	0,04	0,03	0,01	43,75
Τεφρόλευκο Ταξιαρχών	54,5	1,2	0,5	0,14	0,2	0,01	0,04	0,02	43,85
Τεφροροδόχρωο Κοκκινογείων	34,5	18,5	1,2	0,19	0,17	0,01	0,02	0,03	45

Πίνακας 2: Ορυκτολογική σύσταση βασικότερων τύπων μαρμάρου Ν. Δράμας (Τσιραμπίδης, 1996).

Τύπος Μαρμάρου	Ορυκτολογική σύσταση (βάρος %)			
	Ασβεστίτης	Δολομίτης	Χαλαζίας	Μοσχοβίτης
Λευκό Πηγών	7,5	92,5		
Λευκό Βόλακα-Γρανίτη	8	92		
Ημίλευκο Ξηροποτάμου	98	0,8	1	0,2
Ημίλευκο Μοναστηρακίου	98	1	1	
Τεφρόλευκο Ταξιαρχών	97	1	2	
Τεφροροδόχρωο Κοκκινογείων	20	80		

2. Κοκκομετρία : Με βάση την κοκκομετρία, τα μάρμαρα του νομού Δράμας χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες, από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο μέγεθος κόκκων: Υπερχονδρόκοκκα (κόκκοι μεγέθους $> 1.5\text{mm}$), χονδρόκοκκα (κόκκοι μεγέθους $0,8$ έως $1,5\text{mm}$), μεσόκοκκα (κόκκοι μεγέθους $0,2$ έως $0,8\text{mm}$), λεπτόκοκκα (κόκκοι μεγέθους $0,08$ έως $0,2\text{mm}$), και υπέρλεπτόκοκκα (το μέγεθος των κόκκων δεν ξεπερνά τα $0,08\text{mm}$). Το μέγεθος των κόκκων εξαρτάται τόσο από το βαθμό μεταμόρφωσης όσο και από το ρυθμό ανακρυστάλλωσης του πετρώματος.

3. Χρωματισμός: Τα χρώματα που επικρατούν στα μάρμαρα του νομού Δράμας είναι τα παρακάτω (κατά συχνότητα εμφάνισης): λευκά, των οποίων η σύσταση είναι κυρίως δολομιτική, ημίλευκα, τεφρόλευκα ταινιωτά ή ριγωτά, σκουρόχρωμα ταινιωτά, και τεφρά τα οποία έχουν ασβεστιτική σύσταση ενώ ποικιλία χρωμάτων εμφανίζεται στα σιπολινικά, λόγω της παρουσίας διάφορων ορυκτών όπως ο μοσχοβίτης, φλογοπίτης, χλωρίτης, τρεμολίτης, γραφίτης, χαλαζίας και μεταλλικά ορυκτά. Όπως ισχύει γενικά για τα μάρμαρα της περιοχής, το χρώμα τους καθορίζεται από την παρουσία μη ανθρακικών ορυκτών. Στην περιοχή Γρανίτη-Βόλακα παρουσιάζεται ένας ιδιαίτερος ερυθρωπός χρωματισμός σε ορισμένους εμπορικούς τύπους μαρμάρου λόγω του εμποτισμού του υπέρλεπτόκοκκου δολομιτικού υλικού από οξείδια και υπεροξείδια του σιδήρου.

4. Τεκτονική παραμόρφωση: Η τεκτονική παραμόρφωση που έχουν υποστεί τα ανθρακικά πετρώματα της περιοχής είναι ίδια με αυτήν των μεταμορφωμένων της Ροδόπης. Η διαφοροποίηση των τεκτονικών δομών είναι ανάλογη με τον τύπο του μαρμάρου και του είδους της παραμόρφωσης. Σαν αποτέλεσμα μπορεί να έχουμε

εμφανείς παραμορφωτικές δομές σε μάρμαρα με μεικτή ορυκτολογική σύσταση αλλά καθόλου εμφανείς σε μονόμεικτα ασβεστιτικά ή δολομιτικά, οι οποίες δομές μπορούν να δημιουργούν νέους εμπορικούς τύπους χωρίς να επηρεάζουν τη δομή τους. Οι χαρακτηριστικές τεκτονικές δομές συνήθως είναι πτυχές, boundinage, και s-c τύπου μυλωνίτες.

5. Υδροθερμικές εξαλλοιώσεις: Νέοι εμπορικοί τύποι μαρμάρου έχουν δημιουργηθεί μέσω φαινομένων υδροθερμικών εξαλλοιώσεων, σε ορισμένες θέσεις.

6. Φυσικομηχανικές ιδιότητες: Οι φυσικομηχανικές ιδιότητες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εμπορεία των μαρμάρων, καθώς επηρεάζουν τη δυνατότητα και την ευκολία μεταποίησης από πέτρωμα σε πέτρωμα. Ωστόσο οι διαφορές στα μάρμαρα του νομού Δράμας δεν είναι μεγάλες όπως φαίνεται αναλυτικά και στον παρακάτω πίνακα (3).

7. Τεχνικές κατεργασίες: Τεχνικές κατεργασίες όπως το ρητινάρισμα, η ενίσχυση και το στοκάρισμα καθιστούν εμπορικά εκμεταλλεύσιμους ορισμένους όγκους μαρμάρων οι οποίοι δεν θα ήταν δυνατό να αξιοποιηθούν στη μορφή με την οποία εξορύχθηκαν.

Πίνακας 3: Φυσικομηχανικές ιδιότητες (1: Φαινόμενο ειδικό βάρος kg/m^3 , 2: wt %, 3: Αντοχή στη θλίψη kg/cm^2 , 4: Αντοχή στην κάμψη kg/cm^2 , 5: Μέτρο ελαστικότητας tn/cm^2 , 6: Αντοχή στη φθορά από τριβή mm, 7: Μικροσκληρότητα kg/mm^2 (Τσιραμπίδης, 1996).

Τύπος Μαρμάρου	Φυσικομηχανικές Ιδιότητες						
	1	2	3	4	5	6	7
Λευκό Πηγών	2834	0,2	1353	125	712,5	5,96	227
Λευκό Βόλακα-Γρανίτη	2760	0,28	1399,8	178		7,23	
Ημίλευκο Ξηροποτάμου	2715	0,07	1022	165	547,6	6,94	126
Ημίλευκο Μοναστηρακίου	2712	0,11	1001	150	481,2	6,57	142
Τεφρόλευκο Ταξιαρχών	2711	0,03	751	160		5,94	

Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν αναλυτικά οι διάφοροι εμπορικοί τύποι μαρμάρου του νομού Δράμας, με βάση τις φυσικομηχανικές τους ιδιότητες, τη χημική-ορυκτολογική σύσταση και το χρωματισμό τους, όπως αυθαίρετα έχουν ορίσει οι επιχειρήσεις οι οποίες δραστηριοποιούνται στην εκάστοτε περιοχή και χρησιμοποιούνται στο εμπόριο (Βουγιούκας Δ. και Χατζηπαναγής Ι., 2009).

Τύπος πετρώματος	ΔΟΛΟΜΙΤΙΚΑ ΜΑΡΜΑΡΑ
------------------	--------------------

Ποιοτικός τύπος μαρμάρων	Λευκά	Έγχρωμα ταινιωτά	Σκουρόχρωμα	Λευκά με σκούρες ταινίες και πιτσιλές
Εμπορικός τύπος μαρμάρων	Λευκό Γρανίτη (Ariston) Λευκό Βόλακα Λευκό Πηγών Λευκό Πύργων Λευκό Οχρού (Δήλος)	Venus Galaxy Ταινιωτό Βόλακα Ταινιωτό Οχρού Αμβροσία Λαμπρός Αστέρης	Grey Lais Silver Pink Lais	Dolit Alexander Eiffel Κύκνος Κάλλιστο Φοίνικας Αναστασία Αρετή Ωμέγα Ωρίων

Τύπος πετρώματος	ΑΣΒΕΣΤΙΤΙΚΑ ΜΑΡΜΑΡΑ
------------------	---------------------

Ποιοτικός τύπος μαρμάρων	Λευκά – Ημίλευκα	Γκριζόχρωμα	Έγχρωμα
Εμπορικός τύπος μαρμάρων	Λευκά Ξηροποτάμου Ημίλευκα Ξηροποτάμου Ημίλευκα ριγωτά Ημίλευκα πιτσιλωτά	Γκριζόχρωμα ριγωτά Γκριζόχρωμα πιτσιλωτά	Πράσινα Ξηροποτάμου (Green Star)

Τύπος πετρώματος	ΤΑΙΝΙΩΤΑ – ΣΙΠΟΛΙΝΙΚΑ ΜΑΡΜΑΡΑ
------------------	-------------------------------

Ποιοτικός τύπος μαρμάρων	Σκουρόχρωμα	Σκουρόχρωμα πιτσιλωτά
Εμπορικός τύπος μαρμάρων	Τεφρόλευκο Ταξιαρχών	Σκουρόχρωμα Ριγωτό – Πιτσιλωτό (Τήλος)

Πίνακας 4. Ποιοτικοί-Εμπορικοί τύποι μαρμάρων του Ν. Δράμας (Βουγιούκας Δ., Χατζηπαναγής Ι., 2009).

3.1.1 Δολομιτικά μάρμαρα

- **Λευκό Γρανίτη (Ariston)**

Λευκό δολομιτικό μάρμαρο, που αποτελείται κατά 95-98% από δολομίτη, σχηματίζει υπιδιόμορφους κρυστάλλους δίνοντας στο πέτρωμα έναν γρανοβλαστικό ιστό και συμπαγή υφή (Σχ. 11). Στο πέτρωμα δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερη τεκτονική καταπόνηση, πράγμα που φαίνεται στο γεγονός ότι είναι ομοιογενές πέτρωμα χωρίς ιδιαίτερες προσμίξεις. Εξορύσσεται στην περιοχή του Γρανίτη στην ευρύτερη περιοχή του Κ. Νευροκοπίου.



Σχ. 11. Μάρμαρο Άριστο, περιοχή Γρανίτη.

- **Λευκό Βώλακα**

Επίσης λευκό μάρμαρο δολομιτικής σύστασης (Σχ. 12), εμφανίζει ασβεστίτικο υλικό σε μορφή λεπτών ταινιών ή συσσωματωμάτων γκρίζου χρώματος γεγονός το οποίο το διαφοροποιεί από το πέτρωμα τύπου «Ariston». Η εκμετάλλευση αυτού του τύπου γίνεται στο λατομικό κέντρο της περιοχής του Βώλακα, στο Όρος Φαλακρό, από διάφορες εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο της εμπορίας μαρμάρων.



Σχ. 4: Λευκό Βόλακα.

- **Λευκό Πύργων**

Λεπτόκοκκο δολομιτικό μάρμαρο το οποίο σπανίως εμφανίζει ασβεστιτικά συσσωματώματα πολύ μικρού μεγέθους τα οποία ανάλογα με το ποσοστό τους καθορίζουν και την εμπορική ονομασία του (Σχ. 13). Εξορύσσεται κυρίως στα λατομεία της περιοχής Πύργων και συγκεκριμένα στη θέση Νυχτενέ.



Σχ. 5: Λευκό Πύργων, θέση Νυχτενέ.

- **Λευκό Πηγών**

Περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό ασβεστιτικού υλικού σε σχέση με τα παραπάνω, το οποίο εμφανίζεται σε μικρές νησίδες υπόλευκου ή σκούρου χρώματος (Σχ. 14). Το

ποσοστό του ασβεστίτη κυμαίνεται μεταξύ 8-10%. Συναντάται στην περιοχή των Κοκκινογείων και πηγών του Αγγίτη ποταμού.



Σχ. 14. Λευκό πηγών Αγγίτη, Κοκκινόγεια.

- **Λευκό Οχυρού**

Φέρει την εμπορική ονομασία «Δήλος», προέρχεται από μια συγκεκριμένη θέση της περιοχής του Οχυρού. Είναι ένας πάγκος δολομιτικής σύστασης με λευκό χρώμα και πάχους μεταξύ 3-4 μέτρων και βρίσκεται ανάμεσα σε ταινιωτά δολομιτικά μάρμαρα (Σχ. 15).



Σχ. 6: Μάρμαρο Δήλος, Οχυρό Δράμας.

- **Εμπορικός τύπος Dolit**

Βρίσκεται σε δύο θέσεις στην περιοχή των Πηγών Αγγίτη ωστόσο έχει λάβει διαφορετική εμπορική ονομασία λόγω της διαφορετικής εικόνας που παρουσιάζει η οποία οφείλεται στο boudinage των σκουρόχρωμων ταινιών (Σχ. 16).



Σχ. 7: Μάρμαρο Dolit, περιοχή Πηγών Αγγίτη.

- **Εμπορικός τύπος Alexander**

Εμφανίζει σκουρόχρωμο ασβεστίτικο υλικό όπως και ο παραπάνω τύπος είτε σε συσσωματώματα είτε σε λεπτές ταινίες οι οποίες μπορεί να είναι σε διάταξη ή και άτακτα κατανεμημένες. Ο τύπος αυτός είναι ένας ενδιάμεσος τύπος μεταξύ του λευκού των Πηγών και του τύπου Dolit (Σχ. 17).



Σχ. 8: Μάρμαρο Alexander.

- **Εμπορικοί τύποι Eiffel, Αρετή, Αναστασία**

Διαφορετικές εμπορικές ονομασίες του ίδιου μαρμάρου στο οποίο ο ασβεστίτης εμφανίζεται σε ακανόνιστα σχήματα ή συσσωματώματα (Σχ. 18). Πρόκειται για λευκό της περιοχής Πύργων με διαφορετική περιεκτικότητα ασβεστιτικού υλικού. Η κάθε ονομασία προκύπτει σύμφωνα με τον τρόπο επεξεργασίας.



Σχ. 9: Μάρμαρο με εμπορικές ονομασίες Eiffel, Αρετή, Αναστασία.

- **Εμπορικοί τύποι Κάλλιστο, Κύκνος, Ωμέγα, Ωρίων, Φοίνικας**

Παραλλαγές του ίδιου δολομιτικού μαρμάρου της περιοχής του Γρανίτη στο οποίο ο ασβεστίτης εμφανίζεται σε απομονωμένα σκουρόχρωμα μοτίβα μορφής σύννεφων. Οι τύποι «Κύκνος» και «Φοίνικας» εξορύσσονται με μεγάλη ετήσια παραγωγή (Σχ. 19).



Σχ. 10. Μάρμαρο περιοχής Γρανίτη.

- **Εμπορικός τύπος Venus**

Εδώ ο σκουρόχρωμος ασβεστίτης εμφανίζεται σε πολύ λεπτές ταινίες ανάμεσα στο λευκό δολομίτη δίνοντας του μια ριγωτή όψη. Εξορύσσεται στην περιοχή του Γρανίτη (Σχ. 20).



Σχ. 20. Μάρμαρο Venus.

- **Εμπορικός τύπος Galaxy**

Ένας πολύχρωμος εμπορικός τύπος καθώς εκτός από σκουρόχρωμες ταινίες ασβεστίτη εμφανίζει και ερυθρωπές, οι οποίες είναι παραμορφωμένες από boudinage ή ρηξιγενή τεκτονική (Σχ. 21).



Σχ. 21. Μάρμαρο Galaxy, Γρανίτης Δράμας.

- **Ταινιωτό Βόλακα**

Επίσης εμφανίζει ερυθρωπές ταινίες με ρευστική υφή και προσανατολισμένους βλαστούς από λεπτόκοκκο υλικό και με μέγεθος κόκκων 0,01-0,04mm (Σχ. 22). Πρόκειται για δολομιτικούς βλαστομυλωνίτες το χρώμα των οποίων είναι αποτέλεσμα ορυκτών εξαλλοίωσης από πρωτογενή θειούχα ορυκτά του σιδήρου (λειμωνίτες, αιματίτες).



Σχ. 11. Υδροθερμική δραστηριότητα και ρευστική υφή του μαρμάρου στην περιοχή του Βόλακα.

- **Ταινιωτό Οχυρού**

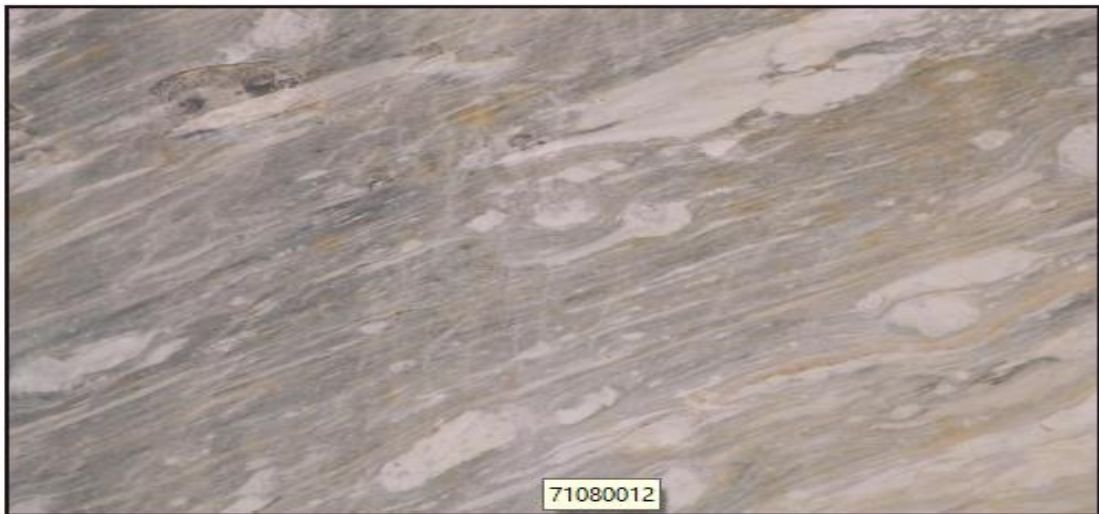
Το ασβεστίτικο υλικό σχηματίζει σκούρες ταινίες που εμπεριέχουν βιτουμένια. Υπάρχουν επίσης ερυθρές και καφέ ταινίες λεπτόκοκκες από βλαστομυλωνίτες, δολομίτη με σιδηροξειδία. Και τα δύο είδη ταινιών έχουν υποστεί παραμόρφωση από boudinage (Σχ. 23).



Εικόνα 12: Παραμόρφωση τύπου boudinage στο μάρμαρο Οχυρού.

- **Λαμπρός Αστέρας**

Χαρακτηριστικό αυτού του πετρώματος είναι οι πολύχρωμες ταινίες του. Οι ταινίες είναι σκουρόχρωμες (από ασβεστίτη και δολομίτη με το χρώμα του να οφείλεται στην παρουσία λεπτοκρυσταλλικού γραφίτη), λευκές (από λεπτόκοκκο δολομίτη), ερυθρώπες (από υπερλεπτόκοκκο δολομίτη) (Σχ. 24). Είναι ένα έντονα παραμορφωμένο πέτρωμα για αυτό και οι λευκές ταινίες είναι απομονωμένες και με ακανόνιστα σχήματα.



Σχ. 24. Έντονα παραμορφωμένο με μεγάλη περιεκτικότητα σε γραφίτη μάρμαρο Οχυρού.

- **Εμπορικός τύπος Αμβροσία**

Έντονα παραμορφωμένο πέτρωμα το οποίο μοιάζει με παραμορφωμένο κροκαλοπαγές λόγω των πτυχώσεων και ολισθήσεων που έχει υποστεί. Το πάχος των σχηματισμών κυμαίνεται μεταξύ 5-15 μέτρα (Σχ. 25).



Σχ. 25. Έντονα παραμορφωμένο πέτρωμα, εμφανίζεται στις περιοχές Γρανίτη, Βώλακα και Πύργων.

- **Εμπορικός τύπος Silver ή Grey Lais**

Σκούρο δολομιτικό μάρμαρο με αρκετά υψηλό ποσοστό ασβεστίτη (10,5%) και μικρό ποσοστό χαλαζία (0,5%) . Το χρώμα του οφείλεται στα παραπάνω ποσοστά καθώς και στην κοκκομετρική διαφοροποίηση των σκουρόχρωμων ταινιών (Σχ. 26). Εμφανίζεται στην περιοχή των πηγών Αγγίτη.



Σχ. 13. Μάρμαρο Πηγών Αγγίτη.

- **Εμπορικός τύπος Pink Lais**

Δολομιτικό πέτρωμα της περιοχής των Πηγών ροδότεφρου χρώματος με επίσης χαμηλότερη περιεκτικότητα δολομίτη (86,5%), ασβεστίτη (10%), χαλαζία (2,7%) και μοσχοβίτη (0,6%), αλλά και ερυθρωπά σιδηρούχα ορυκτά εξαλλοιωμένα σε αιματίτη και λειμωνίτη. Η ύπαρξη μεταλλικών ορυκτών και χαλαζία υποδηλώνει την υδροθερμική δραστηριότητα στο εν λόγω κοίτασμα (Σχ. 27).



Σχ. 14. Περιοχή Πηγών.

3.1.2 Ασβεστιτικά Μάρμαρα

- **Λευκό Ξηροποτάμου**

Είναι μεσόκοκκο και λευκού χρώματος, αναπτύσσεται είτε σε μεμονωμένους ή αλληπάλληλους πάγκους με πάχος έως 5 μέτρα μήκους έως 15 μέτρα. Εμφανίζεται στις περιοχές Ξηροποτάμου και Δενδρακίων (Σχ. 28).



Σχ. 15. Ασβεστιτικό Μάρμαρο Ξηροποτάμου.

- **Ημίλευκα Ξηροποτάμου**

Πολύμεικτα πετρώματα που εμπεριέχουν βιτουμένια και μικροκρυσταλλικό γραφίτη ο οποίος τους δίνει μια χαρακτηριστική όψη και χρώμα. Βρίσκονται σε διάφορες περιοχές όπως ο Ξηροπόταμος, τα Δενδράκια, το Μοναστηράκι και άλλα (Σχ. 29).



Σχ. 16: Ημίλευκο μάρμαρο Ξηροποτάμου.

- **Ημίλευκα Ριγωτά Φαλακρού**

Επίσης πέτρωμα με υψηλή περιεκτικότητα σε βιτουμένα και μικροκρυσταλλικό γραφίτη τα οποία εμφανίζονται σε λεπτές ταινίες όπως και το ίδιο το ασβεστιτικό υλικό που τα περιέχει και μεσόκοκκα με ευθείες ή πτυχωμένες ταινίες αναλόγως του βαθμού της πλαστικής παραμόρφωσης που έχει υποστεί (Σχ. 30).



Σχ. 17. Πλαστική παραμόρφωση στο ημίλευκο μάρμαρο Φαλακρού.

- **Ημίλευκα Πιτσιλωτά Φαλακρού**

Πλούσιο σε γραφίτη ή βιτουμένα πέτρωμα, τα λόγω της κατανομής τους δημιουργούν μια εικόνα σκουρόχρωμων στιγμάτων από τα οποία προκύπτει και η εμπορική του ονομασία (Σχ. 31).



Σχ. 18. Χαρακτηριστικές "πιτσίλες" γραφίτη σε μάρμαρο της περιοχής.

- **Γκριζόχρωμα Ριγωτά Φαλακρού**

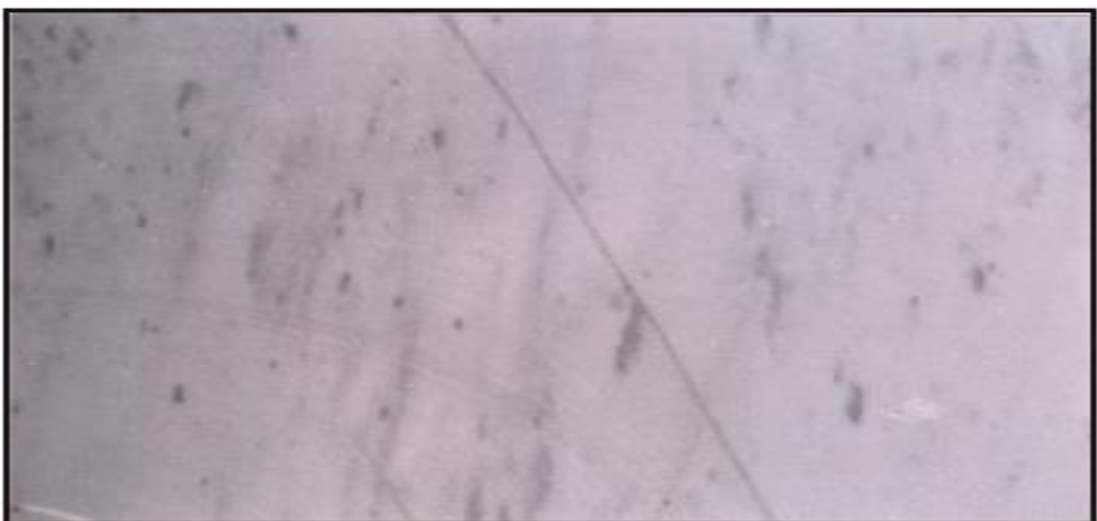
Εμφανίζεται στην περιοχή Δενδράκια και είναι μεσόκοκκο ή χονδρόκοκκο πέτρωμα γκριζου χρώματος. Φέρει πολλές σκουρόχρωμες ταινίες με πάχος 1-3cm στις οποίες περιέχεται υψηλό ποσοστό γραφίτη. Οι ταινίες αυτές είναι πτυχωμένες και επίσης έντονη είναι η παρουσία διακλάσεων (Σχ. 32).



Σχ. 19. Ριγωτό ημίλευκο μάρμαρο Φαλακρού με παρουσία ταινιών και διακλάσεων.

- **Σκουρόχρωμα Πιτσιλωτά**

Ο συγκεκριμένος τύπος μπορεί να προκύψει είτε φυσικά είτε τεχνητά: τεχνητά, έπειτα από συγκεκριμένη κοπή κάθετα στις ταινίες του παραπάνω τύπου (σκουρόχρωμα ριγωτά), ή φυσικά λόγω περιεκτικότητας συσσωματωμάτων περιεκτικότητας γραφιτικού υλικού που μοιάζει με πιτσίλες. Τέτοιου τύπου πετρώματα εμφανίζονται στην περιοχή του Ξηροποτάμου (Σχ.33).



Σχ. 20. Σκούρα πιτσιλωτά Ξηροποτάμου.

- **Πράσινο Ξηροποτάμου (Green Star)**

Αδρόκοκκο τεφρού ή ημίλευκου χρώματος, που εμφανίζει πράσινα συσσωματώματα από φλογοπίτη, σκαπόλιθο, χαλαζία, αστρίους και φθορίτη. Εμφανίζει ταινίες σκούρου ή ερυθροκίτρινου χρώματος εξαιτίας της παρουσίας οξειδίων και υδροξειδίων του σιδήρου (γκαιτίτης, αιματίτης, λειμωνίτης). Τα ορυκτά πλην του ασβεστίτη είναι αποτέλεσμα υδροθερμικής δράσης η οποία εισχώρησε στο πέτρωμα μέσω των διακλάσεων.



Σχ. 21. Χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα των οξειδίων και υδροξειδίων του πετρώματος.

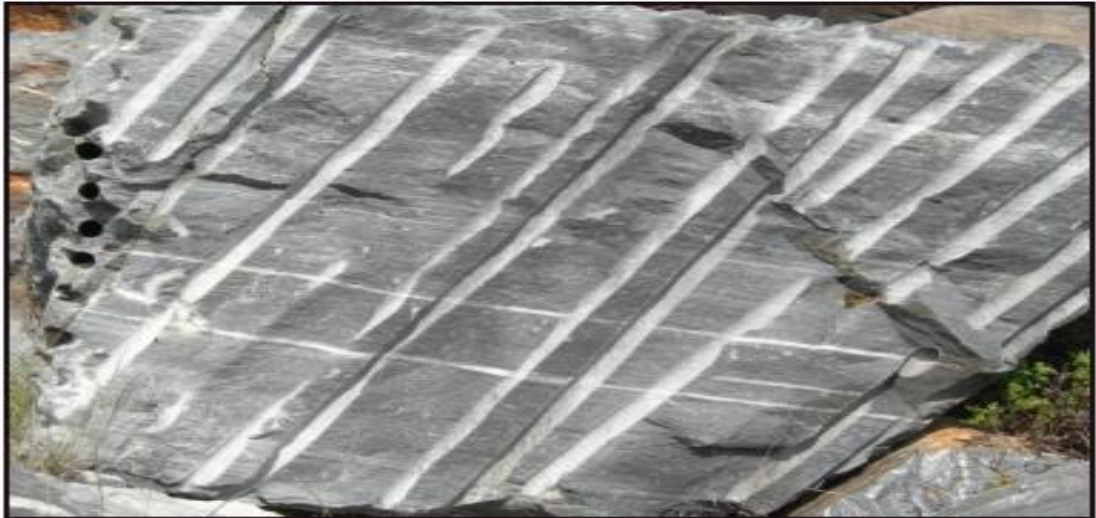


Σχ. 22. Διαφορετική κοπή και όψη του ίδιου μαρμάρου.

3.1.3 Ταινιωτά – Σιπολινικά Μάρμαρα

- **Τεφρόλευκο Ταξιαρχών**

Το συγκεκριμένο πέτρωμα εμφανίζεται στην περιοχή των Ταξιαρχών είναι αδρόκοκκο, τεφρού χρώματος και παρουσιάζει κρυστάλλωση ασβεστίτη και χαλαζία. Περιέχει επίσης μαρμαρυγίες, χλωρίτη και τρεμολίτη, και υψηλή περιεκτικότητα σε μεταλλικά οξείδια και υδροξείδια (Σχ. 36).



Σχ. 23. Μοναδική εμφάνιση στην περιοχή ταξιαρχών.

- **Σκουρόχρωμο Πιτσιλωτό (Τήλος)**

Το χρώμα του εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε γραφίτη: συνήθως είναι σκουρόχρωμο λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του, ωστόσο όταν το ποσοστό αυτό μειώνεται το πέτρωμα φαίνεται και πιο ανοιχτόχρωμο. Το όνομα του οφείλεται στα συσσωματώματά του που μοιάζουν με πιτσίλες. Εξορύχθηκε κατά το παρελθόν στην περιοχή του Βαθυλάκκου (Σχ. 37).



Σχ. 24. Έντονη παρουσία γραφίτη στο μάρμαρο της περιοχής του Βαθυλάκκου.

4. Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΟΥ ΣΤΟ Ν. ΔΡΑΜΑΣ

4.1 Γενικά - Εμπόριο

Η βιομηχανία που σχετίζεται με την εξόρυξη (Σχ. 38), την επεξεργασία και το εμπόριο μαρμάρου στο Ν. Δράμας αποτελεί τον κεντρικό πυλώνα της οικονομίας της. Καθώς σύμφωνα με τα στοιχεία του 2018 αποτελούν το 49% των πωλήσεων όλων των κλάδων του νομού. Επίσης είναι πολύ σημαντικό το γεγονός, ότι μαζί με την λατομική δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα στο Ν. Καβάλας η παραγωγή μαρμάρου στους αγγίζει το 80% της συνολικής παραγωγής της Ελλάδας (semmth.gr, 2015), πράγμα που καθιστά τη βιομηχανία μαρμάρου ως τη σημαντικότερη πηγή θέσεων εργασίας, έναντι στην ήδη πολύ άσχημη κατάσταση, όσον αφορά το εργασιακό κομμάτι στο Ν. Δράμας, ο οποίος κατέχει από τα μεγαλύτερα ποσοστά ανεργίας στην Ελλάδα, δημιουργώντας συνεχώς νέες θέσεις σε πάρα πολλούς επαγγελματικούς τομείς.



Σχ. 38. Λατομείο της Εταιρίας Ικτίνος Ελλάς (iktinos.gr).

Οι πρώτες λατομικές εργασίες για την εξόρυξη μαρμάρου στο Ν. Δράμας ξεκίνησαν κατά τη δεκαετία του 1960 στην περιοχή του χωριού Μοναστηράκι Δράμας και έπειτα από περίπου 20 χρόνια και κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 ξεκίνησαν και στις υπόλοιπες περιοχές του όρους Φαλακρό αλλά και την ευρύτερη περιοχή του νομού. όπου και συνεχίζονται με πολύ εντατικούς ρυθμούς μέχρι σήμερα.

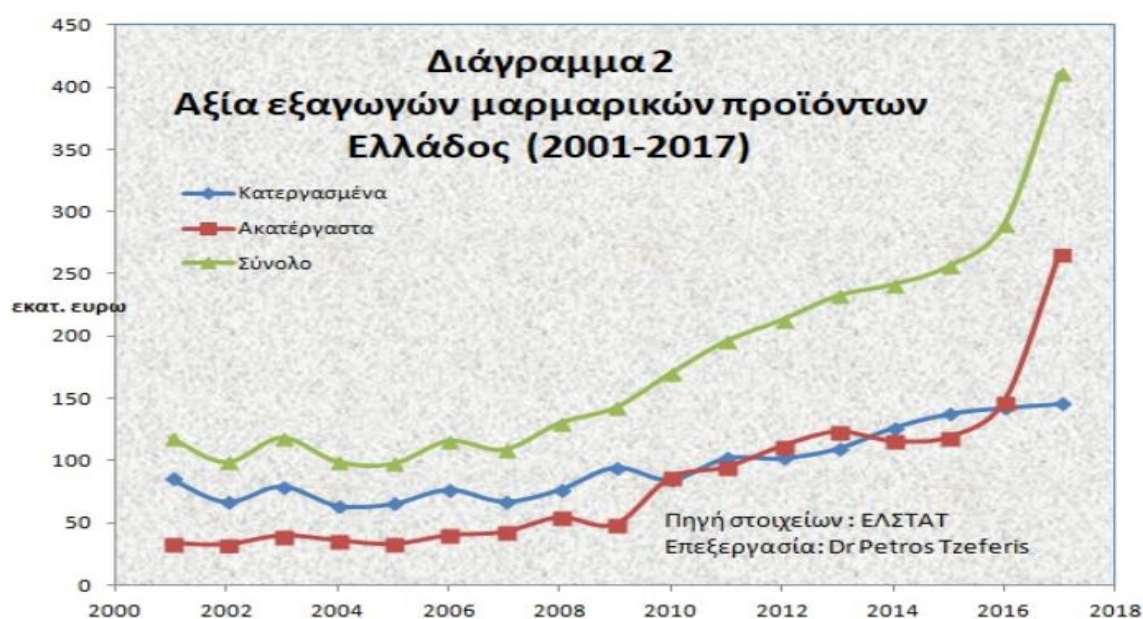
Η άνθιση της βιομηχανίας του μαρμάρου συνεχίστηκε και κατά την επόμενη δεκαετία, όπου εδραιώθηκαν ακόμη περισσότερες εταιρίες και άλλες περιοχές του Ν. Δράμας (Νευροκόπι, Πύργοι, Ξηροπόταμος, Πηγές κ.α.). Σήμερα η λατομικές εργασίες για την

εξόρυξη μαρμάρου βρίσκονται στο απόγειο της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς πια, η τεχνολογία, όπως και η τεχνογνωσία έχει εξελιχθεί ραγδαία σε σχέση με το παρελθόν και η ταχύτητα με την οποία εξορύσσεται, επεξεργάζεται και μεταφέρεται το μάρμαρο είναι επίσης κατά πολύ μεγαλύτερη.

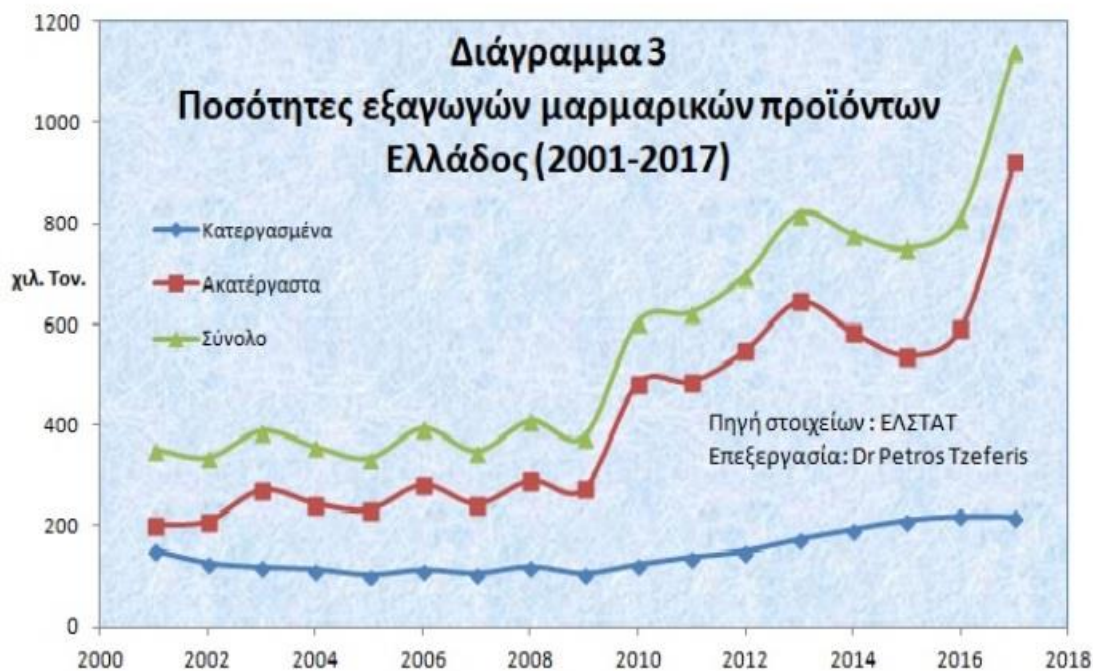
Έτσι, ως αποτέλεσμα, η παραγωγή της περιοχής να ξεπερνάει τους 500.000 τόνους μαρμάρου ετησίως, πράγμα που σημαίνει ότι σχεδόν το 50% των εξαγωγών της χώρας σε μάρμαρο προέρχονται από την περιοχή του Ν. Δράμας. Πιο συγκεκριμένα και για το έτος 2018 σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την αριθμητική ανάδειξη των στοιχείων που αφορούν τον κλάδο της βιομηχανίας του μαρμάρου στην Ελλάδα, έδειξε ότι οι πωλήσεις έφτασαν τα 1,27 δις ευρώ και στη Δράμα έφτασαν τα 662,7 εκ. ευρώ, πράγμα που καθιστά τον κλάδο ως έναν από τους σημαντικότερους της χώρας (www.oryktosploutos.net).

Επίσης, σύμφωνα με στοιχεία της τελευταίας δεκαετίας και λόγω της αύξησης της ποσότητας αλλά και της αξίας του μαρμάρου η Ελλάδα βρίσκεται ήδη από το 2017 στην 3^η θέση της παγκόσμιας κατάταξης στις εξαγωγές ακατέργαστου μαρμάρου, στην 4^η θέση παγκοσμίως στις εξαγωγές κατεργασμένου μαρμάρου, και ο αριθμός των εξαγωγών να έχει αυξηθεί κατά τρεις φορές σε σχέση με την προηγούμενη δεκαετία.

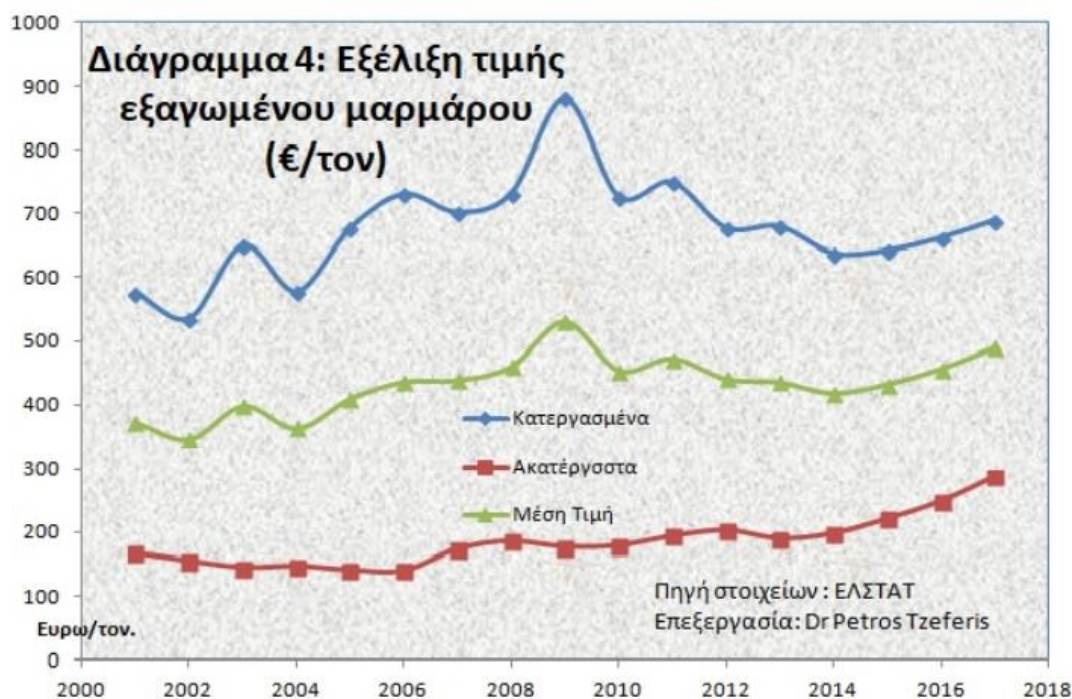
Στα ακόλουθα διαγράμματα (Σχ. 39-41), παρουσιάζεται η πορεία που έχουν ακολουθήσει οι δύο κατηγορίες, όσον αφορά την επεξεργασία ή μη του μαρμάρου με τις οποίες διακινούνται τα ελληνικά μάρμαρα στην παγκόσμια αγορά, και δείχνει μια πολύ μεγάλη αύξηση των εξαγωγών ακατέργαστου μαρμάρου έναντι του κατεργασμένου κατά την τελευταία δεκαετία (www.oryktosploutos.net).



Σχ. 39. Διάγραμμα πορείας της αύξησης εσόδων από εξαγωγές μαρμάρων (www.oryktosploutos.net).



Σχ. 40. Ποσοτικό διάγραμμα εξαγωγών (www.oryktosploutos.net).



Σχ. 41. Διάγραμμα διακύμανσης της τιμής του μαρμάρου τις τελευταίες δεκαετίες (www.oryktosploutos.net).

Άξιο αναφοράς είναι επίσης, το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος των εξαγωγών του μαρμάρου πραγματοποιείται με αποδέκτη την Κινεζική αγορά, η οποία φαίνεται να προτιμάει το ελληνικό μάρμαρο με ένα ποσοστό εξαγωγών της τάξεως του 80% επί του συνολικών

εξαγωγών της χώρας. Η συνεχής ροή αλλά και απαίτηση για το μάρμαρο της Δράμας από την Κινέζικη αγορά σε συνδυασμό με την πολύ συμφέρουσα σχέση ποιότητας-τιμής που παρέχει, το καθιστά ως έναν από τους ισχυρότερους ανταγωνιστές του κλάδου στην παγκόσμια αγορά. Επίσης, ένας πολύ σημαντικός παράγοντας και καταλυτικός στην επίτευξη αυτών των αριθμών εξαγωγών, είναι η ύπαρξη σε πολύ κοντινή απόσταση με τα λατομεία των περιοχών αυτών, του λιμανιού της Θεσσαλονίκης. Έτσι γίνεται εφικτή η όσο το δυνατόν γρηγορότερη μεταφορά των προϊόντων της βιομηχανίας του Δραμινού μαρμάρου στις διάφορες αγορές ανά τον κόσμο.

4.2 Έρευνα και Μέθοδοι εξόρυξης

4.2.1 Έρευνα κοιτασμάτων

Ο ρυθμός κατά τον οποίο η τεχνολογία αλλά και η τεχνογνωσία έχει προχωρήσει τα τελευταία χρόνια έχει παίξει πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο εξορύσσεται-επεξεργάζεται-μεταφέρεται το μάρμαρο. Με αποτέλεσμα η παραγωγή και διάθεση του στην αγορά να αυξάνεται σημαντικά χρόνο με το χρόνο.

Για να ξεκινήσουν οι εργασίες εξόρυξης σε κάποια περιοχή, πρώτο βήμα είναι η πραγματοποίηση έρευνας ώστε να κριθεί αν το κοίτασμα να κατάλληλο και οικονομικά προσοδοφόρο. Μια γεωλογικής φύσεως έρευνα είναι απαραίτητη, για να γίνουν γνωστά τα στρωματογραφικά και τεκτονικά στοιχεία του κοιτάσματος.

Επίσης, πρέπει να εξεταστεί η ορυκτολογική σύσταση του πετρώματος προκειμένου να προσδιοριστεί ο τύπος του μαρμάρου, και να γίνει χημική και γεωτεχνική έρευνα προκειμένου να γίνει ο προσδιορισμός των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του. Παράλληλα με όλα αυτά, πραγματοποιούνται δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, οι οποίες μας δίνουν μια πιο ξεκάθαρη εικόνα για την κατάσταση του κοιτάσματος (ύπαρξη ρηγμάτων, διακλάσεων, ασυνεχειών κ.λπ.). Σε μικρότερο βαθμό επίσης, χρησιμοποιούνται και γεωφυσικές μέθοδοι διασκόπησης (ηλεκτρικές, σεισμικές, ηλεκτρομαγνητικές). Τέλος, αφού τελειώσουν όλες αυτές οι διαδικασίες γίνεται η τελική εκτίμηση του κοιτάσματος και εφόσον η εκμετάλλευση του είναι οικονομικά συμφέρουσα, πρέπει να ληφθούν όλες οι απαραίτητες αδειοδοτήσεις, η οποία διαδικασία είναι χρονοβόρα αρκετά, για πολλές δεκαετίες στη βιομηχανία των εξορύξεων στη χώρα μας.

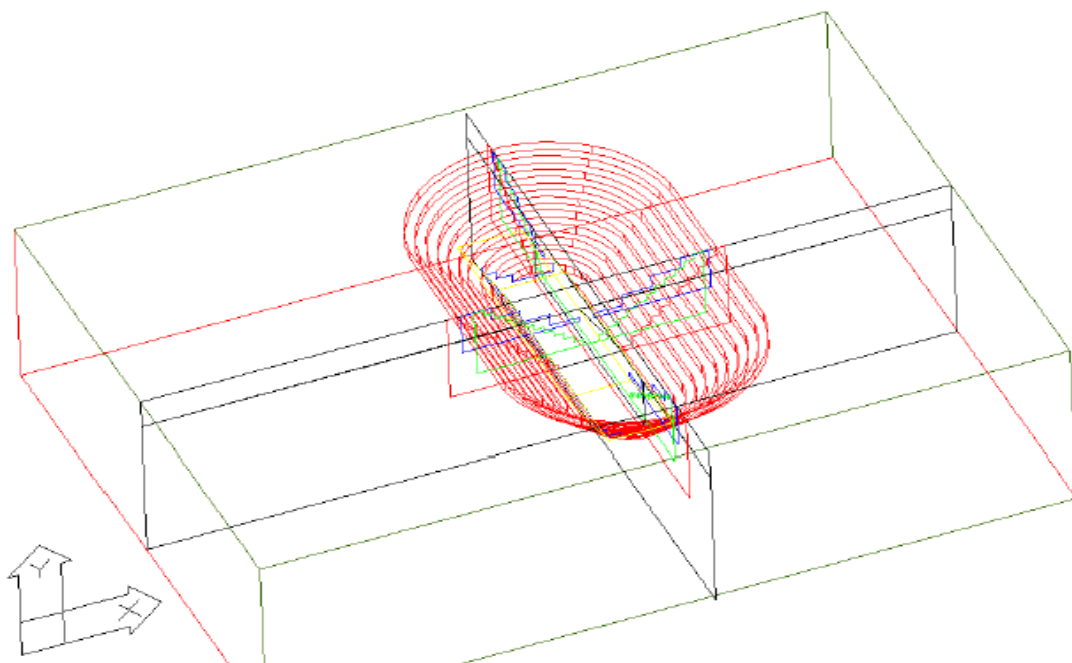


Σχ. 42: Λατομείο της εταιρίας Fhl Kiriakidis στο Βώλακα Δράμας (www.fhl.gr).

Ο κύριος στόχος κατά την εξόρυξη μαρμάρου είναι η επίτευξη της μέγιστης αποληψιμότητας, δηλαδή ο όγκος του εμπορεύσιμου μαρμάρου να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στον συνολικό όγκο που έχει εξορυχθεί. Να διατηρείται η ακεραιότητα των όγκων μέχρι την πώληση τους. Να υπάρχει απόλυτη ασφάλεια στο περιβάλλον εργασίας όλου του προσωπικού και να τηρούνται με ευλάβεια όλα τα μέτρα ασφαλείας και οι κανονισμοί ενός λατομείου. Και φυσικά όλα αυτά να πραγματοποιούνται κάτω από το μικρότερο δυνατό κόστος και στον καλύτερο χρόνο εφόσον υπάρχει ζήτηση στην αγορά. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνταν και χρησιμοποιούνται ακόμη, για την εξόρυξη μαρμάρου είναι, α) η υπαίθρια εξόρυξη με ορθές βαθμίδες κλειστού ή ανοικτού τύπου, β) η μικτού τύπου ή μορφής φρέατος και, γ) η υπόγεια εξόρυξη με τη μέθοδο θαλάμων και στύλων ή κατά μέτωπο προσβολής, η οποία κατά τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο δημοφιλής, καθώς αποτελεί την καλύτερη λύση απέναντι στα προβλήματα που δημιουργούν οι εργασίες εξόρυξης μαρμάρου στο περιβάλλον. Κάποιοι από τους παράγοντες που καθορίζουν τη μέθοδο η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την εξόρυξη του μαρμάρου είναι τοπογραφία, γεωλογία του κοιτάσματος, η τεκτονική, οι μηχανικές ιδιότητες του κοιτάσματος και των περιβαλλόντων πετρωμάτων, το απόθεμα και η απολιψιμότητα του μαρμάρου και οι περιβαλλοντικές συνέπειες (Σεραφειμίδης, 2014).



Σχ. 43. Ανοικτού τύπου εκμετάλλευση (www.iktinos.gr).



Σχ. 44. Κλειστού τύπου εκμετάλλευση (Σεραφειμίδης, 2014).

4.2.2 Υπαίθρια εκμετάλλευση

Για να ξεκινήσει η υπαίθρια εξόρυξη, πρέπει αρχικά να γίνει η διαμόρφωση του δρόμου προσπέλασης προς το λατομείο, να γίνουν έργα ρευματοδότησης και υδροδότησης, και να δημιουργηθούν κτιριακές εγκαταστάσεις για την προστασία του εξοπλισμού και του προσωπικού. Έπειτα μπορεί να ξεκινήσει η δημιουργία δρόμων προς τα μέτωπα, στα οποία μπορεί να γίνει η εξόρυξη και αποκομιδή καλής ποιότητας ογκομαρμάρων.

Η αποκάλυψη του κοιτάσματος στην υπαίθρια εξόρυξη γίνεται από τα ανώτερα προς τα χαμηλότερα υψόμετρα του κοιτάσματος σχηματίζοντας βαθμίδες ίδιου μεγέθους, συνήθως 3-8 μέτρα ύψος και με δεδομένη κλίση (7-12%) ώστε να διασφαλίζεται η ακεραιότητα του πρανούς. Η αποκομιδή εμπορεύσιμων όγκων μαρμάρου γίνεται με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων (συρματοκοπές, αεροσυμπιεστές, βαγοντρίλ, πριονιών). Για την απομάκρυνση των στείρων ή μη εμπορεύσιμων τεμαχών μαρμάρου γίνεται χρήση εκρηκτικών υλών προκειμένου αυτή η διαδικασία να γίνει όσο το δυνατόν γρηγορότερα και με το μικρότερο κόστος.

Αρχικά, εφόσον γίνει η αποκάλυψη του μετώπου και όλα τα στείρα πετρώματα έχουν απομακρυνθεί από το μέτωπο εξόρυξης διαρρηγνύονται οριζόντιες και κάθετες τρύπες στις ακμές των τεμαχών μαρμάρου με τους ειδικούς αεροσυμπιεστές ή βαγοντρίλ. Στη συνέχεια, αφού συναντηθούν οι κάθετες με τις οριζόντιες τρύπες, πρέπει να περάσει από μέσα τους το ειδικό αδαμαντοφόρο σύρμα το οποίο χρησιμοποιούν οι συρματοκοπές με σκοπό να ξεκινήσει η διαδικασία της κοπής του πάγκου. Η ταχύτητα κοπής των πάγκων εξαρτάται από τον εξοπλισμό, την ποιότητα των αδαμαντοφόρων συρμάτων, η ορυκτολογική σύσταση, οι φυσικοχημικές ιδιότητες του πετρώματος. Για παράδειγμα, η ύπαρξη μεταλλικών στοιχείων δυσχεραίνουν τη διαδικασία κοπής και φθείρουν ή και καταστρέφουν τον αδαμαντοφόρο εξοπλισμό. Η διαδικασία κοπής μπορεί να γίνει και με το ειδικό αδαμαντοφόρο πριόνι, ανάλογα την περίπτωση.

Έτσι, αφού κοπεί το τέμαχος τελείως από το υπόλοιπο σώμα, ειδικές μεταλλικές φούσκες τοποθετούνται στις εσοχές που έχουν δημιουργηθεί από την κοπή, οι οποίες γεμίζουν με νερό ή και αέρα, προκειμένου να δημιουργηθεί χώρος ώστε να μπορέσουν οι εκσκαφείς το με ειδικό άκρο που φέρουν να ρίξουν το τέμαχος (φέτα). Τα τεμάχη αυτά, μπορεί να έχουν ύψος 6-10 μέτρα, πλάτος 3-6 μέτρα και να μπορούν να φτάσουν τους 280 τόνους σε βάρος ανάλογα το ειδικό βάρος του μαρμάρου από περιοχή σε περιοχή.



Σχ. 45. Αποκόλληση τεμάχους από το μητρικό πέτρωμα με ειδικούς εκσκαφείς (www.nordiamarble.com).

Έπειτα, εφόσον υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός (dumper ικανό να μεταφέρει τέτοιο βάρος), τα τεμάχια μεταφέρονται στις λεγόμενες πλατείες όπου κόβονται σε μικρότερους όγκους με σκοπό την απομάκρυνση τους από το λατομείο. Σε άλλη περίπτωση, τα τεμάχια κόβονται σε μικρότερους όγκους επί τόπου και έπειτα μεταφέρονται στις πλατείες προκειμένου να γίνει η κοπή στα απαραίτητα σχήματα, ακριβής μέτρηση των διαστάσεων τους και η ποιοτική αξιολόγηση τους, έτσι ώστε να διακινηθούν στην αγορά προς πώληση ως έχουν ή να μεταφερθούν προς επεξεργασία στα κατάλληλα εργοστάσια και έπειτα να γίνει η πώληση σε μορφή πλακών, πλακιδίων, γλυπτών ή οτιδήποτε άλλο μπορεί να δημιουργηθεί από αυτήν την πρώτη ύλη.

Έτσι με αυτόν τον τρόπο κόβοντας τα τεμάχια ένα προς ένα και με κίνηση συνήθως από πάνω προς τα κάτω, υψομετρικά, προχωράει η συγκομιδή εμπορεύσιμων όγκων μαρμάρου, πάντα με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος και με τη μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια για το προσωπικό που εργάζεται στο λατομείο.

4.2.3 Υπόγεια εκμετάλλευση

Σε γενικές γραμμές, η υπόγεια εκμετάλλευση βρίσκει χρήσεις όταν η υπαίθρια εξόρυξη παύει να είναι οικονομικά προσοδοφόρα λόγω της ύπαρξης περισσότερων στεφρών ή μη εμπορεύσιμων όγκων, από ότι όγκων εμπορικής αξίας. Και επίσης, όταν τίθενται θέματα

έντονου ανάγλυφου, μεγάλου βάθους κοιτάσματος αλλά κυρίως για περιβαλλοντικούς λόγους, διότι έτσι επιτυγχάνεται μικρότερο αποτύπωμα στη μορφολογία, την πανίδα και τη χλωρίδα της περιοχής όπου γίνεται η εξόρυξη. Από την αρχαιότητα, είναι γνωστό, ότι πραγματοποιούνταν υπόγεια εκμετάλλευση μαρμάρου, στο νησί της Πάρου αλλά και στην περιοχή κοντά στην αρχαία Έφεσο, με εξορυχθέν προϊόν ένα λευκό λεπτοκρυσταλλικό μάρμαρο άριστης ποιότητας, που έβρισκε χρήση στην δημιουργία γλυπτών και αγαλμάτων. Στην Ελλάδα πλην μιας περίπτωσης στο Λαύριο στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όπου είχε εφαρμογή αυτή η μέθοδος, άρχισε να υλοποιείται από τη δεκαετία του 1990 από την εταιρία «Nordia Marble» στα λατομεία Διονύσου και Βώλακα (Σχ. 46).



Σχ. 46. Θάλαμοι υπόγειας εκμετάλλευσης στο Βώλακα Δράμας (Nordiamarble.com).

Στη συνέχεια ακολούθησαν η εταιρία «Fhl Kiriakidis» επίσης στο Βώλακα αλλά και στο Νευροκόπι (θέσεις Γέφυρες, Τσακαλίνα) και στο Γρανίτη (θέση Δροσερό Ρέμα). Αλλά και οι εταιρίες «Παυλίδης Α.Ε.» και «Ικτίνος Ελλάς» στις γειτονικές θέσεις του Βώλακα και του Νευροκοπίου. Σε όλες αυτές τις θέσεις όπου πραγματοποιείται η υπόγεια εκμετάλλευση, τα πλεονεκτήματα για την προστασία του ανάγλυφου και μέγιστη απόληψη εμπορεύσιμου υλικού, είναι ήδη αισθητά και προσοδοφόρα.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την υπόγεια εξόρυξη είναι εκείνη των θαλάμων και στύλων με κανονική ή ακανόνιστη διάταξη. Πρόκειται, δηλαδή, για την κατά μέτωπο προσβολή με ορθές βαθμίδες και εγκατάλειψη στύλων για την προπαρασκευή και εξόφληση του κοιτάσματος. Οι θέσεις των στύλων καθορίζονται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά της οροφής και το βάθος του κοιτάσματος, αλλά και από τα χαρακτηριστικά του (ομοιογένεια, χρωματισμός κ.α.). Άρα με βάση τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί κατά την γεωλογική μελέτη της περιοχής γίνεται η επιλογή της κατάλληλης θέσης, στο ήδη προϋπάρχον υπαίθριο λατομείο, για να πραγματοποιηθεί η προπαρασκευή και στη συνέχεια εξόφληση του κοιτάσματος.(Εξαδάκτυλος 2007). Απαραίτητη σε αυτού του είδους την εκμετάλλευση είναι η χρήση ειδικού αλυσοπρίονου το οποίο είναι εξοπλισμένο με αδαμαντοφόρο αλυσίδα αλλά και των μηχανημάτων συρματοκοπής.



Σχ. 47. Κοπή σε υπόγειο θάλαμο με πριόνι (www.oryktosploutos.net).

Η προσβολή του κοιτάσματος αρχίζει με τη δημιουργία του θαλάμου, όπου σχηματίζεται κάνοντας εγκοπές περιμετρικά 2-3 μέτρα σε ύψος, 4-8 μέτρα πλάτος και βάθος ανάλογο των δυνατοτήτων του εκάστοτε μηχανήματος. Στη συνέχεια ανάλογα το πλάτος του θαλάμου μπορεί να χρειαστεί και μια τρίτη κατακόρυφη κοπή προκειμένου να αφαιρεθεί με επιτυχία ο όγκος του μαρμάρου. Μετά την ολοκλήρωση αυτών των εργασιών, τοποθετούνται ειδικές φούσκες ή άλλα υδραυλικά μέσα στην οροφή προκειμένου να αποσπαστεί τελείως από το

μητρικό πέτρωμα προκειμένου να απομακρυνθεί με το κατάλληλο μηχάνημα και να μεταφερθεί προς αξιολόγηση κ.λπ.



Σχ. 48. Διάνοιξη θαλάμου για την έναρξη της υπόγειας εξόρυξης (Ικτίνος Ελλάς Α.Ε.).

Η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών θαλάμων, ανάλογα το μέγεθος του κοιτάσματος, και το δίκτυο αυτό μπορεί να φτάσει σε μήκος μέχρι και εκατοντάδες μέτρα. Όσον αφορά τις διαστάσεις και τη διάταξη των στύλων, πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε, να διασφαλίζεται η ακεραιότητα των εργαζομένων αλλά και να γίνεται η μέγιστη δυνατή συγκομιδή όγκων μαρμάρου καλής ποιότητας. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να πραγματοποιείται ειδική Γεωτεχνική μελέτη και να γίνεται συνεχής παρακολούθηση των παραμορφώσεων και των τάσεων που ασκούνται στους στύλους και στις αγκυρώσεις και να παρακολουθούνται τα ρήγματα και οι ασυνέχειες εάν και εφόσον υπάρχουν. Κάποια από τα όργανα που χρησιμοποιούνται αφορούν στην παρακολούθηση των μεταβολών των παραμορφώσεων και των τάσεων, τα επιμηκυνσιόμετρα, τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία της οροφής όπου έχουν τοποθετηθεί τα ειδικά χαλύβδινα πλέγματα για την πρόληψη πτώσεων τεμάχων και θραυσμάτων αλλά και πάνω στους στύλους. Επίσης γίνεται τοποθέτηση ρωγμομέτρων σε διακλάσεις και ρήγματα για την μέτρηση των κινήσεων που πραγματοποιούνται (Τζεφέρης 2019).



Σχ. 49. Όργανα παρακολούθησης και μέτρα ασφαλείας σε υπόγεια εκμετάλλευση (oryktosploutos.net).

Η ασφάλεια του προσωπικού, και δευτερεύοντος του εξοπλισμού, θα πρέπει να είναι ο μεγαλύτερος στόχος κάθε λατομικής δραστηριότητας και δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να θυσιάζονται στο βωμό του κέρδους και της ταχύτητας εξόρυξης. Οι κανονισμοί των λατομικών εργασιών που πρέπει να τηρούνται είναι εκτενείς αρκετά πλήρεις, και εάν δεν αγνοούνται, το εκάστοτε λατομείο μπορεί να είναι ένας ασφαλές περιβάλλον εργασίας για όλους όσους βρίσκονται και βιοπορίζονται από αυτό.

Συμπερασματικά, η υπόγεια εξόρυξη δεν αποτελεί πανάκεια και δε μπορεί σε καμία περίπτωση να αντικαταστήσει την επιφανειακή εξόρυξη, μπορεί όμως να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στην αντιμετώπιση των προβλημάτων, όπως για παράδειγμα το περιβαλλοντικό αντίκτυπο που έχει εξόρυξη μαρμάρου.

Καταλήγοντας, εάν θέλουμε να συγκρίνουμε τις δύο αυτές μεθόδους, παρατηρούμε το γεγονός ότι η επιφανειακή ή υπαίθρια εξόρυξη υπερτερεί της υπόγειας στο γεγονός ότι υπάρχει η δυνατότητα επιλεκτικής εκμετάλλευσης με υψηλό συντελεστή απόληψης, το κόστος είναι χαμηλότερο, ο ρυθμός παραγωγής είναι μεγαλύτερος, υπάρχει η δυνατότητα απόληψης τεμάχων μεγαλύτερων διαστάσεων, και επίσης, υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία στην παραγωγή και εξόφληση του κοιτάσματος. Από την άλλη, το περιβαλλοντικό κόστος που προκαλεί ένα λατομείο είναι αρκετά μεγάλο, και στις μέρες μας είναι μείζον ζήτημα λόγω της

υπάρχουσας ευρωπαϊκής νομοθεσίας και οι εταιρίες θα πρέπει να τις τηρούν με ευλάβεια. Το αποτύπωμα αυτό μειώνεται από την εφαρμογή της υπόγειας εκμετάλλευσης η οποία δίνει μια λύση για τη συνέχιση της παραγωγής μαρμάρου και διατήρηση του φυσικού τοπίου και προστασία της περιβάλλουσας περιοχής. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της υπόγειας εξόρυξης έναντι της υπαίθριας, είναι προστασία από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες που μπορούν να επικρατήσουν, έτσι ώστε να μην γίνεται παύση των εργασιών και να συνεχίζεται κανονικά η εξόφληση του κοιτάσματος. Αρνητικό γεγονός επίσης, είναι η αύξηση του κόστους παραγωγής έναντι της επιφανειακής εξόρυξης και ο περιορισμός του χώρου, το οποίο είναι καθαρά πρακτικό θέμα στην κίνηση των μηχανημάτων μέσα στις στοές.

Τέλος, αφού γίνει η εξόρυξη, κοπούν και μετρηθούν οι διαστάσεις, και γίνει αξιολόγηση των όγκων μαρμάρου, φορτώνονται σε ειδικά φορτηγά και μεταφέρονται είτε στα εργοστάσια επεξεργασίας προκειμένου να κοπούν σε πλάκες ή πλακίδια, να γίνει ειδική επεξεργασία από μηχανήματα CNC, ή να γίνει τοποθέτηση σε ειδικά container πλοίων προκειμένου να φορτωθούν σε πλοία και να καταλήξουν σε κέντρα επεξεργασίας των πελατών, ως όγκοι μαρμάρου.

4.3 Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα των Λατομείων

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τις εργασίες εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων είναι ένα σοβαρό και αναπόφευκτο γεγονός, ιδιαίτερα όταν η εκμετάλλευση γίνεται επιφανειακά. Παρόλα αυτά, η τεχνογνωσία για την αποκατάσταση και επαναφορά του φυσικού τοπίου υπάρχει, και ο περιορισμός της καταστροφής είναι δυνατόν να συμβεί. Προϋπόθεση είναι όμως, οι εργασίες αποκατάστασης να εφαρμόζονται ρητά και με σχέδιο και στις χρονικές στιγμές που πρέπει.

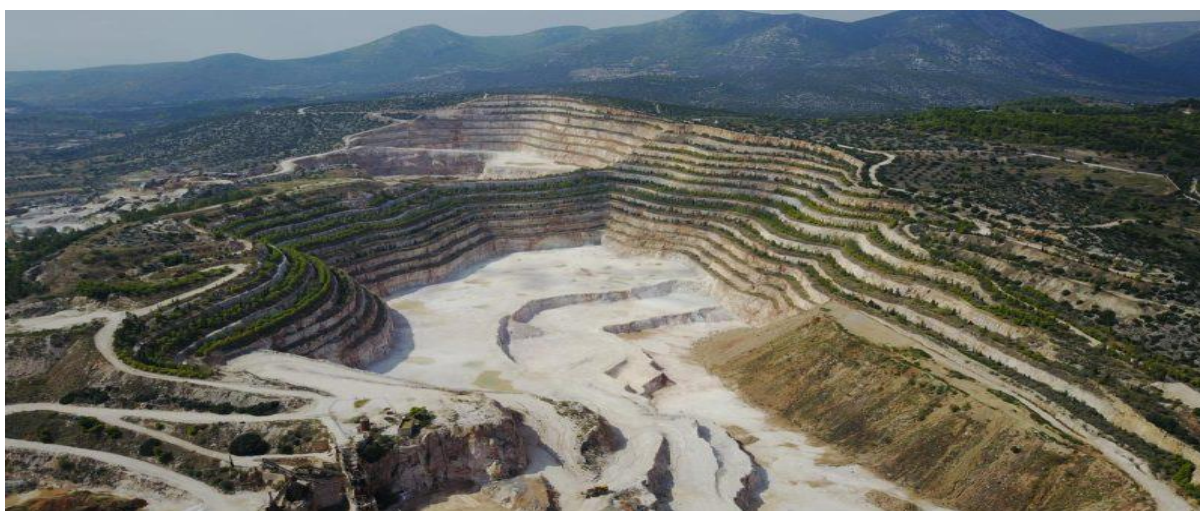
Αυτές οι επιπτώσεις αφορούν κυρίως:

- Την αλλοίωση του φυσικού τοπίου. Από την αρχή των εργασιών ακόμη, η αλλοίωση του ανάγλυφου της περιοχής γίνεται αισθητή και όσο προχωράει η εξόφληση του κοιτάσματος παίρνει μια τελείως διαφορετική μορφή. Οι ομαλές καμπύλες που σχηματίζονταν από το φυσικό τοπίο αντικαθίστανται από τις απότομες εναλλαγές των βαθμίδων και τα σκούρα χρώματα των φυσικών στοιχείων αντικαθίστανται από τα φωτεινά χρώματα που χαρακτηρίζουν τα μάρμαρα.
- Καταστροφή της βιοποικιλότητας. Οι εκτάσεις δέντρων που πρέπει να αποψιλωθούν όσο προχωράει η εξόρυξη είναι πολύ μεγάλες και συνήθως αποτελούν το περιβάλλον

διαβίωσης σε εκατοντάδες ζώα που πρέπει να φύγουν προς εύρεση νέου περιβάλλοντος κατοικίας.

- Ρύπανση μέσω αέρα. Η κίνηση όλων αυτών των βαρέων μηχανημάτων, η χρήση εκρηκτικών και η μη λήψη κατάλληλων μέτρων έναντι στη σκόνη και στα μικροσωματίδια που αιωρούνται, μπορεί να προκαλέσει σημαντικές βλάβες. Διότι με την κίνηση του αέρα μεταφέρονται έως και κάποια χιλιόμετρα, με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας αλλά και δημιουργώντας επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων και των κατοίκων που διαμένουν στις κοντινές με τα λατομεία περιοχές. Επίσης πρόβλημα δημιουργείται από το θόρυβο που παράγεται από όλες αυτές τις εργασίες που διεκπεραιώνονται κατά τη διάρκεια της εξόρυξης.

Απόβλητα λατομείου. Ένα μεγάλο μέρος της εξορυκτικής διαδικασίας αποτελούν τα στείρα πετρώματα που δε μπορούν να έχουν καμία χρήση, παρά μόνο στις εργασίες αποκατάστασης του λατομείου. Για αυτόν το λόγο θα πρέπει να συλλέγονται σε ασφαλές μέρος όπου έχει γίνει μελέτη ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στο μέλλον. Επίσης ο τεράστιος όγκος νερού που χρησιμοποιείται κατά την εξόρυξη πρέπει να ανακυκλώνεται και να επαναχρησιμοποιείται και το παραχθέν ίζημα να συλλέγεται και να απομακρύνεται χωρίς να προκαλεί μόλυνση στο περιβάλλον και στα υπόγεια νερά. Η αποκατάσταση και η προστασία του περιβάλλοντος από τις εξορυκτικές διαδικασίες είναι μια πολύ σημαντική υποχρέωση των εταιριών που έχουν κέρδος από την εκμετάλλευση κοιτασμάτων, όποιας μορφής και αν είναι, και πρέπει να εφαρμόζεται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό, βάσει της υπάρχουσας νομοθεσίας που υπάρχει από το ελληνικό κράτος αλλά και από την Ευρωπαϊκή ένωση. Η αποκατάσταση γίνεται με δενδροφύτευση και επαναφορά.



Εικόνα 25: Αποκατάσταση λατομείο μετά το πέρας των εξορύξεων (oryktosploutos.net).



Η εξόρυξη και χρήση του μαρμάρου, είτε ως δομικού υλικού είτε ως πρώτης ύλης για την κατασκευή γλυπτών και μνημείων, συνδέεται άρρηκτα με τον ελληνικό πολιτισμό από την αρχαιότητα. Έργα όπως ο Ερμής του Πραξιτέλη, η Αφροδίτη της Μήλου, ο ναός του Δία στην αρχαία Ολυμπία, έχουν αφήσει το αποτύπωμά τους στο πέρασ των αιώνων και αποτελούν παρακαταθήκη του ελληνικού πολιτισμού προς ολόκληρη την ανθρωπότητα. Έτσι, θα πρέπει πάντα να συμμετέχει στις αναπτυξιακές πολιτικές της χώρας μας, και θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα τόσο οικονομικά όσο και θεσμικά, ώστε να συνεχίζεται αυτή η κληρονομιά και να μεγαλώνει ακόμη περισσότερο, πάντα με σεβασμό απέναντι στο περιβάλλον και στους ανθρώπους που εμπλέκονται στη βιομηχανία αυτού του πολύτιμου αγαθού, που με αφθονία μας προσφέρει το Ελληνικό έδαφος.

Βουγιούκας Δ., Χατζηπαναγής Ι. (2005), Τα Μάρμαρα της Ανατολικής Μακεδονίας.

Βασικοί Παράγοντες Που Χαρακτηρίζουν Την Εμπορικότητα Τους Σαν Διακοσμητικά Πετρώματα. Ποιότητες-Παραγωγή-Τιμές-Αποθέματα.

Βουγιούκας Δ., Χατζηπαναγής Ι. (2009), Γεωλογία Λιθοστρωματογραφία Τεκτονική και Κοιτασματολογία του Φαλακρού Όρους.

Μουντράκης Δ. (2010), Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας.

Μελέτη ICAP 2020.

Σεραφειμίδης Γ. (2014), Μελέτη Υπογειοποίησης Τμήματος Υπαίθριας Εκμετάλλευσης Μαρμάρου Για Την Αύξηση Αποληψιμότητας Υγειών Ογκομαρμάρων.

Τζεφέρης Π. (2019), Η Υπόγεια Εξόρυξη του Ελληνικού Μαρμάρου.

Τσιραμπίδης Α. (1996), Τα Ελληνικά Μάρμαρα και Άλλα Διακοσμητικά Πετρώματα.

Διαδικτυακές Πηγές:

www.oryktosploutos.net

www.sme.gr

www.semmth.gr

www.fhl.gr

www.nordiamarble.com

www.iktinos.gr

www.birros.gr

www.pamg.eu