



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ - ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**Μελέτη των χρωστικών των ταφικών κτερισμάτων
από τις νεκροπόλεις της Κρεπενής – Καστοριάς με
χρήση μη καταστροφικών τεχνικών.**



Ελευθερία Πάπου

Αρχαιολόγος

Ρόδος 2018

ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες

Μελέτη των χρωστικών των ταφικών κτερισμάτων από
τις νεκροπόλεις της Κρεπενής – Καστοριάς με χρήση μη
καταστροφικών τεχνικών.

Ελευθερία Πάπου

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Θεόδωρος Γκανέτσος

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Επιτροπή εξέτασης:

Αν. Καθηγητής Ιωάννης Καραπαναγιώτης

Ανώτατη Εκκλησιαστική Ακαδημία Θεσσαλονίκης

Αν. Καθηγητής Γεώργιος Φακορέλλης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

...στη γιαγιά Ελευθερία και
στον παππού Παναγιώτη

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία που ολοκληρώθηκε στα πλαίσια του ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες του Πανεπιστημίου Αιγαίου, με τίτλο: Μελέτη των χρωστικών των ταφικών κτερισμάτων από τις νεκροπόλεις της Κρεπενής-Καστοριάς με χρήση μη καταστροφικών τεχνικών, αποτελεί πρωτότυπη έρευνα και όχι αποτέλεσμα αντιγραφής από τρίτους. Με βάση τον Κανονισμό του Ιδρύματος, αναλαμβάνω κάθε νομική και διοικητική εύθνη σε περίπτωση που αποδειχθεί ότι πρόκειται για αποτέλεσμα λογοκλοπής. Το αρχαιολογικό υλικό που μελετήθηκε είναι αδημοσίευτο και παραχωρήθηκε από την ΕΦΑ Καστοριάς και την Δρ. Γεωργία Στρατούλη για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας, συνεπώς απαγορεύεται η επαναχρησιμοποίηση του για οποιοδήποτε σκοπό, χωρίς την άδεια από τους υπεύθυνους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 Γεωμορφολογικός προσδιορισμός της Καστοριάς.....	9-10
1.2 Ιστορικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής της Καστοριάς.....	11-13
1.3 Η αρχαιολογική έρευνα στο νομό Καστοριάς.....	14-15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
2.1 Η αρχαιολογική θέση Κρεπενή.....	16-22
2.2 Τεχνολογία του πηλού-τεχνικές κατεργασίας και διακόσμησης των αγγείων.....	22-26
2.3 Η Τεχνολογία της υάλου.....	26-28
2.4 Τα ανασκαφικά ευρήματα της Κρεπενής: Πήλινα και Υαλικά αντικείμενα.....	29-38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
3.1 Εισαγωγή στις Χρωστικές-Πιγμέντα.....	39-41
3.2 Κόκκινες χρωστικές.....	41-43
3.3 Κίτρινες χρωστικές.....	43-44
3.4 Λευκές χρωστικές.....	44-46
3.5 Μαύρες χρωστικές.....	46-47
3.6 Πράσινες χρωστικές.....	47-48

3.7 Μπλε χρωστικές.....	48-50
3.8 Καφέ χρωστικές.....	50-51
3.9 Το χρώμα στην αρχαία τέχνη.....	52-53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
4.1 Φασματοσκοπικές μέθοδοι.....	54
4.2 Φασματοσκοπία RAMAN.....	55-58
4.3 Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF).....	58-61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
5.1 Η μεθοδολογία των μετρήσεων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φορητών συσκευών φασματοσκοπίας RAMAN και XRF.....	62-66
5.2 Αποτελέσματα πειραματικών μετρήσεων.....	66-125
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
6.1 Συμπεράσματα.....	126-132
6.2 Επίλογος.....	132
6.3 Βιβλιογραφία.....	133-138

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τις χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν σε κεραμικά και γυάλινα αγγεία της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου, της Αρχαϊκής και της Ελληνιστικής Εποχής από την Κρεπενή-Καστοριάς. Η εργασία θα περιλαμβάνει πρώτα το θεωρητικό τμήμα με εισαγωγικά στοιχεία για την περιοχή, τις χρωστικές και τις φασματοσκοπικές μεθόδους και στη συνέχεια το πειραματικό μέρος. Βασικός στόχος αποτελεί η ταυτοποίηση των χρωστικών πάνω στα αγγεία μέσα από την ανάλυση των φασμάτων και τη σύγκριση των χαρακτηριστικών κορυφών, που θα προκύψουν από τη μη καταστρεπτική φασματοσκοπική τεχνική Raman, με τις βάσεις δεδομένων του Robin J. H. Clark και του Pigments Checker. Η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων θα πραγματοποιηθεί με τη συμβολή της φασματοσκοπικής μεθόδου φθορισμού ακτίνων X (XRF), η οποία θα συμβάλλει στον προσδιορισμό των χημικών στοιχείων στα σημεία με γραπτή διακόσμηση. Τα αποτελέσματα από την παραπάνω διαδικασία αναμένεται να συμβάλλουν στη διαμόρφωση μιας πρώτης εικόνας για τις χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στα εργαστήρια της Κρεπενής. Παράλληλα θα προκύψουν πληροφορίες για την ακριβή παλέτα των αγγειογράφων, για την ανάμειξη των χρωμάτων, αλλά και γενικότερα για τις τάσεις στην χρωματική διακόσμηση της εποχής.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης ευχαριστώ θερμά την ΕΦΑ Καστοριάς και την Δρ Γεωργία Στρατούλη για την παράδοση του υλικού και την παραχώρηση των εργαστηρίων για τη διεξαγωγή των πειραματικών μετρήσεων. Επιπλέον, ευχαριστώ την Δρ Γεωργία Στρατούλη για την στήριξή της στο βιβλιογραφικό και φωτογραφικό μέρος της εργασίας αλλά και για την ένθερμη υποστήριξή της στην εκπόνηση της μελέτης. Τέλος, ευχαριστώ τον Καθηγητή μου Δρ Θεόδωρο Γκανέτσο για την επίβλεψη, την εκμάθηση των φασματοσκοπικών μεθόδων και την στήριξή του στην αποπεράτωση της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη εργασία με θέμα «Μελέτη των χρωστικών των ταφικών κτερισμάτων από τις νεκροπόλεις της Κρεπενής – Καστοριάς με χρήση μη καταστροφικών τεχνικών», περιλαμβάνει μελέτη των χρωστικών πάνω σε πήλινα και γυάλινα αγγεία από τις νεκροπόλεις της Κρεπενής, ενώ γίνεται μια προσπάθεια ταυτοποίησής τους. Η δομή της εργασίας περιλαμβάνει το θεωρητικό και το πειραματικό μέρος. Αρχικά γίνεται αναφορά στο γεωμορφολογικό, ιστορικό και αρχαιολογικό πλαίσιο της περιοχής της Καστοριάς, με σκοπό την πληροφόρηση του αναγνώστη σχετικά με τις συνθήκες που επικρατούσαν σε αυτούς τους τομείς την περίοδο που εξετάζουμε. Με βάση τα ευρήματα των ανασκαφών από τις νεκροπόλεις της Κρεπενής, αντιλαμβανόμαστε τη σπουδαιότητα της περιοχής και την εύπορη φύση των κατοίκων της. Εξετάστηκαν οχτώ όστρακα αγγείων της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου, τέσσερα αγγεία της Αρχαϊκής Εποχής και τέσσερα της Ελληνιστικής με τη βοήθεια των φασματοσκοπικών μεθόδων Raman και XRF.

Εντοπίστηκαν και ταυτοποιήθηκαν χρωστικές με τα οξείδια του σιδήρου (ώχρες, όμπρες και σιέννες), αλλά και το μαύρο των λυχνιών (lamp black) να πλειοψηφούν αυτούσια ή σε μείξη μεταξύ τους. Σημαντική ήταν η ανεύρεση υψηλής ποσότητας κασσίτερου σε ένα αγγείο και η χρήση Αιγυπτιακού μπλε στο γυάλινο αλάβαστρο. Σύμφωνα με τα παραπάνω, τονίζεται η διαχρονική χρήση των συγκεκριμένων χρωστικών από τον 8^ο μέχρι τον 4^ο π.Χ., η πιστή παρακολούθηση από τους αγγειογράφους των γενικότερων τάσεων στην επιλογή των χρωστικών στον ελλαδικό χώρο αλλά και η συνεισφορά στην κατανόηση του ύφους της επαρχιακή τέχνης.

ABSTRACT

This academic work with the thesis «Study of pigments on the burial monuments of the necropolises in Krepeni-Kastoria with the use of non-destructive techniques» includes the study of pigments on ceramic and glass vessels from the necropolis of Krepenis, in an effort to identify them. The structure of the work incorporates a theoretical and an experimental part. Initially, a geomorphological, historical and archaeological reference in the context of the region of Kastoria is made, in order to inform the reader about the prevailing conditions in the area during the period we are examining. Based on the findings of the excavations from the necropolises in Krepeni, we perceive the importance of the area and the wealthy nature of its inhabitants. Eight Early Iron Age parts of vessels, four vases of the Archaic Period and four of Hellenistic were examined, with the use of the spectroscopic Raman and XRF methods.

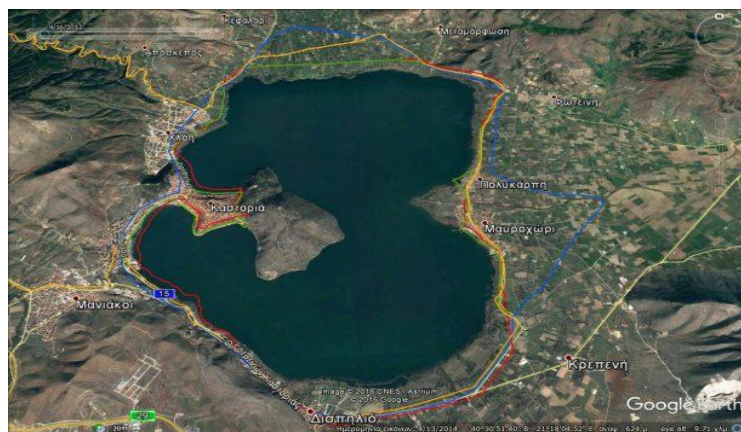
Iron oxides (ochre, umber, sienna) and lamp black were sensed and identified as part of the majority, individually or mixed with each other. It is also important to mention the high quantity of tin on the surface of a ceramic vessel and use of Egyptian blue on a glass alabaster. Accordingly, it is emphasized firstly, the intertemporal use of these pigments from the 8th to the 4th century BC, the imitation by the painters of the general tendencies in the selection of the pigments in the Greek area, as well as the contribution of the understanding of the style in the provincial art.

ονομασία της και η πόλη⁴. Ο ιστορικός Προκόπιος κάνει πρώτος αναφορά στο συγκεκριμένο όνομα, το οποίο προήλθε είτε από τους κάστορες, τα ζώακια της λίμνης, είτε από τη λέξη << κάστρο >> εξαιτίας της οχύρωσης, του κάστρου που περιέβαλε την πόλη⁵. Το σχήμα της λίμνης είναι ελλειψοειδές και το βάθος της αρκετά μεγάλο.

Η γεωγραφική μορφολογία του τόπου είναι ιδιαίτερη, καθώς ένα κομμάτι στεριάς, μία χερσόνησος, εισέρχεται εντός της λίμνης, ενώ διευρύνεται αρκετά προς την απόληξή της. Στο σημείο αυτό σχηματίζεται ένας λόφος, γνωστός ως λόφος του Αγίου Αθανασίου. Στο κεντρικό και στενότερο τμήμα της χερσονήσου είναι χτισμένη η πόλη της Καστοριάς, προσφέροντας αμφιθεατρική θέα λόγω του τρόπου δόμησής της⁶ (εικ.2).

Η τοποθεσία της πόλης η οποία περιβάλλεται από το φυσικό οχυρό, δηλαδή τη λίμνη, δημιουργώντας την εντύπωση ότι πρόκειται για νησί, προστάτευσε την πόλη από εχθρικές επιδρομές ανά τους αιώνες. Σε αυτό συνετέλεσε και το βραχώδες-ορεινό υπέδαφος, με τους φυσικούς προμαχώνες.

Στην περιφέρεια της λίμνης συναντούμε σημαντικές εγκαταστάσεις από τους προϊστορικούς χρόνους ως τη νεώτερη εποχή. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα του πασσαλόκτιστου λιμναίου οικισμού στο Δισπηλιό και της πρόσφατα ανεσκαμμένης θέσης με τα νεκροταφεία στη Κρεπενή⁷.



Εικόνα 2 Λίμνη Καστοριάς.

⁴ Πηχιών, 1958, 3

⁵ Μακρής, 2000, 30-31

⁶ Παπακωνσταντίνου, 1930, 7

⁷ Πασχάλης, 1979, 6

1.2. Ιστορικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής της Καστοριάς.

Ο ορεινός χαρακτήρας, με τα απότομα βουνά και τις βραχώδεις κορυφές, αποτέλεσαν καθοριστικό παράγοντα στην ονομασία του τόπου. Η Καστοριά στην αρχαιότητα ήταν γνωστή ως Ορεστίδα (Ορεστιάδα ή Ορεστία) και οι κάτοικοί της αποκαλούνταν Ορέστες (ορεινοί), ονομασίες που προήλθαν από τη λέξη << όρη >>⁸. Με βάση όμως τα ιστορικά και τα μυθολογικά δεδομένα και τις πληροφορίες που αντλούμε από τον Στράβωνα⁹, υπάρχει μια ακόμα εκδοχή για την ονοματοδοσία της περιοχής, σύμφωνα με την οποία, ο γιος του Αγαμέμνονα, ο Ορέστης, κυριευμένος από τις Ερινύες μετά τη δολοφονία της μητέρας του Κλυταιμνήστρας, κατέφυγε στο βόρειο ελλαδικό χώρο και συγκεκριμένα στην Ορεστίδα, μαζί με το γιό του Πενθίλο και αποικία Αιολέων, ιδρύοντας τη πόλη Άργος Ορεστικό¹⁰.

Η Ορεστίδα, η Λυγκηστίδα, η Ελίμεια, η Εορδαία και άλλα έθνη αποτελούσαν την <<Άνω Μακεδονία >>¹¹. Επρόκειτο δηλαδή για μακεδνά έθνη που με την κάθοδο τους προς τη νότια Ελλάδα μετονομάζονταν σε Δωριείς¹². Η γενική ονομασία των φύλων αυτών ήταν Μακεδόνες, παράλληλα όμως προσδιορίζονταν και πιο συγκεκριμένα ανάλογα με τη καταγωγή τους, όπως για παράδειγμα Ορέστες αν προέρχονταν από την Ορεστίδα ή Λυγκηστές αν προέρχονταν από την Λυγκηστίδα¹³.

Σχετικά με την καταγωγή των Ορεστών, έχουν αναφερθεί κατά καιρούς διαφορετικές απόψεις. Ο Θουκυδίδης¹⁴ και ο Ηρόδοτος¹⁵ ισχυρίζονται ότι είχαν μακεδονική καταγωγή ενώ άλλοι αναφέρουν ότι καταγόταν από την Ήπειρο¹⁶. Την Ορεστίδα αρχικά κατοίκησαν Πελασγοί Ορέστες, φύλο μακεδονικής καταγωγής¹⁷, οι οποίοι πριν τον ερχομό τους στην περιοχή κατοικούσαν βορειότερα στη Λυγκηστίδα

⁸ Μακρής, 2000, 25

⁹ Παπαϊωάννου, 1996, 29

¹⁰ Τσαμίσης, 1949, 9

¹¹ Στράβων, 7, 7.8, 329 << Καί δὴ τὰ περὶ Λύγκων καὶ Πελαγονίαν καὶ Ὀρεστιάδα καὶ Ἐλίμειαν τὴν Ἄνω Μακεδονίαν ἑκάλουν >>

¹² Παπαϊωάννου, 1996, 31

¹³ Παπαϊωάννου, 1996, 31

¹⁴ Θουκυδίδης, II, 99

¹⁵ Ηρόδοτος, VIII, 137-138

¹⁶ Πηχιών, 1958, 4

¹⁷ Θουκυδίδης, II, 99

και την Πελαγονία. Στα πλαίσια όμως των ανακατατάξεων του Τρωικού πολέμου μετακινήθηκαν νότια και εγκαταστάθηκαν στη περιοχή της σημερινής Καστοριάς¹⁸.

Παρά το γεγονός ότι βρίσκεται αρκετά βόρεια στον ελλαδικό χώρο, η πόλη της Ορεστίδας δεν αποκόπηκε από αυτόν και δέχτηκε τις επιρροές του. Παράλληλα, τα αρχαιολογικά τεκμήρια απέδειξαν την επικοινωνία της είτε με τους άμεσους γείτονές της, είτε με πιο απομακρυσμένες περιοχές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί τον 6^ο π. Χ. αιώνα, ο νέος εμπορικός δρόμος που δημιουργήθηκε από την κορινθιακή αποικία της Απολλωνίας στην Αδριατική μέχρι τη Λυχνιδό. Με αυτό τον τρόπο κορινθιακή κεραμική αλλά και ευρήματα κορινθιακού τύπου εντοπίζονται στις ανεσκαμμένες θέσεις της Ορεστίδας¹⁹.

Οι πόλεις της Άνω Μακεδονίας δεν ακολουθούσαν τα ελληνικά πρότυπα ως προς τη διοίκηση και την οργάνωσή τους²⁰ ή τουλάχιστον άργησαν να τα αφομοιώσουν. Οι Ορέστες, οι Λυγκηστές, οι Ελιμιώτες και οι υπόλοιποι λαοί της ευρύτερης περιοχής, είχαν αυτόνομους βασιλείς, μέχρι την εποχή που ο Αλέξανδρος ο Α΄ (498-454 π. Χ.), γνωστός με το προσωνύμιο Φιλέλλην, αφαίρεσε την ανεξαρτησία τους και τους συνένωσε στο κράτος Άνω Μακεδονία. Καθοριστικό ρόλο σε αυτό έπαιξε η ήττα των Περσών στους περσικούς πολέμους. Παρόλο που και μεταγενέστερα συναντούμε αναφορές σε βασιλείς των Ορεστών και των άλλων λαών της περιοχής, αυτοί υποτάσσονταν στους βασιλείς της Μακεδονίας²¹. Η οριστική κατάργηση της εξουσίας τους και η υποταγή τους στη κυριαρχία των Μακεδόνων, έγινε στα χρόνια του Φιλίππου του Β΄ και του Μ. Αλεξάνδρου²². Στα μέσα περίπου του 4^{ου} π. Χ. αιώνα, μετά τη νίκη του Φιλίππου εναντίον των Ιλλυριών, η Άνω Μακεδονία προσαρτήθηκε στο κράτος του²³.

Κατά την διάρκεια του 4^{ου} και του 3^{ου} π. Χ. αιώνα η Ορεστίδα και η ευρύτερη περιοχή, αντιμετώπιζον τις επιθέσεις βάρβαρων λαών, των Γαλατών και των

¹⁸ Μουτσόπουλος, 1974, 270

¹⁹ Τσούγγαρης, 2017, 118-119

²⁰ Μακρής, 2000, 27

²¹ Μουτσόπουλος, 1974, 270-271

²² Μακρής, 2000, 29

²³ Τσούγγαρης, 2017, 120

Δαρδάνων. Την εποχή του Δημήτριου Πολιορκητή, η Άνω Μακεδονία κυριαρχείται από τον βασιλιά της Ηπείρου τον Πύρρο²⁴.

Τον 2^ο π. Χ. αιώνα και συγκεκριμένα στα 197 π. Χ. κατά την διάρκεια του Δεύτερου Μακεδονικού Πολέμου, οι Ορέστες έλαβαν υποστηρικτική θέση υπέρ των Ρωμαίων, αντί του Φιλίππου του Ε΄, λαμβάνοντας με αυτόν τον τρόπο το προνόμιο της αυτονομίας τους²⁵. Στο τέλος του Τρίτου Μακεδονικού Πολέμου στα 167 π.Χ., μετά την ήττα του μακεδονικού στρατού από τους Ρωμαίους, η Άνω Μακεδονία περιλαμβανόταν στη τέταρτη μερίδα της Μακεδονίας, χωρίς όμως την ενσωμάτωση της Ορεστίδας. Από το 148 π.Χ. και έπειτα, οι πόλεις της Άνω Μακεδονίας απέκτησαν ξανά την αυτονομία τους²⁶. Αυτή η μορφή οργάνωσης ακολουθήθηκε μέχρι τον 3^ο μ.Χ., όταν η Δυτική Μακεδονία δέχτηκε επιδρομές βαρβάρων. Σύμφωνα με τις νέες ανακατατάξεις, η Ορεστίδα και η Ελιμιώτιδα εντάχθηκαν στη νέα ρωμαϊκή επαρχία, τη Θεσσαλία²⁷.

Μετά τη ρωμαϊκή κατάκτηση, ακολούθησε η βυζαντινή κυριαρχία. Στην εποχή του βυζαντίου η Καστοριά ήταν ιδιαίτερα ευνοημένη, καθώς αποτελούσε τόπο εξορίας σημαντικών προσώπων της αυτοκρατορίας, οι οποίοι ευεργετούσαν τη πόλη σε όλους τους τομείς²⁸. Οι επιθέσεις των βαρβάρων δεν σταμάτησαν, καθώς τον 10^ο και τον 11^ο αι. μ.Χ. αντιμετώπισε τις πιέσεις των Βουλγάρων και των Νορμανδών, ενώ αργότερα των Σέρβων και των Οθωμανών²⁹.

²⁴ Τσούγγαρης, 2017, 120

²⁵ Μουτσόπουλος, 1974, 271

²⁶ Παπαϊωάννου, 1996, 31-32

²⁷ Μακρής, 2000, 37-38

²⁸ Πηχιών, 1958, 8

²⁹ Τσαμίσης, 1949, 14-29

1.3 Η αρχαιολογική έρευνα στο νομό Καστοριάς.

Η αρχαιολογική έρευνα στην περιοχή της Καστοριάς, παρουσιάζει σπουδαία ευρήματα, τα οποία ήρθαν στο φως με τη συμβολή σωστικών αποσπασματικών ανασκαφών. Ξεκινώντας από την εποχή των πρώτων ανθρωπιδών, συγκεκριμένα από την Παλαιολιθική και τη Μεσολιθική εποχή (50000 - 3000 π. Χ.), με την περισυλλογή αντιπροσωπευτικών ευρημάτων από διάφορες τοποθεσίες. Έπειτα στη Νεολιθική περίοδο χρονολογούνται πέντε νεολιθικές εγκαταστάσεις στις θέσεις Αυγή, Κολοκυνθού, Τρίτα Κορομηλιάς, Σπήλαιο Πηγών Κορομηλιάς και Δισπηλιό³⁰. Ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα των ανασκαφών είναι η ξύλινη πινακίδα που εντοπίστηκε κοντά στον νεολιθικό οικισμό του Δισπηλιού και φέρει εγχαράξεις που παραπέμπουν σε σύμβολα, τα οποία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως ένα είδος πρώιμης γραφής. Η πινακίδα χρονολογήθηκε με C14 στο 5260 π. Χ³¹.

Από το 1100 π. Χ. ως τον 6^ο π. Χ. αιώνα οι γνώσεις μας για την περιοχή είναι περιορισμένες εξαιτίας των ανασκαφών σωστικού τύπου. Οι περισσότερες ανεσκαμμένες θέσεις αποτελούν νεκροταφεία και οι πληροφορίες που αντλούμε είναι πολύ σημαντικές για την ανασύσταση του παρελθόντος του τόπου. Χαρακτηριστικές είναι οι θέσεις στο Νταηλάκη Καστοριάς και στη Κρεπενή Μαυροχωρίου. Στον 5^ο και στον 4^ο π. Χ. αιώνα ανήκει η θέση στην περιοχή Νέο Υδραγωγείο Πενταβρύσου. Περιλαμβάνει τάφους με σπουδαία κτερίσματα και επιτύμβια μνημεία, από τα οποία συμπεραίνεται ότι ίσως πρόκειται για βασιλική έδρα των Ορεστών. Στον 4^ο και τον 3^ο αιώνα π. Χ. χρονολογούνται οικισμοί στην Κρεπενή, την Κορησό, την Πεντάβρυσο και το Νεστόριο³².

Εντός των γεωγραφικών ορίων της αρχαίας Ορεστίδας, έχουν εντοπιστεί και άλλες σημαντικές θέσεις. Στην περιοχή της σημερινής Καστοριάς βρισκόταν το αρχαίο Κέλετρον, Κήλητρον ή Κήληθρον. Πηγή πληροφοριών αποτελεί πάλι ο Τίτος Λίβιος (2^{ος} π. Χ. αιώνας) επισημαίνοντας την κατεύθυνση που ακολούθησε ο Ρ. Sulpicius Galba και ο στρατός του εναντίον του Φιλίππου Ε' (198 π. Χ.)³³. Η ονομασία της πόλης προέρχεται είτε από το ρήμα << κηλώ >> που σημαίνει θέλω εξαιτίας της

³⁰ Στρατούλη, 2017, 114-117

³¹ https://el.wikipedia.org/wiki/Πινακίδα_του_Δισπηλιού

³² Τσούγγαρης, 2017, 118-121

³³ Μακρής, 2000, 32-33

ομορφιάς και της γραφικότητας του τοπίου, είτε από το << κάλαθρον >> που σημαίνει καλάθι, δηλαδή αναφορά σε αλιευτικό εργαλείο λόγω της λίμνης³⁴. Η Βάττυνα είναι μία πόλη κοντά στη σημερινή περιοχή Κρανοχώρι, η ύπαρξη της οποίας αποδεικνύεται από την ανεύρεση μιας επιγραφής, γνωστής ως << Το δόγμα των Βαττυναίων >> που χρονολογείται στον 2^ο μ. Χ. αιώνα³⁵. Αρκετά αργότερα, στη θέση Αρμενοχώρι, ιδρύθηκε μια ακόμα σπουδαία πολιτεία, η Διοκλητιανούπολη. Πληροφορίες αντλούμε από τον Προκόπιο, τον Ιεροκλή και τον Κωνσταντίνο τον Πορφυρογέννητο. Ιδρυτής της ήταν ο Διοκλητιανός, στα τέλη του 3^{ου} ή στις αρχές του 4^{ου} μ. Χ. αιώνα³⁶.

Μία από τις αρχαιότερες μακεδονικές πόλεις της ευρύτερης περιοχής της Άνω Μακεδονίας, ήταν το Άργος Ορεστικό, το οποίο αποτελούσε την έδρα του κοινού των Ορεστών³⁷. Η ακριβής τοποθεσία του Άργους Ορεστικού δεν έχει προσδιοριστεί, καθώς μόνη ένδειξη για τον προσδιορισμό της θέσης αποτελεί η μαρτυρία του Τίτου Λίβιου, ο οποίος αναφέρει ότι ήταν χτισμένη σε πεδιάδα << Argestaeus campus >>³⁸.

³⁴ Πασχάλη, 1979, 13

³⁵ Μακρής, 2000, 36

³⁶ Παπαϊωάννου, 1996, 45-61

³⁷ Μουτσόπουλος, 1974, 336

³⁸ Παπαϊωάννου, 1974, 63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Η αρχαιολογική θέση Κρεπενή.

Στη νοτιοανατολική πλευρά της λίμνης Ορεστίδας, βρίσκεται η Κρεπενή της κοινότητας Μαυροχωρίου. Πρόκειται για ένα μικρό χωριό κοντά στις όχθες της λίμνης, το οποίο είναι εγκαταλελειμμένο καθώς οι περισσότεροι κάτοικοι εγκαταστάθηκαν στο διπλανό χωριό Μαυροχώρι (εικ. 3). Οι αρχαιολογικές και οι ιστορικές πληροφορίες για την περιοχή είναι περιορισμένες, γεγονός που δυσκολεύει περισσότερο την εξαγωγή συμπερασμάτων για το παρελθόν του τόπου. Οι ανασκαφές που διενεργήθηκαν στη θέση Κρεπενή το 2015, άλλαξαν τα δεδομένα και συνετέλεσαν στο να αντιληφθούμε τη σπουδαιότητα της περιοχής.

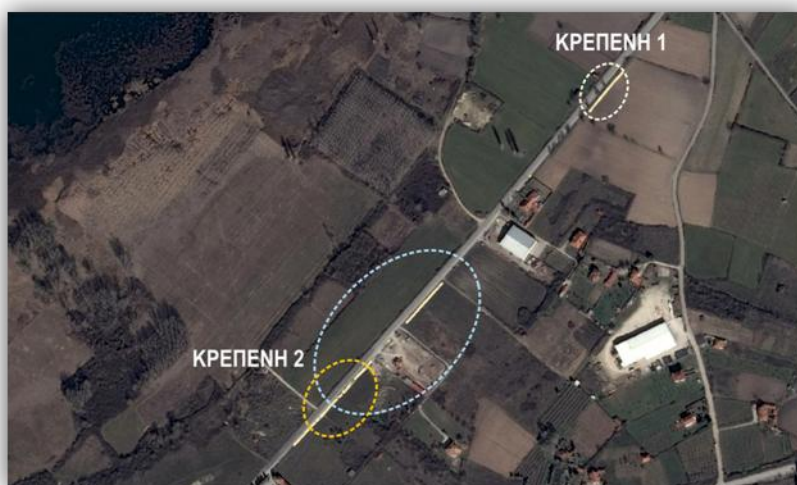


Εικόνα 3 Η τοποθεσία Κρεπενή.

Κατά την διάρκεια εκσκαφικών εργασιών για την τοποθέτηση αποχετευτικού συστήματος και με την συμβολή του επιβλέποντα των εργασιών, εκ μέρους της Εφορείας Αρχαιοτήτων Καστοριάς, εντοπίστηκαν διάσπαρτα θραύσματα αγγείων και ανθρώπινα οστά. Οι εργασίες για την διάνοιξη του χάνδακα διακόπηκαν, καθώς ακολουθήθηκαν οι διατάξεις του Νόμου 3028/2002 « Για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς ». Έπειτα από προσεκτικότερη παρατήρηση και μελέτη του χώρου, διαπιστώθηκε η παρουσία αρχαίων νεκροταφείων, που εκτείνονταν κατά μήκος και εκατέρωθεν του χάνδακα³⁹ (εικ.4). Συνολικά εντοπίστηκαν τρία νεκροταφεία, αντιπροσωπευτικά τριών διαφορετικών περιόδων. Τα ευρήματα των ανασκαφών, τα οποία περιλαμβάνουν

³⁹ Στρατούλη, 2017

σπουδαία κτερίσματα, μας δίνουν πληροφορίες για την διαφορετικότητα των ταφικών πρακτικών και των ταφικών εθίμων σε κάθε εποχή⁴⁰.



Εικόνα 4 Οι νεκροπόλεις της Κρεπενής.

Το 2015 ακολούθησε ανασκαφική διερεύνηση του χώρου στα πλαίσια σωστικής ανασκαφής, με τη πραγματοποίηση δοκιμαστικών τομών προκειμένου να προσδιοριστούν τα ακριβή όρια του αρχαιολογικού χώρου. Η θέση ανασκάπτονταν με δυσκολία διότι η ανασκαφή περιοριζόταν στα όρια του χάνδακα, ο οποίος εκτεινόταν σε πλάτος τα 70 με 100 εκατοστά. Επιπλέον, η αμμώδης σύσταση του εδάφους είχε συχνά ως αποτέλεσμα την κατάρρευση των παρειών των σκαμμάτων⁴¹.

Η πρωιμότερη από τις τρεις νεκροπόλεις, χρονολογείται στην Πρώιμη Εποχή του Σιδήρου (εικ. 5), στον 8^ο και τον 7^ο αιώνα π. Χ., καλύπτοντας έκταση περίπου 1,6 στρεμμάτων. Οι τάφοι ανήκουν σε ενήλικες αλλά και παιδιά και των δύο φύλων. Οι νεκροί είναι τοποθετημένοι είτε σε λακκοειδείς, είτε σε κιβωτιόσχημους τάφους (εικ.6), οι οποίοι διατάσσονται παράλληλα και σχετικά κοντά ο ένας στον άλλον. Ανάμεσα στα κτερίσματα που πλαισιώνουν τους νεκρούς, ανήκουν κοσμήματα, πόρπες και περόνες από χαλκό και πήλινα αγγεία που φέρουν είτε αμαυρόχρωμη διακόσμηση, είτε είναι άβαφα, τροχείλατα ή χειροποίητα. Όπως χαρακτηριστικά έχει αναφέρει η Δρα Γεωργία Στρατούλη, πρόκειται για άτομα που προέρχονταν από

⁴⁰ Στρατούλη, 2016

⁴¹ Στρατούλη, 2017

κατώτερες κοινωνικές τάξεις, ενώ η πυκνή χωροοργάνωσή τους παραπέμπει σε κοινωνία ισονομίας και συναντίληψης⁴².



Εικόνα 5 Νεκρόπολη Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου.



Εικόνα 6 Κιβωτιόσχημος τάφος της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου.

Η συνέχιση διάνοιξης του χάνδακα, είχε σαν αποτέλεσμα τον εντοπισμό μιας δεύτερης νεκρόπολης, σχεδόν 250 μέτρα νότια από την προηγούμενη. Τα ανασκαφικά δεδομένα επιτρέπουν χρονολόγησή της στην Υστεροαρχαϊκή Εποχή, στο β' μισό του 6^{ου} π. Χ. αιώνα (εικ.7). Η έκτασή της ξεπερνά σε μέγεθος τη πρωιμότερη νεκρόπολη, καθώς φτάνει σχεδόν τα 3 στρέμματα. Εντοπίστηκαν συνολικά 10 λακκοειδείς τάφοι, οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι σχετικά αραιά στον χώρο και σε

⁴² Στρατούλη, 2016

κάποιες περιπτώσεις σχηματίζοντας ομάδες, οι οποίες βασίζονταν είτε σε συγγενικούς δεσμούς, είτε αφορούσαν συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες είτε λαμβάνοντας υπόψη άλλα κριτήρια. Επιπλέον, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι οι τάφοι πρέπει να είχαν τηλεφανή σήμανση. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα μιας ομάδας τριών τάφων, από τους οποίους οι δύο ανήκαν σε γυναίκες και συνοδεύονταν με πλούσια κτερίσματα όπως χάλκινες πόρπες και περόνες, ενώτια και δαχτυλίδια, ενώ μία νεκρή έφερε 72 ψέλια. Εκτός από τα χάλκινα αντικείμενα, εντοπίστηκαν κοσμήματα από ήλεκτρο και γυαλί, ενώ άφθονα ήταν τα πήλινα αγγεία, τα περισσότερα από τα οποία είχαν εναποτεθεί από τα συγγενικά τους πρόσωπα πάνω από τον τάφο σε πατούρα (εικ. 8). Οι ταφικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο νεκροταφείο διαφέρουν σημαντικά από αυτές στο νεκροταφείο της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου. Τα αγγεία ήταν είτε χρηστικά δηλαδή αγγεία πόσεως (υδρίες, οινοχόες, κ.α.) είτε αγγεία για την αποθήκευση ελαίων και αλοιφών για την φροντίδα του σώματος (μυροδοχεία, γυάλινα αλάβαστρα, κορινθιακά εξάλειπτρα κ.α.). Εκτός από τις γυναικείες ταφές, διερευνήθηκαν επιστημονικά και δύο αντρικές, περιλαμβάνοντας εξίσου σπουδαία κτερίσματα όπως σιδερένιες αιχμές δοράτων. Όλα τα ευρήματα αποτελούν ενδείξεις μιας πλούσιας και οικονομικά ανεπτυγμένης κοινωνίας⁴³. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι στα ευρήματα των ανασκαφών δεν συμπεριλαμβάνονται οστά ή ξύλινα τμήματα από τη νεκρική κλίνη, πιθανών εξαιτίας της τοξικότητας των επιχώσεων⁴⁴.

⁴³ Στρατούλη, 2017

⁴⁴ Μυρτσιώτη, 2016



Εικόνα 7 Νεκρόπολη Αρχαϊκής Εποχής.



Εικόνα 8 Απόθεση κτερισμάτων πάνω σε αρχαϊκό τάφο.

Η Τρίτη νεκρόπολη χρονολογείται στους πρώιμους Ελληνιστικούς Χρόνους, στον όψιμο 4^ο π.Χ. αιώνα (εικ. 9). Η έκτασή της καλύπτει ένα τμήμα της αρχαϊκής νεκρόπολης, χωρίς να διαταράσσονται οι ταφές του παλαιότερου νεκροταφείου. Οι τάφοι ήταν σκαμμένοι στο έδαφος σε ορθογώνια ή ελλειψοειδή μορφή, ενώ καλύπτονταν με ξύλα, άμμο και στη συνέχεια με αργούς λίθους, δημιουργώντας χαμηλούς τύμβους (τηλεφανή σήματα). Οι ταφές περιλάμβαναν νεκρούς και των δύο φύλων, οι γυναίκες έχοντας το κεφάλι προς την Ανατολή, ενώ οι άντρες προς την Δύση. Οι νεκροί ήταν πλούσια κτερισμένοι. Τις γυναίκες συνόδευαν χρυσά, ασημένια και χάλκινα κοσμήματα, πήλινα σκεύη που μιμούνταν μετάλλινα πρότυπα και χαρώνειοι οβολοί. Αντίθετα, τους άντρες συνόδευαν πήλινα και χάλκινα σκεύη συμποσίου όπως κάνθαροι και άλλα αγγεία που μιμούνται μετάλλινα πρότυπα, ενώ

δεν έλειπαν οι αιχμές δοράτων⁴⁵ (εικ. 10). Με βάσει το πλήθος, τη ποιότητα και την ποσότητα των ευρημάτων, συμπεραίνεται ότι αντιπροσωπεύουν μία εύρωστη κοινωνία που χαρακτηρίζεται από οικονομική άνθηση σε όλους τους τομείς. Σε αυτό σίγουρα συνέβαλε το γεγονός ότι μετά τον θάνατο του Μ. Αλεξάνδρου ο στρατός επιστρέφει στην πατρίδα μεταφέροντας μεγάλο μέρος του πλούτου της Ανατολής⁴⁶.



Εικόνα 9 Νεκρόπολη Ελληνιστικής Εποχής.



Εικόνα 10 Ταφή 10 Ελληνιστικής Εποχής.

Έπειτα από προσεκτική παρατήρηση και επιστημονική μελέτη του ανεσκαμμένου χώρου και των ευρημάτων, συνάγεται ότι ο παραλίμνιος χώρος στην Κρεπενή χρησιμοποιήθηκε διαχρονικά από την Πρώιμη Εποχή του Σιδήρου ως τους Ελληνιστικούς Χρόνους, ενισχύοντας με τα ευρήματα μια εποχή σχεδόν άγνωστη για

⁴⁵ Στρατούλη, 2016

⁴⁶ Μυρτσιώτη, 2016

τον νομό Καστοριάς. Οι ταφικές πρακτικές και οι συνήθειες διέφεραν από εποχή σε εποχή, ενώ οι άθικτοι πρωιμότεροι τάφοι δηλώνουν τον σεβασμό που έδειχναν απέναντι στους προγόνους τους. Τέλος, οι τρεις αυτές νεκροπόλεις μας προδιαθέτουν για το εύρος των ευρημάτων που θα ακολουθήσουν, με την προϋπόθεση όμως της συστηματικής ανασκαφής του χώρου⁴⁷.

2.2 Τεχνολογία του πηλού-τεχνικές κατεργασίας και διακόσμησης των αγγείων.

Τα ευρήματα των ανεσκαμμένων χώρων στον Ελλαδικό χώρο, αλλά και εκτός αυτού, περιλαμβάνουν στην πλειονότητά τους αντικείμενα από άργιλο. Με τον όρο << άργιλο ή πηλό >>, χαρακτηρίζονται τα ένυδρα αργιλούχα φυλλοπυριτικά ορυκτά που συναντούμε στη φύση⁴⁸. Τα σημαντικότερα συστατικά της αργίλου είναι το αργίλιο, το πυρίτιο και το νερό. Τέτοιου είδους ιζηματογενείς αποθέσεις συναντούμε σε μεγάλο βαθμό στην επιφάνεια της γης, είτε υπόγεια, με διαφορά ως προς την σύστασή τους κατά τόπους⁴⁹. Οι αποθέσεις αυτές παράγονται ύστερα από διάβρωση πετρωμάτων και μπορούν να μεταφερθούν με τη βοήθεια των υδάτων, συνιστώντας με αυτόν τον τρόπο δύο κατηγορίες, αυτές των πρωτογενών και των δευτερογενών αργίλων. Οι δευτερογενείς άργιλοι, δηλαδή αυτοί που προκύπτουν από την μεταφορά μέσω της ροής των υδάτων, χαρακτηρίζονται από περισσότερη πλαστικότητα, εξαιτίας της λεπτόκοκκης σύστασής τους, αλλά και εξαιτίας των οργανικών συστατικών που περιέχουν⁵⁰.

Για να αποκτήσει η άργιλος πλαστικότητα και να μετατραπεί σε πηλό, απαιτείται η χρήση μικρής ποσότητας νερού. Έτσι ο πηλός καθίσταται ευέλικτος και ικανός να λάβει την μορφή αγγείου, ειδωλίου και οποιουδήποτε σχήματος. Έπειτα, η χρήση της

⁴⁷ Μυρτσιώτη, 2016

⁴⁸ <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BB%CE%BF%CF%82>

⁴⁹ <https://cycladic.gr/page/archaia-technologia>

⁵⁰ Αλούπη, 1993, 2

θερμότητας θα << ψήσει >> το πήλινο αντικείμενο, προκαλώντας εξάτμιση του νερού και θα το σταθεροποιήσει επιτυγχάνοντας τη χρήση του⁵¹.

Συγκεκριμένα, έπειτα από την επιλογή από τον κεραμέα της καταλληλότερης αργίλου, αφού πρώτα εξαχθεί από τα ορυχεία ή συγκεντρωθεί από τα επιφανειακά στρώματα της γης, ξεκινάει η διαδικασία επεξεργασίας της. Αρχικά αφαιρούνται τα διάφορα ξένα στοιχεία που θα μπορούσαν να εμποδίσουν το πλάσιμο του πηλού, όπως οι μεγάλες πέτρες, τα κλαδιά κ.α. Έπειτα ακολουθεί ο θρυμματισμός των μεγάλων σβόλων και ο καθαρισμός της αργίλου με κοσκίνισμα ή με την τεχνική της καθίζησης στο νερό. Αν ο κεραμέας το έκρινε απαραίτητο, κυρίως στην περίπτωση της λεπτόκοκκης αργίλου, μπορούσε να προσθέσει στην άργιλο πέτρες ή οργανικά υλικά, δημιουργώντας ένα περισσότερο εύπλαστο μείγμα⁵². Τέλος ακολουθούσε η εναπόθεση του πηλού σε υγρές συνθήκες για να ενισχυθεί ακόμα περισσότερο η πλαστική του ικανότητα⁵³.

Η κατασκευή πήλινων αγγείων ξεκίνησε στον Αιγαιακό χώρο στα τέλη της 8^{ης} χιλιετίας π. Χ., καθώς τότε πραγματοποιείται η μετάβαση από τη νομαδική ζωή σε μόνιμες εγκαταστάσεις. Σε πρώτη φάση τα αγγεία πλάθονταν με τα χέρια με την επινόηση διαφόρων τεχνικών κατασκευής⁵⁴. Τα χειροποίητα αγγεία ήταν συνήθως αδρά δουλεμένα, με χοντρά σχετικά τοιχώματα. Η εφεύρεση του τροχού στη Μεσοποταμία στα 3.400 π. Χ. και η υιοθέτησή του από τους πολιτισμούς του Αιγαίου στα τέλη της 3^{ης} χιλιετίας π. Χ., διευκόλυνε πολύ περισσότερο την παραγωγή κεραμικών αγγείων. Ο τροχός περιελάμβανε ένα περιστρεφόμενο δίσκο, αργότερα δύο σε μια πιο περίπλοκη κατασκευή, ο οποίος υποδέχονταν την άμορφη μάζα του πηλού, στην οποία ο κεραμέας προσπαθούσε είτε με τα δάχτυλα, είτε με κάποιο αντικείμενο να δώσει σχήμα⁵⁵. Στη συνέχεια άφηναν το μισοτελειωμένο αγγείο να στεγνώσει φυσικά για λίγο και έπειτα το λείαιναν και το άλειφαν με ένα λεπτό διάλυμα πηλού, γνωστό ως << επίχρισμα >>, το οποίο συνέβαλε στον καλλωπισμό του αγγείου. Λαβές ή άλλα διακοσμητικά στοιχεία τοποθετούνταν σε δεύτερη φάση,

⁵¹ Νοδάρου, 2010, 65

⁵² Νοδάρου, 2010, 65-66

⁵³ Τιβέριος, 1996, 16

⁵⁴ <https://cycladic.gr/page/archaia-technologia>

⁵⁵ Νοδάρου, 2010, 67-68

ενώ μεγάλων διαστάσεων αγγεία δημιουργούνταν κατά τμήματα και συγκολλούνταν στη συνέχεια⁵⁶.

Το επόμενο στάδιο πριν την όπτηση, ήταν η διακόσμηση του αγγείου. Κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί αρκετοί τρόποι, ανάλογα με τις καλλιτεχνικές επιδράσεις της εκάστοτε εποχής, της γραπτής, της εγχάρακτης, της πλαστικής κ.α. διακόσμησης των αγγείων⁵⁷. Στην περίπτωση της γραπτής τεχνικής η διακόσμηση γινόταν πριν ή μετά το ψήσιμο του αγγείου στον κλίβανο. Τα μοτίβα ήταν κατά βάση κόκκινου, καστανού και μαύρου χρώματος. Για την εφαρμογή τους πάνω στο αγγείο χρησιμοποιούνταν συνήθως, η τεχνική της αναγωγής του σιδήρου και η διαδικασία περιγράφεται παρακάτω. Αιωρήματα αργίλων σε νερό αναμεμειγμένα ή όχι με άλλα φυσικά υλικά τοποθετούνταν πάνω στο αγγείο σε μια προσπάθεια απόδοσης διακόσμησης. Έπειτα ακολουθούσε το ψήσιμο του αγγείου, με την ατμόσφαιρα του κλιβάνου να είναι αρχικά οξειδωτική, στη συνέχεια αναγωγική με περιορισμένο οξυγόνο, επιτυγχάνοντας έτσι το μελανό-μαύρο χρώμα (γάνωμα) και μετά πάλι οξειδωτική επιφέροντας το κόκκινο χρώμα στα σημεία που δεν έφεραν χρωματική διακόσμηση. Σπουδαία δείγματα της μεθόδου θεωρούνται τα αττικά μελανόμορφα αγγεία. Για την απόδοση του κόκκινου χρώματος στη διακόσμηση χρησιμοποιούσαν οξείδια του σιδήρου με ψήσιμο του αγγείου σε οξειδωτικές συνθήκες. Η διαδικασία ήταν περίπλοκη και απαιτούσε από τους κεραμείς-αγγειογράφους καλή διαχείριση της φωτιάς του κλιβάνου. Επίσης, η ακριβής πρακτική της συγκεκριμένης τεχνικής διέφερε από περιοχή σε περιοχή καθιστώντας δύσκολη την πλήρη κατανόηση της. Στην περίπτωση που οι απαιτήσεις για διακόσμηση ήταν πιο περίπλοκες χρησιμοποιούνταν διάφορα ορυκτά χρώματα όπως ο μαλαχίτης⁵⁸.

Στη Πρωτογεωμετρική περίοδο τα αγγεία παρουσιάζονταν διακοσμημένα με γεωμετρικά σχέδια και φυτικά μοτίβα, χρησιμοποιώντας την τεχνική της σκιαγραφίας, με την εφαρμογή μαύρου ή καστανού χρώματος στην απόδοση των μοτίβων, ενώ από τα μέσα του 8^{ου} π. Χ. αιώνα, κατά την Γεωμετρική περίοδο, παρατηρείται η εμφάνιση εικονιστικών παραστάσεων από την ιστορία, τον μύθο ή την καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα η πρόθεση ή η εκφορά του νεκρού. Η αύξηση

⁵⁶ Τιβέριος, 1996, 16

⁵⁷ Νοδάρου, 2010, 68-69

⁵⁸ Αλούπη, 1993, 16-25

των εικονιστικών μοτίβων, είχε σαν αποτέλεσμα την επινόηση μιας ακόμα τεχνικής στην Αρχαϊκή περίοδο, γνωστή ως << τεχνική του περιγράμματος >>, σύμφωνα με την οποία ο τεχνίτης σχεδίαζε το περίγραμμα των μορφών προσθέτοντας λεπτομέρειες⁵⁹. Στη ζωγραφική θεματολογία κυριαρχεί τώρα η ζωφόρος με μορφές από το ζωικό βασίλειο και μυθικά όντα από Ανατολή, ενώ δεν λείπουν και καθημερινές ανθρώπινες σκηνές⁶⁰. Γύρω στα 700 π. Χ. οριοθετείται στη Κόρινθο η εμφάνιση του μελανόμορφου ρυθμού, ο οποίος υιοθετήθηκε και από άλλες περιοχές, συνδυάζοντας τις τεχνικές της εγχάραξης και της σκιαγραφίας⁶¹. Δύο περίπου αιώνες αργότερα, στα 530 π. Χ. εμφανίζεται στην Αθήνα ο ερυθρόμορφος ρυθμός, με τις εξηρημένες μορφές, ενώ το βάθος του αγγείου αποδίδεται μελανό. Στην Κλασική περίοδο τοποθετούνται τα λευκά αγγεία, τα οποία οφείλουν το χρώμα τους στη χρήση καολίνης, και φέρουν διακοσμητικές λεπτομέρειες από ορυκτά χρώματα, οι οποίες συμπληρώνονταν μετά την όπτηση πάνω στο αγγείο⁶².

Τελευταίο στάδιο προτού ένα κεραμικό-πήλινο αγγείο θεωρηθεί ικανό να χρησιμοποιηθεί, είναι η διαδικασία της όπτησης σε ανοιχτή πυρά ή σε κλίβανο. Όσον αφορά τη πρώτη περίπτωση, ήταν πολύ πιο απλή καθώς η φωτιά τοποθετούνταν πάνω στο έδαφος και τα αντικείμενα ανάμεσα στη καύσιμη ύλη. Στη δεύτερη περίπτωση, αρχικά το ψήσιμο των αγγείων γίνονταν σε ειδικά διαμορφωμένους λάκκους που είχαν τη μορφή κλιβάνου⁶³. Αργότερα επινοήθηκαν πιο σύνθετοι κλίβανοι, οι οποίοι αποτελούσαν διάροφες θολωτές κατασκευές. Στο κατώτερο τμήμα τοποθετούνταν η καύσιμη ύλη, ενώ στο ανώτερο τα κεραμικά αντικείμενα, τα οποία επρόκειτο να ψηθούν με την βοήθεια της ανόδου θερμού αέρα στον δεύτερο όροφο της θερμικής κατασκευής. Το ψήσιμο των αγγείων γινόταν σε τρεις φάσεις, με αύξηση και ελάττωση της θερμοκρασίας, με μέγιστη τιμή τους 945° C και εναλλαγές στις τιμές του διαθέσιμου οξυγόνου. Για την διαδικασία αυτή απαιτούνταν έμπειροι τεχνίτες με καλή γνώση του ζητήματος⁶⁴.

Οι τύποι των αγγείων που κατασκευάζονταν διέφεραν ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονταν. Ανάμεσα στους χαρακτηριστικότερους, που συναντώνται

⁵⁹ Πλάντζος, 2011, 37-69

⁶⁰ Holscher, 2005, 401

⁶¹ Boardman, 2001, 10

⁶² Πλάντζος, 2011, 93-174

⁶³ Νοδάρου, 2010, 69-70

⁶⁴ Τιβέριος, 1996, 16

αρκετά συχνά σε ανασκαφές, τοποθετούνται οι αμφορείς, οι φιάλες, οι κύλικες, οι υδρίες κ.α. Τα χρηστικά αγγεία, τα οποία χρησιμοποιούνταν στην καθημερινότητα των ανθρώπων και αφορούσαν παραδείγματι την προετοιμασία ή την αποθήκευση φαγητού, δεν περιελάμβαναν πλούσια διακοσμητικά μοτίβα και ήταν πιο λιτά ως προς την εμφάνισή τους⁶⁵. Αντίθετα τα αγγεία που συνόδευαν δημόσιες λατρευτικές και θρησκευτικές τελετές ή τελετές συμποσίου έφεραν περίτεχνες διακοσμητικές παραστάσεις, με έντονο αφηγηματικό χαρακτήρα, ενσωματώνοντας σκηνές εμπνευσμένες από την μυθολογία, το κυνήγι, τις καθημερινές δραστηριότητες κτλ. Τέλος, στα αγγεία που χρησιμοποιούνταν ως ταφικά κτερίσματα, όπως και στην περίπτωση της Κρεπενής, η εικονογράφηση ήταν λίγο πιο περιορισμένη. Όταν όμως περιελάμβαναν σκηνές, αυτές ήταν συνήθως σχετικές με τον θάνατο, όπως η μεταφορά του νεκρού πάνω στη νεκρική κλίνη, ενώ τα χρώματα αποδίδονταν με σκούρες αποχρώσεις του μαύρου και του καστανού⁶⁶.

2.3 Η Τεχνολογία της υάλου.

Στην αρχαιότητα το γυαλί ήταν γνωστό με την ονομασία κυανός λίθος, χυτή λίθος, ύαλος ή ύελος⁶⁷. Η έναρξη της δημιουργίας υαλωδών αντικειμένων χρονολογείται στη Μεσοποταμία και την Αίγυπτο στη 4^η χιλιετία π. Χ., ενώ στον Αιγαιακό χώρο η παραγωγή τοποθετείται στη 3^η χιλιετία π. Χ⁶⁸. Τα πρώτα γυάλινα αγγεία κατασκευάστηκαν στην περιοχή της Μεσοποταμίας, της Συρίας και της Αιγύπτου περίπου τον 16^ο και τον 15^ο αιώνα π. Χ, με την τεχνική του πυρήνα⁶⁹.

Πριν από την επινόηση του γυαλιού, οι άνθρωποι πειραματίζονταν με την επεξεργασία υαλωδών υλών, όπως το υάλωμα, η φαγεντιανή, το αιγυπτιακό κυανό και το σμάλτο. Κύριο συστατικό όλων είναι το πυρίτιο, το οποίο έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία του γυαλιού, μαζί με τη σόδα και το ασβέστιο. Βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή γυαλιού είναι η χαλαζιακή άμμος, η οποία αποτελεί πηγή του

⁶⁵ <https://cycladic.gr/page/archaia-technologia>

⁶⁶ Πλάντζος, 2011, 50-51, 55, 64-69, 80-95

⁶⁷ Τριανταφυλλίδης, 1998, 28-29

⁶⁸ Καβουσάκη, 2010, 1-3

⁶⁹ Οικονόμου, 2012, 5

διοξειδίου του πυριτίου. Το νάτρο, γνωστό στην αρχαιότητα ως νίτρο, είναι ένυδρο ανθρακικό άλας του νατρίου, εντοπίζεται σε φυσικές αποθέσεις λιμναίων νερών και αποτελούσε πηγή σόδας. Τέλος, ασβέστιο προμηθεύονταν από τον ασβεστόλιθο, μόνο όταν αυτό κρίνονταν απαραίτητο (στην περίπτωση δηλαδή που δεν το περιελάμβανε η άμμος ή το νάτρο)⁷⁰.

Η παραγωγή γυάλινων αντικειμένων περιλαμβάνει δύο φάσεις. Η πρώτη είναι αυτή της πρωτογενούς παραγωγής ή υαλοποιίας, ενώ η δεύτερη είναι της δευτερογενούς παραγωγής ή υαλουργίας. Στο πρώτο στάδιο γινόταν η κονιορτοποίηση των πρώτων υλών και η ανάμειξή τους με την κατάλληλη ποσότητα νερού. Έπειτα ακολουθούσε η τήξη του μείγματος σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (1000-1100° C). Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας, δηλαδή η δημιουργία ακανόνιστων μαζών γυαλιού, των υαλοπλίνθων, ονομάζεται «αργή ύαλος». Τα επιμέρους εργαστήρια προμηθεύονταν την αργή ύαλο για περαιτέρω επεξεργασία εκκινώντας τη φάση της υαλουργίας. Στο σημείο αυτό οι μάζες γυαλιού ρευστοποιούνταν εκ νέου προκειμένου να λάβουν την τελική μορφή. Έπειτα ακολουθούσε η σταδιακή ψύξη του αντικειμένου, καθώς η διαδικασία αυτή ήταν πολύ σημαντικό να γίνει με αργούς ρυθμούς για την αποφυγή ρωγματώσεων⁷¹.

Για την κατασκευή αντικειμένων από γυαλί αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές. Από τις σημαντικότερες θεωρούνται οι λιθοξοϊκές τεχνικές στις οποίες δεν περιλαμβανόταν η χρήση θερμότητας και αφορούσαν την απευθείας επεξεργασία του γυαλιού με λάξευση, στίλβωση, διάτρηση κ.α. Η τεχνική της περιέλιξης στην οποία το αντικείμενο διαμορφώνεται περιστρέφοντας γυαλί γύρω από μια μεταλλική ράβδο. Η τεχνική του πυρήνα (6^{ος}-1^{ος} π. Χ. αι.), σύμφωνα με την οποία στην άκρη μιας ράβδου προσαρμόζεται ένας πυρήνας από ανόργανο υλικό, ο οποίος καλύπτεται από λιωμένο γυαλί και όταν σταθεροποιηθεί το γυαλί ο πυρήνας αφαιρείται⁷². Οι τεχνίτες συχνά χρησιμοποιούσαν ταινίες από διαφορετικά χρώματα πάνω στο σχετικά υγρό ακόμα αντικείμενο, διαμορφώνοντας διάφορα σχέδια για παράδειγμα κυματιστά, ενώ στο τέλος πρόσθεταν τις λαβές και άλλα δευτερεύοντα μέλη του αγγείου⁷³. Άλλη σπουδαία μέθοδος είναι η χύτευση, με την δημιουργία κέρινου προπλάσματος, το

⁷⁰ Ιγνατιάδου, 2004, 53-58

⁷¹ Παλαμάρα, 2017, 16

⁷² Ιγνατιάδου, 2004, 69-78

⁷³ <https://cycladic.gr/page/archaia-technologie>

οποίο καλύπτεται από πηλό ή γύψο. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της θερμότητας το κερί απομακρύνεται μέσω ειδικά διαμορφωμένων οπών και τη θέση του παίρνει λιωμένο γυαλί, ενώ μόλις το γυαλί κρυώσει αφαιρείται το εξωτερικό πήλινο κάλυμμα. Η εμπίεση είναι άλλη μία μέθοδος κατασκευής γυάλινων αντικειμένων, κατά την οποία παχύρευστο γυαλί πιέζεται σε ανοιχτή μήτρα.

Σημαντική καινοτομία του 1^ο π. Χ. αιώνα αποτέλεσε η εφεύρεση του φυσητού γυαλιού στην Εγγύς Ανατολή, η οποία διαδόθηκε ευρύτατα στο χώρο του Αιγαίου. Ο υαλοουργός χρησιμοποιούσε μία ράβδο μέσα στην οποία φυσούσε κάνοντας το λιωμένο γυαλί να διογκωθεί φτάνοντας στην άλλη άκρη της ράβδου και να σχηματιστεί ένα είδος φούσκας. Το τελικό σχήμα γινόταν με χρήση διαφόρων εργαλείων ή με τη χρήση μήτρας. Η τεχνική αυτή οδήγησε στη μαζική παραγωγή αγγείων καθώς διευκολύνθηκε κατά πολύ ο τρόπος παραγωγής τους⁷⁴.

Το γυαλί είναι άχρωμο, σχεδόν διαφανές και ελαφρώς πρασινωπό. Η προσθήκη μεταλλικών οξειδίων μπορεί να συμβάλλει στον χρωματισμό του και να επιφέρει ένα πιο ωραίο αισθητικά αποτέλεσμα. Αυτά προστίθενται στο γυαλί κατά την τήξη του ή πριν από αυτήν⁷⁵. Συγκεκριμένα, το κοβάλτιο δίνει κυανό, ιώδες ή σκούρο μπλε χρώμα στο γυαλί⁷⁶, ο χαλκός επιφέρει κυανό ή πράσινο χρώμα, το μαγγάνιο ιώδες ή πορφυρό και ο σίδηρος κίτρινο, μπλε και πράσινο⁷⁷. Βασικό ρόλο στο τελικό χρώμα παίζουν τόσο ο χρόνος παραμονής μέσα στον κλίβανο όσο και οι συνθήκες της γενικότερης ατμόσφαιρας την ώρα της όπτησης⁷⁸.

Χαρακτηριστικά ευρήματα από γυαλί θεωρούνται οι χάντρες και άλλα κοσμήματα, τα αγγεία μικρά και μεγάλα, όπως αρύβαλλοι, αλάβαστρα και αμφορίσκοι, σκεύη συμποσίου, σφραγίδες κτλ. Τέλος, στον ελλαδικό χώρο έχει ταυτοποιηθεί ένα εργαστήριο υαλοργίας στη Ρόδο του 5^{ου} π. Χ. αιώνα, καθώς τους πρώτους αιώνες τα περισσότερα γυάλινα αντικείμενα θα πρέπει να έφταναν στον ελλαδικό χώρο μέσω εμπορίου με την Εγγύς Ανατολή⁷⁹.

⁷⁴ Λ. Στεφανή, Κ. Μαυρομιχάλη, Σ. Γκαλινίκη, Δ. Τερζοπούλου, 2009

⁷⁵ Ιγνατιάδου, 2004, 58-60

⁷⁶ Ζαχαριάς-Οικονόμου, 2010, 136

⁷⁷ Καβουσανάκη, 2010, 29

⁷⁸ Ζαχαριάς-Οικονόμου, 2010, 133

⁷⁹ <https://cycladic.gr/page/archaiia-technologia>

2.4 Τα ανασκαφικά ευρήματα της Κρεπενής: Πήλινα και Υαλικά αντικείμενα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ανασκαφή της Κρεπενής είναι μια σύγχρονα ανεσκαμμένη θέση. Στα πλαίσια σωστικής ανασκαφής, ήρθαν στο φως σπουδαία ευρήματα, συμβάλλοντας στον σχηματισμό μιας πρώτης εικόνας του αρχαιολογικού χώρου. Στην εργασία παρουσιάζεται μέρος των πήλινων και των γυάλινων ευρημάτων, ενώ θα μελετηθούν διεξοδικά οι χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν για την διακόσμησή τους.

❖ Νεκροταφείο της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου

Τα ευρήματα από το συγκεκριμένο νεκροταφείο χρονολογούνται στον 8^ο και τον 7^ο π. Χ. αιώνα και ίσως ορισμένα στο α' μισό του 6^{ου} π. Χ. αιώνα. Οι νεκροί εντοπίστηκαν σε λάκκους και σπάνια σε κιβωτιόσχημους τάφους. Τα πήλινα αγγεία που περισυλλέγησαν, είναι χειροποίητα και άβαφα τροχήλατα, όπως άωτα κύπελλα. Χαρακτηριστικά είναι τα όστρακα αγγείων με την αμαυρόχρωμη διακόσμηση, ορισμένα από τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως δείγματα για τη λήψη και ανάλυση μετρήσεων. Τα όστρακα που εντοπίστηκαν κατά το κοσκίνισμα των επιχώσεων, οι οποίες προέρχονται από σημεία που είχαν διαταραχθεί από το εκσκαφικό μηχάνημα, παρατίθενται ως εξής:

- Δείγμα 158_1_1,2



Εικόνα 11 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση, Κρεπενή, Θέση 1, Τετράγωνο 158.

Όστρακο ακανόνιστου σχήματος, πορτοκαλέρυθρου χρώματος με αμαυρόχρωμη γραπτή δικτυωτή διακόσμηση σε καστανούς τόνους.

- Δείγμα 158_1_3,4



Εικόνα 12 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση, Κρεπενή, Θέση 1, Τετράγωνο 158.

Όστρακο ακανόνιστου σχήματος, πορτοκαλέρυθρου χρώματος με αμαυρόχρωμη γραπτή ταινιωτή διακόσμηση σε καστανούς τόνους.

- Δείγμα 145_1_1,2



Εικόνα 13 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση, Κρεπενή, Θέση 1, Τετράγωνο 145.

Όστρακο ακανόνιστου σχήματος, πορτοκαλέρυθρου χρώματος με αμαυρόχρωμη γραπτή διακόσμηση με ρόμβους και διαγραμμίσεις σε καστανούς τόνους.

- Δείγμα 146_1_13,14,15,16



Εικόνα 14 Όστρακα με γραπτή διακόσμηση, Κρεπενή, Θέση 1, Τετράγωνο 146.

Όστρακα ακανόνιστου σχήματος, πορτοκαλέρυθρου και γκριζοπράσινου χρώματος με αμαυρόχρωμη γραπτή ταινιωτή διακόσμηση σε καστανούς τόνους.

- Δείγμα 146_1_17,18,19,20



Εικόνα 15 Όστρακα με γραπτή διακόσμηση, Κρεπενή, Θέση 1, Τετράγωνο 146.

Όστρακα ακανόνιστου σχήματος, πορτοκαλέρυθρου και γκριζοπράσινου χρώματος με αμαυρόχρωμη γραπτή ταινιωτή διακόσμηση σε καστανούς τόνους.

- Δείγμα 120_1_1,2



Εικόνα 16 Τμήμα δίχαλωτης λαβής, Κρεπενή, Θέση 1, Τετράγωνο 120.

Τμήμα δίχαλωτης λαβής το οποίο αποτελείται από δύο συνανήκοντα όστρακα ακανόνιστου σχήματος και πορτοκαλέρυθρου χρώματος.

❖ Νεκροταφείο Αρχαϊκής Εποχής

Η χρονολόγηση των ευρημάτων τοποθετείται μετά τα μέσα του 6^{ου} π. Χ. αιώνα, στους υστερο-αρχαϊκούς χρόνους. Περιλάμβανε λακκοειδείς γυναικείους και αντρικούς τάφους. Τα πήλινα αγγεία που εντοπίστηκαν, ήταν τοποθετημένα (στην περίπτωση της Ταφής 2) σε πατούρα πάνω από τον τάφο, προφανώς στα πλαίσια επιμνημόσυνης ιεροτελεστίας⁸⁰. Συγκεκριμένα εντοπίστηκαν κορινθιακά εξάλειπτρα, τα οποία εικονίζονται συχνά σε σκηνές καλλωπισμού των γυναικών, σε γαμήλιες παραστάσεις και σε τελετές λατρείας των νεκρών. Χρησίμευαν για την αποθήκευση αρωματικών ελαίων⁸¹. Εντοπίστηκε ένας σκύφος που ήταν αγγείο πόσεως⁸², ένα γυάλινο αλάβαστρο, με χρήση επίσης αποθήκευσης αρωματικών ελαίων, τα οποία με

⁸⁰ Στρατούλη, 2017

⁸¹ <https://cycladic.gr/exhibit/ng0020-exaliptron?cat=archaia-elliniki-techni>

⁸² Πλάντζος, 2011, 84-85

βάση απεικονίσεις σε πήλινα αγγεία τις εποχής, τα κρεμούσαν από το λαιμό με κορδόνι ως κοσμήματα⁸³ και τέλος μία φιάλη, αγγείο που χρησιμοποιούνταν κυρίως στις σπονδές.

- Δείγμα 334_6_1,2



Εικόνα 17 Αγγείο 6, Κρεπενή, Θέση 2, Ταφή 2, Τετράγωνο 334.

Κορινθιακό εξάλειπτρο με μία οριζόντια λαβή και βάση. Παρουσιάζει στικτή ερυθρή και μαύρη διακόσμηση περιμετρικά του χείλους και ταινιωτή(;) στο κυρίως σώμα. Διασώζει χρωστικές ουσίες σε αρκετά καλό βαθμό.

⁸³ Οικονόμου, 2012, 10-12, <https://cycladic.gr/exhibit/kp0049-gialino-alavastro?cat=archaia-elliniki-techni>

- Δείγμα 334_7_1,2,3



Εικόνα 18 Αγγείο 7, Κρεπενή, Θέση 2, Ταφή 2, Τετράγωνο 334.

Σκύφος με δύο οριζόντιες λαβές και βάση. Το σώμα του είναι στενό στο κατώτερο τμήμα και ευρύ στο ανώτερο. Παρουσιάζει ρωγματώσεις σε όλη την επιφάνειά του. Διασώζει ίχνη μαύρου και κόκκινου χρώματος κυρίως στο εσωτερικό του.

- Δείγμα 334_2_1,2,3



Εικόνα 19 Γυάλινο αλάβαστρο, Μικροεύρημα 152, Κρεπενή, Θέση 2, Ταφή 2, Τετράγωνο 334.

Γυάλινο αλάβαστρο με δύο λαβές, λαιμό και χείλος. Παρουσιάζει ρωγματώσεις στην επιφάνεια του. Φέρει διακόσμηση οριζόντιων και τεθλασμένων ταινιών, κίτρινου και γαλάζιου χρώματος σε σκούρο μπλε βάθος.

→ Τα παραπάνω ευρήματα είναι συνανήκοντα και προέρχονται από την Ταφή 2. Το είδος των πήλινων και γυάλινων αγγείων αλλά και τα υπόλοιπα ευρήματα του τάφου επιβεβαιώνουν την υπόθεση ότι πρόκειται για γυναικεία ταφή.

- Δείγμα 339_28_1



Εικόνα 20 Αγγείο 28, Κρεπενή, Θέση 2, Ταφή 14, Τετράγωνο 339.

Φιάλη ευρύστομη και αβαθής. Στο χείλος φέρει πλαστική διακοσμητική λεπτομέρεια ταινιωτής αβαθούς γραμμής. Παρουσιάζει ίχνη μαύρου-καστανού χρώματος.

❖ **Νεκροταφείο Ελληνιστικής Εποχής**

Η νεκρόπολη των Ελληνιστικών χρόνων χρονολογείται στα τέλη του 4^{ου} π. Χ. αιώνα και περιλαμβάνει τάφους ορθογώνιους και ελλειψοειδείς, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από τη δημιουργία μικρών τύμβων στο ανώτερο τμήμα τους. Ανάμεσα στα πήλινα αγγεία που εντοπίστηκαν, περιλαμβάνονται φιάλες, αγγείο που χρησιμοποιούνταν κυρίως για σπονδές και συχνά περιλάμβανε ομφαλό στο κατώτερο τμήμα του για

υποδοχή των δαχτύλων. Σημαντική είναι επίσης και η ανεύρεση κύλικας τύπου Bolsal, παραλλαγή του βασικού τύπου που εμφανίζεται στα εργαστήρια του Κεραμεικού γύρω στο 450 π. Χ. με βασικό χαρακτηριστικό τα εμπιέστα μοτίβα στον πυθμένα του αγγείου. Οι κύλικες αποτελούσαν αγγείο θρησκευτικής τελετουργίας, καθώς χρησίμευαν για την τέλεση σπονδών⁸⁴.

- 319_14_1,2



Εικόνα 21 Αγγείο 14, Κρεπηνή, Θέση 2, Ταφή 10, Τετράγωνο 319.

Αβαθής φιάλη, με χαμηλά σχετικά τοιχώματα, διακοσμημένη με αβαθή πλαστική ταινία στο χείλος. Το σώμα της είναι στενό στο σημείο που εφάπτεται με τη βάση και διευρύνεται προς το στόμιο. Διασώζει ίχνη μαύρου και κόκκινου χρώματος στο εξωτερικό και το εσωτερικό τμήμα της αλλά και στο χείλος. Στο κάτω μέρος της βάσης παρουσιάζει εκβάθυνση-ομφαλό.

⁸⁴ Σαριπανίδη, 2012, 143-144

- 319_15_1



Εικόνα 22 Αγγείο 15, Κρεπενή, Θέση 2, Ταφή 10, Τετράγωνο 319.

Αβαθής φιάλη, με χαμηλά σχετικά τοιχώματα. Το σώμα της είναι στενό στο σημείο που εφάπτεται με τη βάση και διευρύνεται προς το στόμιο. Διασώζει ίχνη μαύρου και κόκκινου χρώματος στο εξωτερικό και το εσωτερικό τμήμα της. Στο κάτω μέρος της βάσης παρουσιάζει εκβάθυνση-ομφαλό.

- Δείγμα 319_18_2,3



Εικόνα 23 Αγγείο 18, Κρεπενή, Θέση 2, Ταφή 10, Τετράγωνο 319.

Αβαθής κύλικα τύπου Bolsal, με χαμηλά και λεπτά τοιχώματα και βάση. Περιλαμβάνει δύο πεταλόσχημες οριζόντιες λαβές, ενώ το σχήμα της θυμίζει σκύφο. Στον πυθμένα του αγγείου εντοπίζεται εμπιέστη διακόσμηση σε κόκκινο βάθος, τεσσάρων ανθεμίων διαταγμένων σταυρωτά, τα οποία περιβάλλονται από ταινία με κάθετες γραμμώσεις. Διασώζει κόκκινες και μαύρες χρωστικές στο εξωτερικό και το εσωτερικό.

→ Τα παραπάνω ευρήματα είναι συνανήκοντα και προέρχονται από την Ταφή 10. Το είδος των υπόλοιπων πήλινων αγγείων που συνοδεύουν τη ταφή όπως μία πυξίδα, αλλά και τα άλλα ευρήματα του τάφου επιβεβαιώνουν την υπόθεση ότι πρόκειται για γυναικεία ταφή.

- Δείγμα 314_12_1



Εικόνα 24 Αγγείο 12, Κρεπενή, Θέση 2, Ταφή 11, Τετράγωνο 314.

Αβαθής φιάλη, με χαμηλά σχετικά τοιχώματα. Διασώζει ίχνη μαύρου χρώματος στο εξωτερικό και το εσωτερικό τμήμα της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Εισαγωγή στις Χρωστικές-Πιγμέντα.

Θέλοντας κανείς να μελετήσει τις χρωστικές, οφείλει να ανατρέξει στα έργα του Θεόφραστου και του Πλίνιου του Πρεσβύτερου. Στα έργα αυτά περιλαμβάνονται στοιχεία για τη φύση και τη σύσταση των ορυκτών ή την παρασκευή συγκεκριμένων χρωστικών. Ο Θεόφραστος (372-287/5 π. Χ.) ήταν μαθητής του Αριστοτέλη και ασχολήθηκε με τη φιλοσοφία και τις φυσικές επιστήμες. Στο συγγραφικό του έργο συγκαταλέγεται το κείμενο «Περί λίθων», σχετικό γενικότερα με την ορυκτολογία και την ανάλυση ανόργανων ορυκτών. Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79 μ. Χ.), είχε διάφορα ενδιαφέροντα και πέρασε το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του μελετώντας. Συνέγραψε το έργο «Φυσική Ιστορία», στο οποίο χρησιμοποιεί ως πηγή τον Θεόφραστο και αναφέρεται διεξοδικότερα στις χρωστικές, τις οποίες διαχωρίζει σε αυστηρές και ανθηρές⁸⁵.

Ο χαρακτηρισμός μιας χρωστικής εξαρτάται κυρίως από τη σύστασή και την προέλευσή της, τον χημικό της τύπο και το χρώμα. Για να μπορέσει το ανθρώπινο μάτι να αντιληφθεί το χρώμα, απαιτείται η αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη. Συγκεκριμένα η ανάκλαση ή η διαπερατότητα του προσπίπτοντος φωτός στην ύλη, οδηγεί στον προσδιορισμό του χρώματος στο φάσμα του ορατού⁸⁶.

Όσον αφορά τη προέλευσή τους, οι χρωστικές διαχωρίζονται σε φυσικές και τεχνητές ενώ με βάση τη σύστασή τους, διαχωρίζονται σε ανόργανες και οργανικές. Οι φυσικές ανόργανες χρωστικές, χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα στην αρχαιότητα και προέρχονται κυρίως από ορυκτά και πετρώματα. Στη σύστασή τους περιλαμβάνονται οξείδια, θειούχα, θειικά, χρωμικά, πυριτικά άλατα ορισμένων μετάλλων⁸⁷. Για να εφαρμοστούν στην επιφάνεια που πρόκειται να ζωγραφιστεί, απαιτείται η κονιορτοποίησή τους και έπειτα η ανάμειξη τους με κάποιο συνδετικό μέσο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η κόκκινη και η κίτρινη ώχρα, ο μαλαχίτης, ο

⁸⁵ Κατσαρός, 2009, 2-12

⁸⁶ Μπίκα, 2015, 64-65

⁸⁷ Δουλγερίδης, 2011, 109

αζουρίτης κτλ⁸⁸. Οι φυσικές οργανικές χρωστικές παράγονται με τη βοήθεια του φυτικού και του ζωικού βασιλείου, αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις με τη συμβολή οστρέων. Παρόλο που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκαν ως βαφές σε υφάσματα με τη μορφή λακκών (συστατικά οργανικών χρωστικών και κάποιου μεταλλικού κατιόντος π.χ. αργίλιο), ωστόσο, η χρήση τους με τη μορφή χρωστικών εντοπίζεται σε ορισμένα έργα⁸⁹. Τέλος, οι τεχνητές χρωστικές κατασκευάστηκαν με την προϋπόθεση της μίμησης πετρωμάτων που δεν ήταν εύκολα προσιτά λόγω της τιμής ή του τόπου προέλευσής τους. Παραδείγματος χάριν το Αιγυπτιακό κυανό⁹⁰.

Ο διαχωρισμός των βαφών από τις χρωστικές, εκτός από το ότι οι πρώτες συνδέονται κυρίως με τη βαφή υφασμάτων, αποδεικνύεται από ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό. Οι βαφές (φυσικές οργανικές χρωστικές) κατά την ανάμειξή τους με το συνδετικό μέσω πριν εφαρμογή τους, διασπώνται πλήρως δημιουργώντας ένα μείγμα αρκετά ρευστό. Αντίθετα, οι φυσικές ανόργανες χρωστικές, δεν επιδεικνύουν χημική συνάφεια με τα συστατικά του μείγματος και δεν είναι υδατοδιαλυτές⁹¹.

Σημαντικό ρόλο στο χρώμα των χρωστικών παίζει το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων της χρωστικής. Αυτοί είναι υπεύθυνοι για την απορρόφηση και την εκπομπή του φωτός, συνεπώς συμβάλλουν στο πόσο λαμπερό θα παρουσιάζεται το χρώμα⁹². Χρωστικές που προκύπτουν από ορυκτά παρουσιάζουν ακανόνιστους κόκκους, ενώ χρωστικές με γεώδη προέλευση, περιλαμβάνουν μικρούς, αρκετά στρογγυλεμένους κόκκους⁹³. Επιπλέον, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εποχής και του έργου, οι κόκκοι ορισμένων χρωστικών αφήνονταν πιο αδροί, ενισχύοντας με αυτό τον τρόπο την ανθεκτικότητά τους στο πέρασμα του χρόνου⁹⁴.

Οι αρχαίοι ζωγράφοι, χρησιμοποιούσαν διάφορα υλικά πάνω στα οποία εφάρμοζαν τις καλλιτεχνικές τους ικανότητες. Ως τέτοια ορίζονται το ξύλο, ο πηλός, η πέτρα, το γυαλί, το μάρμαρο, το ελεφαντόδοντο κ.α. Το κάθε υλικό προϋπέθετε και μια ιδιαίτερη τεχνική εφαρμογής. Στον πηλό χρησιμοποιούσαν συνήθως ώχρες πριν την όπτηση και επίθετα χρώματα μετά (βλέπε προηγούμενο κεφάλαιο). Όσον αφορά τη

⁸⁸ Πλάντζος, 2018, 28-30

⁸⁹ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις 2017)

⁹⁰ Πλάντζος, 2018, 30

⁹¹ Μπίκα, 2015, 65

⁹² Μπίκα, 2015, 66

⁹³ Δουλγερίδης, 2011, 108

⁹⁴ Πλάντζος, 2018, 28

πέτρα, ζωγράφιζαν απευθείας πάνω σε αυτή με τη τεχνική της τέμπερας, ενώ για το ξύλο εκτός από τη τέμπερα χρησιμοποιούσαν και την εγκαυστική⁹⁵, τεχνική σύμφωνα με την οποία οι χρωστικές αναμειγνύονταν με κερί και η εφαρμογή τους γινόταν με θερμασμένη σπάτουλα⁹⁶. Στις τοιχογραφίες οι επιφάνειες αρχικά καλύπτονταν (ή όχι) από ασβεστοκονίαμα και έπειτα γινόταν η εφαρμογή του ζωγραφικού στρώματος με δύο τεχνικές. Η πρώτη τεχνική, γνωστή ως ξηρογραφία ή secco, απαιτούσε την ανάμειξη της χρωστικής με ένα συνδετικό οργανικό υλικό, συνήθως χρησιμοποιούνταν το αυγό ή η αραβική κόλλα. Η δεύτερη τεχνική ονομάζεται νωπογραφία ή fresco και η χρήση της έχει ξεκινήσει ήδη από την Εποχή του Χαλκού. Σύμφωνα με αυτή, οι χρωστικές αναμειγνύονταν με νερό και εφαρμόζονταν σε νωπό ασβεστοκονίαμα⁹⁷.

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται συνοπτικά στοιχεία για τη φύση, τη σύσταση αλλά και το χρώμα των σημαντικότερων φυσικών και τεχνητών, ανόργανων και οργανικών χρωστικών της περιόδου που εξετάζουμε.

3.2 Κόκκινες χρωστικές.

Κόκκινη ώχρα/κόκκινη γη: Η κόκκινη ώχρα, διαφορετικά αιματίτης, στην αρχαιότητα γνωστή ως «μίλτος», είναι οξείδιο του τρισθενούς σιδήρου και έχει χημικό τύπο Fe_2O_3 . Είναι γαιώδης χρωστική και αποτελείται από αιματίτη και αργιλοπυριτικά ορυκτά. Ανήκει στις φυσικές ανόργανες χρωστικές. Το χρώμα της ποικίλει και διαμορφώνεται ανάλογα με την περιεκτικότητά της στα παραπάνω συστατικά, ενώ καλύπτει διάφορες αποχρώσεις από κόκκινο ως κίτρινο⁹⁸. Η κόκκινη ώχρα συγκαταλέγεται ανάμεσα στις πρώτες χρωστικές που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, καθώς έχει ταυτοποιηθεί στο σπήλαιο της Altamira (16500-15000 π. Χ.)⁹⁹.

⁹⁵ Holscher, 2005, 361

⁹⁶ Πλάντζος, 2011, 176

⁹⁷ Κακουλλή, 2010, 399-407

⁹⁸ Μπίκα, 2015, 82-85

⁹⁹ Καραπαναγιώτης (σημειώσεις), 2017



Εικόνα 25 Κόκκινη ώχρα.

Κόκκινη σανδαράχη: Η κόκκινη σανδαράχη είναι θειούχο ορυκτό του αρσενικού και συγγενική της κίτρινης σανδαράχης. Ο χημικός της τύπος είναι As_4S_4 , ανήκει στα σουλφίδια και το χρώμα της διαμορφώνεται από ερυθρό ως πορτοκαλέρυθρο¹⁰⁰. Φυλάσσεται σε σκοτεινά σημεία γιατί η παρουσία φωτός μπορεί να αλλοιώσει τη σύσταση του ορυκτού μετατρέποντάς το σε σκόνη κίτρινης σανδαράχης και αρσενολίτη¹⁰¹. Εξαιτίας του αρσενικού είναι τοξική και δηλητηριώδης γι' αυτό συνίσταται η χρήση της σε εξωτερικούς χώρους¹⁰².

Κόκκινο του μολύβδου: Το κόκκινο του μολύβδου γνωστό και ως «μίνιο», είναι οξείδιο του μολύβδου και έχει χημικό τύπο Pb_3O_4 . Υπάρχει στη φύση ως ορυκτό αλλά μπορεί να κατασκευαστεί και από την οξείδωση του λευκού μολύβδου. Παρουσιάζει πορτοκαλέρυθρο χρώμα και έχει υψηλή καλυπτική ικανότητα κατά την εφαρμογή του. Πρόκειται για ορυκτό αρκετά ασταθές ως χρωστική σε συνθήκες υγρασίας και φωτός¹⁰³.

Ριζάρι: Το ριζάρι (ρουβία) είναι φυσική οργανική χρωστική/βαφή φυτικής προέλευσης. Στο χώρο της Μεσογείου εντοπίζονται δύο είδη του φυτού το κοινό ριζάρι (*Rubia tinctorum* L.) και το άγριο ριζάρι (*Rubia peregrina* L.). Το φυτό περιλαμβάνει διάφορες χρωμοφόρες ενώσεις, αλλά η αλιζαρίνη και η πουργουρίνη αποτελούν τα κύρια συστατικά του. Το κοινό ριζάρι περιέχει αρκετά μεγάλη

¹⁰⁰ Λεβίδης, 2009, 215

¹⁰¹ http://www.geo.auth.gr/106/2_sulfides/realgar.htm

¹⁰² <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/realgar.html>

¹⁰³ Μπίκα, 2015, 87-88

ποσότητα αλιζαρίνης σε αντίθεση με το άγριο, συμβάλλοντας έτσι στη ταυτοποίηση του είδους. Συνεπώς, η ένδειξη αλιζαρίνης ($C_{14}H_8O_4$) αποδεικνύει τη χρήση ριζαριού για τον χρωματισμό της επιφάνειας και συγκεκριμένα του κοινού ριζαριού, το οποίο εντοπίζεται συχνά στον Ελλαδικό χώρο¹⁰⁴.

3.3 Κίτρινες χρωστικές.

Κίτρινη ώχρα: Η κίτρινη ώχρα είναι γαιώδης χρωστική και ανήκει στα ένυδρα οξείδια του σιδήρου. Εντοπίζεται στη φύση με τη μορφή του γκαιίτη ή του λειμωνίτη και έχει χημικό τύπο $Fe_2O_3 \cdot H_2O$. Το χρώμα της διαμορφώνεται από κίτρινο μέχρι κιτρινοκάστανο¹⁰⁵. Πρόκειται για πανάρχαια χρωστική, καθώς έχει εντοπιστεί σε παραστάσεις του σπηλαίου Λασκώ που χρονολογείται το 17300 π. Χ¹⁰⁶.



Εικόνα 26 Ορυχείο εξόρυξης κίτρινης ώχρας.

Κίτρινη σανδαράχη: Η κίτρινη σανδαράχη είναι ορυκτό με χημικό τύπο As_2S_3 . Πρόκειται για θειούχο αρσενικό και το χρώμα της καλύπτει αποχρώσεις από κίτρινο ως πορτοκαλοκίτρινο. Η χρήση της είναι περιορισμένη εξαιτίας της τοξικότητας του αρσενικού¹⁰⁷. Στην αρχαιότητα δεν υπήρχε διαχωρισμός ανάμεσα στη κίτρινη και την κόκκινη σανδαράχη και χρησιμοποιούνταν και για τις δύο η ονομασία «σανδαράχη» ή «αρρενικόν»¹⁰⁸.

¹⁰⁴ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017, 27-30

¹⁰⁵ Πλάντζος, 2018, 29

¹⁰⁶ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017

¹⁰⁷ Πλάντζος, 2018, 29

¹⁰⁸ http://www.geo.auth.gr/106/2_sulfides/orpiment.htm



Εικόνα 27 Κίτρινη σανδαράχη.

Μπερμπερίνη: Η μπερμπερίνη με χημικό τύπο $[C_{20}H_{18}N_1O_4]^+$ ανήκει στις κίτρινες χρωστικές. Πρόκειται για σύμπλοκο θειικό ή χλωριούχο ανιόν. Η χρήση της επιβεβαιώνεται από την αρχαιότητα¹⁰⁹.

Κίτρινο του μολύβδου-κασσίτερου: Το κίτρινο του μολύβδου είναι κίτρινη χρωστική με χημικό τύπο Pb_2SnO_4 . Είναι οξείδιο και περιλαμβάνει δύο τύπους. Σύμφωνα με κάποιες πηγές η χρήση του ξεκίνησε από την αρχαιότητα¹¹⁰ ενώ σύμφωνα με άλλες η έναρξη της χρήσης του τοποθετείται στον 13ο αιώνα μ. Χ¹¹¹.

Κρόκος: Ο κρόκος ή αλλιώς σαφράς ή ζαφορά, είναι φυσική οργανική χρωστική. Προέρχεται από τον αποξηραμένο ύπερο του φυτού *Crocus sativus* L. και έχει χημικό τύπο $C_{20}H_{24}O_4$. Το χρώμα της χρωστικής που προκύπτει είναι κίτρινο ως χρυσοκίτρινο¹¹².

3.4 Λευκές χρωστικές.

Λευκό του μολύβδου: Το λευκό του μολύβδου είναι φυσική οργανική χρωστική και προέρχεται από το ορυκτό κερουσίτης. Ο χημικός της τύπος είναι $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ και η χημική του ονομασία είναι βασικός ανθρακικός μόλυβδος¹¹³. Στην αρχαιότητα ήταν γνωστό ως «ψιμμύθιον», ενώ ο Θεόφραστος το αναφέρει ως

¹⁰⁹ <http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/index.html#yellow>

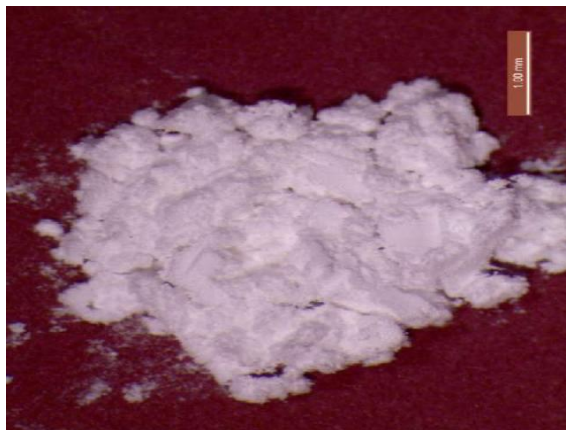
¹¹⁰ <http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/index.html#yellow>

¹¹¹ <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/pbsnyellow.html>

¹¹² Δουλγερίδης, 2011, 182

¹¹³ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017

«μολυβόχρωμα»¹¹⁴. Σύμφωνα με μία άλλη άποψη, θεωρείται τεχνητή χρωστική και χαρακτηρίζεται από υψηλή καλυπτική ικανότητα και πυκνότητα. Μπορεί να υφίσταται αλλοιώσεις, αν έρθει σε επαφή με συγκεκριμένες ουσίες και να μετατραπεί σε θειούχο μόλυβδο ή οξείδιο του μολύβδου¹¹⁵.



Εικόνα 28 Λευκό του μολύβδου.

Λευκό των οστών: Το λευκό των οστών είναι οργανική χρωστική με χημικό τύπο $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Πρόκειται για φωσφορικό ασβέστιο και το χρώμα της καλύπτει αποχρώσεις του λευκού ως γκρι. Η χρωστική προκύπτει έπειτα από ψήσιμο και κονιορτοποίηση ζωικών οστών κάθε είδους¹¹⁶.

Κιμωλία/Ανθρακικό ασβέστιο: Η κιμωλία είναι ανθρακικό ασβέστιο, ανήκει στις ανόργανες χρωστικές και προέρχεται από το ορυκτό ασβεστίτης ή από άλλα ορυκτά στα οποία βασικό συστατικό είναι ο ασβεστίτης¹¹⁷. Έχει χημικό τύπο CaCO_3 και παρόλο που κατατάσσεται στις χρωστικές συνήθως δεν χρησιμοποιείται ως τέτοια. Συναντάται συχνά στο στρώμα προετοιμασίας, αλλά και στο χρωματικό στρώμα ως υπόστρωμα των οργανικών χρωστικών¹¹⁸.

Γύψος: Ο γύψος είναι ένυδρο θειικό ασβέστιο με χημικό τύπο $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Το χρώμα του καλύπτει αποχρώσεις του λευκού, του γκρι, του καστανού κ.α. Πρόκειται για ορυκτό γνωστό στην αρχαιότητα ως «Τυμφαϊκή γη». Ο Θεόφραστος χρησιμοποιεί

¹¹⁴ Θεόφραστος, Περί λίθων, 56

¹¹⁵ Μπίκα, 2015, 76-78

¹¹⁶ Μπίκα, 2015, 75-76

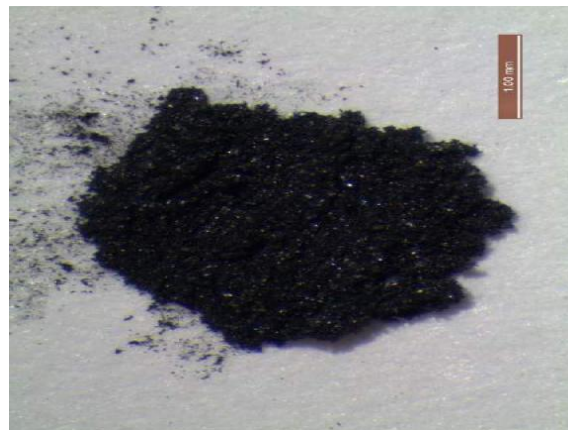
¹¹⁷ Μπίκα, 2015, 74

¹¹⁸ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017

τον όρο γύψο και για τον ασβέστη και το αλάβαστρο. Στην αρχαιότητα έψηναν το γύψο και τον ανακάτευαν με νερό, δημιουργώντας μια συμπαγή ύλη την οποία χρησιμοποιούσαν κυρίως για την κατασκευή εκμαγείων¹¹⁹. Ο γύψος όμως έχει χρησιμοποιηθεί και στην ζωγραφική ανακατεμένος με άλλα υλικά κυρίως στις προετοιμασίες των ζωγραφικών επιφανειών¹²⁰.

3.5 Μαύρες χρωστικές.

Λιγνός λυχνιών (lamp black): Προέρχεται από άνθρακα ο οποίος προκύπτει από την απανθράκωση ελαίων λιθανθρακόπισσας ή διαφόρων άλλων ελαίων μέσα σε λυχνίες. Η αιθάλη συλλέγεται και έπειτα χρησιμοποιείται στην ζωγραφική διακόσμηση επιφανειών. Στη σύστασή του περιλαμβάνεται άνθρακας και άλλα στοιχεία ανάλογα με την πηγή προέλευσής του, συγκεκριμένα το lamp black περιλαμβάνει υδατάνθρακες. Το χρώμα του διαμορφώνεται σε μαύρους και καφέ τόνους, ενώ αποτελείται από λεπτούς κόκκους¹²¹.



Εικόνα 29 Μαύρο του άνθρακα.

Ελεφάντινον μέλαν (ivory black): Πρόκειται για άνθρακα που προέρχεται από την τέλεια καύση ελεφαντοστού και οστών ζώων. Στα συστατικά του, εκτός από άνθρακα

¹¹⁹ http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum.htm

¹²⁰ Δουλγερίδης, 2011, 168

¹²¹ Δουλγερίδης, 2011, 192-193

περιλαμβάνεται φωσφορικό και ανθρακικό ασβέστιο. Το χρώμα του είναι μαύρο και ελαφρώς μπλε και η καλυπτική του ικανότητα αρκετά καλή. Η χρήση του έχει ξεκινήσει από την αρχαιότητα¹²².

Μαύρο των οστών (bone black): Το μαύρο των οστών είναι άνθρακας που προέρχεται από την ατελή καύση ζωικών οστών. Στην περιεκτικότητά του περιλαμβάνεται 10% άνθρακας, μεγάλη ποσότητα φωσφορικού ασβεστίου και λίγο ανθρακικό ασβέστιο. Έπειτα από την κονιορτοποίησή του οι κόκκοι του είναι ακανόνιστου σχήματος και μαύρου-καφέ χρώματος¹²³.

*Στη βιβλιογραφία το ivory και το bone black συχνά συγχέονται διότι στη σύγχρονη εποχή για την παρασκευή τους δεν χρησιμοποιείται ελεφαντόδοντο αλλά ζωικά οστά¹²⁴. Οι μαύροι άνθρακες χρησιμοποιούνται ως ανεξάρτητες μαύρες χρωστικές αλλά και ως δευτερεύοντα χρώματα, προκειμένου να δώσουν πιο σκούρες αποχρώσεις σε κάποιο άλλο χρώμα, ενώ τέλος έχει διαπιστωθεί η χρήση τους και στα προσχέδια ζωγραφικών έργων¹²⁵.

3.6 Πράσινες χρωστικές.

Μαλαχίτης: Ο μαλαχίτης είναι βασικός ανθρακικός χαλκός με χημικό τύπο $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Πρόκειται για ορυκτό και αποτελεί προϊόν αλλοίωσης του αζουρίτη. Το χρώμα του είναι έντονο πράσινο, αλλά εντοπίζεται και σε σκούρο πράσινο. Η υφή του ποικίλει από εύθρυπτη μέχρι πολύ σκληρή. Αποτελεί την αρχαιότερη γνωστή πράσινη χρωστική. Η ονομασία του προέρχεται από την ελληνική λέξη μολόχα (εξαιτίας του πράσινου χρώματος)¹²⁶. Στην αρχαιότητα ήταν γνωστός και ως χρυσόκολλα¹²⁷.

¹²² <https://colourlex.com/project/ivory-black/>

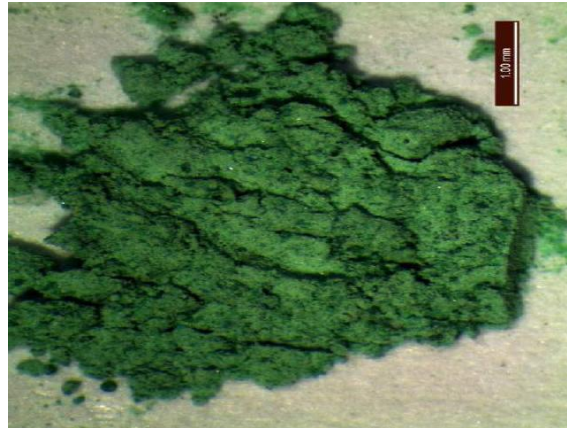
¹²³ <https://colourlex.com/project/bone-black/>

¹²⁴ <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/boneblack.html>

¹²⁵ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017

¹²⁶ <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/malachite.html>

¹²⁷ Πλάντζος, 2018, 29-30



Εικόνα 30 Μαλαχίτης.

Πράσινη γη: Η πράσινη γη είναι ορυκτό με κυριότερα συστατικά τα αργιλοπυριτικά άλατα γλαυκονίτη και σελαδονίτη. Αποτελείται από μία υδροπυριτική ένωση σιδήρου, αργιλίου, μαγνησίου και καλίου με χημικό τύπο $(K,Na)(Fe^{III},Al,Mg)_2(Si,Al)O_{10}(OH)_2$. Το χρώμα της καλύπτει αποχρώσεις του πράσινου μέχρι πράσινο-λαδί. Η χρήση της έχει ξεκινήσει από την αρχαιότητα¹²⁸.

Verdigris: Πρόκειται για τεχνητή χρωστική με ονομασία ένυδρος βασικός οξικός χαλκός. Ο χημικός της τύπος είναι $Cu(CH_3COO)_2 \cdot Cu(OH)_2 \cdot 5H_2O$ και έχει γαλαζοπράσινο χρώμα. Είναι γνωστή και ως «συνθετικός μαλαχίτης» και παράγεται έπειτα από την έκθεση του χαλκού σε ξίδι¹²⁹.

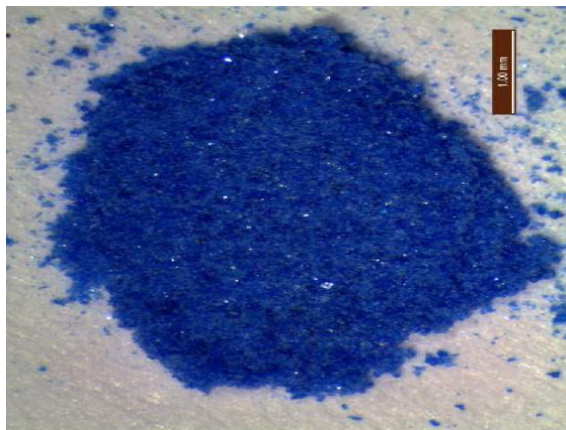
3.7 Μπλε χρωστικές.

Αιγυπτιακό μπλε: Το μπλε της Αιγύπτου ή «κύανος» είναι η αρχαιότερη γνώστη τεχνητή χρωστική που παρασκεύασε ο άνθρωπος. Η χημική του ονομασία είναι οξείδια του ασβεστίου, του χαλκού και του πυριτίου και ο χημικός του τύπος είναι $CaO \cdot CuO \cdot 4SiO_2 (CaCuSi_4O_{10})$. Παρασκευάζεται έπειτα από την ανάμειξη μεταλλεύματος χαλκού, χαλαζιακής άμμου και ασβεστίτη και την τήξη των παραπάνω σε θερμοκρασία 800-1000 °C. Το χρώμα του είναι κυανό και η ακριβής απόχρωσή του εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων της κονιορτοποιημένης σκόνης.

¹²⁸ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017

¹²⁹ Μπίκα, 2015, 90

Στο έργο του «Περί λίθων» στο χωρίο 55, ο Θεόφραστος αναφέρει πληροφορίες για το Αιγυπτιακό μπλε¹³⁰, ενώ ο Βιτρούβιος αναφέρει λεπτομερώς τη διαδικασία παραγωγής του. Χρησιμοποιήθηκε αρχικά στην Αίγυπτο τη 3^η χιλιετία π. Χ. και αποτέλεσε ένα από τα συνηθέστερα αντικείμενα εμπορίου¹³¹.



Εικόνα 31 Μπλε της Αιγύπτου.

Λαζουρίτης: Ο λαζουρίτης ή αλλιώς «lapis lazuli» ή «ultramarine», ήταν στην αρχαιότητα γνωστός ως «σκύθης κύανος». Είναι σοδαλιθικό ορυκτό και αποτελεί σύνθετη ένωση στοιχείων νατρίου, αργιλίου, πυριτίου και θείου. Ο χημικός του τύπος είναι $\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$ ¹³², ενώ σε νεώτερους χρόνους κατασκευάζονταν και τεχνητά. Στα συστατικά του περιλαμβάνονται διάφορες προσμίξεις, αλλά κυρίως λαζουρίτης. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως κατά την αρχαιότητα, με κύρια πηγή του την περιοχή του Αφγανιστάν. Εκτός από την χρήση του ως χρωστική, έχουν εντοπιστεί στην Αίγυπτο του 3000 π. Χ. χάντρες, φυλαχτά κ.α. κατασκευασμένα από λαζουρίτη. Το χρώμα του διαμορφώνεται σε έντονους γαλάζιους και γαλαζοπράσινους τόνους¹³³, εξαιτίας όμως της χαμηλής καλυπτικής του ικανότητας συχνά εφαρμόζεται με την προσθήκη άσπρου ή μαύρου χρώματος¹³⁴.

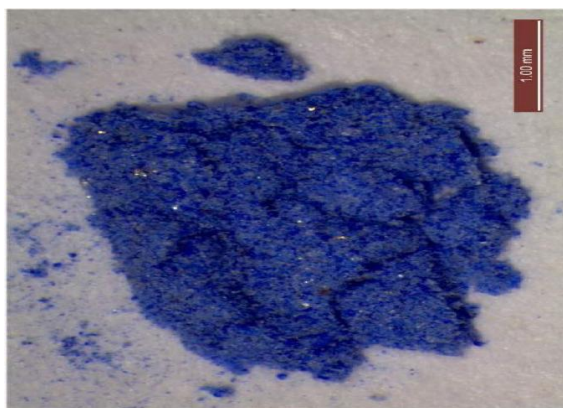
¹³⁰ Θεόφραστος, Περί λίθων, 55

¹³¹ Πλάντζος, 2018, 30-31

¹³² Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017

¹³³ Λεβίδης, 2009, 235-236

¹³⁴ Μπίκα, 2015, 95



Εικόνα 32 Λαζουρίτης.

Αζουρίτης: Ο αζουρίτης είναι ορυκτό με χημική ονομασία βασικός ανθρακικός χαλκός. Ο χημικός του τύπος είναι $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ και το χρώμα του είναι σκούρο μπλε, αν η σκόνη αφηθεί πιο χονδρόκοκκη ή ανοιχτό αν η σκόνη κονιορτοποιηθεί περισσότερο μειώνοντας όμως έτσι την καλυπτική του ικανότητα. Βασικό χαρακτηριστικό του είναι η αλλοίωσή του σε μαλαχίτη με την πάροδο του χρόνου και την επίδραση της υγρασίας, συνεπώς το χρώμα του αρχίζει να πρασινίζει. Αποτέλεσε τη σημαντικότερη μπλε χρωστική της αρχαιότητας¹³⁵. Η ονομασία του προέρχεται από την περσική λέξη lazward, lazhuward ή lazaward που σημαίνει κυανός¹³⁶.

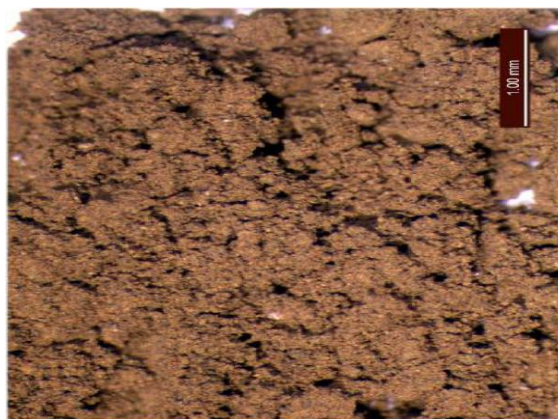
3.8 Καφέ χρωστικές.

Όμπρα ωμή και ψημένη (raw and burnt umber): Η όμπρα είναι γεώδης χρωστική και περιλαμβάνει οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου και του μαγγανίου (μαγγάνιο > 5%). Ο χημικός της τύπος είναι $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ και είναι αρκετά ανθεκτική. Το χρώμα της καλύπτει διάφορες αποχρώσεις του καστανού, ανάλογα με την περιεκτικότητά του στα παραπάνω συστατικά, ενώ για την επίτευξη του σκούρου καφέ χρώματος ακολουθούσε διαδικασία όπτησης (ψημένη όμπρα)¹³⁷.

¹³⁵ Δουλγερίδης, 2011, 169

¹³⁶ http://www.geo.auth.gr/106/5_carbonates/azurite.htm

¹³⁷ <https://colourlex.com/project/umber/>



Εικόνα 33 Ωμή όμπρα.

Σιέννα ωμή και ψημένη (raw and burnt sienna): Πρόκειται για γεώδη χρωστική με σύσταση παρόμοια με της ώχρας, με χημικό τύπο $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Περιέχει ένυδρο οξείδιο του σιδήρου με αργιλώδη πυριτικά άλατα και μικρή ποσότητα διοξειδίου του μαγγανίου. Η διαφορά της σιέννας από την ώχρα έγκειται στην υψηλή περιεκτικότητα της πρώτης σε οξείδιο του μαγγανίου (μαγγάνιο < 1,5%). Το χρώμα της ωμής σιέννας διαμορφώνεται σε πορτοκαλί-καφέ τόνους, ενώ της ψημένης σε σκούρους καφετί τόνους¹³⁸.



Εικόνα 34 Ωμή και ψημένη σιέννα.

¹³⁸ Καραπαναγιώτης, (σημειώσεις), 2017

3.9 Το χρώμα στην αρχαία τέχνη.

Οι πρώτες προσπάθειες του ανθρώπου να χρησιμοποιήσει το χρώμα, ανάγονται στην Παλαιολιθική εποχή. Συγκεκριμένα στα σπήλαια Αλταμίρα και Λασκώ, έχουν εντοπιστεί βραχογραφίες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε κόκκινη και κίτρινη όχρα αναμειγμένες με το νερό των σπηλαίων που είναι πλούσιο σε ασβέστιο¹³⁹. Έπειτα, εξαιρετικά δείγματα ζωγραφικής συναντώνται στην Αίγυπτο του 3000 π. Χ. και εξής, με σημαντικότερα παραδείγματα τις τοιχογραφίες των Φαραώ αλλά και απλών ανθρώπων, οι οποίοι αποδίδονται σε παραστάσεις που αφορούν δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, παραδειγματι σκηνές κυνηγιού. Στη χρωματική παλέτα περιλαμβάνονται οι ώχρες κόκκινες και κίτρινες, η όμπρα, ο μαλαχίτης, ο αζουρίτης, το μπλε της Αιγύπτου κ.α, ενώ πολλά από τα χρώματα παρουσίαζαν έντονο συμβολικό χαρακτήρα¹⁴⁰.

Την Εποχή του Χαλκού, αναπτύσσεται ο Αιγαιακός Πολιτισμός με τα σημαντικά επιτεύγματα του Μινωικού, του Κυκλαδικού και του Μυκηναϊκού πολιτισμού. Εξετάζοντας τη ζωγραφική, δεν θα μπορούσε κανείς να μην αναφερθεί στις τοιχογραφίες της συγκεκριμένης εποχής, στις οποίες είναι εμφανής η επιρροή της Αιγύπτου στα χρώματα, τις τεχνικές αλλά και στη θεματολογία. Πρώτοι οι Μινωίτες αποδίδουν στις τοιχογραφίες τους σκηνές εμπνευσμένες από την καθημερινότητα, τις τελετουργικές-λατρευτικές πρακτικές κ.α. στους χρωματικούς τόνους του κυανού, του τεφρού, του κίτρινου και του λευκού, μεταλαμπαδεύοντας με αυτό τον τρόπο τις τεχνικές και τις γνώσεις τους στις Κυκλάδες και στις Μυκήνες¹⁴¹.

Η αρχαϊκή εποχή χαρακτηρίζεται από πολυχρωμία στη ζωγραφική διακόσμηση, χωρίς όμως τη προσθήκη τονικών διαβαθμίσεων στα έργα τέχνης¹⁴². Η βασική αρχή που ακολουθείται είναι ανοιχτό-σκούρο-ερυθρό. Για το ανοιχτό χρησιμοποιούσαν λευκό και κίτρινο, ενώ για το σκούρο, μαύρο και κυανό και τέλος το ερυθρό χρώμα. Η παραπάνω μεθοδολογία ακολουθείται σε όλο το φάσμα των έργων τέχνης, στα

¹³⁹ Χειλάκου, 2012, 32-33

¹⁴⁰ Hussein, 2009, 13-27

¹⁴¹ Dickinson, 2003, 234-240

¹⁴² Πλάντζος, 2018, 95

γλυπτά, στην αρχιτεκτονική διακόσμηση των ναών¹⁴³ αλλά και στη διακόσμηση των αγγείων¹⁴⁴.

Στα κλασικά χρόνια, η τέχνη της ζωγραφικής αναπτύσσεται ακόμα περισσότερο. Πρωτεύων χαρακτηριστικό της εποχής θεωρείται η μείξη των βασικών χρωμάτων και η δημιουργία τονικών αποχρώσεων και φωτοσκιάσεων¹⁴⁵. Κατά τον 6^ο και το 5^ο π. Χ. αιώνα υιοθετείται η αρχή της τετραχρωμίας. Οι ζωγράφοι χρησιμοποιούν πλέον τα τέσσερα βασικά χρώματα (λευκό, μαύρο, κόκκινο, ώχρα), τα οποία σύμφωνα με την άποψη προσωκρατικών φιλόσοφων αντιστοιχούν στα τέσσερα στοιχεία της φύσης (αέρας, νερό, φωτιά, γη)¹⁴⁶. Σημαντικοί ζωγράφοι της εποχής είναι ο Πολύγνωτος ο Θάσιος και ο Ζεύξις¹⁴⁷. Ανάμεσα στα καλλιτεχνικά επιτεύγματα της περιόδου κατατάσσονται οι ξύλινοι ζωγραφικοί πίνακες από την Κορινθία, οι οποίοι χρονολογούνται στα μέσα του 6^{ου} π. Χ. αι.¹⁴⁸

Τέλος, στην ελληνιστική εποχή η ζωγραφική τέχνη γνώρισε περίοδο ακμής. Οι ζωγράφοι καταφέρνουν με τη βοήθεια της σκιαγραφίας και της σκηνογραφίας, εικαστικές επεμβάσεις που αναπτύχθηκαν τον 5^ο π. Χ. αι., να αποδώσουν φυσιοκρατικά τις σκηνές, επιτυγχάνοντας τη τρίτη διάσταση. Τα μνημεία, χαρακτηριστικά, της εποχής προέρχονται από τον Μακεδονικό χώρο. Πρόκειται για τις τοιχογραφίες των Μακεδονικών τάφων με την πλούσια θεματολογία εμπνευσμένη από τον μύθο και την καθημερινή ζωή και την εξεζητημένη απόδοση των μορφών και του χώρου¹⁴⁹.

¹⁴³ Μπίκα, 2015, 42-46

¹⁴⁴ Papapostolou, 2002, 56-57

¹⁴⁵ Walter-Karydi, 2002, 76-78

¹⁴⁶ Πλάντζος, 2011, 175

¹⁴⁷ Holscher, 2005, 362-363

¹⁴⁸ Πλάντζος, 2011, 175

¹⁴⁹ Πλάντζος, 2011, 200-204

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Οι φασματοσκοπικές μέθοδοι.

Με τη πάροδο του χρόνου αναπτύσσονται συνεχώς νέες τεχνικές για τη συντήρηση, την αποκατάσταση, την ανάδειξη αλλά και την μελέτη της φύσης και των συστατικών της ύλης, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς στα έργα τέχνης της πολιτιστικής μας κληρονομιάς. Πολλές από τις νέες τεχνικές, περιλαμβάνουν δύο σημαντικά πλεονεκτήματα. Το πρώτο αφορά το ότι χρησιμοποιούν φορητές συσκευές, με δυνατότητα μεταφοράς τους σε οποιοδήποτε σημείο για τη λήψη μετρήσεων και το δεύτερο αφορά το γεγονός ότι κάποιες είναι μη καταστρεπτικές, αφήνοντας το δείγμα διαθέσιμο για μελλοντική μελέτη¹⁵⁰.

Οι φασματοσκοπικές μέθοδοι, αποτελούν σχετικά σύγχρονες τεχνικές μελέτης των πολιτιστικών ευρημάτων. Μέρος αυτών είναι φορητές και μη καταστρεπτικές. Βασίζονται στην αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη. Συγκεκριμένα, όταν η ύλη δεχτεί ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία τα άτομα ή τα μόρια διεγείρονται. Οι φασματοσκοπικές μέθοδοι ασχολούνται με τη μέτρηση της απορρόφησης και της εκπομπής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τα μόρια της ύλης. Με τη συμβολή του φασματόμετρου προκύπτουν φάσματα τα οποία συμβάλλουν στον προσδιορισμό της δομής των μορίων και στην ποσοτική και ποιοτική διασάφηση των ανόργανων και οργανικών ενώσεων, δηλαδή στη ποσότητα και την ποιότητά τους σε διάφορα μήκη κύματος¹⁵¹.

Στις φασματοσκοπικές τεχνικές ανήκουν η υπέρυθη φασματοσκοπία FTIR, η φασματοσκοπία διάχυτης ανάκλασης στο υπεριώδες, το ορατό και το υπέρυθρο φάσμα (UV-VIS-NIR), η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF), η φασματοσκοπία RAMAN κ.α.

¹⁵⁰ Γκανέτσος, (σημειώσεις), 2017

¹⁵¹ Χειλάκου, 2012, 5

4.2 Φασματοσκοπία RAMAN.

Η χρονιά του 1928 αποτέλεσε ορόσημο στον τομέα των φυσικών επιστημών, καθώς ο Ινδός φυσικός Sir C.V. Raman ανακάλυψε κατά την διάρκεια πειραματικής έρευνας σχετικά με τη σκέδαση του φωτός, ένα ιδιαίτερο φαινόμενο, το οποίο ονομάστηκε «φαινόμενο Raman» και αποτέλεσε τη βάση της λειτουργίας της φασματοσκοπίας Raman. Για το επίτευγμά του αυτό, βραβεύτηκε με το Nobel Φυσικής το 1930¹⁵².

Η φασματοσκοπία Raman ανήκει στις τεχνικές δονητικής φασματοσκοπίας. Συγκεκριμένα, όταν ακτινοβολία από μία φωτεινή πηγή πέσει πάνω σε ένα μόριο, αυτό αναγκάζεται να δονείται και να κινείται, μεταβάλλοντας τη διπολική ροπή ή την πολωσιμότητά του. Η μέτρηση των συχνοτήτων δόνησης συνδέεται με τις μεταβολές αυτές. Τα φάσματα τα οποία παράγονται με τη βοήθεια του φασματόμετρου, περιγράφουν κάθε μεταβολή στην πολωσιμότητα του μορίου, που προκαλείται εξαιτίας της δόνησής του, ενώ παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των υλικών¹⁵³.

Αναλυτικότερα, όταν ένα υλικό δεχτεί μονοχρωματική ακτινοβολία από την περιοχή του ορατού ή του κοντινού υπεριώδους φάσματος, τα μόρια δονούνται, όπως έχει ήδη αναφερθεί και η ακτινοβολία σκεδάζεται, δηλαδή διαχέεται στον χώρο προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Αν η σκεδαζόμενη ακτινοβολία είναι ίδιας συχνότητας με την προσπίπτουσα, τότε έχουμε ελαστική σκέδαση των φωτονίων, η οποία ονομάζεται σκέδαση «Rayleigh». Αντίθετα, το «φαινόμενο Raman» συνίσταται όταν ένα μικρό τμήμα της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας, η οποία προέρχεται από μονοχρωματική πηγή φωτός, έχει διαφορετική συχνότητα από την προσπίπτουσα ακτινοβολία, προκαλώντας ανελαστική σκέδαση των φωτονίων¹⁵⁴.

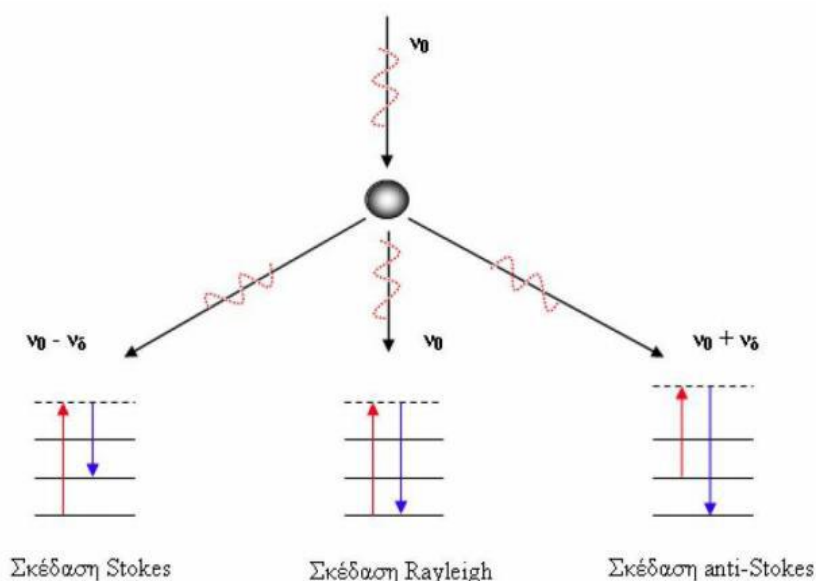
Στη περίπτωση της σκέδασης Raman, θα πρέπει να αναφερθεί ένας ακόμα διαχωρισμός. Όταν η σκεδαζόμενη ακτινοβολία είναι μικρότερης συχνότητας από την ακτινοβολία διέγερσης, τότε έχουμε ακτινοβολία Stokes. Συγκεκριμένα, όταν το μόριο απορροφά περισσότερη ενέργεια από το προσπίπτον φωτόνιο, η ενέργειά του

¹⁵² Οικονόμου, 2012, 76

¹⁵³ Κατσαρός, 2009, 133-136

¹⁵⁴ Κατσαρός, 2009, 130

μειώνεται, με αποτέλεσμα να σκεδάζεται σε χαμηλότερη συχνότητα. Από την άλλη πλευρά, όταν η σκεδαζόμενη ακτινοβολία είναι μεγαλύτερης συχνότητας από την προσπίπτουσα, τότε προκύπτει ακτινοβολία Anti-stokes, το φωτόνιο δηλαδή σκεδάζεται με αυξημένη συχνότητα, λόγω της ελάττωσης της ενέργειας δόνησης του μορίου, το οποίο βρισκόταν σε διεγερμένη ενεργειακά κατάσταση¹⁵⁵.



Εικόνα 35 Σχηματική απεικόνιση φαινομένου RAMAN.

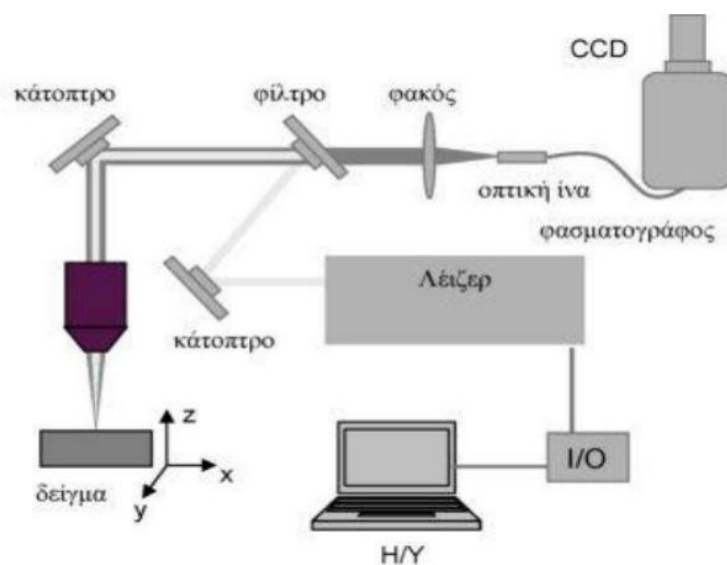
Βασικός περιορισμός κατά την εφαρμογή της μεθόδου Raman είναι το φαινόμενο του φθορισμού το οποίο παρατηρείται κυρίως σε οργανικές ενώσεις. Σύμφωνα με αυτό, το προσπίπτον φωτόνιο απορροφάται πλήρως από το μόριο, το οποίο βρίσκεται σε διεγερμένη ηλεκτρονική κατάσταση και έπειτα από κάποιο χρονικό διάστημα εκπέμπει ακτινοβολία χαμηλότερης συχνότητας από αυτή του προσπίπτοντος φωτός. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος πρέπει να χρησιμοποιηθεί λέιζερ με σωστό μήκος κύματος, έτσι ώστε να ληφθεί το φάσμα από την κατάλληλη φασματική περιοχή¹⁵⁶.

Η εφαρμογή της φασματοσκοπικής τεχνικής Raman γίνεται μέσω της χρήσης φασματόμετρου. Το φασματόμετρο αποτελείται αρχικά, από μία πηγή

¹⁵⁵ Σκούλικα, 2001, 14

¹⁵⁶ Παπλιάκα, 2009, 61

μονοχρωματικής ακτινοβολίας (πηγή laser) για τη διέγερση των μορίων με ορατή ακτινοβολία, ένα οπτικό σύστημα για τη συλλογή της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας, έναν μονοχρωμάτορα για τη διασπορά της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας, ο οποίος μπορεί να απορρίψει και τη σκέδαση Rayleigh, έναν ανιχνευτή-φωτοπολλαπλασιαστή CCD και ένα οπτικό μικροσκόπιο για την εστίαση της διεγείρουσας ακτινοβολίας. Άλλα δευτερεύοντα στοιχεία όπως η χρήση φίλτρου συμβάλλουν επίσης ομαλή λειτουργία του, ενώ για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων απαραίτητη είναι και η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή¹⁵⁷.



Εικόνα 36 Πειραματική διάταξη φασματόμετρου RAMAN.

Τέλος, η μέθοδος Raman πλεονεκτεί σε σχέση με άλλες μεθόδους διότι είναι δυνατόν να εφαρμοστεί σε στερεά αλλά και σε υγρά δείγματα, ενώ είναι μη καταστρεπτική τεχνική. Η ολοκλήρωση της λήψης των μετρήσεων γίνεται μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα και το δείγμα δεν απαιτεί ιδιαίτερη επεξεργασία πριν την εκκίνηση της διαδικασίας. Η εξέλιξη της τεχνολογίας συνετέλεσε στην ανάπτυξη φορητών φασματόμετρων Raman, επιτρέποντας την λήψη των μετρήσεων από ευρήματα σε χώρους εκτός εργαστηρίου. Σημαντικότερο όλων των παραπάνω

¹⁵⁷ Μπίκα, 2015, 146-147

θεωρείται η παροχή πληροφοριών για τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό του δείγματος¹⁵⁸.



Εικόνα 37 Εικόνα από την πειραματική διαδικασία.

4.3 Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF).

Το 1895 ο Γερμανός φυσικός Wilhelm K. Rontgen ανακάλυψε τις ακτίνες X. Έπειτα από μια περίοδο πειραματισμών οι ακτίνες X αποτέλεσαν τη βάση ανάπτυξης αναλυτικών τεχνικών όπως είναι η περιθλασιμετρία ακτίνων X, η ραδιογραφία ακτίνων X και η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X. Το εύρος των πληροφοριών που παρέχει η κάθε τεχνική, αλλά και η περίπτωση εφαρμογής τους διαφέρουν σημαντικά¹⁵⁹.

Η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X ανήκει στις μη καταστρεπτικές μεθόδους ανάλυσης και μπορεί να εξάγει αποτελέσματα χωρίς τη λήψη δείγματος. Πρόκειται για πολυστοιχειακή τεχνική ανάλυσης, καθώς συμβάλει στον προσδιορισμό των

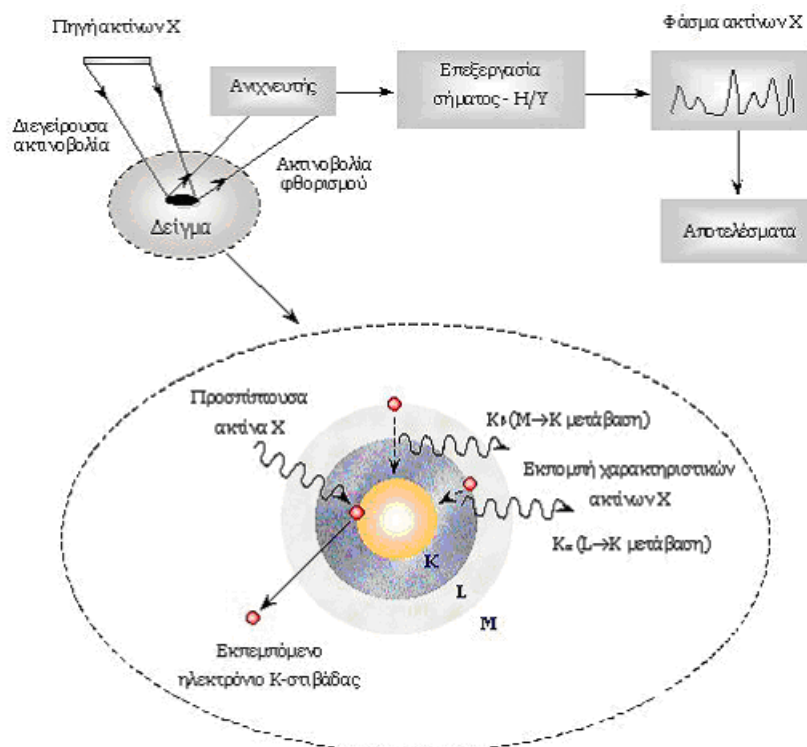
¹⁵⁸ Γκανέτσος, (σημειώσεις), 2017

¹⁵⁹ Οικονόμου, 2012, 71

χημικών στοιχείων του δείγματος, με μόνο περιορισμό την εφαρμογή της σε οργανικά υλικά¹⁶⁰.

Βασική αρχή λειτουργίας της φασματοσκοπικής τεχνικής φθορισμού ακτίνων X είναι το φαινόμενο της μετακίνησης ηλεκτρονίων από τις εξωτερικές στοιβάδες εκτός των ατόμων. Συγκεκριμένα, όταν ένα άτομο ακτινοβολείται με πρωτογενείς ακτίνες X διεγείρεται, τότε τα ηλεκτρόνια των εσωτερικών στοιβάδων του ατόμου ιονίζονται δημιουργώντας μια ασταθή κατάσταση στο άτομο. Για την επίτευξη της ισορροπίας απαιτείται η μετακίνηση ηλεκτρονίων από τις εξωτερικές στις εσωτερικές στοιβάδες. Κατά την διαδικασία αυτή, γίνεται εκπομπή δευτερογενούς ακτινοβολίας φθορισμού ακτίνων X, με φωτόνια χαρακτηριστικής ενέργειας για το κάθε χημικό στοιχείο¹⁶¹.

Ειδικότερα, η ακτινοβολία φθορισμού που εκπέμπεται είναι χαρακτηριστικού μήκους κύματος και έντασης για το κάθε χημικό στοιχείο του περιοδικού πίνακα. Συμβάλλοντας αντίστοιχα, στην ταυτοποίηση και στον προσδιορισμό της ποσοτικής σύστασης του χημικού στοιχείου στο δείγμα¹⁶².



Εικόνα 38 Αρχή λειτουργίας XRF.

¹⁶⁰ Φωστηρίδου, 2012, 42

¹⁶¹ Οικονόμου, 2012, 72

¹⁶² Φωστηρίδου, 2012, 44

Στα πλεονεκτήματα εφαρμογής της μεθόδου θα πρέπει να επισημανθούν η διεπιστημονική της χρήση καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλους τομείς πέρα από την ανάλυση έργων πολιτιστικής κληρονομιάς, η ταυτόχρονη εξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με όλα σχεδόν τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα (δεν αναλύει στοιχεία ελαφρύτερα από το φθόριο), η δυνατότητα χρήσης φορητής συσκευής διευκολύνοντας την εφαρμογή της μεθόδου και τη μεταφορά της στο σημείο φύλαξης ή έκθεσης του ευρήματος, η σύντομη διαδικασία λήψης των μετρήσεων¹⁶³, η ανάλυση σύνθετων υλικών με διαφορές ως προς τη σύστασή τους, η ελάχιστη ως μηδαμινή προετοιμασία του δείγματος¹⁶⁴, αλλά και η εφαρμογή της σε διάφορα υλικά όπως πηλός, ιζήματα, λίθος, γυαλί, χρωστικές, επιχρίσματα, μέταλλο, ηφαιστειακά πετρώματα κ.α. Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται η σπάνια αμαύρωση της περιοχής εστίασης της ακτινοβολίας στα γυαλιά, η οποία υποχωρεί έπειτα από κάποιο χρονικό διάστημα κι εμφανίζεται μόνο όταν η ακτινοβολία είναι πολύ υψηλή, ο περιορισμός της ανάλυσης σε επιφάνεια βάθους 2-200 μm¹⁶⁵ και τέλος η εμφάνιση φασματικών, περιβαλλοντικών κτλ παρεμβολών στα φάσματα¹⁶⁶.

Βασική παράμετρος χρήσης της μεθόδου είναι η βαθμονόμηση της συσκευής με πρότυπα-δείγματα αναφοράς, η οποία απαιτείται για την ποσοτική μελέτη του δείγματος. Σε κάποιες περιπτώσεις όμως η βαθμονόμηση μπορεί να γίνει με μια βάση δεδομένων βασικών παραμέτρων, χωρίς τη χρήση πρότυπου δείγματος¹⁶⁷.

Τέλος, η τυπική διάταξη ενός φασματόμετρου XRF έχει ως εξής: αποτελείται από τη λυχνία παραγωγής ακτίνων X, η οποία περιλαμβάνει την επιτάχυνση μιας δέσμης ηλεκτρονίων και την πρόσπτωση σε ένα μέταλλο, από τις οπτικές διατάξεις για τη διαμόρφωση της κατανομής της ακτινοβολίας ή του σχήματος της δέσμης και τον ανιχνευτή για την μετατροπή των ακτίνων X σε ηλεκτρονικά σήματα¹⁶⁸.

¹⁶³ Γκανέτσος, (σημειώσεις), 2017

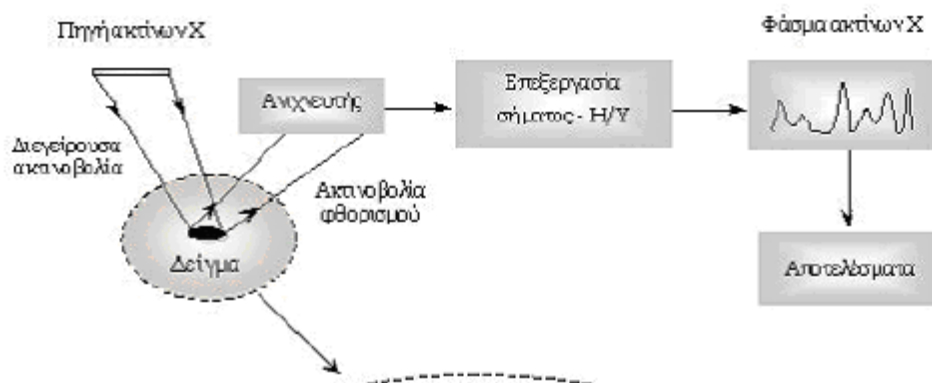
¹⁶⁴ Κουή, Χειλάκου, ..., 2015, 169

¹⁶⁵ Λυριτζής, (σημειώσεις), 2017, 14-15

¹⁶⁶ Μπίκα, 2015, 137-138

¹⁶⁷ Μπίκα, 2015, 139

¹⁶⁸ Κουή, Χειλάκου, ..., 2015, 177-178



Εικόνα 39 Αναπαράσταση τυπικής διάταξης XRF.



Εικόνα 40 Εικόνα από την πειραματική διαδικασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Η μεθοδολογία των μετρήσεων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φορητών συσκευών φασματοσκοπίας RAMAN και XRF.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, ασχολήθηκα με τη φασματοσκοπία XRF και RAMAN, τεχνικές φυσικοχημικής ανάλυσης, για τη μελέτη των χρωστικών σε κεραμικά και γυάλινα αγγεία. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε συνοψίζεται παρακάτω.

Αφού επελέγησαν τα προς μελέτη ευρήματα από την αρχαιολογική θέση «Κρεπενή», τα οποία φυλάσσονταν στο Αρχαιολογικό Μουσείο του Άργους Ορεστικού, εξετάστηκαν λεπτομερώς για τυχόν ίχνη χρωστικών στην επιφάνειά τους. Έπειτα, προσδιορίστηκαν τα σημεία από τα οποία επρόκειτο να ληφθούν οι μετρήσεις. Μεγάλο μέρος των αγγείων και των θραυσμάτων έφερε περισσότερες από μία χρωστικές, για τις οποίες πραγματοποιήθηκε ξεχωριστή μέτρηση.

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε η φασματοσκοπία RAMAN, λαμβάνοντας μέτρηση από συγκεκριμένα σημεία και στη συνέχεια η φασματοσκοπία XRF με μετρήσεις από τα ίδια ακριβώς σημεία του ευρήματος. Με τη μέθοδο RAMAN επιτεύχθηκε η ταυτοποίηση των χρωστικών, ενώ με τη μέθοδο XRF προσδιορίστηκαν τα χημικά στοιχεία που περιλαμβάνονταν στο δείγμα, συμβάλλοντας στην επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της προηγούμενης μεθόδου.

Ακολούθησε η επεξεργασία και η προσεκτική μελέτη των μετρήσεων για την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων. Οι μετρήσεις RAMAN επεξεργαστήκαν μέσω μια διαδικασίας που απαιτούσε τη χρήση ειδικού προγράμματος. Για την διαμόρφωση και ανάλυσή τους χρησιμοποιήθηκε το εξειδικευμένο λογισμικό Spectragryph 1.2.9, με τη βοήθεια του οποίου έγινε απευθείας υπολογισμός των κορυφών των φασμάτων, με τη χρήση του κατάλληλου μαθηματικού αλγόριθμου. Ακολούθησε η σύγκρισή τους με τη βάση δεδομένων του Clark (Raman Spectroscopic Library of Natural and Synthetic Pigments) και έπειτα με τη βάση δεδομένων του Pigments Checker, οι οποίες περιλαμβάνουν τις χαρακτηριστικές κορυφές κάθε χρωστικής, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην ταυτοποίησή της. Αντίθετα, οι μετρήσεις XRF που

προέκυψαν από κάθε εύρημα ομαδοποιήθηκαν σε πίνακα excel, διευκολύνοντας έτσι τη σύγκρισή τους με τα αποτελέσματα της μεθόδου RAMAN.

Η εφαρμογή των μεθόδων πραγματοποιήθηκε με φορητά φασματόμετρα διαφορετικά για κάθε τεχνική, συγκεκριμένα:

A) Το Raman Rockhound Advantage 785 Delta Nu της εταιρίας DeltaNu (εικ. 41) για τη μέθοδο RAMAN, το οποίο παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα. Διαθέτει λέιζερ διεγέρσεως 785nm, συμβάλλοντας στη μείωση του φθορισμού σε περιπτώσεις δειγμάτων με ισχυρό φθορισμό σε βραχύτερα μήκη κύματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υγρά και στερεά δείγματα, ενώ έχει διακριτική ικανότητα ανάλυσης 10 cm^{-1} και πολύ χαμηλό λόγο σήματος προς θόρυβο.



Εικόνα 41, Φασματόμετρο RAMAN Rockhound 785.

Advantage 785

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Δειγματοληψία σε υγρά	Δέσμευση κυττάρων δείγματος για φιαλίδια των 8mm, σωλήνες NMR ή σωλήνες MP
Δειγματοληψία σε στερεά	Προαιρετικά εξαρτήματα: Στάδιο XYZ και Οπτική Εξόδου Δεξιάς Γωνίας
Μικροσκοπία	Προαιρετική προσάρτηση μικροσκοπίου (NuScope™)
Φορητότητα	Ζυγίζει κάτω από 2,2 κιλά, διαθέτει απομακρυσμένη σκανδάλη και ασύρματη σύνδεση Bluetooth (ή USB)
Ανάλυση	Μικρότερη του 8 cm ⁻¹
Φασματική περιοχή	200-2000 cm ⁻¹ (προαιρετικά 100-2000 cm ⁻¹)
Λογισμικό	NuSpec™ Software και δυνατότητα ανάπτυξης λογισμικού για Backup
Λείζερ	120mW(80mW στο δείγμα), δίοδος λέιζερ 785nm, ισχύς ρυθμιζόμενη
Επανάληψη	5cm ⁻¹
Υπολογιστής	Laptop PC
Βιβλιοθήκη υλικού	Περισσότερα από 1000 δείγματα (ενώσεις ορυκτών και οργανικών)

Πίνακας 5.1.1, Τεχνικά χαρακτηριστικά φασματομέτρου RAMAN Rockhound 785.

B) Το μοντέλο Skyray EDX Pocket III P730, της εταιρείας Skyray (εικ. 42) για τη μέθοδο XRF. Στα πλεονεκτήματά του περιλαμβάνεται η δυνατότητα ποιοτικής και ποσοτικής ανίχνευσης και ανάλυσης πάνω από 24 στοιχείων, η βαθμονόμηση της συσκευής αλλά και η δυνατότητα περιορισμού της απόκλισης στη εξαγωγή των αποτελεσμάτων εξαιτίας διαφόρων παραγόντων.



Εικόνα 42, Φασματόμετρο Skyray EDX Pocket III P730.

Skyray EDX Pocket III	
Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Μοντέλο	EDX Pocket – Σειρά Χειρός Φασματοσκοπία Φθορισμού Ακτίνων X
Ανιχνευτής	Ανιχνευτής ηλεκτρικής ψύξης Si - Pin
Πηγή Διέγερσης	40KV/50uA – Ag άκρο ανοίγματος με ενσωματωμένο αγωγό ακτίνων X
Χρόνος μέτρησης	10 – 20sec (σε λειτουργία χειρός ή σε κατάσταση αναμονής)
Μορφή των υλικών προς ανάλυση	Στερεά, υγρά ή κονιορτοποιημένα
Στοιχεία μέτρησης	S - U

Δυνατότητα ταυτόχρονης ανάλυσης	έως και 24 στοιχεία
Όριο ανίχνευσης	0.001% έως περίπου 0.01%
Ασφάλεια	Λειτουργία διαχειριστή με εσωτερικά δημιουργημένο κωδικό πρόσβασης με τον οποίο τα δεδομένα μπορούν να διαφυλαχθούν οποιαδήποτε στιγμή
Αποθήκευση δεδομένων	Αποθηκευμένα στον υπολογιστή με δυνατότητα εκτύπωσης. Παροχή κάρτας μνήμης μεγάλης χωρητικότητας
Χρόνος ισχύς μπαταρίας	4 ώρες
Βάρος	1.47 Kg (μαζί με τη μπαταρία και το PDA) 1.2 Kg (χωρίς τη μπαταρία και το PDA)
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	-10ο C - +50ο C
Υγρασία περιβάλλοντος	έως και 90%

Πίνακας 5.1.2, Τεχνικά χαρακτηριστικά φασματόμετρου Skyray EDX Pocket III P730.

5.2 Αποτελέσματα πειραματικών μετρήσεων.

Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται πίνακες, στους οποίους παρουσιάζονται ομαδοποιημένες πληροφορίες σχετικά με την ταυτοποίηση των χρωστικών, όπως προέκυψαν μέσω των φασματοσκοπικών τεχνικών RAMAN και XRF. Διεξοδικότερα, η πρώτη στήλη των πινάκων περιλαμβάνει τον κωδικό της μέτρησης, ενώ η δεύτερη την οπτική ταυτοποίηση του χρώματος πάνω στο αγγείο. Στη Τρίτη στήλη αναφέρονται οι κορυφές των φασμάτων των μετρήσεων, ενώ οι επόμενες δύο στήλες επισημαίνουν τις κοντινές κορυφές, όπως προέκυψαν από τη βάση δεδομένων του Robin J. H. Clark¹⁶⁹ και του Pigments Checker¹⁷⁰, στις κορυφές των φασμάτων των δειγμάτων. Στην έκτη παρουσιάζονται τα χημικά στοιχεία που εντοπίστηκαν με τη μέθοδο XRF και τέλος στην έβδομη η ταυτοποίηση της χρωστικής. Οι κορυφές που αποδίδονται με έντονα γράμματα είναι οι χαρακτηριστικότερες οι οποίες

¹⁶⁹ <http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/>

¹⁷⁰ Caggiani, ..., 2016, 123-132

συνέβαλαν στην εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι για την καλύτερη κατανόηση των πινάκων στην ενότητα επισυνάπτονται εικόνες και φάσματα των μετρήσεων.

- **120_1_1**

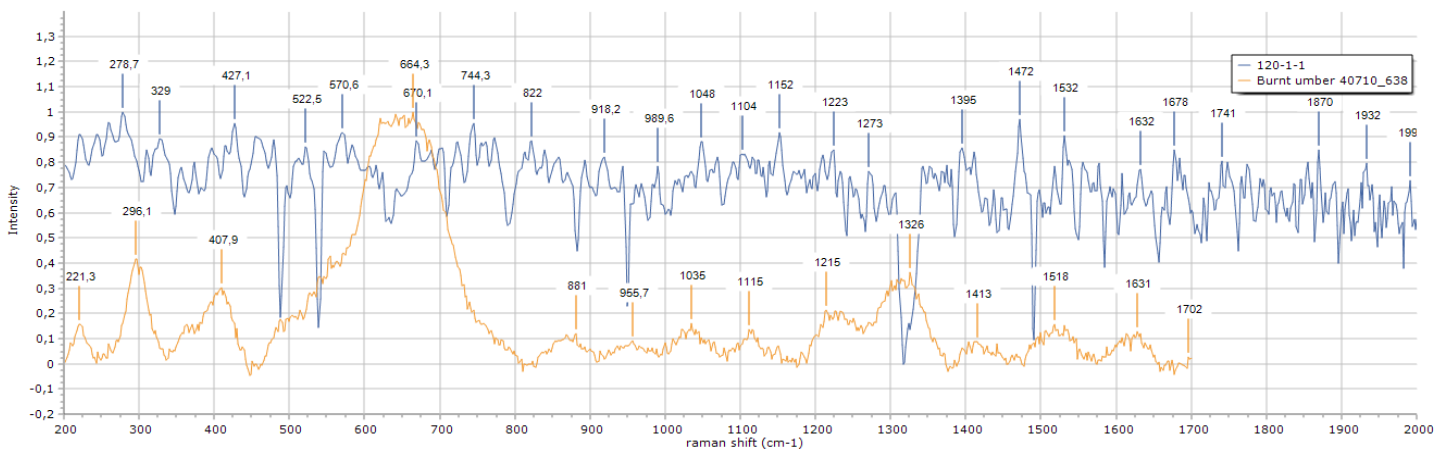
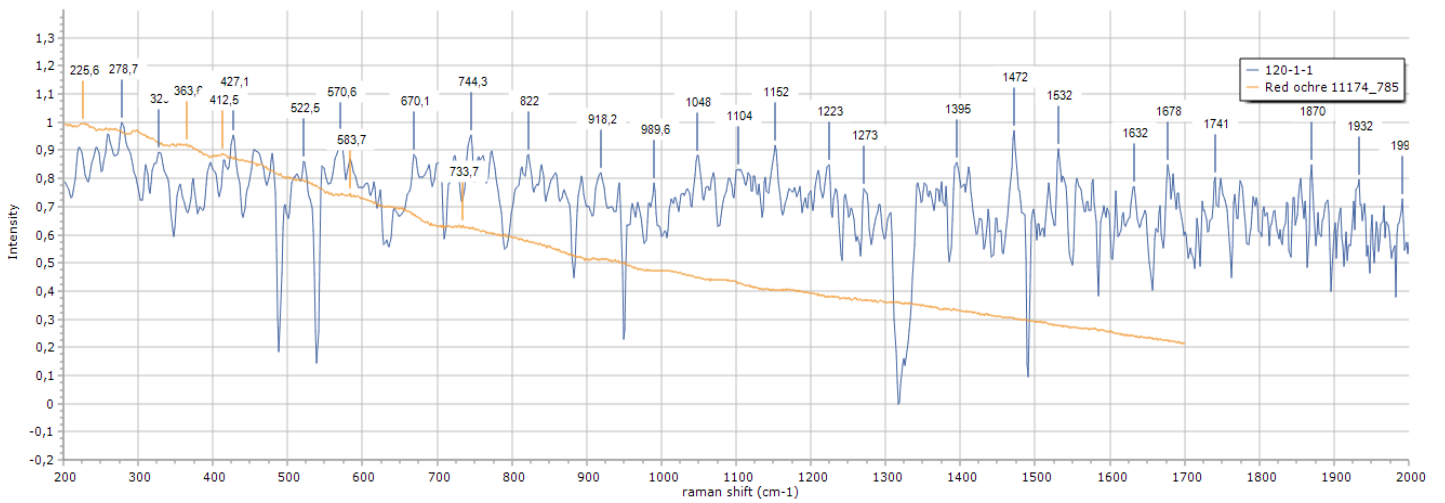


Εικόνα 43 Τμήμα διχαλωτής λαβής

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
120_1_1	ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΑΦΕ	278, 329, 427 , 522, 570 , 670 , 744, 822, 918, 989, 1048, 1104, 1152, 1223, 1273, 1395, 1472, 1532, 1632 , 1678, 1741, 1870, 1932 (με laser	—	412 , 583 , 733 (με laser	Ti, Ca , Fe , Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Red earths - Red Ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay +silica)

		785nm)		785nm)		
			—	664, 1035, 1115, 1215, 1518, <u>1631</u> (με laser 638nm)	Ti, <u>Ca</u>, <u>Fe</u>, <u>Mn</u>, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide
*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.						

Πίνακας 5.2.1, μέτρηση 120_1_1.



- 120_1_2

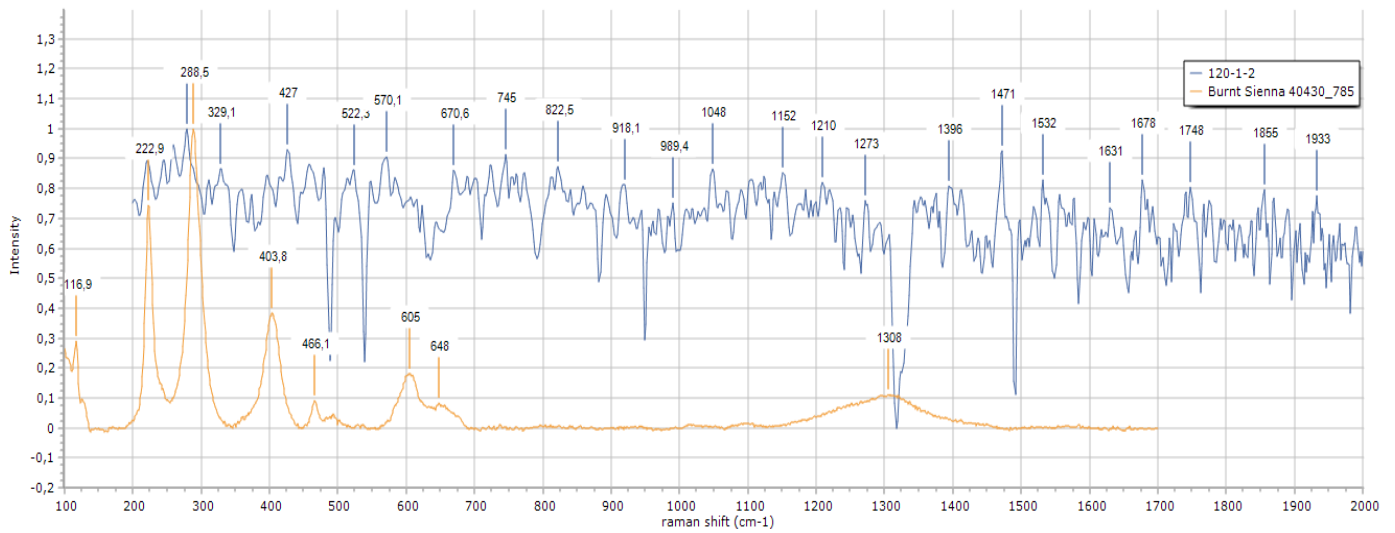


Εικόνα 44 Τμήμα διχαλωτής λαβής.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
120_1_2	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	278 , 329, 427, 522, 570, 670, 745, 822, 918, 989, 1048, 1152, 1210, 1273, 1396, 1471, 1532, 1631, 1678, 1748, 1855, 1933 (με laser 785nm)	—	288 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃

*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.

Πίνακας 5.2.2, μέτρηση 120_1_2.



• 145_1_1

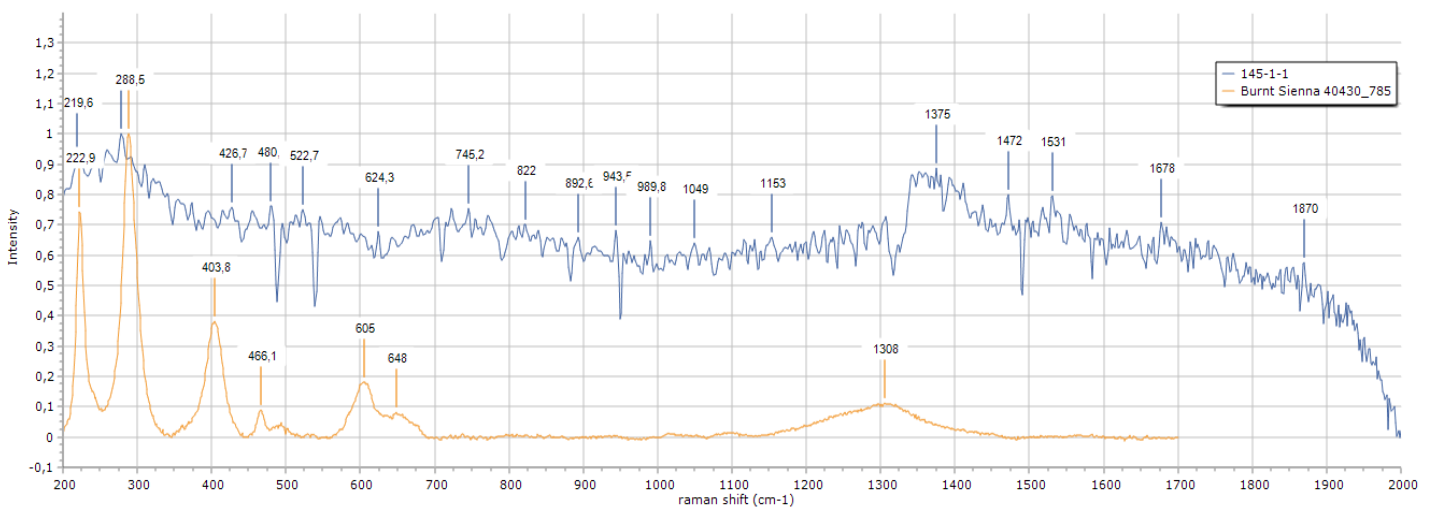
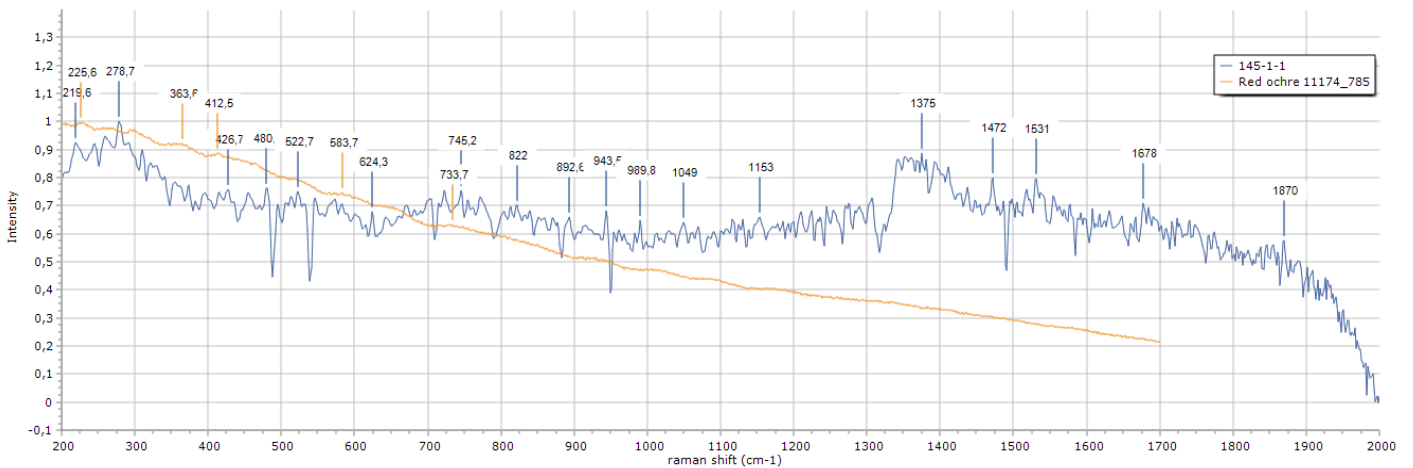


Εικόνα 45 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
145_1_1	ΠΟΡΤΟΚΑΛ Ι-ΚΑΦΕ	<u>219</u> , <u>278</u> , 426, <u>480</u> , 522, 624, 745, 822, 892, 943, 989, 1049,	<u>220</u> , <u>286</u> , 491	225, 412, 733	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Ni, Cu, Zn,	Red earths - Red ochre iron(III) oxide chromophore

		1153, 1375, 1472, 1531, 1678, 1870			As, Pb, Sn	(Fe ₂ O ₃ +clay+s ilica)
		(με laser 785nm)	(με laser 632.8nm)	(με laser 785nm)		
			—	222, 288, 466	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃
				(με laser 785nm)		
*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.						

Πίνακας 5.2.3, μέτρηση 145_1_1.



• 145_1_2

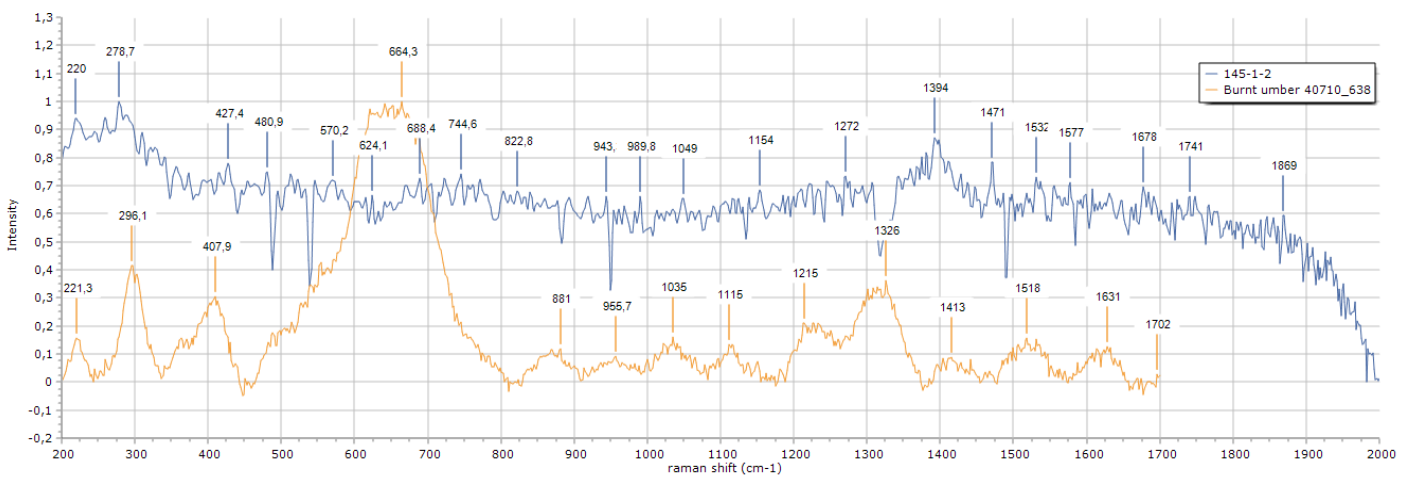
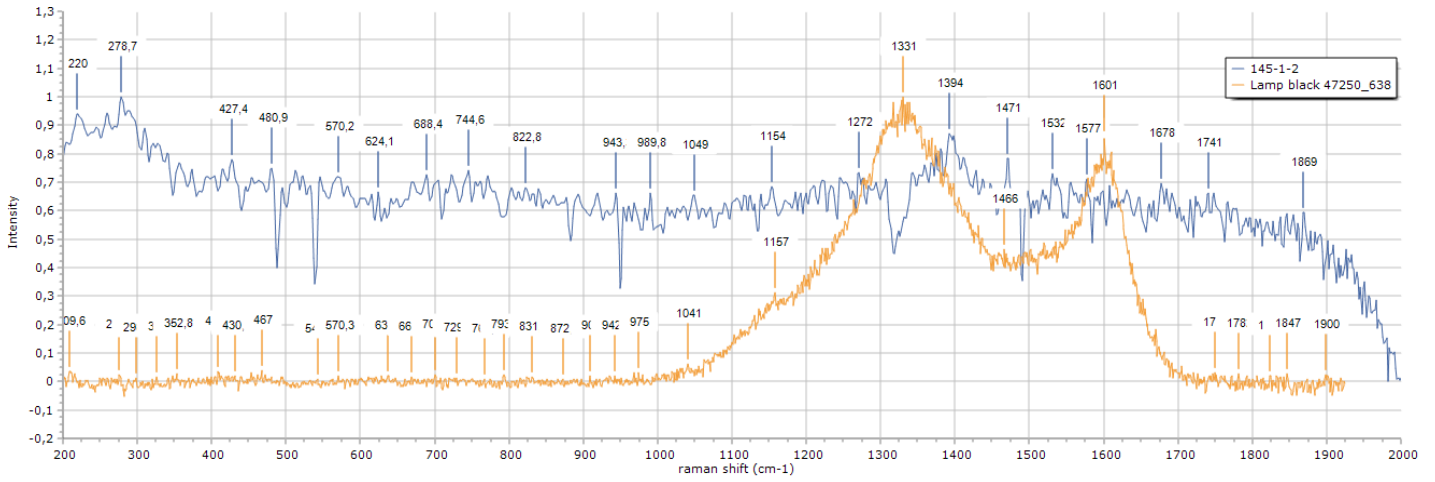


Εικόνα 46 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
145_1_2	ΜΠΟΡΝΤΟ	220, 278, 427, 480, 570, 624, 688, 744, 822, 943, 989, 1049, 1154 , 1272, 1394, 1471 , 1532, 1577, 1678, 1741, 1869 (με laser 785nm)	~ 1325vs(br); ~ 1580vs (br) (με laser 632.8nm)	220, 278, 430, 467, 570, 637, 729, 831, 942, 975, 1041, 1157 , 1466 , 1750 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb	Lamp black Carbon
			–	221, 955, 1035, 1518	Ti, Ca , Fe , Mn , Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide

				(με laser 638nm)		
--	--	--	--	------------------	--	--

Πίνακας 5.2.4, μέτρηση 145_1_2.



• 146_1_13

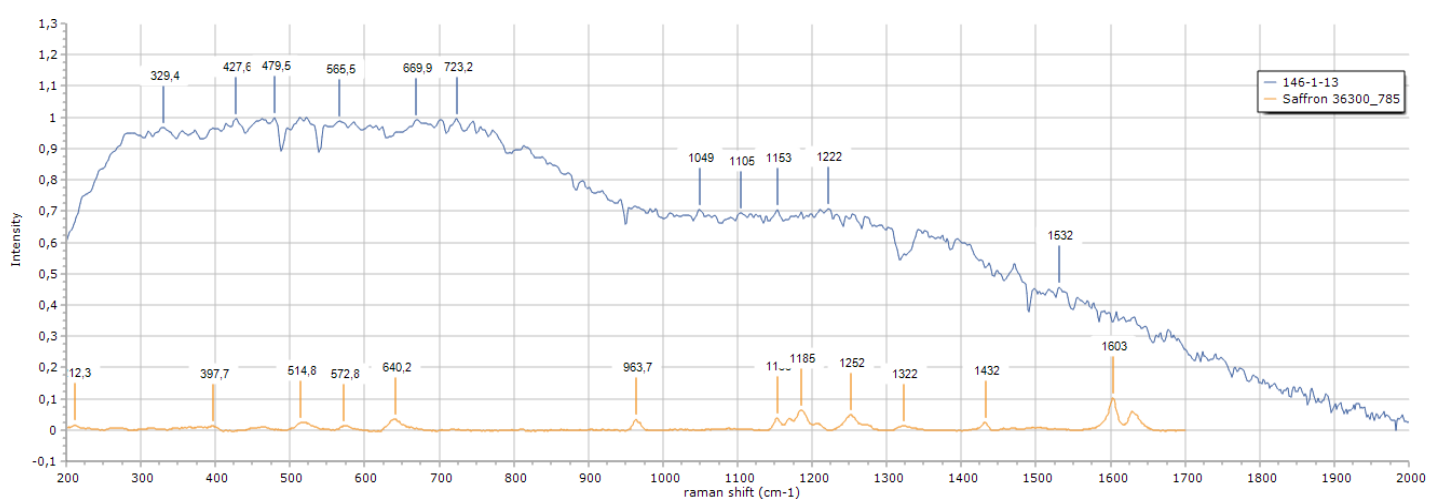
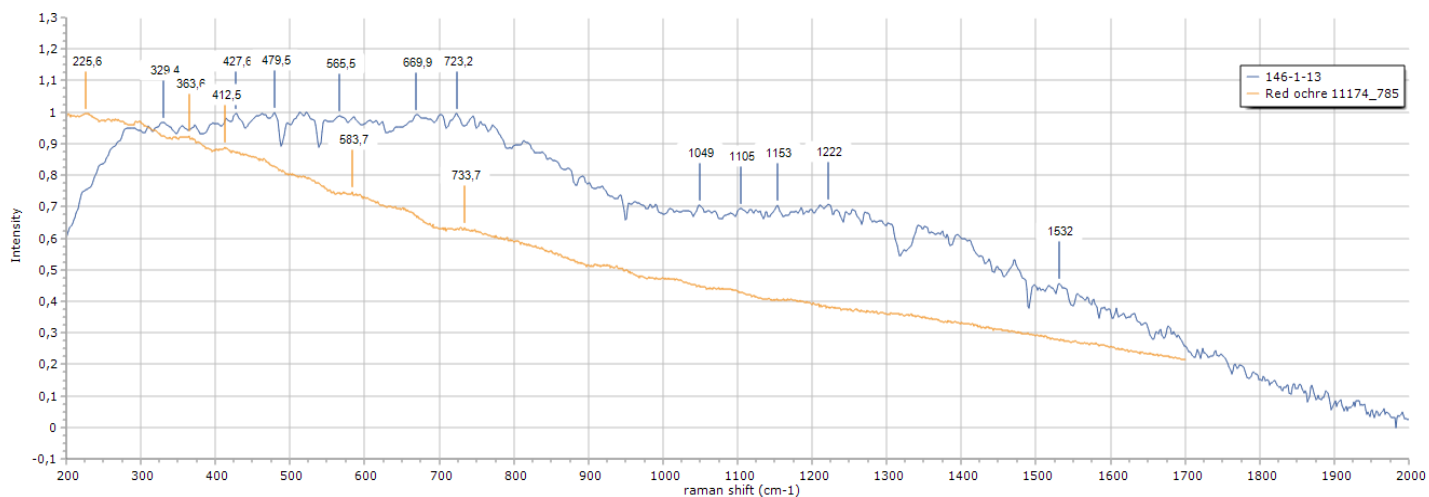


Εικόνα 47 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_13	ΚΟΚΚΙΝΟ-ΚΑΦΕ	329, <u>427</u> , 479, 565, 669, 723, 1049, 1105, <u>1153</u> , 1222, <u>1532</u> (με laser 785nm)	-	<u>412</u> , 733 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Red earths - Red ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s ilica)
			1165, 1210, <u>1536</u> (με laser 514.5nm)	572, 1150 (με laser 785nm)	<u>Ti</u> , <u>Ca</u> , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Saffron Crocetin, carotenoid dicarboxylic acid, C ₂₀ H ₂₄ O ₄

*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.

Πίνακας 5.2.5, μέτρηση 146_1_13.



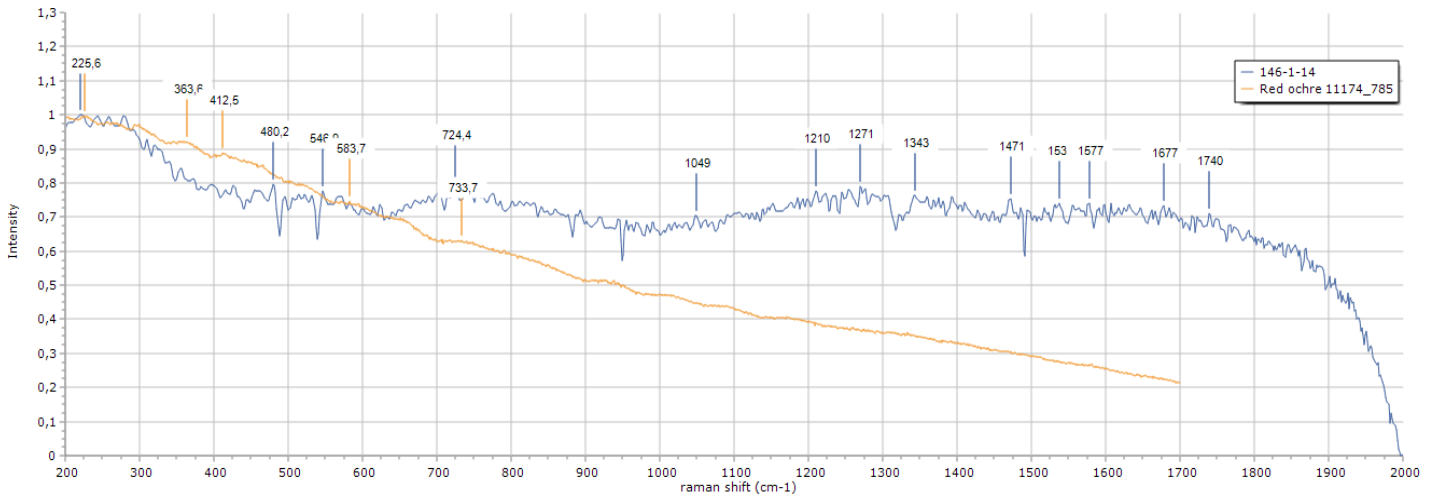
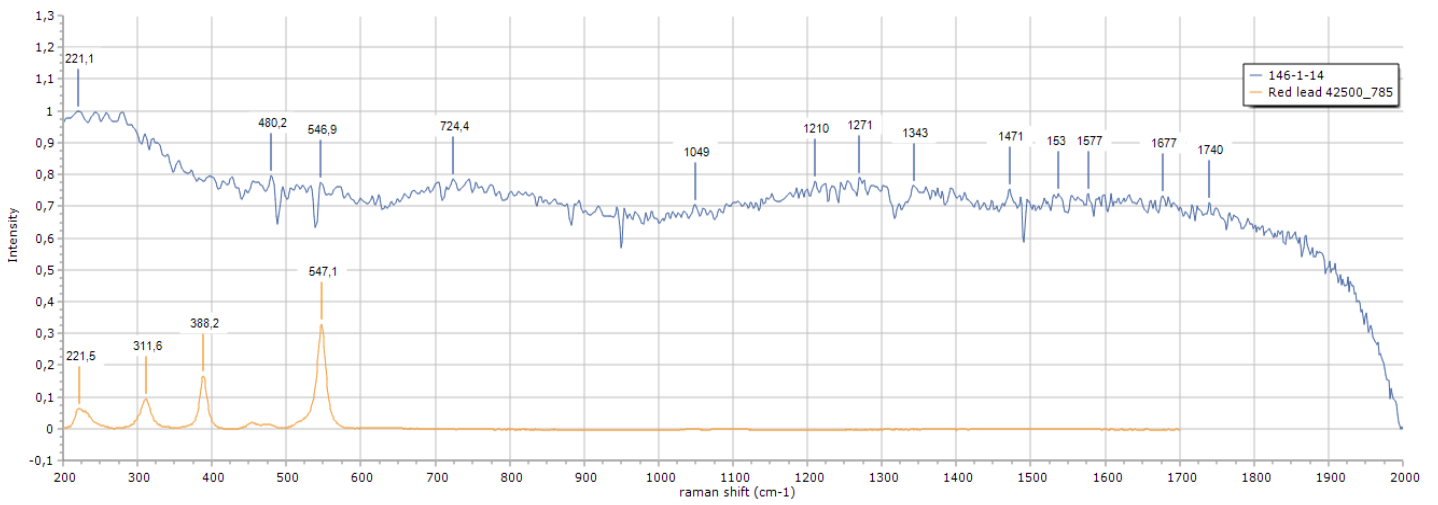
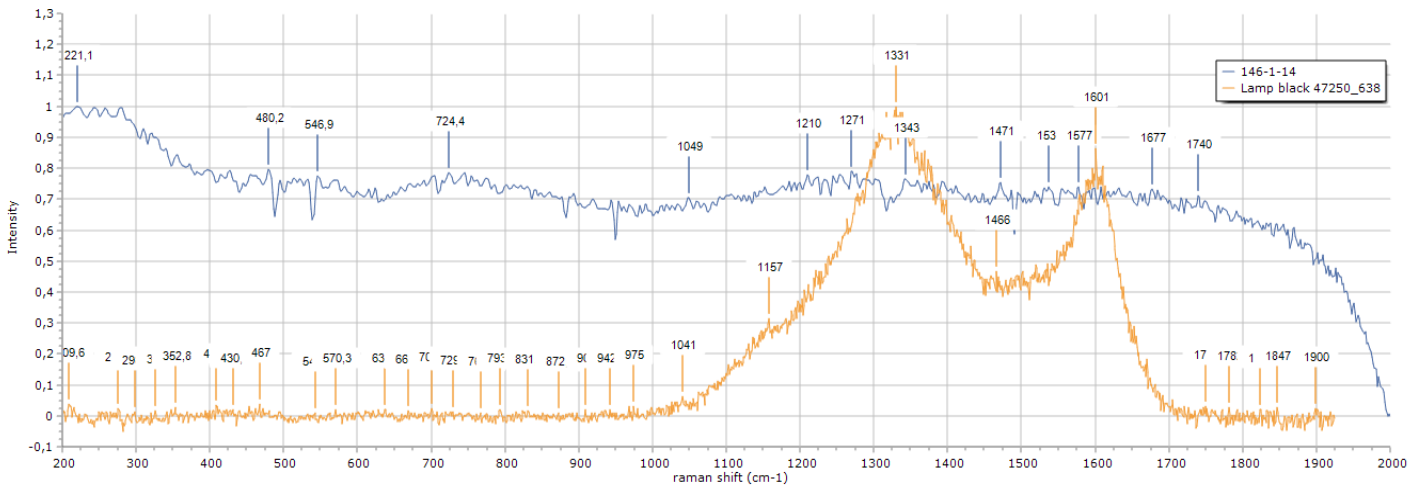
- **146_1_14**



Εικόνα 48 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_14	ΜΠΟΡΝΤΟ	<u>221</u> , 480, <u>546</u> , 724, 1049, 1210, 1271, <u>1343</u> , <u>1471</u> , 153_, 1577, 1677, 1740 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	209, 467, 541, 729, 1041, <u>1331</u> , <u>1466</u> , 1750 (με laser 638nm)	Ti, <u>Ca</u> , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
			223, 480, <u>548</u> (με laser 632.8nm)	221, <u>547</u> (με laser 785nm)	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, <u>Pb</u>	Red lead dilead(II) lead(IV) oxide: Pb ₃ O ₄
			<u>220</u> , 491 (με laser 632.8nm)	225, 733 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Red earths - Red ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s ilica)

Πίνακας 5.2.6, μέτρηση 146_1_14.



• 146_1_15



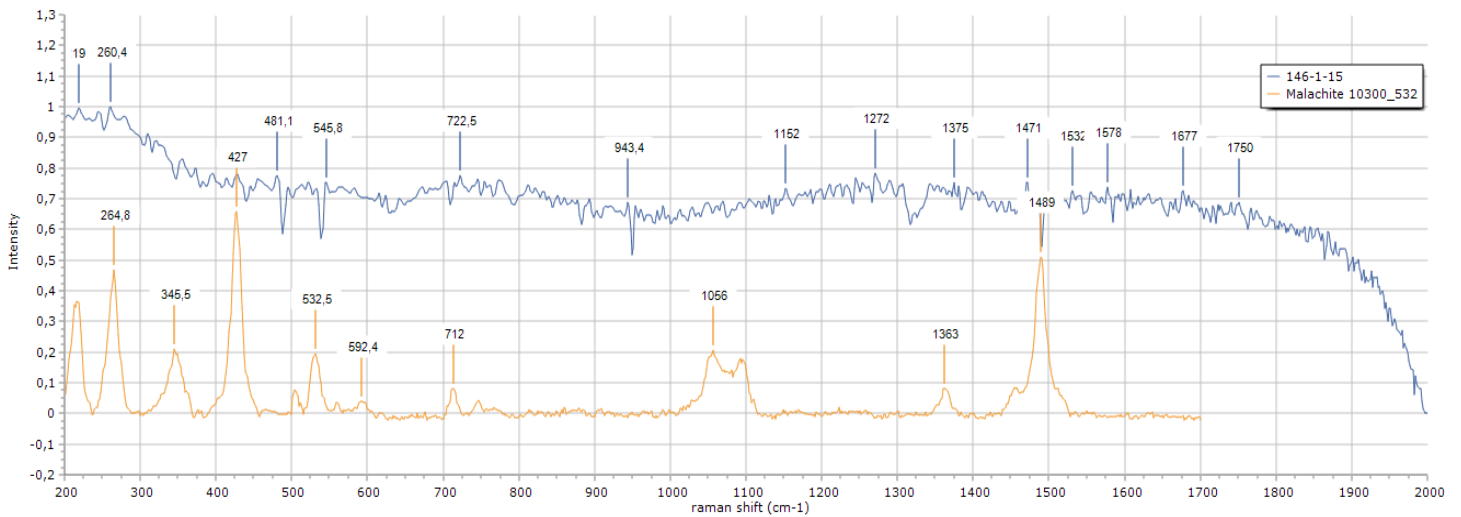
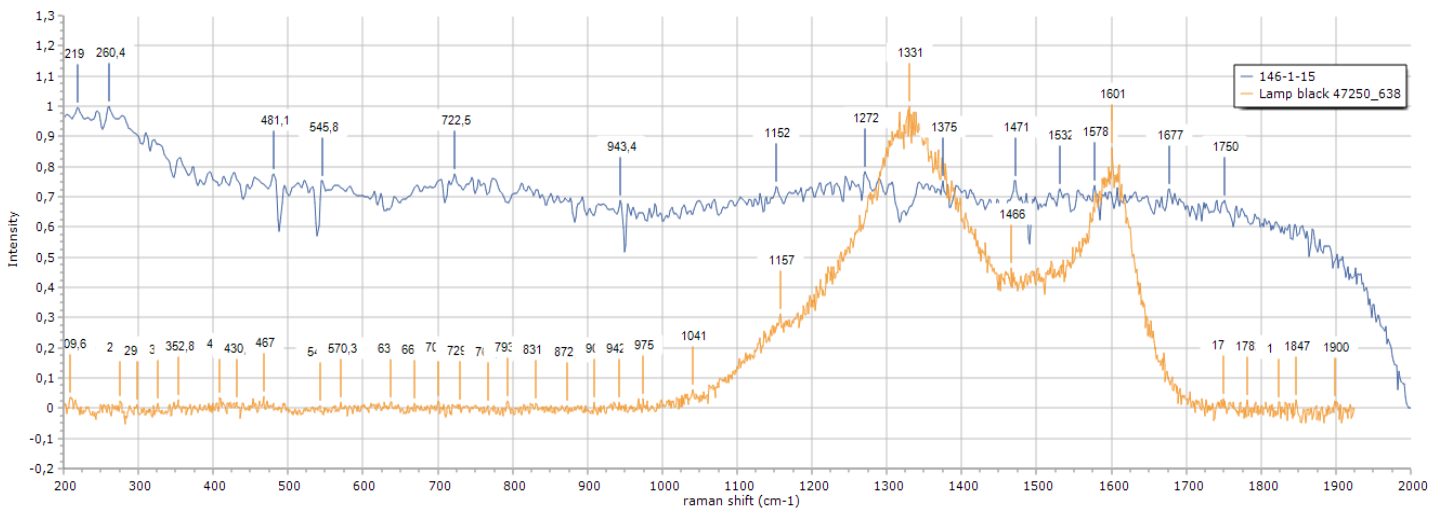
Εικόνα 49 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_15	ΚΑΦΕ-ΠΡΑΣΙΝΟ	219, 260 , 481, 545 , 722, 943, 1152 , 1272, 1375, 1471 , 1532, 1578, 1677, 1750 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	209, 467, 541, 729, 942, 1157 , 1466 , 1750 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Lamp black carbon
			217, 268 , 533 , 558 (με laser	–	Ti, Ca , Fe , Mn, Cr, Co, Ni, Cu , Zn, As, Pb, Sn	Malachite Basic copper(II) carbonate Cu ₃ CO ₃ .Cu(OH) ₂

514.5nm)

*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.

Πίνακας 5.2.7, μέτρηση 146_1_15.



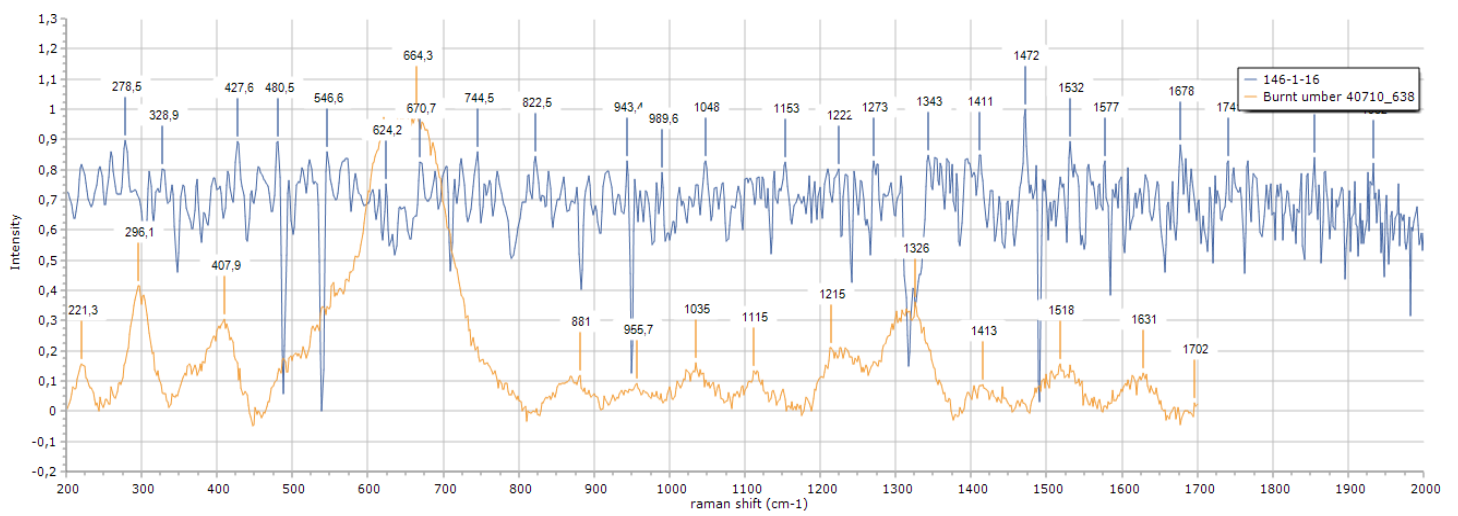
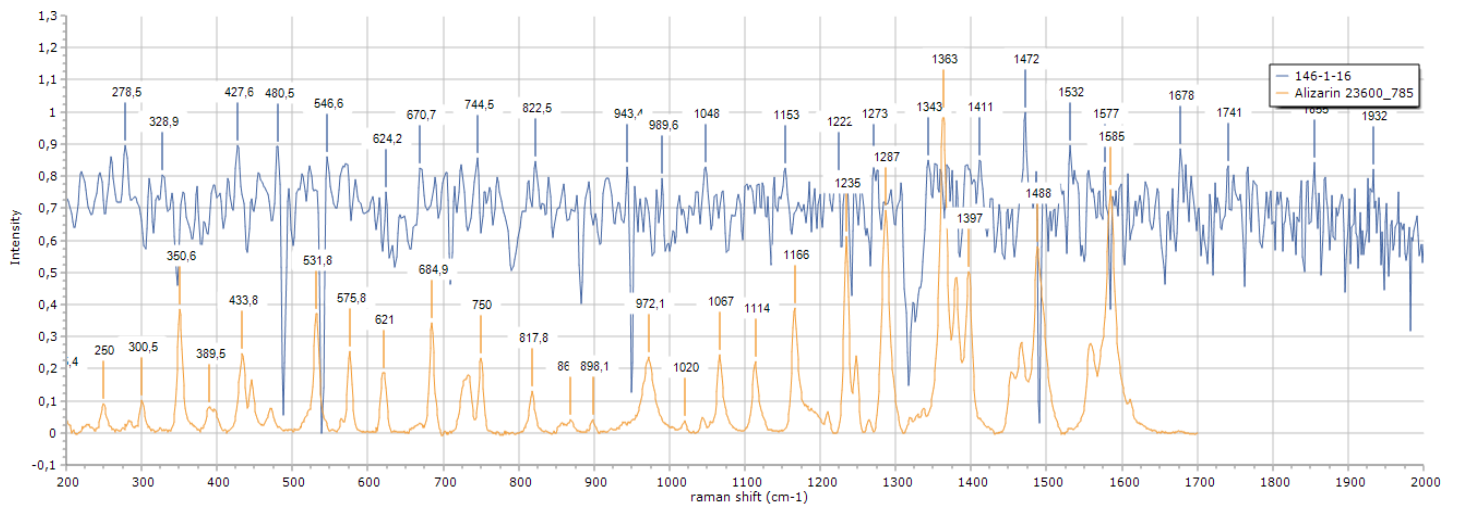
• 146_1_16



Εικόνα 50 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_16	ΜΠΟΡΝΤΟ	278, 328, 427, 480, 546, 624, 670, 744, 822, 943, 989, 1048, 1153, 1222 , 1273 , 1343, 1411, 1472, 1532, 1577 , 1678, 1741, 1855, 1932 (με laser 785nm)	-	433, 531, 621, 684, 750, 817, 1166, 1235 , 1287 , 1585 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄
			-	955, 1035, 1215, 1413, 1518 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe , Mn , Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide

Πίνακας 5.2.8, μέτρηση 146_1_16.



- 146_1_17



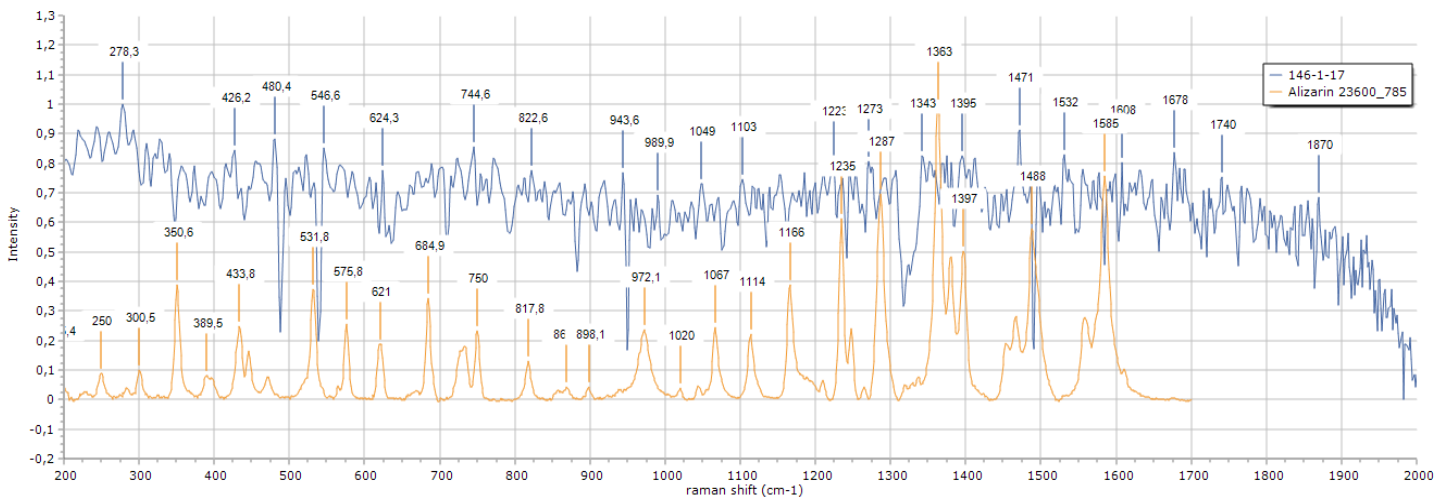
Εικόνα 51 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_17	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ-ΚΟΚΚΙΝΟ	278, 426, 480, 546, 624, 744, 822, 943, 989, 1049, 1103, 1223, 1273 , 1343, 1395, 1471, 1532, 1608, 1678, 1740, 1870 (με laser 785nm)	-	433, 531, 621, 750, 817, 1114, 1235 , 1287 , 1397 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄

*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.

Πίνακας 5.2.9, μέτρηση 146_1_17.



• 146_1_18

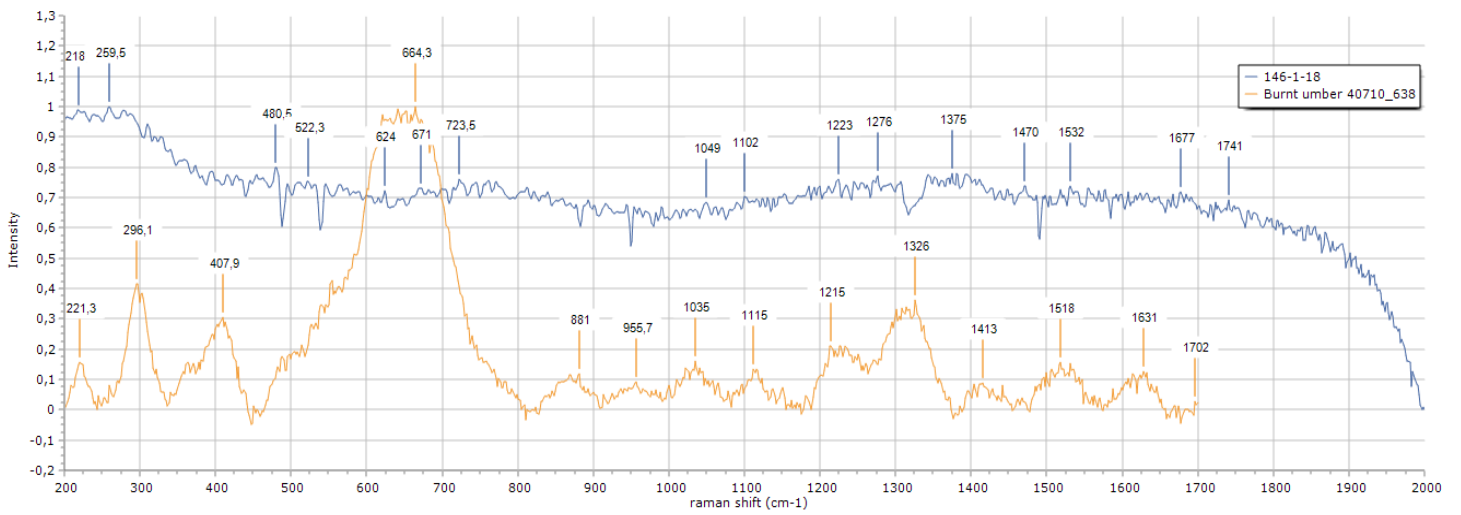
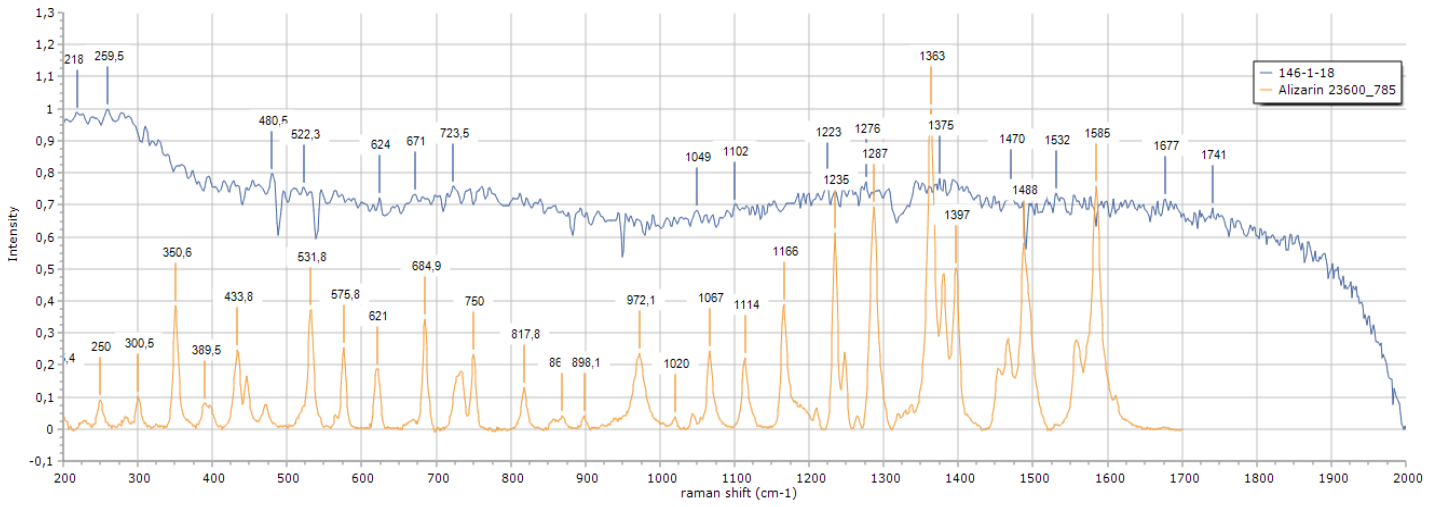


Εικόνα 52 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_18	ΚΟΚΚΙΝΟ	218, 259, 480, 522, 624, 671 , 723, 1049, 1102, 1223 , 1276 , 1375 , 1470, 1532, 1677, 1741 (με laser 785nm)	-	250, 531, 621, 684, 1114, 1235 , 1287 , 1363 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄
			-	221, 664 , 1035, 1115, 1215, 1518	Ti, Ca , Fe , Mn , Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide

				(με laser 638nm)		
--	--	--	--	------------------	--	--

Πίνακας 5.2.10, μέτρηση 146_1_18.



• 146_1_19



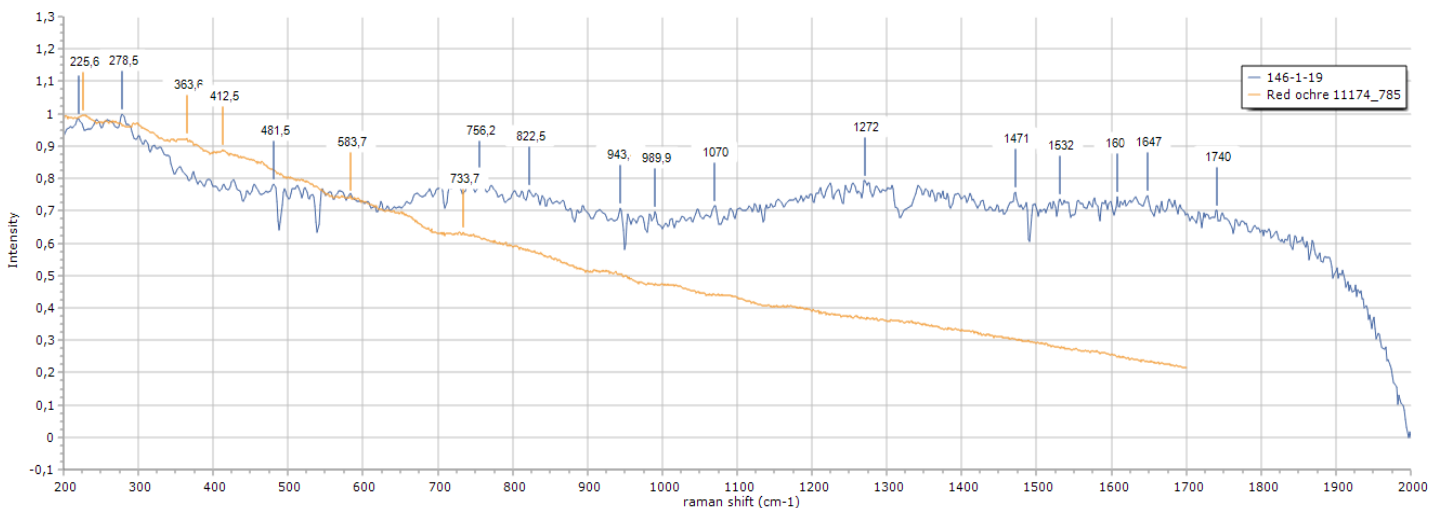
Εικόνα 53 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_19	ΚΑΦΕ	<u>219, 278</u> , 481, 756, 822, 943, 989, 1070, 1272, 1471, 1532, 160_, 1647, 1740 (με laser 785nm)	<u>220, 286</u> , 491 (με laser 632.8nm)	225 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Red earths - Red ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s ilica)

*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.

Πίνακας 5.2.11, μέτρηση 146_1_19.



• 146_1_20

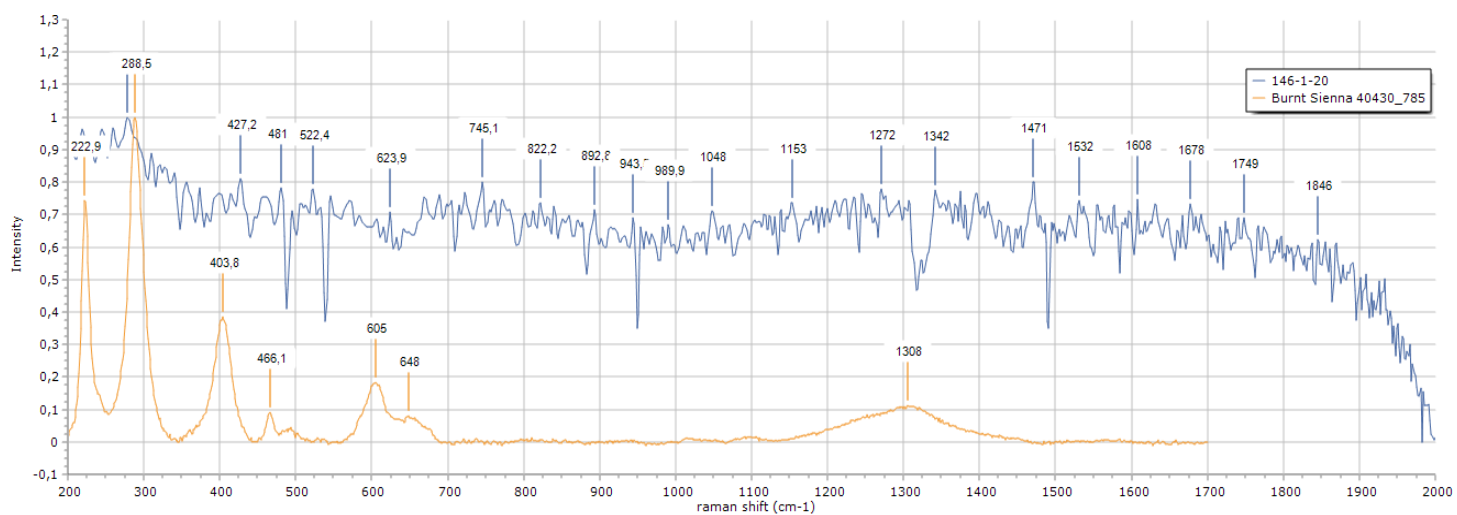
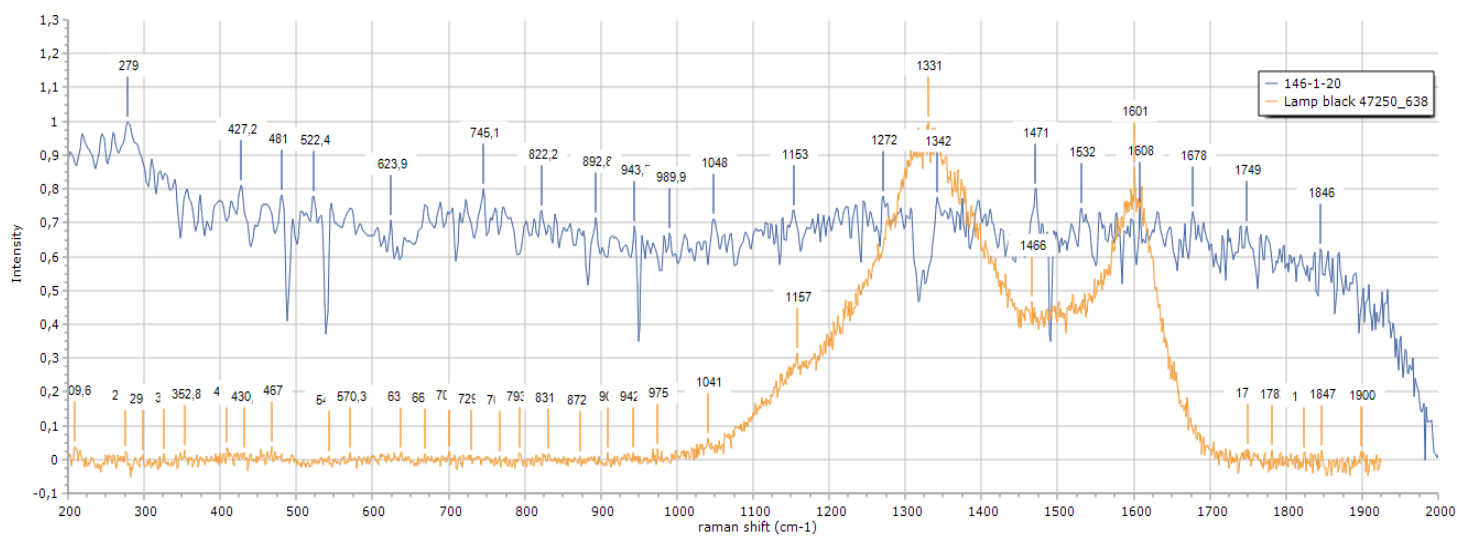


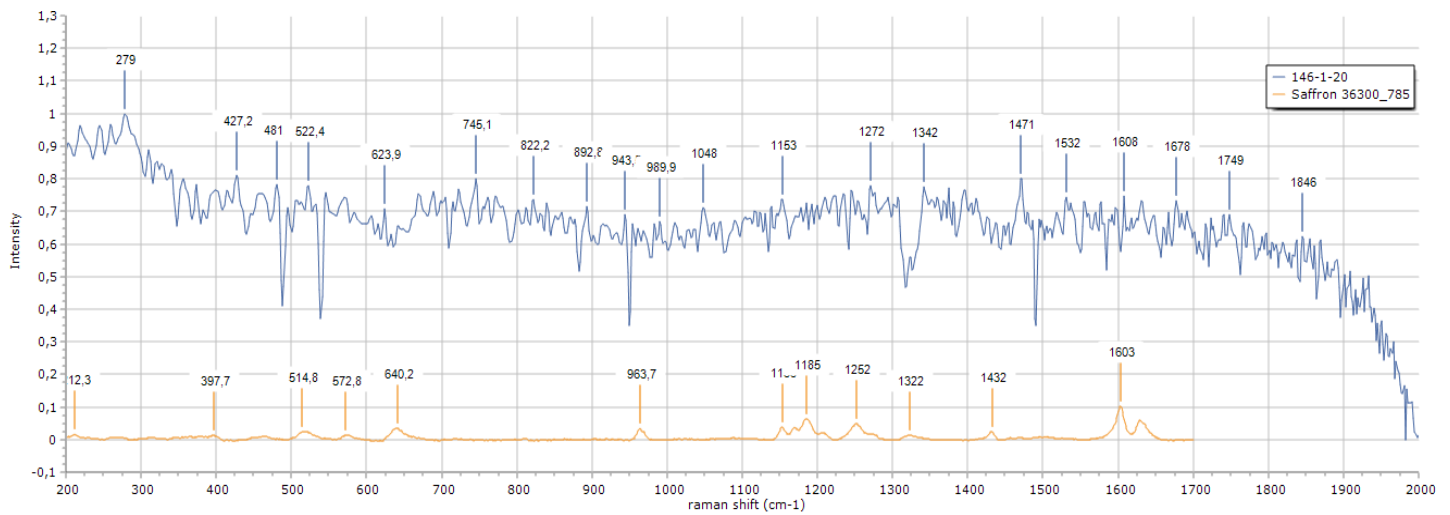
Εικόνα 54 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
146_1_20	ΜΠΟΡΝΤΟ	279 , 427, 481 , 522, 623, 745, 822, 892, 943, 989, 1048, 1153 , 1272, 1342 , 1471 , 1532 , 1608 , 1678, 1749, 1846 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 467, 637, 822, 942, 975, 1041, 1157 , 1331 , 1466 , 1601 , 1750, 1847 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Lamp black carbon
			—	288, 466 (με laser	Ti, Ca , Fe , Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃

				785nm)		
			1165 , 1282, 1536	514, 1150, 1603	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Saffron Crocetin, carotenoid dicarboxylic acid, C ₂₀ H ₂₄ O ₄
			(με laser 514.5nm)	(με laser 785nm)		

Πίνακας 5.2.12, μέτρηση 146_1_20.





• 158_1_1



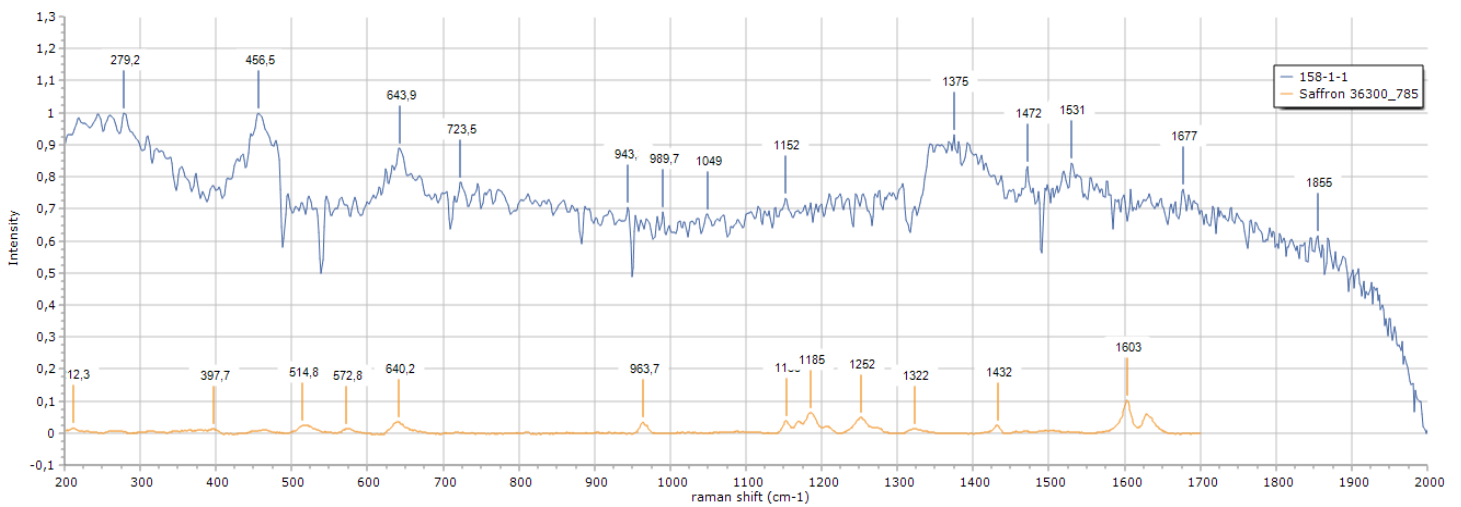
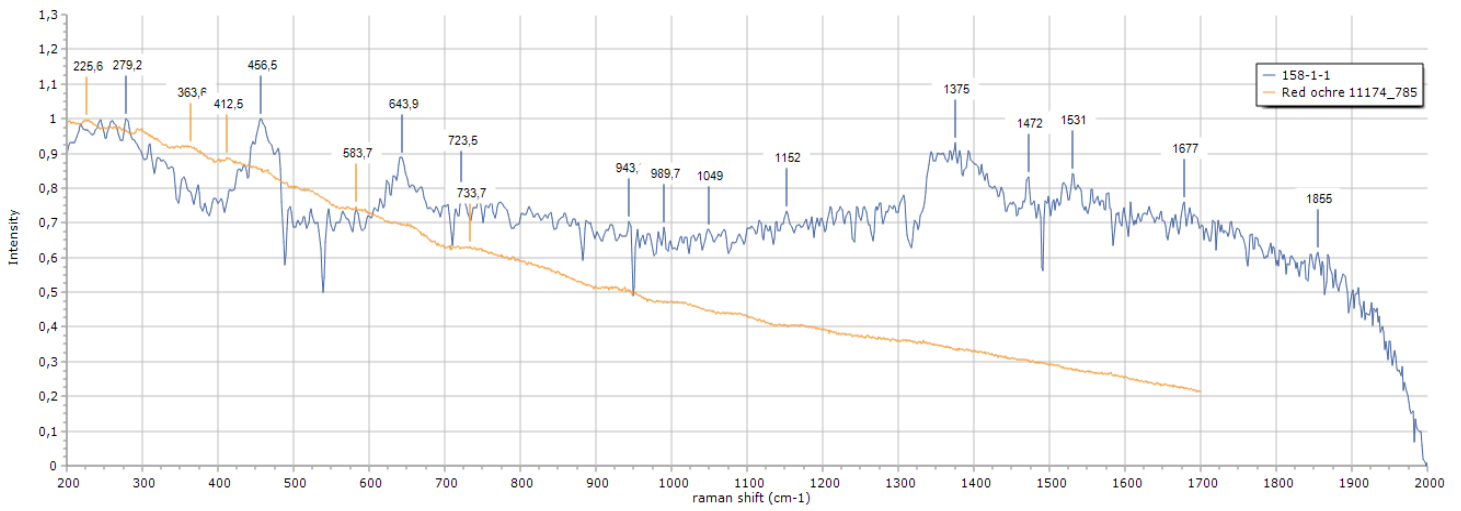
Εικόνα 55 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
158_1_1	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ-ΚΟΚΚΙΝΟ	<u>279</u> , 456, 643, 723, 943, 989, 1049, <u>1152</u> , 1375, 1472, <u>1531</u> , 1677, 1855	<u>286</u>	733	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Red earths - Red Ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s ilica)

		(με laser 785nm)	(με laser 632.8nm)	(με laser 785nm)		
			1165, 1536	640, 1150	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Saffron Crocin, carotenoid dicarboxylic acid, C ₂₀ H ₂₄ O ₄
			(με laser 514.5nm)	(με laser 785nm)		

*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.

Πίνακας 5.2.13, μέτρηση 158_1_1.



• 158_1_2

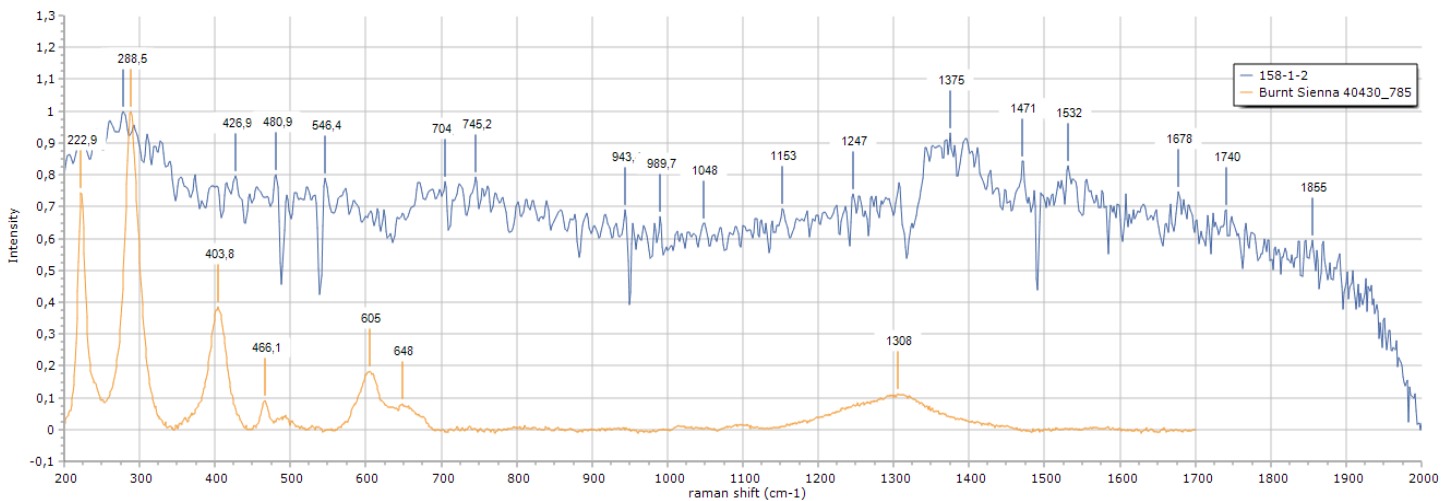
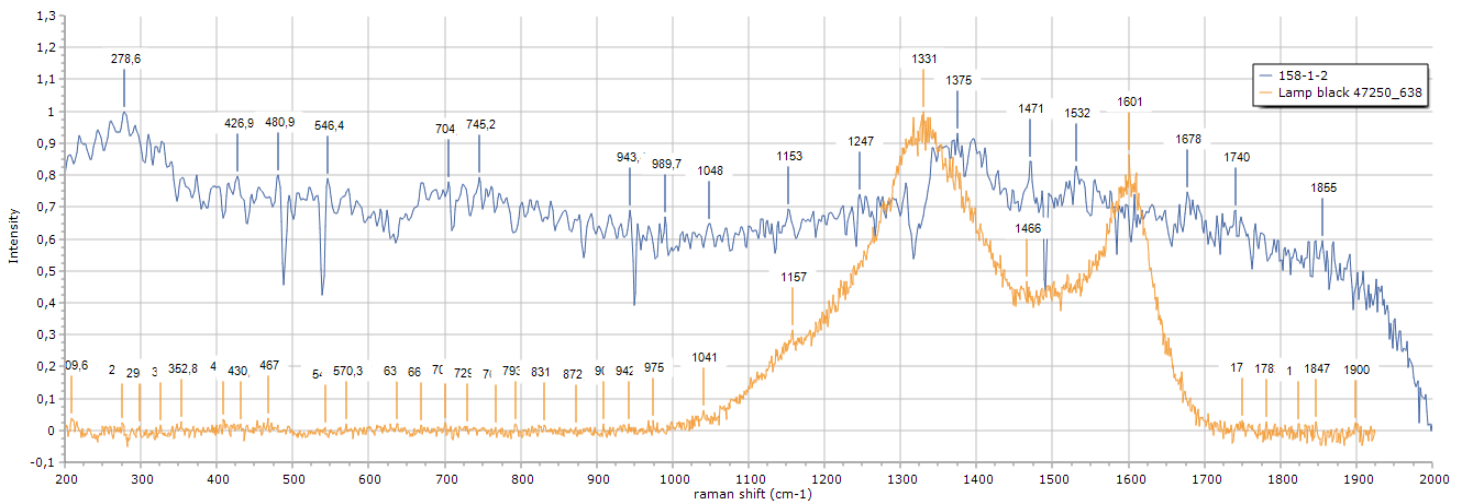


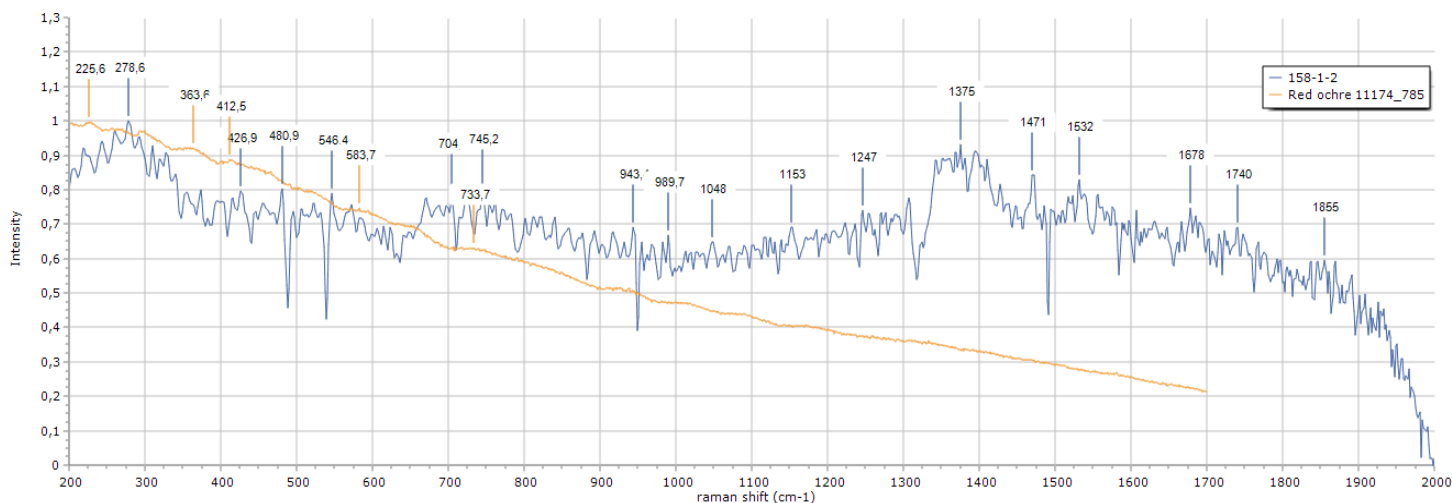
Εικόνα 56 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
158_1_2	ΚΑΦΕ-ΜΑΥΡΟ	278 , 426, 480, 546, 704, 745, 943, 989, 1048 , 1153 , 1247, 1375, 1471 , 1532, 1678, 1740, 1855 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 467, 541, 700, 942, 975, 1041 , 1157 , 1466 , 1750, 1847 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
			-	288 , 466 (με laser	Ti, Ca , Fe , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃

				785nm)		
			<u>286</u> , 491	412, 733	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Red earths - Red Ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s ilica)
			(μe laser 632.8nm)	(μe laser 785nm)		

Πίνακας 5.2.14, μέτρηση 158_1_2.





- 158_1_3

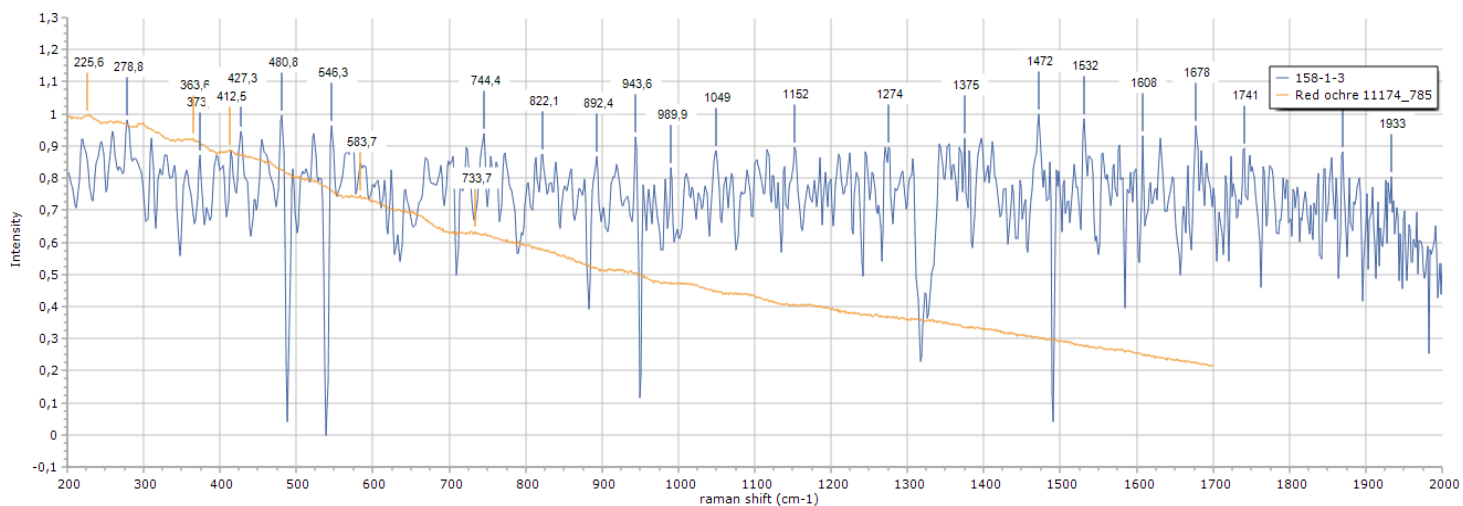


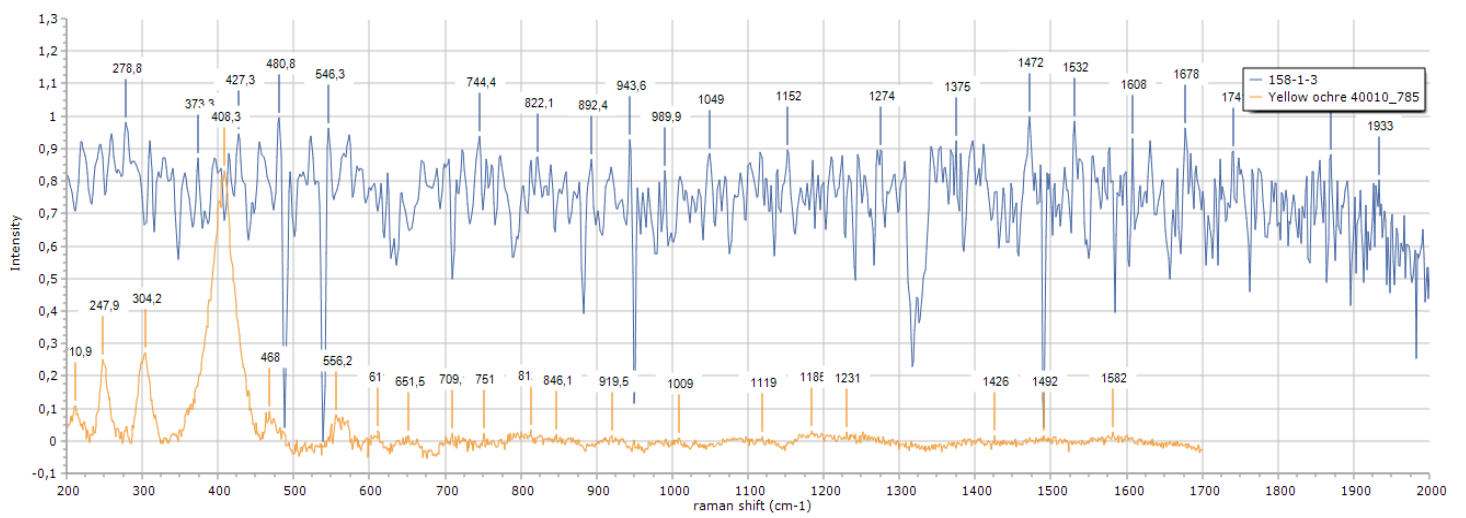
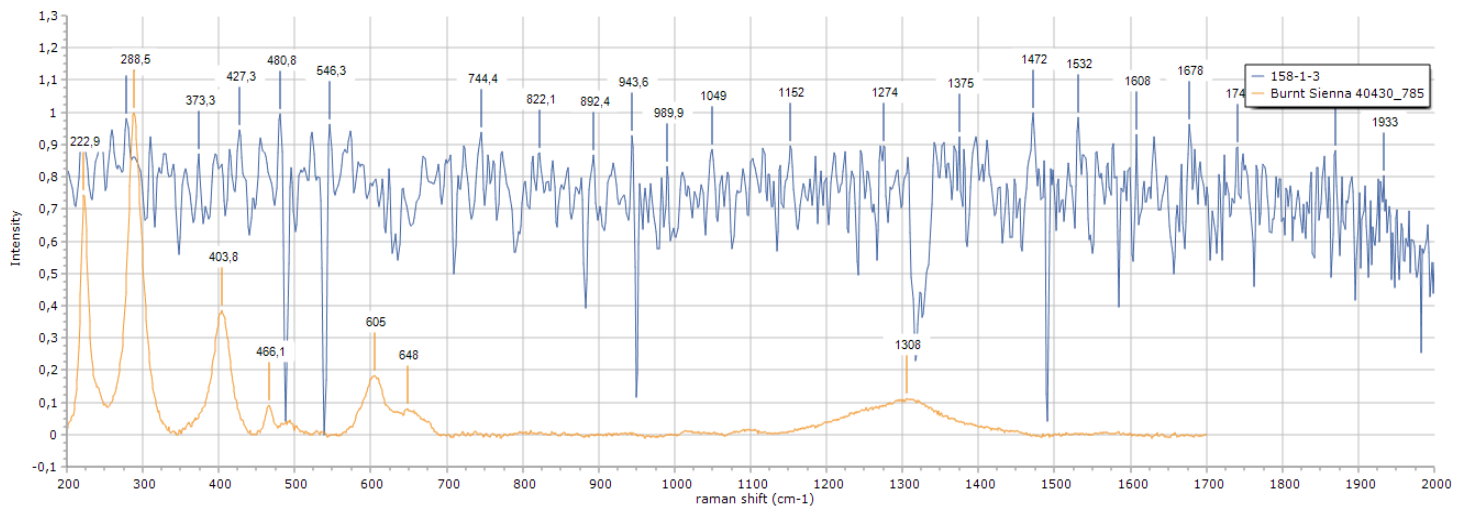
Εικόνα 57 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ Η ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
158_1_3	ΚΟΚΚΙΝΟ-ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	<u>278</u> , <u>373</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , 546, 744, 822, 892, 943, 989, 1049, 1152, 1274,	<u>286</u> , 491	363, 412, 733	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As,	Red earths - Red Ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s

		1375, 1472, 1532, 1608, 1678, 1741, 1870, 1933			Pb	ilica)
		(με laser 785nm)	(με laser 632.8nm)	(με laser 785nm)		
				288, 466	Ti, Ca , Fe , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃
				(με laser 785nm)		
			387, 416, 482, 551	468, 556, 751, 812	Ti, Ca , Fe , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Yellow ochre goethite (Fe ₂ O ₃ .H ₂ O)+ clay+silica
			(με laser 632.8nm)	(με laser 785nm)		
*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.						

Πίνακας 5.2.15, μέτρηση 158_1_3.





• 158_1_4



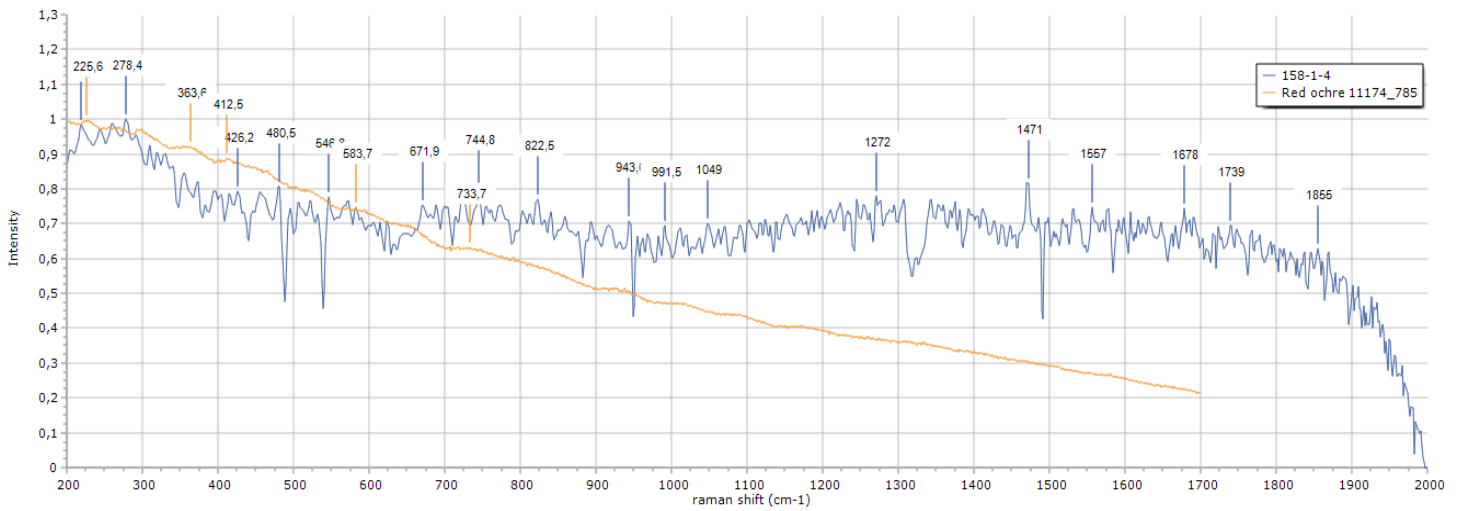
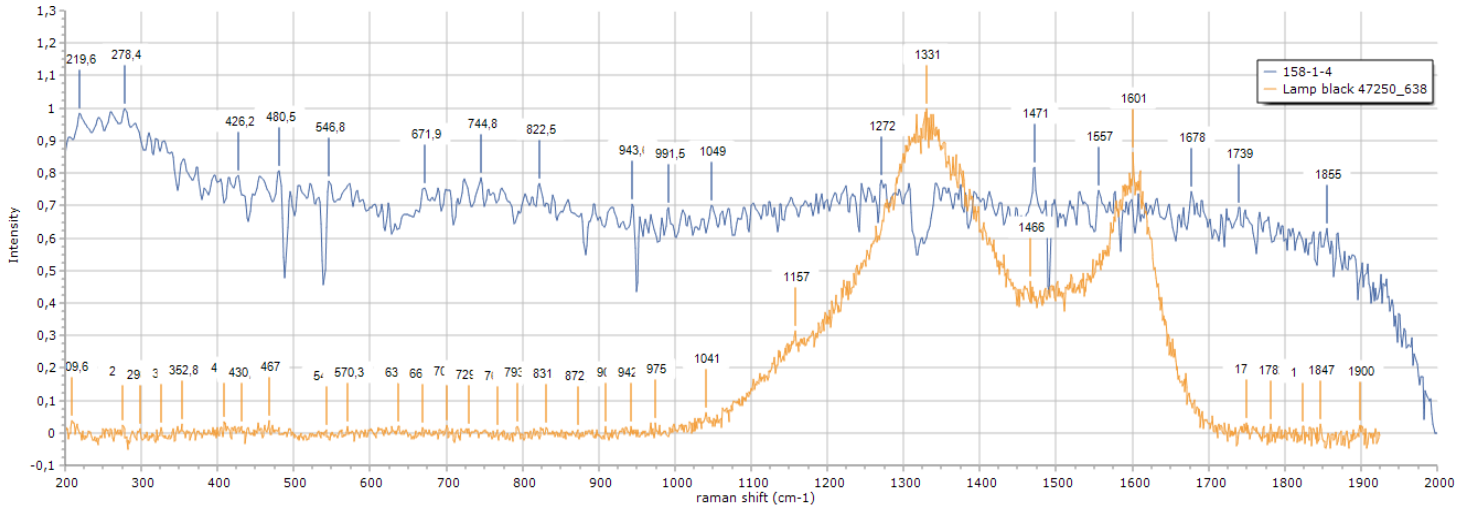
Εικόνα 58 Όστρακο με γραπτή διακόσμηση.

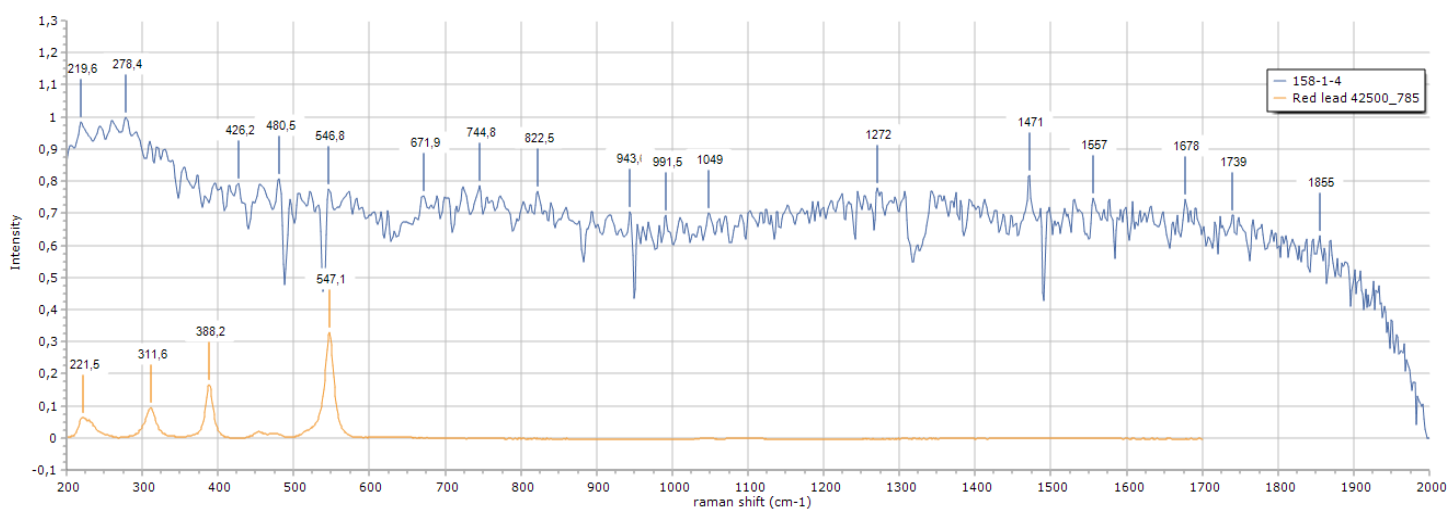
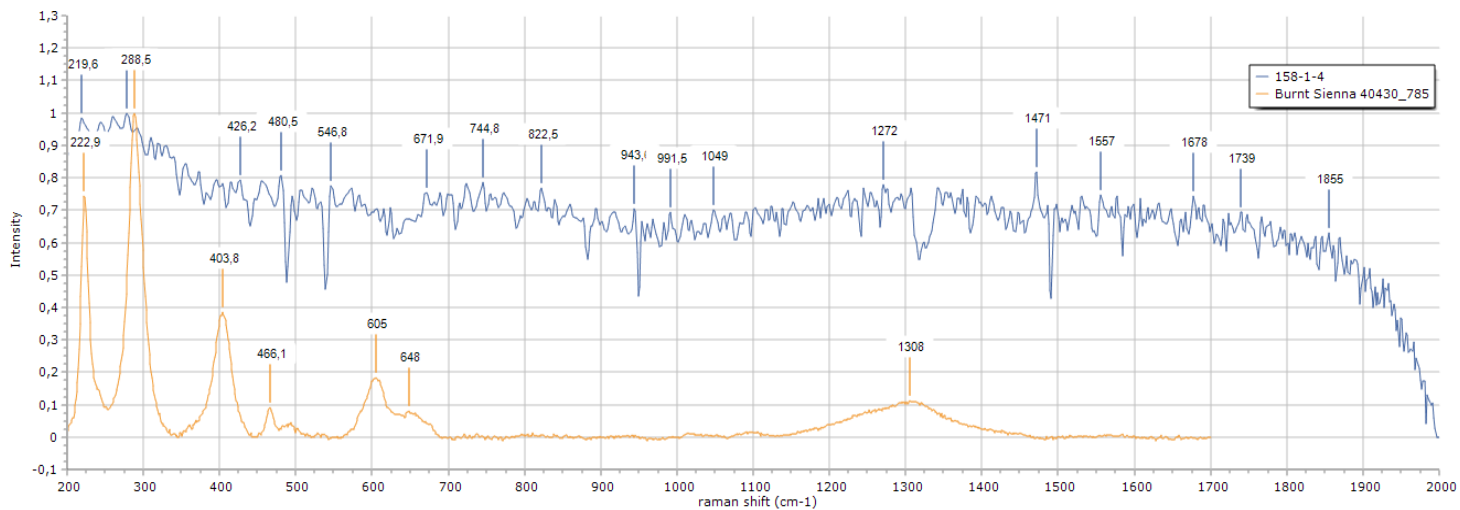
RAMAN SPECTROSCOPY

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
158_1_4	ΜΠΟΡΝΤΟ	219, 278, 426, 480, 546, 671, 744, 822, 943, 991, 1049, 1272, 1471, 1557, 1678, 1739, 1855 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	209, 278, 430, 467, 541, 668, 729, 831, 942, 1041, 1466, 1750, 1847 (με laser 638nm)	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
			220, 286, 491 (με laser 632.8nm)	228, 412, 733 (με laser 785nm)	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Red earths - Red Ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s silica)
			-	222, 288, 466 (με laser 785nm)	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃
			223, 480, 548	221, 547	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Red lead dilead(II) lead(IV) oxide: Pb ₃ O ₄

			(με laser 632.8nm)	(με laser 785nm)		
--	--	--	-----------------------	---------------------	--	--

Πίνακας 5.2.16, μέτρηση 158_1_4.

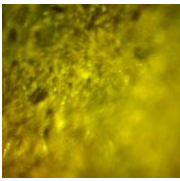




• 314_12_1

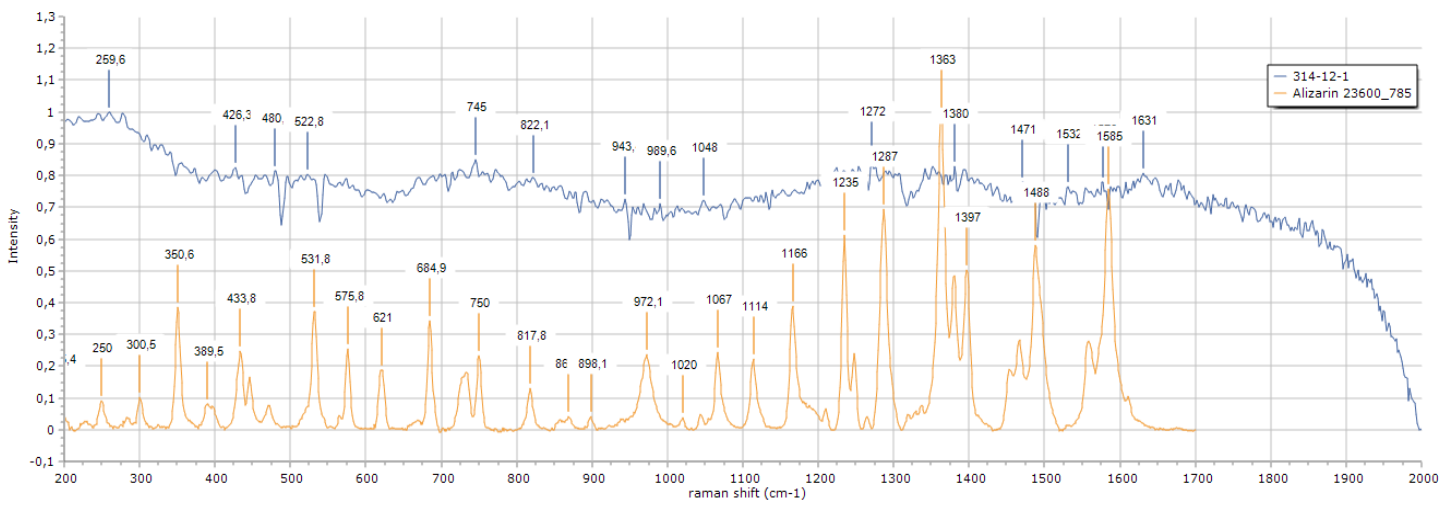
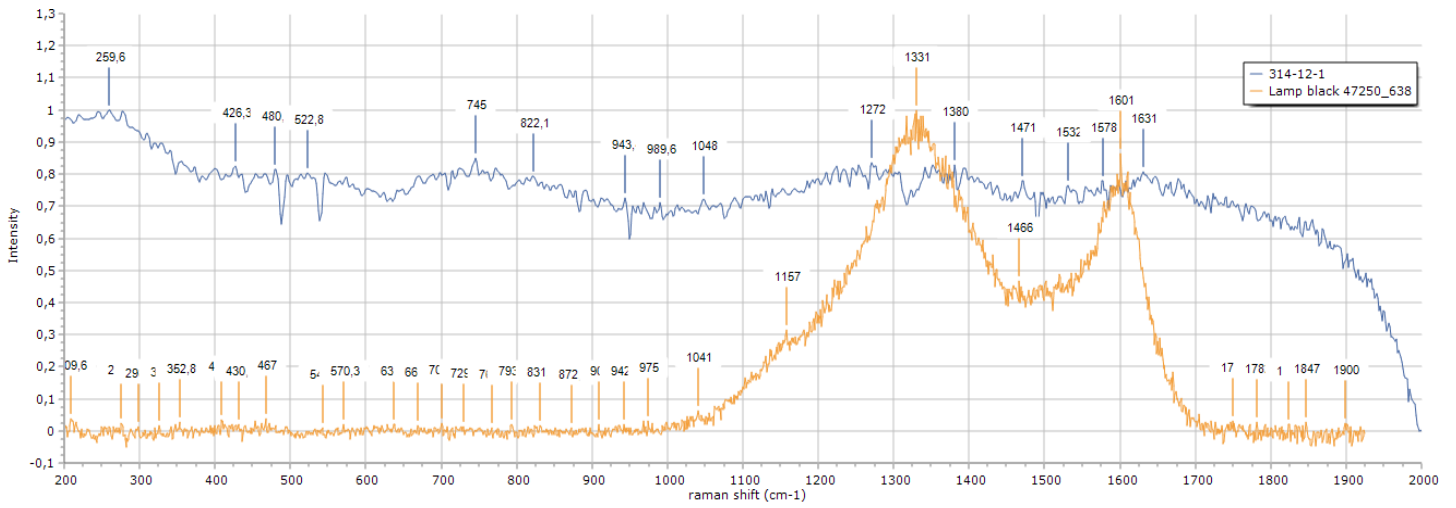


Εικόνα 59 Αγγείο 12.

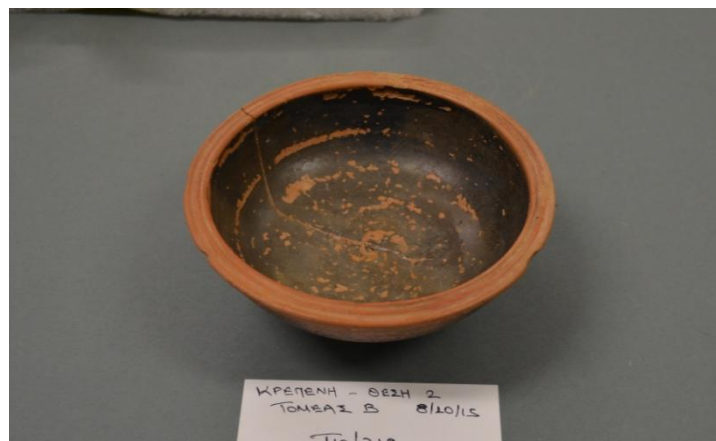
RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
314_12_1	ΚΑΦΕ-ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 	259, 426, 480, 522, 745, 822, 943, 989, 1048 , 1272 , 1380, 1471 , 1532 , 1578, 1631	~1325vs(br); ~1580vs (br)	430, 467, 831, 942, 975, 1041 , 1466	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
		(με laser 785nm)	(με laser 632.8nm)	(με laser 785nm)		
			–	250, 433, 531, 750, 817, 1287 , 1585	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄
			1276 , 1518 , 1568, 1626	–	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Berberine [C ₂₀ H ₁₈ N ₁ O ₄] ⁺ plus sulfate or chloride anion
			(με laser 632.8nm)			

*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.


Πίνακας 5.2.17, μέτρηση 314_12_1.



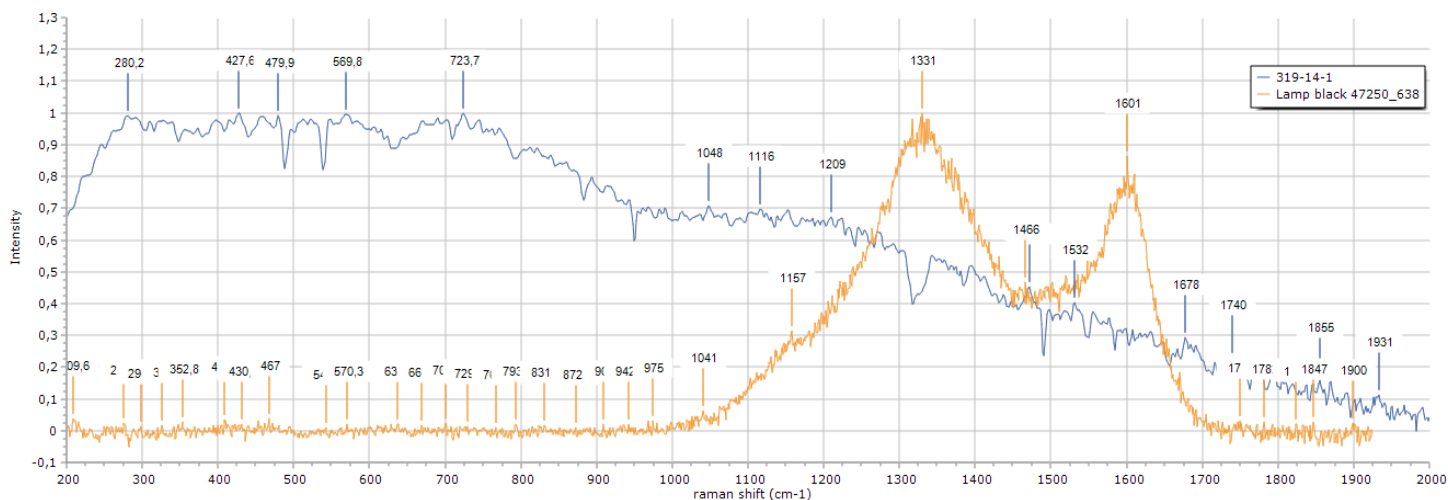
- 319_14_1

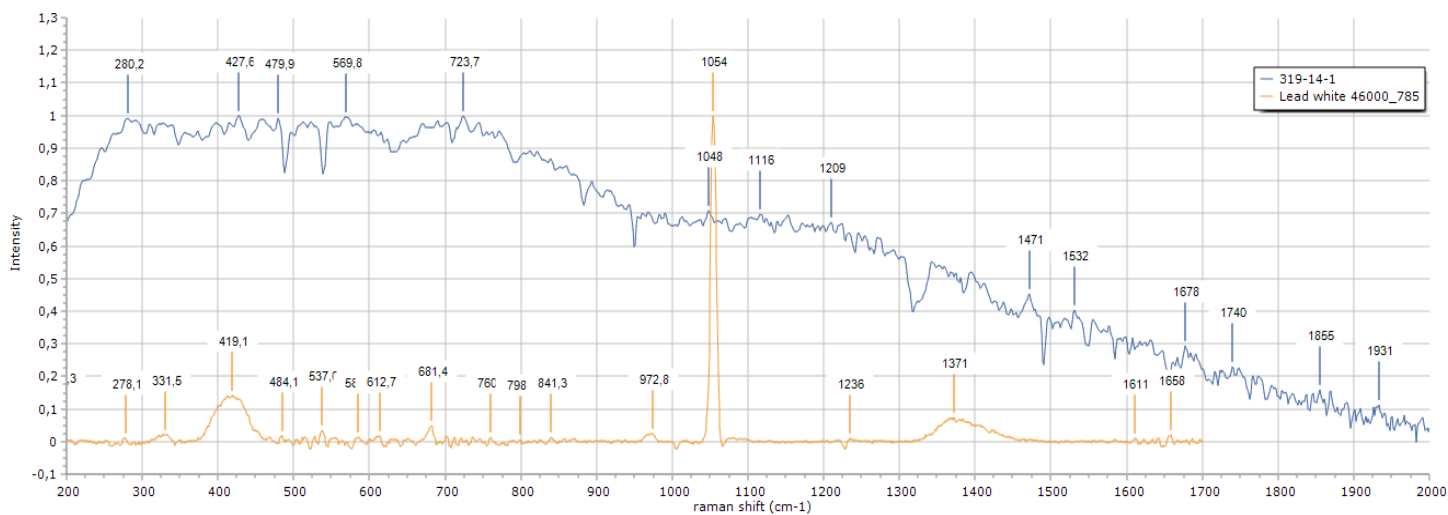


Εικόνα 60 Αγγείο 14.

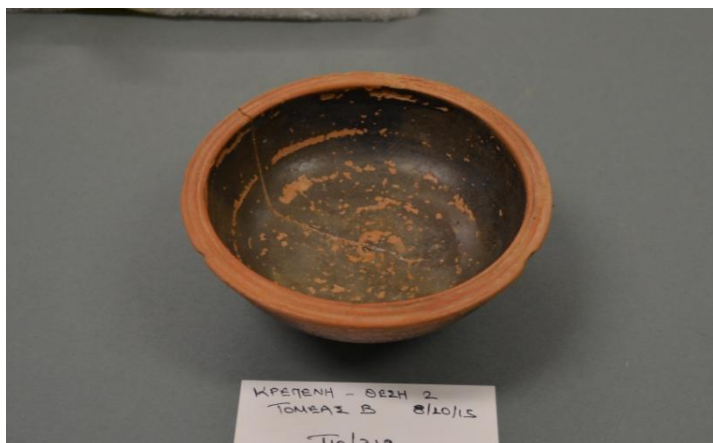
RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
319_14_1	ΜΑΥΡΟ-ΣΚΟΥΡΟ ΓΚΡΙ 	280, 427 , 479, 569, 723, 1048 , 1116, 1209, 1471 , 1532, 1678, 1740, 1855, 1931 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 467, 570, 729, 1041 , 1466 , 1750, 1847 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
			1050 (με laser 514.5nm)	278, 419 , 484, 1054 (με laser 785nm)	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lead White basic lead (II) carbonate 2PbCO ₃ .Pb(OH) ₂

Πίνακας 5.2.18, μέτρηση 319_14_1.





• 319_14_2

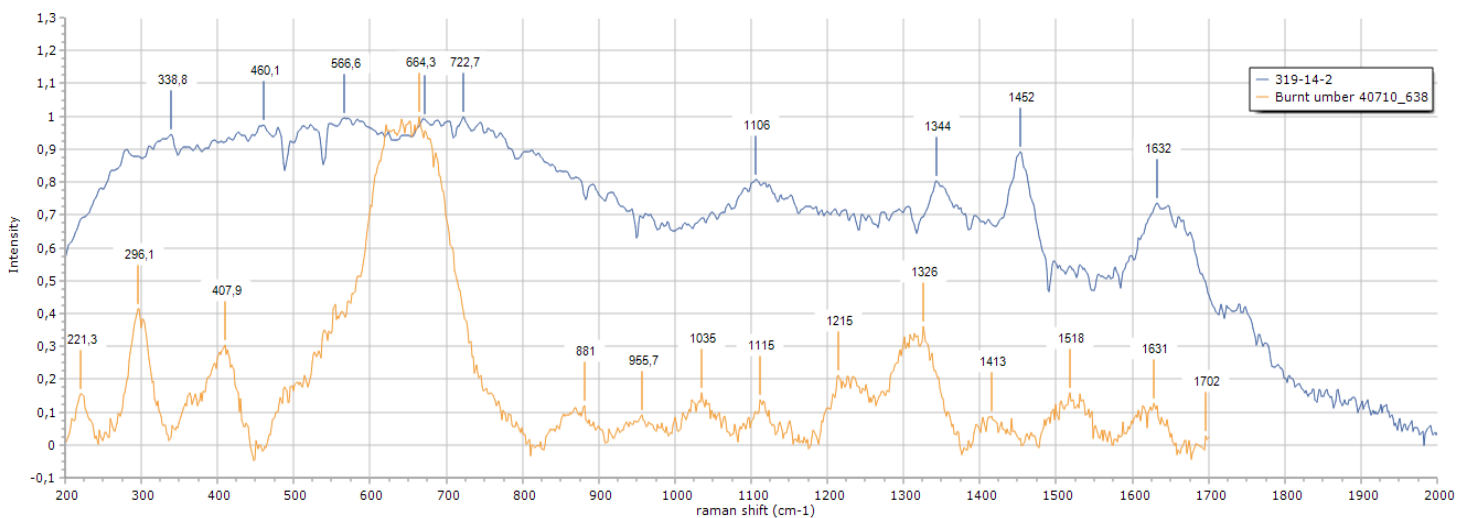
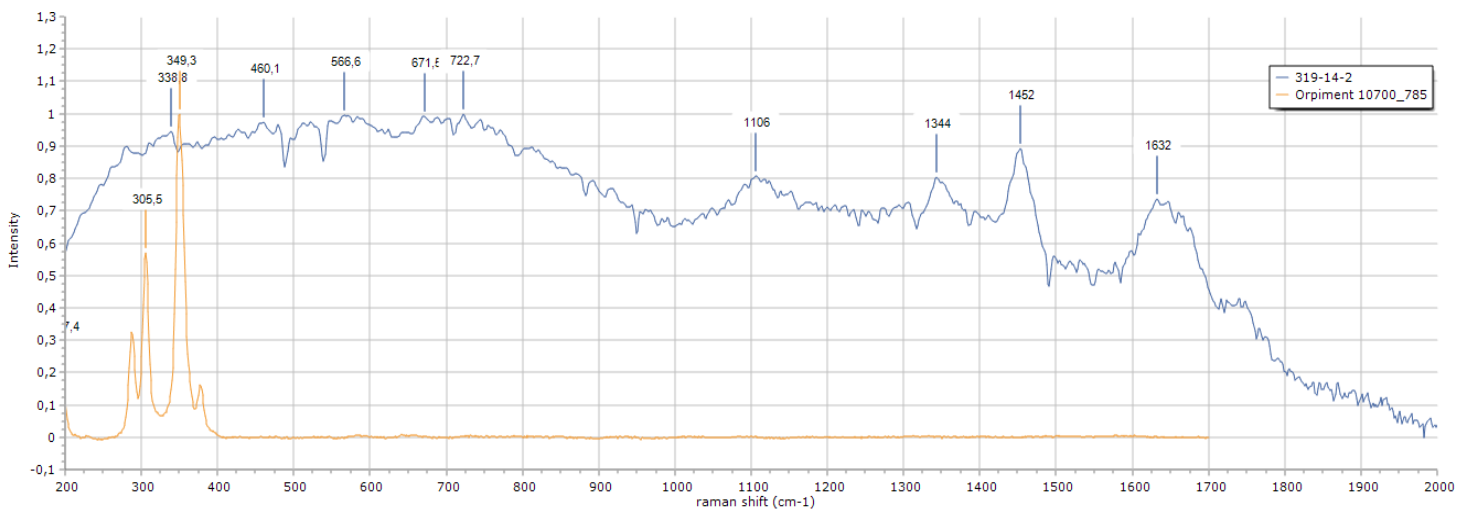


Εικόνα 61 Αγγείο 14.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
319_14_2	ΚΟΚΚΙΝΟ-ΠΟΡΤΟΚΑΛ I	<u>338</u> , 460, 566, <u>671</u> , 722, 1106, 1344, 1452, 1632	<u>353</u>	<u>349</u>	Ti, Ca, <u>Fe</u> , Mn, Cr, Ni, <u>Zn, As, Pb</u>	Orpiment arsenic(III) sulfide, As ₂ S ₃

		(με laser 785nm)	(με laser 632.8nm)	(με laser 785nm)		
			—	664, 1115, 1631 (με laser 638nm)	Ti, <u>Ca</u>, <u>Fe</u>, <u>Mn</u>, Cr, Ni, Zn, As, Pb	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide
*Πιθανή μέτρηση του πηλού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.						

Πίνακας 5.2.19, μέτρηση 319_14_2.



• 319_15_1

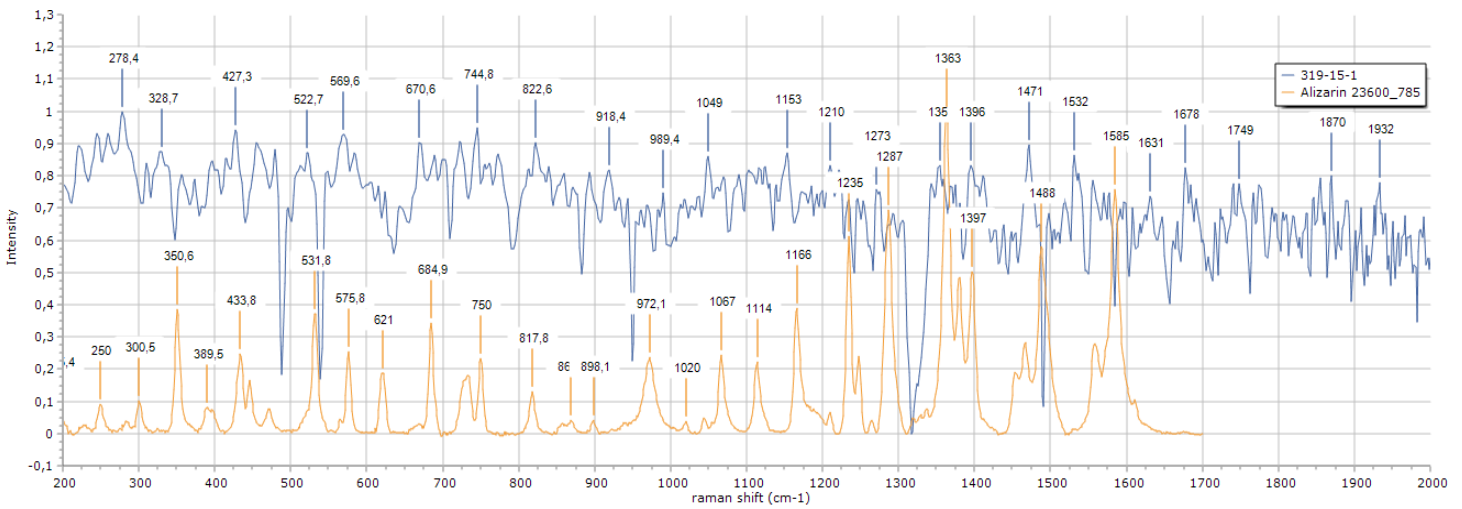
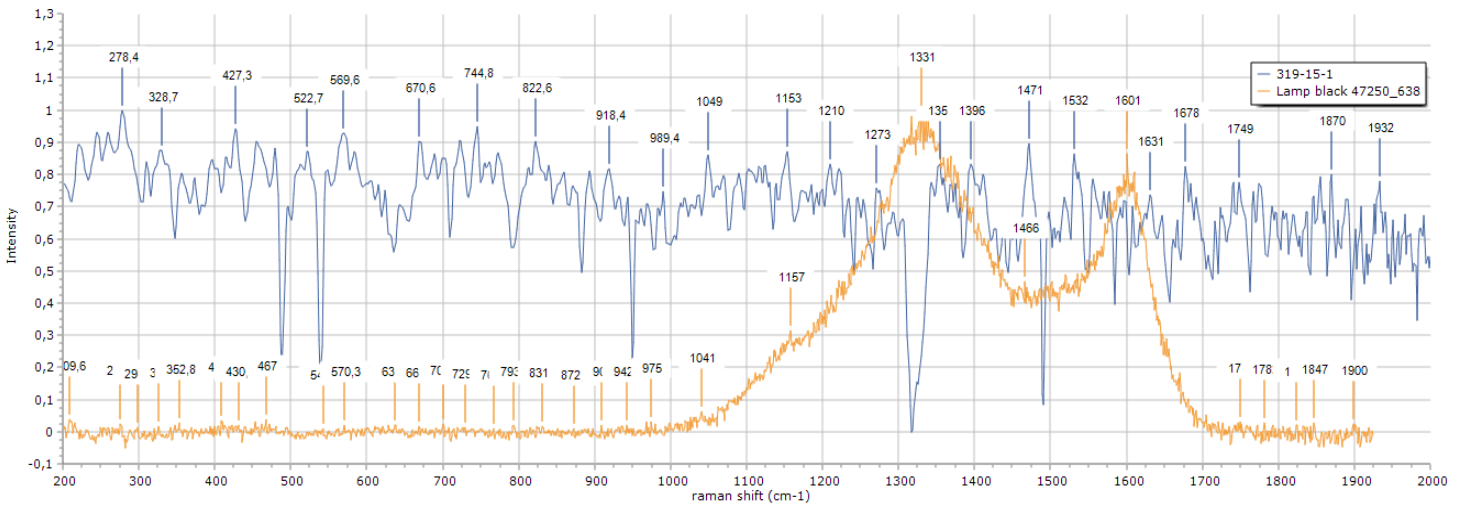


Εικόνα 62 Αγγείο 15.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
319_15_1	ΜΑΥΡΟ-ΣΚΟΥΡΟ ΓΚΡΙ	278, 328, 427, 522, 569, 670, 744, 822, 918, 989, 1049, <u>1153</u> , 1210, <u>1273</u> , <u>135</u> , <u>1396</u> , <u>1471</u> , 1532, 1631, 1678, 1749, 1870, 1932 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 570, 668, 729, 831, 909, 975, 1041, <u>1157</u> , <u>1466</u> , 1750 (με laser 638nm)	Ti, <u>Ca</u> , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
			–	433, 531, 575, 684, 750, 817, 1166, <u>1287</u> , <u>1363</u> , <u>1397</u>	Ti, <u>Ca</u> , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄

				(με laser 785nm)		
--	--	--	--	------------------	--	--

Πίνακας 5.2.20, μέτρηση 319_15_1.



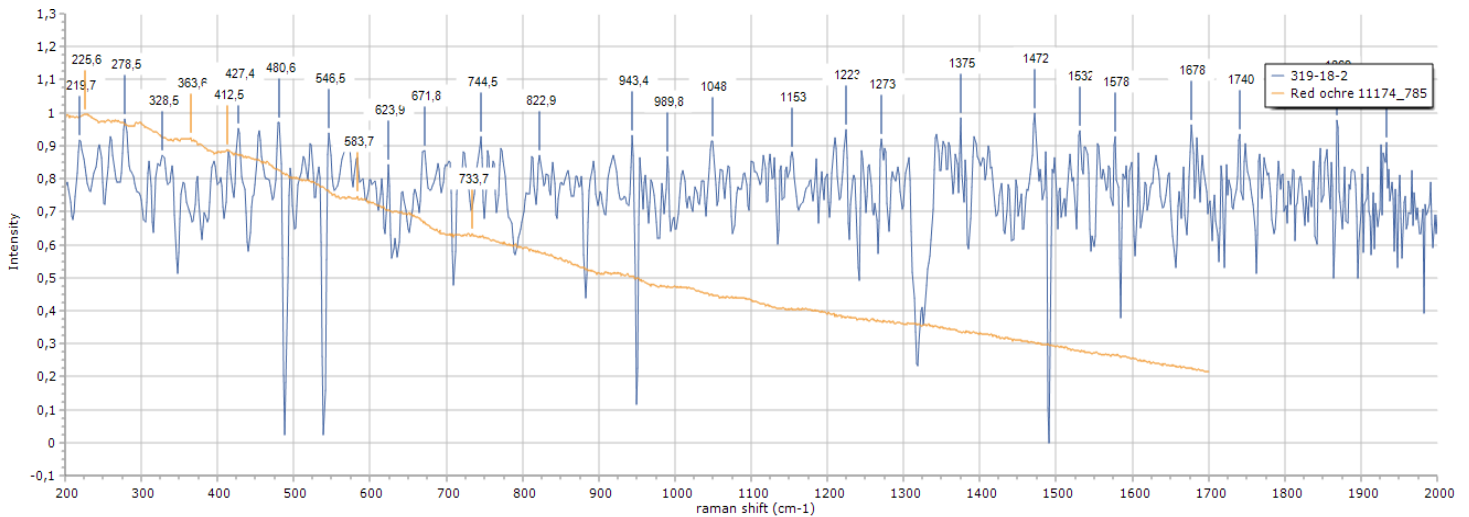
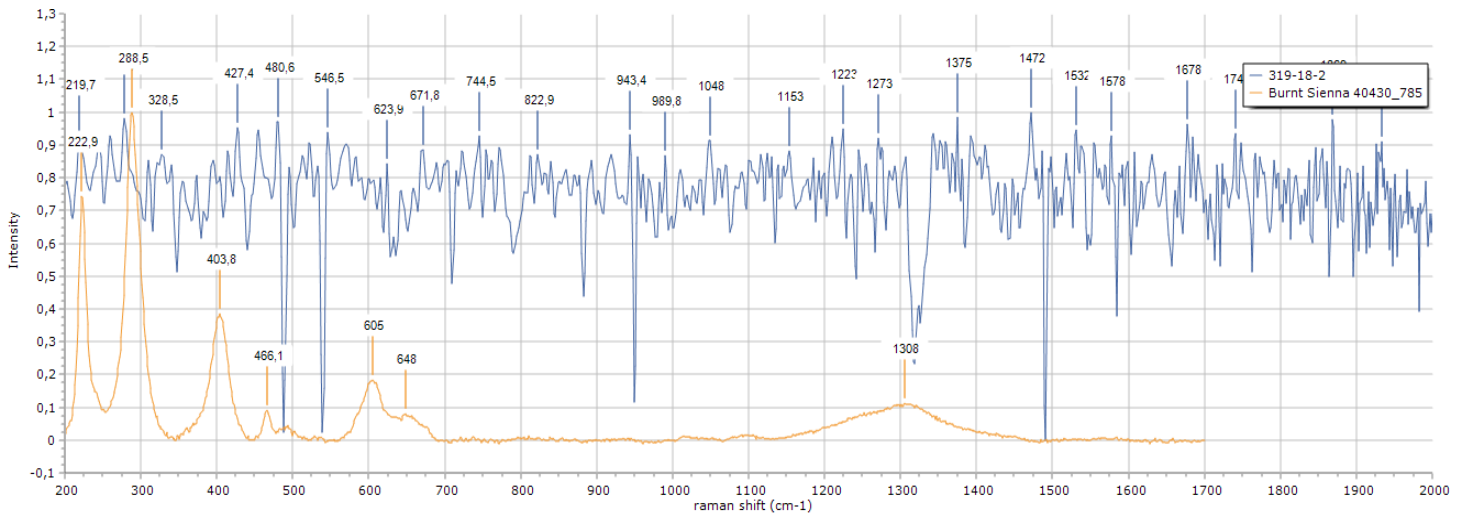
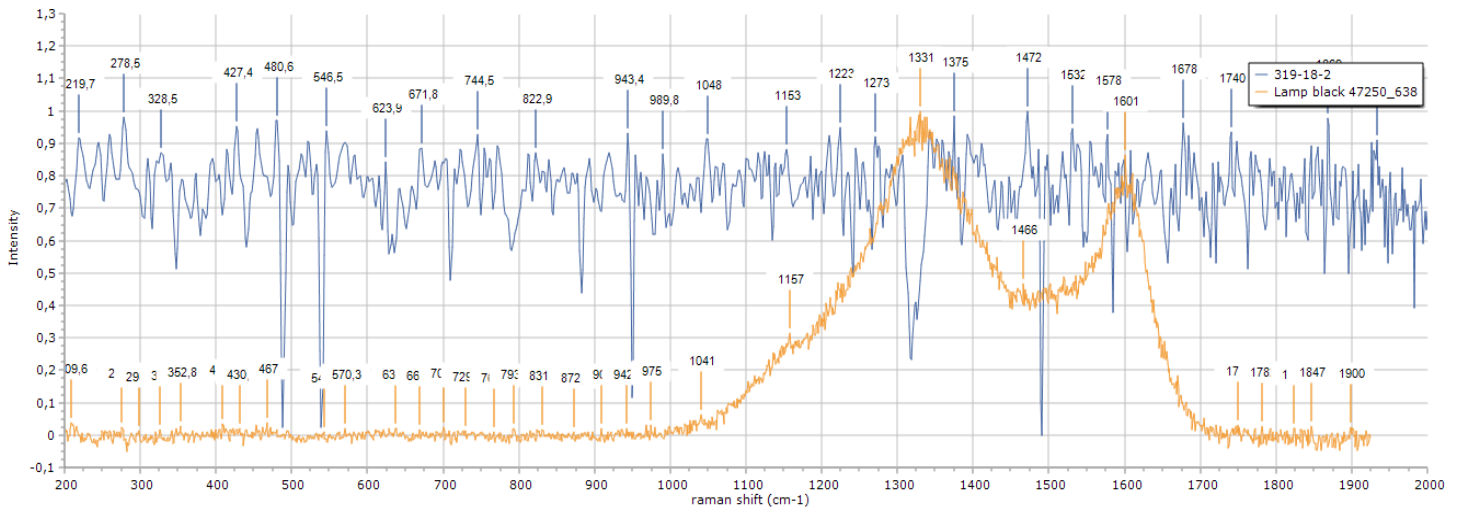
• 319_18_2



Εικόνα 63 Αγγείο 18.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
319_18_2	ΚΑΦΕ-ΚΟΚΚΙΝΟ	<u>219, 278,</u> 328, 427, 480, 546, 623, 671, 744, 822, 943, 989, 1048, <u>1153,</u> 1223, 1273, 1375, <u>1472,</u> 1532, 1578, 1678, 1740, 1869, 1933 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	209, 278, 430, 467, 541, 668, 729, 831, 942, 975, 1041, <u>1157,</u> <u>1466,</u> 1750 (με laser 638nm)	Ti, <u>Ca,</u> Fe, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
			–	<u>222, 288,</u> 466 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca,</u> Fe, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃
			<u>220, 286,</u> 491 (με laser 632.8nm)	<u>225,</u> 412, 733 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca,</u> Fe, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Red earths - Red Ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+s ilica)

Πίνακας 5.2.21, μέτρηση 319_18_2.



• 319_18_3

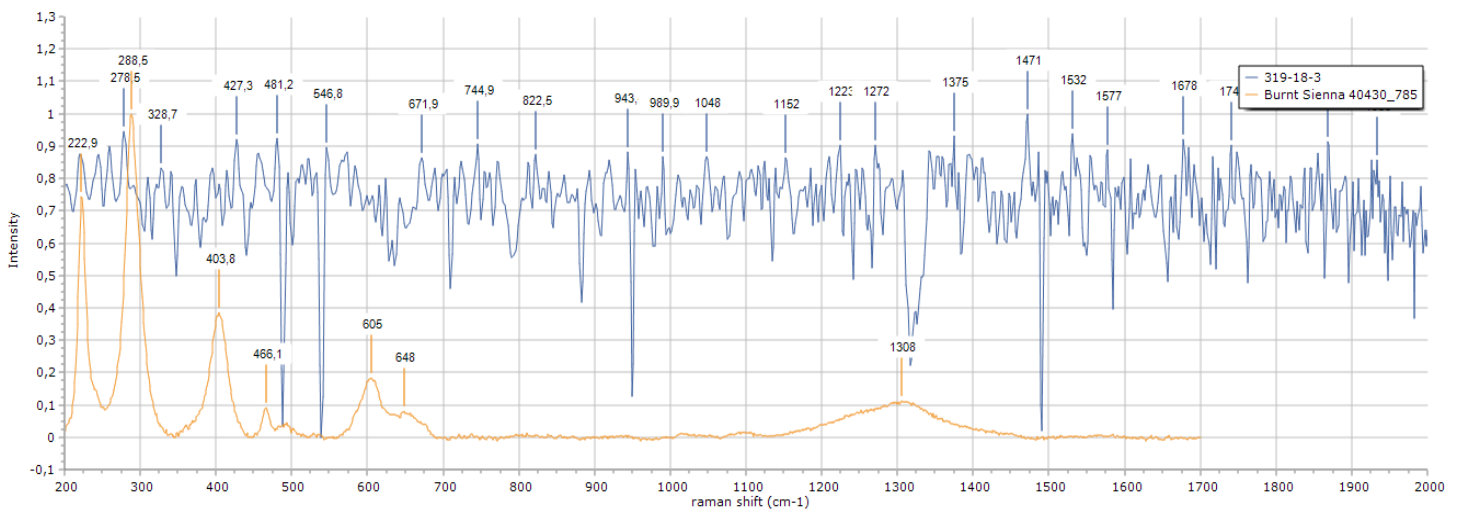
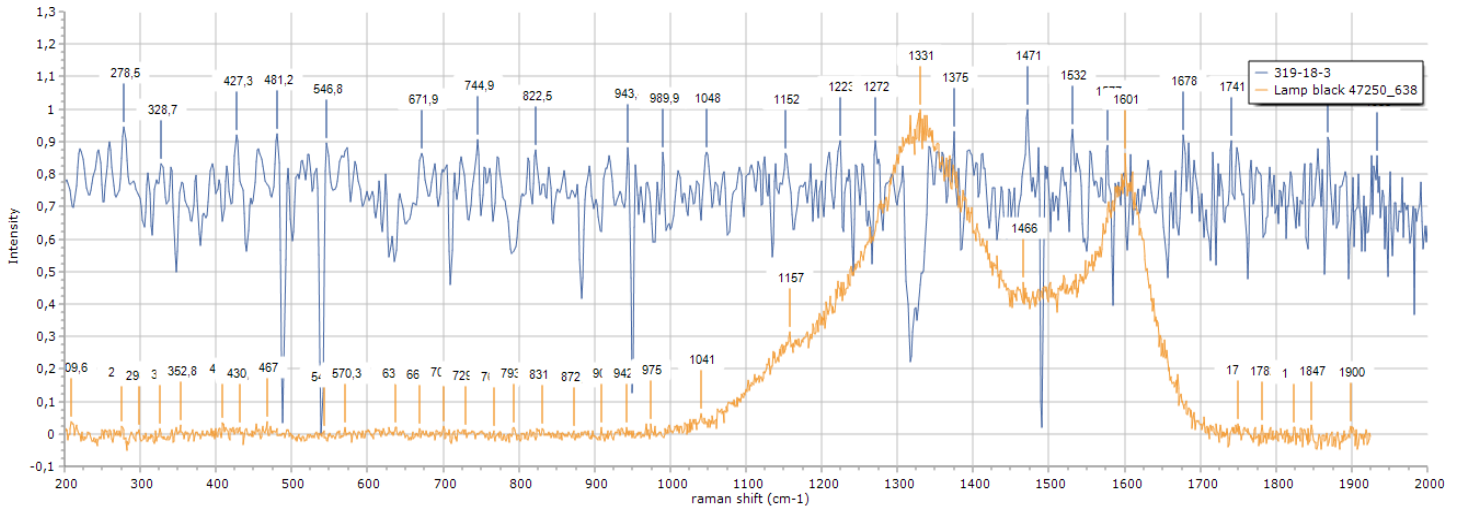


Εικόνα 64 Αγγείο 18.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
319_18_3	ΜΑΥΡΟ	<u>278</u> , 328, 427, 481, 546, 671, 744, 822, 943, 989, <u>1048</u> , <u>1152</u> , 1223, 1272, 1375, <u>1471</u> , 1532, 1577, 1678, 1741, 1869, 1933 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 467, 541, 668, 729, 831, 942, 975, <u>1041</u> , <u>1157</u> , <u>1466</u> , 1750 (με laser 638nm)	Ti, <u>Ca</u> , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Lamp black carbon
			—	<u>288</u> , 466	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Sienna Fe ₂ O ₃

				(με laser 785nm)		
--	--	--	--	------------------	--	--

Πίνακας 5.2.22, μέτρηση 319_18_3.



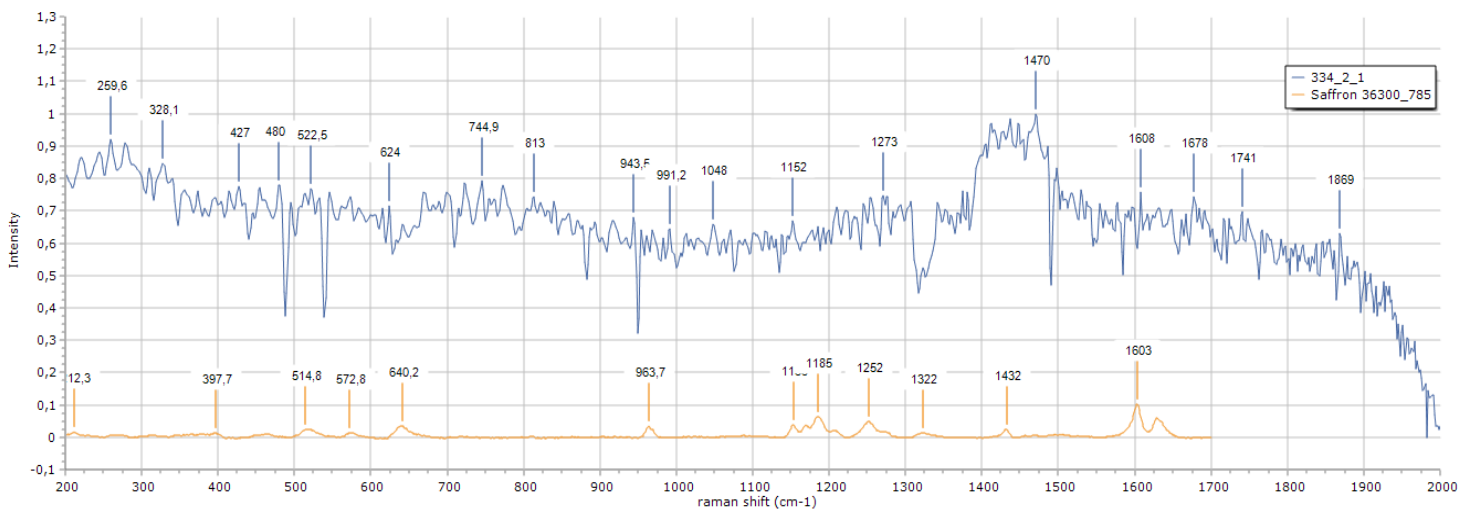
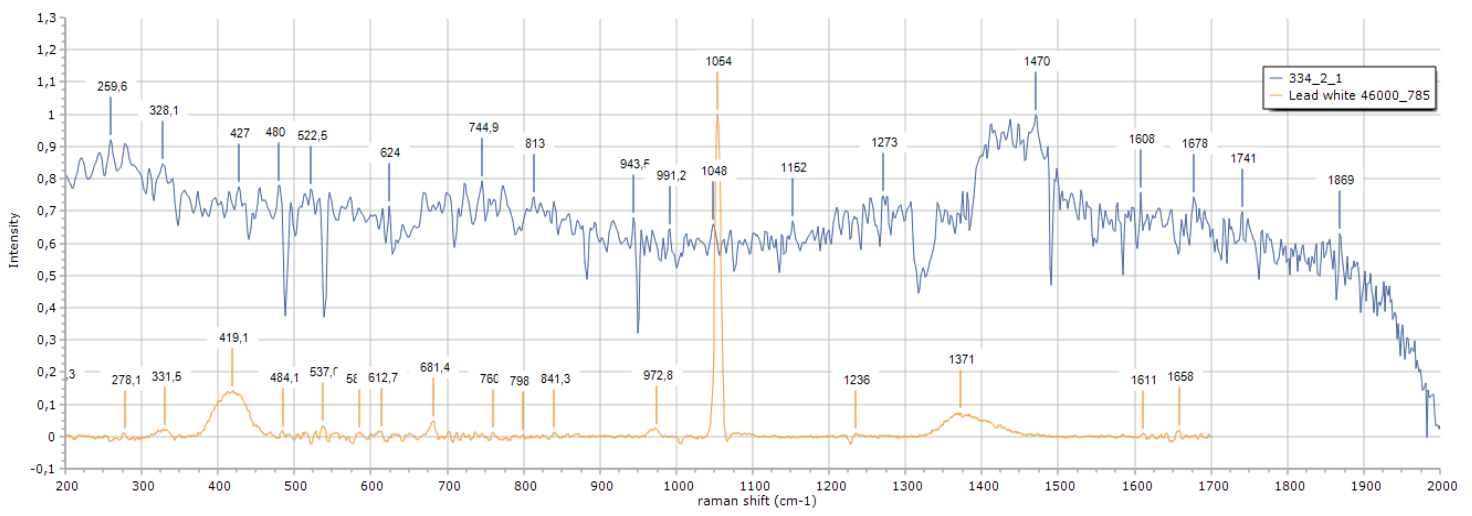
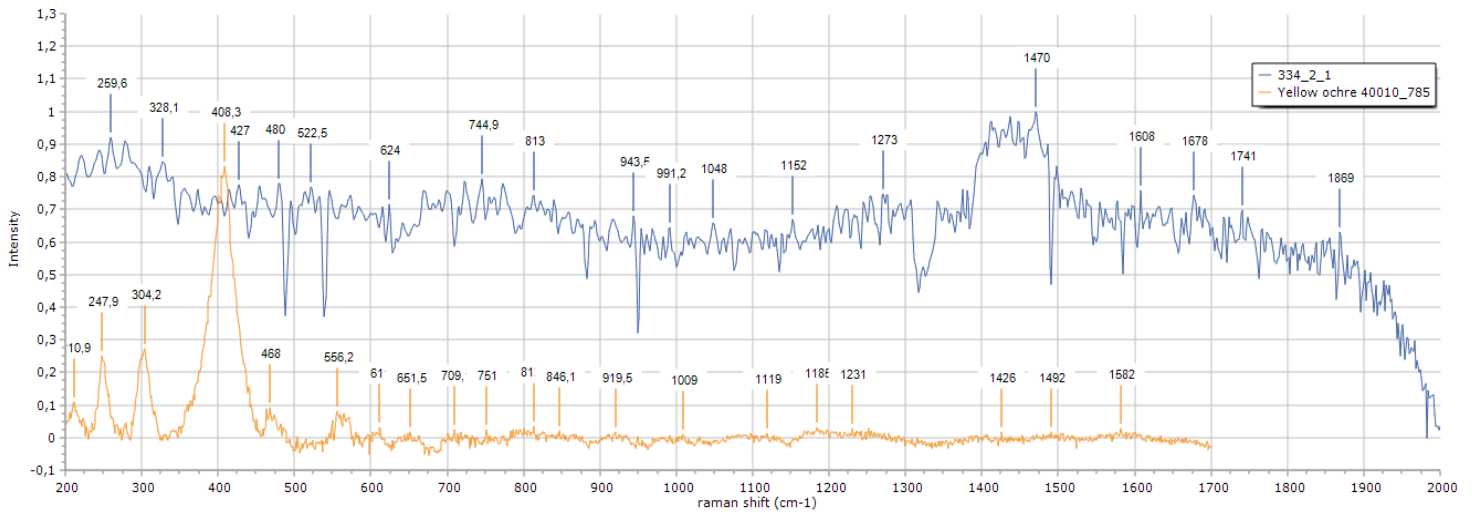
• 334_2_1



Εικόνα 65 Μικροεύρημα 152.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_2_1	ΚΙΤΡΙΝΟ	<u>259</u> , 328, <u>427</u> , <u>480</u> , 522, 624, 744, 813, 943, 991, <u>1048</u> , <u>1152</u> , 1273, 1470, <u>1608</u> , 1678, 1741, 1869 (με laser 785nm)	246, <u>416</u> , 482 (με laser 632.8nm)	<u>247</u> , <u>468</u> , 611, 751, 812 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb	Yellow ochre goethite (Fe ₂ O ₃ .H ₂ O)+ clay+silica
			<u>1165</u> , 1282 (με laser 514.5nm)	514, 1150, <u>1603</u> (με laser 785nm)	<u>Ti</u> , <u>Ca</u> , Fe, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb	Saffron Crocin, carotenoid dicarboxylic acid, C ₂₀ H ₂₄ O ₄
			<u>1050</u> (με laser 514.5nm)	331, <u>419</u> , 484, 537, 612, <u>1054</u> , 1611 (με laser 785nm)	Ti, Ca, Fe, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, <u>Pb</u>	Lead White basic lead (II) carbonate 2PbCO ₃ .Pb(OH) ₂

Πίνακας 5.2.23, μέτρηση 334_2_1.



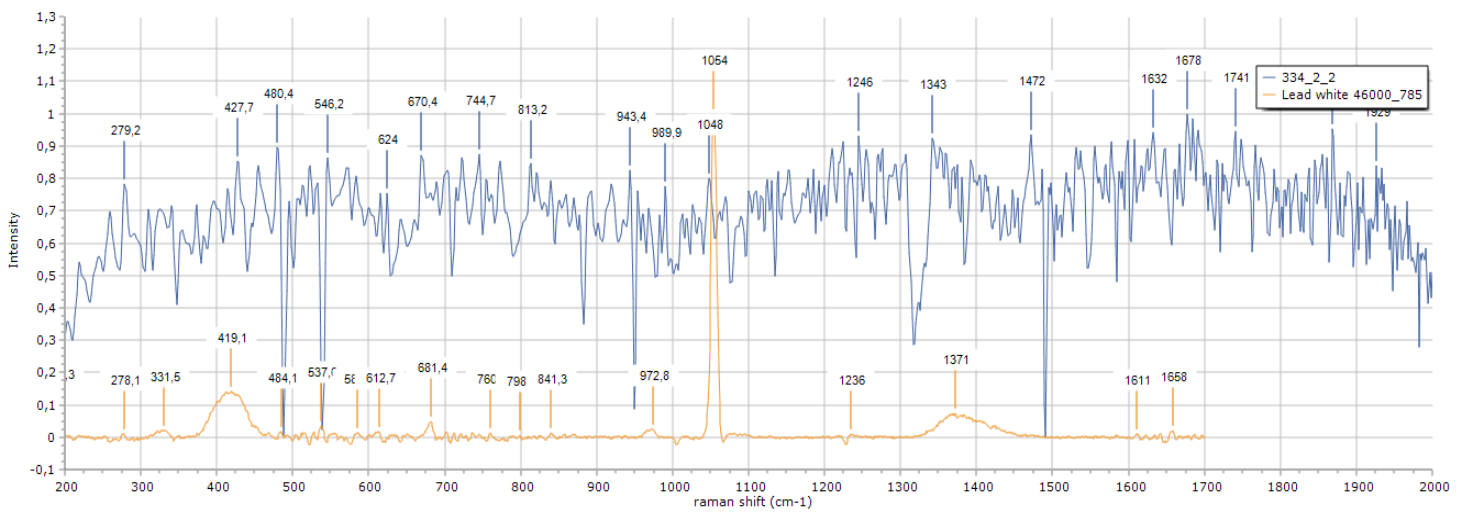
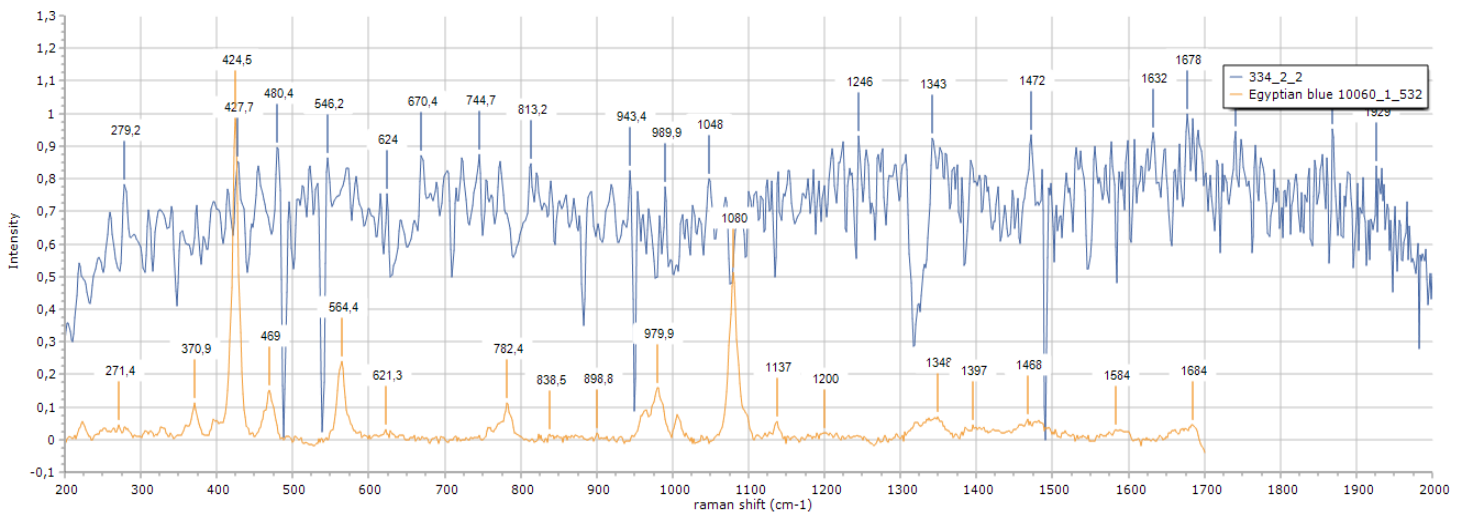
• 334_2_2



Εικόνα 66 Μικροεύρημα 152.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_2_2	ΓΑΛΑΖΙΟ	279, 427, 480 , 546, 624, 670, 744, 813, 943, 989, 1048 , 1246, 1343, 1472, 1632, 1678, 1741, 1869, 1929 (με laser 785nm)	430, 475 , 992, 1040 (με laser 514.5nm)	271, 424, 469 , 621, 979 , 1348, 1468, 1684 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe , Cr, Co, Ni, Cu , Zn, Pb	Egyptian blue Calcium copper(II) silicate, CaCuSi ₄ O ₁₀
			667, 665, 1050 (με laser 514.5nm)	278, 419 , 484, 537, 612, 681, 1054 , 1236 (με laser 785nm)	Ti, Ca, Fe, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb	Lead White basic lead (II) carbonate 2PbCO ₃ .Pb(OH) ₂


Πίνακας 5.2.24, μέτρηση 334_2_2.



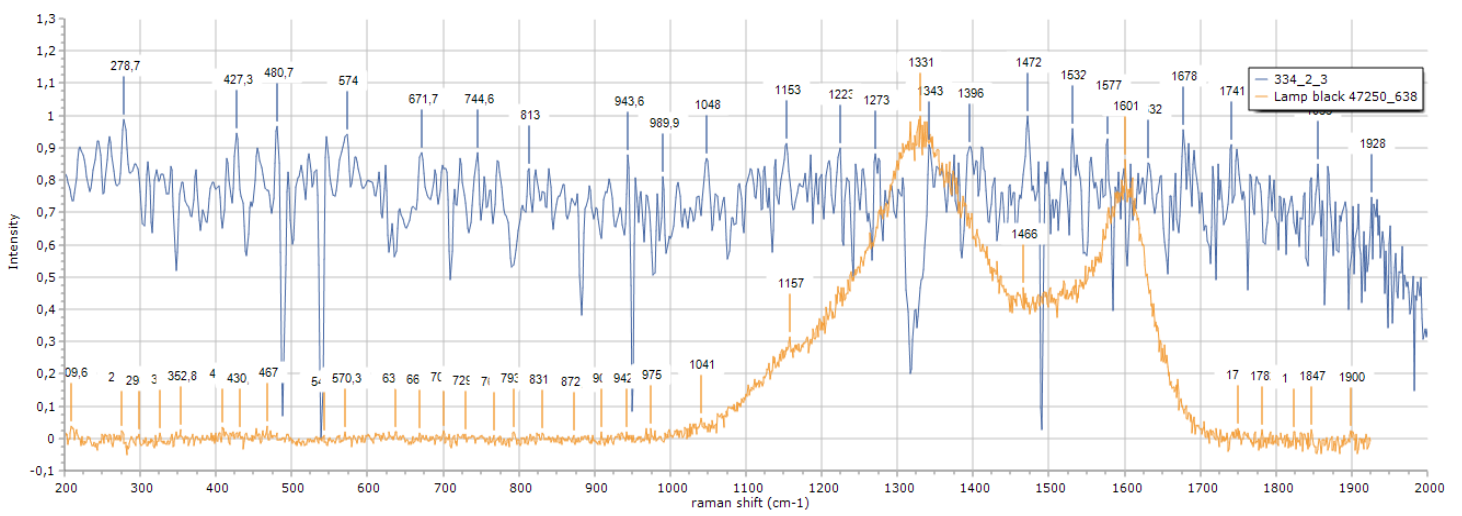
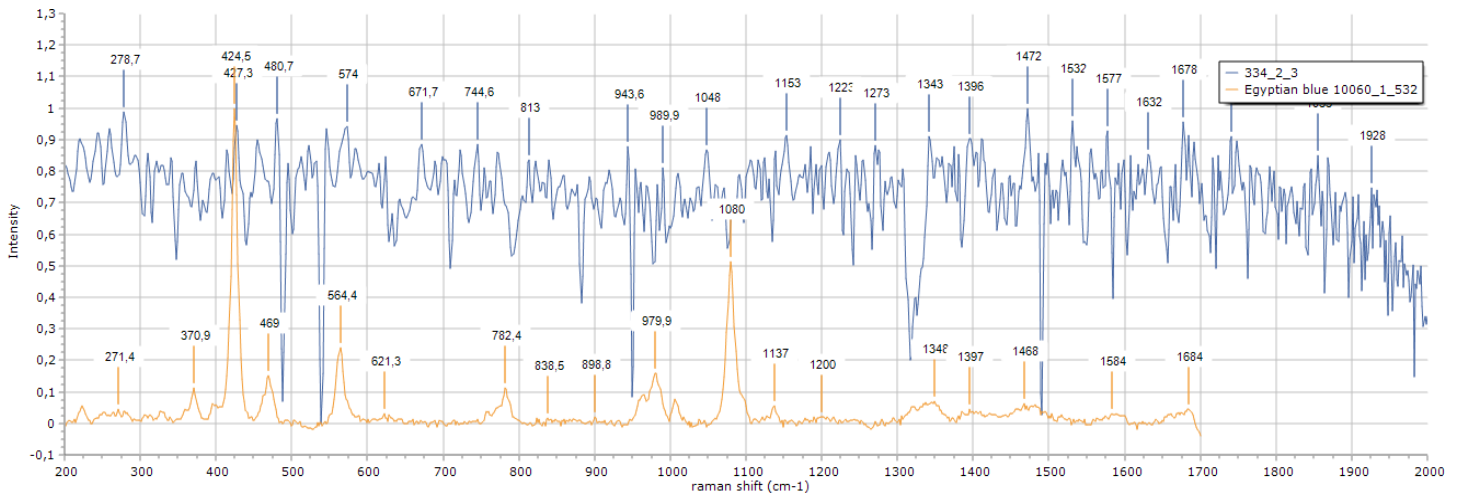
• 334_2_3



Εικόνα 67 Μικροεύρημα 152.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_2_3	ΜΠΛΕ 	278, <u>427</u> , <u>480</u> , <u>574</u> , <u>671</u> , 744, 813, 943, <u>989</u> , 1048, <u>1153</u> , 1223, 1273, <u>1343</u> , 1396, <u>1472</u> , 1532, 1577, 1632, <u>1678</u> , 1741, 1855, 1928 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 467, 570, 668, 729, 942, 975, 1041, <u>1157</u> , <u>1331</u> , <u>1466</u> , 1750, 1847 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb	Lamp black carbon
			<u>430</u> , <u>475</u> , 571, 992, 1040 (με laser 514.5nm)	271, <u>424</u> , <u>469</u> , <u>564</u> , <u>979</u> , 1348, 1397, 1468, 1584, <u>1684</u> (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, <u>Cu</u> , Zn, Pb	Egyptian blue Calcium copper(II) silicate, CaCuSi ₄ O ₁₀

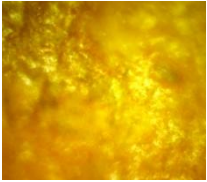
Πίνακας 5.2.25, μέτρηση 334_2_3.



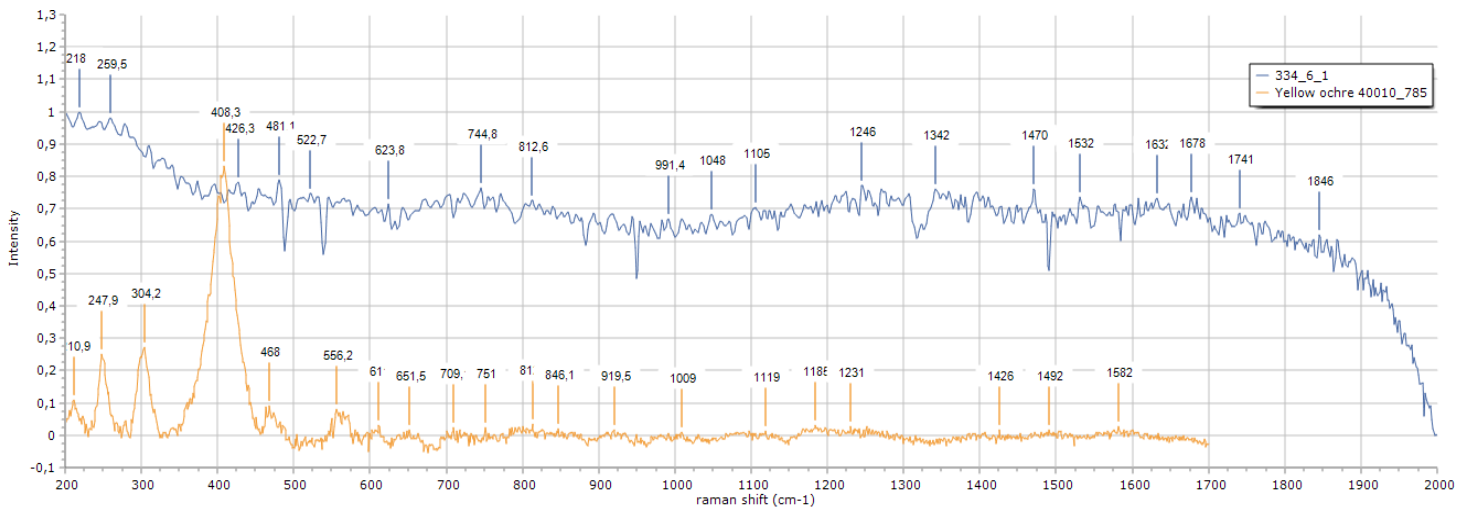
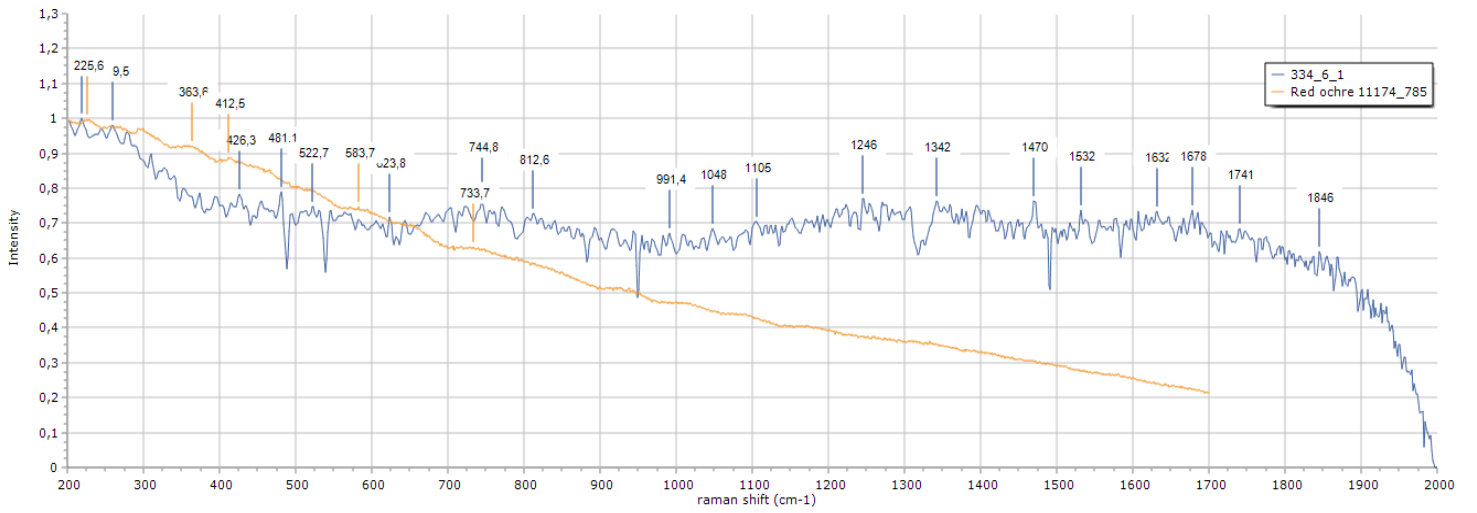
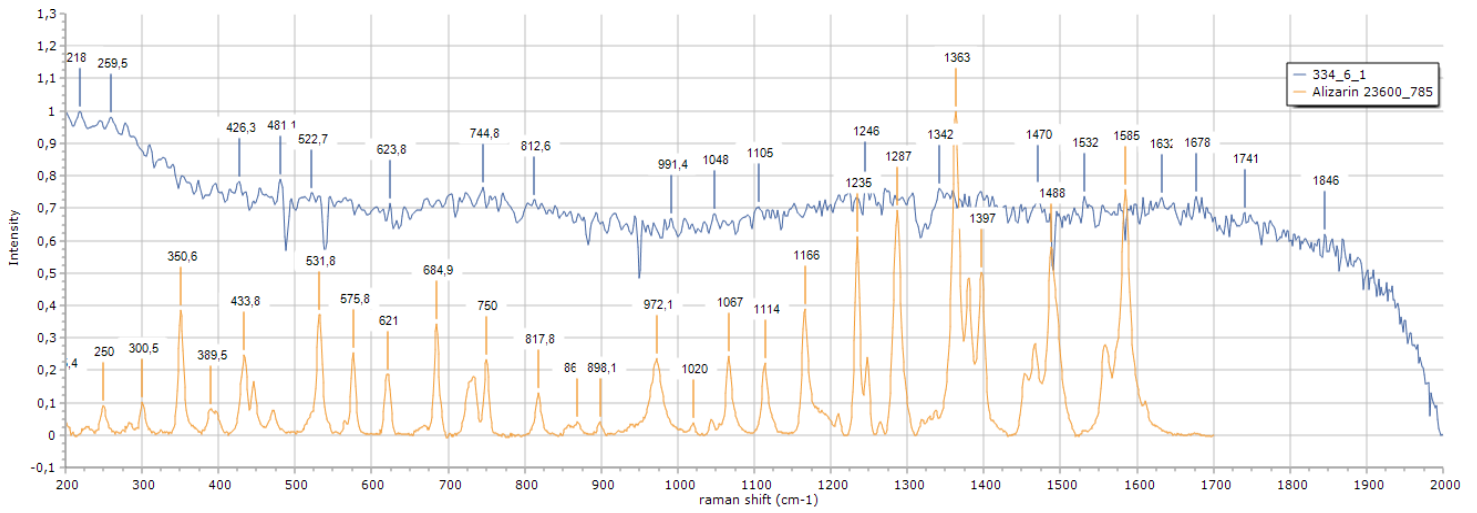
- **334_6_1**



Εικόνα 68 Αγγείο 6.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ Η ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_6_1	ΚΟΚΚΙΝΟ-ΚΑΦΕ 	<u>218</u> , 259, <u>426</u> , 481, 522, 623, 744, 812, 991, 1048, 1105, <u>1246</u> , 1342, 1470, 1532, 1632, 1678, 1741, 1846 (με laser 785nm)	-	250, 433, 531, 621, 750, 817, 1114, <u>1235</u> , <u>1363</u> (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄
			<u>220</u> , 491 (με laser 632.8nm)	<u>225</u> , 412, 733 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Red earths - Red Ochre iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ +clay+silica)
			246, <u>416</u> , 482 (με laser 632.8nm)	<u>210</u> , 247, 468, 611, 751, 812, 1119, 1231 (με laser 785nm)	Ti, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> , Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Yellow ochre goethite (Fe ₂ O ₃ .H ₂ O)+clay+silica

Πίνακας 5.2.26, μέτρηση 334_6_1.



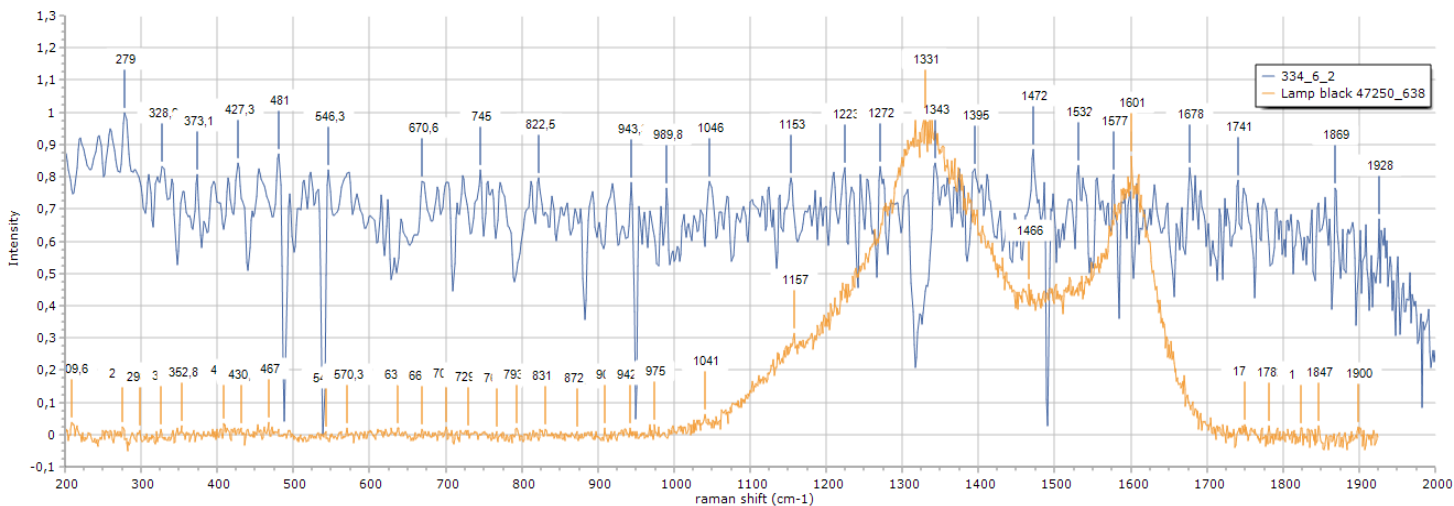
- 334_6_2



Εικόνα 69 Αγγείο 6.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_6_2	ΜΑΥΡΟ	279, 328, 373, 427, 481, 546, 670, 745, 822, 943, 989, 1046 , 1153 , 1223, 1272, 1343 , 1395, 1472 , 1532, 1577, 1678, 1741, 1869, 1928 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 467, 541, 668, 831, 942, 975, 1041 , 1157 , 1331 , 1466 , 1750 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Lamp black carbon

Πίνακας 5.2.27, μέτρηση 334_6_2.



• 334_7_1

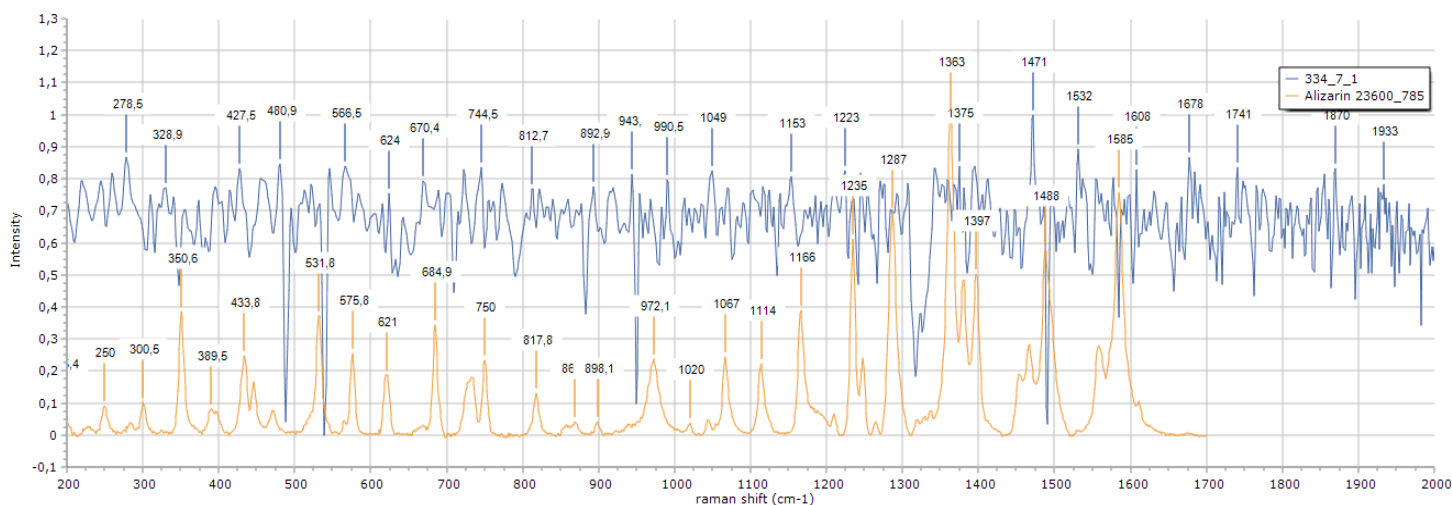


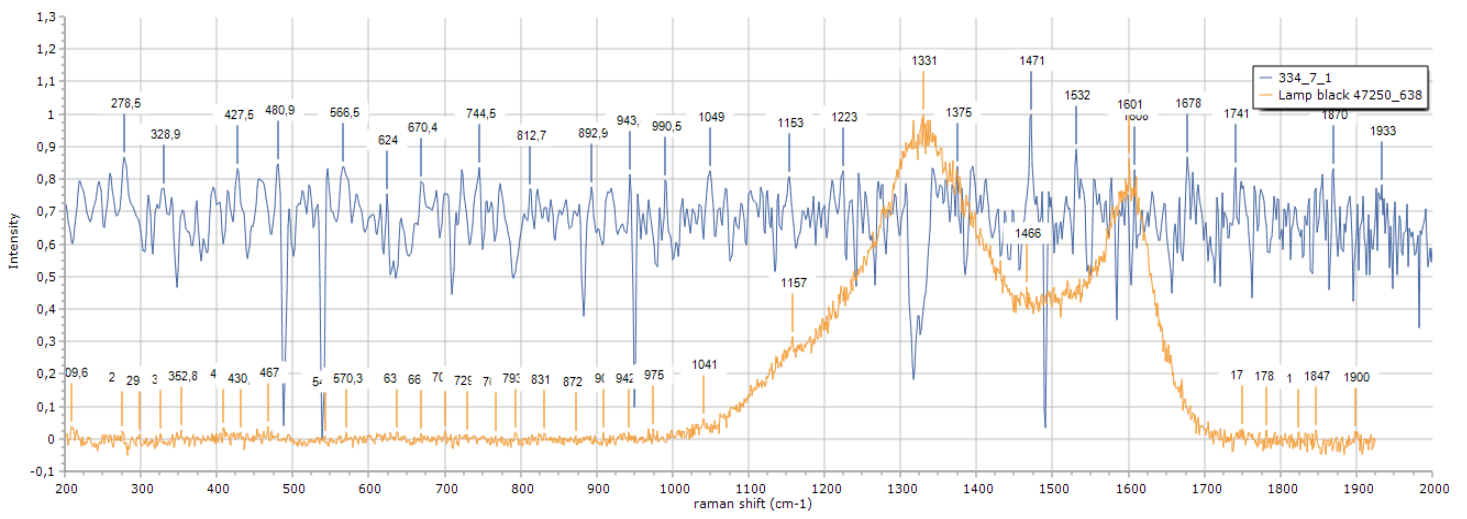
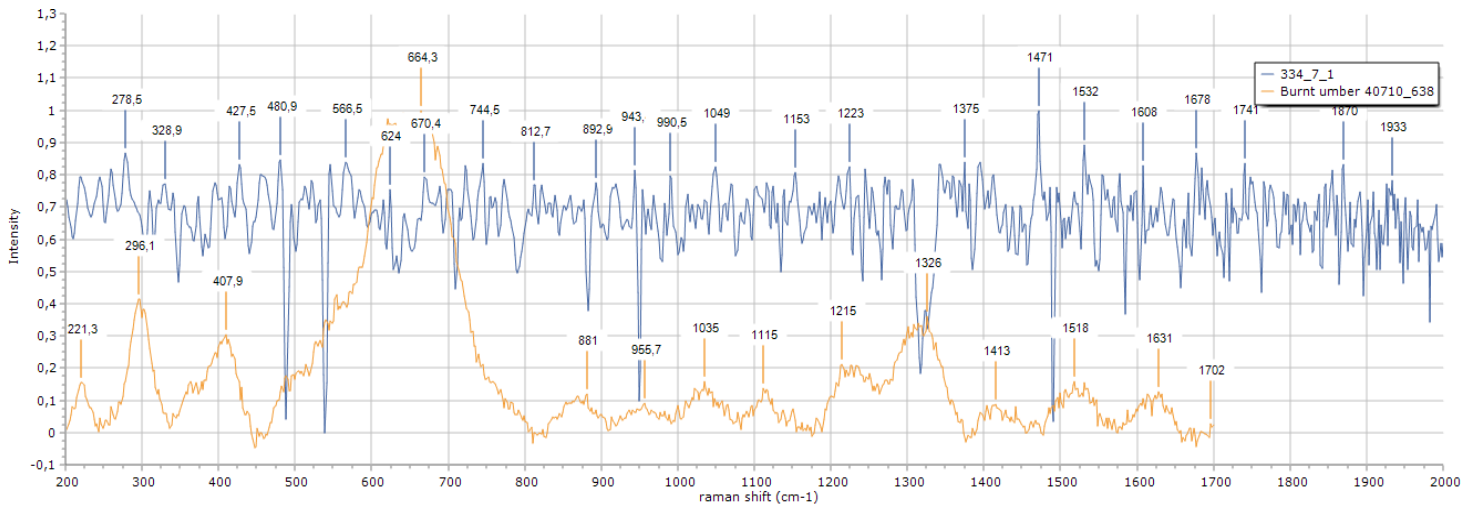
Εικόνα 70 Αγγείο 7.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_7_1	ΚΟΚΚΙΝΟ-ΚΑΦΕ	278, 328, 427, 480, 566, 624, 670 , 744, 812, 892, 943, 990, 1049 , 1153 , 1223 , 1375 ,	—	433, 575, 621, 684, 750, 817, 1166 , 1235 , 1363	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄

		1471 , 1532, 1608 , 1678, 1741, 1870, 1933 (μe laser 785nm)		(μe laser 785nm)		
			–	664 , 881, 955, 1035, 1215, 1518 (μe laser 638nm)	Ti, Ca , Fe , Mn , Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide
			~1325vs(br); ~1580vs (br) (μe laser 632.8nm)	278, 430, 467, 570, 637, 668, 729, 942, 975, 1041 , 1157 , 1466 , 1601 , 1750 (μe laser 785nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon

Πίνακας 5.2.28, μέτρηση 334_7_1.





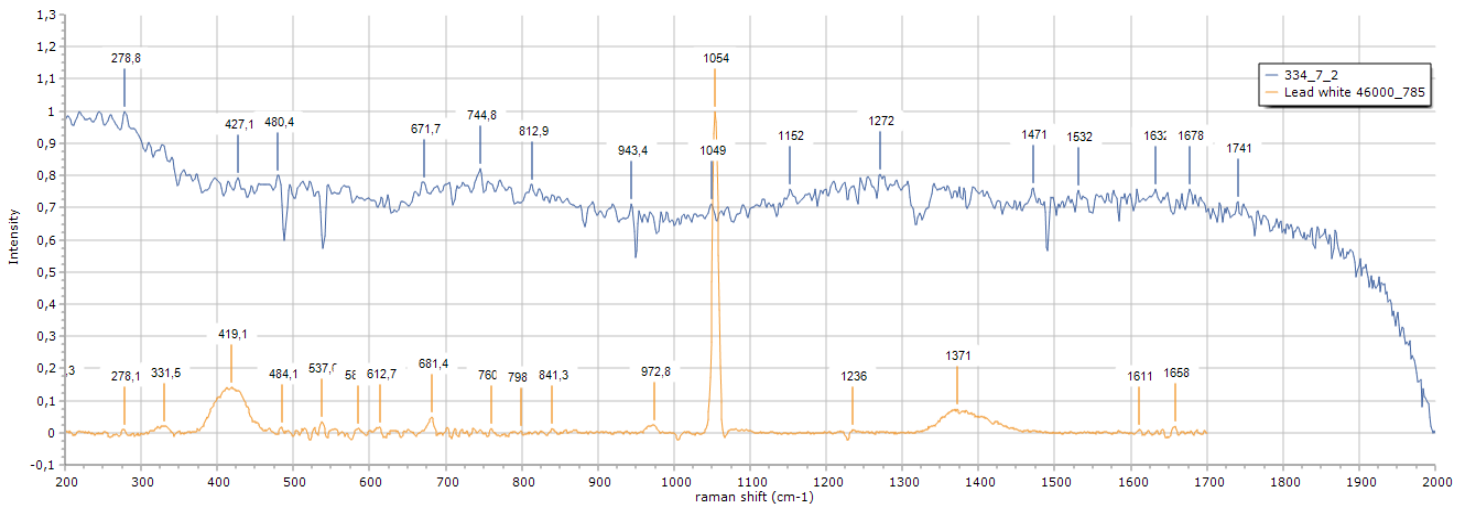
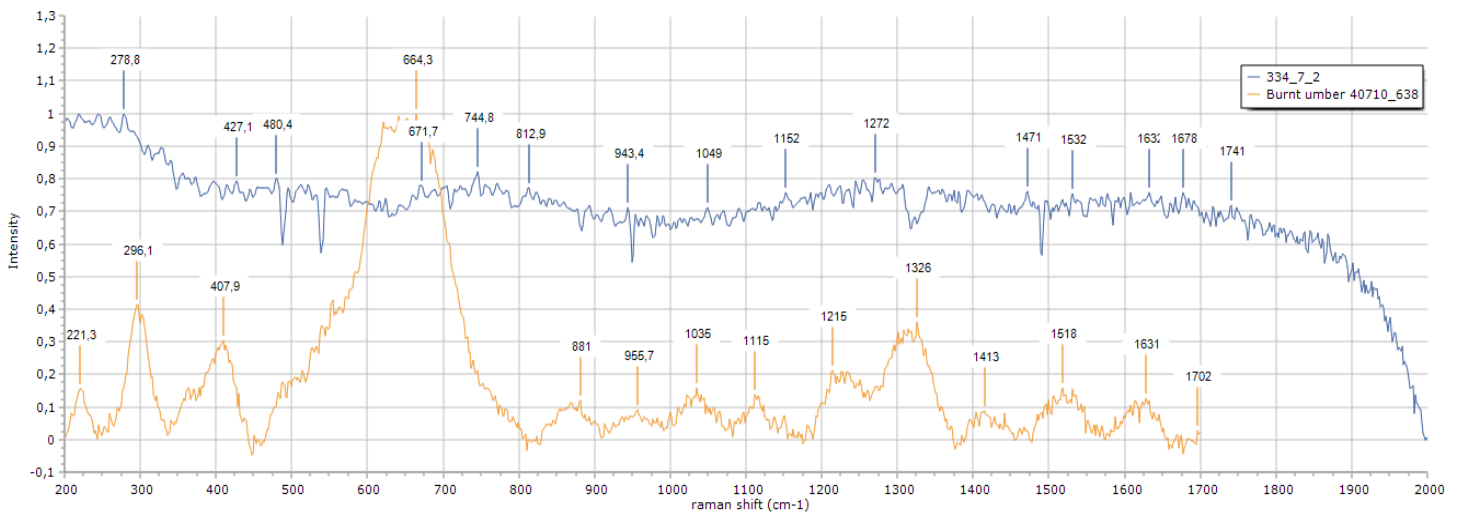
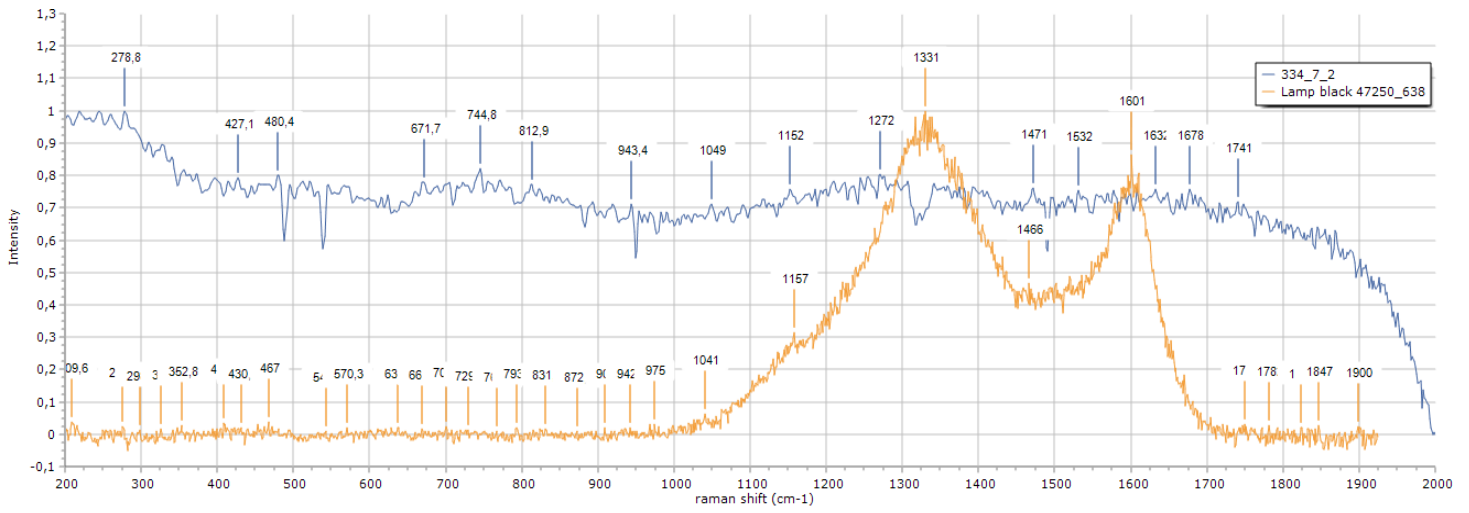
• **334_7_2**



Εικόνα 71 Αγγείο 7.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_7_2	ΓΚΡΙ	278, 427 , 480, 671 , 744, 812, 943, 1049 , 1152 , 1272, 1471 , 1532, 1632, 1678, 1741 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 467, 668, 729, 942, 1041 , 1157 , 1466 , 1750 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lamp black carbon
			-	664 , 955, 1035, 1518, 1631 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe , Mn , Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide
			667, 665, 829, 1050 (με laser 514.5nm)	278, 419 , 484, 681, 1054 (με laser 785nm)	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	Lead White basic lead (II) carbonate 2PbCO ₃ .Pb(OH) ₂


Πίνακας 5.2.29, μέτρηση 334_7_2.



• 334_7_3

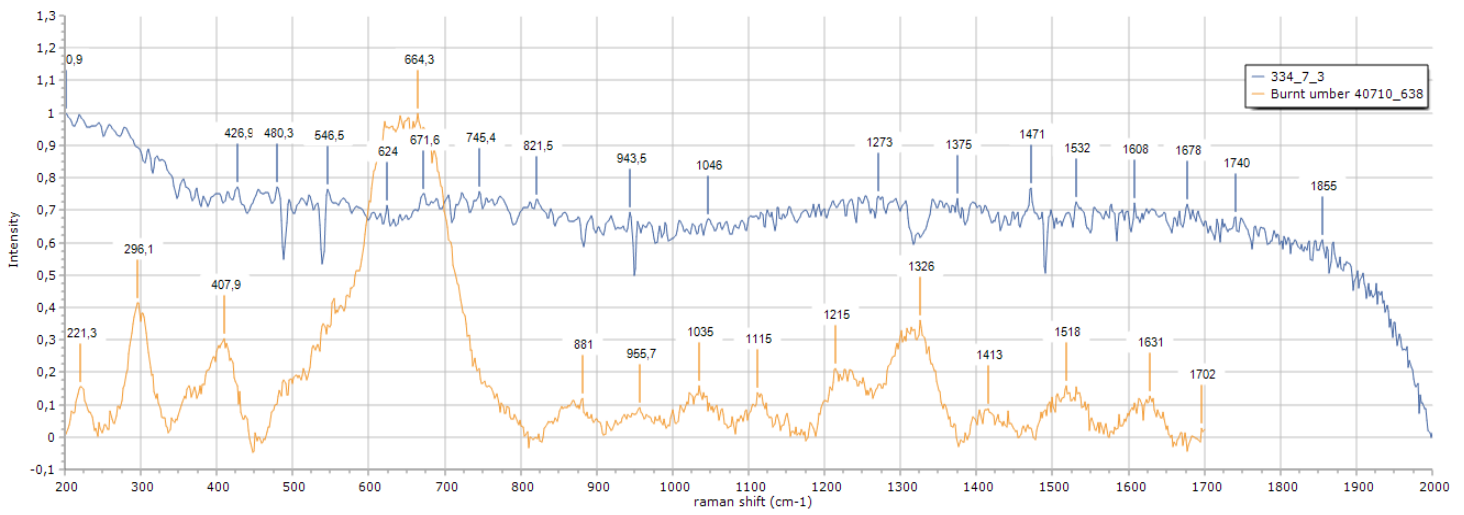
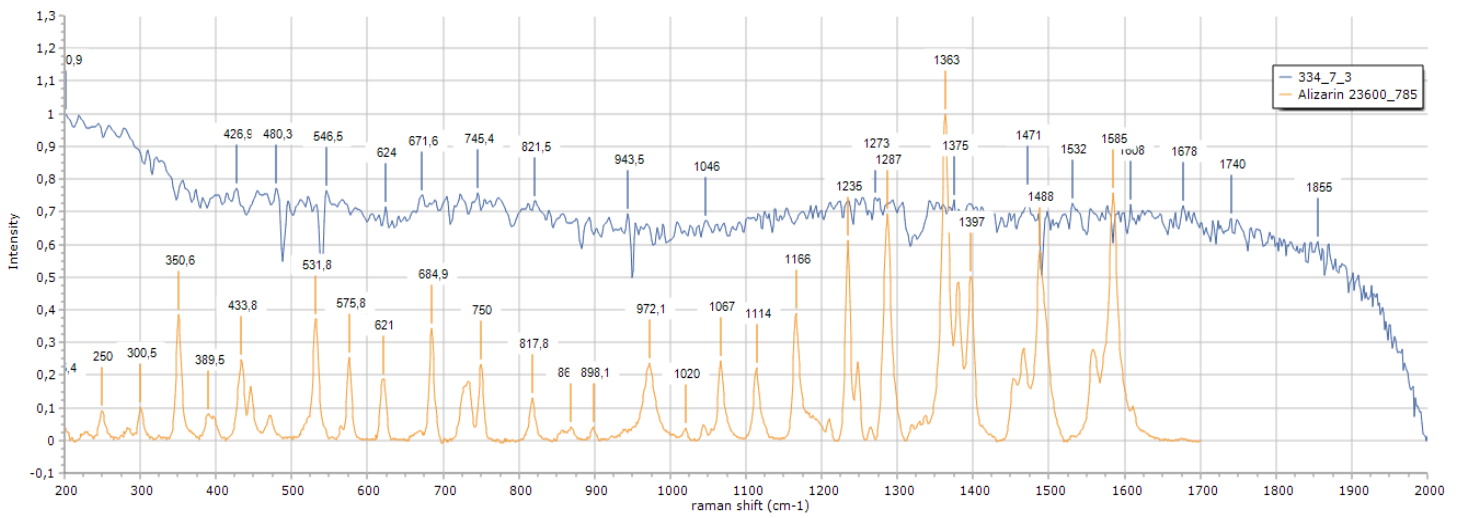


Εικόνα 72 Αγγείο 7.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
334_7_3	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 	426 , 480, 546, 624, 671 , 745, 821, 943, 1046 , 1273 , 1375 , 1471, 1532, 1608, 1678, 1740, 1855 (με laser 785nm)	-	433, 531, 621, 684, 750, 817, 1287 , 1363 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Alizarin C ₁₄ H ₈ O ₄
			-	664 , 955, 1035, 1518 (με laser 785nm)	Ti, Ca , Fe , Mn , Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Burnt Umber Iron oxides with manganese silicates or dioxide

*Πιθανή μέτρηση του γυαλιού, λόγω αλλοίωσης του χρώματος ή επικαθίσεων.

Πίνακας 5.2.30, μέτρηση 334_7_3.



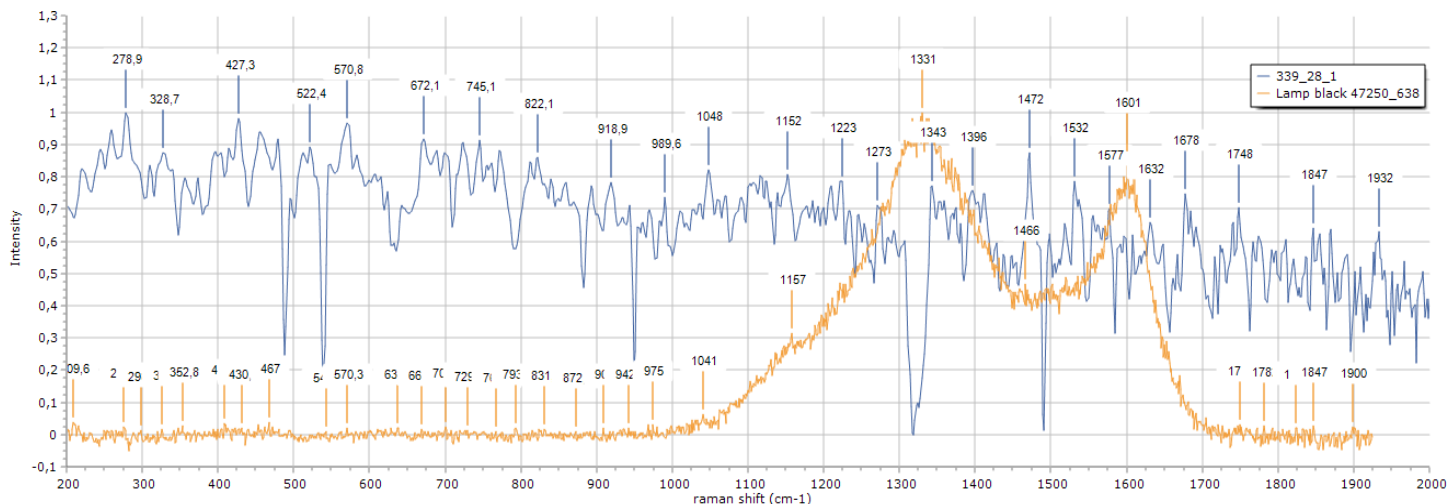
- **339_28_1**



Εικόνα 73 Αγγείο 28.

RAMAN SPECTROSCOPY						
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΠΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΓΓΕΙΟ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-RAMAN PEAKS CM ⁻¹	RAMAN PEAKS DATA BASE UCL (CLARK)	RAMAN PEAKS DATA BASE CHECKER	XRF data	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ
339_28_1	ΜΑΥΡΟ	278, 328, 427, 522, 570, 672, 745, 822, 918, 989, 1048 , 1152 , 1223, 1273, 1343 , 1396, 1472 , 1532, 1577, 1632, 1678, 1748, 1847, 1932 (με laser 785nm)	~1325vs(br); ~1580vs (br) (με laser 632.8nm)	278, 430, 570, 668, 831, 909, 975, 1041 , 1157 , 1331 , 1466 , 1750, 1847 (με laser 638nm)	Ti, Ca , Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	Lamp black carbon

Πίνακας 5.2.31, μέτρηση 339_28_1.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Συμπεράσματα.

Ευρήματα από τη νεκρόπολη της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου.

Τα ευρήματα που μελετήθηκαν από το Νεκροταφείο της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου (8^{ος} και 7^{ος} αι. π. Χ.) περιλαμβάνουν κυρίως τμήματα αγγείων, συνανήκοντα ή όχι, με γραπτή διακόσμηση.

Στο τμήμα της διχαλωτής συγκολλημένης λαβής (εικ. 43, 44) πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις (πιν. 5.2.1, 5.2.2), η πρώτη κοντά στο σημείο στο οποίο αποκολλήθηκε το τμήμα από το υπόλοιπο αγγείο, ενώ η δεύτερη στο εξωτερικό τοίχωμα του τμήματος. Παρόλο που οπτικά δεν εντοπίζονται ίχνη χρωστικών, ωστόσο, η τεχνική Raman ανίχνευσε οξείδιο του σιδήρου για την απόδοση του πορτοκαλέρυθρου χρώματος, δηλαδή ψημένη σιέννα. Στο σημείο όμως του σπασίματος, όπου εντοπίζεται το καφέ χρώμα, ανιχνεύτηκαν πάλι οξείδια του σιδήρου, αλλά αυτή τη φορά κόκκινη όχρα και ψημένη όμπρα. Η μέθοδος XRF επιβεβαίωσε την παρουσία των παραπάνω χρωστικών με τον εντοπισμό των χημικών στοιχείων του ασβεστίου Ca και του σιδήρου Fe. Θα πρέπει ωστόσο να είμαστε επιφυλακτικοί διότι η ανίχνευση οξειδίων του σιδήρου ίσως οφείλεται στη μέτρηση του πηλού ή του επιχρίσματος είτε πρόκειται για επικαθίσεις. Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο συγκεκριμένο δείγμα εντοπίστηκε **σημαντική ποσότητα κασσίτερου Sn**, τόσο στην εξωτερική επιφάνεια αλλά και στο σημείο του σπασίματος, επιβεβαιώνοντας την υπόθεση της υπεύθυνης αρχαιολόγου δρα Γεωργία Στρατούλη ότι πολλά από τα αγγεία μιμούνταν μεταλλικά πρότυπα.

Ο κασσίτερος αποτελούσε προϊόν εμπορίου και μεταφέρονταν μέσω των θαλάσσιων δρόμων από πολύ μακριά. Η αξία του ήταν μεγάλη σχεδόν ισότιμη με αυτή του ασημιού. Χρησιμοποιούνταν ήδη από την Μυκηναϊκή Εποχή για την επικασσιτέρωση πήλινων αγγείων, με τη μέθοδο της επικόλλησης ή του εμβαπτισμού στο λωμένο μέταλλο. Εξαιτίας της μεγάλης του αξίας αποτελούσε σύμβολο της άρχουσας τάξης, καθώς αυτοί μπορούσαν εύκολα να το αποκτήσουν. Τα επικασσιτερωμένα αγγεία εντοπίζονται συχνά σε τάφους, γεγονός που επιβεβαιώνει την άποψη ότι σχετίζονταν με τις ταφικές πρακτικές¹⁷¹. Στην περίπτωση των νεκροπόλεων της Κρεπενής, η ανεύρεση κασσίτερου σε κεραμικό αγγείο αποδεικνύει την οικονομική άνεση των κατοίκων της περιοχής, έχοντας στη κατοχή τους τέτοιου είδους αγγεία.

Τα υπόλοιπα ευρήματα της περιόδου περιλαμβάνουν **όστρακα με γραπτή διακόσμηση**, τα οποία δεν ήταν εύκολο να εξακριβωθεί αν επρόκειτο για τμήματα ίδιου αγγείου ή αν προέρχονταν από διαφορετικά. Σε αυτά πραγματοποιήθηκαν από δύο μετρήσεις σε κάθε όστρακο. Η μία αφορούσε το τμήμα που οπτικά δεν

¹⁷¹ Δημάκη, Παπαγεωργίου, 2012, 851

παρουσίαζε γραπτή διακόσμηση, ενώ η επόμενη μέτρηση σχετιζόταν με το σημείο που έφερε χρωματική σχεδίαση γεωμετρικών κυρίως μοτίβων. Στα σημεία χωρίς διακόσμηση εντοπίστηκαν χρωστικές στη πλειοψηφία τους **οξειδία του σιδήρου**, για την απόδοση του κόκκινου-πορτοκαλί χρώματος. Τα οξειδία του σιδήρου, όπως έχει ήδη αναφερθεί, προκύπτουν κατά πάσα πιθανότητα είτε μέσω της μέτρησης του πηλού, είτε εξαιτίας του επιχρίσματος με το οποίο άλειψαν τα αγγεία πριν την τελική όπτηση. Αντίθετα, τα σημεία με διακόσμηση παρουσίασαν σημαντικές κορυφές χρωστικών στα φάσματα, όπως το **μαύρο των λυχνιών (lamp black)**, **οξειδία του σιδήρου (ώχρα, όμπρα, σιέννα)** και **κόκκινο του μολύβδου** για την απόδοση κόκκινων και μπορντό αποχρώσεων.

Συγκεκριμένα, το όστρακο με κωδικό μέτρησης 145_1_1,2 (εικ. 45, 46) παρουσιάζει για το τμήμα χωρίς διακόσμηση (οπτικά) κόκκινη ώχρα και ψημένη σιέννα για να αποδοθεί το πορτοκαλί με καφετί τόνους χρώμα (πιν. 5.2.3). Το διακοσμημένο τμήμα περιλαμβάνει μαύρο των λυχνιών (lamp black) και ψημένη όμπρα για το μπορντό χρώμα (πιν. 5.2.4). Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από τη τεχνική XRF, που διαπίστωσε τη παρουσία ασβεστίου Ca, σιδήρου Fe και μαγγανίου Mn.

Το όστρακο με κωδικό μέτρησης 146_1_13,14 (εικ. 47,48), στο τμήμα χωρίς διακόσμηση (οπτικά) περιλαμβάνει κόκκινη ώχρα και κρόκο για το κόκκινο με καφέ απόχρωση χρώμα (πιν. 5.2.5). Για τη γραμμική μπορντό γραπτή διακόσμηση χρησιμοποιήθηκε, το μαύρο των λυχνιών (lamp black), η κόκκινη ώχρα και το κόκκινο του μολύβδου, με την επικύρωση των αποτελεσμάτων μέσω της ανεύρεσης των χημικών στοιχείων του ασβεστίου Ca, του σιδήρου Fe, τιτανίου Ti και του μολύβδου Pb (πιν. 5.2.6.).

Το όστρακο με κωδικό μέτρησης 146_1_15,16 (εικ. 49, 50), στο τμήμα χωρίς διακόσμηση (οπτικά) φέρει ίχνη μαύρου των λυχνιών (lamp black) και μαλαχίτη, με κάθε επιφύλαξη όμως, διότι οι μετρήσεις ίσως προήλθαν από αλλοιώσεις της επιφάνειας, όπως έχει ήδη αναφερθεί (πιν. 5.2.7). Για τη γραμμική γραπτή διακόσμηση του μπορντό χρώματος χρησιμοποιήθηκε, ψημένη όμπρα, ενώ διαπιστώθηκαν και σημαντικές κορυφές αλιζαρίνης. Τα αποτελέσματα επαληθεύθηκαν και από τη τεχνική XRF, καθώς ανιχνεύθηκαν ασβέστιο Ca, σίδηρος Fe, χαλκός Cu και μαγγάνιο Mn (πιν. 5.2.8).

Το όστρακο με κωδικό μέτρησης 146_1_17,18 (εικ. 51, 52) παρουσιάζει για το τμήμα χωρίς διακόσμηση (οπτικά) αλιζαρίνη για το πορτοκαλέρυθρο χρώμα (πιν. 5.2.9). Σύμφωνα με τις τεχνικές για την απόδοση των διακοσμητικών κόκκινων λεπτομερειών χρησιμοποιήθηκαν αλιζαρίνη και ψημένη όμπρα (πιν. 5.2.10), με την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων μέσω της ανεύρεσης των χημικών στοιχείων του ασβεστίου Ca, του σιδήρου Fe και του μαγγανίου Mn.

Το όστρακο με κωδικό μέτρησης 146_1_19,20 (εικ. 53, 54) παρουσιάζει για το τμήμα χωρίς διακόσμηση (οπτικά) κόκκινη ώχρα για την απόδοση του καφετί

χρώματος (πιν. 5.2.11). Στις γραμμικές μπορντό διακοσμητικές λεπτομέρειες εντοπίστηκε μαύρο των λυχνιών (lamp black), ψημένη σιέννα και κρόκος (πιν. 5.2.12). Τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν και από τη τεχνική XRF, καθώς διαπιστώθηκε η παρουσία ασβεστίου Ca, σιδήρου Fe και τιτανίου Ti.

Το όστρακο με κωδικό μέτρησης 158_1_1,2 (εικ. 55, 56) εμφανίζει στο τμήμα χωρίς διακόσμηση (οπτικά) κόκκινη ώχρα και κρόκο για την απόδοση του πορτοκαλέρυθρου χρώματος (πιν. 5.2.13). Στις διακοσμητικές γραπτές λεπτομέρειες με το μοτίβο-πλέγμα, χρησιμοποιήθηκε το μαύρο των λυχνιών (lamp black), η ψημένη σιέννα και η κόκκινη ώχρα για ένα καφέ με μαύρους τόνους αποτέλεσμα (πιν. 5.2.14). Οι μετρήσεις επαληθεύθηκαν και από τη τεχνική XRF, καθώς διαπιστώθηκε η παρουσία ασβεστίου Ca, σιδήρου Fe και τιτανίου Ti.

Το όστρακο με κωδικό μέτρησης 158_1_3,4 (εικ. 57, 58) στο τμήμα χωρίς διακόσμηση (οπτικά) φέρει ίχνη κόκκινης και κίτρινης ώχρας καθώς και ψημένης σιέννας για το πορτοκαλέρυθρο χρώμα (πιν. 5.2.15). Στις γραμμικές μπορντό διακοσμητικές λεπτομέρειες ανιχνεύθηκαν σημαντικές κορυφές του μαύρου των λυχνιών (lamp black), της κόκκινης ώχρας, της ψημένης σιέννας και του κόκκινου του μόλυβδου (πιν. 5.2.16). Τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν και από τη τεχνική XRF, καθώς παρουσιάστηκε ασβέστιο Ca, σίδηρος Fe και μόλυβδος Pb.

Τέλος, ως μέτρο σύγκρισης μπορούν να παρουσιαστούν τα πρωτογεωμετρικά και αργότερα τα γεωμετρικά αγγεία στα οποία εντοπίζονται παρόμοια διακοσμητικά γεωμετρικά μοτίβα με χρήση καστανού και μαύρου χρώματος, το οποίο οφειλόταν στο αιώρημα πηλού με το οποίο απέδιδαν τη διακόσμηση¹⁷².

Ευρήματα από τη νεκρόπολη της Αρχαϊκής Εποχής.

Από τη νεκρόπολη της Αρχαϊκής Περιόδου (μέσα 6^{ου} π. Χ. αι.) προέκυψαν ακέραια αγγεία χαρακτηριστικά της εποχής, όπως κορινθιακά εξάλειπτρα, γυάλινα αλάβαστρα κ.α., τα οποία διασώζουν στην επιφάνειά τους περιοχές με χρωματική διακόσμηση.

Τα ευρήματα που προέρχονται από τον **τάφο 2**, τετράγωνο 334, που κατά πάσα πιθανότητα πρόκειται για γυναικεία ταφή είναι τα εξής:

Το **κορινθιακό εξάλειπτρο (Αγγείο 6**, χρησ. για τη φύλαξη αρωματικών ελαίων) με κωδικό μέτρησης 334_6_1,2 (εικ. 68, 69) στο οποίο πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις. Η πρώτη στα κόκκινα στίγματα που εντοπίζονται περιμετρικά του χείλους του αγγείου και η δεύτερη στα μαύρα στίγματα, επίσης στη περίμετρο του χείλους του αγγείου. Για το κόκκινο με καφετί απόχρωση χρώμα, η μέθοδος Raman εντόπισε σημαντικές ποσότητες αλιζαρίνης, **κόκκινης και κίτρινης ώχρας** (5.2.26). Στα μαύρα στίγματα παρουσιάστηκε άνθρακας και συγκεκριμένα το **μαύρο των λυχνιών (lamp black)** (πιν. 5.2.27). Η ύπαρξη σημαντικών ποσοτήτων ασβεστίου Ca και σιδήρου Fe επιβεβαίωσε τα αποτελέσματα της προηγούμενης διαδικασίας.

¹⁷² Πλάντζος, 2011, 42-43

Ο σκύφος (Αγγείο 7) με τις δύο οριζόντιες λαβές και τη βάση με κωδικό μέτρησης 334_7_1,2,3 (εικ.70, 71, 72), στην επιφάνεια του οποίου πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις. Η πρώτη στον εσωτερικό πυθμένα του αγγείου, η δεύτερη στα ίχνη χρωστικών στο εσωτερικό πλάγιο τοίχωμα και η τρίτη στο εξωτερικό πλάγιο τοίχωμα του αγγείου. Για την απόδοση του κόκκινου με καφετί αποχρώσεις χρώμα στον πυθμένα του αγγείου ανιχνεύθηκε **αλιζαρίνη και ψημένη όμπρα**, ενώ σημαντικές ήταν και οι κορυφές του **μαύρου των λυχνιών (lamp black)** (πιν. 5.2.28). Η μέτρηση από το εσωτερικό τοίχωμα του αγγείου διαπίστωσε ίχνη **ψημένης όμπρας και μαύρου των λυχνιών (lamp black)**, ενώ εντοπίστηκε και **λευκό του μολύβδου** για την **γκρί** απόχρωση (πιν. 5.2.29). Τέλος, στο εξωτερικό τοίχωμα του αγγείου, εντοπίστηκε αλιζαρίνη και ψημένη όμπρα, ίσως όμως να πρόκειται για αποτελέσματα που προέκυψαν ύστερα από την μέτρηση του πηλού ή επικαθίσεων (πιν. 5.2.30). Τα αποτελέσματα επαληθεύθηκαν και από τη τεχνική XRF, καθώς διαπιστώθηκε η παρουσία ασβεστίου Ca, σιδήρου Fe, μαγγανίου Mn και μολυβδού Pb.

Το γυάλινο **αλάβαστρο (μικροεύρημα 152)** με κωδικό μέτρησης 334_2_1,2,3 (εικ. 65, 66, 67) στο οποίο ολοκληρώθηκαν τρεις μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση αφορά το κίτρινο χρώμα στις ταινιωτές και τεθλασμένες διακοσμητικές γραμμές, η δεύτερη το γαλάζιο στις τεθλασμένες γραμμές και η τρίτη στο μπλε τμήμα του αγγείου. Για την απόδοση του κίτρινου εφαρμόστηκε **κίτρινη όχρα και κρόκος**, ενώ εντοπίστηκαν και ίχνη **λευκού του μολύβδου** (πιν. 5.2.23). Στο γαλάζιο χρησιμοποιήθηκε Αιγυπτιακό μπλε αναμεμειγμένο με λευκό του μολύβδου για πιο ανοιχτόχρωμη απόχρωση (πιν. 5.2.24). Στο μπλε εντοπίστηκε πάλι **Αιγυπτιακό μπλε** αλλά αυτή τη φορά αναμεμειγμένο με **μαύρο των λυχνιών (lamp black)**, επιδιώκοντας σκούρους τόνους (πιν. 5.2.25). Η ανίχνευση των παραπάνω χρωστικών επαληθεύθηκε με τη βοήθεια της μεθόδου XRF, η οποία εντόπισε ασβέστιο Ca, σίδηρο Fe, τιτάνιο Ti, χαλκό Cu και μολύβδο Pb.

Όσον αφορά το **αλάβαστρο**, δεν είμαστε σίγουροι αν πρόκειται για έργο τοπικού εργαστηρίου ή εμπορίου, καθώς την περίοδο του 6^{ου} π.Χ. αιώνα εργαστήριο γυαλιού συναντούμε στη Ρόδο, απ' όπου ξεκίνησε η υαλουργική παραγωγή στον ελλαδικό χώρο και επεκτάθηκε λίγο αργότερα και σε άλλες περιοχές τις ηπειρωτικής Ελλάδας με σημαντικό κέντρο τη Μακεδονία¹⁷³. Το γεγονός ότι φέρει Αιγυπτιακό μπλε είναι πολύ σημαντικό, διότι πρόκειται για την πρώτη συνθετική χρωστική που κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε ήδη από την 3^η χιλιετία π.Χ. Η αξία της ήταν μεγάλη και η ακριβής συνταγή κατασκευής της αρκετά περίπλοκη¹⁷⁴. Η παρουσία τέτοιου είδους αγγείου στη νεκρόπολη της Κρεπενής υποδηλώνει την εμφάνιση εύπορων οικογενειών της άρχουσας τάξης, επιβεβαιώνοντας για μια ακόμα φορά τις αρχικές εκτιμήσεις, όπως προέκυψαν από το σύνολο των ευρημάτων.

Από την αρχαϊκή **ταφή 14**, τετράγωνο 339, προέρχεται:

¹⁷³ Οικονόμου, 2012, 10-12

¹⁷⁴ Πλάντζος, 2018, 30-31

Η **φιάλη (Αγγείο 28)** με κωδικό μέτρησης 339_28_1 (εικ. 73), από την επιφάνεια της οποίας λήφθηκε μία μέτρηση από το εσωτερικό του πυθμένα. Με τη μέθοδο Raman ανιχνεύθηκε μόνο η χρωστική **μαύρο των λυχνιών (lamp black)** (πιν. 5.2.31), η οποία οπτικά φαίνεται να κάλυπτε όλη την επιφάνεια του αγγείου. Η ανίχνευση του lamp black πραγματοποιήθηκε και με τη βοήθεια της μεθόδου XRF, η οποία εντόπισε σημαντική ποσότητα ασβεστίου Ca.

Ευρήματα από τη νεκρόπολη της Ελληνιστικής Εποχής.

Ανάμεσα στα ευρήματα από την ελληνιστική νεκρόπολη (τέλη του 4^{ου} π. Χ αιώνα) κατατάσσονται ακέραια αγγεία και ιδιαίτερα ως προς τον τύπο τους, κυρίως σπονδικά.

Από την **ταφή 10**, τετράγωνο 319, προέρχονται τα εξής:

Η **κύλικα-σκύφος τύπου Bolsal (Αγγείο 18)** με κωδικό μέτρησης 319_18_2,3 (εικ. 63, 64), με δύο μετρήσεις από την επιφάνειά της. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε στον εσωτερικό πυθμένα του αγγείου, ενώ η δεύτερη στο εσωτερικό πλάγιο τοίχωμα. Στο καφετί-κόκκινο χρώμα του **πυθμένα** εντοπίστηκαν οξειδία του σιδήρου, δηλαδή ψημένη **σιέννα** και κόκκινη **ώχρα** και μαύρο των λυχνιών (**lamp black**) (πιν. 5.2.21) επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο την επιθυμητή απόχρωση. Στη μέτρηση του μαύρου χρώματος στα πλάγια τοιχώματα, ανιχνεύθηκε μαύρο των λυχνιών (**lamp black**) αναμειγμένο με ψημένη **σιέννα** (πιν. 5.2.22). Η ανεύρεση ασβεστίου Ca και σιδήρου Fe ενισχύουν την παραπάνω άποψη.

Η **φιάλη (Αγγείο14)** με κωδικό μέτρησης 319_14_1,2 (εικ. 60, 61), μελετήθηκε μέσω της λήψης δύο μετρήσεων από το εσωτερικό του πυθμένα και από το χείλος του αγγείου. Στον **πυθμένα** παρουσιάστηκε μαύρο των λυχνιών (**lamp black**) και **λευκό του μολύβδου** επιτυγχάνοντας μια γκριζωπή απόχρωση (πιν. 5.2.18), ενώ στο χείλος ανιχνεύθηκε ψημένη όμπρα και κίτρινη σανδαράχη, αποδίδοντας μία πορτοκαλί απόχρωση. Ίσως όμως αυτά τα αποτελέσματα του πορτοκαλί να οφείλονται σε επικαθίσεις (πιν. 5.2.19). Κατά την εξέταση με XRF ανιχνεύθηκε ασβέστιο Ca, σίδηρο Fe, μόλυβδος Pb, μαγγάνιο Mn, αρσενικό As και ψευδάργυρος Zn.

Η **φιάλη (Αγγείο 15)** με κωδικό μέτρησης 319_15_1 (εικ. 62), από την οποία ελήφθησαν πληροφορίες από μία μέτρηση από το πλαϊνό τοίχωμα του αγγείου. Στα αποτελέσματα περιλαμβάνονται μαύρο των λυχνιών (**lamp black**) και **αλιζαρίνη** επιφέροντας μαύρο-ελαφρώς γκρι χρώμα. (πιν. 5.2.20). Το XRF ανίχνευσε ασβέστιο Ca διευκολύνοντας το παραπάνω συμπέρασμα.

Από την **ταφή 11**, τετράγωνο 314, προέρχεται το εξής εύρημα:

Η **φιάλη (Αγγείο 12)** με κωδικό μέτρησης 314_12_1 (εικ. 59) με μέτρηση από το εσωτερικό του πυθμένα, η οποία ανίχνευσε μαύρο των λυχνιών (**lamp black**), **αλιζαρίνη** και **μπερμπερίνη**, παρότι όμως η μέθοδος XRF ανίχνευσε ασβέστιο Ca,

δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι διότι το αποτέλεσμα υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να οφείλεται σε αλλοιώσεις του πηλού και επικαθίσεις (πιν. 5.2.17).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι οι τεχνίτες των αγγείων στη Κρεπενή εφάρμοζαν στη διακόσμηση των ταφικών αγγείων, σκουρόχρωμες χρωστικές όπως το μαύρο και το καφέ, ενώ απουσιάζουν τα έντονα γραπτά διακοσμητικά μοτίβα. Αντίθετα, κάλυπταν την επιφάνεια του αγγείου σχεδόν ολοκληρωτικά με σκούρο χρώμα. Έτσι τα τοπικά εργαστήρια δημιουργούσαν ένα ξεχωριστό ύφος περιφερειακής τέχνης με απλά σχήματα και διακόσμηση.

Στη χρωματική παλέτα της περιφερειακής αυτής τέχνης εντάσσονται χρωστικές που αποτελούν **οξειδία του σιδήρου**, όπως η **κόκκινη ώχρα**, η **ψημένη όμπρα και σιέννα**, τις οποίες προμηθεύονταν εύκολα από την φύση, αποφέροντας πορτοκαλί, ερυθρές και μπορντό αποχρώσεις. Για την απόδοση μαύρων τονικών διαβαθμίσεων χρησιμοποιήθηκε κατά πλειοψηφία το **lamp black**, χρωστική που προέρχεται από την αιθάλη των λυχνιών, η οποία προκύπτει από καύση οργανικών υλικών. Σε πολλές περιπτώσεις, εντοπίστηκε και η συνδυαστική χρήση των χρωμάτων αυτών, όπως για παράδειγμα το lamp black αναμειγμένο με κόκκινη ώχρα επιδιώκοντας, ανάλογα με το ύφος, σκουρότερους ή ανοιχτότερους τόνους. Με αυτό τον τρόπο ακολουθούν στις χρωματικές τους επιλογές το γενικότερο ύφος που επικρατούσε και στην υπόλοιπη Ελλάδα τη συγκεκριμένη εποχή.

Επιπλέον, μελετώντας κανείς τις χρωστικές των αγγείων της Κρεπενής συνειδητοποιεί τη διαχρονική αξία των χρωμάτων που εφαρμόστηκαν, καθώς οι ίδιες χρωστικές συναντώνται σε αγγεία της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου, της Αρχαϊκής αλλά και της Ελληνιστικής περιόδου, με διαφορά μόνο στην επιλογή των διακοσμητικών σχεδίων που ακολουθούν τις εκάστοτε τάσεις και με εξαίρεση το γυάλινο αλάβαστρο στο οποίο εντοπίστηκε το Αιγυπτιακό μπλε.

Η ανεύρεση του γυάλινου αλάβαστρου, με το Αιγυπτιακό μπλε, είτε πρόκειται για εύρημα εγχώριας παραγωγής, είτε προϊόν εμπορεύματος, κατατάσσει την Κρεπενή στους σημαντικούς σταθμούς του διαμετακομιστικού εμπορίου.

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί, ότι συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της τεχνικής XRF, από όλα τα ευρήματα που μελετήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο μέρος των αγγείων, πάνω από το 80%, κατασκευάστηκαν από την ίδια πρώτη ύλη του πηλού, ενώ σε ελάχιστα παρουσιάζονται διαφορετικά στοιχεία, επισημαίνοντας την διαφορετική σύσταση της πρώτης ύλης παραγωγής τους.

Τέλος, για να στηριχθούν ακόμα περισσότερο οι παραπάνω απόψεις, απαιτείται περαιτέρω αρχαιομετρική έρευνα και εφαρμογή νέων μεθόδων ανάλυσης που θα εμπλουτίσουν τις γνώσεις μας για το αρχαίο παρελθόν του τόπου. Η χρήση τους σε άλλες περιοχές και η συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων με αυτά της Κρεπενής, θα μπορούσε να οδηγήσει στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για τις χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν από την Πρώιμη Εποχή του Σιδήρου μέχρι και τα

Ελληνιστικά Χρόνια στον ελλαδικό χώρο, αλλά θα συνέβαλλε και στην αναζήτηση των πηγών των πρώτων υλών και των εργαστηρίων κατά τόπους.

6.2 Επίλογος.

Συνοψίζοντας, στην εργασία μελετήθηκαν όστρακα αγγείων της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου και αγγεία της Αρχαϊκής και της Ελληνιστικής Εποχής από την πρόσφατα ανεσκαμμένη αρχαιολογική θέση της Κρεπενής-Καστοριάς. Πραγματοποιήθηκε επιστημονική διερεύνηση των χρωστικών των αγγείων συνδυάζοντας τις φασματοσκοπικές μεθόδους RAMAN για την ταυτοποίηση των χρωστικών ουσιών και φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF) για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων. Η εφαρμογή των μεθόδων διενεργήθηκε με υπευθυνότητα στα πλαίσια εκμάθησης των τεχνικών και σε πειραματικό στάδιο με την επίβλεψη του Καθηγητή Θεόδωρου Γκανέτσου, εξασφαλίζοντας την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Στη χρωματική παλέτα των κεραμέων-αγγειογράφων της Κρεπενής εντοπίζεται κυρίως η χρήση οξειδίων του σιδήρου κόκκινη ώχρα, ψημένη όμπρα και σιέννα για τις ερυθρές αποχρώσεις και μαύρο των λυχνιών (lamp black) για τις καστανές-μαύρες, χρησιμοποιώντας τα διαχρονικά από τον 8^ο μέχρι το τέλος του 4^{ου} π.Χ. αιώνα. Τέλος η ανεύρεση σημαντικής ποσότητας κασσίτερου σε ένα όστρακο αλλά και το γυάλινο αλάβαστρο με το Αιγυπτιακό μπλε επιβεβαιώνουν την εύπορη φύση των προγονικών κατοίκων της Κρεπενής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Αλούπη Ε. (1993), *Φύση και μικρομορφολογία των βαφών σε αρχαία κεραμικά, μια νέα προσέγγιση στη μελέτη της κεραμικής τεχνολογίας*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Boardman J. (2001), *Αθηναϊκά μελανόμορφα αγγεία*, Μετάφραση: Χατζηαναστασίου Ο., Δεύτερη έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Καρδαμίτσα.

Caggiani M.C., Cosentino A., Mangone A. (2016), «Pigments Checker version 3.0, a handy set for conservation scientists: A free online Raman spectra database» στο *Microchemical Journal* 129, 123-132.

Γκανέτσος Θ. (2017), (2017), (σημειώσεις), Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Ρόδος.

Δημάκη Σ., Παπαγεωργίου Μ. (2012), «Σύνολο Μυκηναϊκών επικασσιτερωμένων αγγείων από το Καλαπόδι Λοκρίδας» στο *Αρχαιολογικό Έργο Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας 4, Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης 2012*, τόμος II Στερεά Ελλάδα, Βόλος 2015.

Dickinson O. (2003), *Αιγαίο εποχή του χαλκού*, Μετάφραση: Ξένος Θ., Αθήνα: Εκδόσεις Καρδαμίτσα.

Δουλγερίδης Μ. (2011), *Υλικά και τεχνικές της ζωγραφικής στο πέρασμα του χρόνου*, Αθήνα: Εκδόσεις: Αγγελάκη.

Holscher T. (2005), *Κλασική Αρχαιολογία, βασικές γνώσεις*, Μετάφραση: Παπαγεωργίου Π., Επιμέλεια: Καραναστάση Π., Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις UNIVERSITY STUDIO PRESS.

Hussein M. (2009), [*Study of the chromatic changes of the ancient pigments in some wall paintings in Egypt and the procedures of conservation*](#), Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη.

Ζαχαριάς Ν., Οικονόμου Α. (2010), «Γυαλιά: Η φυσικοχημεία και η παθολογία τους», στο: Λυριτζής Ι., Ζαχαριάς Ν. (επιμέλεια) *Αρχαιο-υλικά (αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις)*, Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Ιγνατιάδου Δ. (2004), *Μακεδονική βαλουργία του 4^{ου} αι. π.Χ. Το άχρωμο γυαλί*, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη.

Καβουσανάκη Δ. (2010), *Μελέτη της χημικής σύστασης και των τεχνικών κατασκευής «πρώιμων» υαλώδων αντικειμένων του αιγαιακού χώρου*, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη.

Κακουλλή Ι. (2010), «Τεχνικές και υλικά ζωγραφικής διακόσμησης της Ύστερης Κλασικής και Ελληνιστικής Περιόδου: μια επισκόπηση της τεχνικής βιβλιογραφίας», στο: *Αρχαιο-υλικά (αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις)*, Επιμέλεια: Λυριτζής Ι., Ζαχαριάς Ν., Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Καραπαναγιώτης Ι. (2017), (σημειώσεις), Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Ρόδος.

Κατσαρός Θ. (2009), *Χρωματολογία Θεοφράστου του Ερέσιου: Αναλύσεις-ταυτοποίηση-συμβολή στην ανάδειξη έργων πολιτιστικής κληρονομιάς*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

Κουή Μ., Χειλάκου Ε. (2015), *Μη Καταστρεπτικές και Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Εξέτασης των Υλικών: Θεωρία, Τεχνικές και Εφαρμογές*, Επιμέλεια: Δ. Κονάχος, Η. Τσιώνης, Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα.

Λεβίδης Α. Β. (2009), *Πλίνιος ο Πρεσβύτερος, Περί της αρχαίας ελληνικής ζωγραφικής*, 35^ο βιβλίο της φυσικής ιστορίας, Μετάφραση: Ρούσσοσ Τ., Λεβίδης Α. Β., Αθήνα: Εκδόσεις Άγρα.

Λυριτζής Ι. (2017), (σημειώσεις), Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Ρόδος.

Μακρής Χ. Σ. (2000), *Η Καστοριά, συνοπτική ιστορία της πόλης*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη α.ε.

Μουτσόπουλος Ν. Κ. (1974), *Καστοριά, Ιστορία-Μνημεία-Λαογραφία, Από την ίδρυσή της μέχρι τον 10^ο μ.Χ. αιώνα, Προϊστορική, Ιστορική και Παλαιοχριστιανική Εποχή*, Ανάτυπον εκ του ΣΤ' τόμου της Επιστημονικής Επετηρίδος της Πολυτεχνικής Σχολής, Τμήμα Αρχιτεκτόνων, Θεσσαλονίκη.

Μπίκα Δ. (2015), *Μελέτη της πολυχρωμίας της αρχαϊκής γλυπτικής*, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Νοδάρου Ε. (2010), «Ανάλυση αρχαίας κεραμικής: Χαρακτηρισμός, προέλευση, τεχνολογία» στο: *Αρχαιο-υλικά (αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις)*, Επιμέλεια: Λυριτζής Ι., Ζαχαριάς Ν., Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Οικονόμου Α. (2012), *Μελέτη αρχαίων υάλων και εφραλωμάτων του ελλαδικού χώρου*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Παλαμάρα Ε. (2017), *Φυσικοχημεία και παθολογία αρχαιολογικού γυαλιού και αρχαιολογικών υαλωδών επιφανειών*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Καλαμάτα.

Παπαϊωάννου Λ. Α. (1996), *Άργος πόλη Ορεστίδας*, Άργος Ορεστικό: Εκδόσεις Μορφωτικός Σύλλογος Άργους Ορεστικού «Η ΟΡΕΣΤΙΣ».

Παπακωνσταντίνου Θ. Φ. (1930), *Η Καστοριά, Γεωγραφία, Ιστορία, Τέχνη*, Ανατύπωση εκ της «ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑΣ», ΠΥΡΣΟΣ, Αθήνα: Ανώνυμος εταιρία εκδόσεων και γραφικών τεχνών.

Ραπαροστόλου J. A. (2002), «Colour in archaic painting», στο *Color in ancient Greece, the role of color in ancient greek art and architecture (700-31 B.C.)*, *Proceedings of the Conference held in Thessaloniki, 12th-16th April, 2000*, Επιμέλεια: Μ. Α. Τιβέριος, Δ. Σ. Τσιαφάκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη-Ίδρυμα μελετών Λαμπράκη, Θεσσαλονίκη.

Παπαχρίστου Α. Ζ. (1985), *Ορεστίς, Η κοιτίδα του ένδοξου Ελληνικού Μακεδονικού Κράτους και των προγόνων του Μεγάλου Αλεξάνδρου*, Θεσσαλονίκη.

Παπλιάκα Ζ. Ε. (2009), [Φυσικοχημικός χαρακτηρισμός υλικών σε ζωγραφικά έργα σύγχρονης τέχνης](#), Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Πασχάλη Α. (1979), *Καστοριά, Ιστορία-Μνημεία, Από τους αρχαίους χρόνους ως σήμερα*, Αθήνα: Εκδόσεις Α. Καραβία.

Πηχιών Κ. Α. (1958), *Τουριστικός Οδηγός Καστοριάς*, Καστοριά: Εκδόσεις Σ. Κ. Δούκη.

Πλάντζος Δ. (2011), *Ελληνική τέχνη και αρχαιολογία, 1100-30 π.Χ.*, Αθήνα: Εκδόσεις Καπόν.

Πλάντζος Δ. (2018), *Η τέχνη της ζωγραφικής στον αρχαιοελληνικό κόσμο*, Αθήνα: Εκδόσεις Καπόν.

Σαριπανίδη Β. (2012), *Εισαγμένη και εγχώρια κεραμική στο βορειοελλαδικό χώρο: η περίπτωση της Σίνδου*, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη.

Σκούλικα Σ. (2001), [Ανάπτυξη νέων αναλυτικών μεθόδων με τη φασματοσκοπία Raman](#), Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Στρατούλη Γ. (2017), «Νομός Καστοριάς, Ιστορικό και αρχαιολογικό περίγραμμα, Προϊστορικοί Χρόνοι» στο *Αρχαιολογία Μακεδονία και Θράκη*, Επιμέλεια: Α. Βλαχόπουλος, Δ. Τσιαφάκη, Κ. Μπιρτάχα, Αθήνα: Εκδόσεις Μέλισσα.

Τιβέριος Μ. (1996), *Ελληνική τέχνη, Αρχαία αγγεία*, Αθήνα: Εκδόσεις Εκδοτική Αθηνών.

Τριανταφυλλίδης Π. (1998), *Τα γυάλινα αντικείμενα από την Μινώα Αμοργού: συμβολή στη μελέτη της υαλοργιάς στις Κυκλάδες κατά την Ελληνιστική και Ρωμαϊκή περίοδο*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Τσαμίσης Π. (1949), *Η Καστοριά και τα μνημεία της*, Αθήνα: Εκδόσεις Ι. Λ. Αλευροπούλου.

Τσούγγαρης Χ. (2017), «Νομός Καστοριάς, Ιστορικό και αρχαιολογικό περίγραμμα, Ιστορικοί Χρόνοι» στο *Αρχαιολογία Μακεδονία και Θράκη*, Επιμέλεια: Α. Βλαχόπουλος, Δ. Τσιαφάκη, Κ. Μπιρτάχα, Αθήνα: Εκδόσεις Μέλισσα.

Φωστηρίδου Α. (2012), *Ταυτοποίηση χρωστικών σε ειδώλια που βρέθηκαν κατά τις ανασκαφές του μετρό Θεσσαλονίκης*, Μεταπτυχιακή εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Χειλάκου Ε. (2012), *Η εφαρμογή των φασματοσκοπικών και μη καταστρεπτικών μεθόδων στο χαρακτηρισμό, τον έλεγχο της φθοράς και τη συντήρηση-αποκατάσταση ιστορικών έργων*, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Walter-Karydi E, «Colour in classical painting», στο *Color in ancient Greece, the role of color in ancient greek art and architecture (700-31 B.C.)*, *Proceedings of the Conference held in Thessaloniki, 12th-16th April, 2000*, Επιμέλεια: Μ. Α. Τιβέριος, Δ. Σ. Τσιαφάκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη-Ίδρυμα μελετών Λαμπράκη, Θεσσαλονίκη.

Αρχαίες πηγές

Στράβων, Γωγραφικά βιβλίο 7, Κεφάλαιο 7.8

Θουκυδίδης, Ιστορία ΙΙ, 99

Ηρόδοτος, Ιστορία VIII, 137-138

Θεόφραστος, Περί λίθων, 55, 56

Διαδικτυακές πηγές

Πινακίδα του Δισπηλιού https://el.wikipedia.org/wiki/Πινακίδα_του_Δισπηλιού

Μυρτσιώτη Γ. (24 Φεβρουαρίου 2016), Αρχαιολογικός θησαυρός στην Κρεπενή Καστοριάς, www.kathimerini.gr/850655/article/epikairothta/ellada/arxaiologikos-8hsayros-sthn-krepenh-kastorias.

Στεφανή Λ., Μαυρομιγάλη Κ. et al (5 Νοεμβρίου 2009), « Γυάλινος κόσμος, μία έκθεση για το γυαλί στην αρχαία Μακεδονία και τη Θράκη», στο *Archaeology and arts*, www.archaiologia.gr/blog/2009/11/05/έκθεση-«γυάλινος-κόσμος»-αρχαιολογικ-2/.

Στρατούλη Γ. (28 Νοεμβρίου 2017), Οι τρεις παραλίμνιες νεκροπόλεις της Κρεπενής αλλάζουν το αρχαιολογικό τοπίο της περιοχής, www.togethermag.gr/oi-τρεις-παραλίμνιες-νεκροπόλεις-της/.

Στρατούλη Γ. (10 Μαρτίου 2016), Οι νεκροπόλεις της Κρεπενής αλλάζουν το αρχαιολογικό τοπίο της Καστοριάς, www.archaiologia.gr/blog/2016/3/10/oi-νεκροπόλεις-της-κρεπενής-αλλάζουν/.

Αργίλος

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BB%CE%BF%CF%82>

Κεραμική-Αγγειογραφία, Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης,

<https://cycladic.gr/page/archaia-technologia>

Υαλουργία <https://cycladic.gr/page/archaia-technologia>

Εξάλειπτρον <https://cycladic.gr/exhibit/ng0020-exaliptron?cat=archaia-elliniki-techni>

Γυάλινο αλάβαστρον <https://cycladic.gr/exhibit/kp0049-gialino-alavastro?cat=archaia-elliniki-techni>

Κόκκινη σανδαράχη http://www.geo.auth.gr/106/2_sulfides/realgar.htm

Κόκκινη σανδαράχη

<http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/realgar.html>

Κίτρινη σανδαράχη http://www.geo.auth.gr/106/2_sulfides/orpiment.htm

<http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/index.html#yellow>

Κίτρινο του μολύβδου-κασσίτερου

<http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/pbsnyellow.html>

Γύψος http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum.htm

Ελεφάντινον μέλαν <https://colourlex.com/project/ivory-black/>

Μαύρο των οστών <https://colourlex.com/project/bone-black/>

Μαύρο των οστών

<http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/boneblack.html>

Μαλαχίτης <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/malachite.html>

Αζουρίτης http://www.geo.auth.gr/106/5_carbonates/azurite.htm

Όμπρα <https://colourlex.com/project/umber/>

Βάση δεδομένων Clark <http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/>

Πηγές εικόνων

Εικόνα 1: el.wikipedia.org/wiki/Μακεδονία

Εικόνα 2: google maps

Εικόνα 3-10: Φωτογραφικό αρχείο Δρ Γεωργία Στρατούλη (παρουσίαση ΑΕΜΘ).

Εικόνα 11-24: Φωτογραφικό αρχείο Δρ Γεωργία Στρατούλη και ΕΦΑ Καστοριάς.

Εικόνα 25: <https://xromata.com/?p=9686>

Εικόνα 26: <https://colourlex.com/project/yellow-ochre/>

Εικόνα 27-33: Καραπαναγιώτης Ι., σημειώσεις-παραδόσεις μαθημάτων.

Εικόνα 34: <https://colourlex.com/>

Εικόνα 35: Κατσαρός Θ., 2009, Διδακτορική διατριβή.

Εικόνα 36: Μεταπτυχιακή εργασία, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Ασημίνα Δριτσούλα.

Εικόνα 37: Εικόνα από την πειραματική διαδικασία.

Εικόνα 38: Μεταπτυχιακή εργασία, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Ντούγκα Μαρία.

Εικόνα 39: Μεταπτυχιακή εργασία, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Ντούγκα Μαρία.

Εικόνα 40: Εικόνα από την πειραματική διαδικασία.

Εικόνα 41-42: Γκανέτσος Θ., σημειώσεις.

Εικόνα 43-73: Εικόνες από την πειραματική διαδικασία.

