



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ  
(Ε.Α.Γ.Μ.Ε.)**

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σπ. Λούη 1, Ολυμπιακό Χωριό  
Αχαρναί Αττικής, Τ.Κ. 136 77

[www.eagme.gr](http://www.eagme.gr)

ΥΠΗΡ. ΜΟΝΑΔΑ : Δ/ση Ορυκτών Πόρων και Μεταλλευτικής (ΔΟΠΜΕ)  
Τμήμα Ορυκτολογίας – Πετρογραφίας (ΤΟΠ)  
ΤΗΛ.: 2131337457  
E-mail: [esofianska@eagme.gr](mailto:esofianska@eagme.gr)  
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Δρ. Ε. Σοφιάνσκα

Αχαρναί, 16-05-2025

ΠΡΟΣ: ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΕΛΕΟΣ GR  
ΥΠΟΨΗΝ: κ. ΜΑΡΡΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

**ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΜΑΡΜΑΡΟΥ  
ΜΕ ΚΩΔΙΚΟ ΚΕΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ  
ΕΝ 12407:2019 (3<sup>η</sup> Έκδοση)**

Δρ. Ε. Σοφιάνσκα  
Γεωλόγος-Γεωχημικός

# ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ-ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

## I. ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

- ✚ Κωδικός δείγματος: KES.
- ✚ Ενδιαφερόμενος: κ. ΜΑΡΡΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
- ✚ Τοποθεσία: Το δείγμα προσκομίστηκε από τον ενδιαφερόμενο.

## II. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:

- ✚ **Μικροσκοπική εξέταση:** πραγματοποιήθηκε με πολωτικό μικροσκόπιο τύπου ZEISS- AXIOSKOP 40.
- ✚ **Μικροφωτογράφιση – επεξεργασία εικόνας:** έγινε με βιντεοκάμερα ProgRes-C14PLUS και το λογισμικό ProgRes Capture Pro 2.1.
- ✚ **Χημική σύσταση** (κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία): πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της φασματομετρίας ακτίνων-Χ (X-ray fluorescence, XRF) με τη χρήση αυτόματου φασματόμετρου ακτίνων-Χ, τύπου S4 PIONEER της Εταιρείας BRUCKER AXS. Χρησιμοποιήθηκε ειδικής σύστασης πρότυπο (standard).
- ✚ **Περιθλασιμετρία ακτίνων-Χ (XRD):** Η ανάλυση έγινε με αυτόματο περιθλασίμετρο τύπου **PANALYTICAL X'PERT-PRO** με λυχνία χαλκού και μονοχρωμάτορα γραφίτη. Το διάγραμμα περιθλασιμετρίας ακτίνων-Χ, αξιολογήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού **X' PERT AUTOMATIC PROCESSING PROGRAM** της Εταιρείας **PANalytical**, ενώ ο προσδιορισμός των κρυσταλλικών φάσεων, έγινε με τη βάση δεδομένων JCPDS σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- ✚ **Χρώση λεπτής τομής:** Η **ακάλυπτη λεπτή τομή** προσβλήθηκε με διάλυμα **“κόκκινο της αλιζαρίνης”**, το οποίο βάφει κόκκινο τον ασβεσίτη, χωρίς να επηρεάζει το δολομίτη.

## III. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Πρόκειται για δείγμα μαρμάρου σε τομή (Εικόνα 1) με τα παρακάτω γενικά χαρακτηριστικά:

- ✚ **Χρώμα:** Λευκό με διακριτές, απαλές τεφρές ταινιώσεις/νερά που εμφανίζονται ακανόνιστα στην επιφάνεια.
- ✚ **Θραυσμός:** Ακανόνιστος
- ✚ **Υφή:** Συμπαγής.
- ✚ **Κοκκομετρία:** Πολύ λεπτόκοκκο, με μη διακριτούς κόκκους σε μακροσκοπική παρατήρηση.
- ✚ **Πετρογραφικός τύπος:** Ανθρακικό πέτρωμα
- ✚ **Διακλάσεις:** Δεν παρατηρούνται
- ✚ **Αλλοχημικά στοιχεία:** Δε διακρίνονται.



Εικόνα 1. Μακροφωτογραφία σε τομή του δείγματος KES.

#### IV. ΠΕΓΙΡΑΦΗ ΤΗΣ ΛΕΠΤΗΣ ΤΟΜΗΣ:

Λεπτή (ακάλυπτη) τομή με διαστάσεις 44x28 mm και κωδικό παρασκευάσματος KES.

#### V. ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ:

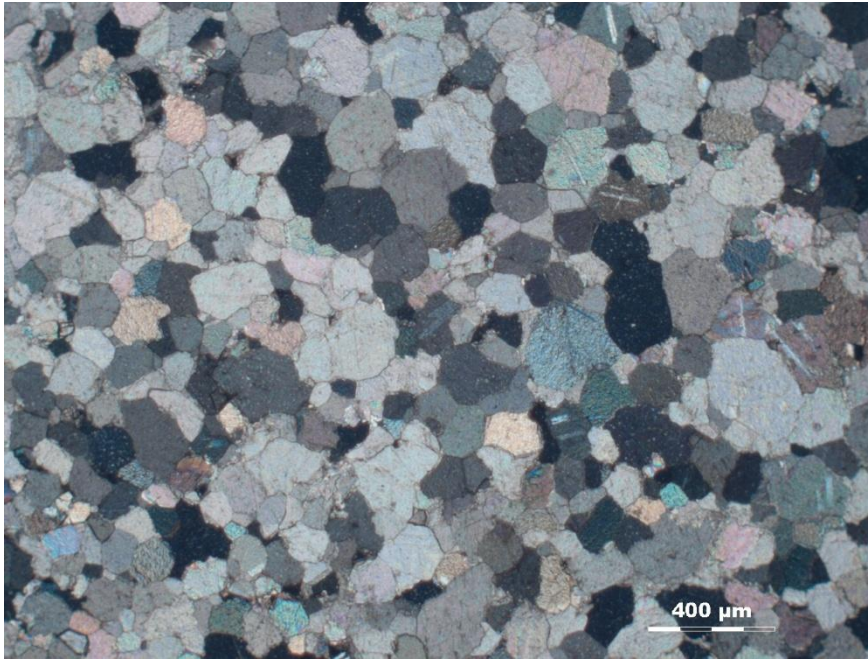
**Ορυκτολογική σύσταση:** Η παρατήρηση του δείγματος σε λεπτή σιλιπνή τομή στο μικροσκόπιο έδειξε ότι αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από ανθρακικά ορυκτά. Για τη διαπίστωση της πιθανής παρουσίας και του τρόπου κατανομής δολομίτη και ασβεστίτη στο δείγμα έγινε χρώση της λεπτής τομής, όπως αναφέρθηκε στις μεθόδους Εργαστηριακής μελέτης. Διαπιστώθηκε ότι το πέτρωμα είναι **δολομιτικό μάρμαρο**, στο οποίο υπάρχουν διάσπαρτοι κόκκοι από ασβεστίτη. Σε ανακλώμενο φως παρατηρήθηκαν απομονωμένοι κόκκοι σιδηροπυρίτη (Εικόνα 4).

Η ορυκτολογική σύσταση του δείγματος επιβεβαιώθηκε και από την αξιολόγηση του περιθλασιογράμματος ακτίνων – Χ (XRD).

**Η ποσοστιαία συμμετοχή των ορυκτών είναι: 99% δολομίτης και 1% ασβεστίτης.**

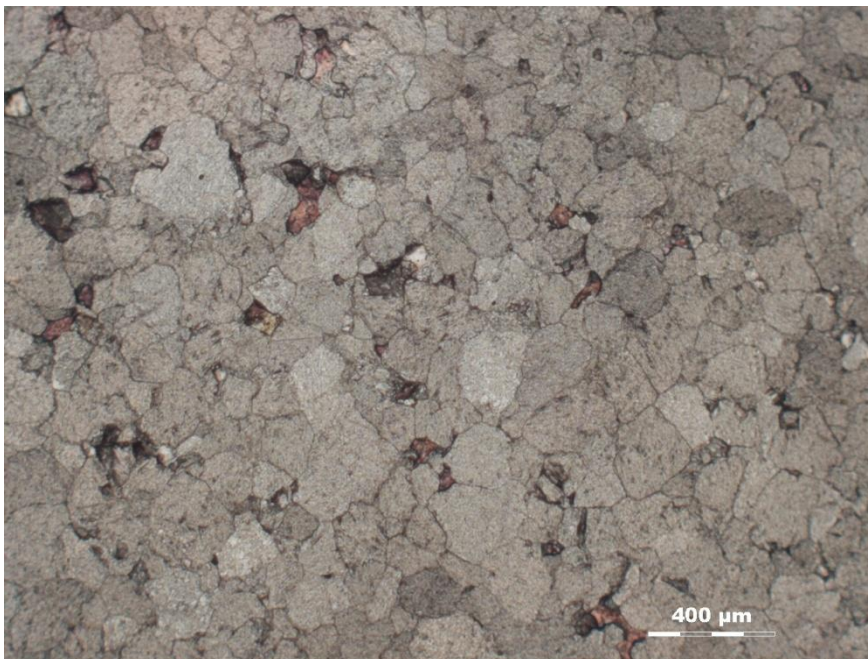
##### **Μορφή και μέγεθος κρυστάλλων:**

- **Δολομίτης:** Ο δολομίτης εμφανίζεται ως μικρόκοκκη μάζα με κοκκοβλαστικό-πολυγωνικό ιστό και ανισοκοκκώδη υφή. Ο δολομίτης εμφανίζεται υπό μορφή υπιδιόμορφων κόκκων, με διαστάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 0,02 mm και 0,25 mm. Ο τρόπος σύνδεσης των κόκκων του δολομίτη δημιουργεί τριπλά σημεία επαφής, συχνά με «ευθύγραμμα» όρια γειτονικών κόκκων αλλά και λοβοειδείς διεισδύσεις ενός κόκκου σε άλλο (Εικόνα 2). Παρατηρείται περιορισμένος αριθμός πολυδυμιών που διατάσσονται διαγώνια κατά το μήκος των κόκκων, χαρακτηριστικό γνώρισμα του δολομίτη.

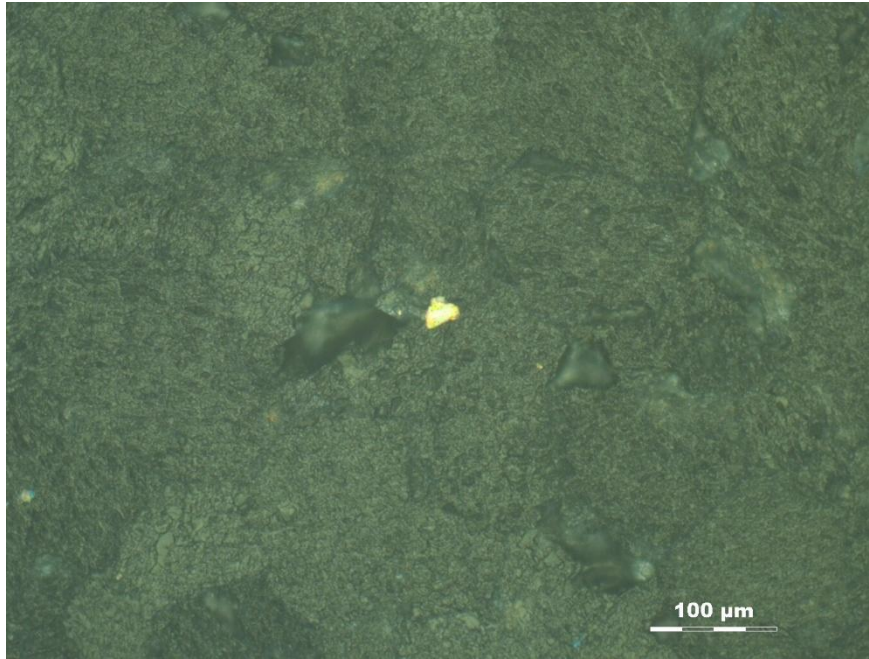


Εικόνα 2. Μικροφωτογραφία σε τομή του δείγματος KES με χαρακτηριστικό κοκκοβλαστικό-πολυγωνικό ιστό από δολομίτη.

- **Ασβεσίτης:** Ο ασβεσίτης αναπτύσσεται με τη μορφή μικρών πληρώσεων στα διάκενα σε ορισμένα τριπλά σημεία συναρμογής των κόκκων του δολομίτη (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Μικροφωτογραφία του δείγματος KES μετά από χρώση. Διακρίνονται διάσπαρτοι κρύσταλλοι ασβεσίτη (ερυθρό χρώμα) μέσα σε λευκή, μικρόκοκκη δολομιτική μάζα του πετρώματος.



Εικόνα 4. Μικροφωτογραφία του δείγματος KES, όπου διακρίνεται κόκκος σιδηροπυρίτη. Παρατήρηση με ανακλώμενο φως.

- ✓ **Ταινιώσεις-συσσωματώματα:** παρατηρούνται απαλές τεφρές ταινιώσεις, που δεν ξεχωρίζονται στο μικροσκόπιο.
- ✓ **Πόροι:** παρατηρούνται ελάχιστοι διάσπαρτοι μικροσκοπικοί πόροι στο δείγμα.
- ✓ **Διακλάσεις:** Δεν παρατηρούνται διακλάσεις στο υπό εξέταση δείγμα πετρώματος.

## VI. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ: ΛΕΥΚΟ ΔΟΛΟΜΙΤΙΚΟ ΜΑΡΜΑΡΟ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑΣ, ΜΕ ΑΠΑΛΕΣ ΤΕΦΡΕΣ ΤΑΙΝΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΑΣΒΕΣΤΙΤΗ.

## VII. ΣΥΜΠΛΗΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

**Χημική σύσταση του δείγματος:** Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η χημική σύσταση του δείγματος KES, όπως μετρήθηκε με τη χρήση της μεθόδου XRF για τα κύρια στοιχεία (οξειδία % κ.β.) και στον Πίνακα 2 για τα ιχνοστοιχεία (ppm), καθώς και η τιμές του στάνταρτ όπως μετρήθηκε και όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία.

Πίνακας 1. Χημική σύσταση (κύρια στοιχεία σε οξειδία % κ.β.) του δείγματος KES και του standard όπως μετρήθηκε σαν άγνωστο δείγμα JDo-1T και όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία JDo-1.

Δείγμα	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
KES	31,931	21,914	0	0,006	0	0,001	0	0	0,008	0,007	0,001	46,78
JDo-1T	33,80	17,65	0,059	0,020	0,099	0,007	0	0,007	0,039	0,037	0,001	48,28
JDo-1	33,96	18,47	0,216	0,022	0,017	0,006	0,002	0,013		0,034	0,001	46,50

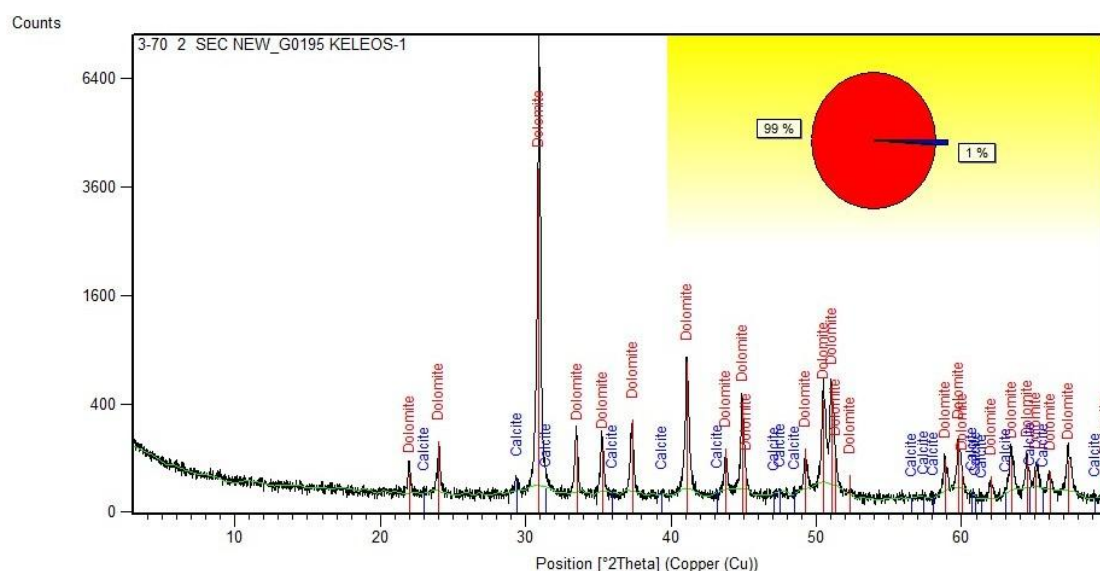
Πίνακας 2. Περιεκτικότητα του δείγματος KES σε ιχνοστοιχεία (ppm) και του στάνταρτ όπως μετρήθηκε σαν άγνωστο δείγμα JDo-1T και όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία JDo-1T.

Sample	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Rb	Sr
KES	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	58
JDo-1T	ND	11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	132
JDo-1	0,136	3,14	7,93	0168	2,90	1,41	35,4	-	0,114	1,75	116

Sample	Zr	Nb	Mo	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Th	U
KES	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
JDo-1T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24	ND	ND	ND	ND
JDo-1	6,21	3,14	7,93	ND	0,036	0,070	ND	7,93	2,49	0,043	0,858

Η υψηλή περιεκτικότητα σε CaO και MgO και η απουσία του SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> επιβεβαιώνουν την υψηλή καθαρότητα του δολομιτικού μαρμάρου.

### Περιθλασιμετρία ακτίνων-Χ (XRD) ( Εικόνα 5, Πίνακας 3)



Εικόνα 5. Περιθλασιγράμμα ακτίνων -Χ του δολομιτικού μαρμάρου με κωδικό KES. Από την αξιολόγηση του περιθλασιογράμματος ακτίνων-Χ, προσδιορίστηκαν τα ορυκτά: δολομίτης (περίπου 99%), που είναι και το κύριο ορυκτό, ενώ συμμετέχει και ο ασβεστίτης με μικρό ποσοστό (περίπου 1%).

Πίνακας 3. Ορυκτολογική σύσταση του δείγματος KES.

No.	Vi...	Ref. Code	Compound Name	Chemical Formula	Score	RIR	SemiQuant [%]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	00-036-0426	Dolomite	Ca Mg ( C O3 )2	80	2.510	99
2	<input checked="" type="checkbox"/>	01-083-1762	Calcite	Ca ( C O3 )	10	3.230	1

Η ΣΥΝΤΑΚΤΡΙΑ: