



Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών
ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες

**Ανάλυση μέσω μη καταστροφικών τεχνικών
και ταυτοποίηση χρωστικών
από ταφικά μνημεία των αρχαίων Αβδήρων**

Λαζαρίδης Θεόδωρος
Αρχαιολόγος



Ρόδος 2018

Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών
ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες

**Ανάλυση μέσω μη καταστροφικών τεχνικών
και ταυτοποίηση χρωστικών
από ταφικά μνημεία των αρχαίων Αβδήρων**

Λαζαρίδης Θεόδωρος
Αρχαιολόγος

Επιβλέπων καθηγητής:

Καθ. Γκανέτσος Θεόδωρος
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Εξεταστές:

Αν. Καθ. Καραπαναγιώτης Ιωάννης
Ανώτατη Εκκλησιαστική Ακαδημία Θεσσαλονίκης

Αν. Καθ. Φακορέλλης Γεώργιος
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Ρόδος 2018

***Δήλωση περί μη λογοκλοπής και ανάληψη προσωπικής ευθύνης**

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Ανάλυση μέσω μη καταστροφικών τεχνικών και ταυτοποίηση χρωστικών από ταφικά μνημεία των αρχαίων Αβδήρων» που εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες του Πανεπιστημίου Αιγαίου, αποτελεί προϊόν πρωτότυπης έρευνας και δεν χρησιμοποιώ πνευματική ιδιοκτησία τρίτων χωρίς αναφορές. Αναλαμβάνω οποιαδήποτε συνέπεια προκύψει σε περίπτωση που αποδειχθεί ότι η εργασία εμπεριέχει στοιχεία λογοκλοπής σύμφωνα με τον κανονισμό του ιδρύματος.

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος.....	1
Περίληψη	2
Abstract.....	3
Κεφάλαιο 1^ο Αρχαία Άβδηρα.....	
1.1 Γεωγραφία και γεωμορφολογία της περιοχής.....	4
1.2 Ιστορική επισκόπηση	5
1.3 Τα ευρήματα των ανασκαφών.....	8
Κεφάλαιο 2^ο Αρχαιολογικά δεδομένα: κατάλογος ταφικών μνημείων	
2.1 Πήλινη γραπτή σαρκοφάγος MA4500	12
2.2 Πήλινη γραπτή σαρκοφάγος MA6922	14
2.3 Κτιστός κιβωτιόσχημος τάφος MA8138.....	17
2.4 Κτιστός κιβωτιόσχημος τάφος MA8137.....	19
Κεφάλαιο 3^ο Το χρώμα στον αρχαίο Ελληνικό κόσμο	
3.1 Η χρήση του χρώματος στην αρχαία ελληνική τέχνη	21
3.2 Οι τεχνικές.....	22
3.3 Οι χρωστικές	23
3.3.1 Λευκές χρωστικές.....	24
3.3.2 Κόκκινες χρωστικές	25
3.3.3 Μπλε χρωστικές	26
3.3.4 Κίτρινες χρωστικές.....	28
3.3.5 Καστανές χρωστικές	28
3.3.6 Πράσινες χρωστικές	29
3.3.7 Μαύρες χρωστικές	29
Κεφάλαιο 4^ο Φασματοσκοπικές μέθοδοι – Τεχνικές ανάλυσης.....	
4.1 Μη καταστροφικές τεχνικές ανάλυσης στην αρχαιολογική έρευνα	30
4.2 Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF).....	31
4.3 Φασματοσκοπία Raman	33

Κεφάλαιο 5^ο Πειραματικές μετρήσεις Raman και XRF-Διαγράμματα μετρήσεων	
5.1 Μεθοδολογία και όργανα μετρήσεων	36
5.2 Δείγματα από την πήλινη γραπτή σαρκοφάγο MA 4500.....	40
5.3 Δείγματα από την πήλινη γραπτή σαρκοφάγο MA 6922.....	53
5.4 Δείγματα από τον κιβωτιόσχημο τάφο MA8138	75
5.5 Δείγματα από τον κιβωτιόσχημο τάφο MA8137	81
Κεφάλαιο 6^ο Αποτελέσματα έρευνας - Ταυτοποίηση χρωστικών	
6.1 Οι χρωστικές της πήλινης γραπτής σαρκοφάγου MA4500	99
6.2 Οι χρωστικές της πήλινης γραπτής σαρκοφάγου MA6922	100
6.3 Οι χρωστικές στον κιβωτιόσχημος τάφο MA8138	102
6.4 Οι χρωστικές στον κιβωτιόσχημος τάφο MA8137	103
6.5 Η χρωματική παλέτα των καλλιτεχνών	105
Επίλογος.....	108
Βιβλιογραφία	109
Αρχαίες πηγές.....	111
Πηγές εικόνων	111

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Ανάλυση μέσω μη καταστροφικών τεχνικών και ταυτοποίηση χρωστικών από ταφικά μνημεία των αρχαίων Αβδήρων» εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες» του τμήματος Μεσογειακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η μελέτη και η ταυτοποίηση των χρωστικών που χρησιμοποιήθηκαν στο ζωγραφικό διάκοσμο από πήλινες σαρκοφάγους και χτιστούς κιβωτιόσχημους τάφους (6^ο έως 3^ο αι. π. Χ.) των αρχαίων Αβδήρων μέσω δύο φορητών μη καταστροφικών τεχνικών, τις φασματοσκοπικές μεθόδους Raman και XRF, συμβάλλοντας στην ερμηνεία των μνημείων αυτών, ανασυνθέτοντας την παλέτα των καλλιτεχνών και δημιουργώντας μια πρώτη βάση δεδομένων με τις χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή των Αβδήρων.

Με την ολοκλήρωση της εργασίας θέλω να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Θεόδωρο Γκανέτσο, χωρίς την βοήθεια και τις συμβουλές του οποίου δεν θα μπορούσε να είχε ολοκληρωθεί η εργασία αυτή. Η υποστήριξη του από την αρχή, με την διαδικασία των μετρήσεων, έως το τέλος της εργασίας υπήρξε πολύτιμη.

Επίσης, ευχαριστώ την κ. Κωνσταντίνα Καλλιντζή, έφορο αρχαιοτήτων της ΕΦΑ Ξάνθης, για την εμπιστοσύνη που έδειξε παραχωρώντας μου αρχαιολογικό υλικό προς μελέτη και την γενικότερη υποστήριξή της, όπως και την κ. Κυριακή Χατζηπροκοπίου, αρχαιολόγο της ΕΦΑ Ξάνθης, για την πολύτιμη βοήθειά της στην διευκόλυνση των διαδικασιών της αδειοδότησης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και τους δύο εξεταστές, κ. Ιωάννη Καραπαναγιώτη και κ. Γεώργιο Φακορέλλη, για τον χρόνο που αφιέρωσαν για την μελέτη και αξιολόγηση της εργασίας.

Ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου στο μεταπτυχιακό, κάποιους με τους οποίους μοιραστήκαμε τα προβλήματά και τις αγωνίες μας, τους φίλους και την οικογένεια μου για την συμπαράστασή τους. Τέλος η εργασία αυτή αφιερώνεται στους γονείς μου, Δημήτριο και Βαρβάρα.

Περίληψη

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν χρωστικές του ζωγραφικού διακόσμου από ταφικά μνημεία που βρέθηκαν σε ανασκαφές στα νεκροταφεία των αρχαίων Αβδήρων στα παράλια της Αιγιακής Θράκης. Η πόλη των Αβδήρων, αποικία των Κλαζομενών και μετά των Τήων, γρήγορα εξελίχθηκε σε μια ισχυρή πόλη κράτος μέσω των εμπορικών της συναλλαγών. Η οικονομική άνθηση και ευημερία κατάφερε να διατηρηθεί μέχρι και την περίοδο της ρωμαϊκής κυριαρχίας όπου ξεκινά η παρακμή της πόλης. Η οικονομική επιφάνεια και ο πλούτος της πόλης διαφαίνεται σε όλες τις εκδηλώσεις του ιδιωτικού και δημόσιου βίου, ακόμα και στις ταφικές πρακτικές. Στα νεκροταφεία της πόλης έχουν ανευρεθεί ταφικά μνημεία που διασώζουν πλούσιο γραπτό διάκοσμο δείχνοντας την οικονομική δυνατότητα των πολιτών της.

Για την μελέτη των χρωστικών επιλέχθηκαν δύο κατηγορίες χαρακτηριστικών ταφικών μνημείων από τα Άβδηρα, δύο πήλινες σαρκοφάγους κλαζομενιακού τύπου και δύο κτιστοί κιβωτιόσχημοι τάφοι, καλύπτοντας μια χρονική περίοδο από τον 6^ο έως τον 3^ο π. Χ. αι. Η μελέτη των χρωστικών πραγματοποιήθηκε μέσω των δύο φορητών μη καταστροφικών φασματοσκοπικών μεθόδων XRF και Raman. Τα στοιχεία και τα φάσματα που προέκυψαν συγκρίθηκαν με τις βάσεις δεδομένων χρωστικών Clark και Checker ταυτοποιώντας τις χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μνημείο καταφέροντας την ανασύσταση της παλέτας του κάθε καλλιτέχνη ή εργαστηρίου. Κάποιες από τις βασικές χρωστικές που ταυτοποιήθηκαν ήταν το λευκό του μολύβδου, ο γύψος, η κόκκινη και η κίτρινη ώχρα και η συνθετική χρωστική του μπλε της Αιγύπτου. Οι καλλιτέχνες χρησιμοποιούσαν τις χρωστικές αυτές αυτούσιες είτε σε μίξη για να πετύχουν την επιθυμητή απόχρωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στα Άβδηρα συναντούμε τις γνωστές χρωστικές και πρακτικές ανάμιξής τους που χρησιμοποιούνταν και διακινούνταν στον Μεσογειακό χώρο μέσω του εμπορίου.

Abstract

This paper studies the pigments in painting decoration from the burial monuments found in excavations, in the cemeteries of the ancient Abdera on the coast of Aegean Thrace. The city of Abdera, colony of Clazomenian and Teian, quickly evolved into a powerful city state through its trade. The economic prosperity of the city maintained until the Roman period when the decline began. The economic strength and wealth of the city are evident in every event of private and public life, even through burial practices. In the cemeteries of the city, burial monuments that preserve plenteous painting decoration have been discovered, showing the economic strength of the citizens.

For the study of the pigments two categories of characteristic monuments from Abdera were selected, firstly two clay sarcophagi in Clazomenian type and secondly two stone-cist graves, covering a period from 6th to 3th B.C. The study of the pigments was carried out by two portable non-destructive spectroscopic methods XRF and Raman. The results and the spectra were compared to the Clark and Checker pigments databases, identifying the pigments in every monument, achieving the reconstitution of the artist's pallet or the workshop. Some of the basic pigments that were identified is the lead white, the gypsum, the red and yellow ochre and the synthetic pigment of Egyptian blue. Artists use these pigments individually or in a mixture in order to have different shades. The results showed that in Abdera were used the common pigments and mixing techniques, that were used and transported in the ancient world through global trade.

Κεφάλαιο 1^ο

Αρχαία Άβδηρα

1.1 Γεωγραφία και γεωμορφολογία της περιοχής

Η πόλη των αρχαίων Αβδήρων βρίσκεται θαμμένη κοντά στον σύγχρονο ομώνυμο οικισμό στην νότια πλευρά του νομού Ξάνθης, όπου σήμερα ανήκει γεωγραφικά στο διαμέρισμα της Θράκης στη βόρεια Ελλάδα. Ο νομός Ξάνθης καταλαμβάνει το δυτικό κομμάτι της Θράκης και συνορεύει βόρεια με την Βουλγαρία, δυτικά με τους νομούς Καβάλας και Δράμας, ανατολικά με τον νομό Ροδόπης, ενώ νότια βρέχεται από το Θρακικό πέλαγος. Ο νομός γεωμορφολογικά διαφοροποιείται σε ορεινό και πεδινό τμήμα. Στα βόρεια το έδαφος είναι λοφώδη και ορεινό, με υψηλά όροι που ανήκουν στο ευρύτερο σύστημα της οροσειράς της Ροδόπης. Υψηλότερη κορυφή αποτελεί το Γυφτόκαστρο (1.827 μ.) στο όρος Χαϊντού ή Ερύμανθος της οροσειράς Κούλας. Στα νότια το έδαφος είναι πεδινό, συχνά όμως διακόπτεται από μικρούς λόφους έως την παράκτια ζώνη του νομού. Έντονη είναι η παρουσία του υγρού στοιχείου καθώς η πεδιάδα οριοθετείται από δύο υδάτινα σύνορα, τις εκβολές του ποταμού Νέστου με τα ελώδη εδάφη στα δυτικά και τη λιμνοθάλασσα της Βιστονίδας με τις αλμύρες στα ανατολικά. Το κλίμα της περιοχής διαφέρει κατά τόπους, είναι ηπειρωτικό στα ορεινά μέρη και μεσογειακό στα πεδινά εξαιτίας της γειτνίασης με την θάλασσα. Στα ορεινά εδάφη φυτρώνουν πεύκα, έλατα και καστανιές, κυριαρχούν όμως οι οξιές και οι δρύες.

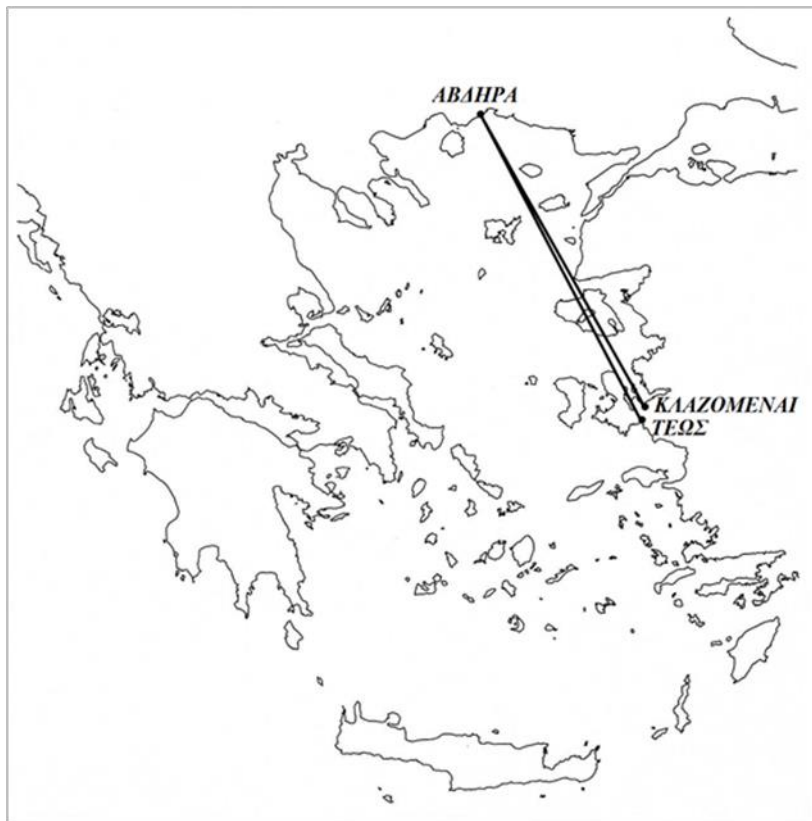
Παρά τις ορεινές περιοχές και το ασταθές κλίμα, η πόλη των Αβδήρων γνώρισε την δική της γεωργική γη. Κτισμένη κοντά στην θάλασσα και στα δέλτα του ποταμού Νέστου, που τότε είχε διαφορετικό ρου από τον σημερινό, η πόλη διέθετε αρκετές γόνιμες εκτάσεις και άφθονο νερό για καλλιέργεια. Έτσι η πεδινή περιοχή είχε εξέχουσα οικονομική σημασία για την ζωή της πόλης και των κατοίκων της λόγω των αγροτικών προϊόντων, κυρίως των σιτηρών. Στην περιοχή καλλιεργούνταν επίσης η άμπελος, η ελιά και ο καπνός, ενώ στις λιμνοθάλασσες είχαν αναπτυχθεί ιχθυοκαλλιέργειες, πλούσιες σε ψάρια και θαλάσσια μαλάκια¹. Κύρια δραστηριότητα στα εδάφη αυτά ήταν και η κτηνοτροφία, καθώς οι συνθήκες ήταν κατάλληλες για την βοσκή αιγοπροβάτων και βοοειδών.

Η παράκτια ζώνη κατά την αρχαιότητα είχε μian εντελώς διαφορετική μορφή από την σημερινή. Οι διαφοροποιήσεις που δέχθηκε είχαν να κάνουν κυρίως με τις δυναμικές προσχώσεις στο σημείο εκβολής του ποταμού Νέστου, οι οποίες κάθε τόσο άλλαζαν την γεωμορφολογία της περιοχής. Η πόλη αρχικά ήταν κτισμένη στα βορειανατολικά ενός θαλάσσιου κόλπου, διαθέτοντας έτσι ένα φυσικό λιμάνι, καθώς ο σχηματισμός της ακτογραμμής διευκόλυνε την πρόσβαση των πλοίων και υπήρχε μια φυσική οχύρωση. Σταδιακά, ωστόσο, λόγω των διάφορων προσχώσεων ο κόλπος άρχισε να επιχωματώνεται και η κατοίκηση μετακινήθηκε νοτιότερα δημιουργώντας νέους λιμενοβραχίονες².

¹ Loukouroulou 2004, σελ. 873.

² Καλλιντζή 2011, σελ. 89-90.

Η περιοχή δεν ήταν ιδιαίτερα πλούσια σε μεταλλεύματα και ορυκτά. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός έλλειψης μεταλλείων μέχρι και σήμερα. Αντίθετα, έχουν βρεθεί δύο λατομεία για την εξόρυξη του λίθου, που γίνονταν επιφανειακά και κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνταν για οικοδομικό υλικό³.



Εικόνα 1.

Ο αποικισμός των Αβδήρων από πόλεις της Μ. Ασίας.

1.2 Ιστορική επισκόπηση

Η ίδρυση των Αβδήρων κατά την διάρκεια του δεύτερου ελληνικού αποικισμού υπήρξε ιδιαίτερα πολυπαθής. Πρώτη προσπάθεια αποικισμού έκαναν Έλληνες Ίωνες από τις Κλαζομενές της Μ. Ασίας. Περί τα 654 π. Χ. μια οργανωμένη αποστολή με επικεφαλής τον οικιστή Τιμήσιο έφθασε στα θρακικά παράλια⁴. Αν και γρήγορα φάνηκε να εκμεταλλεύτηκαν τα πλεονεκτήματα της πρόσφορης γης, ο τόπος αποδείχθηκε αφιλόξενος. Τόσο τα εχθρικά προσκείμενα θρακικά φύλα που επιχωρίαζαν στην ευρύτερη περιοχή, όσο και τα διάφορα προβλήματα που δημιουργούνταν από τα βαλτώδη εδάφη και τα έλη του ποταμού Νέστου, οδήγησαν σταδιακά στον αποδεκατισμό του πληθυσμού της πόλης και εν τέλει στην παρακμή της. Στα μέσα του 6^{ου} π. Χ. αιώνα έγινε μια δεύτερη προσπάθεια αποικισμού, πάλι από Ίωνες, αυτή την φορά από κατοίκους της πόλης Τέως, γειτονικής των Κλαζομενών. Ο Ηρόδοτος μας πληροφορεί ότι οι Τήιοι επανίδρυσαν την πόλη των Αβδήρων ύστερα από φυγή τους, εξαιτίας της κυριαρχίας του Πέρση σατράπη Αρπαγού στην πόλη τους⁵.

³ Καλλιντζή 2018, σελ. 494.

⁴ Καλλιντζή 2018, σελ. 498.

⁵ Ηρόδοτος, 1.168.1

Το όνομα της πόλης φαίνεται να προϋπήρχε της ίδρυσής της. Η επικρατέστερη εκδοχή αναφέρει ότι η πόλη πήρε το όνομά της από τον τοπικό επώνυμο ήρωα Άβδηρο. Σύμφωνα με τον μύθο ο Ηρακλής ίδρυσε την πόλη για να τιμήσει τον φίλο του Άβδηρο, τον οποίο είχαν κατασπαράξει τα ανθρωποφάγα άλογα του βασιλιά της Θράκης Διομήδη. Μια δεύτερη εκδοχή κάνει λόγο για φοινικική προέλευση του ονόματος, καθώς δύο φοινικικές πόλεις, στην Νότια Ισπανία και στην Τυνησία, έφεραν το ίδιο όνομα. Τα μέχρι στιγμής αρχαιολογικά δεδομένα, ωστόσο, δεν επιβεβαιώνουν φοινικική παρουσία στην περιοχή, όπως συνέβη σε άλλες περιπτώσεις στον ελλαδικό χώρο⁶.

Οι Τήιοι εκμεταλλεζόμενοι τις υπάρχουσες δομές εγκαταστάθηκαν στον ίδιο τόπο με τους εναπομείναντες Κλαζομένιους ενισχύοντας έτσι την αποικία. Τίμησαν τον Τιμήσιο ως ήρωα και θεώρησαν τον Ηρακλή ως μυθικό οικιστή της πόλης⁷. Ύστερα από σφοδρές συγκρούσεις με τα θρακικά φύλα, μπόρεσαν και ισχυροποιήθηκαν στην περιοχή, οριοθετώντας τον χώρο επιρροής τους. Φαίνεται να ακολουθεί μια ειρηνική περίοδος κατά την οποία ο οικισμός γνώρισε ραγδαία οικονομική άνθηση, κυρίως λόγω του εμπορίου. Κατασκευάστηκαν εκ νέου τα τείχη και το λιμάνι της πόλης, ενώ δημιουργήθηκαν νέα δημόσια κτίρια, ιερά και οργανωμένα νεκροταφεία. Τα Άβδηρα γρήγορα εξελίχθηκαν σε μια ανεξάρτητη και αυτόνομη πόλη. Απόδειξη αποτελεί το γεγονός ότι περίπου στα 520 π. Χ. η πόλη έκοψε τα πρώτα αυτόνομα αργυρά νομίσματά της⁸.

Κατά την διάρκεια των περσικών πολέμων τα Άβδηρα χάνουν την ελευθερία τους. Το λιμάνι των Αβδήρων χρησιμοποιήθηκε ως βάση του περσικού στόλου, ενώ η πόλη υποχρεώθηκε σε αναγκαστική φιλοξενία του Ξέρξη κατά την διάρκεια της εκστρατείας του στην Ελλάδα, με ότι αυτό συνεπάγεται για την οικονομία της. Το 479 π. Χ. ο Ξέρξης, ηττημένος πλέον, κατά την δεύτερη φιλοξενία του, δώρισε στην πόλη ένα χρυσό εγχειρίδιο και μια χρυσοποίκιλη τιάρα ως ένδειξη φιλίας⁹.

Μετά τους περσικούς η πόλη γνώρισε μια μακρά περίοδο ευημερίας και μεγάλης οικονομικής ανόδου, όπως άλλωστε διαφαίνεται και από την νομισματοκοπία της. Μετά την ίδρυση της Α΄ Αθηναϊκής Συμμαχίας τα Άβδηρα έγιναν μέλος της, άγνωστο το πότε, καταβάλλοντας ιδιαίτερα υψηλό φόρο που αναλογούσε περίπου 10 με 15 τάλαντα ετησίως. Την ίδια περίοδο, φαίνεται να υπάρχουν στενές σχέσεις με το γειτονικό βασίλειο των Οδρυσών, χωρίς να γνωρίζουμε με βεβαιότητα αν τελούσαν υπό το καθεστώς υποτέλειάς τους. Ενεργό πολιτική δράση την εποχή αυτή είχε ο άρχοντας Νυμφόδωρος, ο οποίος κατάφερε την σύναψη συμμαχιών των Αθηναίων με τους Θράκες και τους Μακεδόνες, ενώ διατηρούσε στενές σχέσεις και με τον βασιλιά των Οδρυσών Σιτάλη¹⁰.

Με την έναρξη του Πελοποννησιακού πολέμου το 431 π. Χ. τα Άβδηρα δεν έμειναν ανεπηρέαστα. Μια σειρά από διαμάχες και συγκρούσεις αποδυνάμωσαν την πόλη. Το φθινόπωρο του 411 π. Χ. η πόλη αποστάτησε από την αθηναϊκή συμμαχία και προσχώρησε στους Λακεδαιμόνιους μέχρι και το 408 π. Χ., όπου ο στρατηγός Θρασύβουλος την επαναφέρει υπό τον έλεγχο των Αθηνών. Ωστόσο, οι συμμαχίες δεν έμειναν ποτέ πιστές και

⁶ Graham 1992, σελ. 44.

⁷ Καλλιντζή 2018, σελ. 498.

⁸ Καλλιντζή 2018, σελ. 499.

⁹ Ηρόδοτος, 8.120.1

¹⁰ Graham 1992, σελ. 61.

μεταβάλλονταν διαρκώς ανάλογα με τις συνθήκες. Το 405 π. Χ. ο Λύσανδρος νίκησε τους Αθηναίους στους Αιγός ποταμούς και υπέταξε όλες τις παράκτιες πόλεις της Θράκης¹¹.

Την μεγαλύτερη και σοβαρότερη καταστροφή που έμελλε να γνωρίσει η πόλη ήταν το 376 π. Χ. όταν τριάντα χιλιάδες Τριβαλλοί, πιεζόμενοι από σιτοδεία, διέσχισαν την οροσειρά του Αίμου και έφθασαν μέχρι τα Άβδηρα λεηλατώντας την ύπαιθρο χώρα. Στην πρώτη τους προσπάθεια να εισβάλλουν στην πόλη οι Αβδηρίτες αντιστάθηκαν σθεναρά τρέποντάς τους σε φυγή. Πολύ γρήγορα όμως οι Τριβαλλοί αναδιοργανώθηκαν και επιτέθηκαν ξανά στην πόλη καταφέροντας αυτή την φορά εκτεταμένες καταστροφές¹². Η πόλη σώθηκε την τελευταία στιγμή έπειτα από την σωτήρια επέμβαση του αθηναίου στρατηγού Χαβρία, ενώ το επόμενο έτος εγκαταστάθηκε αθηναϊκή φρουρά στην πόλη, η οποία αναγκάστηκε να γίνει μέλος της Β΄ Αθηναϊκής Συμμαχίας¹³.

Κατά το δεύτερο μισό του 4^{ου} π. Χ. αι. ο βασιλιάς της Μακεδονίας Φίλιππος Β΄ δεν άργησε να στρέψει το βλέμμα του προς την περιοχή. Το 355 π. Χ. άρχισε να βαδίζει προς τις θρακικές ακτές κυριεύοντας τις ελληνικές πόλεις, εξ αυτών και τα Άβδηρα. Περίπου στα 350 π. Χ. μετά από τις στρατιωτικές επιχειρήσεις του ανατολικά του Στρυμόνα, τα Άβδηρα έγιναν κομμάτι του Μακεδονικού κράτους. Εμφανή είναι η μακεδονική επιρροή και στην νομισματοκοπία της πόλης¹⁴. Την εποχή αυτή οι προσχώσεις του ποταμού Νέστου γέμισαν τον κόλπο των Αβδήρων, ρίχνοντας σε αχρηστία το λιμάνι της πόλης. Η πόλη αναγκάστηκε να μετακινηθεί νοτιότερα, δημιουργώντας δύο καινούργια λιμάνια. Ο Φίλιππος Β΄ φαίνεται ότι υπήρξε αρωγός στην προσπάθεια οικοδόμησης της νέας αυτής πόλης¹⁵.

Κατά την ελληνιστική περίοδο ελάχιστα μας είναι γνωστά για τα Άβδηρα. Θεωρείται πάντως ότι γνώρισε διαδοχικά την κυριαρχία των Μακεδόνων, των Σελευκιδών και των Πτολεμαίων. Το 170 π. Χ. τα Άβδηρα υπέστησαν μια δεύτερη μεγάλη καταστροφή από τον ρωμαίο στρατηγό Λεύκιο Ορτένσιο, ο οποίος απαίτησε από την πόλη σιτηρά, με τους Αβδηρίτες να αρνούνται. Τότε πολλοί κάτοικοι είτε θανατώθηκαν είτε πωλήθηκαν ως δούλοι. Αργότερα, η σύγκλητος της Ρώμης θεώρησε άδικη την συμπεριφορά του στρατηγού και έστειλε πρεσβευτές για την αποκατάσταση των πραγμάτων¹⁶.

Το 167 π. Χ. η ρωμαϊκή κυριαρχία στην περιοχή ήταν δεδομένη. Τα Άβδηρα και οι γείτονες πόλεις, ωστόσο, ανακηρύχθηκαν από τον Λεύκιο Αιμίλιο Παύλο ως ελεύθερες και όχι ρωμαϊκές κτίσεις. Τότε κόβονται και τα τελευταία αυτόνομα νομίσματα¹⁷. Η πόλη φαίνεται ακόμα να διατηρεί στενές σχέσεις με την μητρόπολή της, καθώς το 166 π. Χ. ζήτησε την βοήθειά της για να αντιμετωπίσουν τις επιθέσεις από τον βασιλιά των Οδρυσών Κόττυ. Το 87 π. Χ. οι Αβδηρίτες αντιμετώπισαν μια ακόμα επίθεση του βασιλιά της Καππαδοκίας Αριαράθου για την οποία και ευεργετήθηκαν από τους ρωμαίους.

Από τις συνεχές συγκρούσεις και τα γεωπολιτικά παιχνίδια των κυρίαρχων δυνάμεων η πόλη εξουθενώθηκε και ο πληθυσμός της συρρικνώθηκε σημαντικά. Στο τέλος της αρχαίας πόλης συνετέλεσαν και τα έλη που είχαν δημιουργηθεί έπειτα από μια καταστροφική πλημμύρα στα χρόνια του Μέγα Κωνσταντίνου (306-337 μ. Χ.). Με τον καιρό ο οικισμός

¹¹ Καλλιντζή 2011, σελ. 102.

¹² Graham 1992, σελ. 64.

¹³ Loukopolou 2004, σελ. 874.

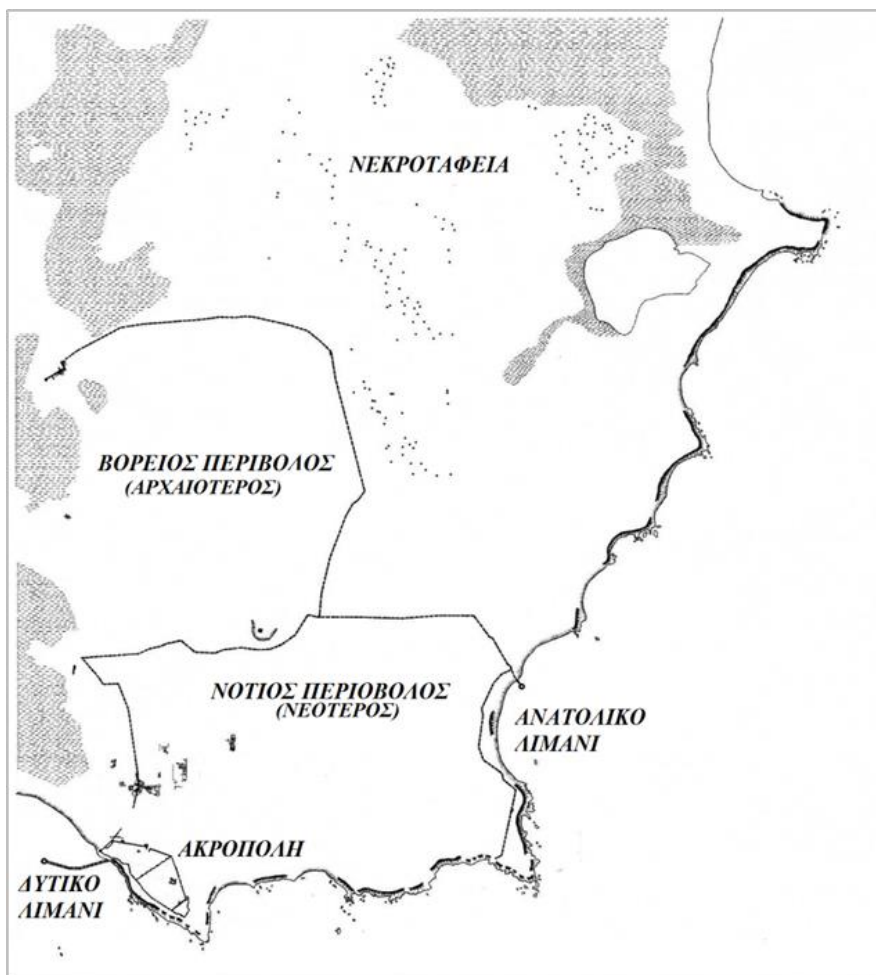
¹⁴ Τριαντάφυλλος 1984, σελ. 29.

¹⁵ Τριαντάφυλλος 2018, σελ. 483-484.

¹⁶ Τριαντάφυλλος 1984, σελ. 30.

¹⁷ Τριαντάφυλλος 1984, σελ. 30.

ερημώθηκε και η περιοχή χρησιμοποιούνταν κυρίως για γεωκτηνοτροφικές εργασίες. Κατά τα παλαιοχριστιανικά χρόνια η κατοίκηση περιορίστηκε στο λόφο της αρχαίας ακρόπολης. Με τον καιρό το όνομα της πόλης ξεχάστηκε, ενώ το 6^ο μ. Χ. αι. ο βυζαντινός πλέον οικισμός πήρε το όνομα Πολύστυλον εξαιτίας των πολλών στύλων (κίωνων) από τις αρχαίες οικίες που στέκονταν όρθιοι στο πέρασμα των χρόνων¹⁸.



Εικόνα 2.
Τοπογραφικό σχέδιο της πόλεως των Αβδήρων.

1.3 Τα ευρήματα των ανασκαφών

Ο πρώτος που επισκέφθηκε τον αρχαιολογικό χώρο και τον ταύτισε με την αρχαία πόλη των Αβδήρων ήταν ο αρχαιολόγος W. Regel το 1887. Οι πρώτες ανασκαφές ξεκίνησαν το 1950 από την Αρχαιολογική Εταιρεία υπό την διεύθυνση του αρχαιολόγου Δ. Λαζαρίδη και συνεχίζονται αδιάλειπτα μέχρι τις μέρες μας¹⁹. Τα ευρήματα των ανασκαφών μας επέτρεψαν την ανασύσταση του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλης, την εύρεση πληροφοριών για τον δημόσιο και ιδιωτικό βίο των κατοίκων της και τον προσδιορισμό της οικονομικής και πολιτιστικής ανάπτυξης που γνώρισαν.

¹⁸ Καλλιντζή 2018, σελ. 501.

¹⁹ Καλλιντζή 2018, σελ. 501.

Από τις ανασκαφές που διενεργήθηκαν γνωρίζουμε την ύπαρξη δύο διαφορετικών οχυρωματικών περιβόλων στην περιοχή, οι οποίοι δεν ταυτίζονται χρονικά και εδαφικά. Ο Βόρειος οχυρωματικός περίβολος, ο οποίος υπήρξε και το αρχαιότερο σημείο κατοίκησης, χρονολογείται στα μέσα 7^{ου} αι. π. Χ. με αρκετές μεταγενέστερες επεμβάσεις. Στα μέσα του 6^{ου} αι. π. Χ. με τον ερχομό τους οι δεύτεροι άποικοι φαίνεται να επισκεύασαν το υφιστάμενο τείχος, ενώ λίγο αργότερα έκτισαν έναν νέο οχυρωματικό περίβολο ο οποίος ακολουθεί σχεδόν την ίδια πορεία με το παλαιότερο. Το τείχος αυτό έφθανε μέχρι την πλευρά της θάλασσας και κατέληγε σε πύργο που προστάτευε το λιμάνι. Εκεί υπήρχε και νεώσοικος (τέλη 6^{ου} αι. π. Χ.) για την στέγαση των πλοίων²⁰.

Στο δεύτερο μισό του 4ου π. Χ. αι. οι κάτοικοι εγκαταλείπουν τον Βόρειο περίβολο και χτίζουν ένα νέο πολεοδομικό συγκρότημα, τον Νότιο περίβολο (εικ. 2). Η μεταφορά του οικοδομικού ιστού νοτιότερα αποτέλεσε επιτακτική ανάγκη με σκοπό να διατηρηθεί η άμεση πρόσβαση προς την θάλασσα, καθώς οι παλιές λιμενικές εγκαταστάσεις επιχωματώθηκαν εξαιτίας των προσχώσεων²¹. Ο Νότιος περίβολος είχε τετράπλευρο σχήμα και περιέκλειε ολόκληρη την πόλη, εκτός από την νότια πλευρά που προστατεύονταν από τις απόκρημνες ακτές και την οχυρωμένη ακρόπολη. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι δεν έχει βρεθεί κάποια άλλη οχυρωματική εγκατάσταση στην ύπαιθρο χώρα των Αβδήρων. Φαίνεται ότι αυτές οι ισχυρές οχυρώσεις προστάτευαν αποτελεσματικά και τον αγροτικό πληθυσμό κατά την διάρκεια επιθέσεων, γι' αυτό και συντηρούνταν επιμελώς²².

Στην πόλη υπήρχαν δύο λιμάνια, με το δυτικό να αποτελεί το μεγαλύτερο και το σημαντικότερο. Προστατεύονταν από την ακρόπολη και είχε άμεση επικοινωνία με την πόλη, καθώς στην δυτική πλευρά των τειχών έχει εντοπιστεί πύλη με δύο τετράπλευρους πύργους εκατέρωθεν που φαίνεται να οδηγούσε προς αυτό (εικ. 3). Το ανατολικό λιμάνι ήταν πολύ μικρότερο και εξυπηρετούσε τις αλιευτικές ανάγκες της πόλης. Προστατεύονταν κι αυτό από το βορειοανατολικό κομμάτι των τειχών που κατέληγε σε φάρο²³.



Εικόνα 3.

Τμήμα των τειχών της πόλης. Δυτική πύλη του Ν. Περιβόλου που οδηγούσε προς το λιμάνι.

²⁰ Καλλιντζή, Τερζοπούλου 2001, σελ. 36-37

²¹ Τριαντάφυλλος 2018, σελ. 483-484.

²² Καλλιντζή 2012, σελ. 138-139.

²³ Καλλιντζή 2012, σελ. 138.

Η νεότερη πόλη των Αβδήρων κτίστηκε κατά τα πρότυπα του Ιπποδάμειου συστήματος, σύμφωνα με το οποίο η πόλη διαμορφώνεται με μια ορθολογική διάταξη ώστε να επιδιώκεται η ανάπτυξη του δημοσίου χώρου με σκοπό την κάλυψη των λειτουργικών αναγκών της. Αποδίδεται στον Ιππόδαμο και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην πατρίδα του την Μίλητο²⁴. Από τις ανασκαφές προέκυψε ότι οι κατοικίες υπάγονται σε ορθογώνια οικοδομικά τετράγωνα που διαχωρίζονται μεταξύ τους με παράλληλους και κάθετους δρόμους, τους οποίους διέτρεχε αποχετευτικός αγωγός. Κάθε οικία (εικ. 4) αποτελούνταν από δύο με τρία δωμάτια γύρω από μια μεγάλη πλακόστρωτη αυλή που έρχονταν σ' επαφή με τους αποχετευτικούς αγωγούς της πόλης²⁵. Οι τοίχοι εσωτερικά ήταν επιχρισμένοι με χρωματιστά ασβεστοκονιάματα, ενώ έχουν αποκαλυφθεί και πολλά ψηφιδωτά δάπεδα με πλούσια διακόσμηση. Η ύδρευση γίνονταν αποκλειστικά από τα πηγάδια που έχουν βρεθεί σε πολλές αυλές κατοικιών, ελλείψει κεντρικού υδρευτικού συστήματος στην πόλη²⁶. Πέρα από τις οικίες, βρέθηκαν αρκετοί αποθηκευτικοί χώροι, καταστήματα και βιοτεχνίες που κινούσαν την εμπορική δραστηριότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το εργαστήριο κατασκευής πήλινων ειδωλίων που αποτελούσε μέρος ενός μεγάλου συγκροτήματος με πολλές οικίες και διάφορα καταστήματα²⁷.

Οι γνώσεις μας για τα κτίσματα ή τους χώρους που εξυπηρετούσαν τις δημόσιες λειτουργίες και τις θρησκευτικές τελετές της πόλης στηρίζονται αποκλειστικά από τις αρχαίες πηγές και τις επιγραφές που έχουν βρεθεί. Αρχαίοι συγγραφείς αναφέρουν την ύπαρξη αγοράς και ιερών του Διονύσου, του Απόλλωνος Δηρήνου, της Αφροδίτης και Αθηνάς Επιπυργίτιδος χωρίς να επιβεβαιώνονται ανασκαφικά²⁸. Από τα δημόσια οικοδομήματα έχει βρεθεί το θέατρο, το οποίο έχει υποστεί εκτεταμένη καταστροφή. Ενδεικτικό είναι ότι διακρίνεται μόνον η θέση της ορχήστρας και η υποθεμελίωση των ειδωλίων²⁹. Εκτός των τειχών της πόλης έχει βρεθεί ένα υπαίθριο ιερό γυναικείας θεότητας, πιθανότατα της Δήμητρας ή της Περσεφόνης. Μνημειακή κλίμακα οδηγούσε σε περιοπτο χώρο με βωμούς, ενώ έχει βρεθεί αποθέτης αφιερωμάτων με χιλιάδες μικροσκοπικές υδρίες και ειδώλια³⁰.

Τα Αβδηρα ήδη κατά τους αρχαϊκούς χρόνους διέθεταν δύο εκτεταμένα νεκροταφεία έξω από τα τείχη της πόλεως. Τα νεκροταφεία των Κλαζομενίων βρίσκεται βορειοδυτικά μέσα σ' ένα παχύ στρώμα θαλασσινης άμμου. Οι τάφοι ήταν πυκνοί και τοποθετημένοι σε επάλληλα στρώματα. Τα βρέφη και τα παιδιά θάβονταν με την μέθοδο του εγχυτρισμού, ενώ οι ενήλικοι σε λακκοειδείς τάφους ή σε τεφροδόχα αγγεία³¹.

Το δεύτερο νεκροταφείο ιδρύθηκε κατά τα μέσα του 6^{ου} π. Χ. αιώνα με τον ερχομό των Τήρων και χρησιμοποιήθηκε για περισσότερο από τρεις αιώνες. Η πυκνότητα των ταφών που παρατηρούνται κατά περιόδους μας κάνει να υποθέσουμε ότι το νεκροταφείο βρίσκονταν σε μεγαλύτερη χρήση από τα μέσα του 5^{ου} έως τις αρχές του 3^{ου} αι. π. Χ.³² Οι τάφοι σε ολόκληρη την έκταση της νεκρόπολης, είτε σε επάλληλες γραμμές είτε σε συστάδες,

²⁴ Πλάντζος 2011, σελ. 189.

²⁵ Καλλιντζή, Τερζοπούλου 2001, σελ. 46-47.

²⁶ Τριαντάφυλλος 1984, σελ. 32.

²⁷ Καλλιντζή, Τερζοπούλου 2001, σελ. 54.

²⁸ Καλλιντζή, Τερζοπούλου 2001, σελ. 22.

²⁹ Τριαντάφυλλος 1984, σελ. 33.

³⁰ Καλλιντζή 2018, σελ. 499.

³¹ Καλλιντζή 2018, σελ. 498.

³² Καλλιντζή 2012, σελ. 1212.

καλύπτονταν από τύμβους. Δεν παρατηρούμε ομοιομορφία στην κατανομή τους, ενώ πολλές φορές σχηματίζουν ομάδες, υποδηλώνοντας ίσως συγγενικές ή ευρύτερες σχέσεις μεταξύ των νεκρών. Το ύψος τους διαφέρει κατά περίπτωση, χωρίς, ωστόσο, να ξεπερνούν τα τρία μέτρα. Στήλες ή κιονίσκοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την σήμανση των τάφων πάνω στους τύμβους, ενώ έχουν βρεθεί και επιτάφιοι βωμοί με τα κατάλοιπα των προσφορών, παρέχοντάς μας πολλές πληροφορίες για τα νεκρικά ήθη και έθιμα της περιοχής³³. Σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχουν χτιστοί περίβολοι για την οριοθέτηση των τύμβων, ενώ ενδείξεις έχουμε και για την ύπαρξη υπέργειων ταφικών μνημείων. Οι ταφικές πρακτικές που εφαρμόστηκαν στο νεκροταφείο των τύμβων ήταν η καύση, που υποχωρεί φανερά κατά τα μέσα του 4^{ου} αι. π. Χ., και πολύ συχνότερα ο ενταφιασμός. Για τον ενταφιασμό χρησιμοποιήθηκαν όλα τα γνωστά είδη τάφων, όπως σαρκοφάγοι και κιβωτιόσχημοι. Οι περισσότεροι τάφοι βρέθηκαν ακτέριστοι, σε όσους όμως βρέθηκαν κτερίσματα τα ευρήματα ήταν πλούσια. Η ποικιλία τους μεγάλη: αγγεία, κοσμήματα, χρυσά στεφάνια, σύνεργα καλλωπισμού, όπλα και ειδώλια είναι από τα συχνότερα που συναντούμε³⁴. Δεν είναι σαφές το πότε ακριβώς σταμάτησαν να χρησιμοποιούν οι κάτοικοι το συγκεκριμένο νεκροταφείο. Ταφές που έχουν βρεθεί και τοποθετούνται χρονολογικά έως και τέλη του 3^{ου} π. Χ. αι. δείχνουν, ωστόσο, ότι το νεκροταφείο βρίσκονταν σε χρήση έως εκείνη την περίοδο.



Εικόνα 4. Οικία με πλακόστρωτη αυλή, στο μέσο της οποίας υπάρχει πηγάδι.

³³ Καλλιντζή 1997, σελ. 827-828.

³⁴ Καλλιντζή, 1997, σελ. 823-827.

Κεφάλαιο 2^ο

Αρχαιολογικά δεδομένα: Κατάλογος ταφικών μνημείων

2.1 Πήλινη γραπτή σαρκοφάγος MA4500

Η πήλινη γραπτή σαρκοφάγος κλαζομενιακού τύπου MA4500 (εικ. 5) βρέθηκε στην περιοχή Ξηρόβρυση το 1993 κατά την διάρκεια σωστικών ανασκαφών. Χρονολογικά τοποθετείται περίπου στο 500 π. Χ και πρόκειται από τα πρώτα έργα του εργαστηρίου των Αβδήρων. Το μοναδικό κτέρισμα που βρέθηκε ήταν μια μικρή μελανόμορφη λήκυθος. Η ονομασία της προέρχεται από τις Κλαζομενές της Μ. Ασίας όπου υπήρχε ειδικό εργαστήριο κατασκευής σαρκοφάγων τέτοιου είδους. Η σαρκοφάγος αποδίδεται σε τοπικό εργαστήριο³⁵. Προφανώς, κατά την διάρκεια της πρώτης αποίκησης της πόλης από τους Κλαζομένιους, αρκετοί τεχνίτες μετέφεραν την τέχνη τους και ίδρυσαν τέτοια εργαστήρια και στα Άβδηρα, άγνωστο ακριβώς πότε. Παραδείγματα τέτοιων σαρκοφάγων έχουμε απ' όλο τον αρχαίο κόσμο όπως τη Σμύρνη, την Έφεσο, τις Ερυθρές, τις Σάρδεις, τη Σάμο, τη Χίο και τη Ρόδο. Αποτελεί μοναδική εξαιτίας της σπανιότητας του θέματος και της τεχνοτροπίας της παράστασης που κοσμεί τη βάση της.

Η διακόσμηση της σαρκοφάγου σώζεται κυρίως στα κατώτερα τμήματα των στενών πλευρών και στην βάση της. Οι στενές πλευρές κοσμούνται από πλοχμό με ανθέμια, ενώ στο σημείο της ένωσής τους με την βάση υπάρχει ταινία σχηματοποιημένου φυτικού κοσμήματος με έλικες και φυλλάρια (εικ. 6). Στη βάση εικονίζεται σκηνή κυνηγιού (εικ. 7), θέμα που βασίζεται σ' ένα τύπο γεγονότος καθημερινής σημασίας και εντάσσεται στον εικονογραφικό κύκλο των σκηνών καθημερινής ζωής. Ο καλλιτέχνης, δηλαδή, δεν ενδιαφέρεται να απεικονίσει ένα συγκεκριμένο περιστατικό παρά να τονίσει την ιδέα αυτού. Στην μία άκρη της παράστασης απεικονίζεται ένα κυνηγόσκυλο που μόλις έχει αρπάξει έναν υπερφυσικό σε μέγεθος λαγό, ενώ στην άλλη πλευρά δύο άλλα κυνηγόσκυλα τρέχουν προς την αντίθετη κατεύθυνση, έχοντας πιθανότατα εντοπίσει νέο θήραμα. Αυτό που κάνει την παράσταση μοναδική είναι η ποικιλία των τεχνικών που έχουν χρησιμοποιηθεί, όπως η σκιαγραφία, το περίγραμμα και τα επίθετα χρώματα. Αξιοσημείωτο είναι το ελεύθερο σχέδιο του λαγού με τις ρέουσες γραμμές του περιγράμματος πάνω σε λευκό-κιτρινωπό βάθος, ενώ παράλληλα τα αυτιά του λαγού αποδίδονται με την μέθοδο της σκιαγραφίας χρησιμοποιώντας ερυθρό χρώμα. Θα έλεγε κανείς ότι η παράσταση αυτή θυμίζει έντονα έργα μνημειακής ζωγραφικής και ίσως ο καλλιτέχνης να προσπάθησε να μιμηθεί κάτι από αυτά. Τα σκυλιά έχουν αποδοθεί με πλήρη σκιαγραφία σε τόνους του καστανού, ενώ οι λεπτομέρειες όπως τα μάτια με λευκό επίθετο χρώμα. Φαίνεται ότι η παράσταση έχει σχεδιαστεί σε ελεύθερη απόδοση με χρωστήρα απευθείας σε πήλινο υπόστρωμα, το οποίο έχει διαμορφωθεί κατάλληλα για να δεχθεί την ζωγραφική. Μια διαφορετική τεχνική από αυτή που χρησιμοποιήθηκε στην επόμενη σαρκοφάγο, που ακολουθούσε τα πρότυπα της μελανόμορφης αγγειογραφίας.

³⁵ Τριαντάφυλλος 1997, σελ. 769.



Εικόνα 5.

Η γραπτή σαρκοφάγος κλαζομενιακού τύπου MA4500 στην έκθεση του αρχαιολογικού μουσείου Αβδήρων.



Εικόνα 6. Λεπτομέρεια από την διακόσμηση των χειλών.



Εικόνα 7. Λεπτομέρεια από την σκηνή του κυνηγιού.

2.2 Πήλινη γραπτή σαρκοφάγος MA6922

Η πήλινη γραπτή σαρκοφάγος κλαζομενιακού τύπου MA 6922 (εικ. 8) εντοπίστηκε στο λόφο των Τσακαλιών, βόρεια της αρχαίας πόλης. Χρονολογείται περίπου στα 480 – 470 π. Χ. Πρόκειται για γυναικεία ταφή. Είχε συληθεί σε άγνωστη εποχή και δεν βρέθηκε παρά μόνο ένας χάλκινος καθρέπτης. Αποτελεί τον ίδιο τύπο με την προηγούμενη σαρκοφάγο και διαφέρει ελάχιστα στην τεχνική της. Η σαρκοφάγος αποδίδεται σε τοπικό εργαστήριο. Πρόκειται για μια τραπεζιόσχημη σαρκοφάγο αυτού του τύπου, δηλαδή έχει μεγάλη επιφάνεια κεφαλής και τα τοιχώματά της κλίνουν προς τα μέσα μέχρι την στενότερη βάση της³⁶. Η σαρκοφάγος σ' όλη την εξωτερική πλευρά της φέρει γραπτή διακόσμηση. Όλα τα εικονογραφικά θέματα και τα φυτικά-γεωμετρικά μοτίβα αναπτύσσονται στις μετόπες της κεφαλής, στα χείλη, ενώ δεν σώζεται η παράσταση που πρέπει να υπήρχε στην βάση της σαρκοφάγου.

Στην μετόπη της κεφαλής η διακόσμηση χωρίζεται σε τρεις βασικές ζώνες, οι οποίες χωρίζονται μεταξύ τους από διάφορα γεωμετρικά σχέδια με κυρίαρχο αυτό του ανοικτού μαιάνδρου. Στην πρώτη ζώνη απεικονίζεται η μάχη ανάμεσα στους πυγμαίους και τους γερανούς³⁷. Η παράσταση σώζεται αρκετά αποσπασματικά, διακρίνονται όμως η μορφή ενός πυγμαίου που χτυπά με μπαστούνι έναν γερανό. Στην δεύτερη ζώνη απεικονίζεται η μυθολογική σκηνή με την ενέδρα του Τρωίλου (εικ. 10). Ο Τρωίλος παριστάνεται έφιππος μπροστά από τον βασιλιά της Τροίας Πρίαμο. Μπροστά του υπάρχουν μορφές ανδρών και γυναικών που κρατώντας αμφορείς και υδρίες κατευθύνονται προς την κρήνη. Μια άλλη γυναικεία μορφή σκυμμένη μπροστά στην κρήνη γεμίζει την υδρία της με τρεχούμενο νερό. Ο κρουνός, σε σχήμα λεοντοκεφαλής, προβάλλει από τις φυλλωσιές που καλύπτουν την κρήνη, πίσω από την οποία διακρίνεται αποσπασματικά η μορφή του Αχιλλέα που παραμονεύει. Στην Τρίτη ζώνη υπάρχει μια ζωφόρος, με την αυστηρή έννοια του όρου, απεικονίζονται δηλαδή διάφορα ζώα άγρια ή ήμερα, λιοντάρια, πάνθηρες, ταύροι και κριάρια, είτε κατά ζεύγη είτε αντωπά³⁸.

Στα ανώτερα τμήματα των δύο χειλών της σαρκοφάγου σώζονται αποσπασματικά δύο ζώνες παραστάσεων. Τα θέματα είναι κοινά και για τις δύο πλευρές, στην άνω ζώνη απεικονίζεται η πάλη μιας ανδρικής μορφής μ' ένα τερατόμορφο ερπετό (εικ. 11) και στη κάτω απεικονίζεται ηνίοχος πάνω σε άρμα με δύο άλογα και ένας σκύλος να ακολουθεί³⁹ (εικ. 12). Το κάτω μέρος της δεξιάς πλευρικής παρειάς διακοσμείται από έναν σύνθετο πλοχμό (εικ. 9) αποτελούμενο από καρδιόσχημα διαπλεκόμενα τμήματα που εσωτερικά έχουν έλικες και ανθέμια. Ο πλοχμός περικλείεται από ταινία ανοικτού μαιάνδρου. Στο κατώτερο τμήμα υπάρχουν διάφορα φυτικά και γεωμετρικά μοτίβα (ανθέμια, ιωνικά κυμάτια, μαιάνδρου κτλ). Οι εικονιστικές παραστάσεις, με τις οποίες κοσμήθηκε η σαρκοφάγος δεν αποτέλεσαν παραγγελία της οικογένειας, καθώς τέτοιου είδους σαρκοφάγοι ήταν έτοιμες και αγοράζονταν την τελευταία στιγμή από το εργαστήριο. Η παρουσία των γυναικών με τις υδρίες στην

³⁶ Τριαντάφυλλος 1997, σελ. 743-744.

³⁷ Τριαντάφυλλος 1997, σελ. 744-745.

³⁸ Τριαντάφυλλος 1997, σελ. 745-746.

³⁹ Τριαντάφυλλος 1997, σελ. 747.

παράσταση με θέμα την ενέδρα του Τρωΐλου πιθανότατα έπαιξαν ρόλο για την επιλογή της συγκεκριμένης σαρκοφάγου από την οικογένεια της γυναίκας που ετάφη⁴⁰.

Η σαρκοφάγος είναι κατασκευασμένη από χονδρόκοκκο πηλό, όμοιο με αυτό που χρησιμοποιούσαν για την κατασκευή κεραμιδιών και αρχιτεκτονικών μελών. Η τεχνική της διακόσμησης πλησιάζει αυτή της αρχαϊκής μελανόμορφης αγγειογραφίας. Οι εξωτερικές επιφάνειες που προορίζονταν για διακόσμηση έχουν καλυφτεί μ' ένα καθαρό στρώμα πηλού. Για τον σχεδιασμό των μορφών και των διακοσμητικών θεμάτων χρησιμοποιήθηκαν κατά περίπτωση κανόνας και διαβήτη. Πάνω στις μορφές απλώθηκε διάλυμα το οποίο μετά την διαδικασία της όπτησης απέκτησε ένα γυαλιστερό μελανό υάλωμα, ενώ για το βάθος χρησιμοποιήθηκε ένα παχύ διάλυμα λευκού-κιτρινωπού χρώματος. Για τις λεπτομέρειες των παραστάσεων χρησιμοποιήθηκαν επίθετα χρώματα, όπως το λευκό, το κόκκινο και το ιώδες, από γαιώδη χρώματα ανθεκτικά στη φωτιά. Παράλληλα, εκμεταλλεύτηκαν στο έπακρο και άλλα επίθετα χρώματα για να αποδώσουν αποχρώσεις μεταξύ λευκού και καστανού, κόκκινου και ιώδους εμπλουτίζοντας τη χρωματική κλίμακα. Πολλά χρώματα είναι ξεθωριασμένα και αλλοιωμένα ως προς τη χημική τους σύσταση με αποτέλεσμα να λανθάνει το χρωματικό τους ποιόν.

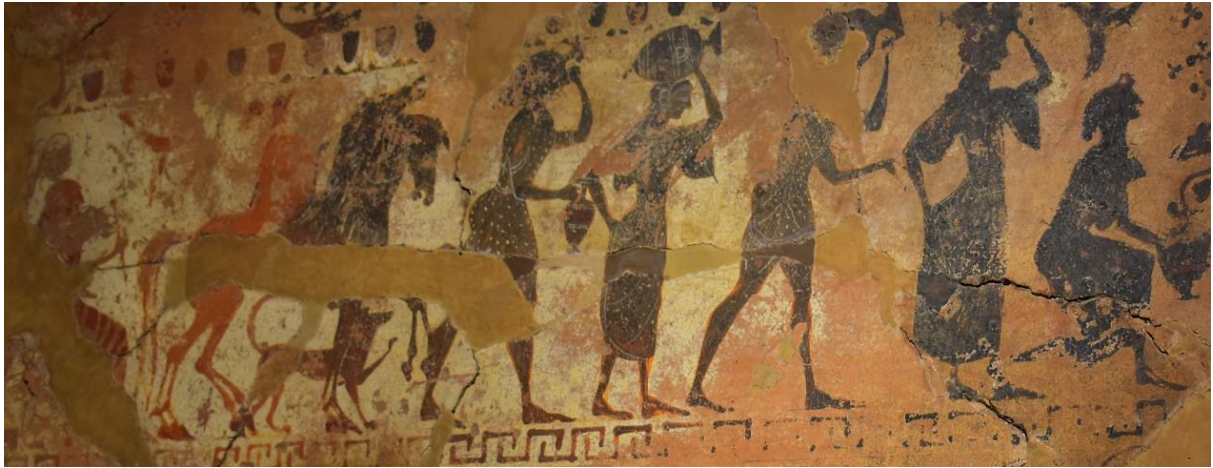


Εικόνα 8. Γενική άποψη της γραπτής πήλινης σαρκοφάγου κλαζομενιικού τύπου MA6922.



Εικόνα 9.
Λεπτομέρεια από την διακόσμηση των χειλών.

⁴⁰ Τριαντάφυλλος 1997, σελ. 767.



Εικόνα 10. Η σκηνή με την ενέδρα του Τρωΐλου.



Εικόνα 11. Σκηνή πάλης ανδρικής μορφής με τερατόμορφο ερπετό.



Εικόνα 12. Σκηνή με ανδρική μορφή πάνω σε άρμα.

2.3 Κτιστός κιβωτιόσχημος τάφος MA8138

Ο κτιστός κιβωτιόσχημος τάφος MA8138 (εικ. 13) χρονολογείται στα τέλη του 4^{ου} με αρχές του 3^{ου} π. Χ. αιώνα. Τα τοιχώματά του είναι κατασκευασμένα από ετερόκλητο οικοδομικό υλικό σε δεύτερη χρήση, πιθανότατα από εγκαταλελειμμένα κτίσματα. Η κάθε πλευρά του αποτελείται από δύο κατά ύψος σειρές λίθων, οι οποίοι δεν έχουν το ίδιο μέγεθος μεταξύ τους. Επρόκειτο για μια γυναικεία ταφή και η ηλικία της νεκρής προσδιορίζεται περίπου στα 40 με 48 έτη. Εντός του τάφου βρέθηκαν δύο πήλινα αγγεία (μια κύλικα και μια χύτρα), ένα υάλινο αλάβαστρο και ένα μολύβδινο σταθμίο. Ο τάφος καλύπτονταν συνολικά από πέντε πλακερές πλάκες. Τέσσερις από αυτές έχουν χαραγμένα τα γράμματα Α, Β, Γ και ΔΕ. Ήταν τα οικοδομικά σύμβολα που χαραχθηκαν από τεχνίτες και όριζαν την θέση που έπρεπε να τοποθετηθούν κατά την αρχική τους χρήση⁴¹.

Το εσωτερικό του έχει επιχρισθεί με κονίαμα, πιθανότατα με τη χρήση μαρμαροκονιάματος στα τελευταία στρώματα, ένα μίγμα ασβέστη και μαρμαρόσκονης, που χρησιμοποιούνταν ως βάση για την ζωγραφική επιφάνεια. Στην αρχαιότητα πέρα από το μαρμαροκονίαμα, στις πρώτες στρώσεις του ασβεστοκονιάματος χρησιμοποιούνταν και το αμμοκονίαμα, αποτελούμενο από υδροξείδιο του ασβεστίου και άμμο⁴². Τέτοιες πρακτικές μας είναι γνωστές στην Ελλάδα και για τις επενδύσεις στους τοίχους οικιών που επρόκειτο να ζωγραφιστούν⁴³. Έχει χρωματισθεί κατά βάση με λευκό χρώμα, ενώ με δυσκολία μπορούμε να διακρίνουμε ίχνη άλλων χρωμάτων τα οποία έχουν αλλοιωθεί εξαιτίας της μεγάλης ευπάθειας και της εκτεταμένης καταστροφής της ζωγραφικής επιφάνειας.



Εικόνα 13.

Άποψη από το εσωτερικό του κιβωτιόσχημου τάφου MA8138.

⁴¹ Καλλιντζή 2014.

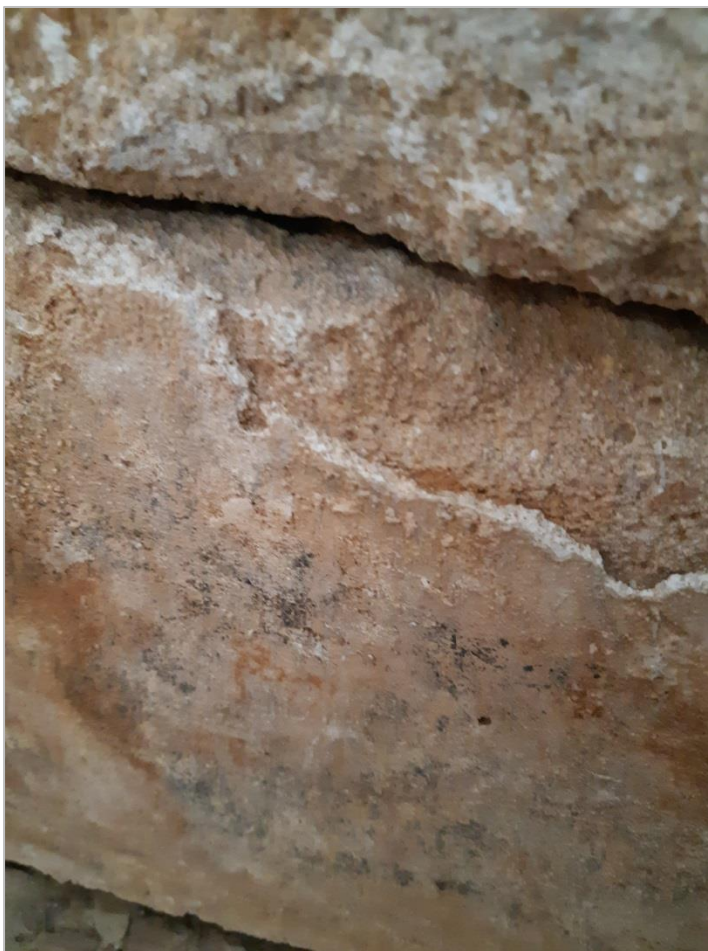
⁴² Κακουλλή 2010, σελ. 404.

⁴³ Scheibler 2015, σελ. 127.



Εικόνα 14.
Εσωτερικά
του τάφου.

Εικόνα 15.
Ίχνη χρωμάτων πάνω
στο ασβεστοκονίαμα
του τάφου.



2.4 Κτιστός κιβωτιόσχημος τάφος MA8137

Ο κτιστός κιβωτιόσχημος τάφος MA8137 (εικ. 16) χρονολογείται κι αυτός στα τέλη του 4^{ου} με αρχές του 3^{ου} π. Χ. αιώνα. Είναι κατασκευασμένος από ετερόκλητο οικοδομικό υλικό σε δεύτερη χρήση. Τα τοιχώματά του αποτελούνται από δύο κατά ύψος σειρές λίθινων πλακών, ανισομεγέθεις μεταξύ τους, που στις δύο μακρές πλευρές διακόπτονται από πλάκες εγκάρσια τοποθετημένες, οι οποίες εξέχουν από αυτές, πιθανότατα για να επιτευχθεί το επιθυμητό μήκος του τάφου για τον ενταφιασμό του νεκρού, πιθανόν και για αισθητικούς λόγους. Ο νεκρός, άνδρας στην ηλικία των 35 με 43 ετών, ήταν τοποθετημένος πάνω σε στρώση θαλασσινού χαλικιού. Κρατούσε μια στλεγγίδα στο αριστερό χέρι, ενώ δίπλα στην κεφαλή βρέθηκε μια κύλικα. Ο τάφος καλύπτονταν από πέντε ορθογώνιες λίθινες πλάκες διαφορετικού μεγέθους⁴⁴.

Το εσωτερικό του φαίνεται ότι είναι επιχρισμένο με κονίαμα, με χρήση μαρμαροκονιάματος στα τελευταία στρώματα, το οποίο λειάνθηκε και αποτέλεσε την επιφάνεια πάνω στην οποία αναπτύχθηκε η ζωγραφική διακόσμηση που περιορίζεται σε ζώνες χρωμάτων, αποτελούμενες από διάφορες αποχρώσεις και τονικότητες κυρίως του λευκού, του ερυθρού και του κυανού. Διασώζονται ίχνη κι άλλων χρωμάτων, πράγμα που θα μελετηθεί διεξοδικότερα παρακάτω.



Εικόνα 16.

Γενική άποψη του κιβωτιόσχημου τάφου MA8137.

⁴⁴ Καλλιντζή 2018, σελ. 594.



Εικόνα 17. Το εσωτερικό του τάφου.



Εικόνα 18. Η διακόσμηση στην μια μακρά πλευρά του τάφου.

Κεφάλαιο 3^ο

Το χρώμα στον αρχαιοελληνικό κόσμο

3.1 Η χρήση του χρώματος στην αρχαία ελληνική τέχνη

Παρότι σήμερα δεν μπορούμε να το αντιληφθούμε σε βάθος, γνωρίζουμε πολύ καλά ότι το χρώμα είχε ιδιαίτερη σημασία στην ζωή των αρχαίων Ελλήνων. Είναι πλέον γνωστό ότι δημόσια κτίρια, ιδιωτικές οικίες, αρχιτεκτονικά μέλη και ελεύθερα αντικείμενα (π.χ. αγάλματα, επιτύμβιες στήλες) έφεραν πλούσια γραπτή διακόσμηση με ιδιαίτερα ζωηρά χρώματα. Σε αντίθεση με άλλες τέχνες, όπως την γλυπτική ή την αρχιτεκτονική, τα αρχαία κείμενα μας παρέχουν το βασικό πλαίσιο για την μελέτη της ελληνικής ζωγραφικής, καθώς λιγοστά έργα ζωγραφικής έχουν επιβιώσει. Πολλές πληροφορίες οφείλουμε στον Θεόφραστο (*Περί λίθων*), στον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο (*Φυσική Ιστορία*, 33^ο – 35^ο βιβλίο), στον Βιτρούβιο (*Περί αρχιτεκτονικής*) και στον Φιλόστρατο τον Πρεσβύτερο (*Εικόνες*). Επιπρόσθετα, αρχαιομετρικές αναλύσεις σωζόμενων ζωγραφικών έργων – κυρίως των ταφικών μνημείων από την περιοχή της Μακεδονίας – μας παρέχουν πλήθος πληροφοριών για τις τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αρχαιότητα.

Ήδη στα πρωιμότερα ζωγραφικά έργα συναντούμε χρώματα όπως το κόκκινο, το κυανό, το κίτρινο και το πράσινο, τα οποία οι καλλιτέχνες αρχικά τα χρησιμοποιούσαν αυτούσια, σε καθαρή μορφή. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το Simplex color της αρχαϊκής περιόδου, όπου η χρωματική παλέτα δεν έχει να αναδείξει διαβαθμίσεις και μίξεις χρωμάτων⁴⁵. Ωστόσο, πολύ γρήγορα οι έλληνες ζωγράφοι ήρθαν αντιμέτωποι με το ζήτημα της αρμογής, την ικανότητα συνδυασμού των χρωμάτων. Έτσι πρωτοπόροι ζωγράφοι προχώρησαν την τέχνης τους με το σμίξιμο των χρωμάτων και τις τονικές διαβαθμίσεις που δημιουργούσαν, ξεφεύγοντας από την νόρμα της «μονοχρωμίας». Η μίξη γίνονταν είτε ανακατεύοντας απλά τις χρωστικές είτε περνώντας επάλληλες επιστρώσεις διαφορετικού χρώματος στην ζωγραφική επιφάνεια⁴⁶.

Ιδιάζουσα σημασία για την αρχαία ελληνική ζωγραφική αποτελεί η τεχνική της τετραχρωμίας, δηλαδή το ζωγραφικό αποτέλεσμα που δημιουργούνται με την χρήση μόνο τεσσάρων χρωμάτων. Δεν γνωρίζουμε πότε δημιουργήθηκε η τετραχρωμία, ούτε για πόσο διήρκεσε. Ο Πλίνιος (35^ο βιβλίο, §50) απαριθμεί τις τέσσερις χρωστικές της τετραχρωμίας, ήταν η λευκή *Μήλια γη*, η κίτρινη *Αττική ώχρα*, η ερυθρά *Σινώπης* και το μέλαν (*atramentum*). Στην ζωγραφική της τετραχρωμίας φαίνεται να χρησιμοποιούνταν τα χρώματα που προέρχονταν κυρίως από ορυκτά. Απουσιάζουν παντελώς χρώματα όπως το κυανό και το πράσινο, υπάρχουν όμως πολλές παραλλαγές με το κίτρινο, το μαύρο, το λευκό και το ερυθρό. Είναι αυτονόητο, όμως, ότι οι ζωγράφοι είχαν στην διάθεσή τους μεγάλη ποικιλία χρωστικών. Η τεχνική της τετραχρωμίας είχε μια μεγάλη πορεία στην ελληνική ζωγραφική και οι ζωγράφοι πρέπει να επηρεάστηκαν από τις ιδέες των ελλήνων

⁴⁵ Scheibler 2015, σελ. 154.

⁴⁶ Scheibler 2015, σελ. 154.

φιλοσόφων – ήδη από την αρχαϊκή περίοδο – που πρότειναν ότι οι τέσσερις χρωστικές σχετίζονται με τα τέσσερα βασικά στοιχεία της φύσης (φωτιά, νερό, αέρας, γη)⁴⁷. Δεν έχει αποσαφηνιστεί αν η χρήση αυτών των χρωμάτων ήταν μια απλή τεχνική ή μια συνειδητή επιλογή που πρέσβευε αξίες συσχετιζόμενες με βαθιές φιλοσοφικές και θρησκευτικές πεποιθήσεις. Πάντως, ο Αριστοτέλης και ο Πλάτων θεωρούσαν την ζωγραφική ως την τέχνη των ωραίων ποικίλων και λαμπερών χρωμάτων⁴⁸.

Κατά την κλασική περίοδο οι ζωγράφοι είχαν στην διάθεσή τους δύο διαφορετικά συστήματα επιλογής χρωμάτων, την τετραχρωμία και μια νέα παλέτα με λαμπερά χρώματα. Οι καλλιτέχνες, εγκαταλείποντας τις αρχαϊκές συμβάσεις, προκειμένου να εντυπωσιάσουν χρησιμοποιούσαν λαμπερά χρώματα, ιδίως στην απόδοση υφασμάτων με σκοπό να τονιστούν οι μορφές στις παραστάσεις⁴⁹. Η τετραχρωμία, φυσικά, έρχονταν αντίθετη με αυτή την χρωματική πολυτέλεια. Με την μεγάλη ποικιλία των χρωμάτων οι ζωγράφοι μπορούσαν πλέον να πετύχουν περισσότερες τονικές διαβαθμίσεις με αποτέλεσμα να αναπτύξουν νέες τεχνικές για την απόδοση του τρισδιάστατου χώρου. Χαρακτηριστική είναι η τεχνική της *σκιαγραφίας*, δηλαδή η απόδοση της τρίτης διάστασης με χρήση της φωτοσκίασης, που διαφοροποίησε αισθητά την τέχνη της ζωγραφικής από αυτή της προηγούμενης περιόδου⁵⁰.

Στην ελληνιστική περίοδο – εποχή μεγάλης άνθησης της ζωγραφικής τέχνης – οι καλλιτέχνες συνέχισαν τις επιτυχημένες πρακτικές των προκατόχων τους. Πολλοί ζωγράφοι, χρησιμοποίησαν την προοπτική βράχυνση και την σκιαγραφία, με την χρήση τονικών διαβαθμίσεων, για ρεαλιστικότερη απόδοση των μορφών μέσα στον χώρο. Επίσης, παρατηρείται μια τάση για ομογενοποίηση των χρωμάτων, αποφεύγοντας την τάση των έντονων αντιθέσεων με καθαρούς τόνους. Πλέον στην παλέτα των καλλιτεχνών προστίθενται οι παστέλ αποχρώσεις, όπως το απαλό ροζ, το φωτεινό μπλε και το ανοικτό πράσινο⁵¹, εγκαταλείποντας τα κλασικά χρωματικά συστήματα.

3.2 Οι τεχνικές

Για τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαία ελληνική ζωγραφική αντλούμε άφθονες πληροφορίες τόσο από τις εκτενείς αναφορές στα γραπτά των αρχαίων συγγραφέων όσο και από τα ελάχιστα σωζόμενα υλικά κατάλοιπα, καθώς και με την χρήση αρχαιομετρικών τεχνικών. Οι κυριότερες τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαία ζωγραφική ήταν η ξηρογραφία, η νωπογραφία και η εγκαυστική.

Η τεχνική της ξηρογραφίας, δηλαδή της ζωγραφικής πάνω σε προετοιμασμένη στεγνή (secco) επιφάνεια, είναι η παλαιότερη και συχνότερη μέθοδος στην αρχαιότητα. Οι χρωστικές διαλύονταν σ' ένα κολλώδες συνδετικό υλικό οργανικής προέλευσης και εφαρμόζονταν μ' αυτό τον τρόπο πάνω στην ξηρή επιφάνεια. Ως συνδετικά υλικά χρησιμοποιούνταν τα αυγά και οι ζωικές κόλλες, που προέρχονταν από τον βρασμό των

⁴⁷ Πλάντζος 2018, σελ. 107.

⁴⁸ Scheibler 2015, σελ. 150.

⁴⁹ Scheibler 2015, σελ. 178.

⁵⁰ Πλάντζος 2018, Σελ 187-188

⁵¹ Scheibler 2015, σελ. 184.

συνδετικών ιστών των ζώων⁵². Η τεχνική αυτή, γνωστή μετέπειτα και ως tempera, χρησιμοποιούνταν κυρίως στην ζωγραφική ξύλινων πινάκων.

Αντίθετα από την ξηρογραφία, στην τεχνική της νωπογραφίας δεν χρειάζονταν τα συνδετικά μέσα καθώς οι χρωστικές αναμειγνύονταν με το ασβεστοκονίαμα όσο ήταν ακόμα νωπό (fresco) και σταθεροποιούνταν πάνω του ως αποτέλεσμα της χημικής αντίδρασης του ασβέστη με τον ατμοσφαιρικό αέρα⁵³. Το αποτέλεσμα εγγυόταν ιδιαίτερα ανθεκτικά χρώματα. Έτσι η ζωγραφική επιφάνεια αποτελούσε η ίδια αναπόσπαστο κομμάτι του τοίχου. Οι νεότερες έρευνες έχουν δείξει ότι η νωπογραφία δεν ήταν ευρέως χρησιμοποιημένη απ' ότι αρχικά πιστευόταν, ωστόσο φαίνεται να έχει χρησιμοποιηθεί αρκετά από τους Ετρούσκους και εν συνεχεία να υιοθετήθηκε από τους ρωμαίους⁵⁴.

Η εγκαυστική, σπανιότερη τεχνική που θα γνωρίσει μεγάλη διάδοση στην ύστερη αρχαιότητα, αποτελούσε παραλλαγή της ξηρογραφίας. Οι χρωστικές αναμειγνύονταν με λιωμένο κερί που λειτουργούσε ως συνδετικό μέσο και εναποθέτονταν πάνω στην ζωγραφική επιφάνεια με *καυτήριο* (ορειχάλκινο εργαλείο που μοιάζει με σπάτουλα), το οποίο ήταν θερμασμένο ώστε να διατηρηθεί το μίγμα σε παχύρευστη μορφή⁵⁵. Με την τεχνική αυτή χρωμάτιζαν τα μαρμάρια γλυπτά.

3.3 Οι χρωστικές

Με τον όρο χρωστική εννοούμε κάθε χρωμοφόρο ουσία η οποία υπό την μορφή σκόνης αναμειγνύεται με κάποιο συνδετικό μέσο δίνοντας χρώμα στις ζωγραφικές επιφάνειες. Η σύγχρονη έρευνα διαχωρίζει τις χρωστικές σε ανόργανες, οργανικές και τεχνητές. Οι ανόργανες χρωστικές, κυρίως από πετρώματα και ορυκτά, αποτελούσαν την πλειονότητα των αρχαίων χρωστικών. Ο Πλίνιος είχε ήδη διακρίνει τα χρώματα σε *ανθηρά* (colores floridi) και *αυστηρά* (colores austeri). Τα *αυστηρά* χρώματα ήταν ως επί των πλείστων γαιώδη που προέρχονταν από τοπικές αγορές, ενώ τα *ανθηρά* κυρίως οργανικά, τα οποία προμήθευαν οι παραγγελιοδότες στους ζωγράφους⁵⁶.

Οι ανόργανες χρωστικές δεν ήταν υδατοδιαλυτές και έπρεπε να κονιορτοποιηθούν και να αναμιχθούν με κάποιο συνδετικό μέσο για να εφαρμοστούν στην ζωγραφική επιφάνεια⁵⁷. Οι οργανικές χρωστικές προέρχονταν από φυτά, οστά και κοχύλια, ενώ οι τεχνητές δεν απαντούσαν στην φύση άλλα κατασκευάζονταν για να πετύχουν μια σπάνια χρωματική ποιότητα. Οι τελευταίες χρησιμοποιούνταν περισσότερο ως φθηνότερο υλικό για απομιμήσεις πολύτιμων φυσικών χρωστικών⁵⁸. Για τις χρωστικές από ανόργανες ουσίες, οι ζωγράφοι επεξεργάζονταν σε μικρότερα κομμάτια τις πρώτες ύλες (γαίες ή ορυκτά) και ανάλογα με την κρυσταλλική τους δομή έπρεπε να τριφτούν σε λεπτή σκόνη ή να διατηρηθούν χονδρόκοκκες και να διαλυθούν με κάποιο συνδετικό μέσο προκειμένου να

⁵² Πλάντζος 2018, σελ. 25.

⁵³ Κακουλλή 2010, σελ. 403.

⁵⁴ Πλάντζος 2018, σελ. 26.

⁵⁵ Scheibler 2015, σελ. 311-312.

⁵⁶ Πλάντζος 2018, σελ. 105.

⁵⁷ Πλάντζος 2018, 28-29.

⁵⁸ Scheibler 2015, σελ. 147.

επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα που θα άντεχε στο χρόνο⁵⁹. Για την παρασκευή χρωστικών φυτικής ή ζωικής προέλευσης χρησιμοποιούνταν ως βάση λευκές κρητίδες, τις οποίες έτριβαν, ενώ μόλις στέγνωσαν και έπαιρναν χρώμα γίνονταν σβόλοι. Μετέπειτα όταν ήταν να χρησιμοποιηθούν, τους σβόλους αυτούς τους έτριβαν σε σκόνη⁶⁰.

Παρακάτω θα επιχειρηθεί η ανάλυση όλων των γνωστών χρωστικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την περίοδο της αρχαιότητας.

3.3.1 Λευκές χρωστικές

Λευκό του Μολύβδου: βασικός ανθρακικός μόλυβδος ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$). Μία από τις σημαντικότερες λευκές χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στην ιστορία της ζωγραφικής, που προέρχεται από το ορυκτό κερουσίτης. Γνωστό ήδη από την αρχαιότητα, στους Έλληνες ως *ψιμόθιον* και στους Ρωμαίους ως *cerussa*, παρασκευάζονταν τεχνητά από ξύδι και μόλυβδο⁶¹. Η τεχνική κατασκευής του μας είναι γνωστή από τον Θεόφραστο και τον Πλίνιο. Χρησιμοποιούνταν είτε ως αυτόνομη χρωστική είτε σε μίξη με άλλα χρώματα για απαλότερους τόνους. Πέρα από την χρήση του ως χρωστική ουσία χρησιμοποιούνταν και ως καλλυντικό από τις γυναίκες λόγω της μαλακής και λαμπερής υφής του που δημιουργούνταν όταν αναμειγνύονταν με διάφορα έλαια⁶². Σε μια από τις πρωιμότερες εφαρμογές του το συναντούμε στο λεγόμενο Τάφο της Ευρυδίκης στην Βεργίνα, ενώ το βρίσκουμε μέχρι και στα πορτραίτα του Φαγιούμ. Η χρήση του συνεχίστηκε και τους επόμενους αιώνες, ιδιαίτερα τους βυζαντινούς. Εγκαταλείφθηκε κατά τον 19^ο αι. όταν διαπιστώθηκε ότι ήταν δηλητηριώδης και αντικαταστάθηκε από το λευκό του ψευδαργύρου⁶³. Χαρακτηριστικό της χρωστικής είναι ότι αποκτά καφετί χρώμα αν μετατραπεί σε θειούχο μόλυβδο ή οξειδίο του μολύβδου⁶⁴.

Γύψος: είναι ορυκτό του ασβεστίου ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) και χρησιμοποιήθηκε στην αρχαιότητα όχι μόνο στην ζωγραφική αλλά και ως βάση για οικοδομικό υλικό. Γνωστή από τον Θεόφραστο ως *Τυμφαική γη* την συγκαταλέγει μεταξύ των λευκών γαιών.

Ασβεστίτης: ή αλλιώς κιμωλία (ανθρακικό άλας, CaCO_3). Γνωστό από την αρχαιότητα, το συναντούμε με τη μορφή πετρώματος και απαντάται σε διάφορα χρώματα ανάλογα με τις προσμίξεις⁶⁵. Λευκό με τονικές διαβαθμίσεις, ανάλογα με την προέλευση⁶⁶. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως στις προετοιμασίες. Έχει ανιχνευθεί σε ταφικά μνημεία της Μακεδονίας.

Λευκό των οστών: Λευκή χρωστική ουσία που προέρχεται από ασβεστοποιημένα οστά ζώων ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Σπάνια ανιχνεύεται στην αρχαία ζωγραφική και χρησιμοποιούνταν κυρίως για την χάραξη των σχεδίων⁶⁷.

⁵⁹ Πλάντζος 2018, σελ. 28.

⁶⁰ Scheibler 2015, σελ. 146.

⁶¹ Scheibler 2015, σελ. 147.

⁶² Πλάντζος 2018, σελ. 31.

⁶³ Λεβίδης 2009, σελ. 213.

⁶⁴ Δουλγερίδης 2011, σελ. 165.

⁶⁵ Μπίκα 2015, σελ. 74.

⁶⁶ Δουλγερίδης 2011, σελ. 166.

⁶⁷ Δουλγερίδης 2011, σελ. 167.

3.3.2 Κόκκινες χρωστικές

Κόκκινη ώχρα: γαιώδη κόκκινο από άνυδρο οξείδιο του σιδήρου (Fe_2O_3). Ίσως από τις παλαιότερες χρωστικές, καθώς έχει βρεθεί σε βραχογραφίες παλαιολιθικής περιόδου. Ήταν γνωστή στους Έλληνες ως *μίλτος* και στους Ρωμαίους ως *rubrica*. Το καλύτερο γαιώδες κόκκινο προέρχονταν από την Σινώπη του Εύξεινου Πόντου, γι' αυτό και επικράτησε να λέγεται *σινωπική γη* το κόκκινο γαιώδες εν γένει⁶⁸. Ήταν ιδιαίτερα έντονο κόκκινο και έφερνε περισσότερο προς το ερυθρό-καστανό, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε αιματίτη⁶⁹. Σύμφωνα με τον Πλίνιο αποτέλεσε ένα από τα τέσσερα χρώματα της *τετραχρωμίας* στην αρχαία ελληνική ζωγραφική. Εύκολα διαθέσιμη και ως εκ τούτου φθηνή. Χρησιμοποιήθηκε με όλες τις τεχνικές.

Κόκκινο του μολύβδου: οξείδιο του μολύβδου (Pb_3O_4). Το *μίνιο*, όπως είναι σήμερα γνωστό, χρησιμοποιήθηκε για την απόδοση του πορτοκαλέρυθρου. Παρασκευάζεται με την όπτηση του λευκού του μολύβδου. Οι αρχαίοι Έλληνες το αποκαλούσαν *καυστόν ψιμίθιον* και οι ρωμαίοι *cerussa usta*. Ορισμένες φορές το βρίσκουμε σε μίξη με άλλες χρωστικές, όπως τη κόκκινη ώχρα⁷⁰. Χρησιμοποιούνταν και ως αποτρεπτικός παράγοντας ανάπτυξης της σκουριάς.

Κιννάβαρις: θειούχος υδράργυρος (HgS), από το ορυκτό κινναβαρίτης. Έδινε ένα πολύ φωτεινό ερυθρό χρώμα. Παρασκευάζονταν από ένα σπάνιο ορυκτό και κατά συνέπεια ήταν ιδιαίτερα ακριβό⁷¹. Όταν συγκεντρώνονταν σε μεγάλη ποσότητα ίσως ήταν δηλητηριώδης. Είναι αρκετά ασταθής και οι τοιχογραφίες που έχει χρησιμοποιηθεί παρουσιάζουν ένα αποχρωματισμό στην επιφάνειά τους, καθώς παράγει μια ουσία γνωστή ως μετακιννάβαρη⁷². Ο Πλίνιος συνιστούσε την χρήση του περισσότερο στους εσωτερικούς χώρους, εξαιτίας αυτού του προβλήματος. Χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα στις τοιχογραφίες των ρωμαϊκών χρόνων.

Κόκκινη σανδαράχη: θειούχο αρσενικό (As_4S_4). Γνωστό από τους αρχαιότερους χρόνους. Έδινε ένα έντονο κόκκινο χρώμα προς το πορτοκαλί. Είναι επίσης δηλητηριώδης. Χρησιμοποιούνταν στην ζωγραφική μέχρι και τον 20^ο αι. και αντικαταστάθηκε από το κόκκινο του καδμίου⁷³.

Ερυθρόδανο: το Ριζάρι (madder), γνωστό ως *rubia* στα λατινικά. Ήταν οργανικής προέλευσης καθώς παράγονταν από τις ρίζες του φυτού ριζάρι (*rubia tinctorum*) ή από την άγρια ποικιλία του (*rubia peregrina*) και έδινε ένα ροδαλό ερυθρό χρώμα⁷⁴. Υπήρχε άφθονο στην Ανατολή, αλλά και στην Ελλάδα. Στο φλοιό της ρίζας του φυτού υπάρχει η ερυθροδανίνη που περιέχει αλιζαρίνη και πουργουρίνη⁷⁵. Πέρα από την ζωγραφική χρησιμοποιήθηκε και ως βαφή στα υφάσματα.

⁶⁸ Scheibler 2015, σελ. 148.

⁶⁹ Πλάντζος 2018, σελ. 29.

⁷⁰ Πλάντζος 2018, σελ. 29.

⁷¹ Scheibler 2015, σελ. 148.

⁷² Πλάντζος 2018, σελ. 29.

⁷³ Λεβίδης 2009, σελ. 215.

⁷⁴ Πλάντζος 2018, σελ. 30.

⁷⁵ Λεβίδης 2009, σελ. 226-227.



Εικόνα 19. Κόκκινη ώχρα.



Εικόνα 20. Κιννάβαρι.



Εικόνα 21.
Κόκκινη Σανδαράχη.

3.3.3 Μπλε χρωστικές

Οι αρχαίοι έλληνες με τον όρο *κυανό*, αλλά και οι ρωμαίοι με τον όρο *caeruleum*, χαρακτήριζαν διάφορα γαλάζια χρώματα. Αρχικά το επίθετο *κυάνεος* χρησιμοποιείται από τον Όμηρο με την σημασία του μελανού, σκοτεινού χρώματος, ενώ αργότερα καταλήγει να έχει την σημασία του γαλάζιου⁷⁶. Ανάλογα με τον τόπο προέλευσης οι αρχαίοι έλληνες διέκριναν τρία είδη κυανού (μπλε): το αιγυπτιακό κυανό, το σκυθικό λαζουρίτη (*Iapis lazuli*) και το κυπριακό *αρμένιον*, το γνωστό αζουρίτη.

Μπλε της Αιγύπτου: συνθετικό πυριτικό άλας του χαλκού ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$). Ίσως η αρχαιότερη τεχνητή χρωστική που γνωρίζουμε. Προέκυπτε από την τήξη μίγματος πυριτικής άμμου, ανθρακικού ασβεστίου, αλάτων νατρίου και οξειδία του χαλκού. Η ένταση του χρώματος εξαρτάται από το πόσο λεπτοτριμμένη ήταν η σκόνη, όσο πιο λεπτή τόσο φωτεινότερο⁷⁷. Το τελικό προϊόν εμπορεύονταν με την μορφή σφαιριδίων⁷⁸. Τέτοια σφαιρίδια έχουν βρεθεί σε πολλές ελληνικές και ρωμαϊκές τοποθεσίες, όπως στο εργαστήριο παρασκευής χρωμάτων της Κω και στην Πομπηία. Εξαιτίας της σπανιότητας των φυσικών μπλε, το αιγυπτιακό είναι η χρωστική που χρησιμοποιείται συχνότερα στην αρχαία τέχνη⁷⁹. Η χρήση του ξεκινά από την Αίγυπτο ήδη από την 3^η χιλιετία π. Χ. Στην Ελλάδα απαντάται

⁷⁶ Λεβίδης 2009, σελ. 228-229.

⁷⁷ Scheibler 2015, σελ. 148.

⁷⁸ Πλάντζος 2018, σελ. 31.

⁷⁹ Πλάντζος 2018, σελ. 30.

στις τοιχογραφίες της Κνωσού, της Σαντορίνης, των Μυκηνών και των ταφικών μνημείων της Βεργίνας.

Λαζουρίτης: από το ορυκτό λαζουρίτη (lapis lazuli), $\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{S}_n$. Μίγμα πυριτικού αργιλίου και νατρίου με θειούχο νάτριο. Στην φύση βρίσκεται ανακατεμένος με άλλα ορυκτά και το χρώμα διαφέρει ανάλογα με την καθαρότητά του, από βαθύ γαλάζιο έως γαλαζοπράσινο⁸⁰. Όπως και στο αιγυπτιακό κυανό, το χρώμα αλλάζει ανάλογα κατά πόσο έχει τριφτεί. Κύρια πηγή του αποτελούσε το σημερινό Αφγανιστάν και το εμπορεύονταν Σκύθιοι, γι' αυτό κατ' επέκταση ονομάστηκε *σκύθης κυανός*, καθώς δεν υπήρχε στον μεσογειακό χώρο. Ήταν γνωστός από την Αίγυπτο το 3.000 π. Χ. και ιδιαίτερα αγαπητός στον Αιγιακό χώρο κατά την πρωτοελλαδική περίοδο.

Αζουρίτης: ορυκτό του Χαλκού ($2\text{CuCO}_3\cdot\text{Cu}(\text{OH})_2$). Οι αρχαίοι έλληνες το ονόμαζαν *αρμένιον* (armenium). Στην Κύπρο υπήρχαν πλούσια κοιτάσματα χαλκού και έχει προταθεί πως ο αζουρίτης, όπου φαίνεται ότι αφθονούσε εκεί, αποτελεί το *κύπριο κυανό* των αρχαίων πηγών⁸¹. Η ανθεκτικότητά του επηρεάζεται κάτω δυσμενείς συνθήκες και αλλοιώνεται σε μαλαχίτη με αποτέλεσμα να πρασινίζει⁸².

Ινδικό: (indicum). Μια από τις φυτικές χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαιότητα. Παράγονταν από φυτά του γένους ινδικοφόρων που φύονται κυρίως στις Ινδίες. Γνωστό από αρχαιότατων χρόνων στην Ινδία, πέρασε στην Αίγυπτο απ' όπου το γνώρισαν οι Έλληνες και αργότερα οι Ρωμαίοι⁸³.



Εικόνα 22. Κυανό της Αιγύπτου.



Εικόνα 23. Αζουρίτης

⁸⁰ Λεβίδης 2009, σελ. 235.

⁸¹ Scheibler 2015, σελ. 149.

⁸² Μπίκα 2015, 93.

⁸³ Λεβίδης 2009, σελ. 237.

3.3.4 Κίτρινες χρωστικές

Κίτρινη ώχρα: γαία που περιέχει υδροξείδιο του σιδήρου ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Στην φύση απαντάται με την μορφή του λειμονίτη και του γκαιτίτη. Στους αρχαίους Έλληνες ήταν γνωστή ως *ώχρα* και στους ρωμαίους ως *sil*⁸⁴. Έδινε ένα έντονο κίτρινο χρώμα. Χρησιμοποιούνταν ήδη από την νεολιθική περίοδο, είτε ως αυτόνομη χρωστική είτε ως μίξη μαζί με κόκκινες για να προκύψει ένας καστανέρυθρος χρωματισμός⁸⁵. Ανώτερη όλων θεωρούνταν η *αττική ώχρα* που εξορύσσονταν από τον 5^ο π. Χ. αι. από τα ορυχεία αργίλου της Αττικής⁸⁶. Ενδεικτικά ο Βιτρούβιος αναφέρει ότι ήταν ιδιαίτερα προσφιλής και στην εποχή του είχαν εξαντληθεί τα κοιτάσματά της. Ο Πλίνιος την αναφέρει ως μια από τις τέσσερεις χρωστικές της τετραχρωμίας.

Κίτρινη Σανδαράχη: θειούχο αρσενικό (As_2S_3). Μεταγενέστερα ονομάστηκε και *αρσενικόν*. Το εύρος της απόχρωσής της ήταν από χρυσοκίτρινο έως πορτοκαλί. Πηγή προέλευσης ήταν η Μ. Ασία και η Ανατολία. Είναι παρόμοια με την ερυθρά σανδαράχη και κάποιες φορές αποτελεί προϊόν αλλοίωσής της. Είναι δηλητηριώδης και αντιδρά σε άλλες χρωστικές. Η χρήση της εγκαταλείφθηκε τον 20^ο αιώνα.

Κρόκος: saffron, ($\text{C}_{48}\text{H}_{68}\text{O}_{18}$). Φυτική χρωστική που προέρχεται από τα αποξηραμένα άνθη του φυτού *Crocus Sativus* από την Μ. Ασία⁸⁷. Το βρίσκουμε και στην Ελλάδα, όπου και χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα. Είχε μια χρυσοκίτρινη απόχρωση.



Εικόνα 24.
Κίτρινη ώχρα.

3.3.5 Καστανές χρωστικές

Οι γαίες με σκούρα χρώματα συχνά αποκαλούνται **Σιέννες** ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) και **Όμπρες** ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Η σύσταση τους ομοιάζει με αυτή της ώχρας, καθώς περιέχει οξείδια του σιδήρου και αργιλοπυριτικά οξείδια. Και οι δύο διαφοροποιούνται σε ωμές και ψημένες, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε οξείδια του Μαγγανίου, με τις δεύτερες να αποκτούν ένα πιο καφετί χρώμα⁸⁸. Οι όμπρες φαίνεται να χρησιμοποιήθηκαν ήδη από την προϊστορική περίοδο για την απόδοση σκούρου καφέ χρώματος⁸⁹.

⁸⁴ Πλάντζος 2018, σελ. 29.

⁸⁵ Μπίκα 2015, σελ. 81.

⁸⁶ Scheibler 2015, σελ. 146.

⁸⁷ Δουλγερίδης 2011, σελ. 189.

⁸⁸ Καραπαναγιώτης 2017, σελ. 15.

⁸⁹ Mahmoud 2009, σελ. 23.

3.3.6 Πράσινες χρωστικές

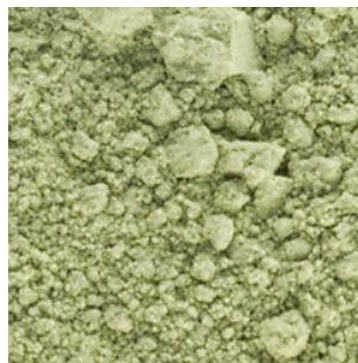
Μαλαχίτης: ένυδρο ορυκτό ανθρακικού χαλκού ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$). Πιθανότατα γνωστό στην αρχαία Ελλάδα ως *χρυσόκολλα*⁹⁰. Είχε ένα έντονο πράσινο χρώμα. Ο Πλίνιος αναφέρει (33^ο βιβλίο, §89) ότι η καλύτερη χρυσόκολλα ήταν η αρμενική, μαζί με την μακεδονική και την κυπριακή.

Κονιχαλκίτης: ορυκτό αρσενικού ($\text{CaCu}(\text{AsO}_4)(\text{OH})$), συνήθως συναντάται αναμεμειγμένο με τον μαλαχίτη. Έχει μια σκούρα πράσινη απόχρωση⁹¹.

Πράσινη όχρα: αποτελείται από ένα μίγμα ορυκτών του κελαδονίτη και του γλαυκωνίτη⁹². Το χρώμα των ορυκτών κυμαίνεται από γαλαζοπράσινο μέχρι ανοικτό πράσινο. Γνωστό στους Ρωμαίους ως *arrianum*. Χρησιμοποιήθηκε ως φθηνό υποκατάστατο του μαλαχίτη⁹³.



Εικόνα 25. Μαλαχίτης.



Εικόνα 26. Κονιχαλκίτης.

3.3.7 Μαύρες χρωστικές

Μαύρο των οστών: προέρχεται από την καύση ζωικών οστών. Η χρήση τους είναι διευρυμένη είτε ως αυτόνομη χρωστική είτε για να προσδώσει σκοτεινότερους τόνους άλλων χρωστικών. Χρησιμοποιήθηκαν ιδιαίτερα για τα προσχέδια και τον σχεδιασμό περιγραμμάτων.

Ελεφάντινον Μέλαν: από την τέλεια καύση ελεφαντοστού. Ο Πλίνιος (35^ο βιβλίο, §42) μας αναφέρει ότι πρώτος που το εφηύρε ήταν ο Απελλής και ότι με αυτό περνούσε το τελευταίο χέρι τα έργα του, προστατεύοντάς τα έτσι από την σκόνη, ενώ έδινε και ένα τόνο πιο βαθύ στα λαμπερά χρώματα⁹⁴.

Λιγνύς Λυχνίων: μαύρο της αιθάλης. Προέρχεται από την τέλεια καύση ελαιών λινθρακόπισσας (πίσσα) ή άλλων λιπαρών ουσιών μέσα σε ειδικές λυχνίες των οποίων η αιθάλη συλλέγονταν με διάφορες μεθόδους⁹⁵.

⁹⁰ Πλάντζος 2018, σελ. 30.

⁹¹ Πλάντζος 2018, σελ. 30.

⁹² Μπίκα 2015, σελ. 90.

⁹³ Πλάντζος 2018, σελ. 30.

⁹⁴ Scheibler 2015, σελ. 152.

⁹⁵ Δουλγερίδης 2011, σελ. 192.

Κεφάλαιο 4^ο

Φασματοσκοπικές μέθοδοι Τεχνικές ανάλυσης

4.1. Μη καταστροφικές τεχνικές ανάλυσης στην αρχαιολογική έρευνα

Η χρήση μη καταστροφικών μεθόδων στην επιστήμη της αρχαιομετρίας κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος τα τελευταία χρόνια λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους. Καθοριστικής σημασίας στην εφαρμογή αυτών των τεχνικών αποτελεί η φορητότητα, καθώς οι μετρήσεις πλέον μπορούν να πραγματοποιηθούν *in situ*, στο χώρο έκθεσης του αντικειμένου ή του μνημείου, με την χρήση φορητών μηχανημάτων δίχως να απαιτείται η μετακίνησή τους ή η απόσπαση δείγματος με αποτέλεσμα την αλλοίωση ή την φθορά του. Οι τεχνικές αυτές έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών σε υλικά όπως τα ορυκτά, τα πετρώματα, τους λίθους, τα κονιάματα, τα πήλινα αντικείμενα, τα μέταλλα και κράματα, τα γυαλιά, τα χρώματα, ακόμα και τα υπολείμματα τροφών και ποτών σε μαγειρικά σκεύη. Οι αναλύσεις γίνονται με σκοπό την άντληση πληροφοριών σχετικά με τις συνθήκες και την αναγνώριση της τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του, τον τόπο προέλευσης των πρώτων υλών, αλλά και για την αναγνώριση των συστατικών του κάθε υλικού⁹⁶. Οι πληροφορίες που προκύπτουν αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την εξαγωγή αρχαιολογικών συμπερασμάτων, ενώ συμβάλλουν και στην καλύτερη επιλογή μεθόδων συντήρησης και αποκατάστασης των έργων τέχνης.

Μέρος των φασματοσκοπικών μεθόδων περιλαμβάνονται στις μη καταστροφικές τεχνικές. Κύριο στοιχείο των μεθόδων αυτών είναι η αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη και οι μεταβολές της ενέργειας κατά την απορρόφηση ή εκπομπή ακτινοβολίας. Οι μέθοδοι αυτοί επιτρέπουν την μέτρηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που απορροφάται ή εκπέμπεται από τις διάφορες χημικές ενώσεις κάτω από διάφορα μήκη κύματος⁹⁷. Τα φάσματα που προκύπτουν παρέχουν πληροφορίες για την δομή των μορίων και βοηθάει στον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό ανόργανων και οργανικών ενώσεων του εκάστοτε υλικού.

Στην παρούσα μελέτη οι μη καταστροφικές φασματοσκοπικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την αναγνώριση χημικών στοιχείων και την ταυτοποίηση χρωστικών ήταν η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF) και η φασματοσκοπία Raman, όπου αποτελούν δύο από τα βασικά εργαλεία για την ανίχνευση και την ταυτοποίηση των χρωστικών ουσιών.

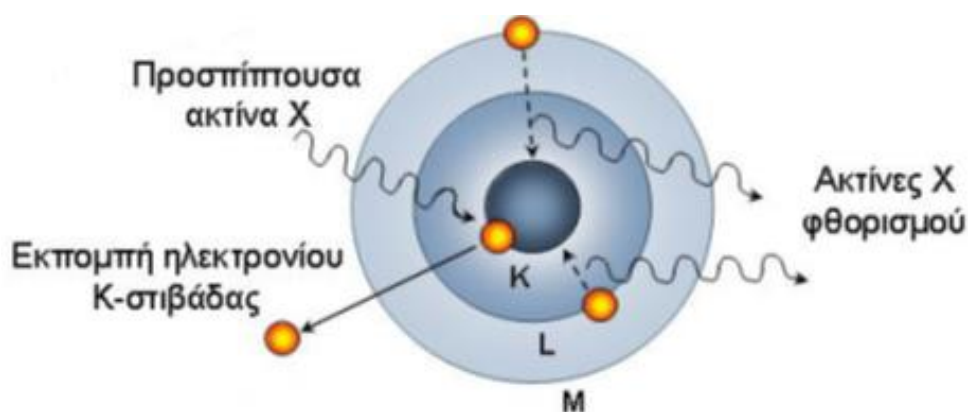
⁹⁶ Γκανέτσος 2016, σελ. 1.

⁹⁷ Χειλάκου 2012, σελ. 5.

4.2. Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF)

Η τεχνική της φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων X (X-Ray Fluorescence) αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες τεχνικές ανάλυσης και χρησιμοποιείται ευρέως στον κλάδο της αρχαιολογίας και στην συντήρηση έργων πολιτιστικής κληρονομιάς, κατατάσσοντάς την ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία της αρχαιομετρικής έρευνας. Η τεχνική αυτή προσφέρει μια εμπειριστατωμένη γνώση σχετικά με τα υλικά ή τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των ιστορικών έργων, επιτρέποντάς μας να κατανοήσουμε σε βάθος τις τεχνολογικές δυνατότητες της κάθε περιόδου.

Η φασματοσκοπία με φθορισμό των ακτίνων X (XRF) είναι μια μη καταστροφική τεχνική ανάλυσης στερεών και υγρών σωμάτων με την δυνατότητα προσδιορισμού – ποιοτικά και ποσοτικά – των χημικών τους στοιχείων. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου βασίζεται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, κατά το οποίο όταν ένα υλικό δέχεται ακτινοβολία πρωτογενών ακτίνων X διεγείρεται, με αποτέλεσμα την μετακίνηση των ηλεκτρονίων από τις εσωτερικές στιβάδες ενός ατόμου στις εξωτερικές. Οι θέσεις που μένουν κενές στις εσωτερικές ενεργειακές στιβάδες πληρώνονται από ηλεκτρόνια από τις εξωτερικές⁹⁸. Αυτή η μετάπτωση έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή ενέργειας με την μορφή δευτερογενών ακτίνων X, που χαρακτηρίζονται φθορίζουσες (εικ. 27). Με τον τρόπο αυτό στην τεχνική XRF το δείγμα ακτινοβολείται με μια στενή δέσμη ακτίνων X, η οποία προσπίπτει πάνω του προκαλώντας την εκπομπή δευτερογενών ακτίνων X. Η ενέργεια των εκπεμπόμενων ακτίνων χρησιμοποιείται για να αναγνωριστούν τα χημικά στοιχεία του δείγματος, καθώς κάθε στοιχείο εκπέμπει ακτινοβολία χαρακτηριστικού μήκους κύματος, ενώ η ένταση των ακτίνων καθορίζει τις συγκεντρώσεις των στοιχείων⁹⁹. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να ανιχνευθούν, με σχετικά υψηλή διακριτική ικανότητα, αρκετά χημικά στοιχεία. Η τεχνική δεν προσδιορίζει την χημική σύνθεση των υλικών και γι' αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται συνδυαστικά με άλλες τεχνικές.



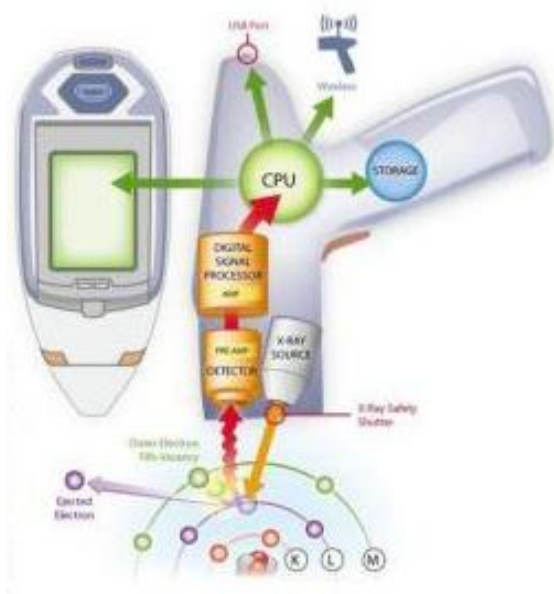
Εικόνα 27. Αρχή λειτουργίας της φασματοσκοπίας XRF.

⁹⁸ Κούη 2015, σελ. 172.

⁹⁹ Liritzis, Zacharias 2011, σελ. 111.

Με την φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X μπορούν να αναλυθούν διάφορα αρχαιολογικά υλικά, ωστόσο, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί που δεν επιτρέπουν την ανίχνευση στοιχείων σε όλα. Είναι αδύνατη η αναγνώριση του οργανικού υλικού και γι' αυτό εφαρμόζεται κυρίως σε ανόργανα υλικά, όπως σε ορυκτά, πετρώματα, μεταλλικά και γυάλινα αντικείμενα, πηλό και ζωγραφικές επιφάνειες (χρωστικές)¹⁰⁰. Το βάθος ανάλυσης της τεχνικής περιορίζεται σε επιφάνεια 20 με 200μm, ωστόσο αν κρίνεται αναγκαία η ανάλυση από το εσωτερικό τμήμα αναζητείται σημείο της επιφάνειας που λόγω φθοράς ή απώλειας επιτρέπει την εξέταση στο εσωτερικό. Για την εφαρμογή της τεχνικής υπάρχουν σταθερές και φορητές συσκευές. Ένα τυπικό φορητό φασματομέτρο ακτίνων X αποτελείται από τα εξής μέρη: έναν ανιχνευτή, μια πηγή ακτίνων X, έναν ενισχυτή σήματος και έναν πολυκαναλικό αναλυτή¹⁰¹ (εικ. 28). Αμέσως μετά την διαδικασία ανάλυσης – η οποία διαρκεί λίγα μόλις δευτερόλεπτα – τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε ενσωματωμένη οθόνη είτε με την μορφή φάσματος είτε με την μορφή πινάκων και μπορούν να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν σε κάποιον ηλεκτρονικό υπολογιστή για περαιτέρω χρήση και ανάλυση.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι αρκετά, γι' αυτό και αποτελεί μια ιδανική επιλογή για την εξέταση αρχαιολογικών έργων. Αποτελεί μια μη καταστροφική τεχνική, χωρίς την απόσπαση ή την αλλοίωση του δείγματος κατά την έκθεση στις ακτίνες X. Απαιτεί ελάχιστη προετοιμασία σχετικά με άλλες τεχνικές. Είναι εύκολη στο χειρισμό με άμεσα αποτελέσματα ανιχνεύοντας πολλά χημικά στοιχεία, ενώ το κόστος μιας τέτοιας ανάλυσης είναι ιδιαίτερα χαμηλό¹⁰².



Εικόνα 28.
Τυπική διάταξη φορητού
οργάνου XRF.

¹⁰⁰ Liritzis, Zacharias 2011, σελ. 112-114.

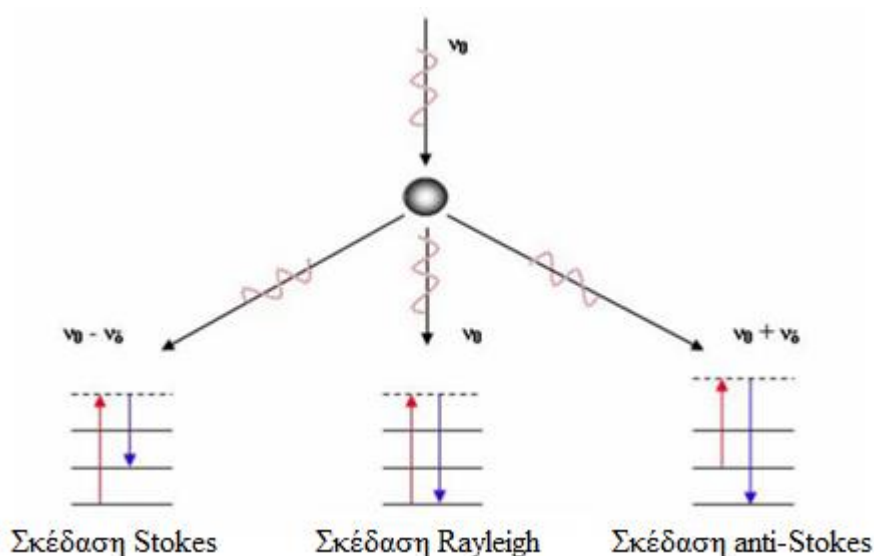
¹⁰¹ Μπίκα 2015, σελ. 137-138.

¹⁰² Κούη 2015, σελ. 170.

4.3. Φασματοσκοπία Raman

Η φασματοσκοπία Raman ανήκει στις δονητικές φασματοσκοπικές μεθόδους και παρέχει ένα μεγάλο εύρος πληροφοριών σχετικά με την δομή και την χημική σύσταση των υλικών. Κατά τη διάρκεια της κανονικής μορφής δόνησης ενός μορίου μπορεί να προκληθεί μεταβολή της διπολικής ροπής ή της πολωσιμότητάς του. Οι αλλαγές αυτές αποτελούν τη βάση φασματοσκοπικών φαινομένων, που μας επιτρέπουν τη μέτρηση των συχνοτήτων δόνησης¹⁰³. Από τις δονητικές φασματοσκοπικές τεχνικές παράγονται φάσματα που αντιπροσωπεύουν τις δονήσεις των μορίων χαρακτηρίζοντας με αυτό τον τρόπο την μοριακή τους δομή.

Αναλυτικότερα, η φασματοσκοπία Raman είναι μια μέθοδος μη ελαστικής σκέδασης φωτός που παίρνει το όνομά της από το αντίστοιχο φαινόμενο. Κατά το φαινόμενο Raman όταν κάποιο υλικό σύστημα ακτινοβολείται με μονοχρωματική ακτινοβολία τότε η διάχυτη ακτινοβολία που σκεδάζεται περιέχει νέες φασματικές περιοχές, δηλαδή συχνότητες διαφορετικές από εκείνες της προσπίπτουσας ακτινοβολίας¹⁰⁴. Το φαινόμενο ονομάστηκε έτσι από τον C.V. Raman (1888-1970) ο οποίος το παρατήρησε και το κατέγραψε για πρώτη φορά το 1928 και τιμήθηκε με νόμπελ φυσικής το 1930. Πιο συγκεκριμένα όταν μια ακτίνα μονοχρωματικής ακτινοβολίας προσπέσει στο υπό εξέταση δείγμα ένα ποσοστό φωτονίων που σκεδάζονται παραμένει ενεργειακά αμετάβλητο (ελαστική σκέδαση ή σκέδαση Rayleigh), ενώ ένα μικρότερο ποσοστό μεταβάλλεται ενεργειακά (ανελαστική σκέδαση ή σκέδαση Raman)¹⁰⁵.



Εικόνα 29. Σχηματική απεικόνιση σκέδασης Raman.

Τα περισσότερα από τα φωτόνια που υφίστανται σκέδαση Raman χάνουν μέρος της ενέργειάς του και σκεδάζονται με μικρότερη ενέργεια, άρα και με χαμηλότερες συχνότητες. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται Stokes και οφείλεται ακριβώς στην σύγκρουση των φωτονίων με μόρια που βρίσκονται στην θεμελιώδη ενεργειακή τους κατάσταση. Αντίθετα, η

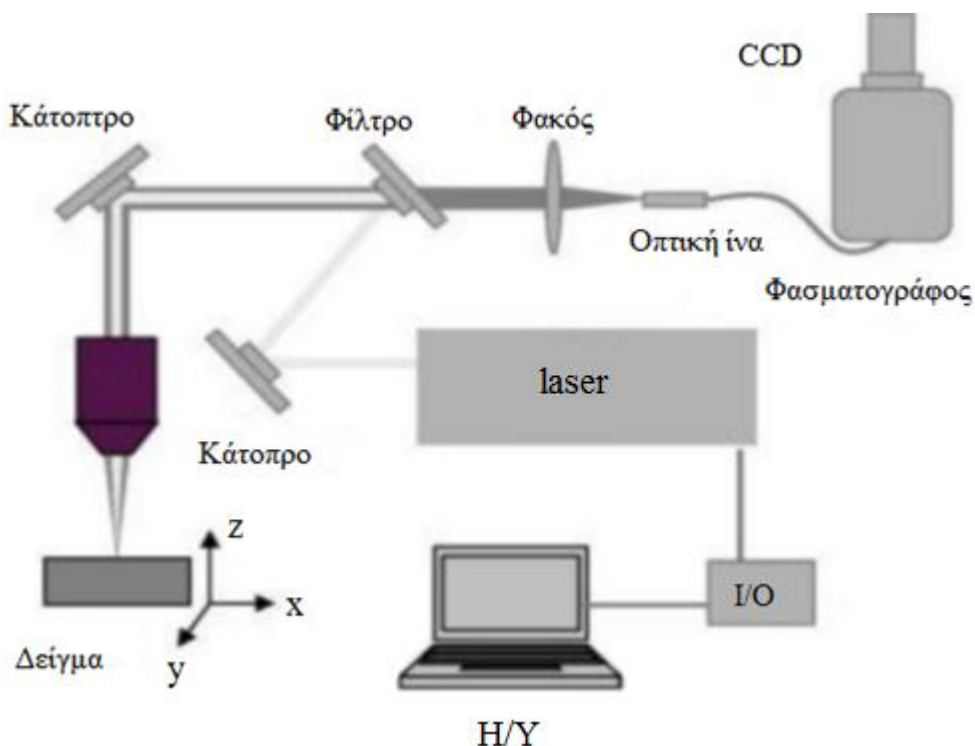
¹⁰³ Γκανέτσος 2016, σελ. 3.

¹⁰⁴ Ράπτης 2016, σελ. 2.

¹⁰⁵ Κατσαρός 2009, σελ. 130.

σύγκρουση των φωτονίων με μόρια σε διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ονομάζεται anti-Stokes ακτινοβολία. Τότε τα μόρια μεταφέρουν μέρος της ενέργειάς του στα φωτόνια, με τα πρώτα να επανέρχονται στην θεμελιώδη ενεργειακή τους κατάσταση. Στην φασματοσκοπία Raman καταγράφονται όλες αυτές οι ενεργειακές διαφορές, οι οποίες αντιπροσωπεύουν την διέγερση μιας ορισμένης δόνησης του μορίου του υλικού, εξαιτίας της μεταβολής της πολικότητάς του¹⁰⁶. Κάθε δόνηση μορίου στο υλικό αντιστοιχεί σε μια κορυφή του φάσματος Raman. Πέρα από την σκέδαση Raman υπάρχει και η σκέδαση φθορισμού (fluorescence), ένας μηχανισμός απορόφησης. Στην περίπτωση αυτή το προσπίπτον φωτόνιο απορροφάται πλήρως από το διεγερμένο ενεργειακά σύστημα. Εν συνεχεία το σύστημα επιστρέφει σε μια διαφορετική ενεργειακή κατάσταση, χαμηλότερη της πρώτης του, ακτινοβολώντας χαμηλες συχνότητες από αυτές της προσπίπτουσας δέσμης φωτός.

Ένα τυπικό φασματόμετρο Raman (εικ. 30) αποτελείται από α) μια πηγή ακτινοβολίας – laser συνεχούς λειτουργίας, β) ένα οπτικό μικροσκόπιο για την καθοδήγηση και εστίασης της δέσμης, γ) οπτικά συλλογής της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας στην είσοδο του φασματογράφου, δ) έναν απεικονιστικό φασματογράφο και ε) τον ανιχνευτή για την καταγραφή των σημάτων, τα οποία καταγράφονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για την περαιτέρω αξιολόγηση, επεξεργασία και ταυτοποίηση μέσω σύγκρισης των φασμάτων από τις βάσεις δεδομένων¹⁰⁷.



Εικόνα 30. Τυπική διάταξη φασματόμετρο Raman

¹⁰⁶ Κατσαρός 2009, σελ. 130.

¹⁰⁷ Κατσαρός 2009, σελ. 132.

Η τεχνική φασματοσκοπία Raman έχει πολλαπλές εφαρμογές, όσον αφορά τον προσδιορισμό μοριακών χημικών ειδών, σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Εφαρμόζεται σε ανόργανα και οργανικά υλικά. Η τεχνική είναι μη καταστροφική και μπορεί να εφαρμοστεί σε στέρεα, υγρά και αέρια δείγματα. Φυσικά τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη των φορητών φασματόμετρων Raman δεν χρειάζεται η απόσπαση δείγματος παρά μεταφέρεται το φασματόμετρο στο χώρο έκθεσης του εξεταζόμενου μνημείου ή αντικειμένου, δίχως να υπάρχει η πιθανότητα αλλοίωσης ή φθοράς της επιφάνειάς του. Ως πηγή διέγερσης χρησιμοποιείται ένα laser με μήκος κύματος από το υπεριώδες έως το κοντινό υπέρυθρο¹⁰⁸. Από τα πλεονεκτήματα της τεχνικής είναι ότι ο χρόνος που απαιτείται για την μέτρηση είναι ελάχιστος και τα αποτελέσματα της μέτρησης (υπό την μορφή φασμάτων) εμφανίζονται άμεσα. Το βασικότερο πρόβλημα της φασματοσκοπίας Raman αποτελεί ο έντονος φθορισμός που παρατηρείται σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στις οργανικές ενώσεις ή στις τυχόν επικαθίσεις που υπάρχουν πάνω στην επιφάνεια του υλικού. Το πρόβλημα αυτό, ωστόσο, μπορεί να προβλεφθεί με την επιλογή του σωστού μήκους κύματος του laser εκτός της φασματικής περιοχής του φθορισμού, καθώς αυτός παρατηρείται σε συγκεκριμένα μήκη κύματος¹⁰⁹.

Τέλος, η φασματοσκοπία Raman χρησιμοποιείται κατ' εξοχήν για τον προσδιορισμό και την ταυτοποίηση των χρωστικών, σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές, γι' αυτό το λόγο έχουν δημιουργηθεί φασματοσκοπικές βάσεις δεδομένων αποτελούμενες από φάσματα μετρήσεων ιστορικών χρωστικών που επιτρέπουν την ταυτοποίηση οποιασδήποτε χρωστικής.

¹⁰⁸ Γκανέτσος 2016, σελ. 6.

¹⁰⁹ Μπίκα 2015, σελ. 148.

Κεφάλαιο 5^ο

Πειραματικές μετρήσεις Raman και XRF Διαγράμματα μετρήσεων

5.1. Μεθοδολογία και όργανα μετρήσεων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα τέσσερα ταφικά μνημεία που εξετάζουμε (βλ. κεφάλαιο Β) από τα αρχαία Άβδηρα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο χώρο έκθεσης των μνημείων – στην υπαίθρια έκθεση ταφικών μνημείων του αρχαιολογικού χώρου και στο αρχαιολογικό μουσείο Αβδήρων – χωρίς να χρειασθεί η μετακίνησή τους. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν δύο φορητές μη καταστροφικές φασματοσκοπικές τεχνικές, η φασματοσκοπία Raman και η φασματοσκοπία φθορισμού Χ (XRF).

Αρχικά, αφού εξετάστηκαν λεπτομερώς τα μνημεία, επιλέχθηκαν τα κατάλληλα σημεία μέτρησης. Οι μετρήσεις έγιναν σε σημεία που σώζονταν μεγάλη ποσότητα χρωστικής. Κατά την διάρκεια των μετρήσεων παρατηρήθηκαν στίγματα διαφόρων αποχρώσεων πάνω στις ζωγραφικές επιφάνειες και κρίθηκε σκόπιμο να εξετασθούν κι αυτά τα σημεία για πιθανή ύπαρξη χρωστικής μη ορατής σήμερα. Σ' όλα τα μνημεία έγιναν περισσότερες από μια μετρήσεις στο ίδιο χρώμα με σκοπό να εξετάσουμε αν ο καλλιτέχνης επέλεξε κοινή χρωστική για το ίδιο χρώμα στο σύνολο του έργου.

Οι πρώτες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την φασματοσκοπία φθορισμού Χ με σκοπό την ποσοτική και ποιοτική ανίχνευση των στοιχείων της κάθε χρωστικής. Ακολούθησαν οι μετρήσεις με την τεχνική της φασματοσκοπίας Raman για τον καθορισμό της χρωστικής. Από τα φάσματα που προέκυψαν καταγράφηκαν οι κορυφές οι οποίες συγκρίθηκαν με κορυφές χρωστικών από τις βάσεις δεδομένων Clark (Clark database Raman Spectroscopy Pigments)¹¹⁰ και Checker (Raman Database Pigments Checker)¹¹¹. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν διασταυρώθηκαν με τα στοιχεία που ανιχνεύθηκαν (σε υψηλό ποσοστό % και σε ιχνοστοιχεία ppm) και επαλήθευσαν τις χρωστικές που βρέθηκαν¹¹². Για την ανάλυση και την επεξεργασία των φασμάτων που προέκυψαν από την φασματοσκοπία Raman έγινε χρήση του λογισμικού Spectragryph (1.2.9) με δυνατότητα αυτόματου υπολογισμού των κορυφών.

Για την τεχνική της φασματοσκοπίας φθορισμού Χ (XRF) χρησιμοποιήθηκε η φορητή συσκευή XRF Pocket III P730 της Skyray (εικ. 31), η οποία περιλαμβάνει αυτόματο ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό περίπου 24 χημικών στοιχείων. Διαθέτει οθόνη αφής με άμεση εξαγωγή αποτελεσμάτων κατά την διάρκεια των μετρήσεων.

¹¹⁰ Bell et al. 1997, σελ. 2159 – 2179.

¹¹¹ Caggiani et al. 2016, σελ. 123 – 132.

¹¹² Larsen et al. 2016, σελ. 661 – 668.

Αναλυτικά τεχνικά χαρακτηριστικά οργάνου XRF Pocket III P730 Skyray:

- Ανιχνευτής: Ηλεκτροψυχτικός ανιχνευτής Si-PIN.
- Πηγή διέγερσης: 40KV/50uA – Ag άκρο ανοίγματος με ενσωματωμένο αγωγό ακτίνων X.
- Διάρκεια κάθε μέτρησης: 10 δεύτερα με 3 λεπτά (σε λειτουργία χειρός ή σε αυτόνομη λειτουργία).
- Μορφές αντικειμένων: σε στερεή, υγρή ή αέρια μορφή.
- Μετρήσιμα στοιχεία: από Θείο (S) έως Ουράνιο (U).
- Ικανότητα ταυτόχρονης ανάλυσης μέχρι και 24 στοιχείων.
- Όριο ανίχνευσης : 0,001% - 0,1%.
- Λειτουργία διόρθωσης: Ag.
- Ασφάλεια δεδομένων: λειτουργία διαχειριστή με κωδικό πρόσβασης προκειμένου να διαφυλαχτούν τα δεδομένα οποιαδήποτε στιγμή.
- Αποθήκευση δεδομένων: δυνατότητα αποθήκευσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και σε εκτυπώσιμη μορφή. Περιλαμβάνεται κάρτα αποθήκευσης με μεγάλες δυνατότητες αποθήκευσης.
- Διάρκεια λειτουργίας μπαταρίας: 4 ώρες.
- Βάρος: 1,2 κιλά (1,47 κιλά με προσαρμοσμένα PDA και μπαταρία).
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος: -10 °C με 50 °C.
- Υγρασία περιβάλλοντος: έως και 90 %.



Εικόνα 31.
XRF Pocket III P730 Skyray.



Εικόνα 32. Raman Rockhound
DeltaNu Advantage 785.

Για την τεχνική φασματοσκοπίας Raman χρησιμοποιήθηκε το φορητό Raman Rockhound Advantage 785 της DeltaNu (εικ. 32), με διακριτική ικανότητα ανάλυσης των 10 cm^{-1} και πολύ χαμηλό λόγο σήματος προς θόρυβο. Με πηγή laser 785nm υπερτερεί σχετικά με τα υπόλοιπα φορητά όργανα διότι δεν παρουσιάζει προβλήματα φθορισμού¹¹³.

Αναλυτικά τεχνικά χαρακτηριστικά οργάνου Raman Rockhound DeltaNu Advantage 785:

- Δειγματοληψία σε υγρά: τοποθέτηση υλικού σε φιαλίδια.
- Δειγματοληψία σε στερεά: τοποθέτηση υλικού σε σκόνη.
- Μικροσκοπία: Προαιρετική προσάρτηση μικροσκοπίου (NuScore™).
- Διοδική πηγή laser με μήκος κύματος 785nm και ρυθμιζόμενη πηγή μέχρι 80mW ανά δείγμα.
- Επανάληψη: 5 cm^{-1}
- Εύρος φάσματος: $200 - 2000\text{ cm}^{-1}$ (προαιρετικά $100 - 2000\text{ cm}^{-1}$)
- Λογισμικό: NuSpec™, GRAMS (data is stored in ASCII or Thermo-Galactic formats).
- Φορητότητα: 1,4 κιλά
- Περισσότερα από 1000 δείγματα (ενώσεις οργανικών και ορυκτών).

Ακολουθούν αναλυτικά οι 47 μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Κάθε μέτρηση περιλαμβάνει πίνακα με φωτογραφία του σημείου που μετρήθηκε, τα στοιχεία που ανιχνεύθηκαν με την τεχνική XRF, οι κορυφές των φασμάτων που καταγράφηκαν από τις μετρήσεις Raman, οι συγκρίσεις τους με τις αντίστοιχες των βάσεων δεδομένων (Clark, Checker) και οι χρωστικές που ταυτοποιήθηκαν. Επιπροσθέτως, παρουσιάζονται τα φάσματα των ανιχνεύσιμων χρωστικών σε σύγκριση με τα φάσματα από τις αντίστοιχες της βάσης δεδομένων Checker.



Εικόνα 33.

Εφαρμογή τεχνικής XRF στην πήλινη σαρκοφάγο MA 6922.

¹¹³ Γκανέτσος 2016, σελ. 6-7.




Εικόνα 34.
Εφαρμογή τεχνικής
φασματοσκοπίας
Raman στον
κιβωτιόσχημο τάφο
MA8137 στον
αρχαιολογικό χώρο
Αβδήρων.

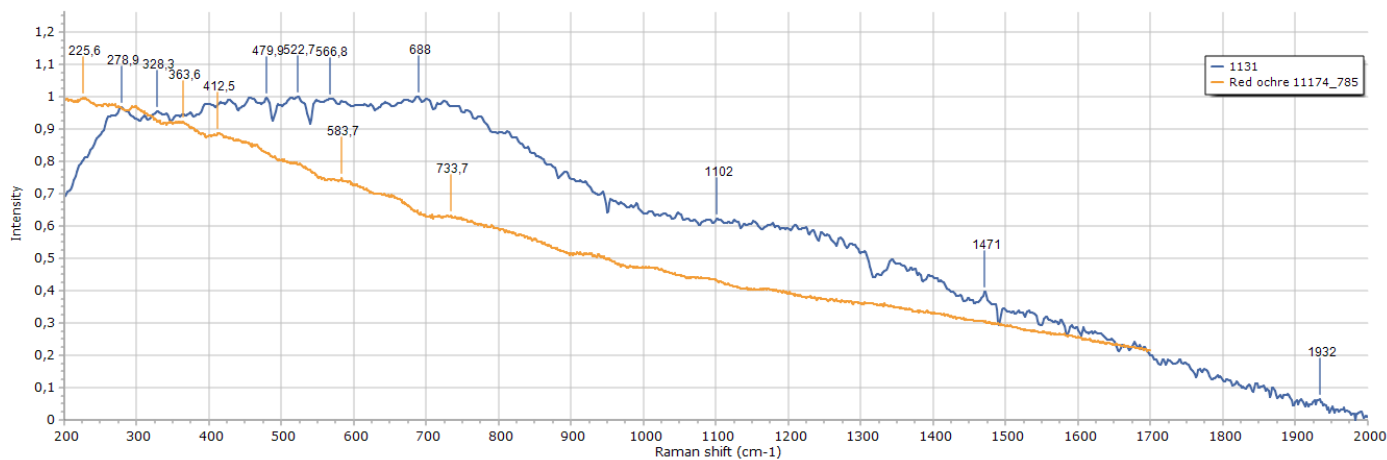


Εικόνα 35.
Εφαρμογή τεχνικής
XRF στον
κιβωτιόσχημο τάφο
MA8138 στον
αρχαιολογικό χώρο
Αβδήρων.

5.2. Δείγματα από την πήλινη γραπτή σαρκοφάγο MA4500


Πίνακας 5.2.1

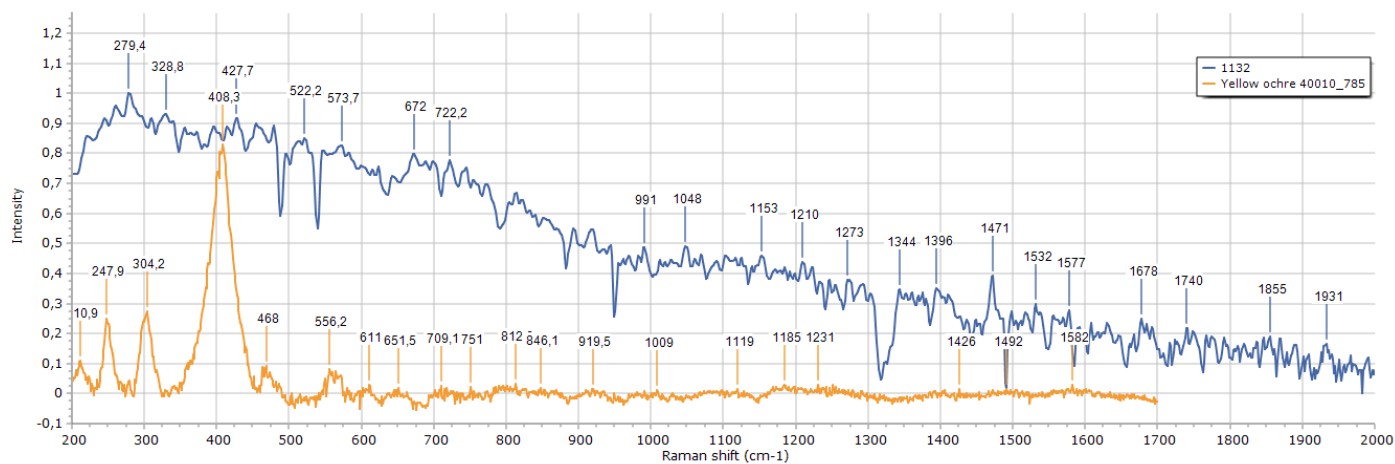
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικής – Χημικός τύπος
1131 KOKKINO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Cu, Zn, As, Pb, Sn	278 , 328, 479, 522, 566 , 688, 1102, 1471, 1932	220vs; 286 vs; 402m; 491w; 601w	144, 225, 363, 412, 583 , 733	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)



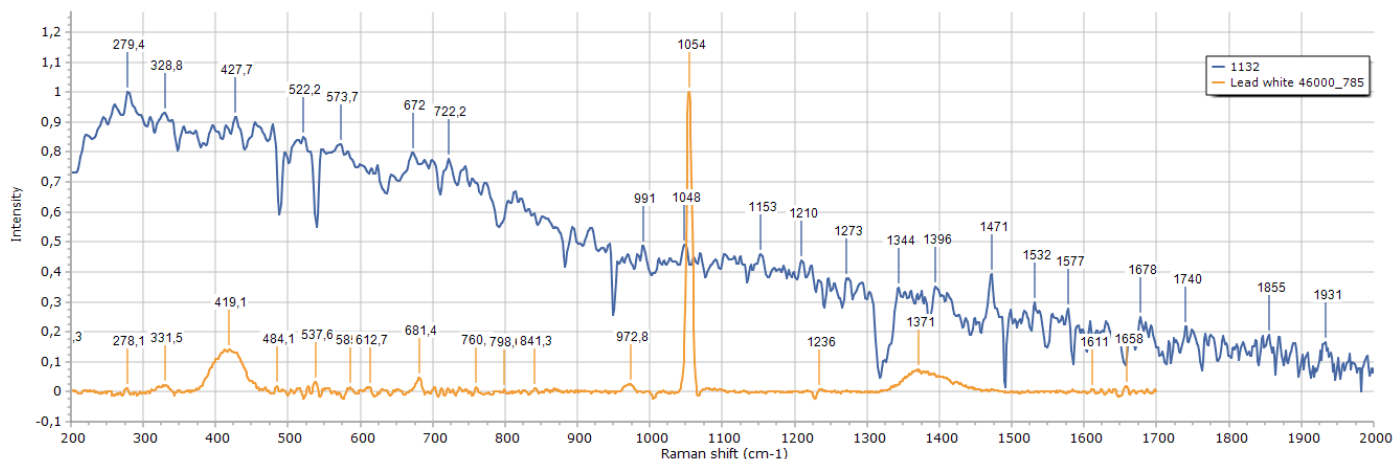
Φάσμα μέτρησης 1131 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

Πίνακας 5.2.2

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1132 KITPINO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>279</u> , <u>328</u> , <u>427</u> , <u>522</u> , <u>573</u> , <u>672</u> , <u>722</u> , 991, <u>1048</u> , 1153, 1210, 1273, 1344, 1396, 1471, 1532, <u>1577</u> , 1678, 1740, 1855, 1931	240w(sh); 246w; 300m; 387s; <u>416</u> m; 482w; 551w; 1008s	210, 247, 304, <u>408</u> , 468, <u>556</u> , 611, 651, <u>709</u> , 751, 812, 846, 919, 1009, 1119, 1185, 1231, 1426, 1492, <u>1582</u>	Yellow ochre , goethite (Fe2O3.H2O) + clay + silica 240w
			<u>667</u> vw; <u>665</u> vw; <u>687</u> vw; 829vw; <u>1050</u> vs	116, 191, <u>278</u> , <u>331</u> , <u>419</u> , 484, <u>537</u> , <u>585</u> , 612, <u>681</u> , 760, 798, 841, 972, <u>1054</u> , 1236, 1371, 1611, 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate 2PbCO3.Pb(OH)




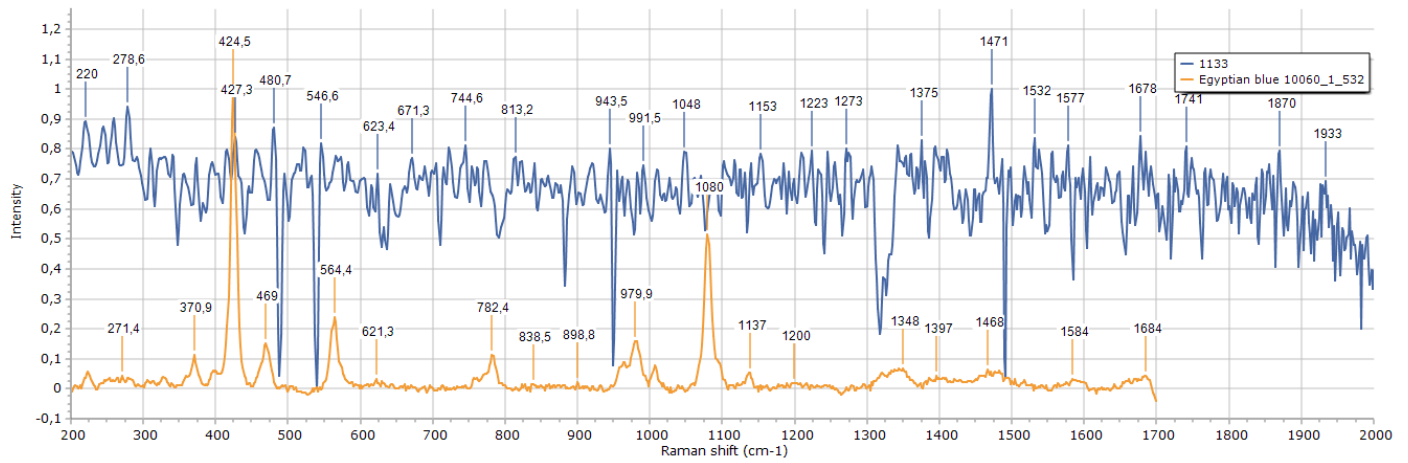
Φάσμα μέτρησης 1132 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).



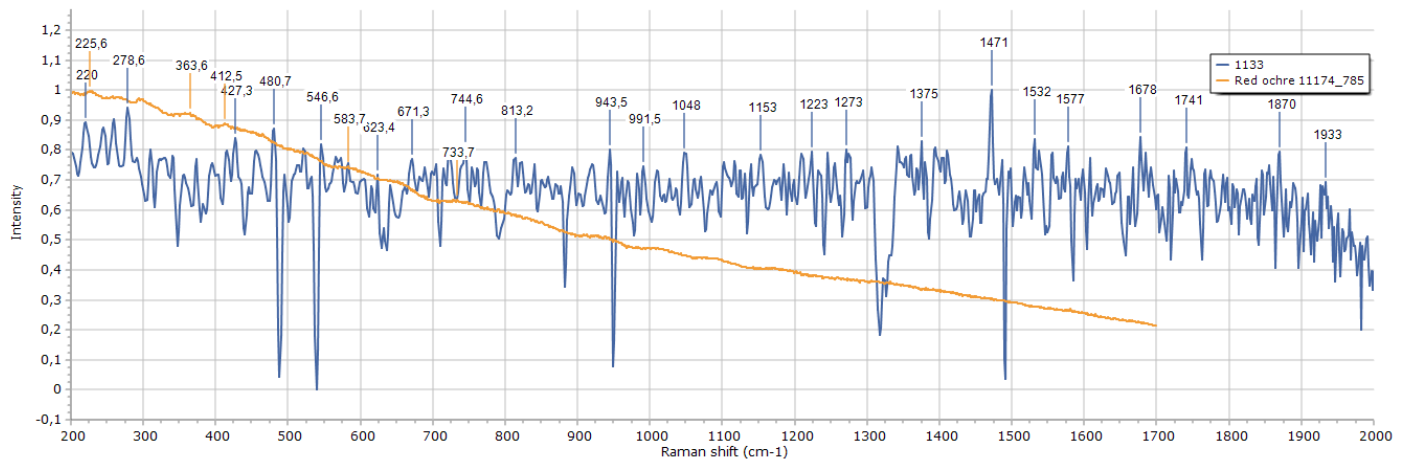
Φάσμα μέτρησης 1132 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).

Πίνακας 5.2.3

<p>1133 ΣΚΟΥΡΟ ΚΑΣΤΑΝΟ</p> 	<p>Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Cu, Zn, As, Pb, Sn</p>	<p><u>220</u>, <u>278</u>, <u>427</u>, <u>480</u>, 546, <u>623</u>, 671, <u>744</u>, 813, 943, <u>991</u>, <u>1048</u>, 1153, 1223, 1273, 1375, <u>1471</u>, 1532, <u>1577</u>, <u>1678</u>, 1741, 1870, 1933</p>	<p>114m; 137m; <u>200</u>w; <u>230</u>w; 358m; 377m; <u>430</u>vs; <u>475</u>m(sh); 571w; 597vw; 762w; 789w; 992w; 1012w; <u>1040</u>w; 1086s</p>	<p>112, 158, <u>271</u>, 370, <u>424</u>, <u>469</u>, 564, <u>621</u>, 782, 838, 898, <u>979</u>, 1080, 1137, 1200, 1348, 1397, <u>1468</u>, <u>1584</u>, <u>1684</u> *532nm</p>	<p>Egyptian blue, calcium copper(II) silicate, CaCuSi 4O10</p>
			<p><u>220</u>vs; <u>286</u>vs; 402m; <u>491</u>w; 601w</p>	<p>144, <u>225</u>, 363, <u>412</u>, 583, <u>733</u></p>	<p>Red earths / red ochre, iron(III) oxide chromophore (Fe₂O₃+ clay + silica)</p>




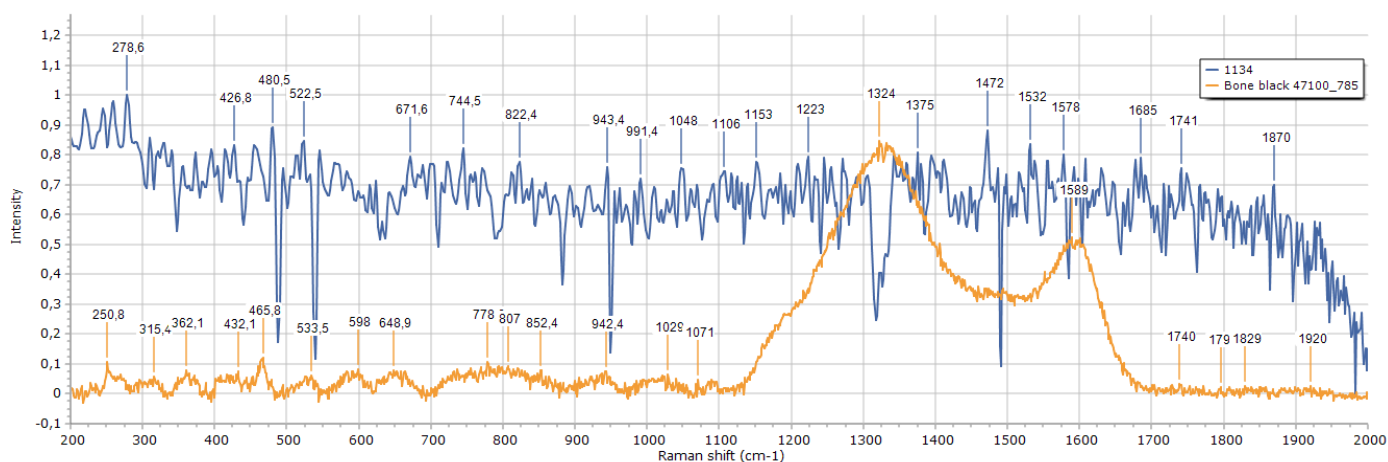
Φάσμα μέτρησης 1133 σε σύγκριση με φάσμα του Egyptian blue (Checker).



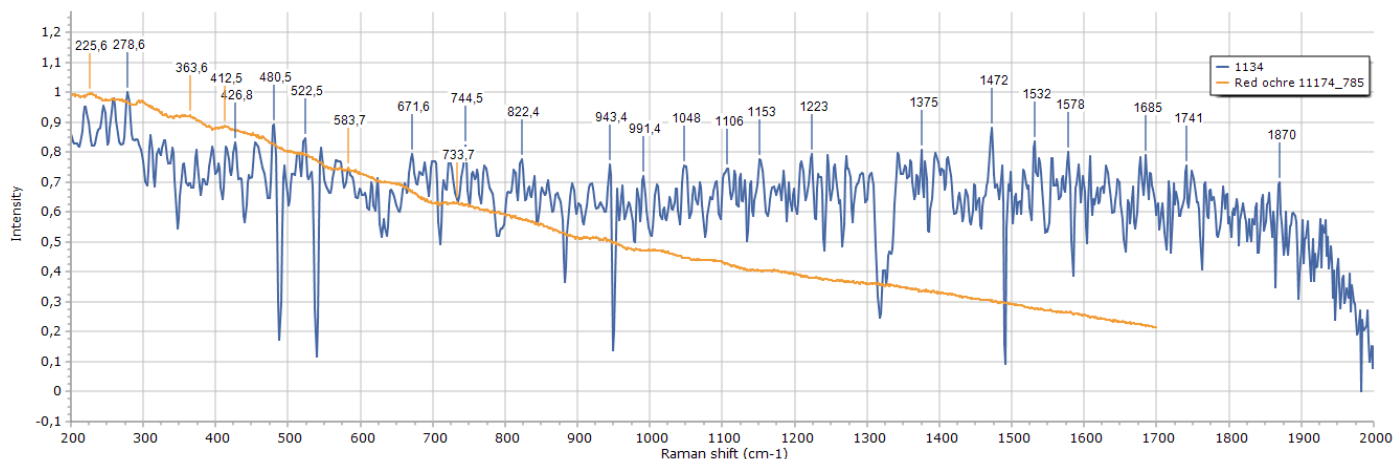
Φάσμα μέτρησης 1133 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

Πίνακας 5.2.4

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1134 ΚΑΦΕ 	Ti, Ca , Fe , Mn Cr, Cu, Zn , As, Pb	278, 426 , 480 , 522 , 671, 744 , 822 , 943 , 991, 1048, 1106, 1153, 1223, 1375, 1472, 1532, 1578 , 1685, 1741 , 1870		113, 174, 250, 315, 362, 432 , 465 , 533 , 598, 648, 778, 807 , 852, 942 , 1029, 1071, 1324, 1589 , 1740 , 1795, 1829, 1920	Bone black , carbon
			220vs; 286 vs; 402m; 491 w; 601w	144, 225 , 363, 412 , 583, 733	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)

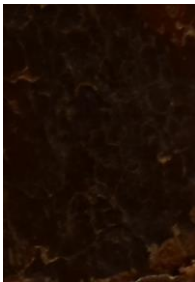


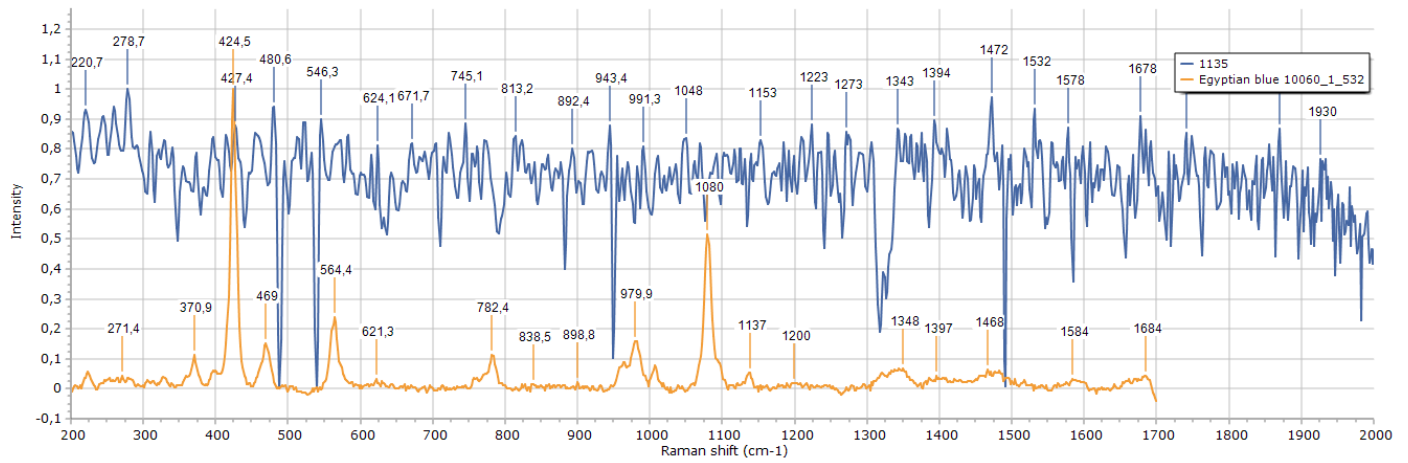
Φάσμα μέτρησης 1134 σε σύγκριση με φάσμα του bone black (Checker).



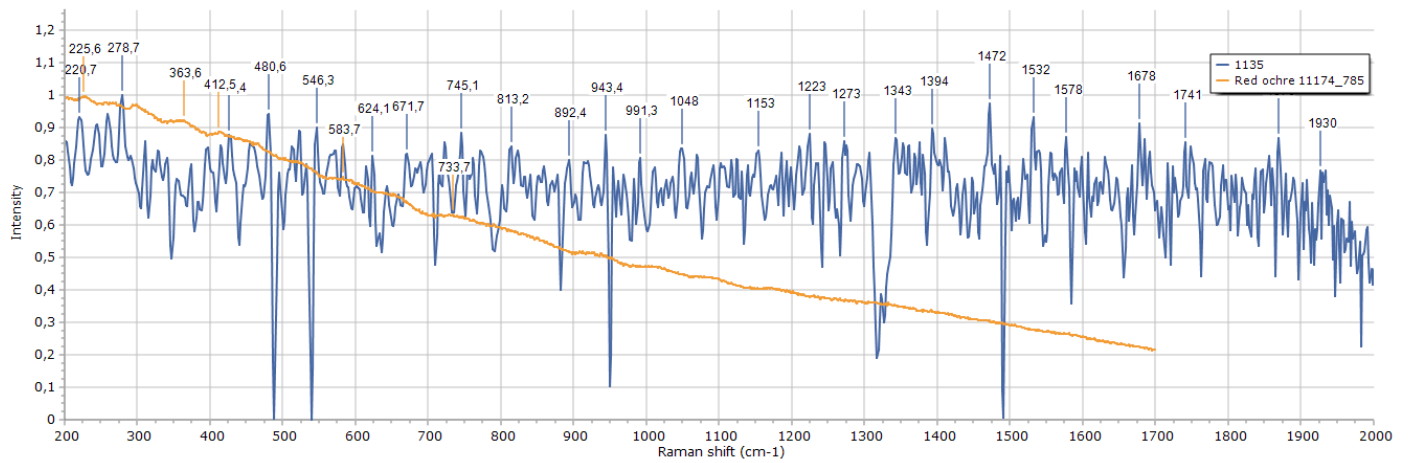
Φάσμα μέτρησης 1134 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

Πίνακας 5.2.5

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1135 ΣΚΟΥΡΟ ΚΑΣΤΑΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>220</u> , <u>278</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , 546, <u>624</u> , 671, <u>745</u> , 813, <u>892</u> , 943, <u>991</u> <u>1048</u> , 1153. 1223, 1273, <u>1343</u> , <u>1394</u> , <u>1472</u> , 1532, <u>1578</u> , <u>1678</u> , 1741, 1870, 1930	114m; 137m; <u>200</u> w; <u>230</u> w; 358m; 377m; <u>430</u> vs; <u>475</u> m(sh); 571w; 597vw; 762w; 789w; <u>992</u> w; 1012w; <u>1040</u> w; 1086s	112, 158, <u>271</u> , 370, <u>424</u> , <u>469</u> , 564, <u>621</u> , 782, 838, <u>898</u> , <u>979</u> , 1080, 1137, 1200, <u>1348</u> , <u>1397</u> , <u>1468</u> , <u>1584</u> , <u>1684</u> *532nm	Egyptian blue , calcium copper(II) silicate, CaCuSi 4O10
			<u>220</u> vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, <u>225</u> , 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)




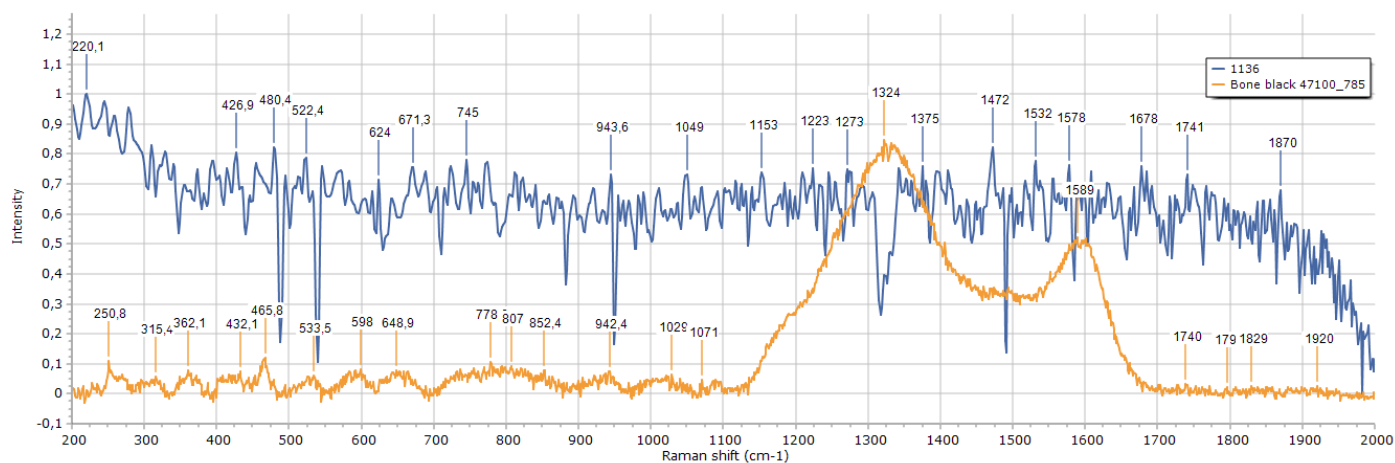
Φάσμα μέτρησης 1135 σε σύγκριση με φάσμα του Egyptian blue (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1135 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).


Πίνακας 5.2.6

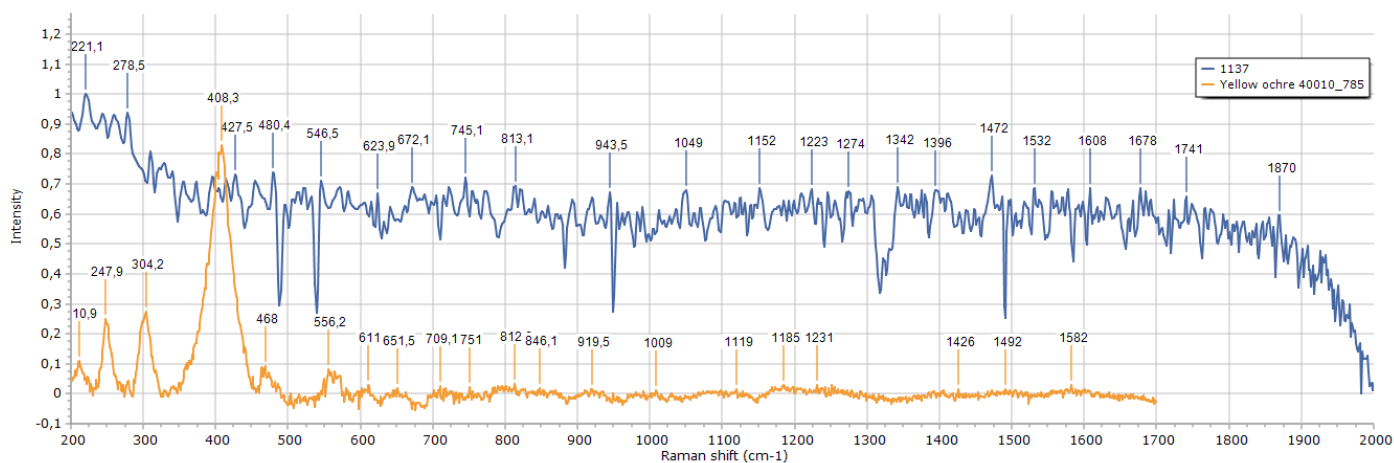
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1136 MAYPO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Zn, As, Pb, Sn	220, 426 , 480 , 522 , 624, 671, 745, 943 , 1049, 1153, 1223, 1273, 1375, 1472, 1532, 1578 , 1678, 1741 , 1870		113, 174, 250, 315, 362, 432 , 465 , 533 , 598, 648, 778, 807, 852, 942 , 1029, 1071, 1324, 1589 , 1740 , 1795, 1829, 1920	Bone black , carbon



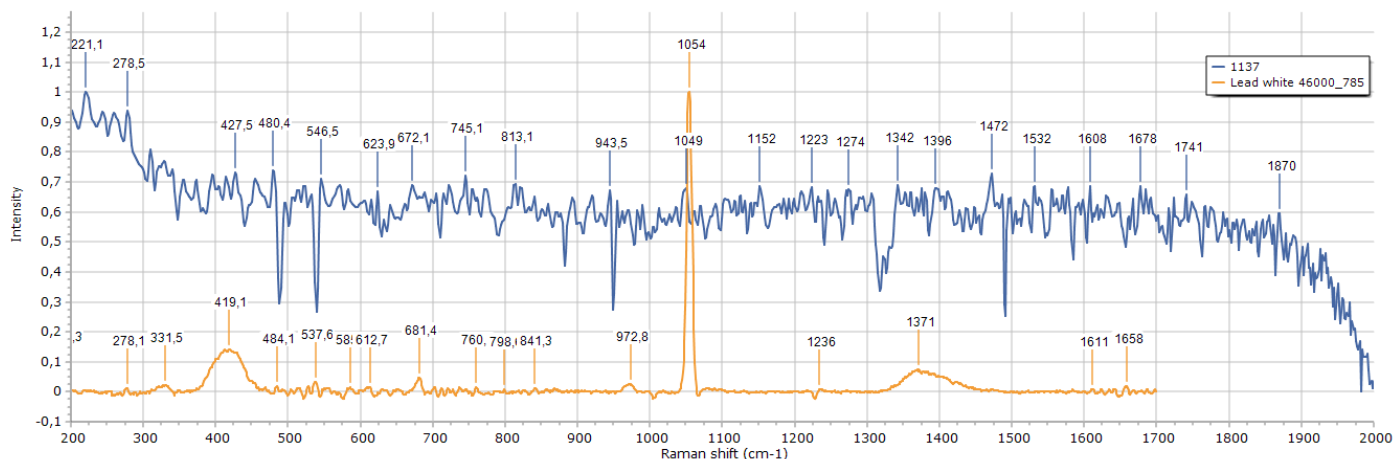
Φάσμα μέτρησης 1136 σε σύγκριση με φάσμα του bone black (Checker).

Πίνακας 5.2.7

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1137 KITPINO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>221</u> , <u>278</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , <u>546</u> , <u>623</u> , <u>672</u> , <u>745</u> , <u>813</u> , 943, <u>1049</u> , <u>1152</u> , <u>1223</u> , 1274, 1342, 1396, 1472, 1532, <u>1608</u> , 1678, 1741, 1870	240w(sh); 246w; 300m; 387s; 416m; <u>482</u> w; <u>551</u> w; 1008s <u>667</u> vw; <u>665</u> vw; <u>687</u> vw; 829vw; <u>1050</u> vs	<u>210</u> , 247, 304, <u>408</u> , <u>468</u> , <u>556</u> , <u>611</u> , 651, <u>709</u> , <u>751</u> , <u>812</u> , 846, 919, 1009, 1119, 1185, <u>1231</u> , 1426, 1492, 1582 116, 191, <u>278</u> , 331, <u>419</u> , <u>484</u> , <u>537</u> , 585, <u>612</u> , <u>681</u> , <u>760</u> , 798, 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, <u>1611</u> , 1658	Yellow ochre , goethite (Fe2O3.H2O) + clay + silica 240w Lead white , basic lead(II) carbonate 2PbCO3.Pb(OH)




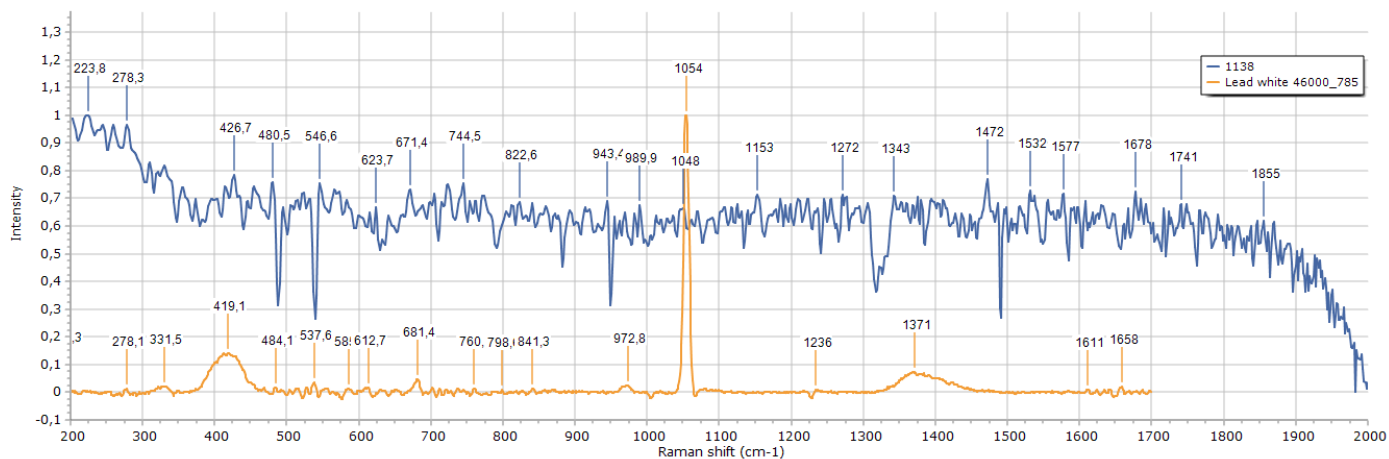
Φάσμα μέτρησης 1137 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).



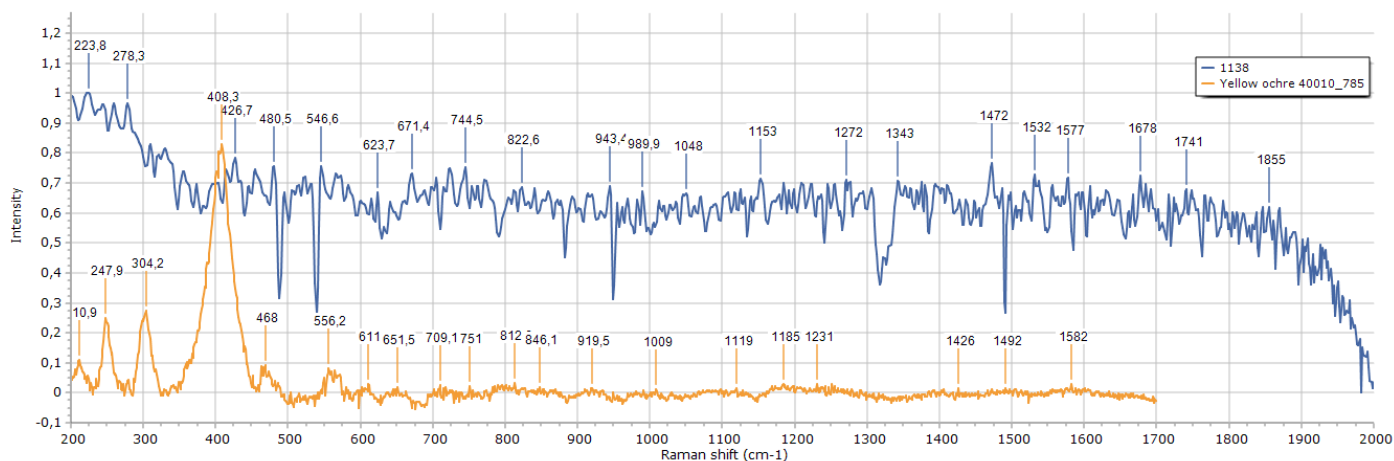
Φάσμα μέτρησης 1137 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).

Πίνακας 5.2.8

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1138 ΚΙΤΡΙΝΟ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ) 		<u>223</u> , <u>278</u> , <u>426</u> , <u>480</u> , <u>546</u> , <u>623</u> , <u>671</u> , 744, <u>822</u> , 943, 989, <u>1048</u> , <u>1153</u> , <u>1272</u> , <u>1343</u> , 1472, 1532, <u>1577</u> , 1678, 1741, 1855	<u>667</u> v _w ; <u>665</u> v _w ; <u>687</u> v _w ; 829v _w ; <u>1050</u> v _s	116, 191, <u>278</u> , 331, <u>419</u> , <u>484</u> , <u>537</u> , 585, <u>612</u> , <u>681</u> , <u>760</u> , 798, 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, <u>1611</u> , 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})$
			240w(sh); 246w; 300m; 387s; <u>416</u> m; <u>482</u> w; <u>551</u> w; 1008s	<u>210</u> , 247, 304, <u>408</u> , <u>468</u> , <u>556</u> , <u>611</u> , 651, 709, <u>751</u> , <u>812</u> , 846, 919, 1009, 1119, 1185, 1231, 1426, 1492, <u>1582</u>	Yellow ochre , goethite $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ + clay + silica 240w




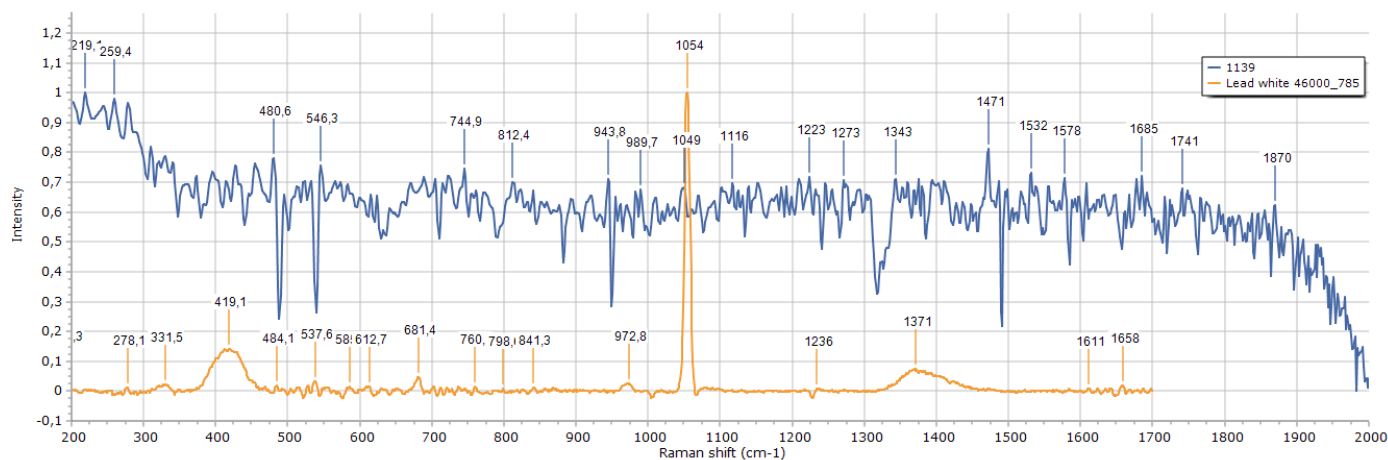
Φάσμα μέτρησης 1138 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



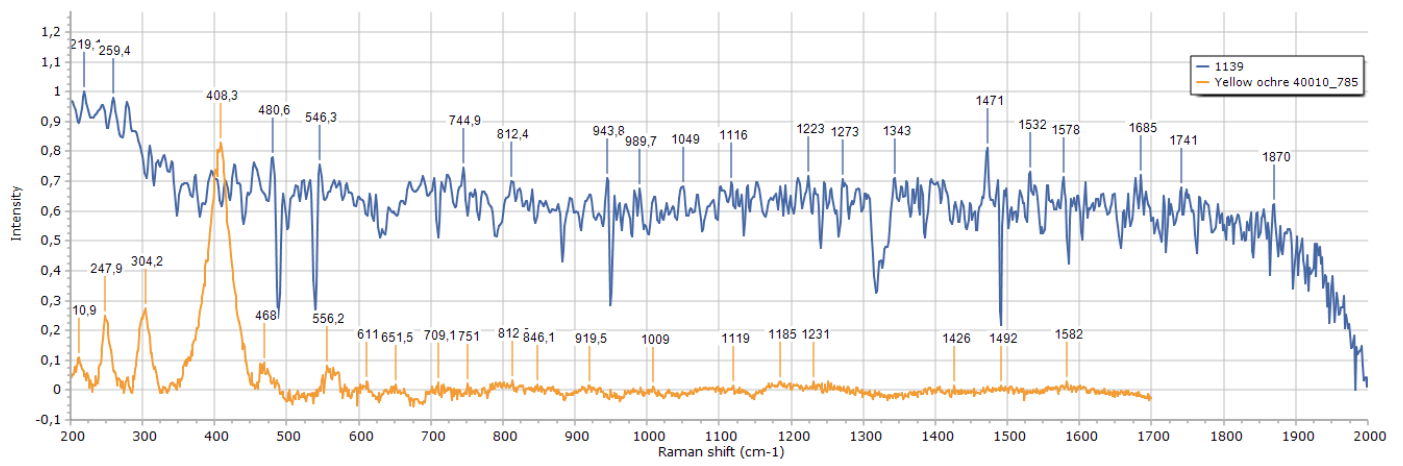
Φάσμα μέτρησης 1138 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).

Πίνακας 5.2.9

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1139 ΚΙΤΡΙΝΟ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ) 		<u>219</u> , <u>259</u> , <u>480</u> , <u>546</u> , <u>744</u> , <u>812</u> , <u>943</u> , 989, <u>1049</u> , <u>1116</u> , <u>1223</u> , 1273, 1343, 1471, 1532, <u>1578</u> , 1685, 1741, 1870	<u>667</u> vw; <u>665</u> vw; <u>687</u> vw; 829vw; <u>1050</u> vs	116, 191, <u>278</u> , 331, <u>419</u> , <u>484</u> , <u>537</u> , 585, <u>612</u> , <u>681</u> , <u>760</u> , 798, 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, <u>1611</u> , 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})$
			240w(sh); <u>246</u> w; 300m; 387s; 416m; <u>482</u> w; <u>551</u> w; 1008s	<u>210</u> , <u>247</u> , 304, 408, <u>468</u> , <u>556</u> , <u>611</u> , 651, 709, <u>751</u> , <u>812</u> , 846, 919, 1009, <u>1119</u> , 1185, <u>1231</u> , 1426, 1492, <u>1582</u>	Yellow ochre , goethite ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) + clay + silica 240w




Φάσμα μέτρησης 1139 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).

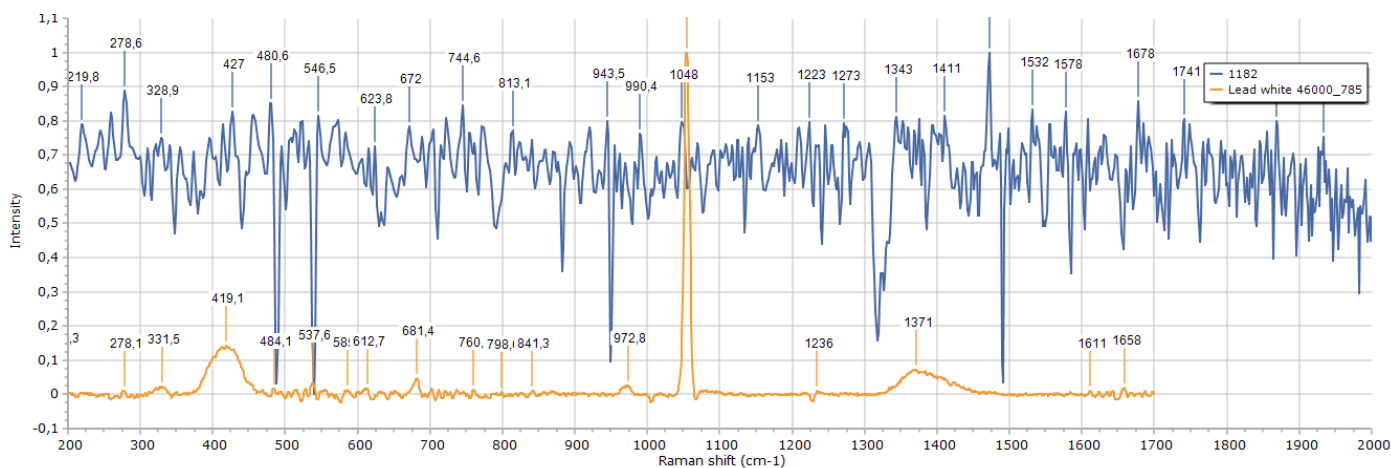


Φάσμα μέτρησης 1139 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).

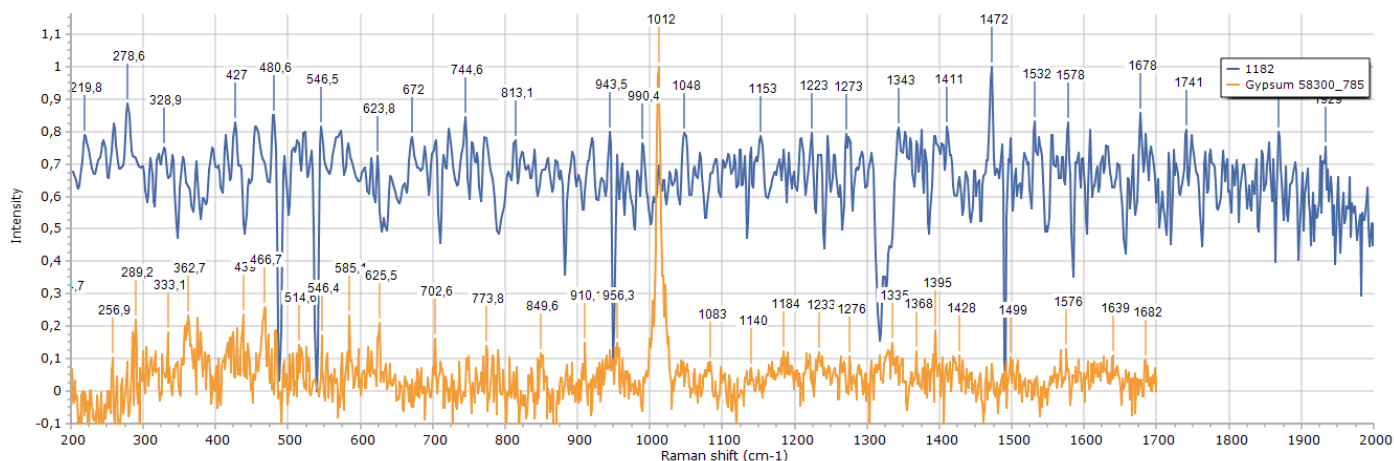
5.3. Δείγματα από την πλήρη γραπτή σαρκοφάγο MA 6922

Πίνακας 5.3.1

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικής – Χημικός τύπος
1182 ΛΕΥΚΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb , Sn	219, 278 , 328 , 427 , 480 , 546 , 623 , 672 , 744, 813 , 943, 990, 1048 , 1153 , 1223 , 1273 , 1343 , 1411 , 1472, 1532 , 1578 , 1678 , 1741, 1869, 1929	667 vw; 665 vw; 687 vw; 829vw; 1050 vs	116, 191, 278 , 331 , 419 , 484 , 537 , 585, 612 , 681 , 760, 798 , 841, 972, 1054 , 1236 , 1371, 1611, 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)$
			181w; 414 m; 493 w; 619 vw; 670 vw; 1007vs; 1132m	133, 194, 256, 289 , 333 , 362, 439 , 466 , 514, 546 , 585, 625 , 702, 773, 849, 910, 956, 1012, 1083, 1140 , 1184, 1233 , 1276 , 1335 , 1368, 1395, 1428, 1499, 1576 , 1639, 1682	




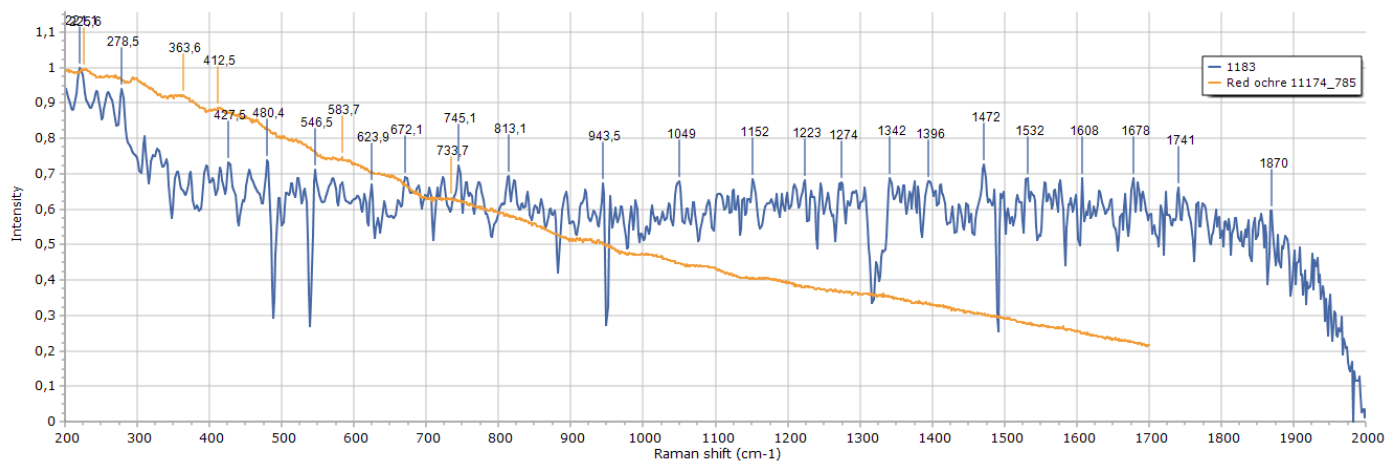
Φάσμα μέτρησης 1182 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



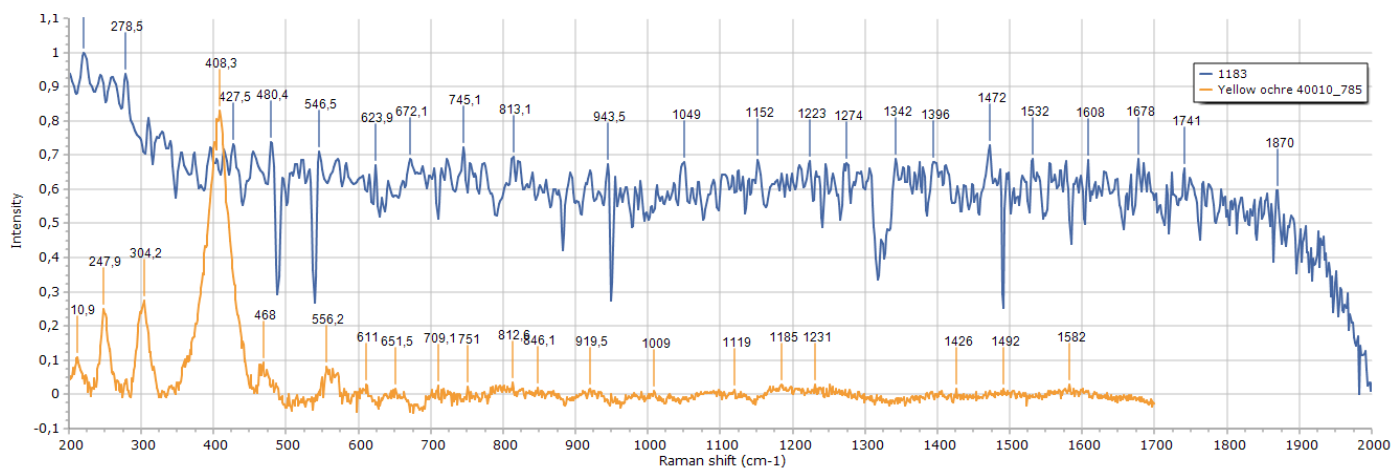
Φάσμα μέτρησης 1182 σε σύγκριση με φάσμα του gypsum (Checker).

Πίνακας 5.3.2

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικής – Χημικός τύπος
1183 ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>221</u> , <u>278</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , <u>546</u> , <u>623</u> , 672, <u>745</u> , <u>813</u> , 943, 989, 1049 1152, <u>1223</u> , 1274, 1342, 1396, 1472, 1532, 1608, 1741, 1870	<u>220</u> vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w 240w(sh); 246w; 300m; 387s; <u>416</u> m; <u>482</u> w; <u>551</u> w; 1008s	144, <u>225</u> , 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ + clay + silica) Yellow ochre , goethite (Fe ₂ O ₃ .H ₂ O) + clay + silica




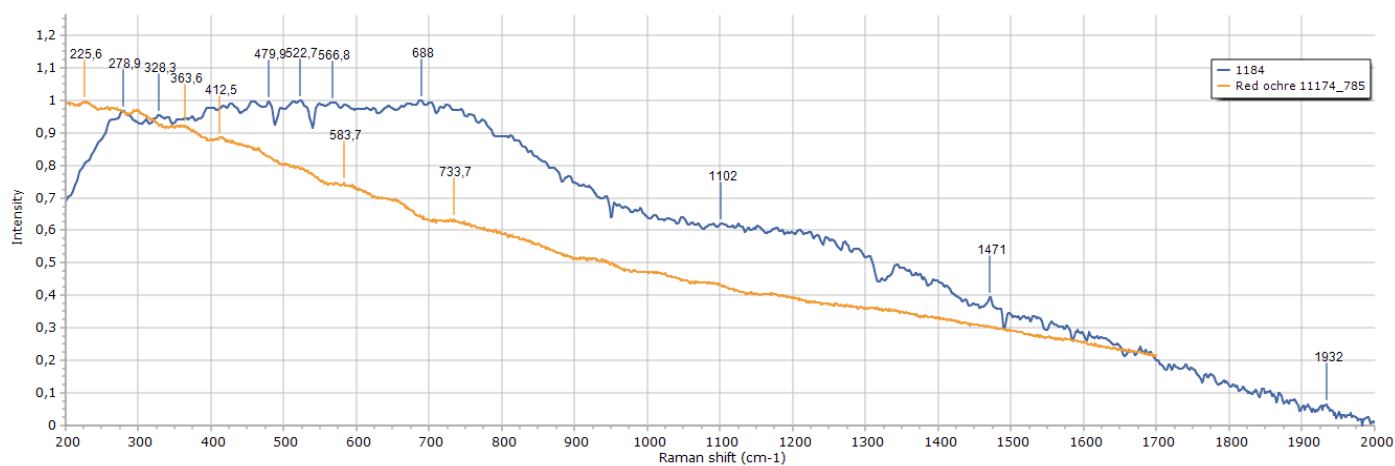
Φάσμα μέτρησης 1183 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1183 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).


Πίνακας 5.3.3

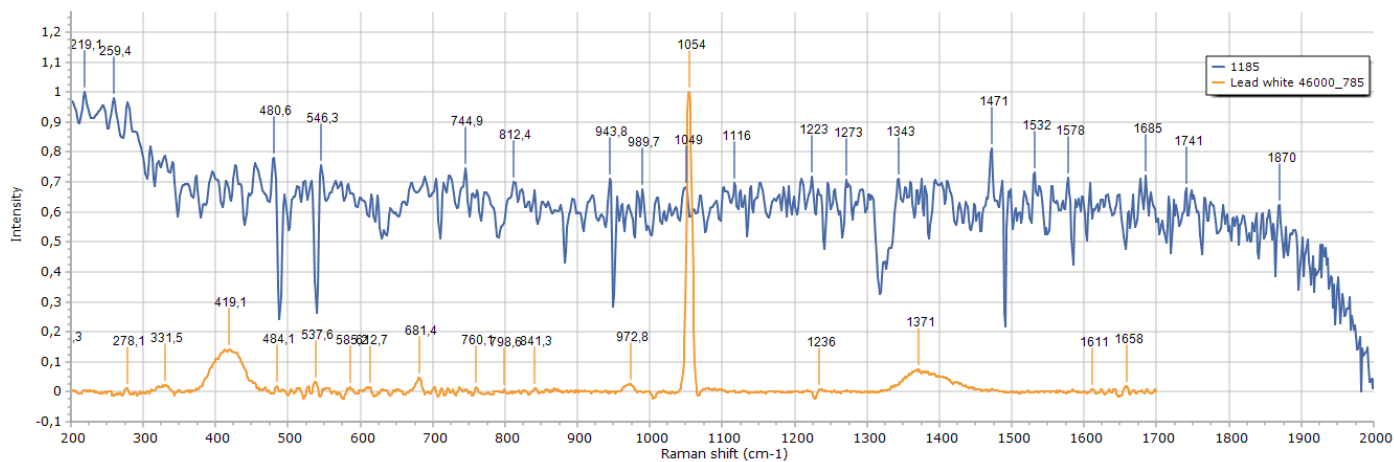
Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1184 ΚΟΚΚΙΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	<u>278</u> , 328, <u>479</u> , 522, <u>566</u> , <u>688</u> , 1102, 1471, 1932	220vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, 225, 363, 412, <u>583</u> , 733	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ + clay + silica)



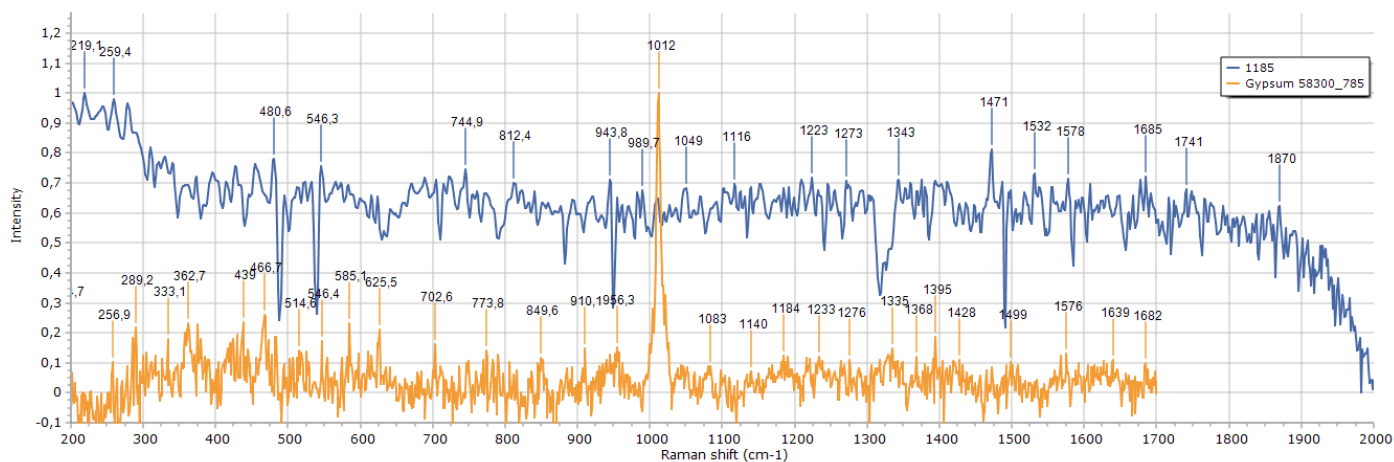
Φάσμα μέτρησης 1184 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

Πίνακας 5.3.4

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1185 ΛΕΥΚΟ 	Ti, Ca , Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	219, <u>259</u> , <u>480</u> , <u>546</u> , 744, <u>812</u> , <u>943</u> , 989, <u>1049</u> , 1116, <u>1223</u> , <u>1273</u> , <u>1343</u> , 1471, 1532, <u>1578</u> , <u>1685</u> , 1741, 1870	667vw; 665vw; 687vw; <u>829</u> vw; <u>1050</u> vs 181w; 414m; <u>493</u> w; 619vw; 670vw; 1007vs; 1132m	116, 191, 278, 331, 419, <u>484</u> , <u>537</u> , 585, 612, 681, 760, <u>798</u> , 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, 1611, 1658 133, 194, <u>256</u> , 289, 333, 362, 439, <u>466</u> , 514, <u>546</u> , 585, 625, 702, 773, 849, 910, <u>956</u> , 1012, 1083, 1140, 1184, <u>1233</u> , <u>1276</u> , <u>1335</u> , 1368, 1395, 1428, 1499, <u>1576</u> , 1639, <u>1682</u>	Lead white , basic lead(II) carbonate $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})$ Gypsum , calcium sulfate dihydrate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$




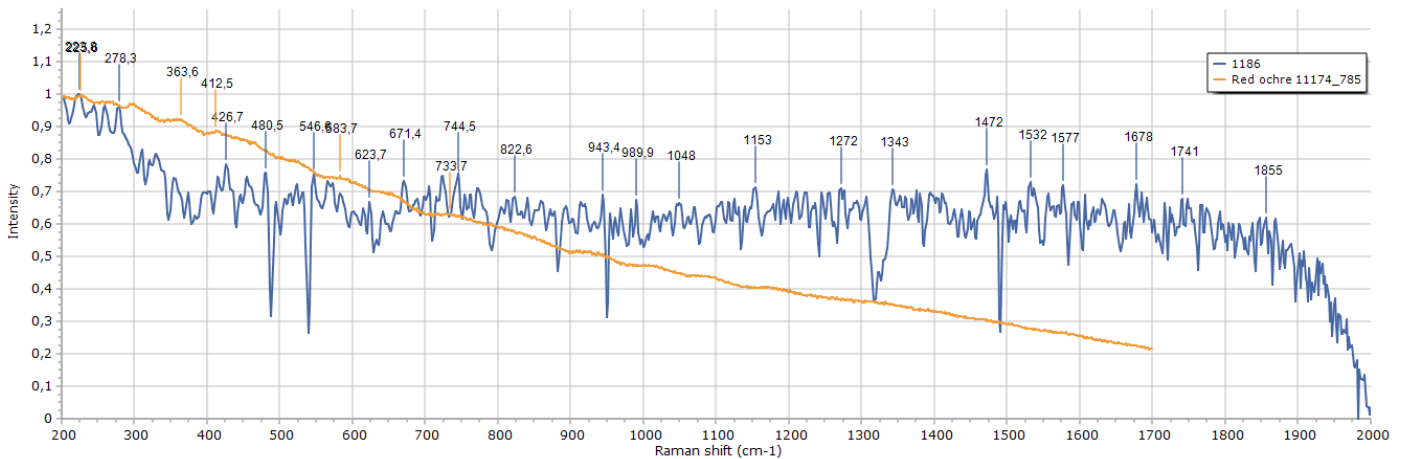
Φάσμα μέτρησης 1185 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



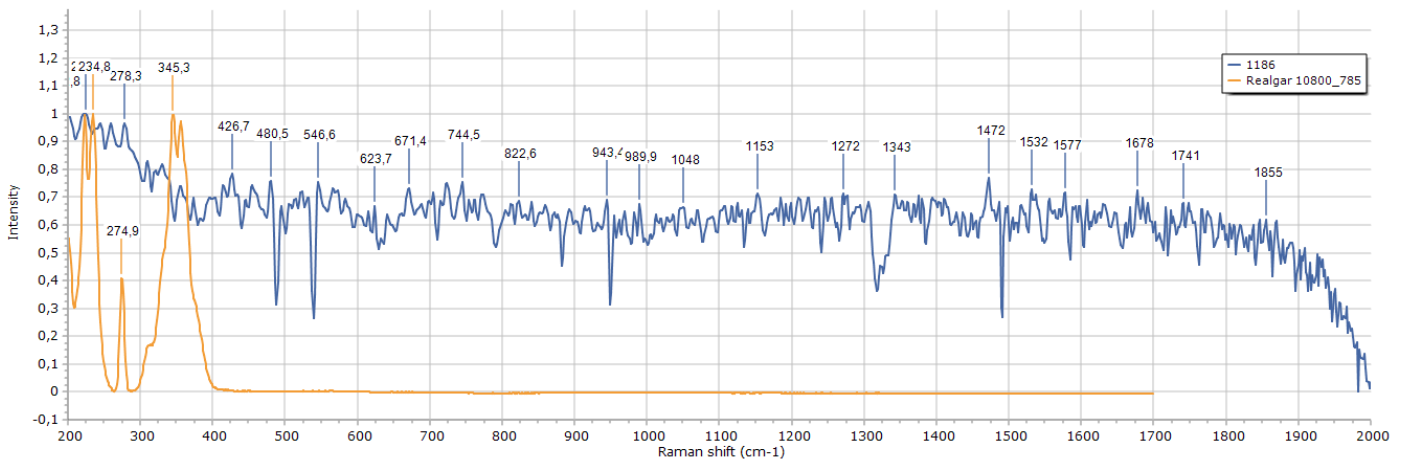
Φάσμα μέτρησης 1185 σε σύγκριση με φάσμα του gypsum (Checker).

Πίνακας 5.3.5

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1186 KOKKINO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Zn, As, Pb	<u>223</u> , <u>278</u> , <u>426</u> , <u>480</u> , 546, 623, 671, <u>744</u> , 822, 943, 989, 1041, 1153, 1272, 1343, 1472, 1532, 1577, 1678, 1741, 1855	<u>220</u> vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, <u>225</u> , 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)
			142w; 164w; 171w; 182vs; 192s; <u>220</u> s; <u>233</u> m; 327vw; 342m; 354s; 367w; 375w	145, 192, <u>234</u> , <u>274</u> , 345	Realgar arsenic(II) sulfide, As4S4




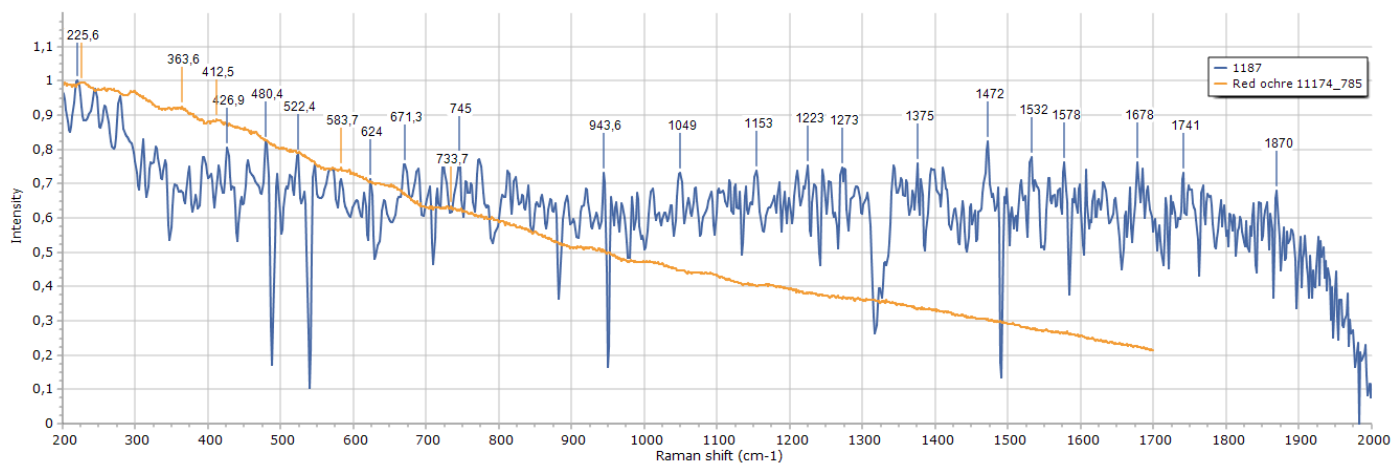
Φάσμα μέτρησης 1186 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).



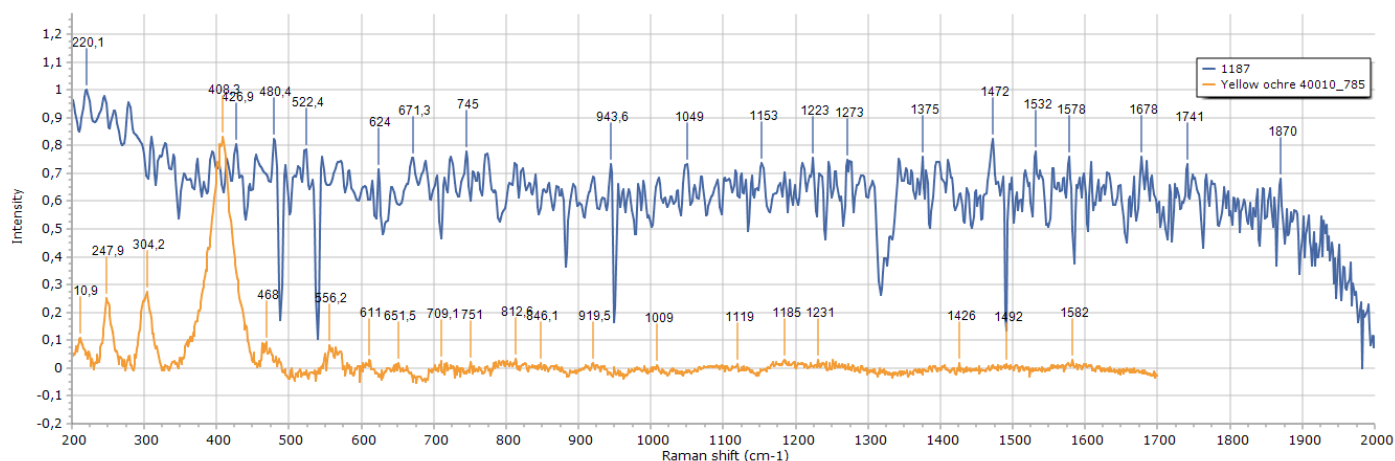
Φάσμα μέτρησης 1186 σε σύγκριση με φάσμα του reaglar (Checker).

Πίνακας 5.3.6

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1187 ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>220</u> , <u>426</u> , <u>480</u> , 522, <u>624</u> , 671, <u>745</u> , 943, 1049, 1153, <u>1223</u> , 1273, 1375, 1472, 1532, <u>1578</u> , 1678, 1741, 1870	<u>220</u> vs; 286vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, <u>225</u> , 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)
			240w(sh); 246w; 300m; 387s; <u>416</u> m; <u>482</u> w; 551w; 1008s	<u>210</u> , 247, 304, 408, <u>468</u> , 556, <u>611</u> , 651, 709, <u>751</u> , 812, 846, 919, 1009, 1119, 1185, <u>1231</u> , 1426, 1492, <u>1582</u>	Yellow ochre , goethite (Fe2O3.H2O) + clay + silica




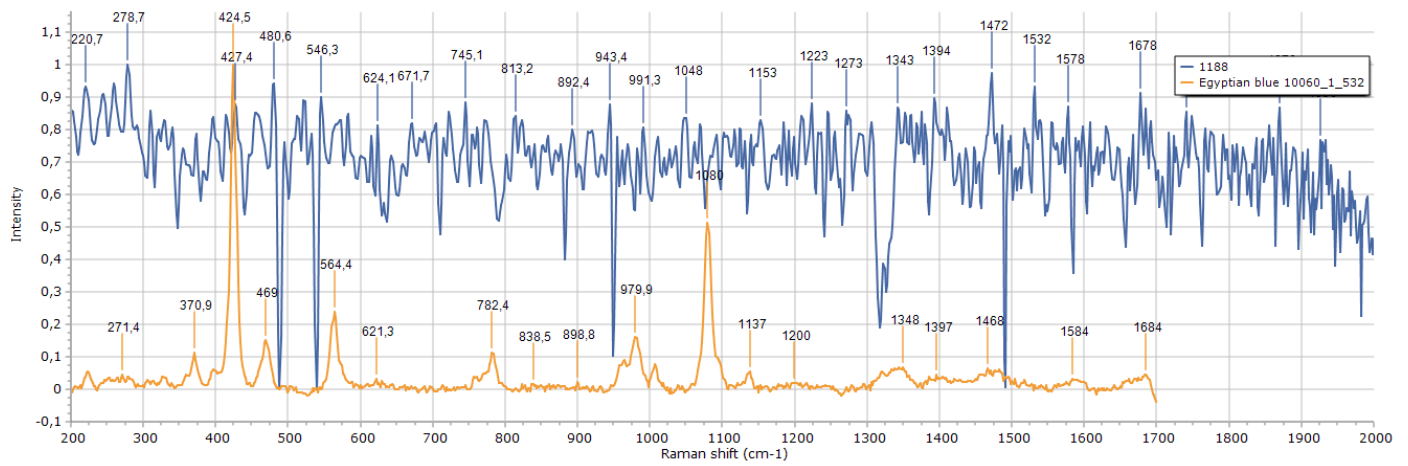
Φάσμα μέτρησης 1187 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).



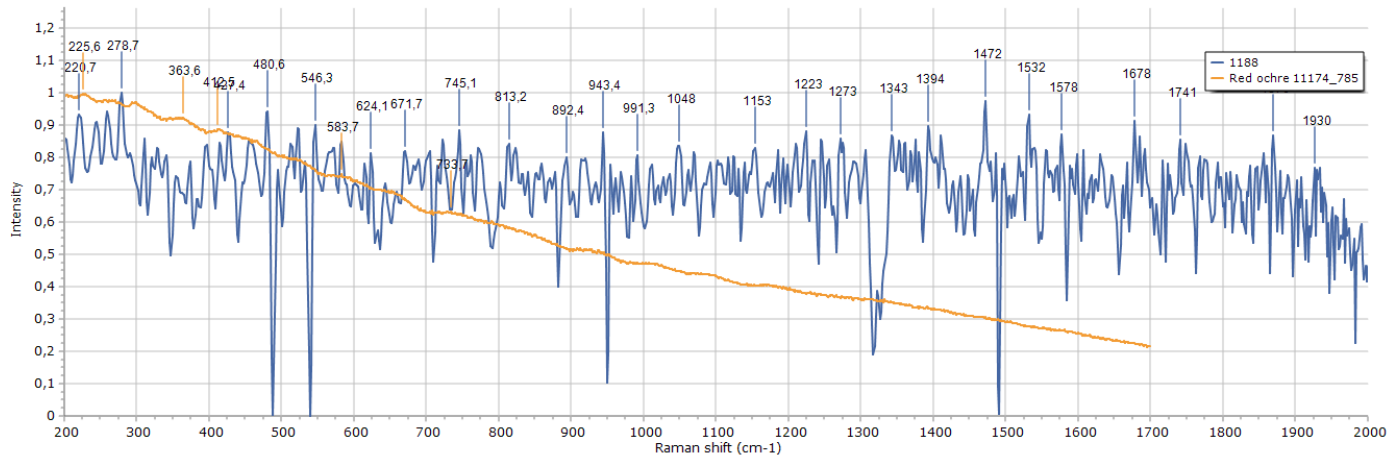
Φάσμα μέτρησης 1187 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).

Πίνακας 5.3.7

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1188 ΙΩΔΕΣ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	<u>220</u>, <u>278</u>, <u>427</u>, <u>480</u>, 546, <u>624</u>, 671, <u>745</u>, 813, <u>892</u>, 943, <u>991</u>, <u>1048</u>, 1153, 1223, 1273, <u>1343</u>, <u>1394</u>, 1532, <u>1578</u>, <u>1678</u>, 1741, 1870, 1930	114m; 137m; 200w; <u>230</u> w; 358m; 377m; <u>430</u> vs; <u>475</u> m(sh); 571w; 597vw; 762w; 789w; <u>992</u> w; 1012w; <u>1040</u> w; 1086s	112, 158, <u>271</u> , 370, <u>424</u> , <u>469</u> , <u>564</u> , <u>621</u> , 782, 838, <u>898</u> , <u>979</u> , 1080, 1137, 1200, <u>1348</u> , <u>1397</u> , <u>1468</u> , <u>1584</u> , <u>1684</u> *532nm	Egyptian blue , calcium copper(II) silicate, CaCuSi 4O10
			<u>220</u> vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, <u>225</u> , 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)




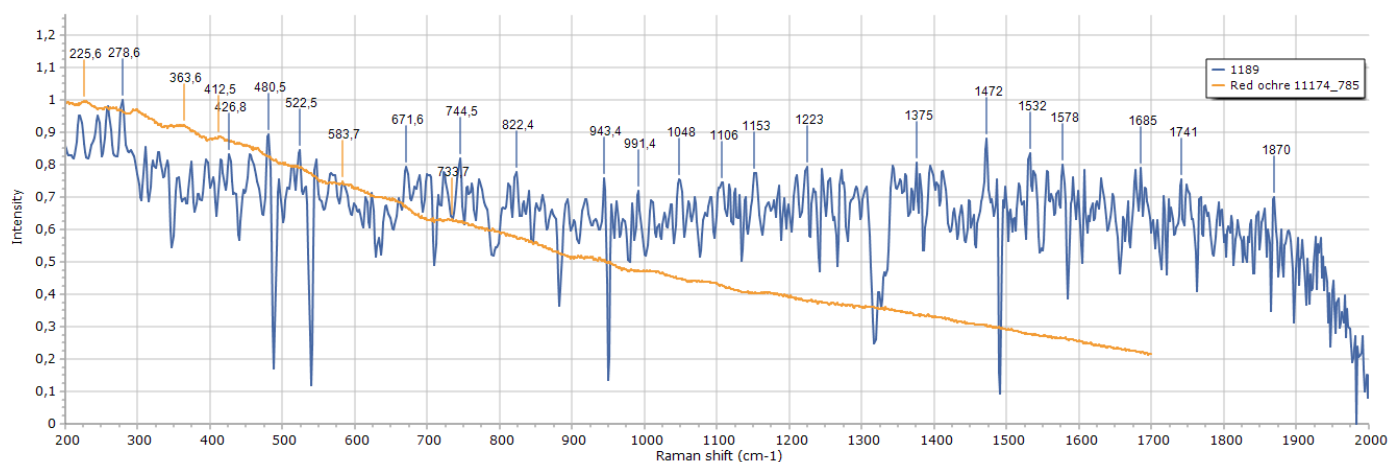
Φάσμα μέτρησης 1188 σε σύγκριση με φάσμα του Egyptian blue (Checker).



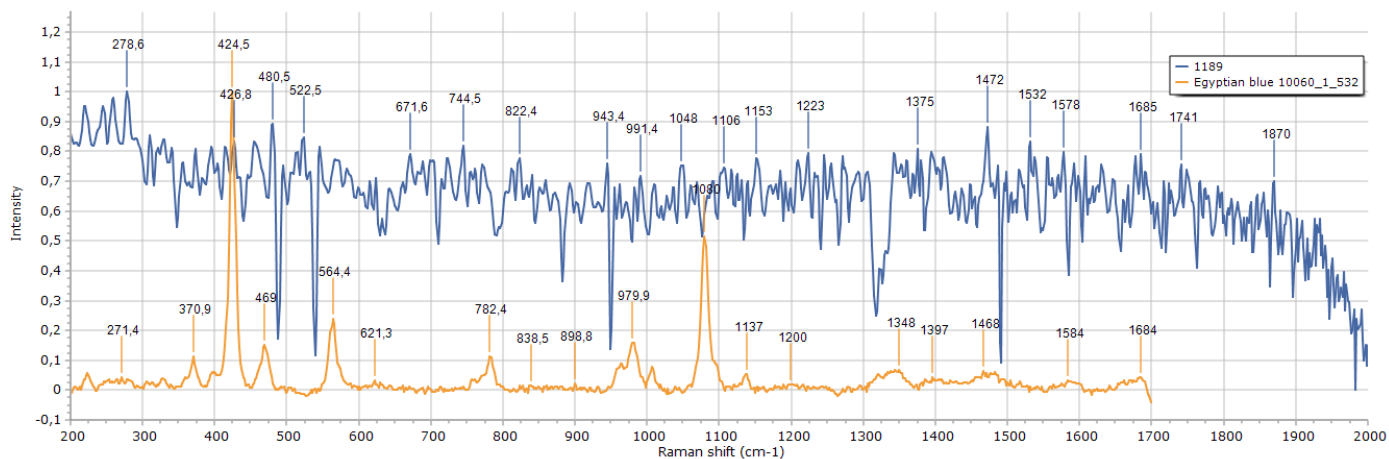
Φάσμα μέτρησης 1188 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

Πίνακας 5.3.8

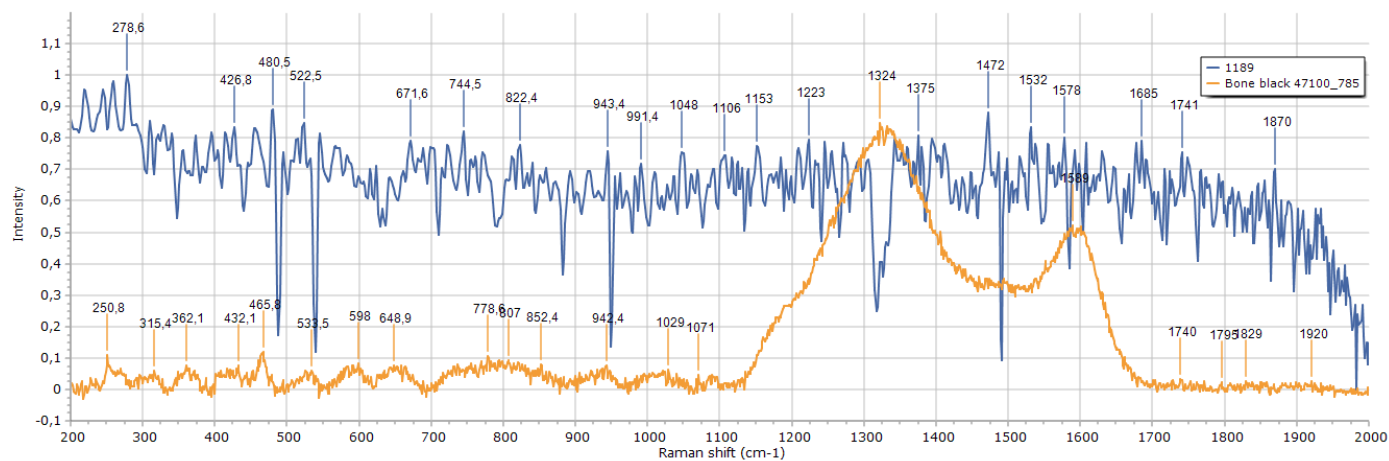
Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1189 ΣΚΟΥΡΟ ΚΟΚΚΙΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>278</u> , <u>426</u> , <u>480</u> , <u>522</u> , 671, <u>744</u> , <u>822</u> , <u>943</u> , <u>991</u> , <u>1048</u> , 1106, <u>1153</u> , <u>1223</u> , 1375, <u>1472</u> , 1532, <u>1578</u> , <u>1685</u> , <u>1741</u> , 1870	220vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ + clay + silica)
			114m; 137m; 200w; 230w; 358m; 377m; <u>430</u> vs; <u>475</u> m(sh); 571w; 597vw; 762w; 789w; <u>992</u> w; 1012w; <u>1040</u> w; 1086s	112, 158, <u>271</u> , 370, <u>424</u> , <u>469</u> , 564, <u>621</u> , 782, <u>838</u> , 898, <u>979</u> , 1080, 1137, 1200, 1348, 1397, <u>1468</u> , <u>1584</u> , <u>1684</u>	Egyptian blue , calcium copper(II) silicate, CaCuSi 4O10
				*532nm	
				113, 174, 250, 315, 362, <u>432</u> , <u>465</u> , <u>533</u> , 598, 648, 778, <u>807</u> , 852, <u>942</u> , 1029, 1071, 1324, <u>1589</u> , <u>1740</u> , 1795, 1829, 1920	Bone black , carbon
				*638 nm	



Φάσμα μέτρησης 1189 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

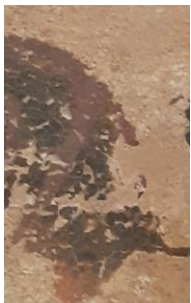


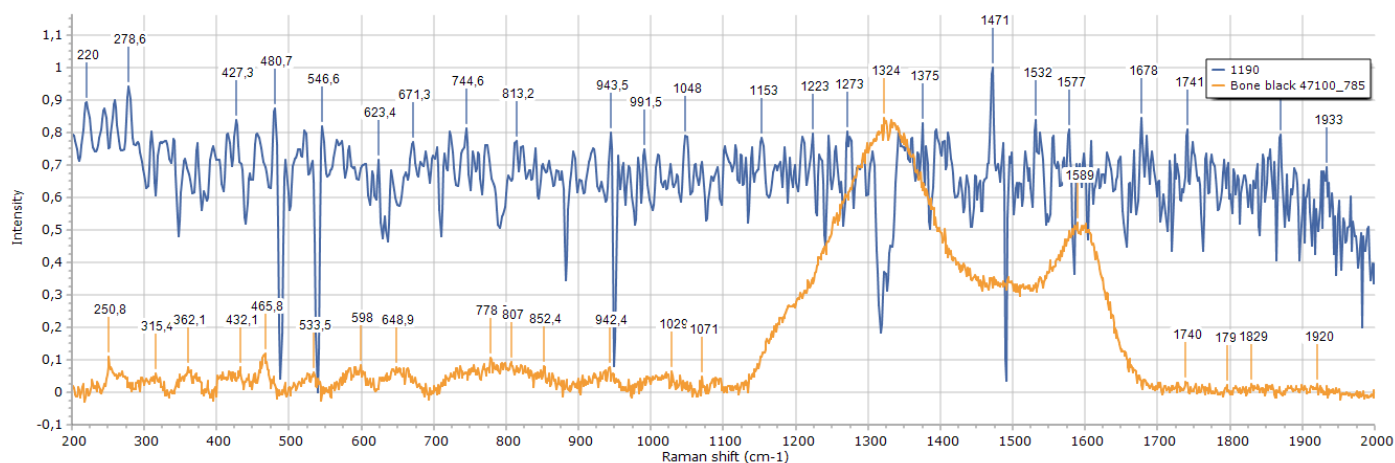
Φάσμα μέτρησης 1189 σε σύγκριση με φάσμα του Egyptian blue (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1189 σε σύγκριση με φάσμα του bone black (Checker).


Πίνακας 5.3.9

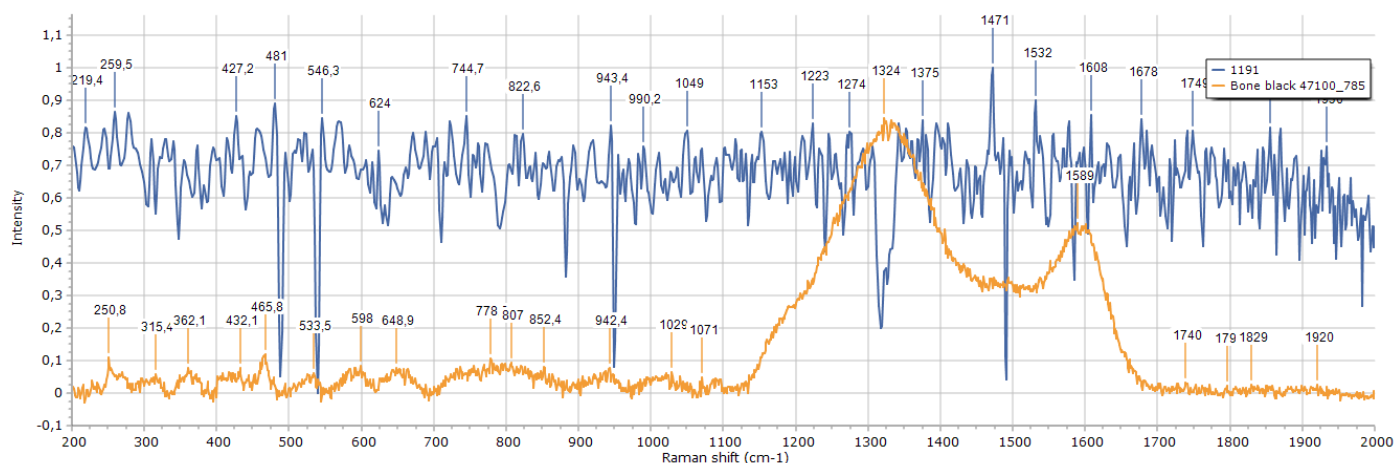
Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1190 MAYPO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn , As, Pb, Sn	220, 278, <u>427</u> , <u>480</u> , <u>546</u> , 623, 671, 744, <u>813</u> , <u>943</u> , 991, 1048, 1153, 1223, 1273, 1375, 1471, 1532, <u>1577</u> , 1678, <u>1741</u> , 1870, <u>1933</u>		113, 174, 250, 315, 362, <u>432</u> , <u>465</u> , <u>533</u> , 598, 648, 778, <u>807</u> , 852, <u>942</u> , 1029, 1071, 1324, <u>1589</u> , <u>1740</u> , 1795, 1829, <u>1920</u> *638 nm	Bone black , carbon



Φάσμα μέτρησης 1190 σε σύγκριση με φάσμα του bone black (Checker).


Πίνακας 5.3.10

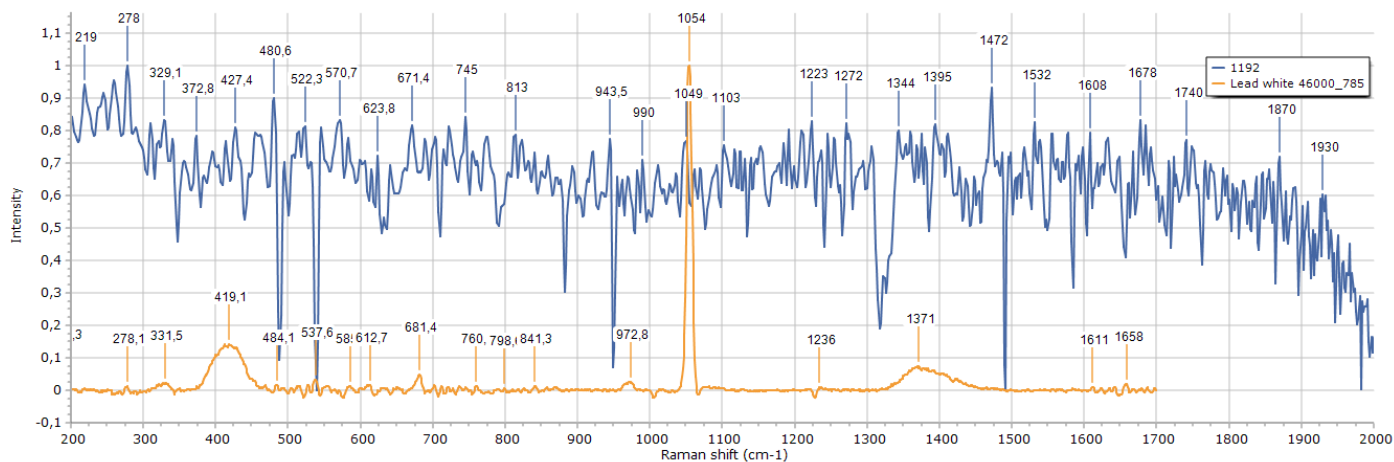
Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
<p>1191 MAYPO</p> 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	219, <u>259</u> , <u>427</u> , <u>481</u> , <u>546</u> , 624, 744, <u>822</u> , <u>943</u> , 990, 1049, 1153, 1223, 1274, 1375, 1471, 1532, 1608, 1678, <u>1749</u> , 1855, <u>1930</u>		113, 174, <u>250</u> , 315, 362, <u>432</u> , <u>465</u> , <u>533</u> , 598, 648, 778, <u>807</u> , 852, <u>942</u> , 1029, 1071, 1324, 1589, <u>1740</u> , 1795, 1829, <u>1920</u> *638 nm	Bone black , carbon



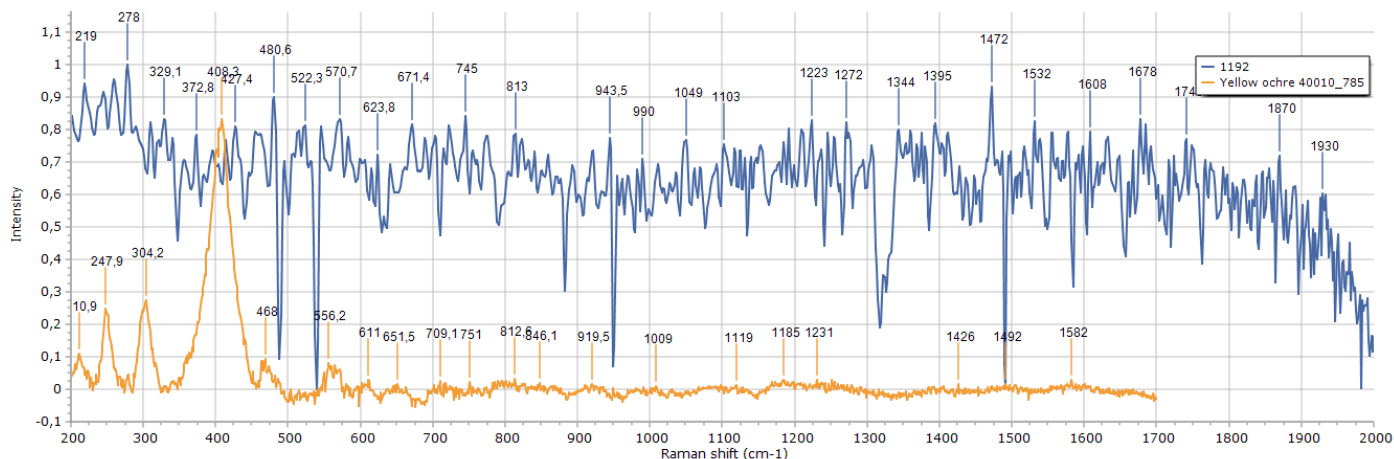
Φάσμα μέτρησης 1191 σε σύγκριση με φάσμα του bone black (Checker).

Πίνακας 5.3.11

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1192 ΚΙΤΡΙΝΟ - ΛΕΥΚΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	<u>219</u> , <u>278</u> , <u>329</u> , 372, <u>427</u> , <u>480</u> , <u>522</u> , <u>570</u> , <u>623</u> , <u>671</u> , <u>745</u> , 813, 943, 990, <u>1049</u> , 1103, <u>1223</u> , 1272, 1344, 1395, 1472, 1532, <u>1608</u> , 1678, 1740, 1870, 1930	<u>667</u> vw; <u>665</u> vw; <u>687</u> vw; <u>829</u> vw; <u>1050</u> vs 240w(sh); 246w; 300m; <u>387</u> s; <u>416</u> m; <u>482</u> w; 551w; 1008s	116, 191, <u>278</u> , <u>331</u> , <u>419</u> , <u>484</u> , <u>537</u> , <u>585</u> , <u>612</u> , <u>681</u> , <u>760</u> , <u>798</u> , 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, <u>1611</u> , 1658 <u>210</u> , 247, 304, <u>408</u> , <u>468</u> , <u>556</u> , <u>611</u> , 651, 709, <u>751</u> , <u>812</u> , 846, 919, 1009, 1119, 1185, <u>1231</u> , 1426, 1492, 1582	Lead white , basic lead(II) carbonate $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ Yellow ochre , goethite $(Fe_2O_3 \cdot H_2O)$ + clay + silica 240w




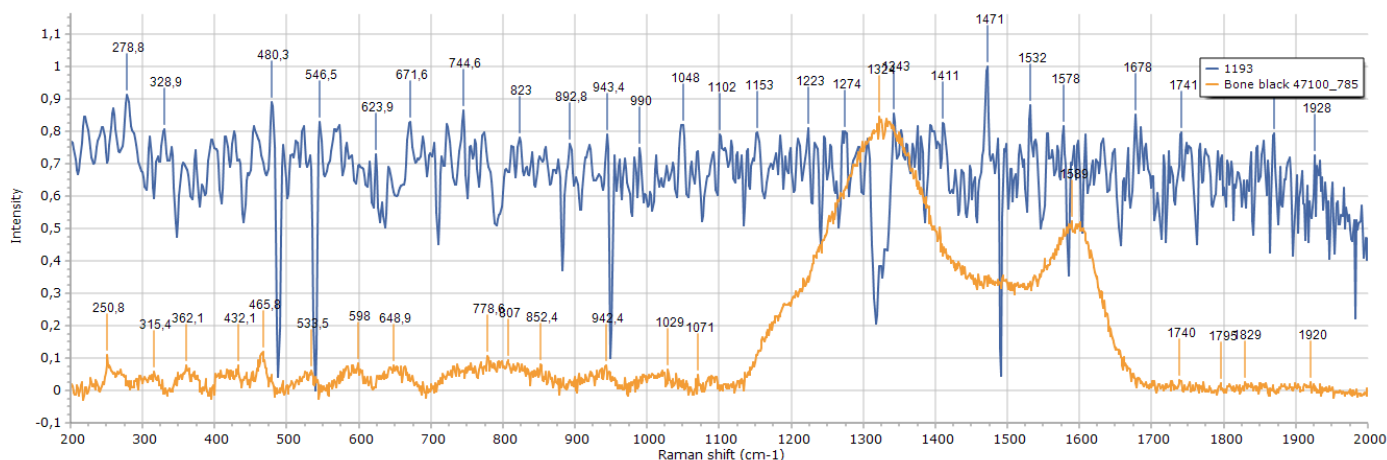
Φάσμα μέτρησης 1192 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1192 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).


Πίνακας 5.3.12

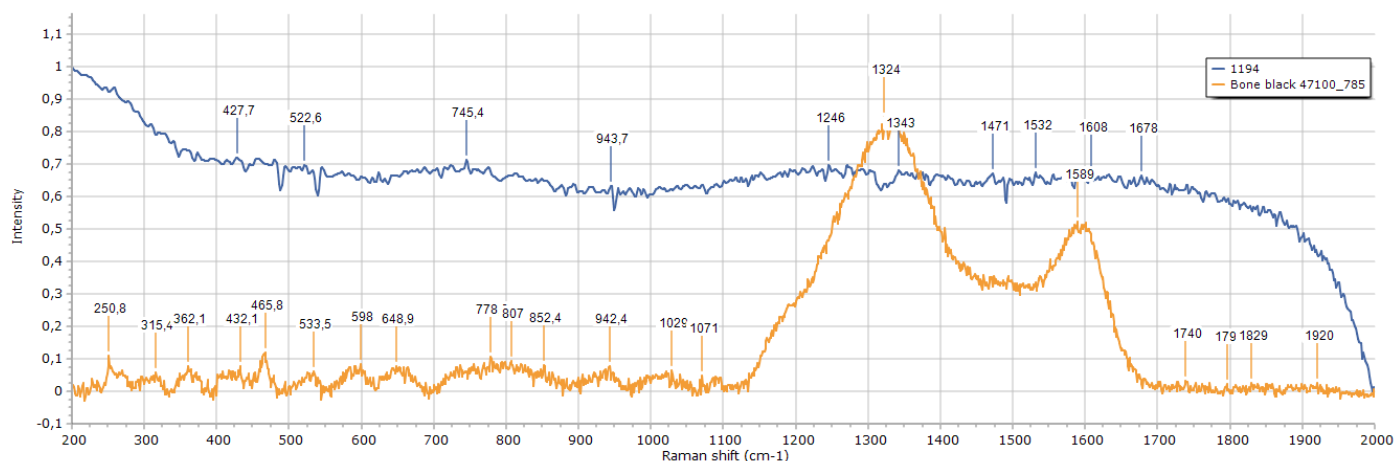
Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1193 MAYPO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	278, 328 , 480 , 546 , 623, 671, 744, 823 , 892, 943 , 990, 1048, 1102, 1153, 1223, 1274, 1343, 1411, 1471, 1532, 1578 , 1678, 1741, 1870, 1928		113, 174, 250, 315 , 362, 432, 465 , 533 , 598, 648, 778, 807 , 852, 942 , 1029, 1071, 1324, 1589 , 1740 , 1795, 1829, 1920 *638 nm	Bone black , carbon



Φάσμα μέτρησης 1193 σε σύγκριση με φάσμα του bone black (Checker).


Πίνακας 5.3.13

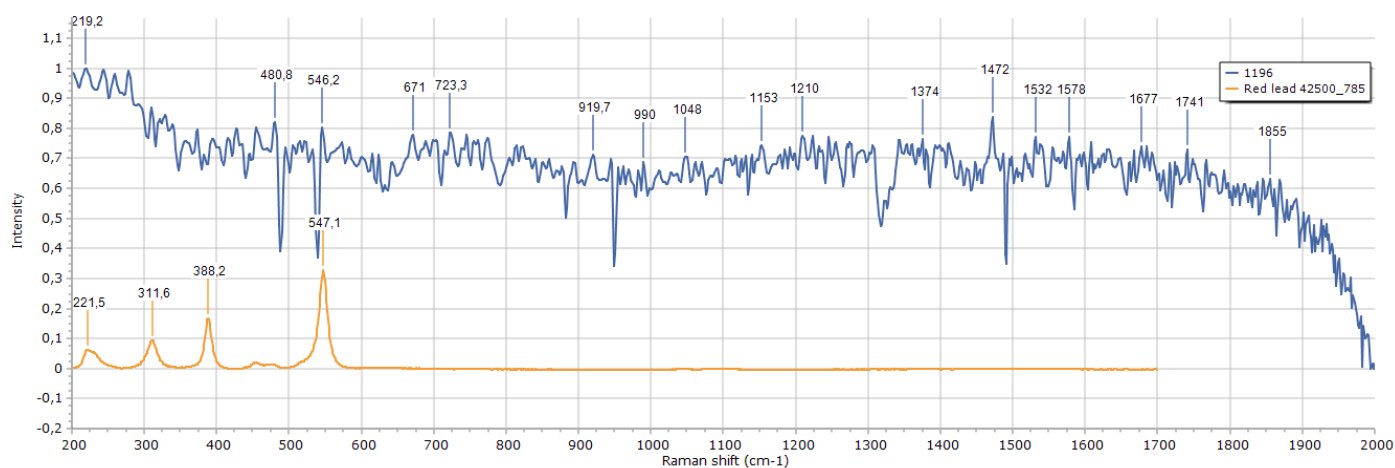
Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
<p>1194 MAYPO</p> 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn , As, Pb, Sn	427 , 522 , 745, 943 , 1246, 1343, 1471, 1532, 1608, 1678		113, 174, 250, 315, 362, 432 , 465, 533 , 598, 648, 778, 807, 852, 942 , 1029, 1071, 1324, 1589, 1740, 1795, 1829, 1920 *638 nm	Bone black , carbon



Φάσμα μέτρησης 1194 σε σύγκριση με φάσμα του bone black (Checker).


Πίνακας 5.3.14

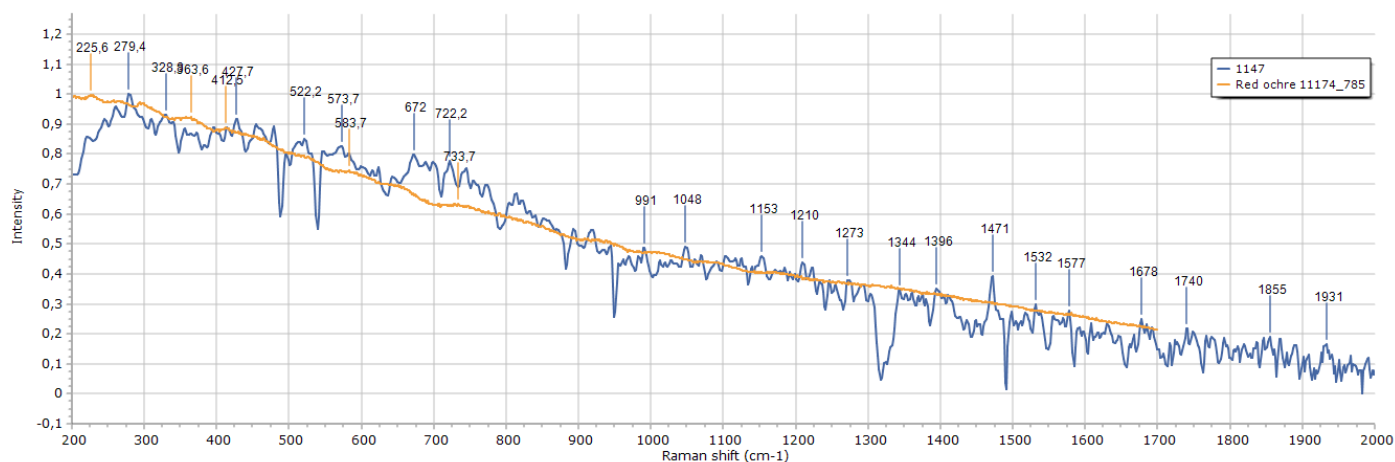
Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
<p>1196 ΚΟΚΚΙΝΟ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ)</p> 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb , Sn	219, 480, 546, 671, 723, 919, 990, 1048, 1153, 1210, 1374, 1472, 1532, 1578, 1677, 1741, 1855	122vs; 149m; 223 w; 313w; 340vw; 390w; 480 vw; 548 vs	118, 221 , 311, 388, 547	Red lead, dilead(II) lead(IV) oxide: Pb3O4



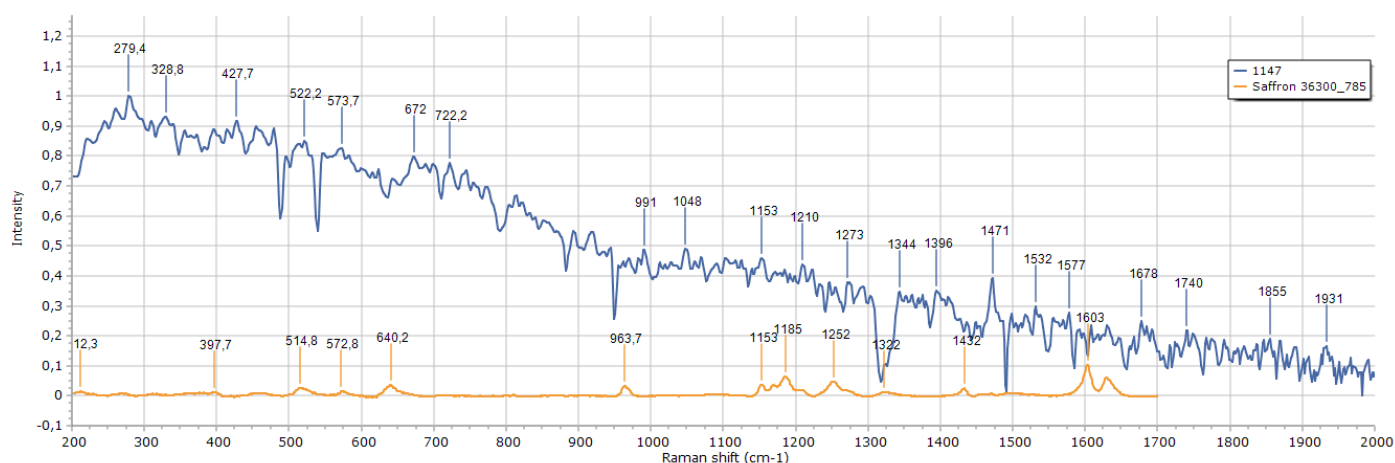
Φάσμα μέτρησης 1196 σε σύγκριση με φάσμα του red lead (Checker).

Πίνακας 5.3.15

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1147 ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 		<u>279</u> , 328, 427, <u>522</u> , <u>573</u> , 672, <u>722</u> , 991, 1048, <u>1153</u> , <u>1210</u> , <u>1273</u> , 1344, 1396, 1471, <u>1532</u> , 1577, 1678, 1740, 1855, 1931	220vs; <u>286</u> vs; 402m; 491w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , <u>583</u> , <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)
			<u>1165</u> m; <u>1210</u> w; <u>1282</u> vw; <u>1536</u> vs	143, 212, 397, <u>514</u> , <u>572</u> , 640, 963, <u>1150</u> , 1185, 1252, 1322, 1432, 1603	Saffron crocetin, carotenoid dicarboxylic acid, C20H24O4




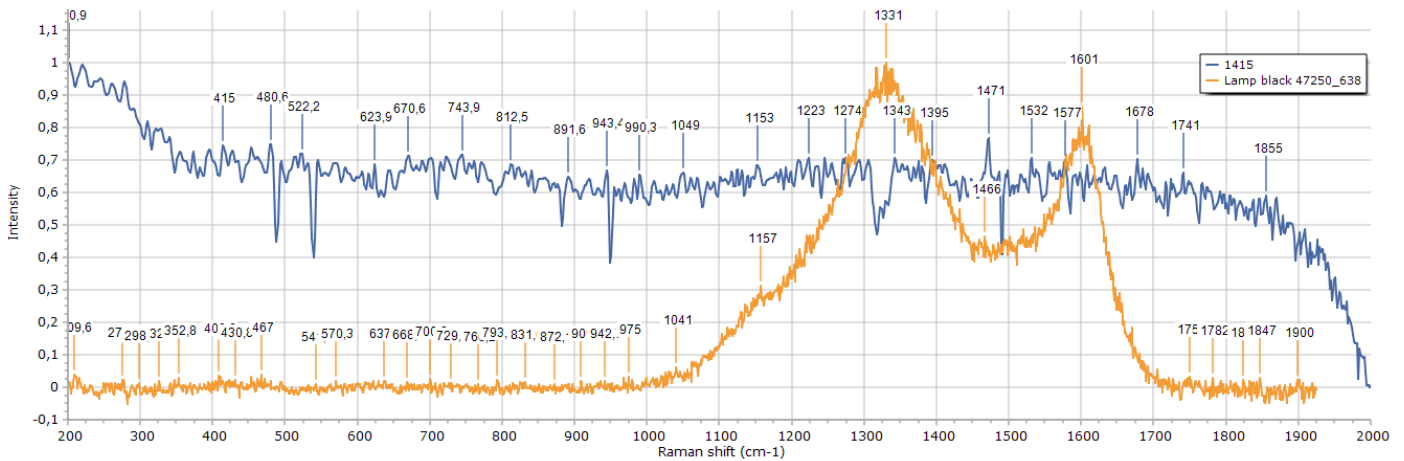
Φάσμα μέτρησης 1147 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).



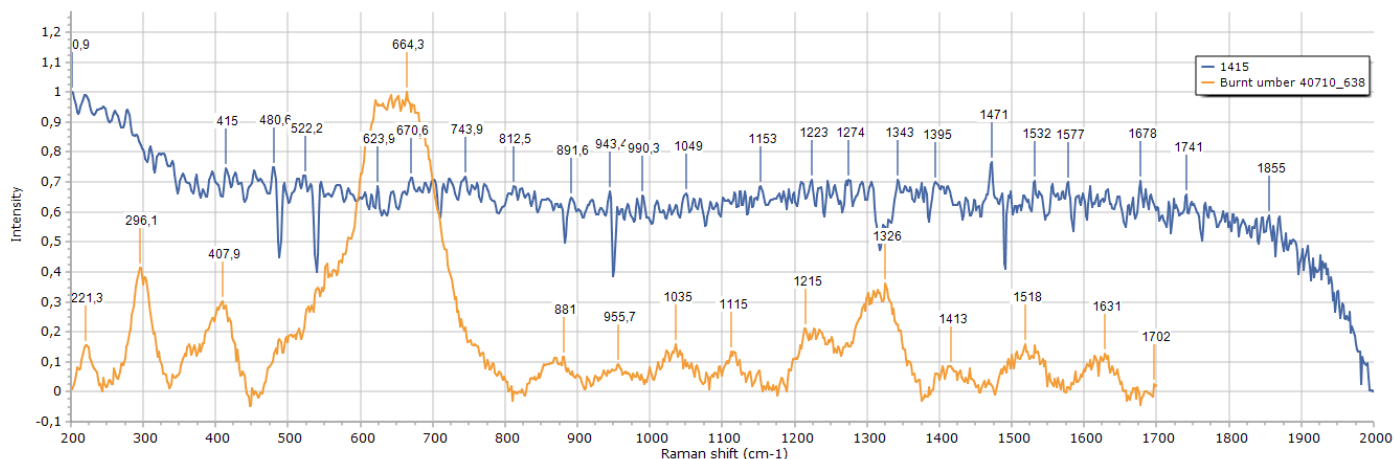
Φάσμα μέτρησης 1147 σε σύγκριση με φάσμα του saffron (Checker).

Πίνακας 5.3.16

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1415 ΚΑΦΕ 		<u>200</u> , <u>415</u> , <u>480</u> , 522, <u>623</u> , <u>670</u> , <u>743</u> , 812, <u>891</u> , <u>943</u> , <u>990</u> , <u>1049</u> , <u>1153</u> , <u>1223</u> , 1274, <u>1343</u> , 1395, <u>1471</u> , <u>1532</u> , 1577, 1678, <u>1741</u> , <u>1855</u>	~ 1325vs(br); ~ <u>1580</u> vs(br)	102, 162, <u>209</u> , 278, 298, 296, 352, <u>409</u> , <u>430</u> , <u>467</u> , 541, 570, <u>637</u> , <u>668</u> , 700, <u>729</u> , 766, 793, 831, 872, 909, <u>942</u> , <u>975</u> , <u>1041</u> , <u>1157</u> , <u>1331</u> , <u>1466</u> , 1601, <u>1750</u> , 1782, 1826, <u>1847</u> , 1900	Lamp black, carbon
				221, 296, <u>407</u> , <u>664</u> , <u>881</u> , <u>955</u> , <u>1035</u> , 1115, <u>1215</u> , 1326, 1413, <u>1518</u> , 1631, 1700	Burnt umber, Iron oxides with manganese silicates or dioxide




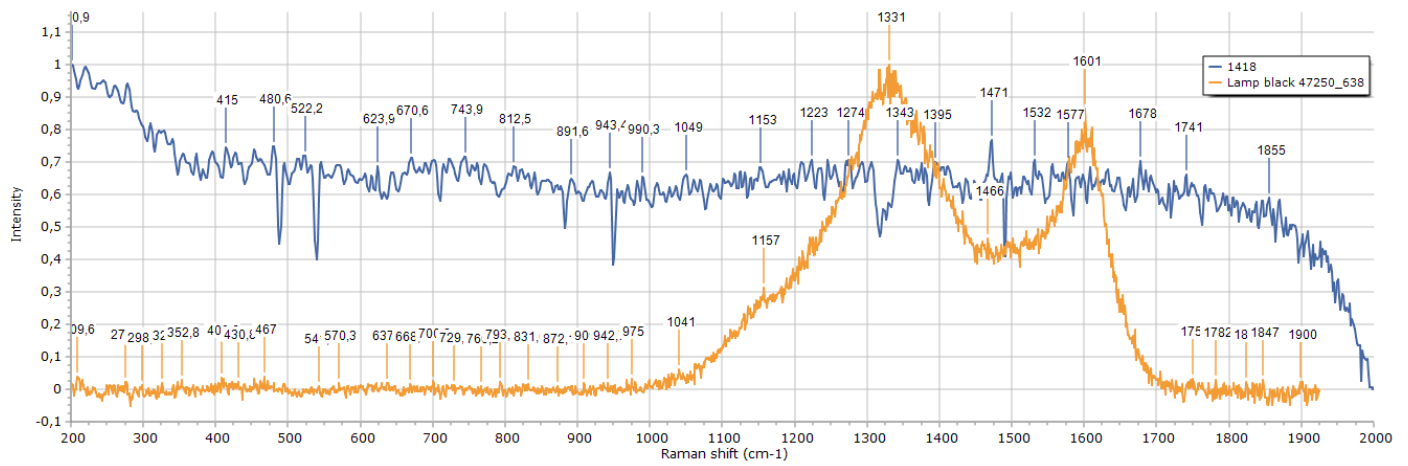
Φάσμα μέτρησης 1415 σε σύγκριση με φάσμα του lamp black (Checker).



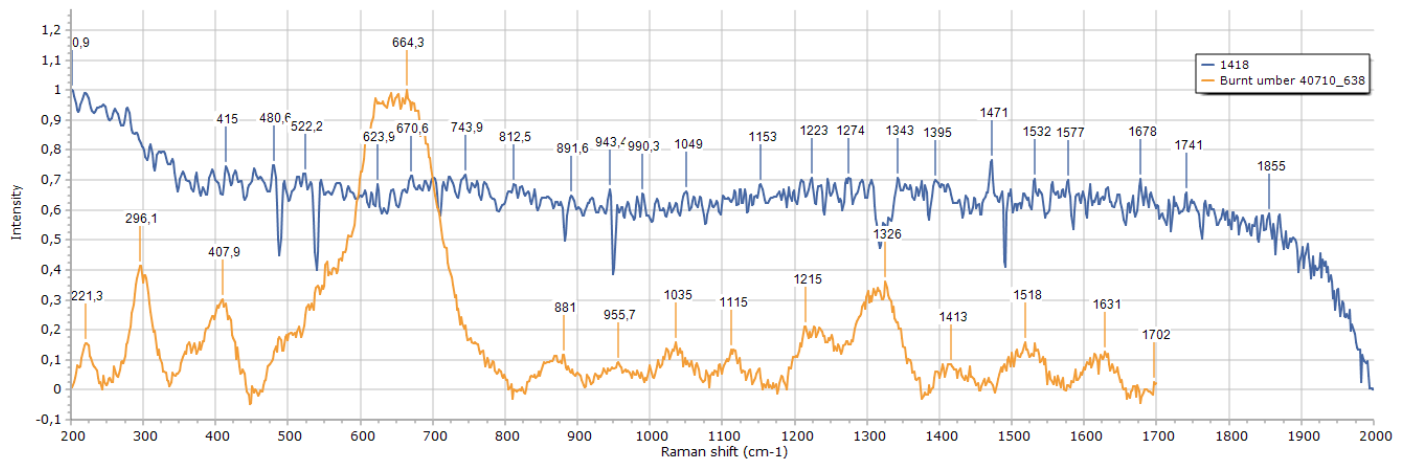
Φάσμα μέτρησης 1415 σε σύγκριση με φάσμα του burnt umber (Checker).

Πίνακας 5.3.17

Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1418 ΚΑΦΕ 		<u>200</u> , <u>415</u> , <u>480</u> , <u>522</u> , <u>623</u> , <u>670</u> , <u>743</u> , <u>812</u> , <u>891</u> , <u>943</u> , 990, <u>1049</u> , <u>1153</u> , <u>1223</u> , 1274, <u>1343</u> , 1395, <u>1471</u> , <u>1532</u> , <u>1577</u> , 1678, <u>1741</u> , <u>1855</u>	~ 1325vs(br); ~ <u>1580</u> vs(br)	102, 162, <u>209</u> , 278, 298, 296, 352, <u>409</u> , <u>430</u> , <u>467</u> , 541, 570, <u>637</u> , <u>668</u> , 700, <u>729</u> , 766, 793, 831, 872, 909, <u>942</u> , <u>975</u> , <u>1041</u> , <u>1157</u> , <u>1331</u> , <u>1466</u> , 1601, <u>1750</u> , 1782, 1826, <u>1847</u> , 1900	Lamp black , carbon
				221, 296, <u>407</u> , <u>664</u> , <u>881</u> , <u>955</u> , <u>1035</u> , 1115, <u>1215</u> , 1326, 1413, <u>1518</u> , 1631, 1700	Burnt umber , Iron oxides with manganese silicates or dioxide




Φάσμα μέτρησης 1418 σε σύγκριση με φάσμα του lamp black (Checker).

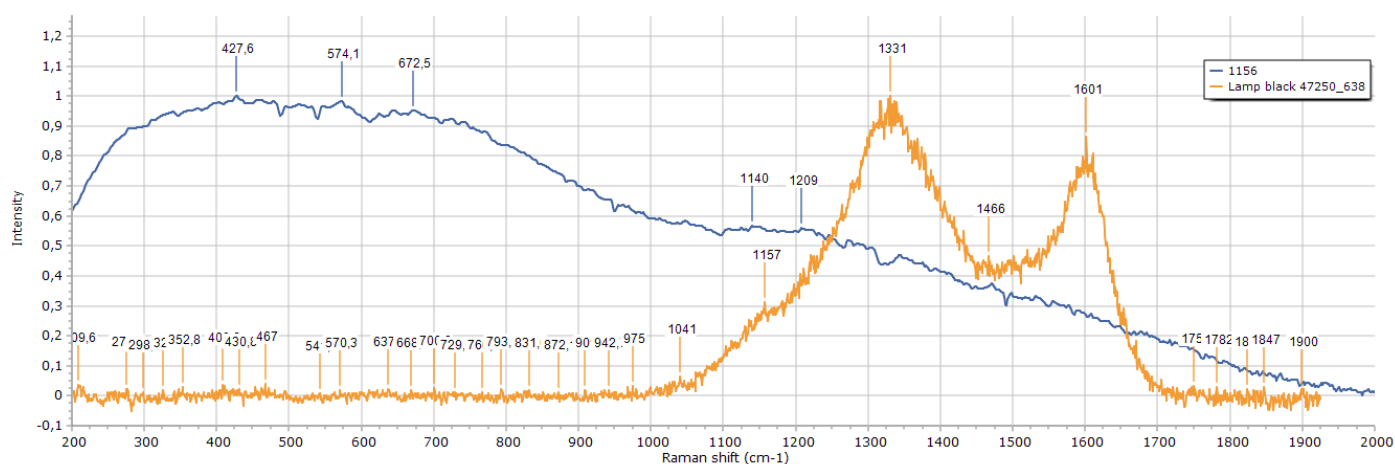


Φάσμα μέτρησης 1418 σε σύγκριση με φάσμα του burnt umber (Checker).

5.4. Δείγματα από τον κιβωτιόσχημο τάφο MA8138


Πίνακας 5.4.1

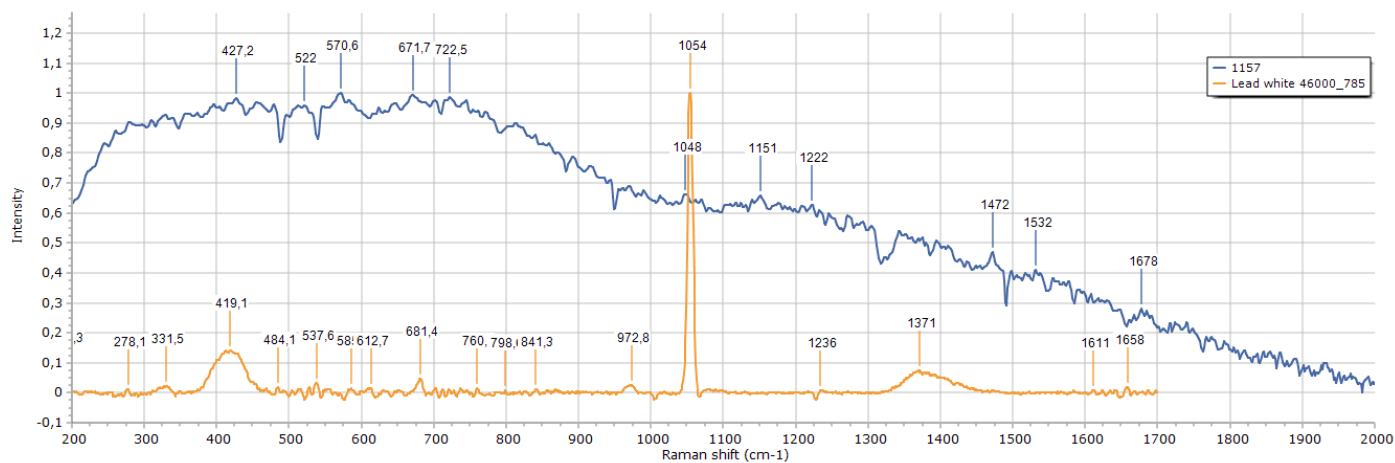
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1156 MAYPO 	Ti, Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sn	427, 574, 672, 1140, 1209	~ 1325 vs(br); ~ 1580vs(br)	102, 162, 209, 278, 298, 296, 352, 409, 430, 467, 541, 570, 637, 668, 700, 729, 766, 793, 831, 872, 909, 942, 975, 1041, 1157, 1331, 1466, 1601, 1750, 1782, 1826, 1847, 1900	Lamp black, carbon



Φάσμα μέτρησης 1156 σε σύγκριση με φάσμα του lamp black (Checker)


Πίνακας 5.4.2

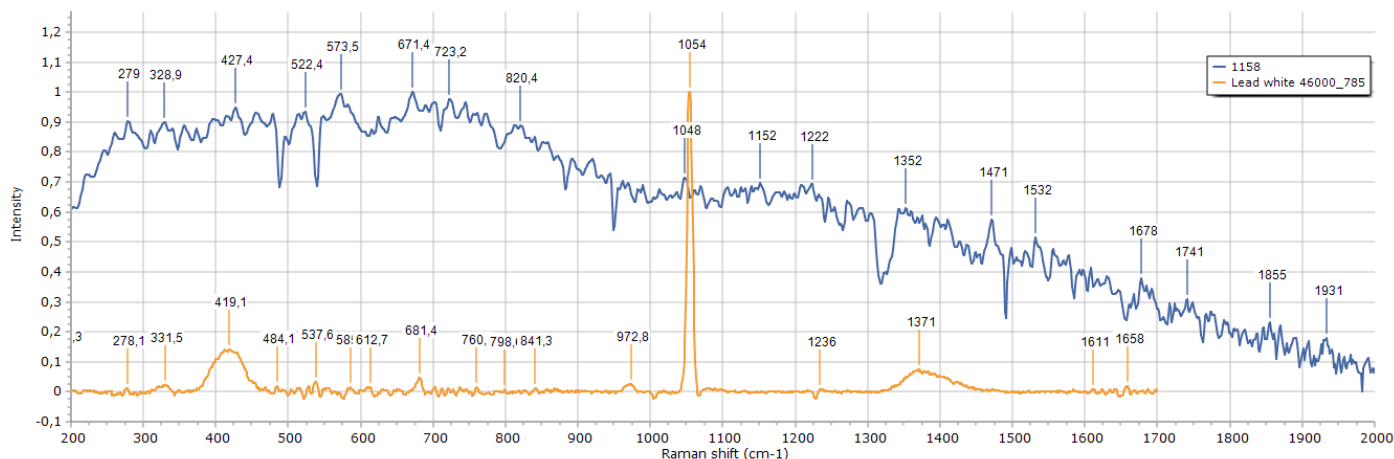
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1157 ΛΕΥΚΟ 	Ca, Fe, Mn, Zn, As, Pb	427, 522, 570, 671, 722, 1048, 1151, 1222, 1472, 1532, 1678	667vw; 665vw; 687vw; 829vw; 1050vs	116, 191, 278, 331, 419 , 484, 537, 585 , 612, 681 , 760, 798, 841, 972, 1054, 1236 , 1371, 1611, 1658	Lead White , basic lead(II) carbonate $2PbCO_3$. $Pb(OH)_2$



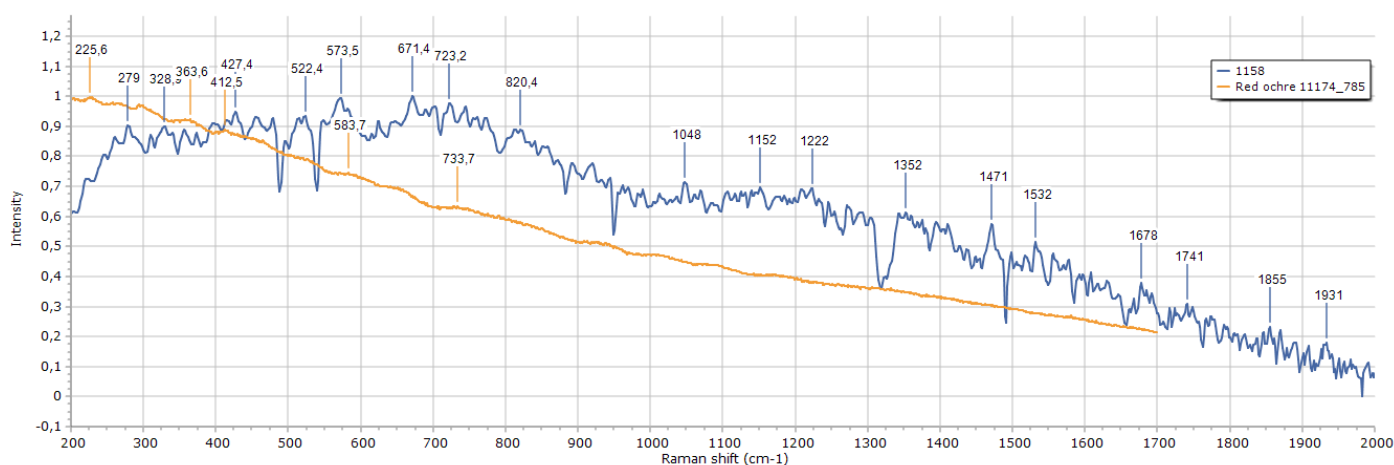
Φάσμα μέτρησης 1157 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).

Πίνακας 5.4.3

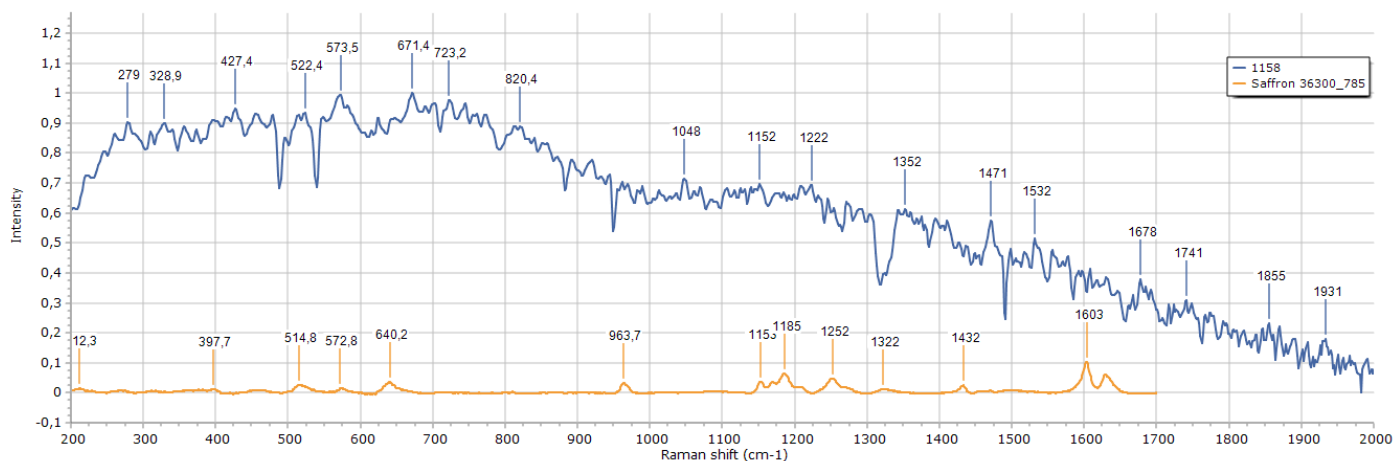
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
<p>1158 ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ</p> 	<p>Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb</p>	<p><u>279</u>, <u>328</u>, <u>427</u>, <u>522</u>, <u>573</u>, <u>671</u>, <u>723</u>, <u>820</u>, <u>1048</u>, <u>1152</u>, <u>1222</u>, 1352, 1471, <u>1532</u>, 1678, 1741, 1855, 1931</p>	<p><u>667</u>vw; <u>665</u>vw; <u>687</u>vw; 829vw; <u>1050</u>vs</p> <p>220vs; <u>286</u>vs; 402m; 491w; 601w</p> <p><u>1165</u>m; <u>1210</u>w; 1282vw; <u>1536</u>vs</p>	<p>116, 191, <u>278</u>, <u>331</u>, <u>419</u>, 484, 537, <u>585</u>, 612, <u>681</u>, 760, 798, 841, 972, <u>1054</u>, <u>1236</u>, 1371, 1611, 1658</p> <p>144, 225, 363, <u>412</u>, <u>583</u>, <u>733</u></p> <p>143, 212, 397, <u>514</u>, <u>572</u>, 640, 963, <u>1150</u>, 1185, 1252, 1322, 1432, 1603</p>	<p>Lead white, basic lead(II) carbonate $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$</p> <p>Red earths / red ochre, iron(III) oxide chromophore (Fe_2O_3+ clay + silica)</p> <p>Saffron, crocetin, carotenoid dicarboxylic acid, $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_4$</p>



Φάσμα μέτρησης 1158 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).




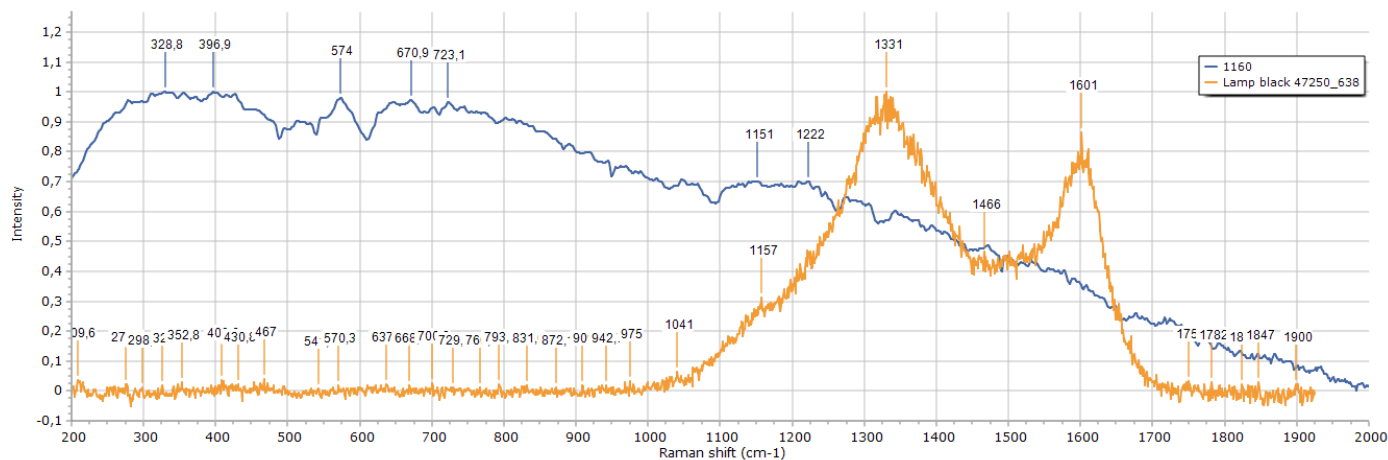
Φάσμα μέτρησης 1158 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker)



Φάσμα μέτρησης 1158 σε σύγκριση με φάσμα του saffron (Checker).


Πίνακας 5.4.4

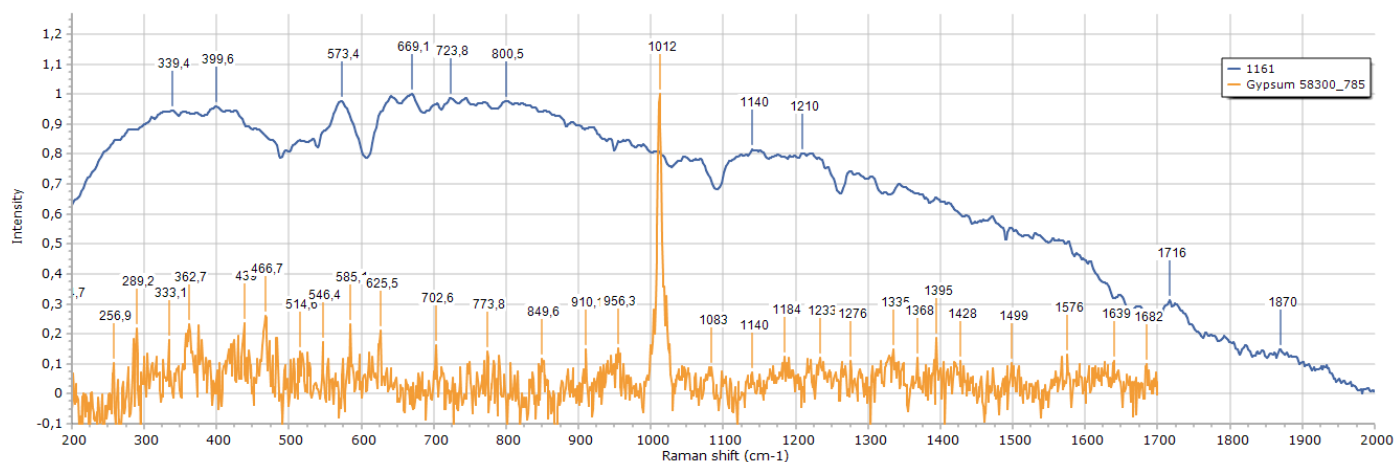
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1160 MAYPO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Zn, As	328, 396 , 574 , 670 , 723 , 1151 , 1222	~ 1325vs(br); ~ 1580vs(br)	102, 162, 209, 278, 298, 296, 352, 409 , 430, 467, 541, 570 , 637, 668 , 700, 729 , 766, 793, 831, 872, 909, 942, 975, 1041, 1157 , 1331, 1466, 1601, 1750, 1782, 1826, 1847, 1900	Lamp black , carbon



Φάσμα μέτρησης 1160 σε σύγκριση με φάσμα του lamp black (Checker).

Πίνακας 5.4.5

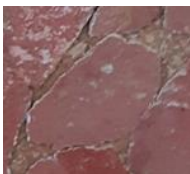
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1161 ΛΕΥΚΟ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ) 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Zn, As, Pb	339, 399, 573, 669, 723, 800, 1140, 1210, 1716, 1870	181w; 414m ; 493w; 619vw; 670vw ; 1007vs; 1132m	133, 194, 256, 289, 333 , 362, 439, 466, 514, 546, 585 , 625, 702, 773, 849, 910, 956, 1012, 1083, 1140 , 1184, 1233, 1276, 1335, 1368, 1395, 1428, 1499, 1576, 1639, 1682	Gypsum , calcium sulfate dihydrate CaSO ₄ .2H ₂ O

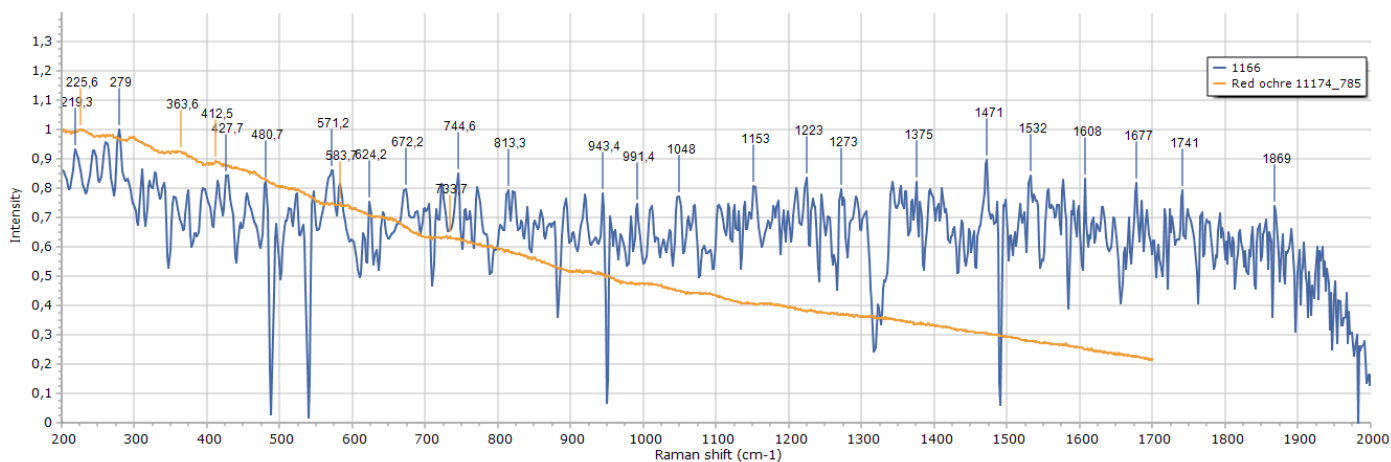


Φάσμα μέτρησης 1161 σε σύγκριση με φάσμα του gypsum (Checker).

5.5. Δείγματα από τον κιβωτιόσχημο τάφο MA8137

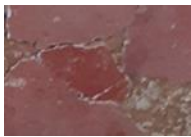
Πίνακας 5.5.1

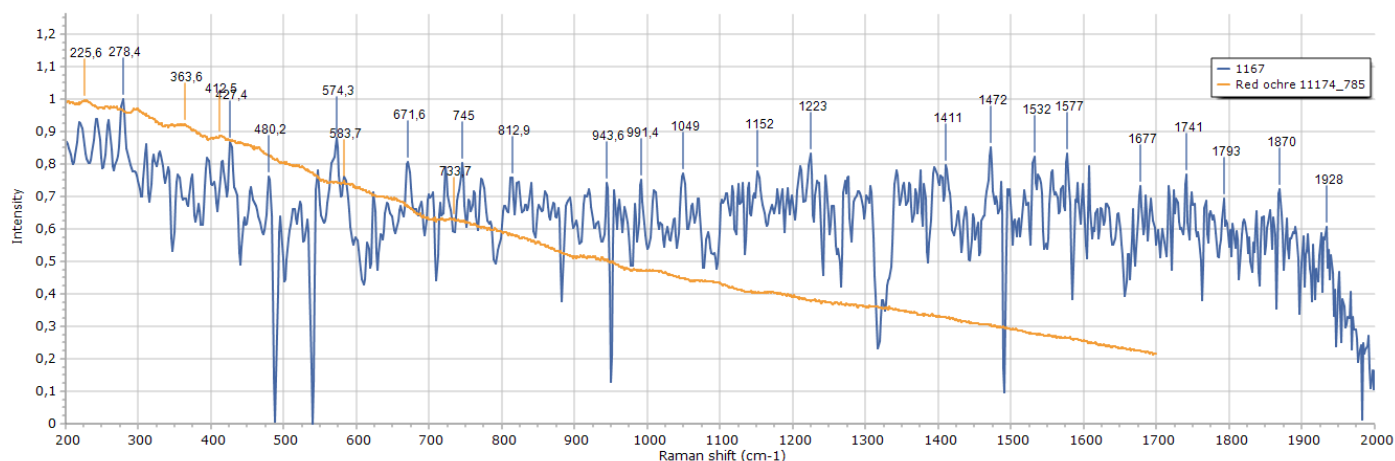
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικής – Χημικός τύπος
1166 KOKKINO 	Ti, Ca , Fe , Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	219, 279, 427, 480, 571, 624, 672, 744, 813, 943, 991, 1048, 1153, 1223, 1273, 1375, 1471, 1532, 1608, 1677, 1741, 1869	220vs; 286vs; 402m; 491w; 601w	144, 225 , 363, 412, 583, 733	Red earths / red ochre, iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)



Φάσμα μέτρησης 1166 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).


Πίνακας 5.5.2

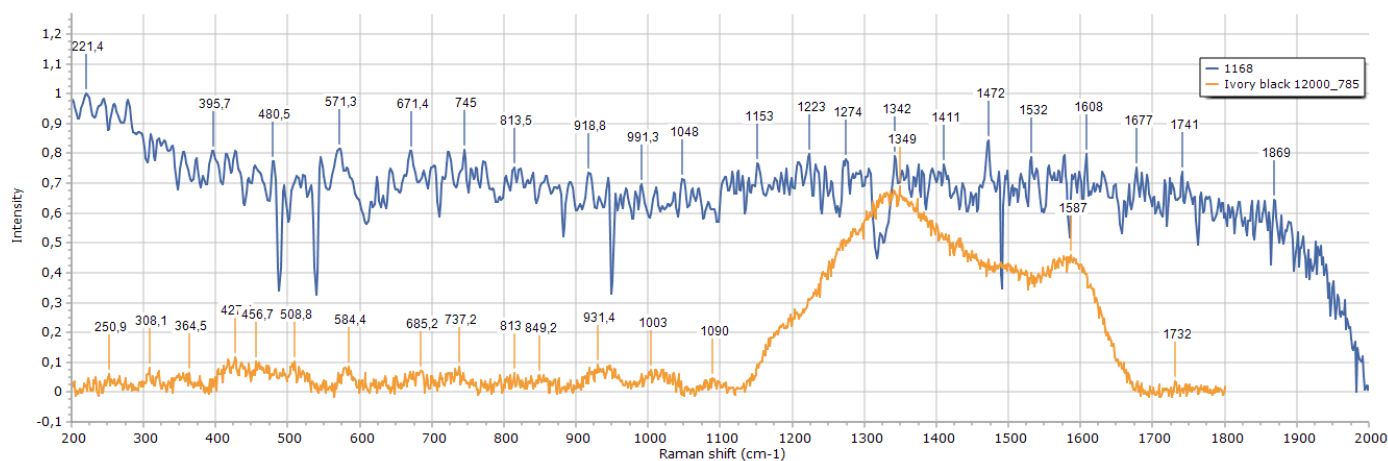
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικής – Χημικός τύπος
1167 ΚΟΚΚΙΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	<u>278</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , <u>574</u> , 671, <u>745</u> , 812, 943, 991, 1049, 1152, 1223, 1411, 1472, 1532, 1577, 1677, 1741, 1793, 1870, 1928	220vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , <u>583</u> , <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe ₂ O ₃ + clay + silica)



Φάσμα μέτρησης 1167 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).


Πίνακας 5.5.3

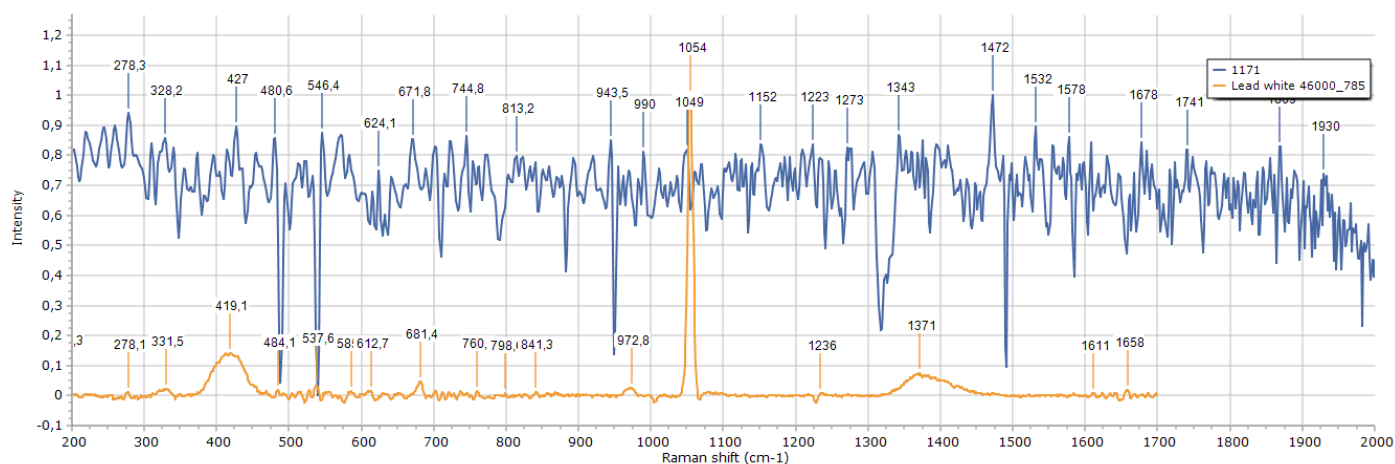
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικής – Χημικός τύπος
1168 MAYPO 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Zn, As, Pb	221, 395, 480, 571 , 671, 745 , 813 , 918 , 991, 1048, 1153, 1223, 1274, 1342 , 1411, 1472, 1532, 1608, 1677, 1741 , 1869	961m; ~ 1325 vs(br); ~ 1580vs(br)	169, 250, 308, 364, 427, 456, 508, 584 , 685 , 737 , 813 , 849, 931 , 1003, 1090, 1349 , 1587, 1732	Ivory black , carbon



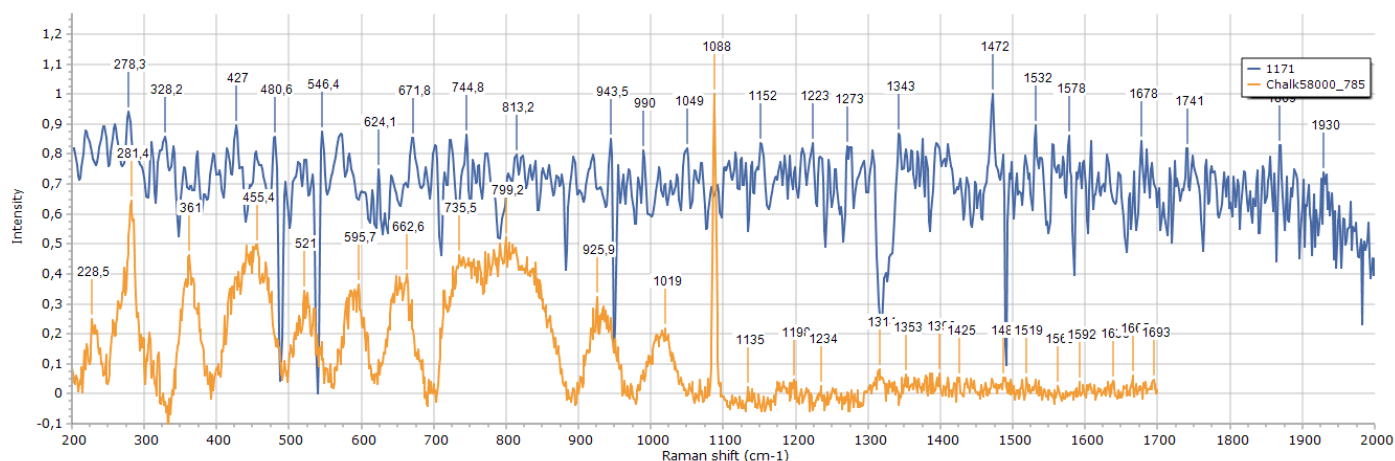
Φάσμα μέτρησης 1168 σε σύγκριση με φάσμα του ivory black (Checker).

Πίνακας 5.5.4

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1171 ΛΕΥΚΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Ni, Cu, Zn, As, Pb	<u>278, 328, 427, 480, 546, 624, 671, 744, 813, 943, 990, 1049, 1152, 1223, 1273, 1343, 1472, 1532, 1578, 1678, 1741, 1869, 1930</u>	<u>667vw; 665vw; 687vw; 829vw; 1050vs</u>	116, 191, <u>278, 331, 419, 484, 537, 585, 612, 681, 760, 798, 841, 972, 1054, 1236, 1371, 1611, 1658</u>	Lead white, basic lead(II) carbonate $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$
			157vw; <u>282vw; 1088vs</u>	101, 156, 228, 361, 455, 521, 595, 662, <u>735, 799, 925, 1019, 1088, 1135, 1198, 1235, 1314, 1353, 1399, 1425, 1488, 1519, 1563, 1592, 1639, 1665, 1693</u>	chalk (calcite), calcium carbonate $CaCO_3$




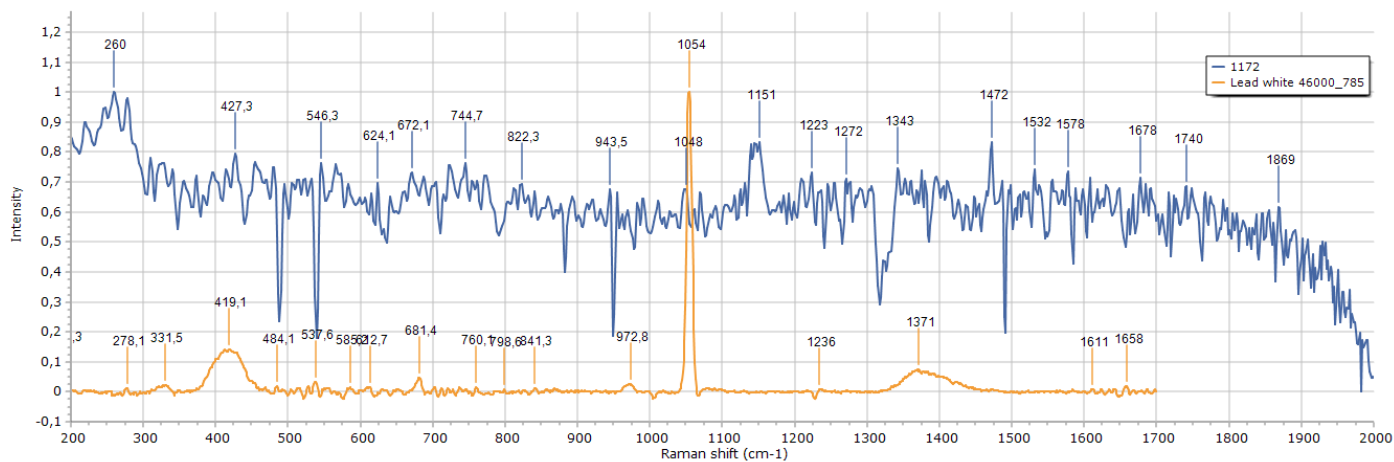
Φάσμα μέτρησης 1171 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



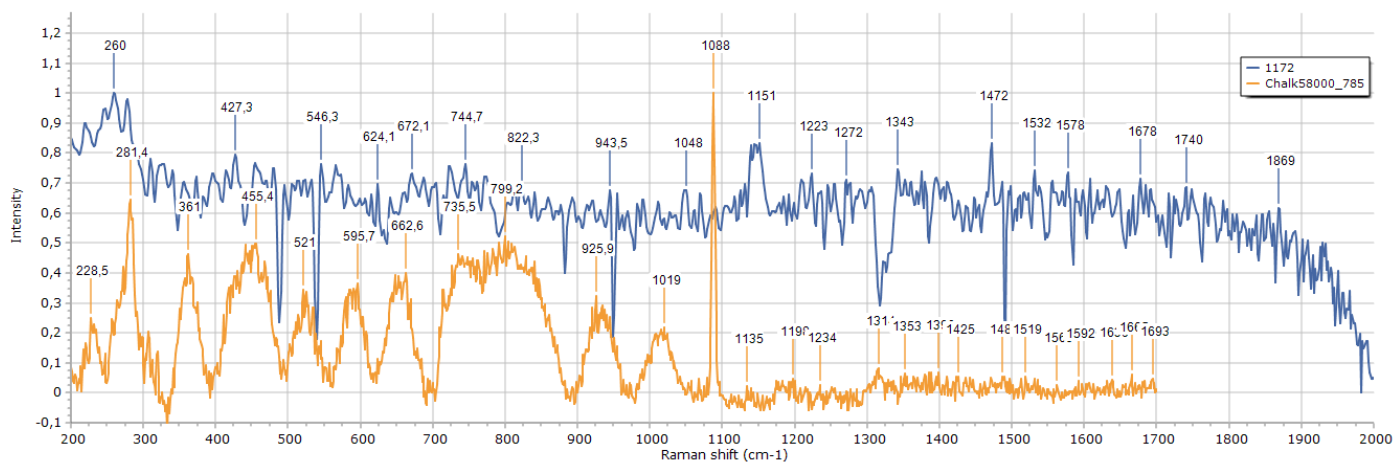
Φάσμα μέτρησης 1171 σε σύγκριση με φάσμα του chalk (Checker).

Πίνακας 5.5.5

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1172 ΛΕΥΚΟ 	Ca, Fe, Mn Cr, Zn, As, Pb	260, 427, 546, 624, 672, 744, 822, 943, 1048, 1151, 1223, 1272, 1343, 1472, 1532, 1578, 1678, 1740, 1864	667vw; 665vw; 687vw; 829vw; 1050vs	116, 191, 278, 331, 419 , 484, 537 , 585, 612, 681 , 760, 798, 841, 972, 1054, 1236 , 1371, 1611, 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$
			157vw; 282vw; 1088vs	101, 156, 228, 361, 455, 521, 595, 662, 735 , 799, 925, 1019, 1088, 1135, 1198, 1235 , 1314, 1353 , 1399, 1425, 1488, 1519, 1563 , 1592, 1639, 1665, 1693	chalk (calcite), calcium carbonate $CaCO_3$




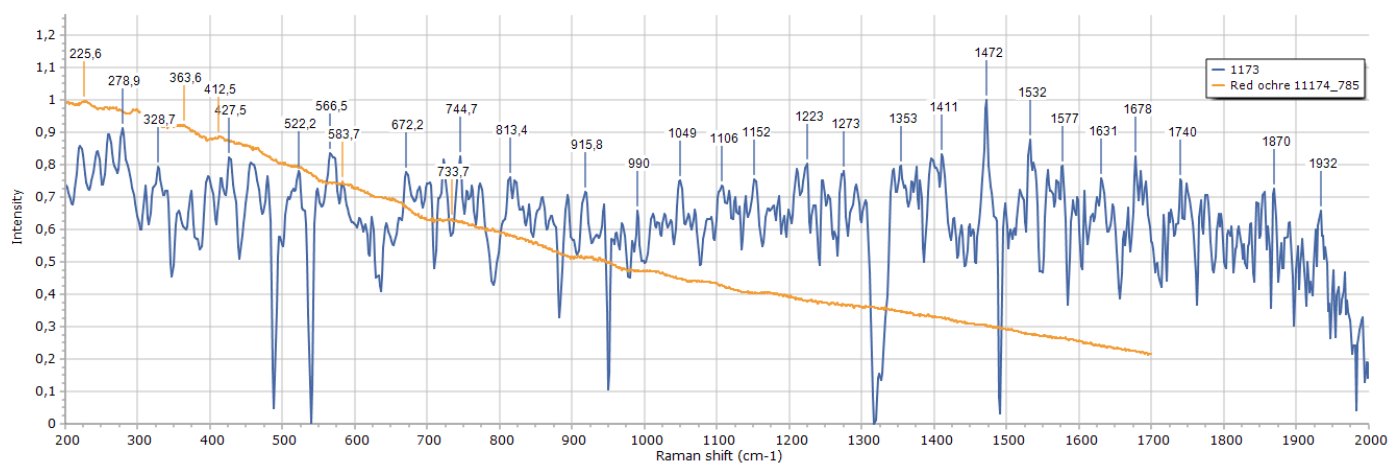
Φάσμα μέτρησης 1172 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1172 σε σύγκριση με φάσμα του chalk (Checker).


Πίνακας 5.5.6

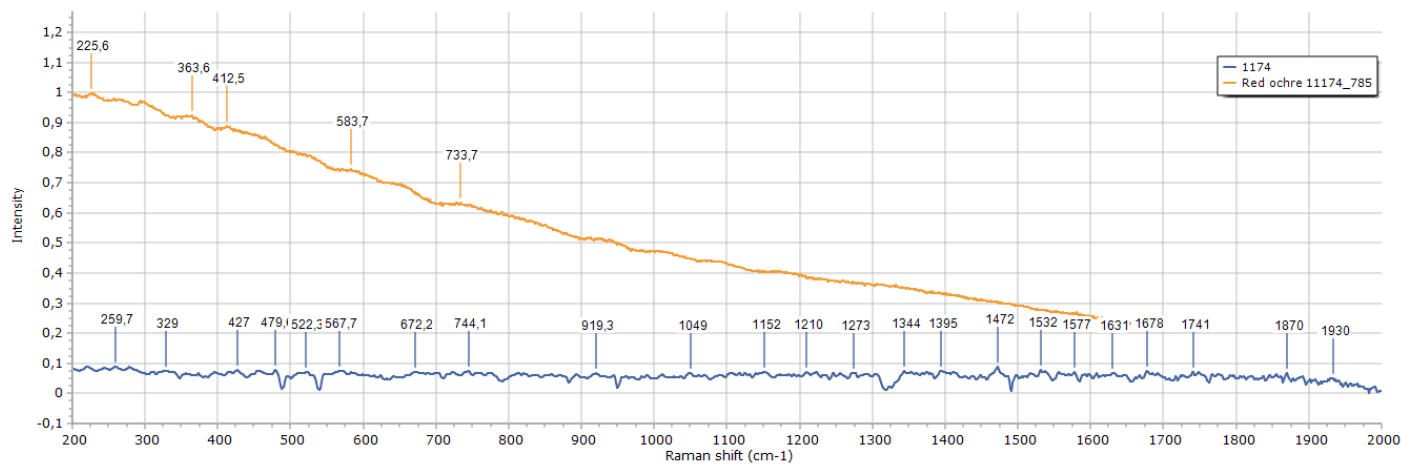
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1173 ΚΟΚΚΙΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>278</u> , 328, <u>427</u> , 522, <u>566</u> , 672, <u>744</u> , 813, 915, 990, 1049, 1106, 1152, 1223, 1273, 1353, 1411, 1472, 1532, 1577, 1631, 1678, 1740, 1870, 1932	220vs; <u>286</u> vs; 402m; 491w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre, iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)



Φάσμα μέτρησης 1173 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).


Πίνακας 5.5.7

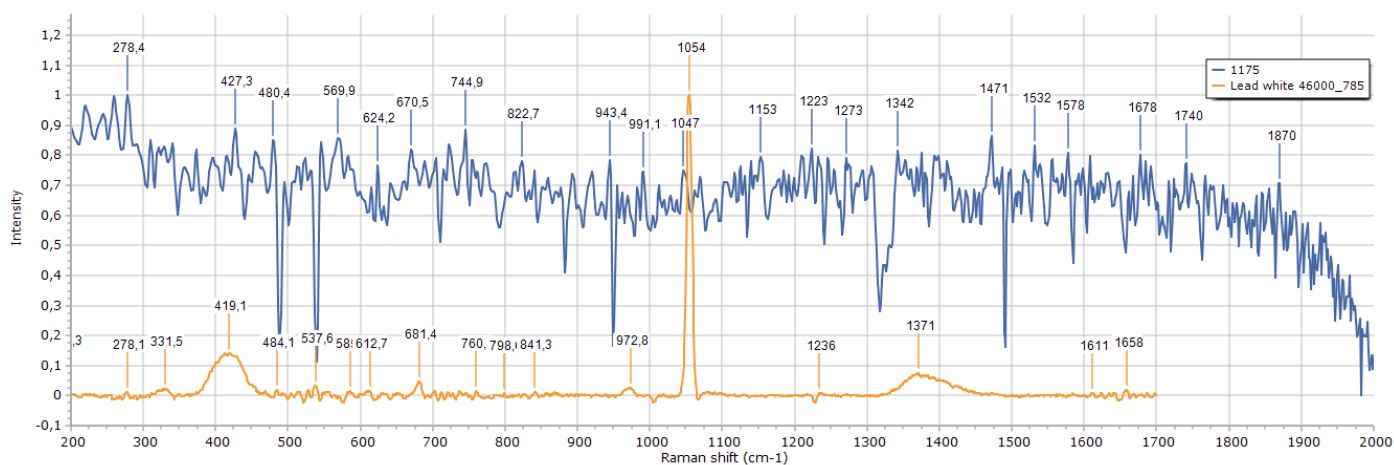
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1174 ΚΟΚΚΙΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Sn	259, 329, <u>427</u> , <u>479</u> , <u>522</u> , <u>567</u> , <u>744</u> , 919, 1049, 1152, 1210, 1273, 1344, 1395, 1472, 1532, 1577, 1631, 1678, 1870	220vs; 286vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , <u>583</u> , <u>733</u>	Red earths / red ochre, iron(III) oxide chromophore (Fe₂O₃+ clay + silica)



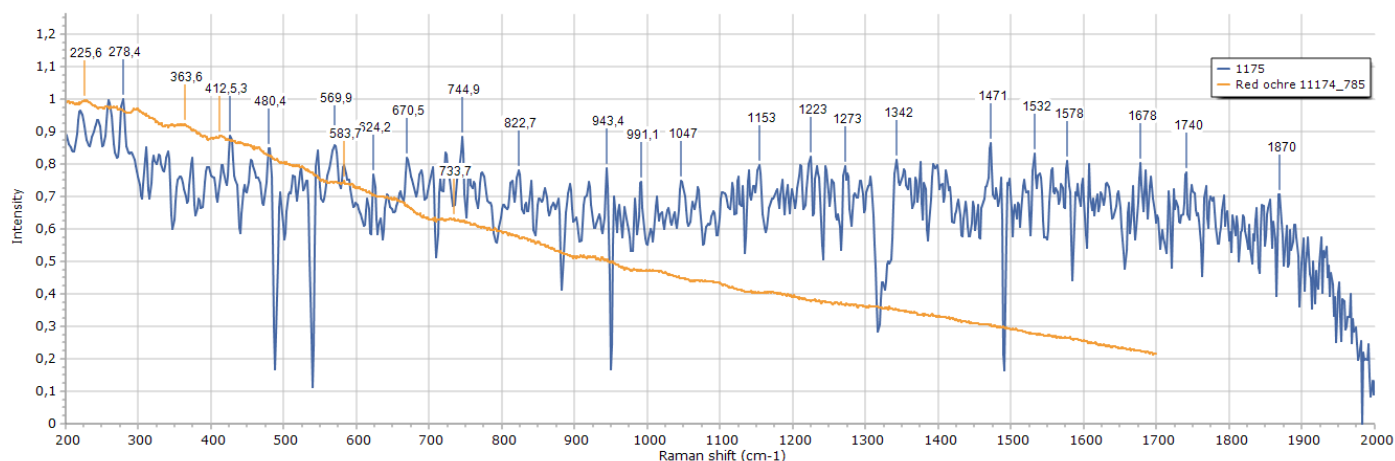
Φάσμα μέτρησης 1174 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

Πίνακας 5.5.8

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1175 POZ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Zn, As, Pb	<u>278</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , <u>569</u> , <u>624</u> , <u>670</u> , <u>744</u> , <u>822</u> , 943, 991, <u>1047</u> , 1153, <u>1223</u> , 1273, 1342, 1471, 1532, 1578, 1678, 1740, 1870	<u>667</u> vw; <u>665</u> vw; <u>687</u> vw; <u>829</u> vw; <u>1050</u> vs	116, 191, <u>278</u> , 331, <u>419</u> , <u>484</u> , 537, 585, <u>612</u> , <u>681</u> , 760, 798, 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, 1611, 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$
			220vs; <u>286</u> vs; 402m; <u>491</u> w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , 583, <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe $2O_3$ + clay + silica)




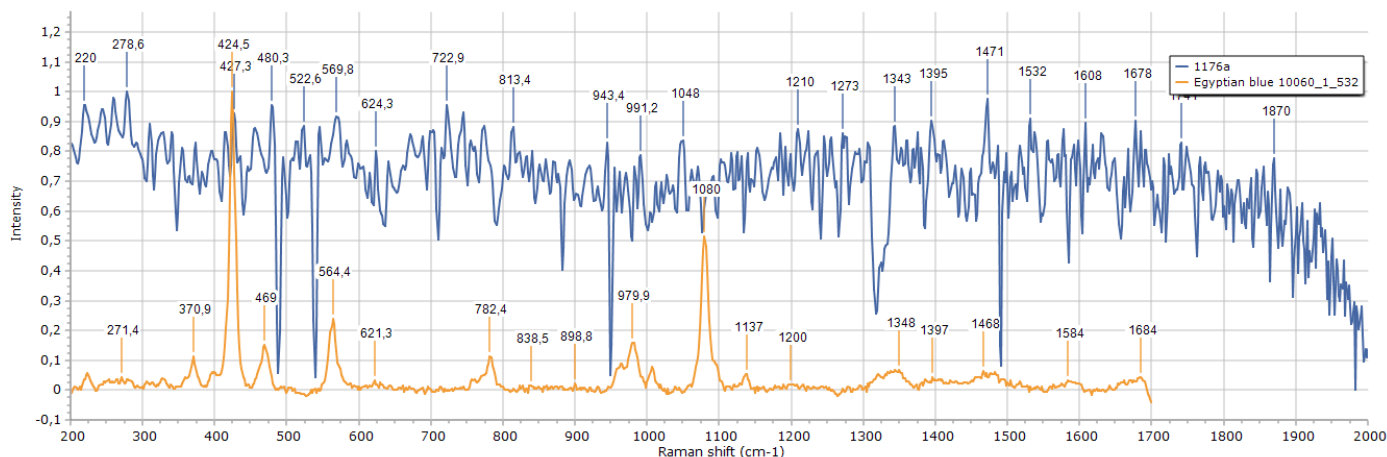
Φάσμα μέτρησης 1175 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1175 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).


Πίνακας 5.5.9

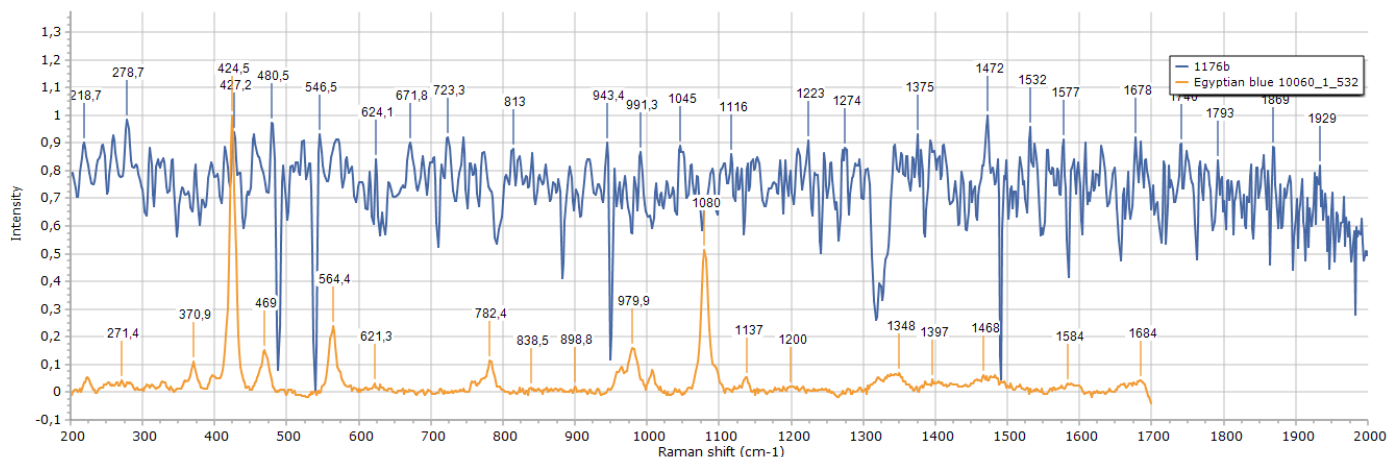
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1176a ΜΠΑΕ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>220</u> , <u>278</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , 522, <u>569</u> , <u>624</u> , 722, 813, 943, <u>991</u> , 1048, <u>1210</u> , 1273, <u>1343</u> , <u>1395</u> , <u>1471</u> , 1532, 1608, <u>1678</u> , 1741, 1870	114m; 137m; <u>200</u> w; <u>230</u> w; 358m; 377m; <u>430</u> vs; <u>475</u> m(sh); <u>571</u> w; 597vw; 762w; 789w; <u>992</u> w; 1012w; <u>1040</u> w; 1086s	112, 158, <u>271</u> , 370, <u>424</u> , <u>469</u> , <u>564</u> , <u>621</u> , 782, 838, 898, <u>979</u> , 1080, 1137, <u>1200</u> , <u>1348</u> , <u>1397</u> , <u>1468</u> , 1584, <u>1684</u> *532nm	Egyptian blue , calcium copper(II) silicate, CaCuSi 4O10



Φάσμα μέτρησης 1176a σε σύγκριση με φάσμα του Egyptian blue (Checker).


Πίνακας 5.5.10

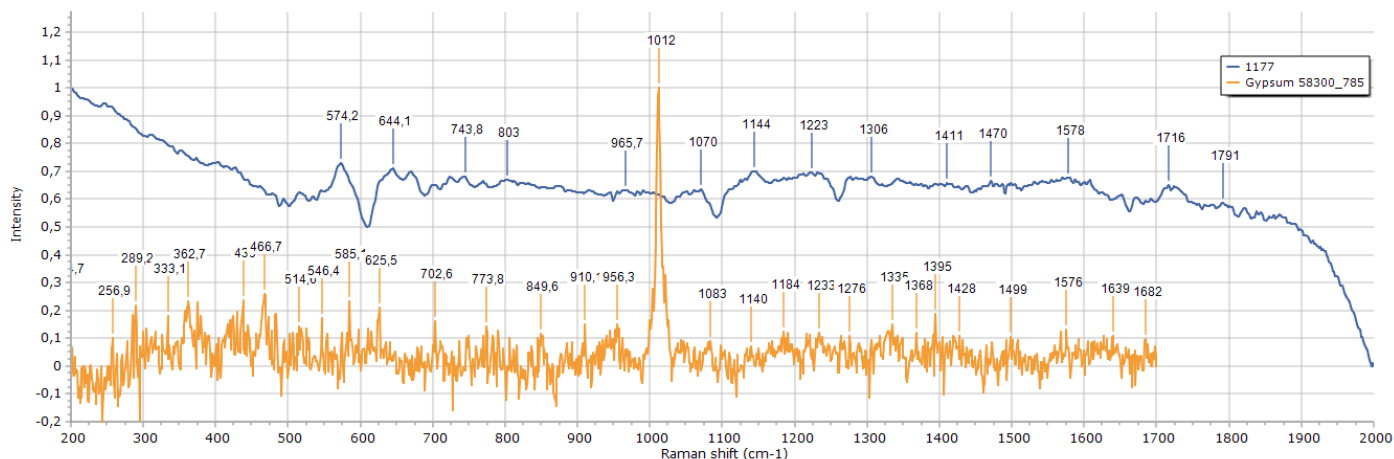
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1176b ΜΠΛΕ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Cu, Zn, As, Pb, Sn	<u>218</u> , <u>278</u> , <u>427</u> , <u>480</u> , 546, 624, 671, 723, 813, 943, <u>991</u> , 1045, 1116, 1223, 1272, 1375, <u>1472</u> , 1532, <u>1577</u> , <u>1678</u> , 1740, 1793, 1869, 1929	114m; 137m; 200w; <u>230</u> w; 358m; <u>377</u> m; <u>430</u> vs; <u>475</u> m(sh); 571w; 597vw; 762w; 789w; 992w; 1012w; <u>1040</u> w; 1086s	112, 158, <u>271</u> , 370, <u>424</u> , <u>469</u> , 564, <u>621</u> , 782, 838, 898, <u>979</u> , 1080, 1137, 1200, 1348, 1397, <u>1468</u> , <u>1584</u> , <u>1684</u> *532nm	Egyptian blue , calcium copper(II) silicate, CaCuSi 4O10



Φάσμα μέτρησης 1176b σε σύγκριση με φάσμα του Egyptian blue (Checker).


Πίνακας 5.5.11

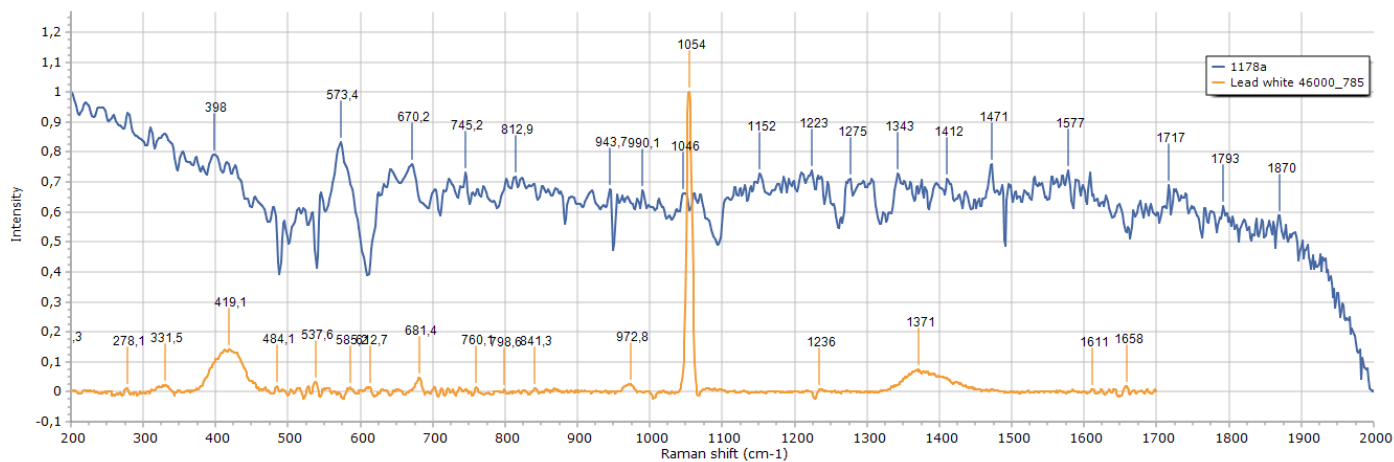
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1177 ΛΕΥΚΟ 	Ca, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As	<u>574</u> , 644, 743, 803, <u>965</u> , <u>1070</u> , <u>1144</u> , 1123, 1306, 1411, 1470, <u>1578</u> , 1716, 1791	181w; 414m; 493w; 619vw; 670vw; 1007vs; <u>1132m</u>	133, 194, 256, 289, 333, 362, 439, 466, 514, 546, <u>585</u> , 625, 702, 773, 849, 910, <u>956</u> , 1012, <u>1083</u> , <u>1140</u> , 1184, 1233, 1276, 1335, 1368, 1395, 1428, 1499, <u>1576</u> , 1639, 1682	Gypsum , calcium sulfate dihydrate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



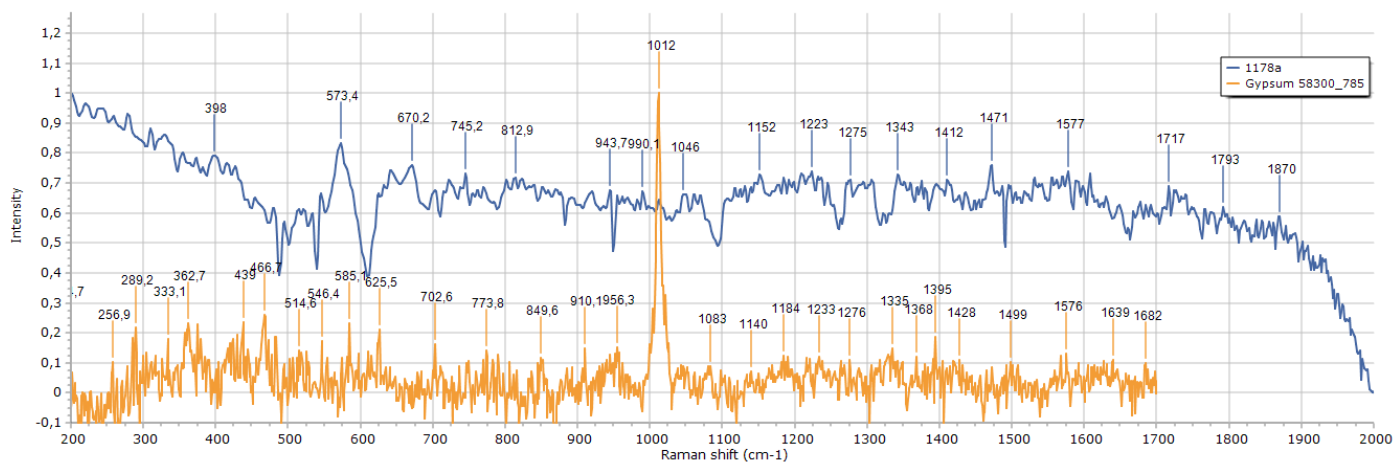
Φάσμα μέτρησης 1177 σε σύγκριση με φάσμα του gypsum (Checker).

Πίνακας 5.5.12

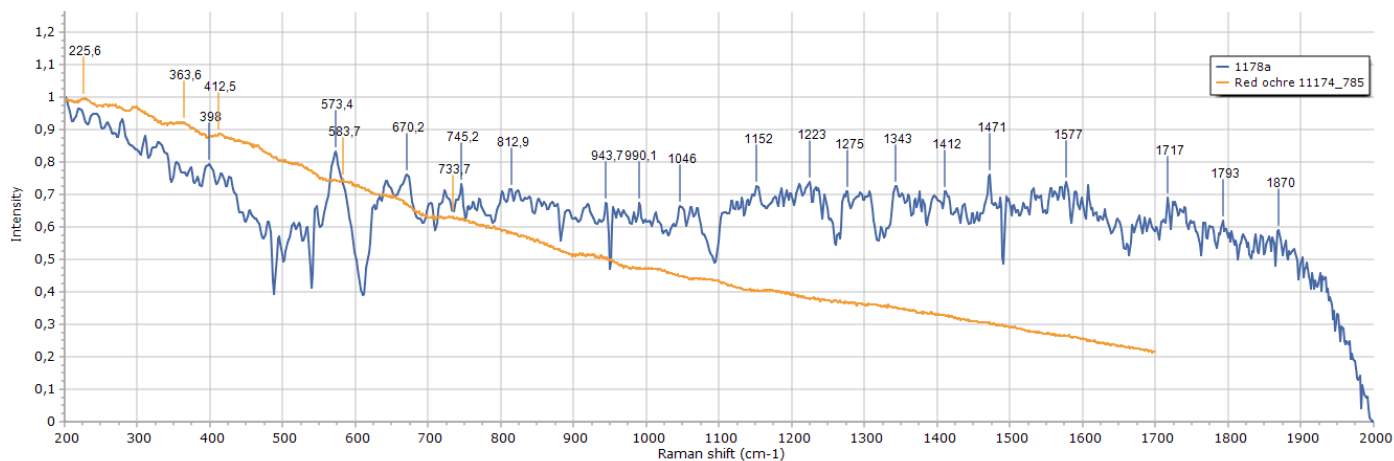
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1178a POZ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	<u>398</u> , <u>573</u> , <u>670</u> , <u>745</u> , <u>812</u> , <u>943</u> , 990, <u>1046</u> , <u>1152</u> , <u>1223</u> , <u>1275</u> , <u>1343</u> , <u>1412</u> , 1471, <u>1577</u> , 1717, 1793, 1870	<u>667</u> vw; <u>665</u> vw; <u>687</u> vw; 829vw; <u>1050</u> vs	116, 191, 278, 331, 419, 484, 537, <u>585</u> , <u>612</u> , <u>681</u> , <u>760</u> , <u>798</u> , 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, 1611, 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$
			181w; 414m; 493w; 619vw; <u>670</u> vw; 1007vs; 1132m	133, 194, 256, 289, 333, 362, 439, 466, 514, 546, <u>585</u> , 625, 702, 773, 849, 910, <u>956</u> , 1012, 1083, <u>1140</u> , 1184, <u>1233</u> , <u>1276</u> , <u>1335</u> , 1368, 1395, <u>1428</u> , 1499, <u>1576</u> , 1639, 1682	Gypsum , calcium sulfate dihydrate $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
			220vs; 286vs; <u>402</u> m; 491w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , <u>583</u> , <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore $(Fe_2O_3 + clay + silica)$



Φάσμα μέτρησης 1178a σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).




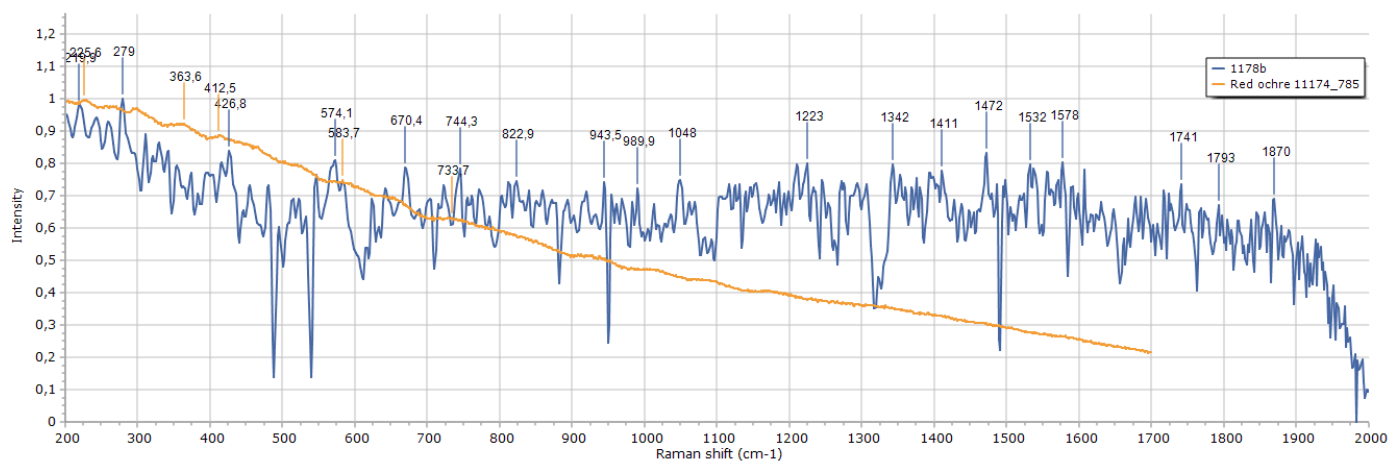
Φάσμα μέτρησης 1178a σε σύγκριση με φάσμα του gypsum (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1178a σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).


Πίνακας 5.5.13

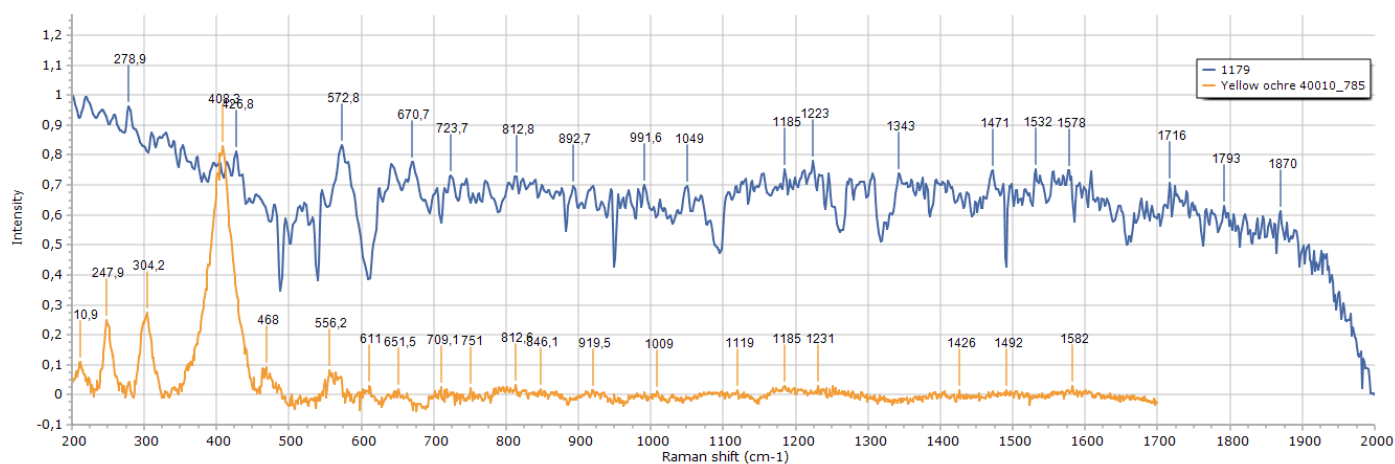
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1178b ΚΟΚΚΙΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	219, 279, 426, 574, 670, 744, 822, 943, 989, 1048, 1223, 1342, 1411, 1472, 1532, 1578, 1741, 1793, 1870	220vs; 286vs; 402m; 491w; 601w	144, 225 , 363, 412, 583, 733	Red earths / red ochre, iron(III) oxide chromophore (Fe2O3+ clay + silica)



Φάσμα μέτρησης 1178b σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).


Πίνακας 5.5.14

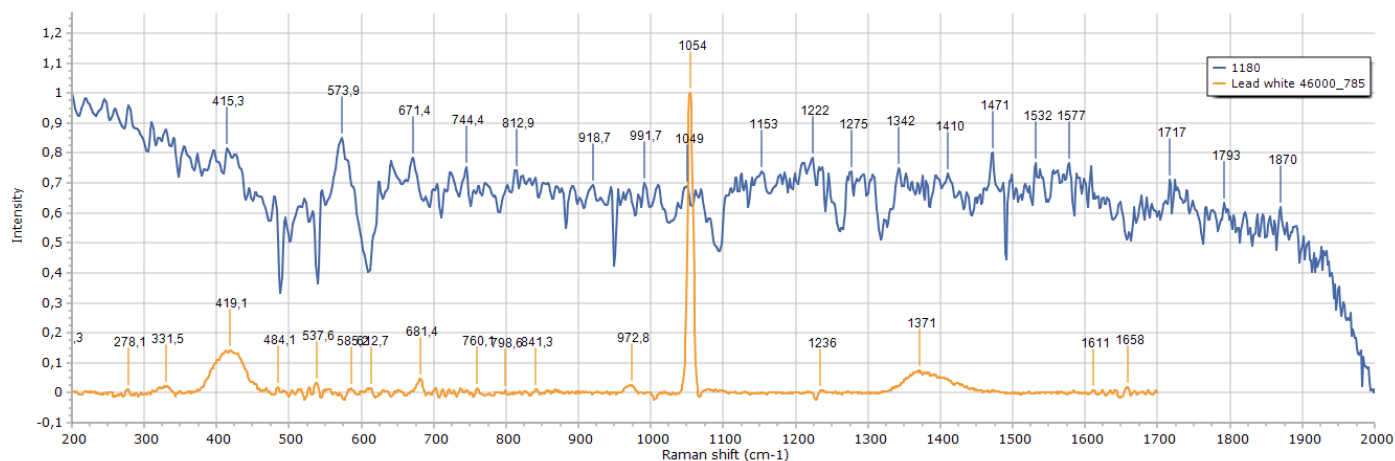
Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1179 ΚΙΤΡΙΝΟ 	Ti, Ca, Fe, Mn Ni, Zn, As, Pb	278, 426 , 572, 670, 723 , 812 , 892, 991, 1049, 1185 , 1223 , 1343, 1471, 1532, 1578 , 1716, 1793, 1870	240w(sh); 246w; 300m; 387s; 416 m; 482w; 551w; 1008s	210, 247, 304, 408, 468, 556, 611, 651, 709 , 751, 812 , 846, 919, 1009, 1119, 1185 , 1231 , 1426, 1492, 1582	Yellow ochre , goethite (Fe ₂ O ₃ .H ₂ O) + clay + silica 240w



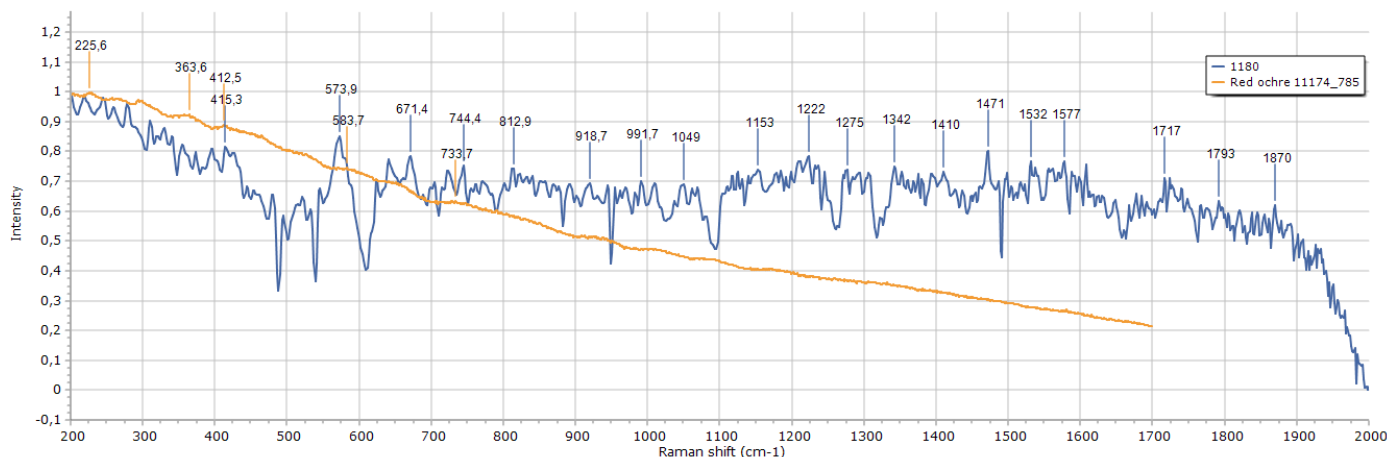
Φάσμα μέτρησης 1179 σε σύγκριση με φάσμα του yellow ochre (Checker).

Πίνακας 5.5.15

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1180 POZ 	Ti, Ca, Fe, Mn Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb	<u>415</u> , <u>573</u> , <u>671</u> , 744, <u>812</u> , 918, 991, <u>1049</u> , 1153, <u>1222</u> , 1275, 1342, 1410, 1471, 1532, 1577, 1717, 1793, 1870	<u>667</u> vw; <u>665</u> vw; <u>687</u> vw; 829vw; <u>1050</u> vs	116, 191, 278, 331, <u>419</u> , 484, 537, <u>585</u> , 612, <u>681</u> , 760, <u>798</u> , 841, 972, <u>1054</u> , <u>1236</u> , 1371, 1611, 1658	Lead white , basic lead(II) carbonate $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})$
			220vs; 286vs; <u>402</u> m; 491w; 601w	144, 225, 363, <u>412</u> , <u>583</u> , <u>733</u>	Red earths / red ochre , iron(III) oxide chromophore (Fe_2O_3 + clay + silica)




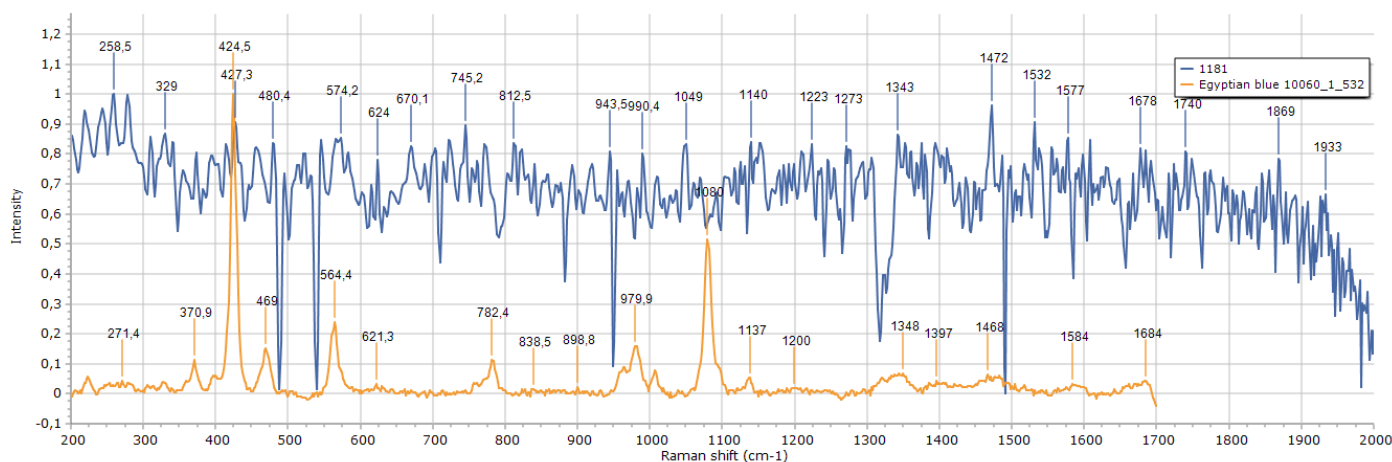
Φάσμα μέτρησης 1180 σε σύγκριση με φάσμα του lead white (Checker).



Φάσμα μέτρησης 1180 σε σύγκριση με φάσμα του red ochre (Checker).

Πίνακας 5.5.16

Αριθμός – Χρώμα – Σημείο μέτρησης	Πειραματικά αποτελέσματα XRF	Πειραματικά αποτελέσματα Raman – peaks cm-1	Raman peaks database UCL (CLARK)	Raman peaks Database Checker	Ταυτοποίηση χρωστικών – Χημικός τύπος
1181 ΜΠΑΕ 	Ti, Ca , Fe , Mn Ni, Cu , Zn, As, Pb	258 , 329, 427 , 480 , 574 , 624 , 670, 745, 812, 943, 990 , 1049, 1140 , 1223, 1273, 1343 , 1472 , 1532, 1577 , 1678 , 1740, 1869, 1933	114m; 137m; 200w; 230w; 358m; 377m; 430 vs; 475 m(sh); 571 w; 597vw; 762w; 789w; 992 w; 1012w; 1040 w; 1086s	112, 158, 271 , 370, 424 , 469 , 564 , 621 , 782, 838, 898, 979 , 1080, 1137 , 1200, 1348 , 1397, 1468 , 1584 , 1684 *532nm	Egyptian blue , calcium copper(II) silicate, CaCuSi 4O10



Φάσμα μέτρησης 1181 σε σύγκριση με φάσμα του Egyptian blue (Checker).

Κεφάλαιο 6^ο

Αποτελέσματα έρευνας Ταυτοποίηση χρωστικών

6.1 Οι χρωστικές της πήλινης γραπτής σαρκοφάγου MA4500

Στην πήλινη γραπτή σαρκοφάγο κλαζομενιακού τύπου MA4500 (500 π. X.) η καλή διατήρηση της παράστασης στην βάση με τα έντονα και τα παχύρρευστα χρωματικά στρώματα μας βοηθάει να κατανοήσουμε σε βάθος την τεχνική των χρωμάτων που χρησιμοποιούσαν οι ντόπιοι καλλιτέχνες. Τα βασικά χρώματα που διασώζει η σαρκοφάγος είναι το λευκό, το κίτρινο, το κόκκινο, το ιώδες και το μαύρο. Ο καλλιτέχνης δεν χρησιμοποιεί αυτούσιες τις χρωστικές αλλά τις αναμιγνύει πάντα με άλλες για να πετύχει τις αποχρώσεις που επιθυμεί, δίχως να δημιουργεί την αίσθηση κάποιας χρωματικής ποικιλίας.

Το βάθος της παράστασης στην βάση και των φυτικών μοτίβων στα σωζόμενα χείλη της σαρκοφάγου φαίνεται να αποτελεί και το υπόστρωμα πάνω στο οποίο αναπτύχθηκε η ζωγραφική. Έχει ένα κιτρινωπό προς το λευκό χρώμα και από τις μετρήσεις (πίν. 5.2.2, 5.2.7) ταυτοποιήθηκε η χρήση της **κίτρινης ώχρας** σε μίξη με το λευκό του μολύβδου. Ο ασβέστης (Ca) και ο μόλυβδος (Pb) ανιχνεύονται σε υψηλά ποσοστά στις μετρήσεις αυτές. Η ανάμιξη της κίτρινης ώχρας με λευκή χρωστική για το βάθος των παραστάσεων μας είναι ήδη γνωστή στην ζωγραφική από τα τέλη του 7^{ου} αι. π. X. στις γραπτές πήλινες πινακίδες του Θέρμου Αιτωλίας¹¹⁴. Επίσης, το εσωτερικό της σαρκοφάγου έχει ζωγραφιστεί με λευκό-κίτρινο χρώμα, όπου έχουμε πάλι μίξη του **λευκού του μολύβδου** με την κίτρινη ώχρα (πίν. 5.2.8, 5.2.9).

Για το κόκκινο χρώμα (πίν. 5.2.1) το οποίο συναντάμε μόνο μια φορά στα αυτιά του λαγού αποδοσμένα με σκιαγραφία (εικ. 7) έχει χρησιμοποιηθεί η **κόκκινη ώχρα**. Το κόκκινο της ώχρας, ωστόσο, δεν χρησιμοποιήθηκε μόνο ως αυτόνομη χρωστική αλλά και ως μίξη με άλλα χρώματα. Το χρώμα το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί για τις μορφές των κυνηγόσκυλων (εικ. 7) αποτελείται από την ανάμιξη του **μπλε της Αιγύπτου** με το κόκκινο της ώχρας για να αποδώσουν ένα χρώμα προς το καστανό. Και στις δύο μετρήσεις (πίν. 5.2.3, 5.2.5) ανιχνεύθηκαν ο σίδηρος (Fe) και ο χαλκός (Cu) που επιβεβαιώνουν τις ταυτίσεις από τα φάσματα Raman. Το μπλε θα χρησιμοποιήθηκε για να δώσει σκοτεινότερους τόνους. Αν και η χρήση των μπλε χρωστικών σε κεραμικό υπόστρωμα (όπου χρησιμοποιούνταν βασικά γαιώδη χρώματα) είναι ασυνήθιστη, δεν είναι άγνωστη στην περιοχή των Αβδήρων, καθώς έχει ανευρεθεί πήλινο γραπτό τμήμα ανωδομής (5ος π. X. αι.) όπου έχει εφαρμοστεί μπλε χρωστική σε συνδυασμό με άλλα χρώματα. Η ανάμιξη των δύο αυτών χρωμάτων φαίνεται παράξενη, ωστόσο, μας είναι γνωστή από τα την ταφική ζωγραφική της Ποσειδωνίας¹¹⁵. Ο καλλιτέχνης πιθανότατα να ήταν γνώστης των τεχνικών αυτών που κυκλοφορούσαν σε όλο τον αρχαίο κόσμο και να τις εφάρμοσε στην πήλινη σαρκοφάγο, εξ' άλλου διαφαίνεται και

¹¹⁴ Πλάντζος 2018, σελ. 81.

¹¹⁵ Ferrari et al. 2018, σελ. 831.

στην τεχνοτροπία της παράστασης επιρροή του από την μνημειακή ζωγραφική (βλέπε σελ. 12).

Για τις καστανές γραμμές που συναντάμε στο κάτω μέρος της παράστασης του κυνηγιού (ίσως να αποτελούν δηλωτικά στοιχεία του τοπίου) χρησιμοποιήθηκε το κόκκινο της ώχρας αναμεμιγμένο με μαύρο των οστών (πίν. 5.2.4). Το μαύρο χρώμα έχει χρησιμοποιηθεί στα φυτικά και γεωμετρικά μοτίβα στα χείλη της σαρκοφάγου (εικ. 6). Η μέτρηση (πίν. 5.2.6) που έγινε εκεί υπέδειξε την χρήση του **μαύρου των οστών**.

6.2 Οι χρωστικές της πήλινης γραπτής σαρκοφάγου MA6922

Στην πλούσια γραπτή διακόσμηση της πήλινης γραπτής σαρκοφάγου κλαζομενειακού τύπου MA6922 (480-470 π. Χ.) έχουν εντοπιστεί αρκετές χρωστικές, που χρησιμοποιούνται είτε ως αυτούσιες είτε ως μίξη με άλλα χρώματα για την επίτευξη των ενδιάμεσων χρωματικών τόνων και των διαβαθμίσεων που επιθυμούσαν. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν τα επίθετα χρώματα, τα οποία εφαρμόστηκαν μετά την διαδικασία ψησίματος και χρησιμοποιήθηκαν για την απόδοση λεπτομερειών. Γενικά τα χρώματα που εντοπίστηκαν είναι το λευκό, το κόκκινο, το ιώδες, το καφέ, το πορτοκαλέρυθρο και το μαύρο. Όλες οι χρωστικές προέρχονται από γαιώδη χρώματα ανθεκτικά στην φωτιά (για τεχνική σαρκοφάγου βλ. σελ. 15) με αποτέλεσμα να αντέχουν περισσότερο στην καταπόνηση και στις χημικές αντιδράσεις.

Στις μετρήσεις που έγιναν για τις λευκές χρωστικές (πίν. 5.3.1, 5.3.4) ταυτοποιήθηκε το **λευκό του μολύβδου** και ο **γύψος**, καθώς πέρα από τις υψηλές συγκεντρώσεις του ασβεστίου (Ca) υπάρχει και ο μόλυβδος (Pb) στα στοιχεία που ανιχνεύθηκαν. Η παρουσία του γύψου πιθανότατα να οφείλεται από την ανάγκη για καλύτερη συνδεσιμότητα της ζωγραφικής πάνω στο κεραμικό υπόστρωμα, αποτελώντας την βάση που εφαρμόστηκε η κύρια χρωστική. Το βάθος που υπάρχει πίσω από τα φυτικά και γεωμετρικά μοτίβα στο δεξιό χείλος της σαρκοφάγου (εικ. 9) εντοπίζεται ένα κιτρινόλευκο χρώμα. Στην μέτρηση (πίν. 5.3.11) που έγινε διαπιστώθηκε η χρήση τόσο του λευκού του μολύβδου όσο και της **κίτρινης ώχρας**. Όπως προαναφέραμε, η τεχνική αυτή γνωστή από τον 7^ο αι. θα πρέπει να ήταν διαδεδομένη στην ζωγραφική που εφαρμόζονταν σε πήλινο υπόστρωμα κατά την αρχαιότητα.

Για το καθαρό κόκκινο χρώμα που συναντούμε για την απόδοση των λεπτομερειών στα ενδύματα των μορφών έχει χρησιμοποιηθεί ως κύρια χρωστική η **κόκκινη ώχρα** (πίν. 5.3.3). Σε μία μέτρηση από κόκκινο (πίν. 5.3.5) ανιχνεύθηκαν υψηλά ποσοστά αρσενικού (As) συγκριτικά με άλλες υποδηλώνοντας και την χρήση της **κόκκινης σανδαράχης**. Κόκκινο χρώμα υπάρχει και στο εσωτερικό της σαρκοφάγου. Η μέτρηση (5.3.14) εκεί έδειξε την αποκλειστική χρήση του **κόκκινου του μολύβδου**, αφού ανιχνεύθηκε και υψηλό ποσοστό του μολύβδου (Pb) σε σχέση με τα άλλα κόκκινα. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι για το εσωτερικό της σαρκοφάγου, που απλά βάφτηκε με κόκκινο χρώμα, χρησιμοποιήθηκε διαφορετική χρωστική από τον γραπτό εξωτερικό διάκοσμό της. Γενικά, η χρήση τέτοιων γαιωδών χρωμάτων ως επίθετα χρώματα στην κεραμική ήταν ευρέως διαδεδομένη στον αρχαίο κόσμο¹¹⁶.

¹¹⁶ Scheibler 2018, σελ. 117.

Στο ιωνικό κυμάτιο που κοσμεί το πάνω μέρος της κύριας παράστασης (εικ. 10) στην μετόπη της σαρκοφάγου συναντούμε δύο ειδών χρώματα, ένα σκούρο κόκκινο και ένα βαθύ ιώδες. Και τα δύο δεν αποτελούν αυτούσιες χρωστικές, αλλά προέρχονται από μίξη δύο ή περισσότερων χρωστικών. Στην μέτρηση που έγινε στο σκούρο κόκκινο (πίν. 5.3.8) ταυτοποιήθηκαν το **κόκκινο της ώχρας**, το μπλε της Αιγύπτου και το **μαύρο των οστών**. Οι υψηλές συγκεντρώσεις του χαλκού (Cu), του ασβεστίου (Ca) και του σιδήρου (Fe) επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα. Αν και δεν αναμέναμε την χρήση του κυανού της Αιγύπτου, εν τούτοις θα χρησίμευσε για να δώσει ένα σκοτεινότερο τόνο στο κόκκινο, όπως και το μαύρο των οστών. Αυτό το επιβεβαιώνει και η μέτρηση στο ιώδες χρώμα (πίν. 5.3.7) όπου ταυτοποιήθηκε πάλι το **μπλε της Αιγύπτου** σε ανάμιξη με το κόκκινο της ώχρας για να πετύχουν την απόχρωση αυτή, δίχως την παρουσία κάποιας μαύρης χρωστικής. Μίξη μπλε της Αιγύπτου με μαύρο του άνθρακα έχει βρεθεί σε τοιχογραφία του κιβωτιόσημου τάφου από την Πέλλα¹¹⁷. Πιθανόν ο καλλιτέχνης να γνώριζε τέτοιες πρακτικές και να τις εφάρμοσε και εδώ. Το μπλε της Αιγύπτου σε μια τέτοια πλούσια γραπτή διακόσμηση είναι δικαιολογημένη.

Στην παράσταση μάχης ανδρικής μορφής με τερατόμορφο ερπετό (έχει καταστραφεί σχεδόν όλη) όπως και στις λεπτομέρεια της χαίτης του λιονταριού από την ζωφόρο (εικ. 11) υπάρχει καστανό χρώμα. Στις μετρήσεις που έγιναν στα σημεία αυτά (5.3.16, 5.3.17) ταυτοποιήθηκαν από τα φάσματα η ύπαρξη του **μαύρου της αιθάλης** (λιγνύς λυχνίων) και της **ψημμένης όμπρας**. Η μίξη αυτών των δύο χρωστικών θα μπορούσε να γίνει για να πετύχει ο καλλιτέχνης ένα σκούρο καστανό χρώμα. Το γεγονός όμως ότι δεν έχει βρεθεί ψημμένη όμπρα σε κάποιο άλλο σημείο του σαρκοφάγου, ούτε συναντούμε αντίστοιχη περίπτωση σε παράλληλα έργα, μας κρατά επιφυλακτικούς για την χρήση της.

Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και στα σημεία που εντοπίζεται πορτοκαλέρυθρο χρώμα. Πιθανότατα όμως να αποτελεί το χρώμα του πηλού (κεραμικό υπόστρωμα). Θεωρήσαμε αναγκαίο να εξετασθεί η ύπαρξη ή μη κάποιας χρωστικής στα σημεία αυτά. Τα αποτελέσματα (πίν. 5.3.2, 5.3.6,) έδειξαν την χρήση της κόκκινης και της **κίτρινης ώχρας**, ενώ σε μία μέτρηση (πίν. 5.3.15) οι κορυφές του φάσματος ταυτίστηκαν απόλυτα και με τον **κρόκο**. Η χρήση σιδηρούχων χρωστικών πάνω στο πήλινο υπόστρωμα δεν μας είναι άγνωστη. Πριν το ψήσιμο, οι τεχνίτες επάλειφαν τα σημεία των επιφανειών που προορίζονταν να διακοσμηθούν με μια λεπτή στρώση διαλύματος πηλού που περιείχε κόκκινη ή κίτρινη ώχρα. Από την άλλη ο σίδηρος (Fe) που ανιχνεύθηκε δεν αποκλείεται να προέρχεται από τον πλούσιο σε σίδηρο πηλό που έχει χρησιμοποιηθεί. Όσον αφορά την χρήση κρόκου θα πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί, καθώς ελλείπει ερευνών δεν γνωρίζουμε αντίστοιχα παραδείγματα εφαρμογής του σε πηλό.

Για τα μαύρα χρώματα που υπάρχουν στην σαρκοφάγο οι μετρήσεις (πίν. 5.3.9, 5.3.10, 5.3.12, 5.3.13) ταυτοποίησαν μια μόνο χρωστική, το **μαύρο των οστών**. Το μαύρο χρώμα αποτελεί ουσιαστικά το υάλωμα που απέκτησαν οι περιοχές εκείνες, που είχαν απλωθεί με διάλυμα πηλού, μετά την διαδικασία της όπτησης κατά το ψήσιμο της σαρκοφάγου¹¹⁸. Ωστόσο, η ύπαρξη του μαύρου των οστών, που επιβεβαιώνεται από την ανίχνευση του ασβεστίου (Ca) μάλλον είχε χρησιμοποιηθεί σαν δεύτερη επάλειψη (δεύτερο χέρι) για να

¹¹⁷ Μανιάτης κ.ά. 2007, σελ. 170.

¹¹⁸ Νοδάρου 2010, σελ. 68.

αποκτήσει έντονο χρώμα το υάλωμα που θα είχε ξεθωριάσει μετά το ψήσιμο. Η πρακτική αυτή μας είναι γνωστή κυρίως στην κεραμική που προορίζονταν για νεκρική λατρεία¹¹⁹.

6.3 Οι χρωστικές στον κιβωτιόσχημο τάφο MA8138

Εκ πρώτης όψεως ο κιβωτιόσχημος τάφος MA8138 (τέλη 4^{ου}-αρχές 3^{ου} αι. π. Χ.) φαίνεται να έχει επιχρισθεί αποκλειστικά με κονιάματα λευκού χρώματος. Ωστόσο, αν εξετάσει κανείς καλύτερα το ταφικό μνημείο θα παρατηρήσει υπολείμματα χρωμάτων, όπως το μαύρο και το πορτοκαλί, τα οποία έχουν υποστεί αλλοιώσεις στην μορφή τους λόγω της εκτεταμένης καταστροφής και κατ' επέκταση της κακής διατήρησης του κονιάματος του τάφου.

Ζωγραφική επιφάνεια του τάφου αποτέλεσε η τελευταία στρώση του κονιάματος, όπου φαίνεται να αποτελείται από μαρμαροκονίαμα, ένα είδος κονιάματος από ασβέστη αναμεμειγμένο με μαρμαρόσκονη, για ανθεκτικότητα ώστε να μην δημιουργηθούν μετέπειτα ρωγμές σ' αυτή. Θα πρέπει να εξεταστεί αν οι πρώτες στρώσεις του κονιάματος αποτελούνταν από αμμοκονίαμα, όπως συνηθίζονταν. Η ανάλυση του κονιάματος (πίν. 5.4.5) έδειξε ότι για την κατασκευή του κύριο συστατικό αποτέλεσε ο **γύψος**, όπως ταυτίστηκε από τις κορυφές Raman και το μεγάλο ποσοστό ασβεστίου (Ca) που ανιχνεύθηκε. Σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν υπάρχουν υψηλές τιμές του ασβεστίου που προέρχονται από αυτό το ασβεστιτικό υπόστρωμα, υποδεικνύοντας την χρήση της νωπογραφίας (fresco), όπου οι χρωστικές απλώνονταν πάνω στο νωπό ακόμα κονίαμα για να πραγματοποιηθεί η απαραίτητη σύνδεση μ' αυτό, δίχως να απαιτείται η χρήση κάποιου άλλου συνδετικού υλικού (για τεχνική βλ. σελ. 23). Η χρήση αυτής της γρήγορης τεχνικής ήταν επιβεβλημένη καθώς το μνημείο θα πρέπει να κατασκευάστηκε τουλάχιστον μια μέρα πριν γίνει η ταφή.

Για την απόδοση του λευκού χρώματος έχει χρησιμοποιηθεί το **λευκό του μολύβδου**, καθώς στην μέτρηση (πίν. 5.4.2) που έγινε στο σημείο με λευκή χρωστική ανιχνεύθηκαν υψηλά ποσοστά ασβεστίου (Ca) και μολύβδου (Pb). Το λευκό του μολύβδου, ωστόσο, δεν χρησιμοποιήθηκε μόνο ως αυτόνομη χρωστική αλλά και ως μίξη με άλλα χρώματα. Χρήση της χρωστικής αυτής έχει ταυτοποιηθεί και σε κιβωτιόσχημο τάφο από την Πέλλα για την απόδοση του καθαρού λευκού χρώματος¹²⁰.

Αναλύσεις έγιναν και στα σημεία εκείνα του ζωγραφικού στρώματος τα οποία παρουσιάζουν μια πορτοκαλί - καφέ απόχρωση. Η πορτοκαλί αυτή απόχρωση πάνω στο λευκό κονίαμα ίσως και να αποτελεί αργλικές επικαθίσεις. Ωστόσο, στην μέτρηση που πραγματοποιήθηκε (5.4.3) οι κορυφές των φασμάτων Raman και η ανίχνευση αρκετά υψηλών ποσοστών σιδήρου (Fe) σε σχέση με τα άλλα σημεία υποδεικνύουν την χρήση σιδηρούχας χρωστικής, της **κόκκινης ώχρας** σε ανάμιξη με το λευκό του μολύβδου και του **κρόκου**. Η ύπαρξη λευκού του μολύβδου για αραίωση της κόκκινης ώχρας έχει διαπιστωθεί και πάλι στον κιβωτιόσχημο τάφο από την Πέλλα¹²¹, ενώ ο κρόκος θα μπορούσε να είχε χρησιμοποιηθεί για να δώσει μια απόχρωση ανοικτού πορτοκαλί.

Στον τάφο ανιχνεύθηκαν και υπολείμματα μαύρου χρώματος (εικ. 15), κυρίως στα κατώτερα τμήματά του και δυστυχώς αρκετά κατεστραμμένα, τα οποία φαίνεται, χωρίς να είναι βέβαιο, να ακολουθούν κάποια σχεδιαστική ακολουθία που δεν γίνεται εύκολα

¹¹⁹ Scheibler 2015, σελ. 117.

¹²⁰ Μανιάτης κ.ά 2007, σελ. 167-168

¹²¹ Μανιάτης κ.ά. 2007, σελ. 145.

αντιληπτή. Από αυτά πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις (πίν. 5.4.1, 5.4.4). Τα αποτελέσματα έδειξαν την ύπαρξη **μαύρου της αιθάλης** (lamp black), το οποίο θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι χρησιμοποιήθηκε για τον πιθανό σχεδιασμό γεωμετρικών ή φυτικών μοτίβων τα οποία δεν θα ήταν εμφανή στις μέρες μας λόγω της εκτεταμένης καταστροφής.

6.4 Οι χρωστικές στον κιβωτιόσχημο τάφο MA8137

Η ζωγραφική διακόσμηση του κιβωτιόσχημου τάφου MA8137 (τέλη 4^{ου}-αρχές 3^{ου} αι. π. Χ.) αποτελείται από τρεις βασικές χρωματικές ζώνες: α) το άνω τμήμα του τάφου έχει μια ζώνη με λευκό χρώμα, β) το μεσαίο τμήμα όπου υπάρχει μια ζώνη κόκκινου χρώματος σε διάφορες διαβαθμίσεις που φθάνουν μέχρι το ροζ, και γ) το κατώτερο τμήμα με μια ζώνη λευκού χρώματος πάνω στην οποία συναντάμε μαύρα, μπλε και κίτρινα υπολείμματα χρωστικών. Από την ύπαρξη τόσων χρωμάτων στην τελευταία ζώνη θα μπορούσαμε να υποθέσουμε κάποια διάθεση για σχέδιο από τον καλλιτέχνη που περιέτρεχε όλο τα τοιχώματα του τάφου, όπως γνωρίζουμε από παράλληλα έργα της εποχής.

Για την απόδοση του λευκού χρώματος (πίν. 5.5.4, 5.5.5) διαπιστώθηκε η χρήση του **λευκού του μολύβδου**, καθώς βρέθηκαν συγκεντρώσεις του μολύβδου (Pb), σε μίξη με **ασβεστίτη** (κιμωλία), σύμφωνα και με τις κορυφές των φασμάτων. Η χρήση του ασβεστίτη για το λευκό χρώμα έχει ανιχνευτεί και στον μακεδονικό τάφο στον Άγιο Αθανάσιο¹²². Επιπρόσθετα, σε μία μέτρησή μας (πίν. 5.5.11) διαπιστώθηκε η ύπαρξη **γύψου**. Θα πρέπει να ανιχνεύθηκε από το υποκείμενο ασβεστιτικό υπόστρωμα, πιθανόν εκεί να χρησιμοποιήθηκε γύψος. Επίσης, το ποσοστό του ασβεστίου (Ca) που ανιχνεύθηκε σε όλες τις μετρήσεις του τάφου υποδηλώνει την χρήση της νωπογραφίας (fresco), την εφαρμογή δηλαδή της χρωστικής όταν ήταν ακόμα νωπό το υπόστρωμα (υψηλής περιεκτικότητας σε ασβέστη) και εμποτίζονταν σε αυτό. Όπως είπαμε, η τεχνική της νωπογραφίας χρησιμοποιήθηκε για γρήγορα αποτελέσματα, καθώς τέτοιου είδους μνημεία ετοιμάζονταν σχετικά γρήγορα πριν την ταφή.

Τα φάσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις (πίν. 5.5.1, 5.5.2, 5.5.6, 5.5.7, 5.5.13) ταυτοποίησαν ότι για το κόκκινο χρώμα χρησιμοποιήθηκε σε ολόκληρο τον τάφο η **κόκκινη όχρα**, με τις υψηλές συγκεντρώσεις του σιδήρου (Fe) να το επιβεβαιώνουν. Για την απόδοση του ροζ χρώματος (πίν. 5.5.8, 5.5.12, 5.5.15) ο καλλιτέχνης χρησιμοποίησε την κόκκινη όχρα σε ανάμιξη με το λευκό του μολύβδου, η ύπαρξη μολύβδου (Pb) το επιβεβαιώνει, ώστε να απαλύνει το έντονο κόκκινο χρώμα πετυχαίνοντας μια πιο παστέλ απόχρωση. Έρευνες σε κιβωτιόσχημους τάφους της ίδιας περιόδου από την Ποσειδωνία (Paestum) της Κάτω Ιταλίας δείχνουν ότι και εκεί για το κόκκινο και το ροζ χρώμα έχει χρησιμοποιηθεί ως χρωστική αποκλειστικά η κόκκινη όχρα¹²³. Φαίνεται ότι αποτελούσε μια φθηνή επιλογή σ' όλο τις περιοχές του αρχαίου κόσμου και ιδιαίτερα στην περίπτωση των Αβδήρων όπου βρίσκονταν πολύ κοντά στο ορυχείο όχρας της Θάσου, το οποίο λειτουργούσε από τα προϊστορικά χρόνια.

Για το μπλε χρώμα (πίν. 5.5.9, 5.5.10, 5.5.16) χρησιμοποιήθηκε η τεχνητή χρωστική **μπλε της Αιγύπτου**. Στις μετρήσεις αυτές έχουν ανιχνευθεί υψηλά ποσοστά χαλκού (Cu) και

¹²² Τσιμπίδου-Αυλωνίτη, Μπρεκουλάκη 2002, σελ. 123.

¹²³ Ferrari et al. 2018, σελ. 830- 381.

ασβεστίου (Ca), ενώ υπάρχει και ταύτιση των κορυφών όλων των φασμάτων με αυτά των βάσεων δεδομένων. Σε όλα τα μπλε σημεία του ταφικού μνημείου έχει χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά το μπλε της Αιγύπτου. Το ίδιο και στους τάφους της Ποσειδωνίας όπου έχει ταυτοποιηθεί το αιγυπτιακό μπλε ως η μόνη χρωστική για την απόδοση του μπλε χρώματος, με την εφαρμογή της να περιορίζεται σε τάφους πλούσιων οικογενειών¹²⁴. Επομένως, η χρήση της χρωστικής και στην περίπτωση των Αβδήρων πρέπει να θεωρηθεί δαπανηρή και συναντάται μόνο σε πλούσιες ταφές, εξ' αιτίας της δύσκολης παραγωγής της ή της περιορισμένης εμπορικής δραστηριότητας.

Κατά την ανάλυση των φασμάτων στο σημείο με το κίτρινο χρώμα (5.5.14) που εντοπίστηκε στα κατώτερα τμήματα του τάφου διαπιστώθηκε η χρήση της **κίτρινης ώχρας** (γκαιίτη). Η ανίχνευση υψηλών τιμών του σιδήρου (Fe) στην μέτρηση αυτή μας το επιβεβαιώνει. Υπάρχει, ωστόσο, μια περίπτωση το κίτρινο χρώμα να πρόκειται για αργλικές επικαθίσεις και όχι απαραίτητα για την σιδηρούχα χρωστική που πιθανόν έχει χρησιμοποιηθεί. Η κίτρινη ώχρα είναι μια κοινή, ευρέως διαδεδομένη και οικονομική χρωστική της αρχαιότητας που η χρήση της αφθονεί στην ζωγραφική διακόσμηση. Στον μακεδονικό τάφο στην περιοχή του Φοίνικα, σε ολόκληρα τα τοιχώματα του ταφικού θαλάμου, έχει εφαρμοστεί η κίτρινη ώχρα¹²⁵.

Η μέτρηση (πίν. 5.5.3) στο σημείο με μαύρο χρώμα υπέδειξε το **μαύρο του άνθρακα** οργανικής καύσης, πιθανότατα από ελεφαντοστό (ivory black). Στο συμπέρασμα αυτό μας βοήθησε η ύπαρξη ασβεστίου (Ca) και ο συσχετισμός των κορυφών του φάσματος με αυτό αντίστοιχης χρωστικής. Η χρήση, αν και περιορισμένη, είναι επιβεβαιωμένη στους τάφους της Ποσειδωνίας¹²⁶.

¹²⁴ Ferrari et al. 2018, σελ. 831.

¹²⁵ Τσιμπίδου-Αυλωνίτη, Μπρεκουλάκη 2002, σελ. 120.

¹²⁶ Ferrari et al. 2018, σελ. 832.

6.5 Η χρωματική παλέτα των καλλιτεχνών

Χρώμα	Χρωστικές
Κιτρινόλευκο	Λευκό του Μολύβδου (Lead white) + Κίτρινη Ώχρα (Yellow ochre)
Κόκκινο	Κόκκινη Ώχρα (Red ochre)
Σκούρο καστανό	Μπλε της Αιγύπτου (Egyptian blue) + Κόκκινη Ώχρα (Red ochre)
Μαύρο	Μαύρο των Οστών (Bone black)

Παράρτημα 6.5.1

Χρωστικές σε σαρκοφάγο MA4500.

Χρώμα	Χρωστικές
Λευκό	Λευκό του Μολύβδου (Lead white) Γύψος (Gypsum)
Κόκκινο	Κόκκινη Ώχρα (Red ochre) Κόκκινη Σανδαράχη (Reaglar) Κόκκινο του Μολύβδου (Red lead)
Σκούρο Κόκκινο	Μπλε της Αιγύπτου (Egyptian blue) + Κόκκινη Ώχρα (Red ochre) + Μαύρο των Οστών (Bone black)

Πορτοκαλί
(Κεραμικό υπόστρωμα;)

Κόκκινη Ωχρα (Red ochre)
+
Κίτρινη Ωχρα (Yellow ochre)
+
Κρόκος (Saffron)

Ιώδες

Μπλε της Αιγύπτου (Egyptian blue)
+
Κόκκινη Ωχρα (Red ochre)

Καστανό

Μαύρο της Αιθάλης (Lamp black)
+
Ψημένη Όμπρα (Burnt umber)

Μαύρο

Μαύρο των Οστών (Bone black)

Παράρτημα 6.5.2

Χρωστικές σε σαρκοφάγο MA6922.

Χρώμα

Χρωστικές

Λευκό

Λευκό Μολύβδου (Lead white)

Γύψος (Gypsum)
στο ζωγραφικό υπόστρωμα

Πορτοκαλί

Κόκκινη Ωχρα (Red ochre)
+
Λευκό Μολύβδου (Lead white)
+
Κρόκος (Saffron)

Μαύρο

Μαύρο της Αιθάλης (Lamp black)

Παράρτημα 6.5.3

Χρωστικές σε κιβωτιόσημο τάφο MA8138.

Χρώμα	Χρωστικές
Λευκό	Λευκό του Μολύβδου (Lead white) Ασβεστίτης/Κιμωλία (Chalk) Γύψος (Gypsum)
Κόκκινο	Κόκκινη Ώχρα (Red ochre)
Ροζ	Κόκκινη Ώχρα (Red ochre) + Λευκό του Μολύβδου (Lead White)
Μπλε	Μπλε της Αιγύπτου (Egyptian blue)
Μαύρο	Μαύρο του άνθρακα/Ελεφάντινον μέλαν (Ivory black)

Παράρτημα 6.5.4

Χρωστικές σε κιβωτιόσημο τάφο MA8137.

Επίλογος

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι στην ταφική ζωγραφική των αρχαίων Αβδήρων από τον 6ο έως τον 3ο π. Χ. αι. – δείγματα της οποίας μελετήθηκαν από χαρακτηριστικά ταφικά μνημεία – έχουν χρησιμοποιηθεί κατά βάση ανόργανες χρωστικές που προέρχονται από πετρώματα και ορυκτά, με εξαίρεση την τεχνητή χρωστική του μπλε της Αιγύπτου. Η χρωματική παλέτα των καλλιτεχνών αποτελείται από πέντε χρώματα: το λευκό, το κόκκινο, το κίτρινο, το μπλε και το μαύρο. Τα χρώματα αυτά τα χρησιμοποιούσαν είτε αυτούσια είτε ως ανάμιξη μεταξύ τους για να επιτευχθεί μια ανοιχτόχρωμη (πορτοκαλί, ροζ) ή σκουρότερη απόχρωση (καστανό, ιώδες). Οι χρωστικές οι οποίες χρησιμοποιούνται στα Άβδηρα φαίνεται να είναι ευρέως διαδεδομένες σ' ολόκληρη τις περιοχές της Μεσογείου, επιβεβαιώνοντας μια κοινή λειτουργία των περιοχών αυτών στην διάδοση των χρωματικών υλικών και τεχνικών. Βέβαια, η έντονη χρήση συγκεκριμένων χρωστικών εξαρτάται από την διαθεσιμότητα των χρωστικών στην περιοχή και τις προτιμήσεις των καλλιτεχνών ή των τοπικών εργαστηρίων σ' αυτή.

Τα δεδομένα από μια τέτοια μελέτη μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες για τις χρωστικές και τις καλλιτεχνικές τεχνικές που εφαρμόστηκαν γενικότερα στην αρχαιότητα. Η σύγκριση των πληροφοριών αυτών με άλλες περιοχές θα μπορούσε να παράσχει νέες πληροφορίες για το εμπόριο προϊόντων και την διάδοση ιδεών στον μεσογειακό χώρο, ενώ θα βοηθήσουν στο να κατανοήσουμε καλύτερα το πολιτιστικό υπόβαθρο της πόλεως των Αβδήρων.

Εν κατακλείδι, η εργασία αυτή αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση για τις χρωστικές και τις τεχνικές ζωγραφικής που χρησιμοποιήθηκαν στα ταφικά μνημεία της περιοχής των Αβδήρων με στόχο την μάθηση χρήσης των μεθόδων και την ανάλυση των αποτελεσμάτων τους και ως εκ τούτου χρειάζεται περαιτέρω μελέτη με την χρήση περισσότερων αναλυτικών μεθόδων που θα μας βοηθήσει να κατανοήσουμε όλα τα παραπάνω σε βάθος.

Βιβλιογραφία

1. Γκανέτσος Θ., *Εισαγωγή στις μη-καταστροφικές τεχνικές Φασματοσκοπίας*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Αθήνα 2016.
2. Δουλγερίδης Μ., *Υλικά και Τεχνικές της Ζωγραφικής στο πέρασμα του χρόνου*, Εκδόσεις Αγγελάκη, Αθήνα 2011.
3. Κακουλλή Ι., «Τεχνικές και υλικά ζωγραφικής διακόσμησης της ύστερης κλασικής και της Ελληνιστικής περιόδου: μια επισκόπηση της τεχνικής βιβλιογραφίας» στο *ΑΡΧΑΙΟ-ΥΛΙΚΑ: αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές αναλύσεις*, Λυριτζής Ι. και Ζαχαριάς Ν. (επιμ.), Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα 2010, σελ. 395 – 415.
4. Καλλιντζή Κ., «Εθιμα ταφής στα αρχαία Άβδηρα: ταφικές πρακτικές και εθιμικές πράξεις από τα μέσα του 6^{ου} έως τα μέσα του 3^{ου} αι. π. Χ.» στο *Αρχαία Θράκη*, Δ. Τριαντάφυλλος, Δ. Τερζοπούλου (επιμ.), Μορφωτικός Όμιλος Κομοτηνής, Κομοτηνή 1997, τομ. 2, σελ. 807 – 839.
5. Καλλιντζή Κ., Τερζοπούλου Δ., «Άβδηρα» στο *Άβδηρα – Πολύστυλον: αρχαιολογικός οδηγός*, Π.Α.Μ.Θ., Αθήνα 2001, σελ. 12 – 61.
6. Καλλιντζή Κ., *Η χώρα των Αβδήρων: συμβολή στην αρχαιολογία και ιστορική τοπογραφία του νότιου τμήματος του νομού Ξάνθης*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος 2011.
7. Καλλιντζή Κ., «Επίθεση και άμυνα στην πόλη των Αβδήρων» στο *δινήσσα: τιμητικός τόμος για την Κατερίνα Ρωμοπούλου*, Π. Αδάμ-Βελένη, Κ. Τζαναβάρη (επιμ.), Θεσσαλονίκη 2012, σελ. 131-140.
8. Καλλιντζή Κ., *Τάφοι και σήματα από τα αρχαία Άβδηρα*, Τετράπτυχο φυλλάδιο περιήγησης της έκθεσης στον αρχαιολογικό χώρο Αβδήρων, ΥΠ.ΠΟ., 2014.
9. Καλλιντζή Κ., «Άβδηρα» στο *Αρχαιολογία: Μακεδονία – Θράκη*, Α. Βλαχόπουλος (επιμ.), Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα 2018, σελ. 498-501.
10. Καραπαναγιώτης Ι., *Ανόργανες Χρωστικές: διαχρονική χρήση, ανάλυση, προστασία*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Θεσσαλονίκη 2017.
11. Κατσαρός Θ., *Χρωματολογία Θεοφράστου του Ερέσιου: Αναλύσεις - ταυτοποίηση - συμβολή στην ανάδειξη έργων πολιτιστικής κληρονομιάς*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος 2009.
12. Κούη Μ., Χειλάκου Ε., Θεοδωρακέας Π., Δρίτσα Β., Αβδελίδης Ν., *Μη Καταστρεπτικές και Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Εξέτασης των Υλικών*, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Ε.Μ.Π., Αθήνα 2015.
13. Λεβίδης Α.Β., *Πλίνιος ο Πρεσβύτερος. Περί της αρχαίας ελληνικής ζωγραφικής. 35ο βιβλίο της Φυσική Ιστορίας*, Εκδόσεις Άγρα, Αθήνα 2009².
14. Μανιάτης Γ., Σακελλάρη Χ., Καβουσανάκη Δ., Μίνως Ν., «Φυσικοχημικός χαρακτηρισμός χρωστικών από τον κιβωτιόσχημο τάφο της Πέλλας» στο *Κιβωτιόσχημος τάφος με ζωγραφική διακόσμηση από την Πέλλα*, Λιλιμπάκη – Ακαμάτη Μ. (επιμ.), ΥΠ. ΠΟ., Θεσσαλονίκη 2007.

15. Μπίκα Δ., *Μελέτη της πολυχρωμίας της Αρχαϊκής γλυπτικής*, Διδακτορική διατριβή, Ε.Κ.Π.Α., Αθήνα 2015.
16. Νοδάρου Ε., «Ανάλυση αρχαίας κεραμικής: χαρακτηρισμός, προέλευση, τεχνολογία» στο *ΑΡΧΑΙΟ-ΥΛΙΚΑ: αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές αναλύσεις*, Λυριτζής Ι. και Ζαχαριάς Ν. (επιμ.), Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα 2010, σελ. 63- 95.
17. Πλάντζος Δ., *Ελληνική τέχνη και Αρχαιολογία 1100-30π. Χ.*, Εκδόσεις Καπόν, Αθήνα 2011.
18. Πλάντζος Δ., *Η τέχνη της ζωγραφικής στον αρχαιοελληνικό κόσμο*, Εκδόσεις Καπόν, Αθήνα 2018.
19. Ράπτης Ι., *Συμπληρωματικές Σημειώσεις για το Εργαστήριο «Φασματοσκοπία Raman του μαθήματος «Μέθοδοι Χαρακτηρισμού Υλικών»*, Ε.Μ.Π., Αθήνα 2016.
20. Τριαντάφυλλος Δ., «Άβδηρα: ιστορικά στοιχεία» στο *Αρχαιολογία*, τομ. 13, Αθήνα 1984, σελ. 27-34.
21. Τριαντάφυλλος Δ., «Σαρκοφάγος κλαζομενιάκου τύπου από τα Άβδηρα της Θράκης» στο *Αρχαία Θράκη*, Δ. Τριαντάφυλλος, Δ. Τερζοπούλου (επιμ.), Μορφωτικός Όμιλος Κομοτηνής, Κομοτηνή 1997, τομ. 2, σελ. 741 – 770.
22. Τριαντάφυλλος Δ., «Θράκη. Ιστορικό και αρχαιολογικό περίγραμμα: Ιστορικοί χρόνοι» στο *Αρχαιολογία: Μακεδονία – Θράκη*, Α. Βλαχόπουλος (επιμ.), Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα 2018, σελ. 481-485.
23. Τσιμπίδου – Αυλωνίτη Μ. – Μπρεκουλάκη Χ., «Χρώμα και χρωστικές ουσίες, ύλη και εικόνα σε δύο ταφικά μνημεία της Μακεδονίας» στο *Color in ancient Greece. The Role of Color in Ancient Greek art and Architecture, 700 – 31 B.C.* Tiverios M. και Tsiafakis D. (επιμ.), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2002.
24. Χειλάκου Ε., *Η εφαρμογή των φασματοσκοπικών και μη καταστρεπτικών μεθόδων στο χαρακτηρισμό, τον έλεγχο της φθοράς και τη συντήρηση-αποκατάσταση ιστορικών έργων*, Διδακτορική διατριβή, Ε.Μ.Π., Αθήνα 2012.
25. Bell I. M., Clark R.J.H. and Christophe P. J.G., «Raman spectroscopic library of natural and synthetic pigments (pre- ≈ 1850 AD)» στο *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Vol. 53, 1997, σελ. 2159 – 2179.
26. Caggiani M.C., Cosentino A., Mangone A., «Pigments Checker version 3.0, a handy set for conservation scientists: A free online Raman spectra database» στο *Microchemical Journal*, Vol. 129, 2016, σελ. 123 – 132.
27. Graham J. A., «Abdera and Teos» στο *The Journal of Hellenic Studies*, The Society for the Promotion of Hellenic Studies, Λονδίνο 1992, τομ. 112, σελ. 44 – 73.
28. Larsen L., Coluzzi N., Cosentino A., «Free XRF spectroscopy database of pigments Checker» στο *International Journal of Conservation Science*, V. 7, Alexandru Ioan Cuza University, Publishing House 2016, σελ. 661 – 668.

29. Liritzis I., Zacharias N., «Portable XRF of Archaeological Artifacts: Current Research, Potentials and Limitations» στο *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, Shackley S.M. (επιμ.), Springer 2011.
30. Loukopoulou L., «Thrace from Nestos to Hebros» στο *An inventory of archaic and classical poleis*, Hansen M. H. και Nielsen T. H. (επιμ.), Oxford University Press, Λονδίνο 2004, σελ. 870 – 884.
31. Mahmoud H., *Study of the chromatic changes of the ancient pigments in some wall paintings in Egypt and the procedures of conservation*, Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 2009.
32. Scheibler I, *Αρχαία Ελληνική Ζωγραφική*, Χ. Καρβούνης (μτφρ.), Μ.Ι.Ε.Τ., Αθήνα 2015.
33. Ferrari G., Bosi G., Ansaloni I., Sala L., Pederzoli A., Baraldi P., Mussi L., Nannini M., Zannini P., Mazzanti M.B., « Images and colors from the tombs of Paestum: a multidisciplinary study of the pigments in the flora and fauna iconography» στο *Journal of Archaeological Science: Reports*, V. 20, 2018, σελ. 813 – 833.

Αρχαίες πηγές

Ηρόδοτος, Ιστορία, 1.168, 8.120.

Πλίνιος ο Πρεσβύτερος, Φυσική Ιστορία, 35^ο βιβλίο.

Πηγές εικόνων

Εικ. 2, 3, 4, 16 από φωτογραφικό αρχείο Εφορείας Αρχαιοτήτων Ξάνθης.

Εικ. 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 από τον ιστότοπο της Kremer pigments, <http://shop.kremerpigments.com/en/> (τελευταία επίσκεψη Σεπτέμβρης 2018).

Εικ. 27 από πανεπιστημιακές σημειώσεις της Παναγοπούλου Μ., Φυσικοχημικές τεχνικές ανάλυσης, κατάσταση διατήρησης, πρώτες ύλες – τεχνολογία κατασκευής έργων τέχνης, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, 2017.

Εικ. 28 από διδακτορική διατριβή της Μπίκα Δ., Μελέτη της πολυχρωμίας της Αρχαϊκής γλυπτικής, Ε.Κ.Π.Α., Αθήνα 2015.

Εικ. 29, 30 από διδακτορική διατριβή του Κατσαρού Θ., Χρωματολογία Θεοφράστου του Ερέσιου: Αναλύσεις - ταυτοποίηση - συμβολή στην ανάδειξη έργων πολιτιστικής κληρονομιάς, Ρόδος 2009.

Εικ. 31, 32 από πανεπιστημιακές σημειώσεις του καθ. Γκανέτσου Θ., Εισαγωγή στις μη-καταστροφικές τεχνικές Φασματοσκοπίας, ΠΜΣ Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Αθήνα 2016.