



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ - ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ ΤΗΣ
ΜΑΡΙΑΣ Π. ΜΠΡΑΤΙΤΣΗ

ΘΕΜΑ: ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ
ΖΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΜΕΣΩ
ΠΟΛΥΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Επιβλέπων Συμβουλευτικής Επιτροπής

- Στεφανάκης Εμμανουήλ Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Μέλη συμβουλευτικής Επιτροπής

- Καμπιώτη Αδαμαντία Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ιόνιο Πανεπιστήμιο
- Καρύδης Χρήστος Αναπληρωτής Καθηγητής Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Μέλη εξεταστικής επιτροπής

- Φραντζή Αικατερίνη Καθηγήτρια Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Μηνά Μαρία Επίκουρη Καθηγήτρια Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Κουσούλης Παναγιώτης Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Συρόπουλος Σπυρίδων Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΡΟΔΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



«Το έργο συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση του ανθρώπινου ερευνητικού δυναμικού μέσω της υλοποίησης διδακτορικής έρευνας» (MIS-5000432), που υλοποιεί το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ)»

«Η διδακτορική διατριβή υλοποιήθηκε με υποτροφία του ΙΚΥ η οποία χρηματοδοτήθηκε από την Πράξη «ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ» από πόρους του ΕΠ «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», 2014-2020

ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Επιβλέπων Συμβουλευτικής Επιτροπής:

- **Στεφανάκης Εμμανουήλ**, Καθηγητής τμήματος Μεσογειακών Σπουδών Πανεπιστημίου Αιγαίου

Μέλη Συμβουλευτικής Επιτροπής:

- **Καμπιώτη Αδαμαντία**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια τμήματος Περιβάλλοντος Ιονίου Πανεπιστημίου
- **Καρύδης Χρήστος**, Αναπληρωτής Καθηγητής τμήματος Περιβάλλοντος Ιονίου Πανεπιστημίου

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής:

- **Φραντζή Αικατερίνη**, Καθηγήτρια τμήματος Μεσογειακών Σπουδών Πανεπιστημίου Αιγαίου
- **Μηνά Μαρία**, Επίκουρη Καθηγήτρια τμήματος Μεσογειακών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- **Κουσούλης Παναγιώτης**, Καθηγητής τμήματος Μεσογειακών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- **Συρόπουλος Σπυρίδων**, Καθηγητής, τμήματος Μεσογειακών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι φορητές εικόνες στη διάρκεια των ετών, μπορεί να δεχθούν πλήθος επεμβάσεων, καθώς φθείρονται, μαυρίζουν ή γίνονται δυσανάγνωστες, που αφορούν στην χρωματική κάλυψη μέρους ή ολόκληρης της έκτασης της ζωγραφικής επιφάνειας τους, με μεταγενέστερη. Κατά τη συντήρηση μπορεί να αποκαλυφθούν αυτές οι υποκείμενες ζωγραφικές στρώσεις, ωστόσο η αποκατάστασή τους δεν είναι εύκολη, καθώς υπάρχουν πολλοί παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Μια επιζωγράφιση μπορεί να φέρει το συντηρητή σε δίλλημα, για το αν θα πρέπει ή όχι να την αφαιρέσει και να αποκαλύψει σημαντικά κρυμμένα στοιχεία, όπως υπογραφές καλλιτεχνών, χρονολογίες, ή άλλες σημαντικές λεπτομέρειες. Την απάντηση καλούνται να δώσουν τα τελευταία χρόνια οι μη καταστρεπτικές απεικονιστικές τεχνικές, σε μήκη κύματος πέραν του ορατού, αφού εμφανίζουν τα υποκείμενα χρωματικά στρώματα, χωρίς την αφαίρεση των υπερκείμενων, σε ασπρόμαυρες ωστόσο διαβαθμίσεις του γκριζου.

Η παρούσα διατριβή προσέγγισε το θέμα των επιζωγραφήσεων, μέσα από αδρότατη μελέτη των χρωμάτων που βρίσκονται στα υποκείμενα χρωματικά στρώματα, έρευνα πρωτόλεια στο πεδίο αυτό. Ανακαλύπτοντας τα συγγενή φάσματα υποκείμενων χρωματικών στρωμάτων όταν αυτά καλύπτονται από το ίδιο χρώμα, μελέτησε τις επιζωγραφήσεις, προσπαθώντας να αποκαλύψει τα χρώματα που υπόκεινται της υπερκείμενης ζωγραφικής επιφάνειας, χωρίς φυσικά την αφαίρεση της. Δημιουργήθηκε έτσι ένα πλήθος δεδομένων που αποτελούν μια βάση, για την ταυτοποίηση οποιουδήποτε υποκείμενου χρωματικού στρώματος φορητής εικόνας με την τεχνική της αυγοτέμπερας, μέσα από διαδικτυακή πλατφόρμα, έτοιμη για έκθεση της στον παγκόσμιο ιστό.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Επιζωγραφήσεις, Φορητές Εικόνες, Τεχνική Αυγοτέμπερας, Πολυφασματική Απεικόνιση, Hierarchical Cluster Analysis, Fractal Analysis, Διαστάσεις Πολυπλοκότητας, Interpolation, Ταυτοποίηση Υποκείμενων Χρωμάτων.

ABSTRACT

Portable icons are possibly under a serious of continuous and extended interventions over the years, mostly due to deteriorations, obscured or illegibility, concerning being repainted partly or entirely. During conservation these underlayers can be revealed, but restoring them can be difficult, as there are many factors to be considered. Conservators are facing dilemmas as whether to preserve these interventions or retrieve valuable hidden informations. In the last decades the evolution of non-distractive multispectral imaging techniques at wavelength areas beyond visible, has contributed to such uncertainties, as they reveal underpainted layers without removing the upperlayers, but in grey gradation images.

The current thesis refers to overpaintings, through a comprehensive research of under colors, a pioneering study. Discovering the relative spectrum of underlying colors as they are covered by the same upper color, studies the underlayered colors without of course removing the upper layers. A number of data was thus acquired, constituting a database for recognition of any hidden color of portable icon with the egg tempera technique, through a platform ready to be online at the world wide web.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευγνωμοσύνη εκφράζω στο ανθρώπινο δυναμικό του πανεπιστήμιου Αιγαίου, διδακτικό και διοικητικό και ειδικότερα στα μέλη της συνέλευσης του τμήματος Μεσογειακών σπουδών, για τις καίριες αποφάσεις, που συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση και παρουσίαση της παρούσας διατριβής.

Στην τριμελή συμβουλευτική επιτροπή θερμότατες ευχαριστίες, στον επόπτη καθηγητή Εμμανουήλ Στεφανάκη για τη συμβολή και υποστήριξη του και στα μέλη Καμπιώτη Αδαμαντία και Χρήστο Καρύδη για την βοήθεια και προσφορά τους.

Στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κα. Φραντζή Αικατερίνη, κα Μηνά Μαρία, κο Κουσούλη Παναγιώτη και κο Συρόπουλο Σπυρίδωνα, θερμές ευχαριστίες.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον Σεβασμιότατο Μητροπολίτη Ρόδου κ.κ. Κύριλλο για την εμπιστοσύνη του όλα αυτά τα χρόνια στη συντήρηση αξιόλογων φορητών εικόνων, που επιτέλεσε στην εξοικείωση μου με την έννοια της επιζωγράφισης, αλλά και την παροχή άδειας απεριόριστης μελέτης φορητών εικόνων, από όλο το νησί της Ρόδου.

Θερμές ευχαριστίες και στην Εφορεία Αρχαιοτήτων Δωδεκανήσου για τις ανάλογες αδειοδοτήσεις.

Στην αδελφότητα της Ιεράς Μονής Παναγίας Υψηλής και ειδικότερα στην καθηγούμενη Γερόντισσα Μαριάμ οφείλω ευγνωμοσύνη, για την άοκνη στήριξη και συμβολή της, καθώς η συντήρηση της εφεστίου εικόνας της Μονής, της οποίας φωτογραφία κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων συντήρησης φιλοξενείτε στο εμπροσθόφυλλο, συνετέλεσε στη σύλληψη της ιδέας του θέματος της διατριβής.

Θερμές ευχαριστίες στο προσωπικό του ΙΚΥ, που με ευγένεια και προθυμία, έδωσαν λύσεις στις αντίξοες περιστάσεις που αντιμετώπισα όλα αυτά τα

χρόνια, με την πανδημία Covid και την, ύστατης στιγμής, αλλαγή της τριμελούς επιτροπής.

Στην κα Αλεξοπούλου Αθηνά, καθηγήτρια του τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης και πρώην μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής της παρούσας διατριβής, οφείλω ευχαριστίες για την παροχή άδειας χρήσης των πολυφασματικών ανιχνευτών του εργαστηρίου Articon, του πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Το αυτό και στη συνεργάτιδα της Δρ. Αγάθη Καμινάρη.

Σημαντική ήταν η συμβολή ακαδημαϊκών από διάφορα ιδρύματα της Ελλάδας και του εξωτερικού, συνεργάτες του τέως επόπτη της τριμελούς επιτροπής και του Λυριντζή Ιωάννη, αλλά και του ιδίου, που βοήθησαν στις μεθόδους στατιστικής μελέτης των δεδομένων του υποκεφαλαίου 3.1 της διατριβής, Δρας Ιουλίας Παπαγεωργίου, Δρος Ion Andronache, Δρος Helmut Ahammer και Δρος Marko Radulovic.

Στον Μιχάλη Κυπριώτη θερμές ευχαριστίες, για την καθοδήγηση του, στα θέματα πληροφορικής και προγραμματισμού που περιείχε η παρούσα διατριβή.

Τέλος είμαι ευγνώμων για τη στήριξη της οικογένειάς μου και τη βοήθεια και συμπαράσταση της φίλης Σοφίας Μαριόλα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	4
ABSTRACT	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	10
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	13
1.1 Φορητές εικόνες	13
1.1.1 Εισαγωγή	14
1.1.2 Υλικά κατασκευής φορητών εικόνων	16
1.1.2.1 Το υποστήριγμα	18
1.1.2.2 Το υπόστρωμα	19
1.1.2.3 Η ζωγραφική επιφάνεια	22
1.1.2.4 Το βερνίκι	24
1.2 Χρωστικές βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Χρόνων	24
1.3 Συντήρηση Φορητών Εικόνων	32
1.3.1 Φθορές Φορητών εικόνων	34
1.3.1 Συντήρηση επιζωγραφισμένων εικόνων	37
1.4 Επιζωγραφήσεις Φορητών Εικόνων	39
1.5 Τεχνικές απεικόνισης υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων	44

1.5.1 Πολυφασματικές Απεικονιστικές Τεχνικές	44
1.5.2 Μελέτη Επιζωγραφίσεων και -βιβλιογραφική ανασκόπηση	46
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	56
2.1 Προετοιμασία Δειγμάτων	56
2.1.1 Υλικά Παρασκευής	57
2.1.2 Διαδικασία Παρασκευής	60
2.2 Χρωστικές	69
2.3 Εξοπλισμός και Διαδικασία Λήψεων	84
2.3.1 Εξοπλισμός Λήψεων	85
2.3.2 Συνθήκες Λήψεων	89
2.3.3 Λήψεις	94
2.4 Κανονικοποίηση λήψεων και σφάλμα κάμερας	98
3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	112
3.1 Στατιστική Επεξεργασία Δειγμάτων	113
3.1.1 Ανάλυση κατά συστάδες	115
3.1.2 Ανάλυση αλγοριθμικών διαστάσεων Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας	146
3.2 Ομαδοποιήσεις χρωμάτων	162
3.2.1 Λευκές χρωστικές	163
3.2.2 Μαύρες χρωστικές	172

3.2.3 Κίτρινες χρωστικές	182
3.2.4 Κόκκινες χρωστικές	200
3.2.5 Μπλε χρωστικές	221
3.2.6 Πράσινες χρωστικές	255
3.2.7 Γαιώδης χρωστικές	286
3.3 Πρόγραμμα Ταυτοποίησης Υποκείμενων Χρωστικών	321
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	331
5. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ–ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΡΕΥΝΗΣΗ	357
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	363
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I: πίνακας με τα επιζωγραφισμένα έργα που μελετήθηκαν μέχρι σήμερα	363
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II: πίνακες με τα αριθμητικά δεδομένα των φασμάτων των υπό εξέταση ομάδων	365
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III: ο κώδικας (script) που δημιουργήθηκε για την κανονικοποίηση των φασμάτων	368
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: Τα τεχνικά δελτία των χρωστικών από την εταιρία KREMER®	398
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V: τα γραφήματα των διαστάσεων Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας για τις υπό εξέταση ομάδες	404
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI: ο κώδικας (script) για την διαδικτυακή πλατφόρμα	432
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	433

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ζωγραφική ανέκαθεν αποτελούσε μια μορφή έκφρασης των ανθρώπων και αποτύπωσης όλων όσων αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις τους. Από τους προϊστορικούς χρόνους με τα ζωγραφικά δημιουργήματα στα τοιχώματα των σπηλαίων όπου κατοικούσαν, μέχρι σήμερα που η ζωγραφική εξελίχθηκε σε οργανωμένη τέχνη, αξιοθαύμαστες απεικονίσεις οριοθετούν και διαμορφώνουν τον κάθε πολιτισμό και μαρτυρούν την ιστορία της ανθρωπότητας (Aubert et al 2014).

Στη διάρκεια των ετών οι ζωγραφικές επιφάνειες, για διάφορους λόγους χρωματίζονταν εκ νέου, σημειακά ή ακόμα και ολοκληρωτικά, κρύβοντας πλήθος πληροφοριών και στοιχείων, όπως ημερομηνίες ή υπογραφές καλλιτεχνών, αλλά και σημαντικές λεπτομέρειες. Οδηγούν έτσι τους συντηρητές στη ανάγκη λήψης σημαντικών αποφάσεων, ως προς το αν θα πρέπει να κρατήσουν τα επιζωγραφισμένα αυτά στρώματα ή να τα αφαιρέσουν.

Τα τελευταία χρόνια, οι μη καταστρεπτικές απεικονιστικές τεχνικές σε μήκη κύματος πέραν του ορατού, μπορούν να δώσουν λύση σε τέτοια ζητήματα, εμφανίζοντας υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα, χωρίς την αφαίρεση του υπερκείμενου. Ωστόσο οι απεικονίσεις αφορούν σε ασπρόμαυρες διαβαθμίσεις του γκριζου, χωρίς περιθώριο αναγνώρισης του υποκείμενου χρώματος.

Η παρούσα διατριβή προσπαθεί να ρίξει φως στην αναγνώριση των υποκείμενων χρωματικών στρωμάτων, μέσα από τη μελέτη των φασμάτων αλληπάλληλων ζωγραφικών στρώσεων, καθώς και τον τρόπο που τα υποκείμενα χρώματα επιδρούν στα υπερκείμενα. Επικεντρώνεται στην τεχνική της αυγοτέμπερας, καθώς είναι η επικρατέστερη για την κατασκευή των φορητών εικόνων, βυζαντινών και μεταβυζαντινών, όπου οι επιζωγραφήσεις ήταν συνηθισμένος τρόπος κάλυψης της φθοράς τους, αφού στα Ιερά Αγιάσματα υπήρχε η ανάγκη οι μορφές των Ιερών προσώπων να είναι φανερές και καθάρεις.

Στο πρώτο κεφάλαιο, το θεωρητικό, καταγράφεται η ιστορική αναδρομή από κατασκευής των φορητών εικόνων και οι λόγοι που οδήγησαν όλα αυτά τα χρόνια στις επιζωγραφήσεις τους, μέσα από την παράθεση των φθορών τους, αλλά και τον τρόπο που γίνονται αντιληπτές μέσα από τη συντήρηση. Καταγράφονται ταυτόχρονα οι ιδιαιτερότητες στην αποκατάσταση τέτοιων εικόνων, ενώ περιγράφονται μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση, οι μέχρι σήμερα προσπάθειες μελέτης επιζωγραφισμένων έργων ζωγραφικής.

Στο πειραματικό μέρος εν συνεχεία, παρασκευάστηκαν δείγματα με βάση τα πρότυπα κατασκευής πειραματικών πινάκων για λήψη με υπέρυθρο ανιχνευτή και ταυτόχρονα σύμφωνα με τις παραδοσιακές συνταγές των Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών αγιογράφων, όπως προέκυψαν μέσα από βιβλιογραφική επισκόπηση. Αυτά αποτέλεσαν τριάντα προετοιμασμένοι ξύλινοι πίνακες (πάνελ), με πέντε διαφορετικά προσχέδια, με μονά και διπλά χρωματικά στρώματα σαράντα πέντε (45) χρωστικών, που κάλυψαν τις ίδιες σαράντα πέντε (45), δίνοντας ένα πλήθος δύο χιλιάδων εβδομήντα (2070) δεδομένων. Τα φάσματα που προέκυψαν μέσα από λήψεις φασματικών κύβων με πολυφασματικό ανιχνευτή MuSIS, με ταυτόχρονο υπολογισμό του πλήρους φάσματος ανά εικονοστοιχείο, προσέδωσαν ένα πλήθος δεδομένων για μελέτη του τρόπου, που οι υποκείμενες χρωστικές επηρεάζουν τις υπερκείμενες.

Το σύνολο των δεδομένων μελετήθηκε στο 3^ο κεφάλαιο μέσα από δύο διαφορετικές μεθόδους ομαδοποιήσεων και στατιστικής ανάλυσης, αυτή της ανάλυσης κατά Συστάδες, αλλά και της αλγοριθμικής προσέγγισης διαστάσεων Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας. Προέκυψε έτσι ο ορθός για τη μελέτη τους τρόπος προσέγγισης, από τον οποίο προέκυψαν ομαδοποιήσεις των σαράντα πέντε (45) γκρουπ με υπερκείμενο το ίδιο χρώμα και υποκείμενα τα ίδια σαράντα πέντε (45) και τεσσαρακοστό έκτο το μονό απευθείας στην προετοιμασία. Βρέθηκε έτσι με βάση τα φάσματα τους, ποιες χρωστικές ως υποκείμενες έχουν την ίδια συμπεριφορά, όταν καλύπτονται από το ίδιο χρώμα, κατεγράφησαν οι ομάδες, καθώς και οι ακραίες τιμές που προέκυψαν από δένδρογράμματα, με Average, Complete και Ward linkage.

Δημιουργήθηκε τέλος μια διαδικτυακή πλατφόρμα, η οποία περιείχε τη βάση δεδομένων που περιλαμβάνει το πλήθος των μετρήσεων που αποκτήθηκαν, για έκθεση στον παγκόσμιο ιστό. Με αυτόν τον τρόπο, οιαδήποτε φάσματα επιζωγραφισμένης εικόνας, θα μπορούν να αντιστοιχηθούν στα χρώματα των μετρηθέντων φασμάτων της διατριβής, με απόκλιση $\pm 3\%$ (τόσο προέκυψε το σφάλμα του πολυφασματικού ανιχνευτή). Δίνεται έτσι η δυνατότητα αναγνώρισης των χρωμάτων κατασκευής τόσο των υπερκείμενων, κυρίως όμως των υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Από την παλαιολιθική περίοδο, οι άνθρωποι ζωγράφιζαν στους τοίχους των σπηλαίων τους όπου ζούσαν, με χρώματα από φυσικά ορυκτά, λευκό πηλό και μαύρο από κάρβουνο και καμένα κόκαλα (Curtis 2006). Στη συνέχεια, εμφανίστηκαν διάφορες ενδείξεις οργανικών συστατικών, όπως λίπος και αίμα, που πιθανότατα χρησιμοποιήθηκαν ως συνδετικό των χρωμάτων, ενώ οι τοίχοι καλύφθηκαν από πηλό πάνω στον οποίο σχεδίαζαν (Guthrie 2006). Καθώς συμβαίνει η εξέλιξη των τεχνικών, πολλά υλικά χρησιμοποιήθηκαν μέσα από δοκιμές και ανακαλύψεις, οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες ζωγραφικές τεχνικές ωστόσο αφορούν στις ελαιογραφίες, πολύ περισσότερο όμως στις φορητές εικόνες.

1.1 Φορητές εικόνες

Η λέξη “εικόνα” προέρχεται από το ρήμα είκω που σημαίνει ομοιάζω, με αρχική σημασία της, «την αναπαράσταση, το ομοίωμα» και αφορούσε συχνά σε λατρευτικά αντικείμενα ή αφιερώματα σύμφωνα με το λεξικό των Lidell-Scott (Liddel & Scott 2007). Με τη διάδοση ωστόσο του χριστιανισμού, η λέξη συνδέθηκε με τη ζωγραφική απεικόνιση και την αναπαράσταση των Ιερών προσώπων, ήτοι του Χριστού, της Παναγίας και των Αγίων, αλλά και γεγονότων από τους βίους Τους (Βοκοτόπουλος 1996, 12). Οι εικόνες, ή αλλιώς φορητές εικόνες, αποτελούν σημαντική κατηγορία της Ορθόδοξης εκκλησιαστικής τέχνης, που αναπτύχθηκε για τη χριστιανική λατρεία κατά την βυζαντινή και μετέπειτα περίοδο. Μέχρι και σήμερα οι φορητές εικόνες αποτελούν αντικείμενα λατρείας, πίστης και πηγή έμπνευσης και δύναμης για όλο το χριστιανικό κόσμο.

1.1.1 Εισαγωγή

Οι πρώτες μαρτυρίες για την ύπαρξη φορητών εικόνων, ανάγονται στον 4^ο μ. Χ. αιώνα, καθώς ο ιστορικός Ευσέβιος ο Καισαρείας¹ (265-339μ.Χ.), ο πατέρας της εκκλησιαστικής ιστορίας όπως συνήθως αναφέρεται (Wellington 2014, 23, 154), έγραψε στην Εκκλησιαστική του Ιστορία², πως είχε δει εικόνες του Σωτήρα Χριστού και των αποστόλων Πέτρου και Παύλου, διατηρημένες έως στις μέρες του (Γκότση 1995,16). Οι παλαιότερες ωστόσο σωζόμενες μέχρι και σήμερα εικόνες, χρονολογούνται στις αρχές του 6^{ου} μ.Χ. αιώνα, οι περισσότερες από τις οποίες φυλάσσονται στην Ιερά Μονή Αγίας Αικατερίνης του όρους Σινά³.

Η επικράτηση του χριστιανισμού, έφερε διχασμό στην αντιμετώπιση της χρήσης των εικόνων, καθώς ολοένα εξαπλωνόταν η λατρευτική τους χρήση, ταυτόχρονα όμως προκαλούνταν και αντιδράσεις. Εμφανίστηκαν έτσι οι εικονολάτρες, οι οποίοι υπερασπίζονταν τη λατρεία των θρησκευτικών εικόνων και της απεικόνισης του θείου, αλλά και οι εικονομάχοι, που θεωρούσαν ότι οι εικόνες αποτελούν κατάλοιπα της ειδωλολατρίας (Βοκοτόπουλος 1995, 12). Το Βυζάντιο συνταράχθηκε την περίοδο της Εικονομαχίας για πάνω από εκατό χρόνια (726-843 μ.Χ.), με τρομαχτικό απολογισμό σε απώλειες ζώων, κειμηλίων, βιβλίων και Ιερών Εικόνων, αφορμή των οποίων στάθηκαν, οι καταχρήσεις και οι υπερβολές στη λατρεία αυτών, αντί της τιμητικής τους προσκύνησης (Ρορωνα 2005, 48). Τον 6^ο και 7^ο μ.Χ. αιώνα, η λατρεία των εικόνων κέρδισε σημαντικό έδαφος, με ταυτόχρονη όμως κορύφωση αντιδράσεων. Οι λατρευτικές υπερβολές των πιστών σχετικά με τις εικόνες, οδήγησαν το 726 μ.Χ. τον αυτοκράτορα Λέοντα Γ' του Ισαύρου στην έκδοση

¹ Κατέγραψε την ιστορία στις απαρχές της Χριστιανικής εκκλησίας

² <https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=3804> (ανακτήθηκε 09/09/2023)

³

<https://www.sinaimonastery.com/index.php/el/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B1> (ανακτήθηκε 09/09/2023)

διατάγματος, σύμφωνα με το οποίο αποδοκιμάζεται η προσκύνηση των εικόνων ως ψευδολατρεία, καταστρέφονται οι παραστάσεις θρησκευτικού χαρακτήρα και διώκονται οι εικονολάτρες. Ο γιος και διάδοχος του Κωνσταντίνος Ε΄, διατάσσει τότε την καταστροφή των παραστάσεων θρησκευτικού περιεχομένου και εξαπολύει αμείλικτο διωγμό κατά των εικονολατρών (Strezova 2013, 228-258). Το 754 μ.Χ. συγκαλείται η σύνοδος της Ιέρειας του Βοσπόρου, κατά την οποία καταδικάζονται οι θρησκευτικές απεικονίσεις, οπότε και εμφανίζεται η εικονοκλαστική θεωρία, η οποία πιστεύει ότι οι εικονολάτρες διχάζουν τη Θεία Φύση. Ταυτόχρονα, εμφανίζεται και η αντίθετη παράταξη με τον Άγιο Ιωάννη Δαμασκηνό, που θεωρεί ότι οι εικόνες διευκολύνουν την κατανόηση του Θεού, έχουν διδακτικό χαρακτήρα και οι πιστοί δεν προσκυνούν την ύλη των εικόνων αλλά τα πρόσωπα που απεικονίζουν (Χριστοφιλοπούλου 1998, 30). Το 787 μ.Χ. η αυτοκράτειρα Ειρήνη η Αθηναία, συγκαλεί την Ζ΄ Οικουμενική Σύνοδο και διατάσσει την αναστήλωση των εικόνων. Ωστόσο το 815 μ.Χ. ο αυτοκράτορας Λέων ο Ε΄ ο Αρμένιος με τη Σύνοδο στην Αγία Σοφία στην Κωνσταντινούπολη, καταργεί τις αποφάσεις της Ζ΄ Οικουμενικής Συνόδου και επαναφέρει την απόφαση της συνόδου της Ιέρειας. Το 843 μ.Χ. μετά το θάνατο του εικονομάχου Θεόφιλου, πραγματοποιείται από τη χήρα του Θεοδώρα, η δεύτερη και οριστική αναστύλωση των εικόνων, η οποία σήμανε και το τέλος της Εικονομαχίας. Η ημέρα αυτή εορτάζεται ως Κυριακή της Ορθοδοξίας (Βοκοτόπουλος 1995, 13).

Μέχρι την εποχή της εικονομαχίας, οι προσωπογραφίες αποδίδονται ρεαλιστικά και οι εικόνες κατασκευάζονται με την τεχνική της εγκαυστικής. Η εγκαυστική, ή έγκαυστος ζωγραφική όπως την αναφέρει ο Πλίνιος (Πλίνιος, 2009), ή κυρόχυτη τεχνική, θεωρείται ότι επινοήθηκε στη Φαραωνική Αίγυπτο στα χρόνια του αρχαίου βασιλείου και χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στη διάρκεια της Ελληνικής και Ρωμαϊκής αρχαιότητας (Σιαμπακούλης 2004, 19), μέχρι περίπου τον 8^ο μ.Χ. αιώνα όπου και εγκαταλείφθηκε. Οι πρώτες φορητές εικόνες έχουν τις ρίζες τους στα πορτραίτα του Φαγιούμ, που φιλοτεχνήθηκαν τον 1^ο έως τον 3^ο αιώνα μ.Χ. και αποτελούν την αρχαιότερη μορφή προσωπογραφίας. Καλούνται έτσι από τον τόπο εύρεσης των πλείστων εξ αυτών, (El Fayum=

αιγυπτιακή πόλη 60 χιλιόμετρα νότια του Καΐρου, στη δυτική όχθη του Νείλου) και είναι μικρές προσωπογραφίες, κατασκευασμένες με την εγκαυστική μέθοδο, τοποθετούμενες επί της κεφαλής του ταριχευμένου πτώματος (της μούμιας) του παριστάμενου (Σιαμπακούλης 2004,13-21). Τα πορτραίτα Φαγιούμ μας δίνουν μια σαφή εικόνα για τη ζωγραφική τέχνη μέσα από την οποία γεννήθηκε η βυζαντινή αγιογραφία, καθώς εκεί οι Έλληνες και οι εξελληνισμένοι κάτοικοι της περιοχής συνήθιζαν να θάβουν τους νεκρούς τους, τους οποίους ταρίχευαν και στις μούμιες τους, στο ύψος του προσώπου, τοποθετούσαν τις προσωπογραφίες τους ζωγραφισμένες σε ξύλο, ή στο πανί του σάβανου. Οι απεικονίσεις αυτές ήταν πολύ νατουραλιστικές και έδωσαν έτσι τη δυνατότητα στους Χριστιανούς να αποκτήσουν "ρεαλιστικές" απεικονίσεις των αγίων και των μαρτύρων της θρησκείας τους. Αυτό αποδεικνύεται από την πολύ μεγάλη κατασκευαστική και τεχνοτροπική συγγένεια⁴ που έχουν τα πορτραίτα Φαγιούμ με εικόνες που βρίσκονται στο μοναστήρι της Αγίας Αικατερίνης στο Σινά και αποτελούν τα αρχαιότερα δείγματα φορητών εικόνων, κατασκευασμένων πριν την περίοδο της εικονομαχίας, δηλαδή από τις αρχές του 6^{ου} έως και τον 9^ο αιώνα (Βοκοτόπουλος 1995, 32).

Το 843 μ.Χ. που τελείωσε η εικονομαχία, σταματά η έως τότε ρεαλιστική απόδοση των προσώπων, μια και θεωρήθηκε βλασφημία, ενώ από τον 9^ο αιώνα και μετά, διαδίδεται η τεχνική της ωογραφίας, ή αυγοτέμπερα (Πανσελήνου 1980) με την οποία κατασκευάζονται οι φορητές εικόνες μέχρι και σήμερα.

1.1.2 Υλικά κατασκευής φορητών εικόνων

Υπάρχουν πολλά συγγράμματα στη διεθνή βιβλιογραφία, που πραγματεύονται τα θέματα των υλικών και των τρόπων κατασκευής μιας ζωγραφικής δημιουργίας, με αρχαιότερο όλων το "Περί Λίθων" του Θεόφραστου εξ' Εφέσσου (315 π.Χ.) με συνταγές και οδηγίες για την παρασκευή όλων των γνωστών τότε χρωμάτων (Πλακωτάρης 1995, 7).

⁴ Ο ρεαλισμός και η αληθοφάνεια των εικονιζόμενων προσώπων, η παρουσία επιχρίσεων στον κάμπο, το ξύλο και το ύφασμα σας υποστήριγμα τους και η προετοιμασία σαν υπόστρωμα που αποτελείται από μείγμα ζωικής κόλλας και γύψου είναι τα κοινά στοιχεία που παρουσιάζονται στα πορτραίτα Φαγιούμ και στις χριστιανικές εικόνες (Βοκοτόπουλος 1995, 32)

Η βυζαντινή παράδοση χαρακτηρίζεται από το συντηρητικό της χαρακτήρα και τη χρήση βασικών στοιχείων (Χατζηδάκης 1987, 75), τα οποία τελικά αποκρυσταλλώθηκαν στη μεταβυζαντινή ζωγραφική σε σχέση με τα υλικά και τις τεχνικές κατασκευής των φορητών εικόνων αλλά και των τεχνοτροπικών χαρακτηριστικών (Daniilia et al 2002,807-33), ο οποίος μεταλαμπαδεύτηκε μέχρι τη σημερινή εποχή χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές.

Σε κάθε περίπτωση ζωγραφικής δημιουργίας, χρησιμοποιείται ένα σταθερό υλικό το οποίο φέρει τη ζωγραφική σύνθεση. Το υλικό αυτό ονομάζεται υποστήριγμα. Το υποστήριγμα προετοιμάζεται κατάλληλα προκειμένου να δεχθεί τα χρωματικά στρώματα με ένα στρώμα προετοιμασίας, ή αλλιώς υπόστρωμα, που πρέπει να είναι λείο και ομαλό και που αποτελείται από μίγμα μιας αδρανούς ανόργανης ουσίας με κάποιο συνδετικό υλικό, το οποίο συνήθως είναι κόλλα. Πάνω σε αυτό, απλώνονται τα χρωματικά στρώματα ώστε να αποδοθεί η χρωματική σύνθεση, που αποτελούνται από έγχρωμα υλικά σε μίγμα με ένα συνδετικό υλικό, το οποίο ονομάζεται φορέας.

Για τον καλλιτέχνη και αγιογράφο που ακολουθεί την πατροπαράδοτη Βυζαντινή τεχνοτροπία της αυγοτέμπερας, η τεχνική της ζωγραφικής αποκωδικοποιείται μέσα από την “Ερμηνεία της Ζωγραφικής Τέχνης” του Διονυσίου του εκ Φουρνά (Διονυσίου 2007). Ο Διονύσιος εκ Φουρνά, έζησε ως μοναχός στις Καρυές του Αγίου Όρους το 18^ο αιώνα και έγραψε σημειώσεις με οδηγίες στους μαθητευόμενους αγιογράφους μοναχούς, στη λαϊκή καθομιλουμένη γλώσσα της εποχής⁵, καθώς αναφερόταν σε νεαρούς σε ηλικία καλόγερους, που μάθαιναν εκεί γραφή και ανάγνωση και όχι στην αρχαιοπρεπή γλώσσα των θεολογικών κειμένων την οποία φυσικά και γνώριζε. Μεταγενέστερα ο Φώτιος Κόντογλου στο δίτομο έργο του “Εκφρασις” (Κόντογλου 1993) δίνει πολύ λίγες οδηγίες που αφορούν στην τεχνική της αυγοτέμπερας, αλλά πραγματεύεται κυρίως το τυπικό της εκκλησιαστικής ζωγραφικής (Πλακωτάρη 1995, 8).

⁵ Πολλά τα παραδείγματα της γλώσσας που χρησιμοποίησε, όπου και να είναι κατανοητή, ωστόσο χρησιμοποίησε λέξεις διαφορετικές και άγνωστες σήμερα. “*Πάρε πεζίρι και βάλτο εις απλωτό ταψί και έβγαλε το εις τον ήλιον το καλοκαίρι, όταν είναι ο ήλιος καυσώδης πολλά, να κάμη ημέρας σαράντα*”.

Τα υλικά κατασκευής από τα οποία αποτελείται μια φορητή εικόνα όπως φαίνεται στην ΦΩΤΟ 1.1, είναι το υποστήριγμα το οποίο είναι ξύλινο⁶. Στη συνέχεια ακολουθούσε το υπόστρωμα, που αποτελούσε ένα στρώμα προετοιμασίας, το οποίο έστρωναν πάνω στο ξύλινο υποστήριγμα, ώστε να γίνει μια λεία επιφάνεια ικανή να δεχθεί το ζωγραφικό στρώμα, το οποίο προστατεύονταν από πάνω με ένα διάφανο βερνίκι. Σε πολλές περιπτώσεις το ζωγραφικό στρώμα εμπλουτίζεται με φύλλο χρυσού ή ασημιού (Nicolson 1979, 162).



ΦΩΤΟ 1.1: σχεδιαστική αναπαράσταση των υλικών κατασκευής μιας φορητής εικόνας

1.1.2.1 Το υποστήριγμα

Ως υποστήριγμα, στη διάρκεια της ιστορίας της ζωγραφικής τέχνης, έχουν χρησιμοποιηθεί πλήθος από υλικά, όπως διάφορα είδη πέτρας, το χαρτί, διάφορα μέταλλα, γυαλιά, δέρματα, πλαστικά κ.ά. (Αλεξοπούλου 1993, 19). Ωστόσο τα πιο κοινά είναι το ύφασμα (Karydis 2006, 1-24), το οποίο εμφανίζεται από τον 15^ο αιώνα και το ξύλο, που χρησιμοποιήθηκε σαν υποστήριγμα ζωγραφικής από το μεσαίωνα⁷ (Thompson 1997, 27) και που έως σήμερα παρέμεινε το πιο κοινό υποστήριγμα στις φορητές εικόνες, ίσως εξαιτίας του συνδυασμού του με τα εκκλησιαστικά έπιπλα.

Το ξύλο χρησιμοποιήθηκε ευρέως στη φορητή ζωγραφική της βυζαντινής και μεταβυζαντινής αιογραφίας, αλλά και της δυτικής. Τα ξύλα που

⁶ πάνω στο οποίο ανάλογα την χρονική περίοδο, την περιοχή κατασκευής της εικόνας, ή τον τρόπο εκτέλεσης των εργασιών του καλλιτέχνη, κολλούσαν ένα ύφασμα, για να αυξήσουν την πρόσφυση τη προετοιμασίας (Bomford et al 1990, 17).

⁷ Ο Cennino Cennini (Cennini 1960) στην μεσαιωνική Ιταλία χρησιμοποιούσε ένα ξύλινο ταμπλό από λεύκη η ιτιά, το οποίο έπρεπε να υποβληθεί ολοκληρωτικά σε αργό στέγνωμα

χρησιμοποιούνται για τις φορητές εικόνες και ο τρόπος επεξεργασίας τους, μπορούν να είναι ενδεικτικά για την περιοχή και την εποχή κατασκευής τους⁸.

Το ξύλο παρουσιάζει πλήθος από πλεονεκτήματα. Είναι σκληρό και συμπαγές, αλλά και ταυτόχρονα ελαφρύ, μπορεί πολύ εύκολα να υποστεί επεξεργασία χειρωνακτική με τη βοήθεια διαφόρων εργαλείων και να χαραχτεί ή να δημιουργήσει ανάγλυφες επιφάνειες. Κυρίως όμως μπορεί να βρεθεί παντού ανά τον κόσμο. Ωστόσο το ξύλο έχει και μειονεκτήματα, όπως την ευπάθεια του στο βιολογικό παράγοντα, την αλλοίωση από την επίδραση διαφόρων φυσικοχημικών παραγόντων (Laurie 1967, 55-60), την έντονη υγροσκοπικότητα, τη δυσκαμψία, τον περιορισμό στο μέγεθος και την ειδική επεξεργασία, εάν είναι επιθυμητή η παραγωγή μεγαλύτερων επιφανειών με την ένωση κομματιών. Επίσης υπάρχει μια σειρά ειδικών γνώσεων για το ξύλο που πρέπει να έχει ο κάθε καλλιτέχνης, όπως για το πότε πρέπει να κοπεί και από ποιο μέρος του κορμού (Thompson 1997, 28).

1.1.2.2 Το υπόστρωμα

Η ανεπεξέργαστη επιφάνεια του ξύλου δεν είναι ιδεώδης για οποιοδήποτε είδος ζωγραφικής, καθώς δεν είναι δυνατόν πάντοτε να γίνει τελείως λεία και ομαλή, ενώ τα διάφορα τμήματα των νερών του ξύλου, κατανέμουν το χρώμα ανομοιόμορφα. Απαιτείται συνεπώς η εφαρμογή ενός στρώματος προετοιμασίας, που αποτελεί το υπόστρωμα πάνω στο οποίο θα εναποτεθεί η ζωγραφική επιφάνεια. Όλα τα τμήματα μιας επιφάνειας με προετοιμασία, παρουσιάζουν την ίδια απορροφητικότητα, ενώ αποτελεί μια βάση τέλεια, σταθερή, ομαλή και ευπροσάρμοστη σε κάθε είδους ζωγραφικής και χρυσώματος (Gettens & Stout 1966, 18-21). Ένα δεύτερο σκοπό που εξυπηρετεί

⁸ Το ξύλινο υποστήριγμα αφού έχει υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία για να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στη ζωγραφική σε ότι αφορά στο στέγνωμα, τη συνένωση κ.λ.π., καλυπτόταν σε κάποιες περιπτώσεις ανάλογα την τεχνική του κάθε ζωγράφου, με ύφασμα (Thompson 1998, 29-36), λινό, κανναβάτσο ή τουλπάνι, σε όλη την επιφάνεια του, αφού πρώτα το χάρασαν με ένα αιχμηρό αντικείμενο σταυρωτά, ούτως ώστε η κόλλα να συγκρατηθεί καλύτερα και το ύφασμα να κολλήσει σταθερά πάνω στην επιφάνεια. Σκοπός ήταν να προστατέψουν το ξύλο, κυρίως όμως την προετοιμασία που επρόκειτο να ακολουθήσει και βέβαια τη ζωγραφική επιφάνεια (Καρύδης 2019, 25-36).

η προετοιμασία, πιο τεχνικό, είναι να απομονώσει το ζωγραφικό στρώμα από το ξύλο, ούτως ώστε να αποφευχθεί τυχόν χημική αντίδραση του ξύλου με τα υλικά της ζωγραφικής επιφάνειας, να καταστήσει το υποστήριγμα λιγότερο απορροφητικό, να δημιουργήσει μια ικανοποιητική επιφάνεια για ζωγραφική και να αυξήσει τη λάμψη των χρωμάτων (Chilvers, 1996). Το στρώμα της προετοιμασίας πρέπει να είναι λευκό και φωτεινό, ούτως ώστε να αναδεικνύει τα χρώματα, να έχει λεία υφή, να είναι πορώδες ούτως ώστε να προσροφήσει το χρώμα και να έχει στερεωθεί καλά πάνω στο ξύλο (Mayer 1990, 318-320).

Η προετοιμασία, είναι συνήθως ένα γαλακτώδες ρευστό υλικό, το οποίο αποτελείται από δύο μέρη, τον φορέα, που είναι μια συγκολλητική ουσία συνθετική ή ζωική και την σάρκα ή αλλιώς το σώμα, που αποτελεί την ουσία για γέμισμα και περιλαμβάνει αδρανή υλικά όπως το τζέσσο⁹ ή ο γύψος. Υπάρχει ποικιλία στα υλικά κατασκευής μιας προετοιμασίας, ανάλογα την τεχνική και την ιστορική περίοδο στην οποία ανήκει. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα αδρανή υλικά, είναι ο γύψος - ο οποίος απαντάται σε δύο μορφές: ως διωδρίτης ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) και ως ανυδρίτης (CaSO_4) χωρίς παρουσία κρυσταλλικού ύδατος - και η κιμωλία (CaCO_3), αλλά και κάποιες λευκές χρωστικές όπως το λευκό του Μολύβδου ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$), το λευκό του Τιτανίου (TiO_2) ή το λευκό του Ψευδαργύρου (ZnO) (Πλακωτάρης 1995, 16-23). Οι φορείς δε, ποικίλουν σε πρωτεϊνικά μέσα - όπως ζωικές κόλλες (κουνελόκολλα, ψαρόκολλα, ζελατίνη) - ή σε ξηραίνόμενα έλαια, ή φυσικές ρητίνες, ανάλογα και πάλι την τεχνική κατασκευής και την εποχή (Thompson 1997, 41-42).

Η προετοιμασία πρέπει να περαστεί σε παχιές και πολλαπλές στρώσεις και να αποκτήσει το επιβαλλόμενο πάχος, ενώ όταν στεγνώσει η επιφάνεια, να υποστεί την επιθυμητή επεξεργασία, δηλαδή τη λείανση, το σκάλισμα ή την όποια διαμόρφωση, στο βαθμό που η κάθε περίπτωση απαιτεί (Thompson 1997, 56-

⁹ Η λέξη σημαίνει γύψος στα ιταλικά κι έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται με ευρύτερη έννοια, που περιλαμβάνει κάθε υδατικό υλικό που χρησιμοποιείται για την προετοιμασία επιφανειών όπως αυτή του ξύλου (Gattens - Stout 1966, 115)

57). Η λείανση γίνεται με γυαλόχαρτο αρχικά χοντρό και στη συνέχεια πιο ψιλό, ή με γυαλί που η μια πλευρά του να είναι ίσια.

Ο Διονύσιος εκ Φουρνά αναφέρει για την κατασκευή της προετοιμασίας (Διονυσίου 2007, 52-53)

«Τζάκισε ξηράν κόλλαν εις λεπτά κομμάτια και βάλε την αφ' εσπέρας εις τζουκάλι ή εις άλλο αγγείο με νερό να μουσκέψει ως το πρωί και το αγγείο να το έχεις εις ψυχρόν τόπον δια να μη κόψει. Είτα βάλε την να βράσει και ανακάτωνέ την με ένα ζύλο να λιώσει

Έπειτα έβγαλε κάμποση κόλλαν από αυτήν, όσο να φθάσει κατά τας εικόνας που έχεις, και βάλε νερό να αχαμνίσει και πέρασέ τες ένα χέρι λεπτόν. Όμως βλέπε να μη γυαλίζει εις τας εικόνας η κόλλα, ουδέ να αφήσεις να γίνονται φουσκαλίδες, αλλά να την πίνει το σανίδι. Και αν είναι ήλιος έβγαλέ τας εις τον ήλιον εις το πρώτο χέρι δια να ποτίζουν. Ύστερα δε (στα επόμενα χέρια) μη τις βγάλεις πλέον διότι φουσκώνει ο γύψος.

Αφού λοιπόν στιγνώσουν οι εικόνες, ανακάτωσε γύψον με την καλήν κόλλαν όσον να σου φθάσει να τελειώσεις πέντε ή έξη χέρια και δοκίμασε πρώτον εις μικρό σανίδι. Και ει μεν είναι αφύς, βάλε γύψο και ζεστό νερό να απαλύνει. Ει δε και είναι απαλός βάλε ακόμη κόλλα να έλθει εις την στάσιν του. Και ούτως πέρασε τας εικόνας δύο τρία χέρια και εις το τέταρτο βάλε πεζίρι και σαπούνι πολλά ολίγον και ούτως πέρασέ τες άλλα δύο τρία χέρια και παίρνει τέλος. Πρόσεχε δε να μη βιασθείς και βάλεις χοντρό τον γύψο για να γυψώνεις γρήγορα, διότι όταν θέλεις να τον ζύσεις χωρίζει το πρώτο χέρι από το δεύτερο και δεν γίνεται ίσια η εικόν. Δια τούτο γύπωνε λεπτότερα και ας γίνεται περισσότερα χέρια, ότι έτζι γίνεται καλόν γύψωμα.

Ει δε είναι καλοκαίρι και φοβάσαι μήπως κάνει τρύπες ο γύψος, ποιήσον την κόλλαν δυνατήν και ούτως στράγγισον και βάλτην εις τόπον ψυχρόν να στέκει. Και όταν θέλεις να γυψώνεις ανακάτωνε ολίγη κόλλαν όση στοχάζεσαι να σου φθάσει να περάσεις ένα χέρι, και ούτως γυψώνεις- πάλιν όταν θέλεις να περάσης δεύτερον χέρι ζανακατώνεις άλλην κόλλαν και δευτερογυψώνεις. Και εις το άλλο

*χέρι πάλιν άλλην και εις το άλλο άλλην, έως οπου να λάβει τέλος και έτσι δεν κάνει τρύπες, διότι αν αφήσης την κόλλαν μαζί με τον γύψον πολύν ώραν, χαλά-
έπειτα ζύσε την και σχεδίασε και χρύσωσέ την.»*

1.1.2.3 Η ζωγραφική επιφάνεια

Πριν να ξεκινήσει η χρωματική απόδοση μιας φορητής εικόνας, θα πρέπει να αποτυπωθεί το προκαταρκτικό σχέδιο πάνω στην προετοιμασία. Η σχεδίαση του θέματος γινόταν, ανάλογα την εμπειρία και τη δεξιοτεχνία του ζωγράφου, είτε με ελεύθερο χέρι με κάρβουνο, είτε με τη βοήθεια ανθιβόλου (Βασιλάκη, 2015, 24). Μπορούσε επίσης να χαρακτηί με λεπτό εργαλείο.

Ο Διονύσιος εκ Φουρνά αναφέρει συγκεκριμένη συνταγή δημιουργίας κάρβουνου, για το σχεδιασμό του θέματος πριν αυτό χρωματιστεί (Διονυσίου 2007, 48-49.)

«Πάρε ξύλον χοντρόν άσηπον ξηράς λεπτοκαρυάς ή μυρσίνης και κόψον αυτό εις κομμάτια με πριόνι και σχίσον αυτά με σκεπάρνι εις λεπτά και πελέκισε τα με μαχαίρι να γίνουν ωσάν κονδύλια. Και βάλε από αυτά μέσα εις τσουκάλι, έως ου να γεμίσει και επάνωθεν βάλε πανί και χρίσον αυτό καλά μετά πηλού. Και όταν ανάψεις τον φούρνον, ωσάν μισοκαή, βάλε αυτό εις το μέσον και αυτά θέλουν ανάψει μεσ' στο τσουκάλι και θέλει εβγάλουν φλόγα. Και όταν παύση η φλόγα, έβγαλε ευθύς το τσουκάλι από τον φούρνον και σκέπασέ το με στάχτην ή στεγνό χώμα. Και πρόσεχε μην τα εβγάλης πριν κρύώσει το τσουκάλι, διότι αν το ξεσκεπάσεις πριν κρύώσει καίγονται μέσα και χάνεις τον κόπο σου. Εί δε θέλεις νά τά φτιάσης γλιγορότερα, ποιήσον ούτα>· τύλιζον ολίγα εις χαρτί ή εις πανί και παράχωσαν αυτά μέσα εις χωνευμένα κάρβουνα και αυτά καιόμενα εβγάνουν καπνόν. Και πρόσεχε, όταν ευθύς όπου παύση ο καπνός, ευθύς να τα εβγάλης με φτυάρι όλα ομού και παράχωσον αυτά μέσα εις κρύαν στάκτην ή χώμα, έως σβήσουν και καίγονται. Ούτως κατασκευάζονται τα κάρβουνα όπου σχεδιάζουν οι ζωγράφοι.»

Το ανθίβολο είναι ζωγραφικό σχέδιο σε χαρτί, με περιγράμματα διάτρητα με χρήση αιχμηρού εργαλείου, με τα οποία αποτυπώνεται το σχέδιο αφού πέσει

καρβουνόσκονη που περνάει μέσα από τις οπές και αποτυπώνεται έτσι το σχέδιο (Βασιλάκη 2015, 24).

Στη συνέχεια ακολουθούσε το χρύσωμα της εικόνας. Στα σημεία όπου θα χρυσωνόταν η εικόνα, περνούσαν ένα στρώμα γομαλάκα και στη συνέχεια το μπόλο ή αμπόλι, που ήταν ένα κόκκινο–καφέ γαιώδες υλικό, ένωση σιδήρου-αργιλίου με κολλητικές ιδιότητες και το οποίο αραιωνόταν με νερό ή νέφτι. Μετά από εικοσιτέσσερις ώρες, τοποθετούσαν το φύλλο χρυσοῦ (Διονυσίου 2007, 56).

«Βάλε βόλον από τον καλόν οπού δεν είναι κόκκινος πολλά, αμή έχει ανάμεσα άσπρες φλέβες και δοκίμασέ τον ούτως αν είναι οι φλέβες του απαλές και δέν είναι ώσαν πέτρες ή ώσαν χώμα, είναι καλός ει δ'ουν, αχαμνός και βάλε από αυτόν δράμια δεκαοχτώ και Ώχραν Πολίτικην δράμια δύο και μισό δράμι λαμπέζι, ήγουν κόκκινο μολύβι (Μίνιο), και μισό δράμι αλειμματοκέρι. Κάψε δε και ένα φύλλον χαρτίου και βάλτο μέσα, και μισό δράμι (μια σταγόνα) υδράργυρον. Το δε υδράργυρον το λιώνεις τοιουτοτρόπως. Από ολίγον βάνοντας εις το ένα χέρι σου με πτύσμα μαζί, τρίψον αυτόν με το δάκτυλον της άλλης σου χειρός και λιώνει. Και βάνοντάς τα όλα ομού εις μάρμαρον τρίψε τα πολύ δυνατά και ούτως αμπόλαρε ει τι θέλεις να χρυσώσεις λεπτά δύο και τρεις φορές, και χρύσωνε με το ρακί και θέλεις θαυμάσεις.»

Η ζωγραφική της εικόνας γίνεται με την ανάμιξη δύο υλικών. Της χρωστικής και του συνδετικού υλικού. Δημιουργείτε έτσι μια πάστα, η οποία στρώνεται με πινέλο πάνω στην προετοιμασία. Το τυπικό συνδετικό υλικό στις φορητές εικόνες μέχρι και σήμερα (Κόντογλου 1993, 16) είναι ο κρόκος αυγού, ο οποίος αναμιγνύεται με νερό ώστε να αραιωθεί, για τη διευκόλυνση της τοποθέτησης του μίγματος κρόκου - χρωστικής. Το αυγό ως συνδετικό, δημιουργεί ιδιαίτερα ανθεκτικά χρωματικά στρώματα, ξηραίνεται και στερεοποιείται πολύ γρήγορα, ενώ η αυγοτέμπερα αποτελεί μία από τις πιο σταθερές τεχνικές ζωγραφικής (Thompson 1998, 76).

1.1.2.4 Το βερνίκι

Το βερνίκι είναι ένα διάφανο λεπτό στρώμα πάνω στη ζωγραφική επιφάνεια και ανάμεσα σε αυτήν και στην ατμόσφαιρα. Σκοπός του είναι να δίνει λαμπρότητα και βάθος στα χρώματα, κυρίως όμως να τα προστατεύει από τη σκόνη και τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, τις μηχανικές φθορές και ανάλογα τη διαπερατότητα του από το οξυγόνο και την υγρασία (De la Rie 1987, 1-13). Η επιλογή του κατάλληλου βερνικιού, είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για τη διατήρηση της εικόνας, αφού οι αλλοιώσεις και οι φθορές οφείλονται στο βερνίκι. Τα παραδοσιακά βερνίκια, χωρίζονται σε αυτά που κατασκευάζονται με θερμική επεξεργασία μιγμάτων ρητινών ή ξηραινόμενων ελαίων και στα μεταγενέστερα, που αφορούν στη διάλυση ρητινών σε οργανικούς διαλύτες. (Feller et al 1985, 3).

1.2 Χρωστικές Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Χρόνων

Οι χρωστικές στη βιβλιογραφία αναφέρονται ως βαφές, διαλυτές δηλαδή ουσίες - dyes - αλλά και ως πιγμέντα, αδιάλυτους κόκκους ποικίλων διαμέτρων - pigments - που διασπείρονται στο συνδετικό υλικό σε μορφή σκόνης. Η ταξινόμηση τους είτε είναι φυσικές είτε τεχνητές είναι ποικιλότροπη. Με βάση την πηγή προέλευσης τους, διακρίνονται σε οργανικές, από οργανικά υλικά της φύσης και ανόργανες, από έγχρωμα ορυκτά και οξείδια και άλατα μετάλλων. Ταυτόχρονα υπάρχουν οι φυτικές που προέρχονται από λουλούδια, φυτά, φύλλα, ρίζες, ξύλα κ.λ.π. και οι γεώδεις που εξάγονται απευθείας από τη γη. Επίσης ταξινομούνται με βάση τη χημική τους σύσταση, τις φυσικές τους ιδιότητες (διαλυτότητα) (Degano et al., 2009) ή και το χρώμα τους. Η παρούσα διατριβή επιλέγει χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν σε βυζαντινές και μεταβυζαντινές φορητές εικόνες, που είναι κατασκευασμένες με την τεχνική της αυγοτέμπερας, όπως προκύπτουν από αναλύσεις και βιβλιογραφικές πηγές.

Ένας μεγάλος αριθμός περιπτώσεων βυζαντινών και μεταβυζαντινών εικόνων έχει αναλυθεί τα τελευταία χρόνια για την ταυτοποίηση των χρωστικών που

περιλαμβάνουν, με τεχνικές όπως XRF, SEM/EDX και μRaman (Valianou et al. 2011; Iordanidis et al. 2013; Danilia et al. 2008a, 565-575; 2008b, 2474-85; Mastrotheodoros et al. 2010; Alexoroulou & Kaminari, 2010). Ακολουθούν οι σημαντικότερες χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στα βυζαντινά και μεταβυζαντινά χρόνια για την κατασκευή φορητών εικόνων με την τεχνική της αυγοτέμπερας, σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και με προσθήκη των συνταγών που δίνει ο Διονύσιος εκ Φουρνά¹⁰.

Λευκές Χρωστικές: Η λευκή χρωστική εμφανίζεται στις φορητές εικόνες κυρίως στα φωτίσματα, ή για λευκές πινελιές σε σκούρο φόντο. Αναμιγνύονταν πολύ συχνά με άλλες χρωστικές για την επίτευξη πιο φωτεινών τόνων. Η πιο σημαντική από την αρχαιότητα έως τον 19^ο αιώνα ήταν το λευκό του Μολύβδου (Bomford et al 1990, 42). Ο Διονύσιος εκ Φουρνά αναφέρει το ψιμύθι εικόνας που είναι κερουσίτης και παρασκευάζεται από μόλυβδο. Είναι τοξική ουσία και γι' αυτό την πουλούσαν σε "πίτες" (κάποιο είδος συσκευασίας). Όπως αναφέρει ο Διονύσιος εκ Φουρνά (Διονυσίου 2007, 70):

«Λάβε μόλυβδον και ποιήσον αυτόν τμήματα πλατέα και βάλε ξείδι εις χύτραν, ήγουν εις τζουκάλι, και κρέμασε τα τμήματα του Μολύβδου μέσον της χύτρας. Και βουλλώνοντάς την ασφαλώς παράχωσε την εις αχώνευτην κοπριάν, οπού να είναι εις οίκον ζεστόν, και άφες την ημέρας δέκα ή δεκαπέντε. Έπειτα εβγάνοντάς την τίναζον αυτά εις μάρμαρον και τρίβοντάς το βάλε εις αγγείον απλωτόν να στιγνώση, και ούτω γίνεται καλόν.»

Τονίζει πάντως ότι είναι για αυγό ή λάδι στις ξύλινες εικόνες και όχι για τοίχο (χρήση σε τοιχογραφία) γιατί μαυρίζει. Έτσι στην πορεία, λόγω της επικινδυνότητας του, αντικαταστάθηκε στις αρχές του 20ου αιώνα, από οξειδία του Τιτανίου (Laver 1997, 296), που δίνουν καθαρές και τονικές διαβαθμίσεις και αφήνουν μια ευχάριστη επιφάνεια (Thompson 1997, 141). Το οξείδιο του Ψευδαργύρου ξεκίνησε να χρησιμοποιείται επίσης ως υποκατάστατο του τοξικού

¹⁰ Τα κείμενα που παραθέτονται (Διονύσιος 2007) προέρχονται από το αποθετήριο https://archive.org/stream/hermeneiateszogr00dion/hermeneiateszogr00dion_djvu.txt ανακτήθηκε 09/09/2023)

Μολύβδου από το 1782, ωστόσο δεν χρησιμοποιήθηκε ευρέως μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα (Kuhn 1986, 170), όπου και άρχισε η ευρεία εμπορική του χρήση.

Μαύρες Χρωστικές: Τα μαύρα που χρησιμοποιήθηκαν στη βυζαντινή και μεταβυζαντινή ζωγραφική, προέρχονται κυρίως από κάρβουνο φυτικής προέλευσης, ήτοι από τμήματα ξύλων, σπόρων και κελύφη καρπών, ενώ ποικιλίες προκύπτουν από τον διαφορετικό τρόπο παραγωγής και τη διαφορετική προέλευση (Gettens & Stout 1966, 104-106). Μαύρες χρωστικές χρησιμοποιήθηκαν και από αιθάλη, που συλλέγονταν αφού καίγονταν διάφορα ρητινούχα ξύλα με κήρους και λίπη και τοποθετούνταν στη συνέχεια σε κρύες επιφάνειες (Winter & Fitzhug 2007, 20-21). Αναφορά στην αιθάλη κάνει ο Διονύσιος εκ Φουρνά (Διονυσίου 2007, 48) σαν χρωστική,

«εις δε τας κόρας των οφθαλμών βάλε μαύρο ψιλόν, οπού το μαζώνουν από τον καπνόν του δαδίου.»

αλλά η σπουδαιότερη χρήση του μαύρου ήταν σαν κάρβουνο για τη σχεδίαση του σχεδίου του ζωγραφικού έργου πριν αυτό χρωματιστεί.

Ο Goya αναφέρει ότι η αιθάλη (το φούμο) είναι ένα πολύ ρυπαρό χρώμα για την ελαιογραφία, ωστόσο στην αυγοτέμπερα είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο γιατί με λευκό αποδίδει ωραίες γκρι διαβαθμίσεις, εντελώς διαφορετικό από το μαύρο του ελεφαντόδοντου (Thompson 1997, 143), για το οποίο όμως δεν υπάρχουν παρά μόνο ελάχιστες ενδείξεις για τη χρήση του πριν τον 15^ο αιώνα (Winter & Fitzhugh 2007, 9), και κυρίως σε ευρωπαϊκά έργα.

Κόκκινες Χρωστικές: Στις βυζαντινές και μεταβυζαντινές εικόνες που έχουν αναλυθεί κατά καιρούς, είναι αισθητή η ύπαρξη Αιματίτη (Δανιηλία, et al 1999, .91-96) ή αλλιώς κόκκινο οξείδιο Σιδήρου (red oxide). Ο Διονύσιος εκ Φουρνά είναι φειδωλός σε πληροφορίες για τον Αιματίτη, ενώ αναφέρει το βόλο που είναι το μπόλο με το οποίο προετοιμαζόταν η επιφάνεια για την επιχρύσωση (Διονυσίου 2007, 56).

«Βάλε από τον προειρημένον βόλον και Ωχραν ίσα και τα δύο και τρίψε τα καλά και βάλε και πολλά ολίγον σαπούνι, ομοίως και ασπράδι αυγού, και τρίψε τα καλά και αμπόλαρε και χρύσωνε.»

Ο Κόντογλου ωστόσο αποδίδει την ονομασία “βόλο” στο χονδροκόκκινο (Κόντογλου 1993, 8)

Μια κόκκινη χρωστική που αναφέρεται πολύ συχνά στη βιβλιογραφία ότι χρησιμοποιήθηκε σε βυζαντινές εικόνες και τοιχογραφίες είναι η Κιννάβαρι (Chatzidaki et al 1988, 230; Sotiropoulou et al 2008, 146). Πολύ συχνά την αναφέρει και ο Διονύσιος εκ Φουρνά, φαίνεται όμως να γνωρίζει το συνθετικό και όχι το φυσικό ορυκτό, ενώ δεν αναφέρει τον όρο βερμιγιόν που αφορά διεθνώς τη συνθετική μορφή της χρωστικής. Πρόκειται για HgS και η περιγραφή του για τη σύνθεση της είναι η ακόλουθη (Διονυσίου 2007, 69-70):

«Λάβε υδράργυρον δράμια εκατόν και τιάφι δράμια είκοσι πέντε και μουρτσάγκι δράμια οκτώ ,και τρίψε το μουρτσάγκι και τιάφι εις μάρμαρον, χωριστά καθένα, λεπτά ωσάν κόνιν. Είτα βάλε αυτά τα τρία είδη χωριστά εις αγγεία και ούτω βαλτα εις χωνευμένα κάρβουνα δρένια. Και έχοντας επί ταυτού κατασκευασμένην λεπτήν σιδηράν βέργαν ανακάτωνέ τα έως να αναλύσουν. Είτα μίξον αυτά μετά του υδραργύρου, να γένουν ένα μίγμα, ανακατώνοντάς τα με την σιδηροβεργίτσαν, έως να ιδής το σίδηρον να μαυρίση. Έπειτα χύσε αυτά εις πλάκαν καθαρήν και άφες τα να κρώσουν, και πάλιν τρίψον αυτό ως και το πρώτον. Και έχοντας κατασκευασμένον σουραγί, ήγουν μακρόλαιμο-στενόστομο κουμάρι(πήλινη κανάτα), βάλ'τα μέσα και σκέπασέ τα και ανακάτωνέ τα με το σίδηρον, έως να ιδής το σίδηρον να ασπρίση. Είτα βούλωσον αυτό ασφαλώς και παράχωσέ το έως εκεί οπού είναι γεμάτον, ήγουν έως τον λαιμόν, και δός του πολλήν φωτίαν και άφες να ψηθή ένα ημερόνυκτον. Έπειτα τσακίζοντας το αγγείον έβγαλε το και ούτως γίνεται Κιννάβαρις καλή.»

Επισημαίνει μάλιστα το μαύρισμα στο οποίο υπόκειται η χρωστική με την εξωτερική έκθεση της στον ήλιο και στον αέρα. (Διονυσίου 2007, 80)

«Διά την Κιννάβαρι όμως πρέπει να ηξεύρης, ότι ,ει μεν ιστορίζεις έξωθεν του ναού, εις τόπον οπού κτυπά ο αέρας, μη βάλης ολότελα (μόνη της), διότι μαυρίζει, αλλά βάλε λευκόν οξύ. Ει δε και ιστορίζεις έσωθεν του ναού, βάλε ψιμίθι τοίχου και Ωχραν Πολίτικην από ολίγα και δεν μαυρίζει.»

Η Λάκα είναι μια χρωστική που δίνει ένα ζωηρό κόκκινο φωτεινό χρώμα της φωτιάς και που χρησιμοποιήθηκε πολύ στα βυζαντινά και μεταβυζαντινά χρόνια (Karapanagiotis et al 2007, 295). Την αναφέρει ο Διονύσιος εκ Φουρνά (Διονυσίου 2007,70) ως κρεμέζι ή κέρμη.

«Πάρε ασβέστην άσβυστον μερτικόν ένα και στάκτην καλήν δρίυνην ομοίως, και βάνοντας πρότερον νερόν να βράση καλά, έως να φυράση(μειωθεί) ολίγον, τότε ρίψε μέσα την στάκτην και τον ασβέστην και ας βράση καλά. Και εβγάνοντας το βάλε ολίγον νερό και άφες το να κατασταλάξη . και βάνοντας την καθαρήν χωριστά πάρε από εκείνην την κατασταλακτή και βάλε εις ένα τσουκάλι καινούργιον, και πέρνοντας τζιμαρίσματα όσα θέλεις βάλε εις την αλισίβαν και ας βράση καλά, έως να ιδής ότι έγινε η αλισίβα κατά την βαφήν των τζιμαρισμάτων. Και τότε κατέβασέ το και στραγγισε καλά με πανί εις άλλο αγγείον, ρίπτοντας τα τζιμαρίσματα έξω. Είτα πλύνε το τζουκάλι καλά και βάλε μέσα την βαφήν και στύψιν κοπανισμένην όση θέλεις και ολίγον ασπράδι αυγού και ανακάτωσέ τα καλά. Και βράζοντας ολίγον κατέβασέ το και θέλει χωρίση η βαφή ή βάλε το χώρια εις νερόν καθαρόν και στραγγίζοντας το με πυκνό πανί θέλει έβγη το νερόν καθαόν και η βαφή απομένει κάτω εις τον πάτον ει δε και είναι του πανίου τα τζιμαρίσματα, ήγουν ξεφτίσματα, κόκκινα ή γεράνια, έτζι γίνεται και η βαφή.»

Το Μίνιο που είναι κόκκινο του Μολύβδου χρησιμοποιήθηκε σε βυζαντινές και μεταβυζαντινές εικόνες, ωστόσο ξεθωριάζει με τον καιρό, ενώ στις τοιχογραφίες μαυρίζει. Ο Διονύσιος εκ Φουρνά αναφέρει το Μίνιο όχι ως κόκκινη χρωστική, αλλά σε χρήση σαν βοηθητικό υλικό κατά την αγιογράφηση, ήτοι για συγκόλληση φύλλου χρυσού ως άμπολι (Διονυσίου 2007, 56).

Κίτρινες Χρωστικές: Η πιο σημαντική κίτρινη χρωστική που είχε κάθε αγιογράφος στα βυζαντινά χρόνια θεωρούνταν η Ώχρα¹¹, που ο Διονύσιος Εκ Φουρνά την αναφέρει ως Πολίτικη, Θασίτικη και Βενετσιάνικη. Ο Κόντογλου αναφέρει ότι η Θασίτικη ήταν η χρυσή Ώχρα (Κόντογλου 1993, 45), ενώ η Βενέτικη ήταν πιο κίτρινη. Αναφορά επίσης κάνει στο αρσενίκι, το οποίο δεν κάνει για τοίχο αλλά για τέμπερα και λάδι (Διονυσίου 1997, 66). Αυτό προφανώς είναι το όρπιμεντ, που από το 18^ο αιώνα χρησιμοποιήθηκε αρκετά στην τεχνική της αυγοτέμπερας, είτε μόνο του είτε σε ανάμειξη με μπλε για την δημιουργία πράσινης χρωστικής (Burgio et al 2003). Αναγνωρίστηκαν επίσης κίτρινες χρωστικές με βάση το μόλυβδο, όπως το Lead Tin, σπανιότερα όμως (Kouloumpri et al 2007, 174; Daniilia et al 2008, 572; Alexoroulou et al 1997, 156)

Καφέ Χρωστικές: Όμπρες και σιένες έχουν εμφανιστεί κατά κόρων σε φορητές εικόνες κατά τη βυζαντινή και μεταβυζαντινή περίοδο (Daniilia et al 2008, 573; Burgio et al 2003, 2377). Οι φυσικές καφέ χρωστικές είναι παραλλαγές της ίδιας της Ώχρας. Η μία λέγεται καφέ Ώχρα και η άλλη σιένα, η οποία βρέθηκε κυρίως σε μεταβυζαντινές φορητές εικόνες. Ο Κόντογλου (Κόντογλου 1993, 13) ταυτίζει τη ‘‘βαθέα Ώχρα’’ που αναφέρει ο Διονύσιος εκ Φουρνά με την ωμή σιένα. . Ο Διονύσιος εκ Φουρνά (Διονυσίου 2007, 58) αναφέρει το ‘‘οξύ’’, το οποίο ο Κόντογλου αποδίδει στην ψημένη σιένα. Πολύ σημαντική όμως είναι και η όμπρα με πρασινίζουσα καφέ απόχρωση, που αν ψηθεί γίνεται καστανή. Γι’αυτό στην αγορά υπάρχει σαν ωμή και Ψημένη Όμπρα (Διονυσίου 2007, 60).

«Η αν θέλεις πάρε ούμπραν δρόμια χ και βόλον δρόμια ψ και ανακάτωσέ τα εις μάρμαρον. Και συνάξας αυτά άνοιγε ότι θέλεις, και εις τες δύναμες δυνάμωνέ το με μόνην ούμπραν, εις δε τες κόρες και ρωθούνια βάλε μόνο μαύρον. Έτζι είναι του Πανσέληνου τα ανοίγματα.

Πάρε βαθέαν Ώχραν και κάψε αυτήν πολύ εις την φωτίαν, έως να κοκκινομαυρίση. Και όταν θέλεις να κάμης μαλλία του Χριστού και των νέων αγίων ένωσον αυτή με ολίγον μαύρον και ούτω πρόπλαθε αυτά.

¹¹ Ο όρος Ώχρα χρησιμοποιούνταν στην αρχαιότητα γενικότερα για να υποδηλώσει τις κίτρινες χρωστικές (Θεόφραστος, Περί Λίθων, 59)

Πάρε ούμπραν ή μαύρο και άλλο τόσο μαυροζύ και ανακάτωσέ τα και άνοιγε μάτια μύτες χείρας και πόδας, και εις τες δύναμες βάλε μόνον ούμπραν ή μαύρο»

Πράσινες Χρωστικές: Οι πράσινες είναι γενικά ασταθής χρωστικές, ενώ πιο σταθερά είναι τα πράσινα που προέκυπταν από την ανάμιξη των μπλε με τα κίτρινα. Ο Μαλαχίτης αναφέρεται κυρίως από τον Cennini (Cennini 1960), αλλά με το όνομα verde azzuro. Ως verde azzuro αναφέρεται και από τον Δοξαρά στο ‘Πέρι Ζωγραφιάς’ (Δοξαράς 1871, 14). Πρόκειται για την αρχαιότερη πράσινη χρωστική (Gettens & Stout 1966, 127), ενώ συνεχίζει να χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα σε τρεις διαφορετικές κοκκομετρίες (Gettens & Fitzhugh 1003, 185). Εντοπίστηκε σε μεταβυζαντινές εικόνες αλλά και τοιχογραφίες (Alexoroulou et al 1997, 156; Daniilia et al 2008, 2840). Ο Διονύσιος εκ Φουρνά (Διονυσίου 2007, 58) αναφέρει το πρασινί, το οποίο μπορεί να είναι και πράσινη γη, που προέρχεται από τα ορυκτά σελαδονίτη και γλαυκονίτη. Σταθερή χρωστική που χρησιμοποιήθηκε πολύ στις σάρκες των προσώπων στις φορητές εικόνες

«Βάλε ψιμίθι και Ώχραν και πρασίνι οπού δουλεύουν εις τον τοίχον και μαύρο τέγκι και τρίμον όλα αυτά ομού εις μάρμαρον και σνάξέ τα εις καλαμάρι και πρόπλαθε ει τι θέλεις να σαρκώσης.»

Την πράσινη γη αναφέρει και ο Cennini (Cennini 1960, 31) ως terre-verte αλλά και το verdigris (Cennini 1960, 33), το οποίο προκύπτει από το γαλλικό Vert de Grece και σημαίνει ελληνικό πράσινο. Ο Διονύσιος εκ Φουρνά το αναφέρει ως βαρδάμαρο (Διονυσίου 2007 69,)

«Βάλε μικρά κομμάτια χάλκωμα εις ζύδι δριμύ, μέσα εις αγγείον χάλκινο, και σκέπασέ το και βάλτο εις τόπον οπού πυρώνει ο ήλιος πολύ εις καιρόν καυσώδη, έως ού να πήξει το ζείδι. Έπειτα έβγαλε τα κομμάτια το χάλκωμα και βάλε αυτό εις άλλο δοχείον να ξηραθεί. Και ούτως γίνεται το βαρδάραμον ήτοι το τζιγκιάρι.»

Μπλε Χρωστικές: Οι μπλε χρωστικές που απαντώνται στη φύση με έντονο χρώμα είναι λιγιστές και άρα ακριβές, γι’ αυτό ο πειραματισμός και η προσπάθεια δημιουργίας τεχνητών ήταν έντονος (Thompson 1998, 152-155). Από τις πιο αρχαίες και πιο σημαντικές μπλε χρωστικές είναι ο Αζουρίτης, ο οποίος

χρησιμοποιήθηκε ευρέως στην ευρωπαϊκή ζωγραφική τον 15^ο με 18^ο αιώνα (Gettens & Stout 1966, 95) ως τεχνητό προϊόν. Δεν χρησιμοποιήθηκε ωστόσο κατά την αρχαιότητα πολύ ως ορυκτό, καθώς είναι ασταθής και μετατρέπεται σε Μαλαχίτη, οπότε εγκαταλείφθηκε η χρήση της ειδικά και με την ανακάλυψη του αιγυπτιακού μπλε, το οποίο χρησιμοποιήθηκε έως τον 9^ο αιώνα μ.Χ. και θεωρείται η πιο σταθερή χρωστική των προϊστορικών χρόνων καθώς και η πρώτη που κατασκευάστηκε συνθετικά. Τα παλαιότερα δείγματα ύπαρξης του χρονολογούνται στην 4^η αιγυπτιακή δυναστεία (Riederer 1997, 23), ενώ χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε Αίγυπτο, Μεσοποταμία, Ελλάδα και Ρώμη. Ο Cennino Cennini στο ‘‘Il Libro dell’arte’’ (Cennini 1960) τον αναφέρει ως *Azzuro della Magna*. Εναλλακτική λύση στη συνέχεια θεωρήθηκε η Ουλτραμαρίνη, χρωστική που αρχικά το 1787 προήλθε από την περιοχή του Παλέρμο, καθώς παρατηρήθηκε πάνω σε τοίχους ασβεστοκαμίνων (Eaustaugh et al 2008, 381) και που ομοιάζε με το ορυκτό Λάπις Λάζουλι, πολύτιμο λίθο μεγάλης αξίας, λόγω της σπανιότητας εύρεσης της πρώτης ύλης, του Λαζουρίτη, αλλά και της ιδιαίτερα επίπονης διαδικασίας που απαιτείται για την παραλαβή της. Τεχνητά η Ουλτραμαρίνη κατασκευάστηκε το 1828 στη Γερμανία (Eaustaugh et al 2008, 381). Από τον 9^ο αιώνα και μετά εμφανίζεται και το ινδικό που βρέθηκε σε αναλύσεις βυζαντινών και μεταβυζαντινών φορητών εικόνων (Karapanagiotis et al 2013, 1475; Daniilia et al 2008, 572), που όμως με την εμφάνιση του Σμάλτου στα μέσα του 1400 υποχωρεί σημαντικά¹², αν και κυρίως βρέθηκε σε τοιχογραφίες μεταβυζαντινών μνημείων (Daniilia et al 2008, 2478) και σε ελάχιστες εικόνες (Aloupi et al 2005, 103). Ο Διονύσιος εκ Φουρνά το αναφέρει πιθανότατα ως λουλακί καθώς το διευκρινίζει ως *το λεγόμενο χίντι που παραπέμπει στο ινδικό. Μάλιστα το συστήνει σε συνδυασμό με το Λάπις Λάζουρι καθώς πρασινίζει (μουχλιάζει) σε κάποιες περιπτώσεις ειδικά κατά τη χρήση του σε τοιχογραφίες* (Διονυσίου 2007, 70).

«Βάλε το λαζούρι στην πλάκα με λίγο λουλάκι το λεγόμενο χίντι, διότι το λαζούρι μουχλιάζει στον τοίχο. Όσο έβαλες λουλάκι, βάλε άλλο τόσο ψιμίθι τοίχου και τρίψε

¹² Το Σμάλτο αναφέρεται στο Περί ζωγραφιάς του Παναγιώτη Δοξαρά (Δοξαράς 1871, 9) ως σμαλτήνι

αυτά καλά. Πρόπλασε σε γαλάζιο που θα απλωθεί μαζί με μαύρο και ύστερα δεύτερο χέρι σκέτο με το μείγμα αυτό λαζουριού.»

Όλα τα παραπάνω, φανερώνουν το συντηρητικό χαρακτήρα της βυζαντινής τέχνης που ακολούθησε και η μεταβυζαντινή, σε σχέση με τις τεχνικές κατασκευής των φορητών εικόνων και τα υλικά από τα οποία αποτελούνται, που μεταλαμπαδεύτηκε από γενιά σε γενιά και που μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνται, χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές.

1.3 Συντήρηση Φορητών Εικόνων

Οι τεχνικές και τα υλικά κατασκευής των φορητών εικόνων όπως περιγράφησαν στα υποκεφάλαια 1.1 και 1.2 αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία σπουδής και πρακτικής εφαρμογής για τους συντηρητές. Ταυτόχρονα όμως, η τέχνη της εικόνας είναι ένα σύστημα εκφράσεων, αφού παράλληλα με τον ρεαλισμό της μορφής, εκφράζει και την υπερβατική πραγματικότητα, μέσα από καθαρά τεχνοτροπικά και τεχνικά μέσα (Espinola 1992). Οι φορητές εικόνες είναι αντικείμενα λατρείας, πίστης και πηγή έμπνευσης και δύναμης για όλο το χριστιανικό κόσμο. Αυτά τα πολύτιμα αντικείμενα καλείται να συντηρήσει και να διασώσει ο συντηρητής έργων τέχνης.

Αναφορές στη συντήρηση της εικόνας υπάρχουν εδώ και πάρα πολλά χρόνια, ο χαρακτήρας της όμως δεν ήταν ο ίδιος που είναι και σήμερα. Παλαιότερα η συντήρηση είχε την έννοια της επισκευής των κατεστραμμένων εικόνων ή την πραγματοποίηση επεμβάσεων με τις οποίες κάλυπταν τις φθορές. Ο Διονύσιος εκ Φουρνά αναφέρει ολόκληρο κεφάλαιο για το «*πώς να πλύνης εικόνας*» (Διονυσίου 2007, 66-67). Αναφέρει μάλιστα οδηγίες, πως θα πρέπει να είναι ο επιδιορθωτής προσεκτικός, καθώς αν τη χαλούσε θα συγχύζονταν ο νοικοκύρης, ενώ οι δοκιμές θα έπρεπε πρώτα να γίνουν σε μικρότερες εικόνες.

«Όταν θέλῃς νά πλύνῃς παλαιάς εικόνας, πρώτα γέμισε μίαν σκάφην νερόν, ἡ ὅποια νά εἶναι μεγάλη, διά νά χωρή τήν εικόνα μέσα, νά τήν σκεπάξῃ τό νερόν εἴτα βάλε τήν εικόνα ὑπτίαν, ἤγουν ανάσκελα, καί πάρε δυνατήν κατασταλακτὴν — νά εἶναι

ὀλίγον χλιαρή — καί βάνοντας ἐπάνω εἰς τήν εἰκόνα τρίβε τήν μέ ἓνα κονδύλι μεγάλο νά εἶναι ἀπό τρίχες τοῦ χοίρου καί νά εἶναι μέγαν ὡσάν τά προπλαστήρια τῶν εἰκόνων καί τρίβοντάς τήν πρόσεχε μήν ἐβγάλης καί τές βαφές, διότι ἀν εἶναι δυνατή ἢ κατασταλακτική, κόπτει τές λέρες καί τό βερνίκι καί τά ἐβγάνει κομμάτια κομμάτια. Διά τούτο πρόσεχε καλά νά μή πλύνῃς τήν εἰκόνα ὅλην μονόφορα (μόνον ἀπ' ὀλίγην ὀλίγην), διά νά μή χαλάσῃ. Καί πρότον μὲν πλύνε ὀλίγον μέρος ἀπ' αὐτήν μέ τήν κατασταλακτικήν καί μέ τό κονδύλι εἶτα εὐθύς βούτα ὅλην τήν εἰκόνα μέσ' στήν σκάφην, διά νά παίρῃ τές λέρες τοῦ καθαρισμένου τόπου καί τήν κατασταλακτικήν, καί οὕτω ξανάπλυνε αὐτήν πάλιν μέ τό κονδύλι καί με τήν κατασταλακτικήν εἰς ἄλλο μέρος· εἶτα πάλιν βούτησε τήν καί πλυνέ τήν εἰς τήν σκάφην καί οὕτως ἀπ' ὀλίγον ὀλίγον πλυνέ τήν ὅλην καί δέν χαλά. Εἰ δέ καί νά τήν πλύνῃς ὅλην μονόφορα θέλεις, θέλεις ἀργήσῃς νά τήν πλύνῃς, καί οὕτως ἀπομένοντας πολλήν ὥραν ἢ κατασταλακτική εἰς τήν εἰκόνα ἐβγαίνουν οἱ βαφές ὁμοῦ καί ὁ γύψος, μόνον κάμε καθὼς σ' ἐρμηνεύσαμεν καί ἀφοῦ καθαρισθῇ καλά, εἰ μὲν καί εβγουν πουθενά οἱ βαφές, διόρθωσέ τήν, εἶτα βερνίκιασέ τήν νά γένη ὡσάν καινούρια. "Ὁμως δοκίμασε πρώτα τήν ἐπιτηδειότητά σου εἰς μικρὴν εἰκόνα, καί ἀνίσως ἐπιτύχῃς εἰς τήν μικρὴν, ἐπιχειρήσου καί μεγάλην· εἰ δέ μή, λίπε, διά νά μή τήν χαλάσῃς καί συγχυσθῇ ὁ οἰκοκόρις. Αὐτά ὅποῦ γράφω, μή σου φαίνονται μῦθοι, διότι ἐγὼ ἐδοκίμασα ἀτός μου καί τήν ἐπιτύχα· ὁμως ἠθέλησε καί ἄλλος νά τό κάμη χωρὶς δοκιμὴν καί ἐμεινε μέ το σανίδι γυμνόν.»

Σε ἄλλο σημεῖο ἀναφέρει οδηγίες γιὰ το «Πῶς νά διόρθωσῃς παλαιόν καί σαθρωμένην εἰκόνα» (Διονυσίου 2007, 83). Στὴν περίπτωση αὐτὴ ἀναφέρεται στὴν ἀποκατάστασι καὶ τῆς πρόσθιας ἐπιφάνειας, ξύνοντας τὸν κάμπο καὶ δημιουργώντας καινούργιο.

«Ὅταν θέλῃς νά διόρθωσῃς παλαιάν καί σαθρωμένην εἰκόνα, ποιήσον οὕτως. Εἰ μὲν εἶναι ὀπίσθεν σαπιμένη καί σαρακοφαγωμένη, πρώτα καθάρισε τὰ σαπήματα καλά καί τίναξε τὸν κονιορτόν εἶτα πότισον αὐτήν μέ κόλλαν νά τήν πῆ καλά τό σανίδι, ἐπειτα βάλ' τήν εἰς τὸν ἥλιον νά ξηραθῇ· μόνον πρόσεχε νά μή πέρασῃ ἀπο τό ἄλλο μέρος ἢ κόλλα καί χαλάσῃ τήν ἱστορίαν. Μετὰ ταῦτα πάρε πριονίσματα ἀπὸ σανίδι καί ἀνακάτωσε τα μέ κόλλαν καί γέμισε τές τρύπες· καί ὡσάν σιγνώση. γύψωσέ τήν ἢ κόλλησον πανί ὀπίσθεν καί οὕτω στερεώνει. Εἴ δε εἶναι ἀπὸ ἐμπρός ὁ κάμποσ χαλασμένος καί ἢ ἱστορία τοῦ ἁγίου στέκει καλά, πρώτα ζύσε τὸν κάμπον καί ἐβγαλε

άπό τριγύρου τον παλαιόν γύψον, είτα πότισε την κόλλαν, ώς άνωθεν, και βάλε και τα πριονίσματα του ξύλου· έπειτα γύψωσε την και βάλε τό μάλαμα και τές βαφές και μπάλωσε την και βερνίκιασέ την και γίνεται ωσάν καινούρια.»

Οι παραπάνω οδηγίες αντικατοπτρίζουν επί της ουσίας τον τρόπο που ενεργούσαν οι παλαιότεροι τεχνίτες, ώστε να επιδιορθώσουν μια εικόνα. Ακολουθούσαν τον τρόπο και τα υλικά κατασκευής των φορητών εικόνων και μέσα από δοκιμές και αρκετές καταστροφές, κάλυπταν τις φθορές ενεργώντας δραστικά και επεμβατικά. Υπάρχουν στη βιβλιογραφία περιπτώσεις αντίστοιχες, μέσα από πλύσεις εικόνων (Παπαδοπούλου 2002, 193) ή ακόμα και μεταφορά ζωγραφικών επιφανειών σε νέα ξύλινα υποστηρίγματα (Αχειμάστου-Ποταμιάνου 2002, 150-161). Φυσικά σε κάθε περίπτωση συντήρησης, πρωταγωνιστικό ρόλο έπαιζε η κάλυψη της ζημιάς που προκαλούσε η «επιδιόρθωση» με νέα χρώματα, προς ενοποίηση του τελικού αποτελέσματος και για να γίνει η εικόνα «σαν καινούργια».

1.3.1 Φθορές Φορητών εικόνων

Η επιλογή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή μιας φορητής εικόνας, καθώς και το περιβάλλον στο οποίο δημιουργείται, εκτίθεται και αποθηκεύεται, έχει σημαντική επίδραση στην κατάσταση διατήρησης της. Τα υλικά από τα οποία αποτελείται είναι διαφορετικά, με δικό τους ρυθμό ανάπτυξης της φθοράς στο καθένα, ωστόσο όλες είναι αλληλένδετες μεταξύ τους και η καθεμία μπορεί να λειτουργεί καταλυτικά στην άλλη.

Οι φθοροποιοί παράγοντες μιας φορητής εικόνας μπορεί να είναι ενδογενείς και αφορούν σε αυτές που προκαλούνται από τα υλικά κατασκευής της και τα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσουν¹³ και εξωγενείς που αποτελούν το περιβάλλον στο οποίο μια εικόνα κατασκευάζεται, εκτίθεται και αποθηκεύεται και που έχει σημαντική επίδραση στην κατάσταση διατήρησης της. Αυτές είναι η υγρασία, η θερμοκρασία, το φως και οι ρύποι της ατμόσφαιρας (Burges 1990, 60).

¹³ όπως ξύλο κομμένο από λάθος σημείο του κορμού του δέντρου και που μπορεί να προκαλέσει σκεβρώσεις, προετοιμασία μη συμβατή με την αυγοτέμπερα που μπορεί να δημιουργήσει αποκολλήσεις και φουσκώματα, ή ακόμα και λανθασμένη αναλογία συνδετικών υλικών και χρωμάτων ή γύψου της προετοιμασίας που προκαλέσει κρακελαρίσματα και αποκολλήσεις

Η υγρασία εκφράζει την ποσότητα των υδρατμών που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα και κάθε στοιχείο της φορητής εικόνας που είναι υγροσκοπικό, απορροφά ή αποβάλλει υγρασία, ώστε να επέλθει σε ισορροπία με αυτήν του περιβάλλοντος. Αυτή η διαδικασία μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στο ξύλινο φορέα (Plenderleith 1962), την προσβολή της προετοιμασίας και του χρωματικού στρώματος και άρα στην αποκόλληση τους από το υποστήριγμα, εντάσεις που οδηγούν στην κόπωση του υφάσματος αν υπάρχει, ενώ προσβάλλεται το βερνίκι και δημιουργεί λευκές θαμπές κηλίδες στη ζωγραφική επιφάνεια. Αν δεν υπάρχει στρώμα βερνικιού στο έργο, η επίδραση της υγρασίας οδηγεί στην οξείδωση της ζωγραφικής επιφάνειας.

Η επίδραση της θερμοκρασίας μπορεί να είναι καταλυτική σε αρκετά είδη φθορών, καθώς σε πολύ θερμό περιβάλλον, ξηραίνεται και αποδυναμώνεται το ξύλο και το ύφασμα, ενώ η υψηλή θερμοκρασία σε περιβάλλον με υψηλή σχετική υγρασία ενισχύει τις υδρολυτικές διαδικασίες φθοράς και την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Στις προετοιμασίες και στα ζωγραφικά στρώματα με την επίδραση για μεγάλο χρονικό διάστημα υψηλής θερμοκρασίας, συρρικνώνεται και σχηματίζει ρωγμάτωση. Με την υψηλή θερμοκρασία μπορεί να προκληθεί τήξη των ρητινών που περιέχονται στο βερνίκι και δημιουργία μιας κολλώδους επιφάνειας που συγκρατεί γερά μόρια σκόνης και άλλους ρύπους από το περιβάλλον.

Το φως και ειδικότερα το ηλιακό, αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες φθοράς των ζωγραφικών έργων. Το μέγεθος της φθοράς από το φως εξαρτάται από την ένταση της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο αντικείμενο και τον χρόνο έκθεσης του αντικειμένου στην ακτινοβολία (Azemard et al 2014, 140).

Οποιοδήποτε συστατικό της ατμόσφαιρας έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στα έργα τέχνης και θεωρείται μολυντικό στοιχείο και ειδικά τα αιωρούμενα σωματίδια, το διοξείδιο του θείου και του αζώτου, το όζον, το υδρόθειο, η αμμωνία και τα χλωρίδια. Αυτά επικάθονται στην επιφάνεια του βερνικιού, με αποτέλεσμα να προκαλούν την οξείδωση του και εν συνεχεία την χρωματική αλλοίωση της ζωγραφικής επιφάνειας.

Κάθε παράγοντας σπάνια επιδρά απομονωμένος από τους άλλους, ενώ οι γρήγορες και επαναλαμβανόμενες μεταβολές δημιουργούν προβλήματα. Οι παραπάνω παράγοντες φθοράς, προκαλούν διαφορετικά προβλήματα στα υλικά κατασκευής των φορητών εικόνων, ενώ όλες μαζί δρουν αλληλένδετα σε όλα τα επίπεδα της.

Το ξύλο παρουσιάζει ανισοτροπία και υγροσκοπικότητα, με αποτέλεσμα τις συνεχείς συστολές και διαστολές, που επηρεάζουν και την προετοιμασία και τη ζωγραφική επιφάνεια και μερικές φορές φτάνουν μέχρι και το βερνίκι. Ταυτόχρονα προσβάλλεται από μύκητες και έντομα, που τρώνε το ξύλο και φεύγουν από τις οπές εξόδου (Salama et al. 2016). Οι ρόζοι, οι διάφορες ρωγμές και όλες οι ατέλειες του ξύλου που υπάρχουν πριν από τη χρήση του ως υποστήριγμα φορητής εικόνας, προκαλούν πιέσεις και κινήσεις που προσβάλλουν όλα τα υπόλοιπα στρώματα της εικόνας (Abdel-Kareem 2010; Καρύδης 2019, 26-27). Τα μεταλλικά καρφιά που χρησιμοποιούνται για τη συνένωση τμημάτων του ξύλου, ή τη στερέωση των τρέσων προκαλούν μηχανικές πιέσεις και άρα ρωγμές (Emile 1976, 17).

Πηγή αρκετών προβλημάτων που παρουσιάζονται στην προετοιμασία είναι η ασυμβατότητα μεταξύ ξύλου και προετοιμασίας, καθώς και η λανθασμένη ποσότητα συνδετικού μέσου για τις χρωστικές, και κόλλας για την προετοιμασία (Emile 1976, 58). Απώλεια της ζωγραφικής επιφάνειας παρουσιάζεται αναπόφευκτα και στα σημεία όπου υπάρχει και απώλεια της προετοιμασίας.

Οι φθορές που παρουσιάζει το βερνίκι, οφείλονται κυρίως στη συσσώρευση σκόνης και ρύπων, στην αποσύνθεση των φυσικών ρητινών και των ελαίων, στην παρουσία υγρασίας, στις εργασίες αποκατάστασης από άτομα χωρίς γνώσεις και πείρα στη συντήρηση. Ο πιο σημαντικός παράγοντας φθοράς μιας φορητής εικόνας είναι ο άνθρωπος, καθώς μπορούν να γίνουν επεμβάσεις με σκοπό τη επιδιόρθωση της όπως προαναφέρθηκε, οι οποίες όμως αν γίνουν από ανειδίκευτους, μπορούν να οδηγήσουν σε μερική ή ολική καταστροφή. Επίσης καθαρισμός με ακατάλληλα υλικά¹⁴ μπορεί να προκαλέσει δυσάρεστα

¹⁴ Για παράδειγμα, τα αλκαλικά διαλύματα (σαπούνια, αμμωνία κ.λ.π.), μπορεί να προκαλέσουν σαπωνοποίηση του συνδετικού, και χρωματική αλλοίωση ορισμένων χρωστικών

αποτελέσματα. Τα πολύ δραστικά υλικά, μπορεί να προκαλέσουν απώλειες τμημάτων, ρωγματώσεις, απολεπίσεις, καθώς και χρωματικές αλλοιώσεις (Burnstock & White 1990, 111-118). Ειδικά στις ρώσικες φορητές εικόνες, περνούσαν παλαιότερα στην επιφάνεια της ένα στρώμα λινέλαιο ή λάδι ελιάς, για να γίνει ακόμα πιο γυαλιστερή, που όμως επειδή αργούσε να στεγνώσει, οι εικόνες μάζευαν σκόνη και με τον καιρό μαύριζαν από την αιθάλη των κεριών που έκαιγαν μέσα στις εκκλησίες.

Όλες οι παραπάνω φθορές έχουν σαν αποτέλεσμα οι ζωγραφικές επιφάνειες στη διάρκεια των ετών να γίνονται σκούρες και δυσανάγνωστες, με απώλειες και σημαντικά προβλήματα. Έτσι συχνά ζωγράφοι επιζωγράφιζαν κυρίως τα πρόσωπα των μορφών, ενώ δε δίσταζαν πολλές φορές να ζωγραφίσουν πάνω από μία παράσταση μια καινούργια διαφορετική από την προηγούμενη. Αποτέλεσμα είναι οι φορητές εικόνες να υποστούν πλήθος επιζωγραφίσεων, προσφέροντας ταυτόχρονα προβληματισμό για την πορεία της συντήρησής τους.

1.3.1 Συντήρηση επιζωγραφισμένων εικόνων

Η συντήρηση μιας επιζωγραφισμένης εικόνας εμπεριέχει πολλές δυσκολίες στην αντιμετώπιση της, καθώς οποιαδήποτε επέμβαση, μπορεί να επηρεάσει το υποκείμενο ζωγραφικό στρώμα και να προκαλέσει περαιτέρω φθορές σε αυτό. Επί παραδείγματι, αν το υπερκείμενο ζωγραφικό στρώμα χρειαστεί στερέωση, θα μπορούσε αυτή να καταστρέψει το υποκείμενο λόγω ασυμβατότητας των συστατικών του με τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, είτε να συγκολληθεί μεταξύ τους τα δύο στρώματα θέτοντας αδύνατο κάποιο μελλοντικό διαχωρισμό τους. Η αφαίρεση εξάλλου της υπερκείμενης ζωγραφικής επιφάνειας είναι διαδικασία μη αντιστρεπτή, οπότε και απαγορευτική για τη συντήρηση. Ωστόσο η υποκείμενη ζωγραφική μπορεί να περιέχει στοιχεία που αν δεν αφαιρεθεί η υπερκείμενη δε θα έρθουν ποτέ στο φως.

Η πιο σημαντική ίσως φορητή εικόνα για το χριστιανικό κόσμο, καθώς αφορά στην πρώτη απεικόνιση του Χριστού Παντοκράτορα και βρίσκεται στη Ιερά Μονή της Αγ. Αικατερίνης του Σινά, ζωγραφισμένη με την εγκαυστική μέθοδο, είχε υποστεί

επιζωγραφήσεις σε κάποια χρονική στιγμή (ΦΩΤΟ 1.2), που αφαιρέθηκαν μετά από συντήρηση (Margaritof 1999).



ΦΩΤΟ 1.2: η εικόνα του Χριστού πριν και μετά την αφαίρεση της επιζωγράφισης (Margaritof 1999, 23-26).

Περιπτώσεις συντήρησης επιζωγραφισμένων εικόνων έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία και κάθε φορά η αντιμετώπιση ήταν διαφορετική. Η επιζωγράφιση είτε αφαιρείτε ολόκληρη (Milanou 2010, 53), είτε επιλεκτικά, είτε παραμένει (Daniilia et al. 2002, 807-814), ώστε να αντιμετωπιστεί μεταγενέστερα.

Οι περισσότερες περιπτώσεις ωστόσο επιζωγραφισμένων εικόνων μέχρι τη στιγμή που άρχισε να γίνεται προσπάθεια διερεύνησης των υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων χωρίς την αφαίρεση των μεταγενέστερων, ακολουθούσαν το παραπάνω παράδειγμα της ΦΩΤΟ 1.2, δηλαδή αφαιρούνταν όλες οι επιζωγραφήσεις, έχοντας σαν αποτέλεσμα να χαθούν τα στοιχεία των υπερκείμενων στρωμάτων. Και καθώς η συντήρηση άρχισε να αντιμετωπίζεται αρκετά πρόσφατα ως επιστημονικός κλάδος, θέτοντας αναγκαία τη φωτογράφιση πριν μετά και κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων, πολλά στοιχεία χάθηκαν μαζί με την αφαίρεση των επιζωγραφίσεων. Ταυτόχρονα οι φορητές εικόνες, καθώς είναι αντικείμενα λατρείας, πίστης και πηγή έμπνευσης και δύναμης για όλο το χριστιανικό κόσμο, δεσμεύουν τους συντηρητές στο εύρος των παραχωρήσεων σε σχέση με την έκταση της αφαίρεσης ή μη των

επιζωγραφίσεων, καθώς μια εικόνα που ο κόσμος έχει ταυτιστεί μαζί της δεν μπορεί να αλλάξει εντελώς, αφαιρώντας τις επιζωγραφήσεις και παρουσιάζοντας μια άλλη, όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί στη ΦΩΤΟ 1.3. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι οι επιζωγραφήσεις σε μια μαυρισμένη εικόνα γίνονταν με άκρως σκουρόχρωμους τόνους, λόγω της σκοτεινότητας του βερνικιού της, συνεπώς ο καθαρισμός μιας τέτοιας εικόνας κατά τη συντήρηση της (και αφαίρεση του βερνικιού αυτού), είχε σαν αποτέλεσμα να μην μπορεί να παραμείνει η επιζωγράφηση καθώς δεν είχε καμιά σχέση με τα αρχικά χρώματα κατασκευής της.

1.4 Επιζωγραφήσεις Φορητών Εικόνων

Οι επιζωγραφήσεις που μπορεί να έχουν γίνει σε κάποιο έργο συνήθως είχαν στόχο, εκτός του να καλύψουν κάποιες φθορές όπως προαναφέρθηκε, να ντύσουν γυμνά σώματα ή να εκσυγχρονίσουν ενδυμασίες¹⁵. Σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται συνειδητή παραχάραξη έργων, προσθέτοντας υπογραφές από επώνυμους ζωγράφους, αυξάνοντας έτσι την χρηματική τους αξία (Amineddoleh 2016, 61-111). Ορισμένες επεμβάσεις ωστόσο, μπορεί να γίνουν από τον ίδιο το ζωγράφο/αγιογράφο, είτε γιατί θέλησε να αλλάξει κάτι στη σύνθεση του¹⁶, είτε γιατί αποφάσισε να ζωγραφίσει επάνω σε ένα παλαιότερο έργο του. Ακόμα και ολόκληρες παραστάσεις ζωγραφίζονταν πάνω από παλιότερες απεικονίσεις (ΦΩΤΟ 1.3), καθώς ο ιδιοκτήτης ή ακόμα και οι εκκλησιαστικές επιτροπές ναών, ήθελαν κάποια άλλη μορφή αγίων, είτε γιατί η εποχή επέβαλε άλλα πρότυπα.

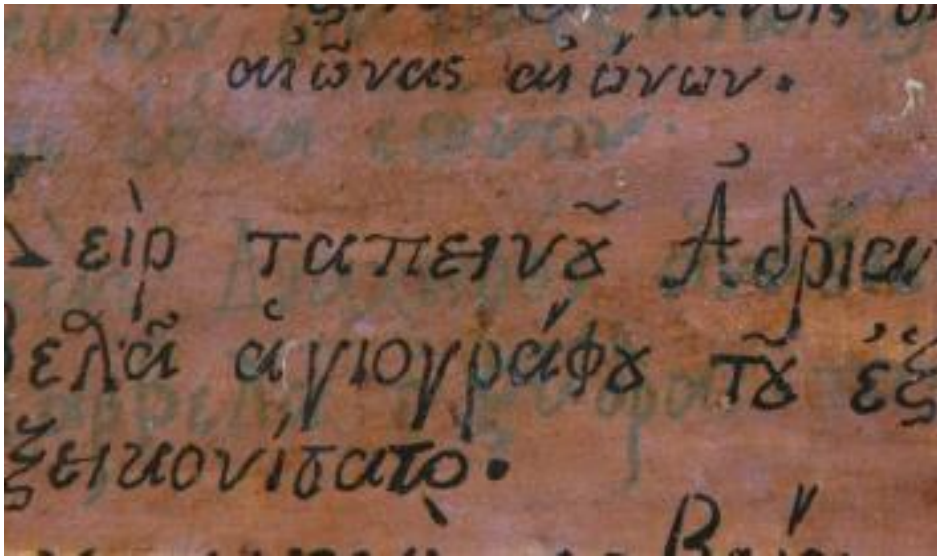
¹⁵ <https://www.theguardian.com/artanddesign/jonathanjonesblog/2016/jul/25/renaissance-art-nudity-cover-up-sistine-chapel-leonardo-censorship> (ανακτήθηκε 09/09/2023)

¹⁶ Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτό της Μόνα Λίζα, όπου ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι αποφάσισε να μετακινήσει το δάχτυλο του χεριού της, καθώς δεν ακολουθούσε το ύφος που προσέδιδε το περιβόητο χαμόγελο της. <https://www.youtube.com/watch?v=xtfUvkvWJ74&t=68s> (ανακτήθηκε 09/09/2023)



ΦΩΤΟ 1.3: εικόνα η οποία έχει επιζωγραφιστεί εξ ολοκλήρου και κατά τη διάρκεια συντήρησης άρχισε να αφαιρείται το υπερκείμενο ζωγραφικό στρώμα. Το υποκείμενο στρώμα απεικονίζει τον Άγιο Νικόλαο (φαίνεται στα δεξιά) και το υπερκείμενο τον Άγιο Στέφανο (φαίνεται στα αριστερά) (προσωπικό αρχείο Μ. Μπράτιση)

Επίσης πολλά γράμματα, ημερομηνίες και υπογραφές ξαναγράφονταν πάνω σε ήδη υπάρχουσες, είτε για να αλλαχθεί το κείμενο, είτε γιατί ήταν έτοιμο να σβηστεί (ΦΩΤΟ 1.4).



ΦΩΤΟ 1.4: επιζωγράφηση της επιγραφής φορητῆς εικόνας που αναφέρει δωρητές, αγιογράφο και χρονολογία κατασκευῆς (προσωπικό αρχεῖο Μ. Μπράτιση).

Οι επιζωγραφήσεις συνήθως δεν περιορίζονται στην περιοχή της φθοράς, ἀλλὰ επεκτείνονται σε μεγάλες περιοχές της εικόνας, με σκοπό την ενοποίηση της επέμβασης με το υπόλοιπο ἔργο (ΦΩΤΟ 1.7).

Μεγάλη παρέμβαση πραγματοποιεῖται και στους χρυσοῦς κάμπους, ὅπου καθὼς το φύλλο χρυσοῦ μαυρίζει και χάνει τη λάμψη του, περνούσαν σε πολλές περιπτώσεις μπρουντζίνα¹⁷, καλύπτοντας ἀκόμα και φύλλα χρυσοῦ ἐξαιρετικῆς ποιότητας, ἀκόμα και στιλβωμένα (ΦΩΤΟ 1.5).

¹⁷ Φτηνή ἀπομίμηση του χρυσοῦ που αποτελείται ἀπὸ προσμίξεις με μπρούτζο και ἄλλων κραμάτων χαλκοῦ



ΦΩΤΟ 1.5: μεταγενέστερη κάλυψη του φύλλου χρυσού με μπρούντζινα σε φορητή εικόνα (προσωπικό αρχείο Μ. Μπράτιση)

Πολλές φορές είτε παραμένει το παλιό βερνίκι (ΦΩΤΟ 1.6) ανάμεσα στα δύο ζωγραφικά στρώματα, είτε με διάφορους τρόπους το αφαιρούσαν¹⁸ πριν την εφαρμογή της επιζωγράφισης.



ΦΩΤΟ 1.6: στο πρώτο κομμάτι από αριστερά φαίνεται η μεταγενέστερη επέμβαση, στο δεύτερο κομμάτι είναι εμφανές το βερνίκι της υποκείμενης ζωγραφικής και στο τρίτο κομμάτι το δεξί εμφανίστηκε το καθαρισμένο υποκείμενο στρώμα (προσωπικό αρχείο Μ. Μπράτιση)

¹⁸ Σε πολλές εκκλησίες έχει επικρατήσει να καθαρίζουν τις εικόνες με κολόνια ή νάμα κι επειδή περιέχουν και τα δύο αιθανόλη, πολλές φορές αφαιρούνταν το παλιό βερνίκι καταστρέφοντας φυσικά πολλές φορές και μέρος των χρωμάτων και κυρίως του χρυσού φύλλου.

Έντονες επεμβάσεις επισκευής των κατεστραμμένων εικόνων εμφανίζονται πολλές φορές σε διάφορους ναούς, και επεμβάσεις κάλυψης αυτών, όπως στη ΦΩΤΟ 1.7, όπου προκειμένου να τοποθετηθεί η εικόνα σε κάποιο τέμπλο, προστέθηκε κάποιο κομμάτι από άλλη εικόνα, οπότε και επιζωγραφίστηκε για να ενοποιηθεί το αποτέλεσμα (Bratitsi et al 2019).



ΦΩΤΟ 1.7: εικόνα στην οποία έχουν προσθέσει τμήμα από άλλη εικόνα για να φτάσει στο επιθυμητό πλάτος ώστε να τοποθετηθεί σε νεότερο τέμπλο, οπότε και επιζωγραφίστηκε για να ενοποιηθεί το σύνολο όπως φαίνεται στην αριστερή φωτογραφία. Στη δεξιά είναι πλέον εμφανές το πρόσθετο τμήμα αφού αφαιρέθηκαν οι επιζωγραφήσεις κατά τη διαδικασία της συντήρησης (προσωπικό αρχείο Μ. Μπράτιτση).

Ο συντηρητής συχνά έρχεται αντιμέτωπος με προβληματισμούς κι αποφάσεις σχετικά με την αφαίρεση ή μη των παλαιότερων επεμβάσεων, ήτοι των επιζωγραφήσεων και την ανάγκη της διατήρησης της ιστορικής διαδρομής του έργου στο χρόνο. Αλλά αν κρατηθεί το μεταγενέστερο πως θα αναδειχθεί το προγενέστερο; Την απάντηση έρχεται να δώσει η τεχνολογία της ανάλυσης και της ψηφιοποίησης.

1.5 Τεχνικές απεικόνισης υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων

Οι εφαρμοσμένες αρχαιολογικές επιστήμες αφορούν στη μελέτη, χρονολογική τοποθέτηση και καταγραφή του αρχαιολογικού υλικού, ωστόσο τα τελευταία χρόνια αποκτούν μια ευρύτερη διάσταση, που συνδέεται και με τη ανάλυση, αλλά και την κατανόηση του ευρύτερου πολιτιστικού έργου, συμπεριλαμβανομένων φυσικά και νεότερων υλικών (Bratitsi et al 2019, 83). Αυτό προέκυψε μετά από την ανάγκη κατανόησης των μηχανισμών αλληλεπίδρασης των υλικών κατασκευής των έργων, των φαινομένων φθοράς και κατά συνέπεια της μελέτης και αντιμετώπισης τους, χρονικά δε αναπτύχθηκε μετά από την ανάπτυξη των μεθόδων συντήρησης. Ακολουθώντας μια σειρά από διαγνωστικές και αναλυτικές τεχνικές, μπορεί να συγκεντρωθεί πλήθος πληροφοριών, να επεξεργασθούν και φυσικά να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο για τους συντηρητές έργων τέχνης (Stratis et al 2014, 85-91). Μπορούμε έτσι, να κατανοήσουμε το έργο του καλλιτέχνη, από το σχεδιαστικό σκαρίφημα, μέχρι την τελευταία πινελιά του. Οι μέθοδοι δρουν συμπληρωματικά και προσφέρουν τεράστιο όγκο πληροφοριών, οδηγώντας μας σε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τη δομή, τις φθορές που δεν είναι ορατές με γυμνό μάτι, τα στρώματα από τα οποία αποτελείται ένα έργο, την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των υλικών κατασκευής και κατά συνέπεια να μας οδηγήσουν στην επιλογή της μεθοδολογίας συντήρησης που θα ακολουθηθεί, ειδικά σε περιπτώσεις όπως των επιζωγραφίσεων, που τα δεδομένα δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι.

1.5.1 Πολυφασματικές Απεικονιστικές Τεχνικές

Πολύτιμο εργαλείο στην έρευνα και τη συντήρηση των φορητών εικόνων, αποτελούν πλέον οι απεικονιστικές τεχνικές, οι οποίες λειτουργούν απολύτως μη επεμβατικά και από απόσταση από το υπό εξέταση αντικείμενο. Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί ειδικά τα τελευταία χρόνια σε διάφορα μήκη κύματος, ενώ πλέον λειτουργούν σε τρεις διαστάσεις, πολλαπλασιάζοντας έτσι τις δυνατότητες (Mogoroulou et al 2013). Αποτελούν την αιχμή του δόρατος στη διαδικασία ανάγνωσης και τεκμηρίωσης των φορητών εικόνων σε όλη τη

διάρκεια των εργασιών συντήρησης τους, ενώ η προβολή, ανάδειξη και διάχυση της πληροφορίας, βασίζεται όλο και περισσότερο στις τεχνολογίες της πληροφορικής. Αφορούν στα μήκη κύματος που λειτουργούν σε βάθος και περιλαμβάνουν τις ακτίνες χ και τις υπέρυθρες ακτινοβολίες (ΦΩΤΟ 1.8), καθώς αυτές διαπερνούν το στρώμα του βερνικιού.

Οι ακτίνες X είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα, με μήκος κύματος μεταξύ 10 nm και 0.01 nm και παράγονται όταν ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας προσπέσουν στην ύλη, με κατάλληλες συσκευές, που συνθέτουν την ακτινογραφία Roentgen ή ακτινογραφία X και η οποία αποτελεί μία από τις παλαιότερες τεχνικές παρατήρησης και φωτογράφισης της εσωτερικής δομής των έργων. Με την εφαρμογή της μεθόδου διακρίνεται εύκολα η κατασκευαστική τεχνολογία του έργου τέχνης και η φύση των υλικών από τα οποία συνίσταται, οι επεμβάσεις που έχει υποστεί, παλαιότερες ή νεότερες, καθώς και οι φθορές και οι αλλοιώσεις του. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου, βασίζεται σε δέσμη ακτινών X, που διαπερνά το έργο και προσβάλλει ένα ειδικό ακτινογραφικό φιλμ. Έτσι αποκτάται μία εικόνα, η οποία όμως είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ένταση της ακτινοβολίας X που εξέρχεται από το έργο, αφού ένα μέρος της απορροφάται εκλεκτικά από τα υλικά του έργου που διαπερνά. Η απορρόφηση της ακτινοβολίας από τα υλικά ενός έργου, εξαρτάται από τη φύση του κάθε υλικού, τον όγκο του, την πυκνότητά του και τον ατομικό αριθμό των χημικών στοιχείων που συνιστούν το υλικό (Alfred et al 2013). Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζει η ποιότητα της ακτινοβολίας X, δηλαδή το μήκος κύματος που σχετίζεται με τη διεισδυτικότητά της. Το αντικείμενο με την χρήση της τεχνικής αυτής δίνει μία εικόνα με ανοιχτούς τόνους του γκριζου, ενώ περιοχές διαφανείς στην ακτινοβολία X, παράγουν εικόνες σκοτεινών τόνων του γκριζου. Γενικότερα ένα σώμα παρουσιάζεται τόσο περισσότερο αδιαφανές, όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απορρόφησης της ακτινοβολίας X από αυτό. Η χρήση της μεθόδου αυτής, διευκολύνει τον εντοπισμό νεωτέρων ή παλαιότερων επεμβάσεων, φθορών ή αλλοιώσεων των συνιστούντων υλικών, καθώς επίσης αποκαλύπτει την εσωτερική κατασκευαστική τεχνολογία και συμβάλλει αποτελεσματικά

στην διαμόρφωση άποψης, σχετικά με την κατάσταση διατήρησης, αλλά και την φύση των υλικών κατασκευής.

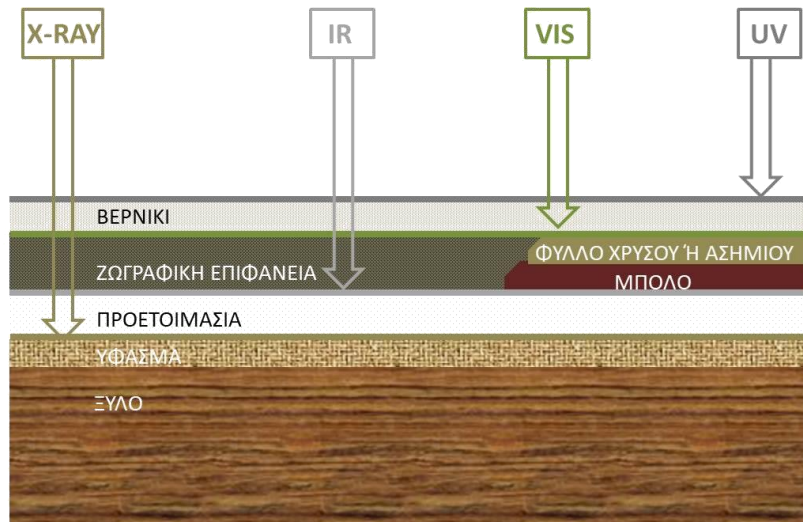
Από την άλλη μεριά, το φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας που μπορεί να διεισδύσει σε βάθος σε μια φορητή εικόνα, περιλαμβάνει τις περιοχές από το βαθύ κόκκινο στα 760nm, μέχρι τα όρια των μικροκυμάτων. Πρόκειται για μια μη ορατή ακτινοβολία, η οποία χαρακτηρίζεται από το θερμικό αποτέλεσμα που τη συνοδεύει και από τη μεγάλη διεισδυτική της ικανότητα. Ωστόσο η περιοχή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις απεικονιστικές τεχνικές, περιορίζεται στις περιοχές του εγγύς υπέρυθρου (NIR), από 760 έως 2500nm. Στηρίζεται στο γεγονός ότι στη μελέτη μια φορητής εικόνας, επειδή τα επιφανειακά στρώματα παραμένουν σταθερά τόσο ως προς το πάχος, όσο ως προς τη χημική τους σύσταση, ο μόνος τρόπος για να ελαχιστοποιηθεί η ικανότητα επικάλυψης, είναι η μείωση της σκέδασης της ακτινοβολίας στο εσωτερικό των χρωματικών στρωμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ακτινοβολιών με μήκη κύματος μεγαλύτερα από της ορατής περιοχής του φάσματος. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται, αφορούν στην ταυτοποίηση των χρωμάτων των επιφανειακών στρωμάτων, ενώ ταυτόχρονα παρέχεται η δυνατότητα ανίχνευσης του αρχικού σχεδιαστικού σκαριφήματος ή των αρχικών κατασκευαστικών σταδίων, αλλά και των ζωγραφικών στρωμάτων που υπάρχουν καλυμμένα κάτω από το εμφανές (Alexoroulou et al 2018).

Ακολουθεί καταγραφή της μελέτης που έχει πραγματοποιηθεί σε περιπτώσεις επιζωγραφισμένων έργων και αφορούν σε μεθόδους με υπέρυθρη ακτινοβολία και ακτίνες Χ. Υπάρχουν βέβαια και άλλες τεχνικές διαθέσιμες για μελέτη έργων τέχνης εις βάθος, όπως η απεικόνιση Terahertz ή το NMR, ωστόσο δεν έχουν εφαρμοστεί ακόμα σε περιπτώσεις επιζωγραφίσεων, παρά μόνο σε μελέτη προσχεδίων.

1.5.2 Μελέτη Επιζωγραφίσεων-βιβλιογραφική ανασκόπηση

Οι μέθοδοι με τις οποίες μπορεί ένα έργο να αναλυθεί μέχρι τα βαθύτερα στρώματα του, δρουν συνδυαστικά και προσφέρουν πλήρη καταγραφή και πλήθος δυνατοτήτων (ΦΩΤΟ 1.8).

1. ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ 2. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ 3. ΖΩΓΡΑΦΙΚΗ 4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ



ΦΩΤΟ 1 8: οι μέθοδοι που απεικονίζουν από τα επιφανειακά μέχρι τα βαθύτερα στρώματα μιας φορητής εικόνας. Με σειρά από αριστερά προς τα δεξιά οι ακτίνες X έως και το ξύλινο υποστήριγμα, η υπέρυθρη ακτινοβολία έως το υπόστρωμα, η ορατή για τη ζωγραφική επιφάνεια και η υπεριώδης ακτινοβολία για το βερνίκι και τις επικαθήσεις

Τεχνικές μη επεμβατικές, σε διάφορα μήκη κύματος, είναι διαθέσιμες στη συντήρηση των ζωγραφικών έργων από το 1930 (Moropoulou et al 2013). Η μελέτη των επιζωγραφίσεων ξεκίνησε τα τελευταία χρόνια, καθώς ένα έργο για να φανεί ότι είναι επιζωγραφισμένο, θα πρέπει είτε να μελετηθεί γνωρίζοντας ότι υπάρχει επιζωγράφιση, είτε να συντηρηθεί ώστε να φανεί ότι περιλαμβάνει προγενέστερα ζωγραφικά στρώματα.

Μέχρι πρόσφατα, οι τεχνικές που μπορούσαν να εξετάσουν υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα σε επιζωγραφισμένες εικόνες, ήταν οι περιοχές της υπέρυθρης ακτινοβολίας και των ακτίνων X, αλλά με πολλούς περιορισμούς, στα παχύτερα χρωματικά στρώματα, είτε στις χρωστικές με βάση τον άνθρακα. Περιπτώσεις που αφορούν μελέτη υποκείμενων στρωμάτων επιζωγραφισμένων έργων, ελάχιστα έχουν παρατηρηθεί. Αυτές κυρίως αφορούν ελαιογραφίες σε μουσαμά και ειδικά μεγάλων και σημαντικών καλλιτεχνών, που οι διάφοροι ερευνητές ξοδεύουν κόπο και χρόνο να μελετήσουν (Bratitsi et al 2019, 76-92).

Ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια να μελετηθούν οι επιζωγραφήσεις, μέσα από δείγματα σε διάφορα εργαστήρια, όπως άλλωστε και η παρούσα διατριβή.

Παρακάτω παρουσιάζονται, μέσα από ιστορική αναδρομή της δημιουργίας αυτών των μεθόδων, οι περιπτώσεις των επιζωγραφισμένων έργων που μελετήθηκαν έως και σήμερα (Bratitsi et al 2019, 83-87). Ταυτόχρονα σε πίνακα που παρατίθεται στο παράρτημα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι), παρουσιάζονται όλες αυτές οι περιπτώσεις (case studies) με τον τίτλο του έργου, τον καλλιτέχνη και τη χρονολογία κατασκευής, την τεχνική κατασκευής και το υποκείμενο και το υπερκείμενο ζωγραφικό στρώμα, όπως το αποτύπωσε η κάθε ανάλυση ξεχωριστά και μελετήθηκε και δημοσιεύτηκε κατά τη συγγραφή της παρούσας διατριβής.

Οι ακτίνες X: Η παλαιότερη μέθοδος απεικόνισης, αφορά στις ακτίνες X από τα τέλη του 19ου αιώνα. Η Ραδιογραφία ακτίνων X, είναι η πρώτη τεχνική που επέτρεψε τη συλλογή πληροφοριών από τα εσωτερικά τμήματα ενός έργου με μη καταστρεπτικό τρόπο και πλέον υπάρχει σε αρκετά εργαστήρια συντήρησης. Φυσικά έδωσε πλέον τη θέση της στη ψηφιακή ακτινογραφία, με λιγότερο χρόνο έκθεσης του έργου στην ακτινοβολία και απευθείας λήψη δεδομένων, ωστόσο αντιδιαστέλλονται στο μεγάλο κόστος του εξοπλισμού και τη δυνατότητα πλευρικής ανάλυσης του αναλογικού φιλμ που οφείλεται στο μέγεθος του κόκκου.

Η ακτινογράφιση παρουσιάζει πολλές αδυναμίες, καθώς δεν μπορεί να απεικονίσει υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα, σε περιπτώσεις ζωγραφικής με χρωστικές με βαρέα μέταλλα, όπως ο μόλυβδος ή ο υδράργυρος, ή σε διαδοχή παχύτερων στρωμάτων με υψηλής απορροφητικότητας στοιχεία, όπως ο ψευδάργυρος (Noble et al 2012, 36-45; Van de Loef et al 2012, 33-53). Βασικό σημείο αποτελεί η προετοιμασία πάνω στην οποία εναποτίθεται η ζωγραφική επιφάνεια, καθώς τα στοιχεία που την αποτελούν μπορεί να δρουν απαγορευτικά για την προβολή των στοιχείων των χρωστικών¹⁹ (Alfeld et al 2013, 165-175). Για τη μείωση αυτών των δυσκολιών, έγιναν διάφορες δόκιμες

¹⁹ Όπως για παράδειγμα οι προετοιμασίες που περιέχουν ψευδάργυρο

ψηφιακά με αλγόριθμο, αντίστοιχες με αυτές που αφορούν στην αφαίρεση της πλέξης του υφάσματος σε πίνακες (Johnson et al 2013, 527-540) και των χαρακτηριστικών του ξύλου (Johnson et al 2010, 62-75). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η Strati-Radiography (Van Asperen 1976, 1-40), όπου ταινία τοποθετείται απευθείας πάνω στη ζωγραφική, οπότε κατά τη λήψη κουνιέται ο σωλήνας που εκπέμπει τις ακτίνες X κι έτσι το υπόστρωμα φαίνεται θολό. Η Electron Emission Radiography, βοήθησε στη μείωση των προβλημάτων της ραδιογραφίας (Bridgman et al 1958, 175-182). Σημαντική και ιδιαίτερα χρήσιμη σε αμφιπρόσωπες εικόνες, είναι η Στέρεο-Ακτινογράφιση (Van Asperen 1976, 1-40), όπου λαμβάνονται δύο ακτινογραφίες από διαφορετικές θέσεις και συνδυάζονται σε μια στερεογραφική εικόνα. Στη συνέχεια εμφανίστηκε η ακτινογραφία με Ενεργειακή Ανίχνευση, που είναι μια απεικονιστική τεχνική, η οποία μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την αντίθεση των εικόνων και ενδεχομένως της στοιχειακής απεικόνισης, καθώς δεν καταγράφονται μόνο τα φωτόνια, αλλά και η ενέργεια τους. Η Διχρωμογραφία ή K-edge που επιτυγχάνεται με τη χρήση πρωτεύουσας ακτινοβολίας διαφορετικών ενεργειών (Baldelli et al 2006, 663-672), όπου οι ακτίνες φωτός της επιλεγμένης ενέργειας λαμβάνονται με περίθλαση Bragg. Πολύ πρόσφατα περιγράφηκε μια ειδική πηγή ακτίνων X, που εκπέμπει μονοχρωματική δέσμη, ενώ προσπάθεια έχει γίνει για συνδυασμό του K-edge με συνεστιακούς ραδιενεργούς πόρους (Schalm et al 2011, 1068-1077; Krug et al 2006, 247-251). Ωστόσο όλες οι παραπάνω μέθοδοι είναι μη φορητές, δύσκολες στην χρήση και σε αρχικό στάδιο.

Ο Zemlika (Zemlika et al 2012, 1-7), πραγματοποίησε ενεργειακής ανίχνευσης ακτινογράφιση, με ανιχνευτή Timerix, κατασκευάζοντας ένα κινητό όργανο που δε χρειάζεται πλευρική σάρωση και κατάφερε να διαχωρίσει την ενεργειακή διάχυση μεμονωμένων φωτονίων ακτίνων X, οπότε κατάφερε να ξεχωρίσει το χρωματικό στρώμα από την προετοιμασία σε ένα δείγμα του 19ου αιώνα. Με μια ίδια διάταξη δούλεψε και η ερευνητική ομάδα του Cabal (Cabal et al 2012, 1471-1480). Το γενικό συμπέρασμά τους, είναι ότι οι τιμές με απορρόφηση κάτω από 10 keV μπορούν να απεικονιστούν μόνο εάν υπάρχουν

μικρές ποσότητες ισχυρότερα απορροφητικών και βαρύτερων στοιχείων. Βαρύτερα στοιχεία, όπως ο Hg ή το Cd μπορούν να απεικονιστούν μόνο εάν χρησιμοποιήθηκε μολυβδούχος λευκή χρωστική ουσία.

Ο Φθορισμός Ακτίνων X (X-Ray Fluorescence), ενώ αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την ταυτοποίηση αρχικά των χρωστικών²⁰, πολύ πρόσφατα η χρήση του Macro-XRF εμφανίστηκε και για τα υποκείμενα στρώματα. Εδώ οι λήψεις αποκτώνται με δισδιάστατες απεικονίσεις με εστιασμένη ή ευθυγραμμισμένη κύρια δέσμη σε γεωμετρία ανάκλασης. Δεδομένης της διεισδυτικής φύσης των ακτίνων X, η φθορίζουσα ακτινοβολία δεν αφορά στα επιφανειακά ζωγραφικά στρώματα, αλλά τα υποκείμενα και σε κάποιες περιπτώσεις και τα στρώματα της προετοιμασίας. Η σάρωση του micro-XRF (mXRF) με ακτίνα ανάλυσης στην περιοχή των μικρομέτρων, είναι μια τεχνική ευρέως χρησιμοποιούμενη για τη διερεύνηση των αντικειμένων της πολιτιστικής κληρονομιάς από το 1990, αλλά με αρκετά τεχνικά προβλήματα (Jahnsen et al 2000, 291-314). Έχουν περιγραφεί κατά καιρούς διάφορες μελέτες περιπτώσεων έργων (Mantler et al 1992, 987-993; Schreiner et al 1992, 1157-1163; Scott 2001, 475-482; Methot 2005; Hocquet et al 2011, 3109-3116; Bronk et al 2001, 307-316; Trentelman et al 2010, 159-166), ωστόσο, όλοι αυτοί οι σαρωτές απαιτούσαν αρκετά δευτερόλεπτα χρόνο παραμονής ανά εικονοστοιχείο, περιορίζοντας την εφαρμογή τους σε πολύ μικρές λεπτομέρειες.

Από το 2008 εμφανίστηκε απεικονιστική μέθοδος με χρήση Φθορισμού Ακτίνων X, βασισμένο σε Σύγχροτρο (Dik et al 2008, 6436-6442) και πραγματοποιήθηκαν μελέτες σε ζωγραφικά έργα, όπως το "Patch of Grass" του Βίνσεντ Βαν Γκογκ, που μεταφέρθηκε και μελετήθηκε στο DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron) στο Αμβούργο της Γερμανίας, όπου χρησιμοποιώντας συγκεντρωτική μονοχρωματική ακτίνα, απεικονίστηκε υποκείμενο ζωγραφικό στρώμα του κεφαλιού ενός χωρικού. Ακολούθησαν και άλλες μελέτες έργων, όπως το 2009, στον επιζωγραφισμένο πίνακα "The

²⁰ η φθορίζουσα ακτινοβολία που εκπέμπει ένα δείγμα που εκτίθεται σε ακτίνες X περιέχει ποσοτικές και ποιοτικές πληροφορίες

Laughing Rebrandt” του Rebrandt Van Rijn και στον “Pauline im Weißen Kleid” του Philipp Otto Runge (Alfeld et al 2011, 157-163). Επίσης πραγματοποιήθηκε μια μελέτη υποκείμενης ζωγραφικής, κάτω από την υπερκείμενη επιφάνεια έργου του Vincent van Gogh, το “Flower Still Life with Meadow Flowers and Roses” (Alfeld et al 2013, 165-175; Van der Loeff et al 2012, 33-53). Στο Εργαστήριο National Synchrotron Lighting (NSLS, Brookhaven National Laboratory, NY, ΗΠΑ), έγινε ορατή η υποκείμενη ζωγραφική επιφάνεια από το πορτρέτο ενός ηλικιωμένου του Ρέμπραντ (Alfeld et al 2013, 157-164), ενώ στη Μελβούρνη της Αυστραλίας, με το αυστραλιανό σύγχροτρο μελετήθηκε ένας επιζωγραφισμένος πίνακας του Arthur Streeton (Howard et al 2012, 3278-3286)

Φυσικά όλες οι προαναφερθείσες περιπτώσεις αφορούν σε μεταφορά των πινάκων στα ανάλογα εργαστήρια, κάτι που δεν μπορεί να γίνει σε κάθε περίπτωση, οπότε έγινε προσπάθεια κατασκευής φορητών ανιχνευτών.

Ο Alfeld et al (Alfeld et al 2013, 165-175), κατάφερε να κατασκευάσει έναν κινητό σαρωτή με 4 ανιχνευτές που καταγράφει τη φθορίζουσα ακτινοβολία από πηγές ακτίνων X κι έτσι προέκυψε ένα υψηλής ευαισθησίας αποτέλεσμα συγκριτικά με αυτό του συγχρότρου, που χρησιμοποιήθηκε για να συμπληρώσει τα αποτελέσματα που είχαν αποκτηθεί στο έργο “Flower Still Life with Meadow Flowers and Roses” του Vincent van Gogh (Alfeld et al 2013, 135-175; 2011, 899-909). Έρευνες με MA-XRF στο πορτρέτο του “Don Ramón Satué” του Γκόγια (Bull et al 2011, 668-673), αποκάλυψαν λεπτομέρειες για ένα υποκείμενο ζωγραφικό στρώμα, που αφορά σε πορτρέτο ισπανού που υπηρετούσε τον Βοναπάρτη, ωστόσο επειδή μεταξύ των χρωστικών υπήρχε Μίνιο (κόκκινος μόλυβδος, Pb_3O_4) και λευκά σε προσμίξεις με κόκκινες οργανικές λάκες, δεν ήταν άμεσα ορατές. Ο περιορισμός του MA-XRF είναι ότι η χαρακτηριστική ακτινοβολία φθορισμού που διερευνάται με κινητούς ανιχνευτές, είναι χαμηλής ενέργειας (μικρότερη από 30 keV) και απορροφάται από τη βαφή. Ταυτόχρονα δεν υπάρχει ομοιόμορφη φωτομέτρηση για την απόκτηση αυθεντικότητας των εικόνων, ενώ τα ελαφρά στοιχεία στα υποκείμενα στρώματα ενδέχεται να μην είναι παρατηρήσιμα.

Το Ομοεστιακό (Confocal) XRF (Monico et al 2011, 1214-1223), επιτρέπει την εις βάθος ανάλυση με στοιχειακή αντίθεση. Παρουσιάζει πολλούς περιορισμούς, κυρίως γιατί απαιτεί μακρόχρονες σαρώσεις, ωστόσο αποτελεί κινητή (μια από τις λίγες) μη καταστρεπτική μέθοδο και θα χρησιμοποιηθεί πολύ στο μέλλον. Εφαρμόστηκε στη μελέτη των έργων που ήδη μελετήθηκαν με πηγές ακτινοβολίας synchrotron, όπως στη μαύρη γάτα που υπόκειται κάτω από τη ζωγραφική του Vincent Van Gogh ‘‘Daudigny’s Garden’’ (Nakano et al 2016), προκειμένου να αποκτήσουν μονοδιάστατα προφίλ βάθους (Kanngießer et al 2003, 259-264), δισδιάστατες εικονικές διατομές, ή ακόμη και τρισδιάστατους κύβους δεδομένων (Mass et al 2010, 222-223).

Η υπέρυθρη ακτινοβολία: Η απεικόνιση σε υπέρυθρη ακτινοβολία, χρησιμοποιήθηκε από τις αρχές του 20ου αιώνα, αλλά από το 1960 άρχισε με την υπέρυθρη ανακλαστογραφία η προβολή των εις βάθος στρωμάτων των έργων τέχνης. Συνοδεύεται από ταυτόχρονη εκπομπή θερμότητας, ωστόσο είναι πιο εύκολη η χρήση της από αυτή των ακτίνων X και κυρίως, δεν προκαλεί κίνδυνο για την υγεία του χρήστη. Η διαθεσιμότητα δε των ανιχνευτών είναι πλέον εύκολη, ενώ η λειτουργία της επεκτείνεται σε πολυφασματική και υπεραφασματική απεικόνιση (Alexoroulou et al 2013, 1242-1249; Alexoroulou et al 2018). Η χρησιμότητά της υπέρυθρης ανακλαστογραφίας στη διάγνωση των φορητών εικόνων, στηρίζεται στο γεγονός, ότι κάποια υλικά ανακλούν την υπέρυθρη ακτινοβολία και κάποια άλλα επιτρέπουν τη διέλευσή της μέσα από τη μάζα τους, με διαφορετικό τρόπο απ’ ότι στην ορατή. Η μεγάλη διεισδυτική της ικανότητας μας επιτρέπει να φωτογραφίζουμε από μεγάλη απόσταση αντικείμενα, που η ζωγραφική και τα χαρακτηριστικά τους δεν διακρίνονται με γυμνό μάτι, ή που δεν είναι δυνατή η χρήση συμβατικών φωτογραφικών μέσων. Μελέτες ιδιαίτερες σε επιζωγραφισμένα έργα δεν έχουν καταγραφεί, ωστόσο χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε περιπτώσεις προσχεδίων έργων.

Η πρώτη εφαρμογή αφορά στη φωτογράφιση με υπέρυθρη ακτινοβολία, με ευαισθησία στα 700-900 nm, η οποία καταγράφεται καθώς αντανακλάται από τη ζωγραφική. Βέβαια πρόκειται για ασπρόμαυρη εικόνα ενώ υπάρχει

περιορισμός, καθώς διαφάνεια στα έως 900 nm δεν παρουσιάζουν εύκολα οι χρωστικές, ειδικά όταν πρόκειται για υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα και όχι για προσχέδια (Mairingen et al 2004, 15-72). Με την τεχνολογική πρόοδο των ψηφιακών ανιχνευτών, η IR-φωτογραφία έχει σταματήσει να χρησιμοποιείται, καθώς έχει αντικατασταθεί από κάμερες Si CCD ή CMOS, ευαίσθητες από στα 700 έως 1100 nm, λόγω της βελτιωμένης απόδοσης και διαθεσιμότητάς τους (Walmsley et al 1993, 57-62; 1992, 120-131; Alexoroulou 2004; Gargano et al 2007, 249-253; Alexoroulou et al 2005). Περιγράφηκε μάλιστα πρόσφατα από τον Falco (Falco 2009), μια διαδικασία τροποποίησης απλής εμπορικής ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής 8 Mpixel σε υπέρυθρη, που δοκιμάστηκε σε ένα έργο του Lorenzo Lotto, ωστόσο δέχτηκε πολλές επικρίσεις (Stork & Kossolaron 2011). Για παρατήρηση των υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων χρησιμοποιείται η περιοχή του εγγύς υπέρυθρου φάσματος (NIR), ήτοι στα 760-2500 nm, όταν ο Van Asperen de Boer, επινόησε την υπέρυθρη ανακλαστογραφία, αντικαθιστώντας το φιλμ καταγραφής της υπέρυθρης ακτινοβολίας σε μία υπέρυθρη κάμερα αρχικά (Van Asperer de Boer 1966) και αργότερα ένα σωλήνα Vidicon με στόχο PbS ευαίσθητο έως τα 1900 nm (Van Asperer de Boer 1974, 97-99). Τα προσχέδια μπορούν να απεικονιστούν και άρα να μελετηθούν καλύτερα, σε έργα προγενέστερα του 16ου αιώνα, καθώς περιέχουν προετοιμασίες ισχυρά ανακλαστικές, ενώ τα προσχέδια είναι καμωμένα με μαύρες χρωστικές βασισμένες στον άνθρακα, ο οποίος απορροφά ισχυρότερα την υπέρυθρη ακτινοβολία. Οι αναλογικοί σωλήνες Vidicon καταγράφουν ικανοποιητική απεικονιστική ανάλυση (Alexoroulou & Kaminari 2010, 151-161), συνοδευόμενη ωστόσο από πολλές γεωμετρικές διαταραχές, ενώ δεν παρουσιάζουν την ίδια φωτομετρική απόκριση σε όλη την επιφάνεια της λήψης. Έγιναν πολλές προσπάθειες αποφυγής τέτοιου είδους σφαλμάτων, ωστόσο αντικαταστάθηκαν από κάμερες με συστοιχία στερεής κατάστασης αρχικά PtSi (με ευαισθησία 1000-5000 nm), ο οποίος απαιτούσε ψύξη με υγρό άζωτο (Delaney et al 1993, 15-19; Walmsley et al 1993, 57-62). Σήμερα, το συνηθέστερο υλικό των συστοιχιών στερεάς κατάστασης για την υπέρυθρη ακτινοβολία, είναι οι ανιχνευτές InGaAs ((Indium - Gallium - Arsenide), ευαίσθητοι στην ακτινοβολία μεταξύ 900 και 1700 nm, που δεν χρειάζονται

σύστημα ψύξης και έχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Για την επίτευξη μεγαλύτερων μηκών κύματος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανιχνευτές HgCdTe και InSb, αλλά αυτές οι συσκευές είναι σημαντικά ακριβότερες και χρειάζονται επίσης ψύξη (Saunders et al 2006, 277-290).

Η υπέρυθη ακτινοβολία σε υψηλότερα μήκη κύματος παρουσιάζει μια συνολικά χαμηλότερη αντίθεση, αλλά μπορεί να δώσει και συμπληρωματικές πληροφορίες, καθώς η χαρακτηριστική απορρόφησης και ανάκλαση πολλών χρωστικών, διαφέρει μεταξύ μικρού (SWIR) και μέσου υπέρυθρου φάσματος (MIR), ωστόσο μαζί με το ανακλαστογράφημα, παρατηρείται και έντονο το θερμογράφημα.

Η πολυφασματοσκοπική απεικόνιση, εμφανίστηκε αρκετά πρόσφατα και προσφέρει πλήθος δισδιάστατων προβολών, με πανομοιότυπες χωρικές πληροφορίες. Δίνεται η δυνατότητα για παρατήρηση και καταγραφή μιας εικόνας, χρησιμοποιώντας επιλεγμένα εύρη μήκους κύματος στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, που περιλαμβάνουν και εκτείνονται πέρα από τις δυνατότητες του ανθρώπινου ματιού και περιλαμβάνουν την ορατή περιοχή, αλλά και την υπεριώδη και την κοντινή υπέρυθη περιοχή. Δίνουν τη δυνατότητα της απεικόνισης της ανάκλασης UV, VIS, NIR σε συγκεκριμένα μήκη κύματος, τη λήψη φασματικού κύβου, την έγχρωμη υπέρυθη απεικόνιση (FCIR) και έγχρωμη υπεριώδης απεικόνιση (FCUVR), τη λήψη φάσματος ανάκλασης και το συνδυασμό της με εφαπτομενικό και πλάγιο φωτισμό και μακρο-φωτογραφία (Fransisco et al 2001). Κάθε αποτέλεσμα παράγει ένα σύνολο εικόνων που δίνει πλήθος πληροφοριών. Επομένως, επιλέγοντας συγκεκριμένους συνδυασμούς φωτισμού και εύρους ανίχνευσης, είναι δυνατόν να αποκτήσουμε γνώση σχετικά με την κατανομή των υλικών στο υπό μελέτη αντικείμενο (Dyer et al 2013).

Σε μεταγενέστερη φάση εξελίχθηκε η υπερφασματική απεικόνιση, στην ανάλυση έργων όπως του Goya (Daniela et al 2015), στο Μουσείο Zaragoza της Ισπανίας.

Υπέρυθρη ακτινοβολία χρησιμοποιείται και στον Οπτικό Τομογράφος Συνοχής (OCT), στις περιοχές 700-1500nm, επιτρέποντας τρισδιάστατη απεικόνιση των στρωμάτων ενός ζωγραφικού έργου, παρέχοντας ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες για υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα, όπως η πλαστή υπογραφή στο ‘Πορτρέτο Άγνωστης Γυναίκας’, έργο των τελών του 19^{ου} αιώνα, αγνώστου καλλιτέχνη (Targowski & Iwanicka 2011).

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Η μελέτη των επιζωγραφήσεων στις φορητές εικόνες με αυγοτέμπερα, αποτελούν το αντικείμενο μελέτης της παρούσας διατριβής. Οι ασπρόμαυρες εικόνες που προκύπτουν από τις πολυφασματικές και υπερφασματικές κάμερες, μπορούν να αποδώσουν το σχέδιο της υποκείμενης ζωγραφικής και είναι κάτι που έχει μελετηθεί πολλάκις. Η δυνατότητα ωστόσο να βρεθεί το χρώμα που υπάρχει στο υποκείμενο ζωγραφικό στρώμα αφορά σε πρωτόλειο πεδίο μελέτης και άρα σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής αποτελεί ακριβώς αυτό, ήτοι η εξέταση της δυνατότητας πρόβλεψης του υποκείμενου χρώματος και η μελέτη του τρόπου επιρροής του στο υπερκείμενο χρώμα. Μηχανισμό μελέτης αποτελούν στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης, που αφορούν σε ιεραρχική προσέγγιση και αλγοριθμικές διαστάσεις Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας.

Κρίθηκε πρωτίστως απαραίτητη η παρασκευή πειραματικών δειγμάτων για το σκοπό αυτό. Τα δείγματα αυτά εν συνεχεία με τη βοήθεια πολυφασματικού ανιχνευτή, θα δημιουργήσουν τις σχέσεις υποκείμενου και υπερκείμενου χρώματος, που αφορούν στα φάσματα που θα προσδώσει ο φασματικός κύβος και αφορά σε διαδοχική φασματική λήψη ανά 20 nm, παράγοντας έτσι ένα πλήρες φάσμα ανά εικονοστοιχείο. Είναι προφανές πως τα δείγματα θα έπρεπε να ακολουθούν πρότυπα κατασκευής πειραματικών πινάκων για λήψη με υπέρυθρο ανιχνευτή (Moutsatsou & Alexoroulou 2014, 3-9) και ταυτόχρονα να συμφωνούν και τις παραδοσιακές συνταγές κατασκευής βυζαντινών φορητών εικόνων με την τεχνική της αυγοτέμπερας, όπως περιγράφηκαν αναλυτικά στο Α μέρος της παρούσας διατριβής, κυρίως όμως να περιλαμβάνουν τις χρωστικές που αποτελούσαν την παλέτα των βυζαντινών και μεταβυζαντινών αγιογράφων, όπως επίσης καταγράφηκαν στο κεφάλαιο 1.2.

2.1 Προετοιμασία Δειγμάτων

Η παρασκευή των δειγμάτων αφορά στην επιλογή αλληπάλληλων χρωστικών με διαφορετικούς χημικούς τύπους, ώστε να προκύψει η απόδοση τους σε όλη

την περιοχή του ορατού και εγγύς υπέρυθρου φάσματος και άρα να καταγραφεί μια βάση δεδομένων που αφορά στις επιζωγραφήσεις. Υπάρχει συγκεκριμενοποίηση αποτελεσμάτων σε σχέση με τα υλικά κατασκευής και το συνδετικό υλικό των χρωστικών που αφορά στην αυγοτέμπερα, την κύρια τεχνική ζωγραφικής βυζαντινών και μεταβυζαντινών εικόνων (βλ. κεφ 1.1). Πολύ σημαντικό σημείο, ήταν η χρήση συγκεκριμένης αναλογίας υλικών για όλα τα δείγματα, ώστε να προκύψουν δεδομένα συγκρίσιμα μεταξύ τους. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν μετά από εμπειριστατωμένη βιβλιογραφική μελέτη, ώστε να ακολουθούν τα πρότυπα κατασκευής των βυζαντινών και μεταβυζαντινών φορητών εικόνων, όπως αυτά περιγράφηκαν στο Α μέρος της παρούσας διατριβής.

2.1.1 Υλικά Παρασκευής

Τα πειραματικά δείγματα (ΦΩΤΟ 2.1) παρασκευάστηκαν με επικαλύψεις χρωμάτων, για να εξεταστεί η οπτική συμπεριφορά των χρωματικών στρωμάτων, όταν αυτά επικαλύπτονται από άλλα. Χρησιμοποιήθηκαν οι πιο κοινές χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν σε βυζαντινές και μεταβυζαντινές αγιογραφίες, απλώθηκαν σε λευκό στρώμα προετοιμασίας, αφού προηγουμένως δημιουργήθηκαν διαφορετικά προσχέδια, επίσης με τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή των φορητών εικόνων. Αυτά τα χρώματα καλύφθηκαν από τα ίδια χρώματα δημιουργώντας πλήθος επιζωγραφισμένων δοκιμίων προς μελέτη.

Το υποστήριγμα είναι ξύλινο, καθώς είναι άκαμπτο για να μην επηρεάζονται οι χρωματικές στρώσεις και ουδέτερο ως προς τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί το παραδοσιακό υποστήριγμα των βυζαντινών και μεταβυζαντινών εικόνων, όπως περιγράφεται στο κεφ. 1.1.2.1 της παρούσας διατριβής. Το στρώμα της προετοιμασίας αποτελείται από μίγμα γύψου και ζωικής κόλλας, όπως συνηθίζεται στα πρότυπα δείγματα για πολυφασματικούς ανιχνευτές, χωρίς να απασχολεί τους ερευνητές αν το πληρωτικό υλικό αποτελείται και από κιμωλία, καθώς δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα, παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκε σε φορητές βυζαντινές και μεταβυζαντινές

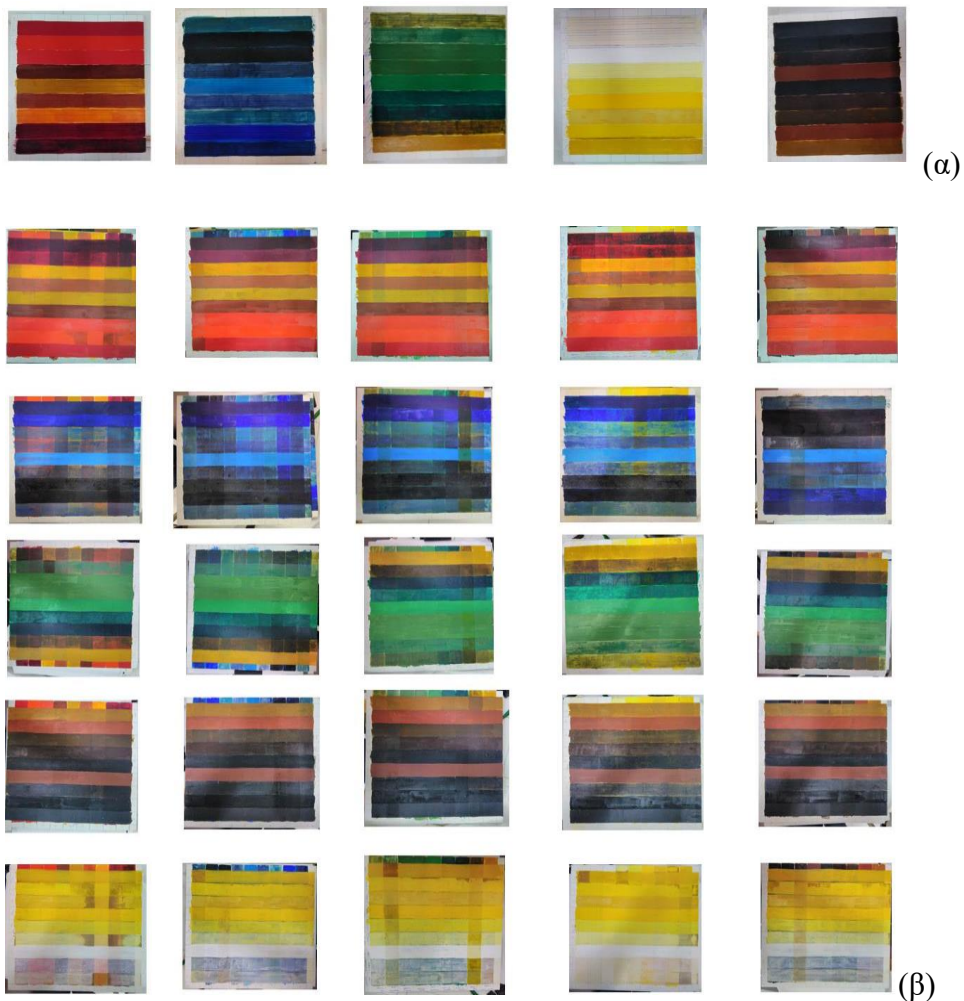
εικόνες, όπως αναφέρεται στο κεφ. 1.1.2.2.. Τα υλικά που επιλέχθηκαν για τα προσχέδια είναι τα πέντε πιο αντιπροσωπευτικά των παραδοσιακών αιογράφων, ταυτόχρονα όμως, αποτελούν συγκέντρωση αυτών που χρησιμοποίησαν ερευνητές κατά την κατασκευή πρότυπων δειγμάτων (Walmsley et al. 1992, 120-131; 1993, 57-62). Τέλος το οργανικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε αφορούσε σε κρόκο αυγού καθώς αυτό επιτάσσει η παραδοσιακή τεχνική της αυγοτέμπερας, αλλά και χρησιμοποίησαν ερευνητές πολυφασματικής μελέτης. Οι χρωστικές που επιλέχθηκαν, περιλαμβάνουν όλο το εύρος για κάθε κατηγορία χρωματισμών (κόκκινες, κίτρινες, λευκές, μαύρες, πράσινες, μπλε και γαιώδης) και στοιχειακής περιεκτικότητας, ενώ η προμήθεια αφορούσε από την εταιρία KREMER[®] με συσκευασμένη κωδικοποιημένη σύσταση και το κάθε τεχνικό δελτίο να περιλαμβάνεται στο παράρτημα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV) στο τέλος της διατριβής. Για κάποιες χρωστικές (μαύρο Ivory, κίτρινο Χρωμίου, κίτρινο Καδμίου, ψημένη σιένα, Ωμή Όμπρα, Ψημένη Όμπρα, μπλε Κοβαλτίου, μπλε Πρωσίας, μπλε Αιγυπτιακό, μπλε lapis lazuli, μπλε Cerulean, μπλε Ουλτραμαρίνη, κόκκινη Λάκα, κόκκινη Καρμίνια, κόκκινο Καδμίου, κόκκινο Μίνιο, κόκκινη Κιννάβαρι, πράσινο του Χαλκού, πράσινο Χρωμίου) που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς υπήρχαν ήδη στο εργαστήριο ARTICON του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, όπου πραγματοποιήθηκε η πολυφασματική απεικόνιση, είχαν προηγηθεί αναλύσεις με SEM για την ταυτοποίηση τους.

Τα πειραματικά δείγματα σύμφωνα με τα παραπάνω, αποτελούν συνολικά τριάντα (30) πάνελ, που αφορούν σε ξύλα κόντρα πλακέ θαλάσσης, προετοιμασμένα με γύψο και συγκολλητική ουσία την κουνελόκολλα²¹ και χωρισμένα σε ογδόντα ένα (81) τετράγωνα το κάθε ένα. Η κάθε περιοχή περιλαμβάνει προσχέδιο με πέντε (5) παράλληλες γραμμές από γραφίτη, κάρβουνο, εγχάρακτη και λεπτή πινελιά με μαύρο Φούρνου και ωμή σιένα σε αυγοτέμπερα, καλυμμένα οριζόντια με την κάθε χρωστική και επικαλυμμένα

²¹ Πρωτεϊνική κόλλα που παρασκευάζεται από δέρματα κουνελιών, με πολύ καλές συγκολλητικές ιδιότητες. Είναι αντιστρέψιμη και χρησιμοποιείται στην προετοιμασία επιφανειών πριν το χρώσωμα, στη συντήρηση τοιχογραφιών, ψηφιδωτών, πινάκων ζωγραφικής

κάθετα με δεύτερο χρώμα. Με αυτό τον τρόπο κάθε χρωστική θα επικαλύψει την κάθε χρωστική. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά σαράντα πέντε (45) χρώματα που καλύπτουν τα ίδια σαράντα πέντε (45) χρώματα, δίνοντας $45 \times 45 = 2025$ συνδυασμούς, χωρισμένους σε είκοσι πέντε (25) πάνελ (ΦΩΤΟ 2.1β) των εννέα (9) λωρίδων/στρώσεων σε οριζόντια και 9 σε κάθετη θέση, σύνολο ογδόντα ένα (81) τετραγωνάκια ανά πάνελ. Ακόμα σαράντα πέντε (45) μεμονωμένα χρώματα (μονής στρώσης απευθείας στην προετοιμασία) που λειτουργούν ως σημεία αναφοράς, σε πέντε (5) πάνελ (ΦΩΤΟ 2.1α) των εννέα (9) μεμονωμένων στρώσεων, δίνουν ένα συνολικό πλήθος 2070 δεδομένων, προς μελέτη.

Αναλυτικά οι λεπτομέρειες για τα υλικά και τη διαδικασία παρασκευής ακολουθούν.



ΦΩΤΟ 2. 1: τα δείγματα α) μονής στρώσης όπου φαίνονται με σειρά τα πάνελ με τις: 1.κόκκινες, 2.μπλε 3.πράσινες, 4. Λευκές και κίτρινες και 5.μαύρες και γαιώδης και β) διπλής στρώσης με υπερκείμενα ανά σειρά τα πάνελ με τις: 1.κόκκινες, 2.μπλε, 3.πράσινες, 4.μαύρες και γαιώδης και 5.λευκές και κίτρινες. Στις υποκείμενες στρώσεις διακρίνονται ανά στήλη οι ομάδες χρωμάτων με τις 1.κόκκινες, 2.μπλε, 3.πράσινες, 4.λευκές και κίτρινες και 5.μαύρες και γαιώδεις.

2.1.2 Διαδικασία Παρασκευής

Τα ξύλα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν διαστάσεων 30X30εκ και πάχους 8χιλ²². Αρχικά τα ξύλα γυαλοχαρταρίστηκαν ελαφρά, για να εξομαλυνθούν οι ατέλειες τους, όχι όμως με χοντρό γυαλόχαρτο γιατί παρασύρονται οι ίνες του ξύλου. Καθαρίστηκαν με ελαφρά νοτισμένο πανί για να αφαιρεθούν οι σκόνες που προέκυψαν από την τριβή, οπότε κι έμειναν να στεγνώσουν καλά.

Η προετοιμασία παρασκευάστηκε χρησιμοποιώντας ένα (1) μέρος κουνελόκολλα, σε δέκα (10) μέρη νερό. Δηλαδή εκατό (100) γραμμάρια κόλλας σε ένα (1) λίτρο νερό. Η κουνελόκολλα έμεινε για πάνω από τέσσερις (4) ώρες να φουσκώσει (ΦΩΤΟ 2.2). Όσο παραμένουν οι κόκκοι της κόλλας στο νερό (ΦΩΤΟ 2.2α), τόσο απορροφούν περισσότερο. Στην παρούσα πειραματική διαδικασία και για να υπάρχει ομοιομορφία αποτελεσμάτων, χρησιμοποιούνταν κάθε φορά αφού είχε απορροφηθεί ο συνολικός όγκος του νερού, όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.2β. Στη συνέχεια ζεστάθηκε σε μπαιν μαρί ώστε να ομογενοποιηθεί στη μορφή που φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.2γ (Chilvers 1996).

²² Στα 6 χιλιοστά πάχος, τα ξύλα παρουσίαζαν σκέβρωμα με τον καιρό και αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει τις λήψεις. Γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε το ξύλο πάχους 8 χιλιοστών



ΦΩΤΟ 2. 2: τα στάδια προετοιμασίας της κουνελόκολλας α) η αρχική κατάσταση της κόλλας μόλις μπει στο νερό, β) η κόλλα αφού έχει απορροφήσει όλο τον όγκο του νερού, γ) η μορφή της κόλλας αφού θερμανθεί σε υδατόλουτρο και ομογενοποιηθεί

Καθώς το μείγμα της κόλλας είναι ζεστό, προστίθεται το πληρωτικό υλικό, που αποτελείται από ένα μέρος κιμωλίας (CaCO_3) (=50 γραμμάρια) και ένα μέρος Gesso De Bologna (CaSO_4) (=100 γραμμάρια). Σημαντικό ρόλο στην προσθήκη της κιμωλίας και στην αναλογία, αποτέλεσε η απόδοση του λευκού χρώματος της προετοιμασίας²³, ώστε να μην επηρεάζονται τα χρώματα που θα την καλύψουν και η οποία προέκυψε μετά από δοκιμές.

Οι αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της προετοιμασίας είναι οι εξής: ένα (1) μέρος κόλλας σε ένα (1) μέρος φορέα για τα πρώτα τέσσερα (4) περάσματα και στη συνέχεια ακόμα ένα, με ένα (1) μέρος κόλλας σε δύο (2) μέρη φορέα. Το ένα μέρος κόλλας αντιστοιχούσε σε 130 γραμμάρια, ενώ το ένα μέρος πληρωτικού υλικού, σε 150 γραμμάρια. Αυτή η αναλογία προέκυψε μετά από δοκιμές που έδωσαν τα εξής αποτελέσματα:

- 1:1 ήταν πηχτό και αρκετά καλυπτικό,
- 1:2 ικανοποιητικής πυκνότητας και καλυπτικότητας, αλλά χρειαζόταν πάρα πολλές στρώσεις
- 1:3 ήταν πολύ αραιό και δημιουργούνταν φουσκάλες, οπότε απορρίφθηκε αμέσως

²³ Να μην είναι ούτε πολύ λευκό και φωτεινό, αλλά ούτε και σκούρο

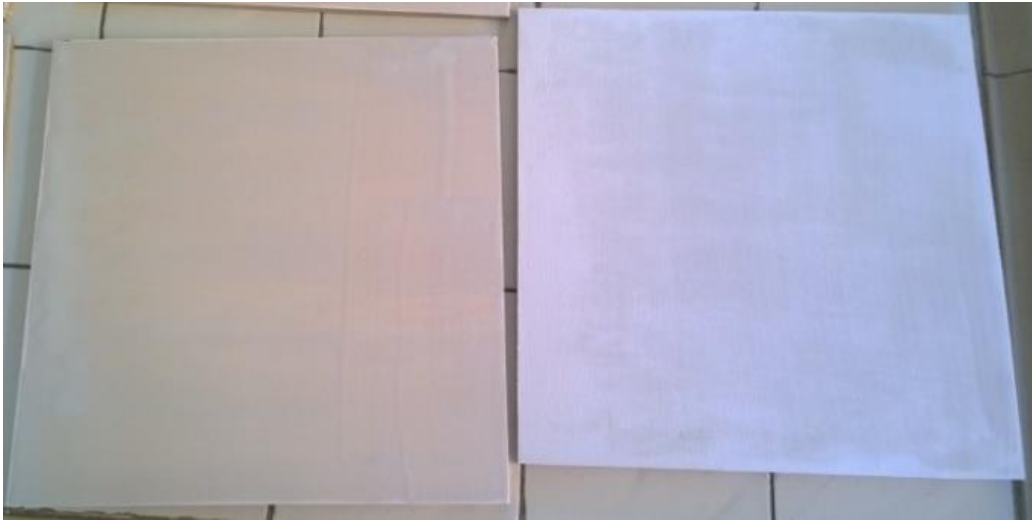
Οποιαδήποτε μικρή παραλλαγή στα γραμμάρια ή στις στρώσεις άλλαζε το πορώδες της προετοιμασίας, οπότε σε όλες τις παρασκευές ακολουθήθηκε η ίδια ακριβώς αναλογία και ποσότητα υλικών.

Ανακατεύτηκε πολύ καλά το μείγμα της κόλλας με την προετοιμασία, ενώ περάστηκε εν συνεχεία μέσα από σήτα για να μην υπάρχουν συσσωματώματα (ΦΩΤΟ 2.3).



ΦΩΤΟ 2. 3: ο στόκος περάστηκε από σήτα για να γίνει λείος και καθαρός χωρίς συσσωματώματα

Τα στρώματα περάστηκαν σταυρωτά, ενώ το κάθε ένα ακολουθούσε το προηγούμενο πριν προλάβουν να στεγνώσουν εντελώς, όσο ακόμα ήταν ελαφρώς νωπά. Ο χρόνος που μεσολαβούσε από το ένα πέρασμα στο επόμενο ήταν σαράντα πέντε (45) λεπτά. Μόλις περνιόνταν η κάθε στρώση είχε την απόχρωση που φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.4: αριστερό πάνελ, ενώ όταν στέγνωσε γινόταν λευκή, όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.4: δεξιό πάνελ, καθώς είναι η στιγμή που δεν έχει ολοκληρωθεί το στέγνωμα της.



ΦΩΤΟ 2. 4: στάδια στεγνώματος της προετοιμασίας. Η πρώτη εικόνα δείχνει το χρώμα της προετοιμασίας μόλις στρωθεί, ενώ στη συνέχεια λευκαίνει καθώς στεγνώνει

Σημαντική λεπτομέρεια αποτελεί η χρήση μιας καλής ποιότητας πινελάσσας για τις στρώσεις, καθώς σε άλλη περίπτωση παρέμεναν οι τρίχες στο υλικό κατά το πέρασμα.

Αφού ολοκληρώθηκαν οι προετοιμασίες και στέγνωσαν (παρέμειναν να στεγνώσουν για πάνω από δύο μέρες για απόλυτη σιγουριά), γυαλοχαρταρίστηκαν πάρα πολύ καλά, ώστε να γίνουν εντελώς λείες οι επιφάνειες τους. Αυτή ήταν μια επίπονη διαδικασία που κράτησε τουλάχιστον τρεις ώρες για το κάθε δείγμα, αρχικά με χοντρό γυαλόχαρτο (No 80) και εν συνεχεία με λεπτότερο (No 120)²⁴, ενώ στο τέλος περάστηκαν με ντουκόχαρτο (No 1200) για να λειανθούν εντελώς.

Εν συνέχεια χωρίστηκε η προετοιμασμένη επιφάνεια με μολύβι, σε τετράγωνα των τριών (3) εκατοστών, ενώ στη μία πλευρά του κάθε τετραγώνου τοποθετήθηκε διπλή γραμμή, για να ξεχωρίζουν μεταξύ τους κατά τις λήψεις με την πολυφασματική κάμερα, καθώς οι ασπρόμαυρες εικόνες που αποτυπώνονται στην περιοχή του εγγύς υπερύθρου, δεν κάνουν δυνατό το διαχωρισμό μεταξύ των χρωμάτων. Περιμετρικά παρέμενε ενάμιση (1,5) εκατοστό. Στο κάθε τετραγωνάκι έγιναν πέντε (5) προσχέδια (ΦΩΤΟ 2.5α). Το

²⁴ Όσο μεγαλύτερο το νούμερο του γυαλόχαρτου, τόσο πιο λείο είναι το αποτέλεσμα που προσδίδει

πρώτο με κάρβουνο, το δεύτερο με γραφίτη, το τρίτο με μαύρο Φούρνου σε αυγοτέμπερα (επειδή στο αντίβολο χρησιμοποιούσαν φούμο που είναι το μαύρο Φούρνου), το τέταρτο εγχάρακτο και το πέμπτο Σιένα Ωμή (επίσης το χρησιμοποιούσαν στο αντίβολο) σε αυγοτέμπερα (Walmsley et al. 1993). Οι αποστάσεις ανάμεσα σε κάθε γραμμή ήταν πέντε (5) χιλιοστά και στο τελευταίο τέσσερα (4), καθώς η διπλή γραμμή που οριοθετεί τα τετραγώνια ήταν πάχους ενός χιλιοστού (ΦΩΤΟ 2.5α). Πρώτα έγινε το εγχάρακτο σχέδιο, μετά αυτά με την αυγοτέμπερα (με μαύρο Φούρνου και Σιένα Ωμή) και στο τέλος ο γραφίτης και το κάρβουνο, καθώς μουτζουρώνονταν η προετοιμασία (ειδικά με τη χρήση του κάρβουνου).



ΦΩΤΟ 2. 5: α) τα 5 προσχέδια που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των δειγμάτων. Από πάνω προς τα κάτω φαίνονται σε σειρά το κάρβουνο, ο γραφίτης, το μαύρο Φούρνου, το εγχάρακτο και η Σιένα Ωμή β) η μορφή του εκάστοτε πάνελ με τα προσχέδια, πριν από το πέρασμα των χρωστικών

Στη συνέχεια περάστηκαν τα χρώματα. Πρώτα η πρώτη στρώση παράλληλα με τις γραμμές των προσχεδίων, ώστε να μην παρασέρνονται αυτά και ειδικά το κάρβουνο, ενώ κάθετα περάστηκε η επιζωγράφιση. Τα πέντε (5) πάνελ παρέμειναν μονά, δηλαδή χωρίς κάλυψη τους με υπερκείμενα χρώματα, καθώς αποτελούσαν τα δείγματα αναφοράς. Τα πάνελ με τις αλληπάλληλες στρώσεις ήταν συνολικά είκοσι πέντε (25), πέντε από κάθε κατηγορία χρωμάτων (λευκά με κίτρινα, μαύρα με γαιάδη, κόκκινα με ώχρες, μπλε και πράσινα) (ΦΩΤΟ 2.1).

Η κατασκευή του συνδετικού που χρησιμοποιήθηκε για τις χρωστικές έχει ως εξής: χωρίστηκε το ασπράδι από τον κρόκο, από τον οποίο αφαιρέθηκε και η εξωτερική του μεμβράνη, κρατώντας μόνο το εσωτερικό υλικό (ΦΩΤΟ 2.6).



ΦΩΤΟ 2. 6: ο κρόκος πρέπει να είναι καθαρός από ασπράδι και μεμβράνη για να χρησιμοποιηθεί στην αυγοτέμπερα

Ανακατεύτηκαν δύο μέρη κρόκου, με ένα μέρος ξύδι και ένα μέρος νερό. Η ποσότητα του ενός μέρους κρόκου αυγού, είτε του ξυδιού είτε του νερού, αντιστοιχεί σε πέντε (5) γραμμάρια. Όταν φτιαχνόταν το μείγμα και ανακινούνταν, τοποθετούνταν κάθε φορά σε σύριγγα. Για κάθε αμπούλα χρώματος όπως αυτές που φαίνονται στη ΦΩΤΟ 2.8, χρησιμοποιούνταν τρία (3) ml μείγματος αυγού με νερό και ξύδι.

Οι χρωστικές ανακατεύτηκαν με το μείγμα του αυγού μέσα σε γουδί όπως φαίνεται στην ΦΩΤΟ 2.7, για να υπάρξει όσο το δυνατό ομοιομορφία σε σχέση με το μέγεθος των κόκκων της καθεμιάς, αλλά και για πλήρη ομογενοποίηση.



ΦΩΤΟ 2. 7: οι χρωστικές με το μείγμα αυγού ανακατεύτηκαν μέσα στο γουδί

Οι σαράντα πέντε (45) χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν, είχαν όλες την ίδια κατ'όγκο περιεκτικότητα, που αντιστοιχούσε σε μια αμπούλα χωρητικότητας ενάμιση (1,5) ml (ΦΩΤΟ 2.8), ανά τρία (3) ml μείγματος αυγού.



ΦΩΤΟ 2. 8: οι αμπούλες με τα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε 3ml μείγματος αυγού. Σε ετικέτα αναγράφεται η ονομασία του χρώματος και η ποσότητα που περιέχεται σε gr.

Φυσικά και ζυγίστηκαν μετά την τοποθέτηση τους στις αμπούλες, οπότε στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1), περιλαμβάνεται η ποσότητα της κάθε

χρωστικής σε gr, που αντιστοιχεί στην κάθε αμπούλα του ενάμιση (1,5) ml που χρησιμοποιήθηκε και ανακατεύτηκε με τα 3ml μίγματος αυγού.

Πίνακας 2.1: οι ποσότητες σε gr των χρωστικών που αντιστοιχούν σε αμπούλα χωρητικότητας 1,5 ml και που ανακατεύτηκαν κάθε φορά με τα 3 ml μίγματος αυγού.

Χρωστικές	Ποσότητα σε gr
Λευκές χρωστικές	
Λευκό του Μολύβδου	1,8
Λευκό του Ψευδαργύρου	0,7
Λευκό του Τιτανίου	1,0
Μαύρες χρωστικές	
Μαύρο Φούρνου	0,3
Μαύρο Ivory	1,0
Μαύρο Ασφάλτου	0,6
Κίτρινες χρωστικές	
Κίτρινο Lead Tin	1,6
Κίτρινο Nickel Titan	1,1
Κίτρινο Καδμίου	1,0
Κίτρινο Νάπολης	0,9
Κίτρινο Χρωμίου	1,0
Κίτρινο Orpiment	1,2
Κόκκινες χρωστικές	
Κόκκινο Καδμίου	1,2
Κόκκινο Κιννάβαρι	1,3
Κόκκινο Μίνιο	1,5
Κόκκινος Αιματίτης	1,4
Κόκκινο Realgar	1,5
Κόκκινο Lake	0,5
Κόκκινο Καρμίνη	0,3

Μπλε χρωστικές

Μπλε Αζουρίτης	1,7
Μπλε Πρωσίας	0,5
Μπλε indigo	0,8
Μπλε Σμάλτο	0,8
Μπλε Cerulean	1,5
Μπλε Lapis Lazulli	1,4
Μπλε Αιγυπτιακό	1,5
Μπλε Ουλτραμαρίνη	0,7
Μπλε Κοβαλτίου	1,9

Πράσινες χρωστικές

Πράσινο Γης	0,4
Πράσινο Μαλαχίτης	2,5
Πράσινο Χρωμίου	1,3
Πράσινο Χαλκού	1,7
Πράσινο Κοβαλτίου	1,3
Πράσινο Viridian	0,6
Πράσινο Φθαλικό	0,3
Πράσινο Sap	0,5

Γαϊώδης χρωστικές

Ωχρα χρυσή	1,2
Ωχρα κίτρινη	0,9
Ωρα κόκκινη	1,3
Όμπρα Ωμή	0,8
Όμπρα Ψημένη	0,8
Σιένα Ωμή	1,4
Σιένα Ψημένη	1,1
Καφέ Σέπια	0,8
Καφέ Σιδήρου	1,2

Χρησιμοποιήθηκε πινέλο είκοσι (20) ιντσών για την εφαρμογή των χρωμάτων στις επιφάνειες, ενώ εφαρμόστηκαν δύο πινελιές από αντίθετη φορά, από τη μία πλευρά στην άλλη χωρίς διακοπή και αντίστροφα. Για την εφαρμογή ωστόσο της δεύτερης πινελιάς, έπρεπε να περάσουν ελάχιστα δευτερόλεπτα ώστε να σταθεροποιηθεί ελαφρά το χρώμα, αλλιώς παρασέρνονταν από το πινέλο.

2.2 Χρωστικές

Ακολουθούν οι σαράντα πέντε (45) χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των δειγμάτων. Πρόκειται για τις βασικές χρωστικές (ΦΩΤΟ 2.9) που χρησιμοποιήθηκαν στις βυζαντινές και μεταβυζαντινές φορητές εικόνες, όπως προέκυψαν από τη βιβλιογραφική μελέτη (και περιγράφονται στο κεφάλαιο 1.2), αλλά και κάποιες νεώτερες οι οποίες όμως χρησιμοποιήθηκαν πολύ στην τεχνική της αυγοτέμπερας.



ΦΩΤΟ 2. 9: οι 45 χρωστικές με την ονομασία και τον χημικό τύπο της κάθε μίας

Στο παράρτημα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV) στο τέλος της διατριβής, περιλαμβάνονται τα τεχνικά δελτία τους όπως προκύπτουν από την εταιρεία KREMER[®] από όπου και προμηθεύτηκαν.

Λ1. Λευκό του Μολύβδου: (Lead White, FLake White, Blanc d'argent, Dutch white, French white, Flemish white, Cremnitz White, στουπέτσι, ψιμύθιο). Η σημαντικότερη από τις λευκές χρωστικές που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη από τη ρωμαϊκή περίοδο και μετά. Είναι βασικός ανθρακικός μόλυβδος 70% ανθρακικό μόλυβδο και 30% υδροξείδιο του Μολύβδου $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ (Eastaugh et al 2008). Το λευκό του Μολύβδου ήταν γνωστό από τους κλασσικούς χρόνους και από τις πρώτες τεχνητά κατασκευασμένες χρωστικές κι ενώ ο ανθρακικός μόλυβδος είναι χημικώς ισοδύναμος με το φυσικώς απαντώμενο υδροκερυσίτη, αυτός δεν υπήρξε ποτέ πηγή της λευκής χρωστικής. Ο Θεόφραστος (Λεβίδης 1994, 211) αλλά και ο Βιτρούβιος (1ος αι. π.Χ.) και ο Πλίνιος (1ος αι. μ.Χ.), περιγράφουν τη σύνθεση του με τη διόγκωση του Μολύβδου στο ξύδι (Eastaugh et al 2008, 233) . Είναι κρυσταλλικό και λεπτόκοκκο υλικό με δείκτη διάθλασης 2.09. Σκουραίνει ή και μαυρίζει με την επαφή του με θειούχες χρωστικές ή υδρόθειο στον αέρα, λόγω του σχηματισμού του μαύρου θεικού Μολύβδου PbS . Είναι η μόνη χρωστική που χρησιμοποιήθηκε σε έργα ζωγραφικής από την αρχαιότητα μέχρι τον 19ο αιώνα. Στην Ευρώπη δύσκολα μπορεί να βρει κάποιος έργο ζωγραφικής μέχρι τον 19ο αιώνα που να μην περιέχει το λευκό του Μολύβδου ως χρωστική. Αν και έχει χρησιμοποιηθεί και σε νωπογραφία και σε τέμπερα το αποτέλεσμα δεν είναι τόσο καλό όσο όταν το συνδετικό μέσο είναι το λάδι (Thompson 1998, 109).

Λ2. Λευκό του Ψευδαργύρου: (Zink white, Chinese white, Zink Oxide). Ο ψευδάργυρος περιγράφηκε πρώτη φορά σαν στοιχείο από τον Γερμανό χημικό Marggraf το 1746 (Gettens & Stout 1966, 177). Ο Courtois στην Ντιζόν το 1782 πρότεινε την χρήση του λευκού του ψευδάργυρου ως υποκατάστατο του λευκού του μόλυβδου, ωστόσο πέρασαν περισσότερα από πενήντα χρόνια ώστε να συμβεί αυτό στην πράξη, καθώς το αρχικό του κόστος ήταν ιδιαίτερα υψηλό. Το 1845 το λευκό του Ψευδαργύρου παραγόταν σε βιομηχανική κλίμακα (Kuhn 1993, 131-158). Το οξείδιο του Ψευδαργύρου είναι καθαρό, λευκό, ενώ σε ξηρό περιβάλλον είναι πιο ελαφρύ αλλά και πιο ογκώδες από το λευκό του Μολύβδου. Δεν είναι τοξικό, ωστόσο έχει την τάση να ξεραίνεται και να ραγίζει. Το οξείδιο του Ψευδαργύρου, είναι λεπτόκοκκο και οι μεμονωμένοι

κόκκοι διακρίνονται δύσκολα και μόνο σε υψηλή μεγέθυνση. Η χρωστική ουσία που σχηματίζεται από ατμό Ψευδαργύρου (Γαλλική διαδικασία), έχει μέγεθος κόκκων πολύ μικρότερο από 1 μm (Merwin 1917, 506). Ο δείκτης διάθλασης του είναι σχεδόν ίδιος με αυτόν του λευκού του Μολύβδου, ενώ δεν επηρεάζεται από το ισχυρό φως του ήλιου.

Λ3. Λευκό του Τιτανίου: (Titanium white, titanium oxide, titanium dioxide). Το λευκό του Τιτανίου περιγράφηκε αρχικά από τον Άγγλο Willian Gregor το 1791, ωστόσο το 1795 ονομάστηκε το στοιχείο ως τιτάνιο από τον Γερμανό χημικό Klaproth (Weeks 1934, 142-146). Το καθαρό οξείδιο Τιτανίου, είναι μικροσκοπικά κρυσταλλικό με λεπτή υφή. Ο δείκτης διάθλασής του είναι μεταξύ 2.5 και 2.6, γι' αυτό και έχει εξαιρετική καλυπτική ικανότητα, διπλάσια από αυτήν του λευκού του Μολύβδου (Bearn 1923, 58). Πρόκειται για σταθερή χρωστική ουσία που δεν επηρεάζεται καθόλου από τη θερμοκρασία, το φως και τον αέρα. Σε έργα ζωγραφικής χρησιμοποιήθηκε από το 1920 και μετά.

Λ4. Κίτρινο Lead Tin: (Lead antimony tin oxide, lead ton silicon oxide, Lead Tin yellow) . Αποτελείται από δύο ενώσεις Μολύβδου οξειδίου του κασσιτέρου που χρησιμοποιούνται ως χρωστικές. Ο λεγόμενος τύπος I είναι ένα οξείδιο κασσιτέρου Μολύβδου της σύνθεσης Pb_2SnO_4 , ενώ ο τύπος II περιέχει πυρίτιο στο κρυσταλλικό πλέγμα για να δώσει μία ένωση τύπου $\text{Pb}(\text{Sn}_{1-x}\text{Si}_x)_3\text{O}_8$, όπου το $x = 1/4$ (Kühn, 1993b). Ο όρος μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τριτοταγείς ενώσεις με βάση μόλυβδο, κασσίτερο και αντιμόνιο (Eastaugh et al 2008, 232). Η ορολογία ιστορικά για αυτές τις ενώσεις είναι πολύπλοκη και δεν περιορίζεται απαραίτητως από την παρουσία κασσιτέρου εντός της σύνθεσης. Ωστόσο, οι όροι με τους οποίους οδηγεί το κίτρινο κασσίτερο μπορούν να συνδεθούν εύλογα στις παρακάτω ομάδες: η ομάδα τζιαλολίνο, η ομάδα μασικότ, η γενική / genuli ομάδα και η ομάδα του plygal (Eastaugh et al 2008, 232). Επιπλέον, ο σπάνια χρησιμοποιούμενος όρος μαχίμ, που βρέθηκε για παράδειγμα στην πορτογαλική πραγματεία από τον Nunes (Nunes 1615), φαίνεται επίσης να αναφέρεται στο κίτρινο μολύβι. Το Litharge, αν και αναφέρεται σε ένα οξείδιο του Μολύβδου που τώρα συσχετίζεται στενά με το masicot, φαίνεται να έχει ένα ιστορικά ξεχωριστό νόημα που σχετίζεται με τη

μεταλλουργία. Διάφορες πηγές της δεκαετίας του 19ου και των αρχών του 20ου αιώνα υποτίθεται ότι οι κίτρινες χρωστικές με βάση το μόλυβδο ήταν πανομοιότυπες με το λεγόμενο κίτρινο της Νάπολης. Τέλος, υπάρχουν αρκετοί όροι σύγχρονης εφεύρεσης που χρησιμοποιούνται για τα οξειδία του αντιμονίου καουτσούκ Μολύβδου, όπως το ρωμαϊκό κίτρινο (Eastaugh et al 2008, 232).

Α5. Κίτρινο Νικελίου-Τιτανίου: (Nickel rutile yellow, Sun yellow, titan yellow, Chromium rutile yellow). Ένωση οξειδίου του αντιμονίου-οξειδίου νικελίου-οξειδίου του Τιτανίου που παρασκευάζεται με διαπύρωση των οξειδίων μαζί σε υψηλή θερμοκρασία. Ο Buxbaum το περιγράφει, καλώντας το κίτρινο ρουτίλιο νικελίου ως ελαφριά κίτρινη χρωστική λεμονιού με κατά προσέγγιση σύνθεση $(\text{Ti}0.85\text{Sb}0.10\text{Ni}0.05)_2\text{O}_2$ (Eastaugh et al 2008, 276). Ο Mayer (Mayer 1991) το αναφέρει ως ένα κίτρινο τιτανικό νικέλιο το οποίο διαφοροποιείται από το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, ωστόσο δεν εξηγεί πώς διαφέρουν.

Α6. Κίτρινο του Καδμίου: (Cadmium Yellow, aurora yellow, brilliant yellow, nutrie yellow, orient yellow, radiant yellow). Είναι μίγμα ιζήματος του θείουχου Καδμίου CdS και του θείουχου βαρίου και φτιάχνεται με παρόμοιο τρόπο με το λιθοπόνιο του Ψευδαργύρου. Το ίζημα πλένεται και πυρώνεται, περιέχει περίπου 38 % θείουχο κάδμιο και μπορεί να παράγεται σε ένα πλήθος αποχρώσεων που ποικίλουν από λεμονί κίτρινο σε πορτοκαλί, ενώ το κόστος του είναι αρκετά χαμηλότερο από αυτό του καθαρού θείουχου Καδμίου (Eastaugh et al 2008, 72). Ως χρωστική χρησιμοποιήθηκε πολύ σε λάδι και ακουαρέλα (Fiedler & Bayard 1997), ωστόσο μετά τη δεκαετία του 1840 εμπορευματοποιήθηκε η παραγωγή του. Είναι πολύ λεπτόκοκκη χρωστική, σταθερή και οι ιδιότητες είναι παρόμοιες με του ανόθευτου σουλφιδίου. Έχει υψηλό δείκτη διάθλασης, και άρα καλή καλυπτική ικανότητα. Η περιεκτικότητά του σε Cd την καθιστά τοξική. Όταν αυτή η χρωστική πρωτοπαράχθηκε ο Ward ανέφερε ότι το κίτρινο λιθοπόνιο του Καδμίου είχε σταθερότητα στο φως και στη θερμοκρασία ανάλογη του καθαρού σουλφιδίου, αλλά όχι ισοδύναμη καλυπτική ικανότητα (Gettens and Stout 1975, 102). Μέχρι πρόσφατα ήταν το

μόνο κίτρινο του Καδμίου που κατασκευαζόταν στη βιομηχανία στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Λ7. Κίτρινο της Νάπολης: (Lead antimony oxide, Giallollino,). Αφορά στο οξειδίο του αντιμονίου του Μολύβδου $Pb_3(SbO_4)_2$. Παρασκευάζεται με ψήσιμο των οξειδίων του Μολύβδου και του αντιμονίου ή από τα άλατα τους (De Wild 1929, 56). Η πρωιμότερη χρήση του όρου αποδίδεται στον Andrea Pozzo, αναφερόμενος σε μελέτη του για τη ζωγραφική σε τοιχογραφίες του 1693-1700, ότι το giallolino di Napoli σκουραίνει άμεσα μετά τη χρήση του (Merrifield 1849). Το «κίτρινο της Νάπολης» ως όρος, χρησιμοποιείται από τις αρχές του 19ου αιώνα, ο Elsum (1704) όμως δηλώνει ότι είναι ένα μεσαίο κίτρινο περισσότερο χρησιμοποιούμενο στην μικρογραφία παρά σε ελαιογραφίες (Wainwright et al 1986) Πολλές θεωρίες, ήθελαν το κίτρινο της Νάπολης ως φυσικό προϊόν να βρίσκεται γύρω από τον Βεζούβιο (Watin 1785). Τα σύγχρονα χρώματα που ονομάζονται κίτρινα της Νάπολης, περιέχουν υποκατάστατα με βάση το θειούχο κάδμιο, ενώ από το 1940, αντικαταστάθηκε το κίτρινο Lead Tin. Πρόκειται για ομοιογενή χρωστική και λεπτόκοκκη, με καλή καλυπτική ικανότητα (De Wild, 1926).

Λ8. Κίτρινο του Χρωμίου: (chrome yellow). Αφορά στον χρωμιούχος μόλυβδος $4PbCrO$, ενώ παρασκευάζεται με προσθήκη διαλύματος, άλατος του μολύβδου (οξικό ή νιτρικό) σε διάλυμα αλκαλικού χρωμικού ή διχρωμικού άλατος (Bearn 1923, 65-76). Ως χρωστική είναι λεπτόκοκκη, πυκνή και αδιαφανής, ωστόσο σε μεγάλη μεγέθυνση, μπορεί να διαπιστωθεί η κρυσταλλική της μορφή. Χρονολογείται στις αρχές του 19ου αιώνα και περιγράφεται η παρασκευή του από τον Vauquelin το 1809 ο οποίος ανακάλυψε το χρώμιο. Σήμερα πλέον δε χρησιμοποιείται στη ζωγραφική, αφού έχει αντικατασταθεί από άλλα κίτρινα πιο σταθερά (Gettens & Stout 1975, 106).

Λ9. Κίτρινο Orpiment: (Κίτρινη σανδαράχη, Arsenic yellow, King's yellow). Αφορά στην κίτρινη σανδαράχη. Είναι κίτρινο σουλφίδιο του αρσενικού και εμφανίστηκε σαν ορυκτό σε αρκετά μέρη, κυρίως στο Κουρδιστάν και στην Κίνα (Dana, 1952). Από το Βιτρούβιο αναφέρεται ανάμεσα στα φυσικά χρώματα. Ο Lucas (Lucas, 1962) αναφέρει ότι η χρωστική δεν βρέθηκε στην

Αίγυπτο αλλά θα πρέπει να εισήχθη πιθανόν από την Περσία. Έχει αναγνωριστεί αρκετές φορές σε παλαιές εικονογραφίες, ενώ ο Laurie (Laurie 1914) αναφέρει ότι χρησιμοποιήθηκε από Βυζαντινούς. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν αρκετά, ωστόσο η μεγάλη της τοξικότητα και η περιορισμένη διαθεσιμότητα της είχαν σαν αποτέλεσμα την ολοκληρωτική της έκλειψη από τη ζωγραφική. Πρόκειται για φωτεινό χρώμα με μεγάλη καλυπτική ικανότητα. είναι σταθερή στο φως και στον αέρα. Δεν επηρεάζεται από αραιά οξέα και αλκάλια, παρά μόνο από ισχυρά οξέα.

Γ1. Μαύρο Φούρνου: (μαύρο φούμο, Furnace black, Lamp black). Αντιπροσωπεύει μία από τις αρχαιότερες χρωστικές ουσίες (Lucas, 1962). Πρόκειται για καθαρό άμορφο άνθρακα, που συλλέγεται από το συμπυκνωμένο καπνό σε φωτιά από ορυκτό πετρέλαιο και πίσσα μέσα σε θαλάμους, όπως περιγράφεται αναλυτικά από τον Πλίνιο. Είναι λεπτόκοκκο, ενιαίο και ομογενές. Βρέθηκε σε Ρωμαϊκές τοιχογραφίες του πρώτου προ Χριστού αιώνα, στην Brescia της Ιταλίας (Bugini & Folli 1997).

Γ2. Μαύρο Ivory: (Bone black, animal black). Η μαύρη χρωστική από κόκαλα, φτιάχνεται κατά την απανθράκωση οστών από ζώα σε κλειστούς αποστακτήρες. Πρόκειται για μπλε-μαύρο χρώμα με αρκετά λεία υφή (Bearn 1923,131). Αποτελείται από άνθρακα, φωσφορικό άλας ασβεστίου και ανθρακικό ασβέστιο $C+Ca_3(PO_4)_2$. Έχει δείκτη διάθλαση από 1.65 μέχρι 1.70 και μικρή διαχυτική και μεγάλη απορροφητική ικανότητα. Μικροσκοπικά είναι χονδρόκοκκο με ακανόνιστους κόκκους σε σχήμα και μέγεθος. Πρόκειται για αγαπημένο χρώμα των καλλιτεχνών, κατάλληλο για υδατογραφίες.

Γ3. Μαύρο Ασφάλτου: (Asphalt, Bitumen, Cool tar, mummy). Η Ασφαλτος (πίσσα) είναι ένα σκούρο καφετί μαύρο, μίγμα υδρογονανθράκων με οξυγόνο, θείο και άζωτο. Στην ζωγραφική χρησιμοποιείται ο όρος Bitumen, όταν γίνεται αναφορά στη χρωστική της Ασφάλτου. Χρησιμοποιήθηκε για μικρό χρονικό διάστημα στη ζωγραφική, γιατί εμφανίζει το χαρακτηριστικός να προκαλεί ρηγματώσεις και κρακελαρίσματα με τελική συνέπεια τον απολεπισμό των χρωματικών στρωμάτων. Εμφανίζεται ως άμορφο, στερεό ή ημιστερεό υγρό στις περιοχές των αποθεμάτων πετρελαίου. Διαμορφώνεται πιθανόν με

εξάτμιση των ελαφρύτερων συστατικών του πετρελαίου ή με πολυμερισμό και μερική οξείδωση του υπολείμματος. Αυτό που χρησιμοποιήθηκε στα ευρωπαϊκά έργα ζωγραφικής προήλθε, από την περιοχή του Καύκασου, ενώ στη Μεσοποταμία και την Αίγυπτο ήταν γνωστό και το χρησιμοποιούσαν από τους προϊστορικούς ακόμα χρόνους (Partington 1934). Η ακατέργαστη άσφαλτος θερμαίνεται συνήθως σε υψηλή θερμοκρασία και διώχνει την υγρασία προτού εφαρμοστεί με συνδετικά μέσα στη ζωγραφική. Αναμιγνύεται με καυτό λινέλαιο, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί στην ελαιογραφία και μάλιστα για να διασπαστεί πλήρως απαιτεί διάλυμα Ασφάλτου – λινέλαιο 150% κ.ό. από τον 18ο αιώνα χρησιμοποιήθηκε στις σχολές της Αγγλίας, με ατυχή ωστόσο συνέπειες, αφού τα έργα ζωγραφικής έχουν παραμορφωθεί. Οι «άσφαλοι», γενικώς, κατασκευάστηκαν από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης ως παραπροϊόν της βιομηχανίας άνθρακα και στον εικοστό αιώνα ως οι υπόλοιποι υδρογονάνθρακες που απομένουν μετά από κλασματική απόσταξη καυσίμων. Οι πίσσες είναι σύνθετα μίγματα και γαλακτώματα υδρογονανθράκων και πτητικών συστατικών.

Γ4. Καφέ Σέπια: (sepia). Πρόκειται για σκούρα καφετιά έκκριση, από το "σάκο μελανιού" των κεφαλόποδων, ειδικά της σουπιάς *Sepia Officinalis L.* Έχει προέλθει από τις σουπιές της Αγγλίας και της Μεσογείου, ωστόσο η πιο σύγχρονη Σέπια πλέον κατασκευάζεται στην Κεϋλάνη. Περιέχει μελανίνη που έχει πολύ υψηλή καλυπτική ικανότητα. Για την κατασκευή της χρωστικής, οι σάκοι με το μελάνι αφαιρούνται από τις σουπιές, ξηραίνονται, κονιορτοποιούνται και βράζονται σε ένα διάλυμα αλισίβας, οπότε δημιουργείται με το υδροχλωρικό οξύ, πλένεται, ξηραίνεται και στη συνέχεια αλέθεται. Έχει χαρακτηριστική μυρωδιά ψαριού και διαλύεται σε νερό, σε οινόπνευμα και σε παρόμοιους διαλύτες. Είναι σταθερή, αδιαφανής και ενώ όταν εφαρμόζεται είναι μαύρο, σταδιακά γίνεται κόκκινο- καφετί.

Γ5. Καφέ Σιδήρου: (Iron Brown, Prussian brown). Είναι συνώνυμο του πρωσικού καφέ και είναι μια μορφή πυρωμένου μπλε Πρωσίας. (Mayer 1991). Ο Salter (Salter 1869) ανέφερε την παρασκευή του από πύρωση αλουμινικού

μπλε Πρωσίας, ή από την επεξεργασία αλουμινίου σιδηροκυανιούχου υπεροξειδίου του Σιδήρου με ένα αλκάλιο.

Γ6. Όμπρα Ωμή: (Raw umber). Η ονομασία προέρχεται από τη λατινική λέξη *ombra* που σημαίνει σκιά και περιγράφει μια χρωστική χρήσιμη για την απόδοση σκιών. Επίσης αφορά σε πέτρωμα με σημαντική περιεκτικότητα σε οξείδιο του μαγγανίου. Γεωλογικά οι όμπρες είναι λεπτόκοκκοι ιζηματογενείς βράχοι που αποτελούνται από υδροξείδια και οξείδια μαγγανίου και σωματίδια υδροξειδίου του Σιδήρου (Gettens & Stout 1975, 167). Παρουσιάζει ανομοιομορφία σε μέγεθος και σύνθεση των κόκκων της. Είναι ευρέως διαδεδομένη στη φύση σε Κύπρο, Τουρκία, Γαλλία, Γερμανία, Αμερική. Για να χρησιμοποιηθεί στη ζωγραφική κοσκινίζεται για διαχωρισμός των πιο λεπτών κόκκων της. Ήταν διαθέσιμη από τους προϊστορικούς χρόνους, αλλά μπήκε στην παλέτα της ευρωπαϊκής ζωγραφικής μετά τον 15^ο αιώνα (Thompson 1936, 89).

Γ7. Όμπρα Ψημένη: (Burnt umber). Προκύπτει από το ψήσιμο της ακατέργαστης όμπρας και έχει κοκκινωπό χρώμα, αφού με τη θέρμανση μετατρέπεται το υδροξείδιο του Σιδήρου σε οξείδιο (Αιματίτης). Μικροσκοπικά παρουσιάζει κάποιες μικρές διαφορές από την Ωμή, αφού είναι ελάχιστα πιο κόκκινη και διάφανη

Γ8. Σιένα Ωμή: (Raw Siena). Πρόκειται για ένυδρο οξείδιο Σιδήρου με αργιλοπυριτικά ορυκτά ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$). Είναι σταθερές χρωστικές ουσίες και χρησιμοποιούνται μετά από πλύσιμο, λεύκανση και άλεση της φυσικής ουσίας. Ο Payne λέει ότι η σιένα ήταν «λιπαρό χρώμα» και «κατώτερη από το χολόλιθο» (Harley 1982). Είναι γήινες χρωστικές και περιγράφονται ως μια ποικιλία κίτρινης Ώχρας, ωστόσο, διαφέρουν στη χημική τους σύνθεση, καθώς περιέχουν ένα μικρό ποσοστό οξειδίων μαγγανίου επιπλέον των οξειδίων του Σιδήρου (κυρίως του goethite) που είναι τα κύρια συστατικά χρωματισμού. Μπορεί επίσης να περιέχουν κάποιες μονάδες τυρφού ή οργανικού υλικού (Church 1901). Η αρχική χρωστική προέκυψε από τη Σιένα στην Τοσκάνη, στις δυτικές πλαγιές του Monte Amiata, μέσα σε βράχια. Δεν παρουσιάζει

κρυσταλλική υφή και οι κόκκοι παρουσιάζουν μεταβλητό διπλοθλαστικό δείκτη (Merwin 1917, 578).

Γ9. Σιένα Ψημένη: (Burnt Siena). Η ψημένη σιένα ήταν δημοφιλής λόγω της όμορφης, ζεστής κοκκινωπής απόχρωσης της (Church 1901). Προκύπτει από την πύρωση της ωμής σιένας, οπότε αλλάζει η απόχρωση και το βάθος του χρώματος σε πιο καφέ κόκκινο, με την μετάβαση του υδροξειδίου του Σιδήρου σε οξείδιο. Δεν παρουσιάζει καμία κρυσταλλικότητα με τους κόκκους να έχουν μεταβλητό μέτριο δείκτη διπλοθλαστικότητας (Merwin 1917, 578).

Κ1.Κόκκινο Καδμίου: (Cadmium red, cadmium mercury sulfide). Πρόκειται για σεληνίδιο θεικού Καδμίου CdS (Se), που παράγεται από την καθίζηση θεικού άλατος του Καδμίου με θεικό νάτριο και σελήνιο. Έτσι παράγονται αποχρώσεις από πορφυρό έως βαθύ καφέ. Κυκλοφόρησε ως χρωστική από το 1892 (Gettens & Stout 1966). Δεν έχει κρυσταλλική υφή και έχει υψηλό δείκτη διάθλασης. Οι κόκκοι είναι έντονα χρωματισμένοι με ιδιαίτερα χαρακτηριστική μορφή, σταθερή σε κανονικές συνθήκες, ενώ λόγω του Καδμίου παρουσιάζει τοξικότητα.

Κ2.Κόκκινη Κιννάβαρι: (cinnabar, vermilion, Dragon's blood, Kermes,). Πρόκειται για φυσική χρωστική από το ορυκτό Κιννάβαρι, που είναι θειούχος υδράργυρος HgS και είναι η κύρια πηγή του μεταλλικού υδραργύρου. Παρόλο που το φυσικό αυτό ορυκτό χρησιμοποιήθηκε απευθείας ως χρωστική χωρίς καμία διεργασία, εντούτοις παρασκευάστηκε από τον 8ο αιώνα μ.Χ. με αντίδραση λειωμένου θείου με υδράργυρο ως τεχνητή χρωστική με τις ίδιες ακριβώς φυσικές και τεχνητές ιδιότητες με αυτές του Vermillion. Δεν είναι σταθερή χημικά χρωστική καθώς χάνει την απόχρωσή της, αλλά σε συγκεκριμένες συνθήκες. Γενικά είναι σταθερή και έχει παραμείνει αναλλοίωτη σε τοιχογραφίες και ζωγραφικά έργα. Διαλύεται σε αλκάλια και ισχυρά οξέα και με θέρμανση μετατρέπεται σε μαύρο χρώμα. Ο Πλίνιος την αναφέρει και ως Μίνιο, ενώ ο Θεόφραστος την ονόμαζε cenobrium. Η Κιννάβαρι αναφέρεται από Έλληνες συγγραφείς τον 4ο αιώνα (Θεόφραστος) και οι Caley και Richard (Caley 1946) την αναφέρουν να είναι γνωστή στην Ελλάδα πολύ πριν τον 6ο

π.Χ αιώνα. Στην Κίνα δε, ως χρωστική ουσία ήταν γνωστή από τους προϊστορικούς χρόνους. Υπάρχουν κοιτάσματα σε Ρωσία, Γιουγκοσλαβία, Γερμανία, Ιταλία, Περού, Μεξικό, Τέξας και Καλιφόρνια. Ο Cennino Cennini, αναφέρει ότι στα έργα ζωγραφικής του 15ου αιώνα, όπου υπήρχε Κιννάβαρι ήταν τεχνητή (Thompson 1954, 24).

Κ3.Κόκκινο Μίνιο: (κόκκινο του Μολύβδου, Μίνιο). Πρόκειται για τεταρτοξειδίο του Μολύβδου Pb_3O_4 , που προέρχεται από θέρμανση λιθάργυρου PbO ή λευκού του Μολύβδου $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ (Bearn 1923. 114-117). Είναι αρκετά φωτεινή πορτοκαλίζουσα χρωστική, με λεία υφή και ικανή καλυπτικότητα, λεπτόκοκκη, ενώ εμφανίζεται είτε σε κρυσταλλική μορφή, είτε σε άμορφη, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο παρασκευάζεται (Merwin, 1917, 518). Έχει υψηλό δείκτη διάθλασης, ενώ όταν εκτίθεται σε φως και αέρα δεν είναι ιδιαίτερα σταθερή, καθώς χάνει το χρώμα του και μαυρίζει ή γίνεται ροζ-λευκό (Thompson, 1954, 25). Εμφανίστηκε ως χρωστική σε αντικείμενα που χρονολογούνται στην αρχαιότητα, ενώ στο Μεσαίωνα χρησιμοποιήθηκε πολύ σε χειρόγραφα και στη ζωγραφική (Thompson, 1936. P.101). Χρησιμοποιήθηκε επίσης στην Κίνα και την κεντρική Ασία, ωστόσο λόγω της τοξικότητας του πλέον κυκλοφορεί κυρίως ως υδατόχρωμα.

Κ4.Κόκκινο Αιματίτης: (hematite, caput mortuum, goethite, iron oxide). Πρόκειται για το πιο συνήθη μέταλλευμα Σιδήρου Fe_2O_3 . Απαντάται άφθονος σε διαβρωμένα βράχια, ενώ μπορεί να παραχθεί με θέρμανση του γκαϊτίτη σε θερμοκρασίες κάτω από 900 βαθμούς κελσίου (Eastaugh et al 2008). Τα μεγαλύτερα αποθέματα Αιματίτη, βρίσκονται στο Great Lake των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, αλλά και σε Ισπανία, Κούβα και Βραζιλία. Αναφέρεται ως χρωστική από την παλαιολιθική περίοδο σε Γαλλικές περιοχές (Hameau et al 2001).

Κ5.Κίτρινη Ώχρα: (Brown ochre, yellow ochre). Φυσική χρωστική από οξειδία και υδροξειδία Σιδήρου. Οφείλει το χρώμα της στην παρουσία ένυδρων οξειδίων του Σιδήρου. Οι ώχρες προετοιμάζονται για ζωγραφική μετά τη συλλογή τους, με πλύσιμο, κοσκίνισμα και ξήρανση (Bearn 1923, 60). Χρήση

της ως χρωστική υπήρξε σε Αίγυπτο, Ανατολή και Ελλάδα από αρχαίους χρόνους, ενώ στο μεσαίωνα ήταν πολύ σημαντική.

K6.Κόκκινη Ώχρα: Πρόκειται για μείγμα οξειδίων του Σιδήρου, πυριτικών αλάτων και αργίλου. Πρόκειται για πολύ πρώιμη χρωστική, αφού εντοπίστηκε στο σπήλαιο Αλταμίρα που χρονολογήθηκε από την παλαιολιθική εποχή. Οφείλει το χρώμα της στον Αιματίτη, όπου όσο περισσότερο περιέχει, τόσο πιο καλή είναι η ποιότητα της.

K7. Κόκκινο Realgar: Είναι η σανδαράχη, φυσικό πορτοκαλί του θειούχου αρσενικού (As_2S_2) και συνήθως βρίσκεται εμφανίζεται στο ίδιο κοίτασμα με την κίτρινη σανδαράχη, το αντίστοιχο κίτρινο θειούχο αρσενικό (Orpiment). Γνωστή χρωστική ακόμα και από τους αρχαίους χρόνους, ενώ συγγεόταν με τον κόκκινο μόλυβδο επειδή μοιάζει στο χρώμα. Αναφέρεται από τον Πλίνιο ως sandarack που όλοι συμφωνούν ότι πρόκειται για το σύγχρονο Realgar (Λεβίδης 1994, 215). Έχει χαμηλότερο δείκτη διάθλασης από την κίτρινη σανδαράχη. Μπορεί να γίνει τεχνητά, ωστόσο λόγω της τοξικότητας του δε χρησιμοποιείται ως χρωστική στους σύγχρονους χρόνους.

K8.Κόκκινο Madder Lake: (Λάκα, Field's Purple). Προέρχεται από εκχύλισμα από τις ρίζες των φυτών Rubiaceae (Ερυθροδανοειδή). Συχνά νοθεύεται με κόκκινη άμμο, άργιλο, τουβλόσκονη. Χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα ως βαφή. Αναφέρεται και από τον Πλίνιο (77μ.Χ) και τον Βιτρούβιο (1^{ος} μ.Χ. αιώνα) ως εξαιρετικό πορφυρό, ενώ βρέθηκε και σε τοιχογραφίες της Πομπηίας (Walsh et al 2004)

K9.Κόκκινο Καρμίνια: (Kermes, Cochineal). Πρόκειται για απόσταγμα από τα κελύφη, τα φτερά και τα αυγά του θηλυκού εντόμου *Dactylopius coccus* (*Coccus cacti*) ή αλλιώς Cochineal (κοχενίλλη). Πρόκειται για καρμινικό οξύ με μικρές ποσότητες κερμεσικού και αρωματικού οξέος

Π1. Πράσινο Γης: (Green Earth, Terre Verte). Χρησιμοποιήθηκε σε έργα ζωγραφικής πριν από τους κλασσικούς χρόνους. Βρίσκεται γενικά στη φύση, ωστόσο αυτή που είναι κατάλληλη για χρωστική ουσία υπάρχει σε

συγκεκριμένες περιοχές. Καλή ποικιλία θεωρείται ο σελαδονίτης $K(MgFe^{++})(Fe^{+++}, Al)(SiO_3)_2(OH)$ που απαντάται στη Βερόνα (Church 1901, 190), στη Γερμανία, τη Γαλλία και την Κύπρο (Rose, 1916, pp. 105-206). Το χρώμα της είναι ουδέτερο σταχτοπράσινο, με μικρή καλυπτική ικανότητα με στρογγυλεμένους κόκκους. Σε ισχυρή θερμότητα οξειδώνεται και γίνεται κόκκινο –καφέ, ενώ δεν επηρεάζεται από το φως και τον αέρα. Χρησιμοποιήθηκε πολύ σε τοιχογραφίες της Πομπηίας,

Π2. Πράσινο Μαλαχίτης: (Malachite, mountain green). Πρόκειται για φυσικό ορυκτό του βασικού ανθρακικού άλατος του Χαλκού $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ και είναι η παλαιότερη πράσινη χρωστική ουσία. Η χημική του σύσταση είναι παρόμοια με αυτή του Αζουρίτη, αλλά περιέχει περισσότερο νερό σε μορφή υδροξειδίων (Gettens and Stout 1975, 127). Για να χρησιμοποιηθεί ως χρωστική, περνάει από άλεση και κοσκίνισμα. Αποσυντίθεται από τα οξέα και όταν θερμαίνεται μαυρίζει και μετατρέπεται σε CuO , ωστόσο έχει παραμείνει αμετάβλητος σε πολλά σε πολλά έργα ζωγραφικής για πολλούς αιώνες. Βρέθηκε στο Σινά, στην ανατολική έρημο της Αιγύπτου και χρησιμοποιήθηκε από τους Αιγύπτιους για το χρώμα ματιών από τους προδυναστικούς χρόνους (Lucas 1962, 287).

Π3. Πράσινο Χρωμίου: (chrome green, cinnabar green). Πρόκειται για μίγμα του μπλε Πρωσίας με το χρωμικό άλας του Μολύβδου, δηλαδή το κίτρινο του Χρωμίου (Bearn 1923, 96). Δεν είναι σταθερό στο φως αφού έχει την τάση να γίνεται μπλε, καθώς το κίτρινο του Χρωμίου σκουραίνει, γι'αυτό δεν είναι αγαπητό από τους καλλιτέχνες. Έχει έντονη καλυπτική ικανότητα και γενικά χαμηλό κόστος και αυτό την έκανε να είναι η σημαντικότερη εμπορικά πράσινη χρωστική ουσία. Είναι ευαίσθητο στα οξέα που διαλύουν τον χρωμιούχο μόλυβδο και στα αλκάλια και είναι ακατάλληλο για νωπογραφίες.

Δεν υπάρχει συγκεκριμένη ημερομηνία έναρξης της χρήσης της στη ζωγραφική, ωστόσο είναι προφανές ότι ξεκίνησε μετά την ανακάλυψη του κίτρινου του Χρωμίου, στο πρώτο μισό του 19ου αιώνα.

Π4. Πράσινο Χαλκού: (emerald green, copper green, scheele's green). Πρόκειται για ακετοαρσενικό χαλκό $Cu_2(AsO_4)_3 \cdot 3Cu(OH)_2$ και μπορεί να παρασκευαστεί με διάφορους τρόπους, από πρώτες ύλες το χαλκό, το

οξικό οξύ, το αρσενικό και το ανθρακικό άλας νατρίου, με ανάμειξη τους σε καυτό διάλυμα. Στη συνέχεια το ίζημα πλένεται και ξηραίνεται (Bearn 1923, 102-104). Έχει καλή καλυπτική ικανότητα, αλλά μαυρίζει από τη θερμότητα. Πρόκειται για ιδιαίτερα τοξική και κατά συνέπεια επικίνδυνη χρωστική.

Π5. Πράσινο Κοβαλτίου: (Gellert Green. Rinmann's green, Swedish green, Zinc green). Πρόκειται για παρόμοιο χρώμα με το μπλε Κοβαλτίου, ωστόσο το υπάρχει αντικατάσταση του υδροξειδίου του αλουμινίου, από το οξείδιο του Ψευδαργύρου. Κατασκευάζεται με άλας του Κοβαλτίου σε οξείδιο του Ψευδαργύρου και νερό, εν συνεχεία ξηραίνεται και πυρώνεται (Church 1901). Μπορεί να παρασκευαστεί και με ανάμειξη του μπλε του Κοβαλτίου με κίτρινο του Χρωμίου (Field 1835).

Π6. Πράσινο Viridian: (Guignet's green, Mittler's green, Nürnberg green, Pannetier's green, Casali's green, chromium oxide hydrate). Αφορά στο ένυδρο οξείδιο του Χρωμίου. Ανακαλύφθηκε από τον Guignet με μια ιδιαίτερη αντίδραση, την οποία κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1859 (Coffignier 1924). Το κόστος του ήταν υψηλό, ωστόσο με παραλλαγές στη συνέχεια μεθόδων παρασκευής του μειώθηκε το κόστος. Παρασκευάζεται με θέρμανση διχρωμικής ένωσης με βορικό οξύ, που υδρολύεται και πλένεται για να αφαιρεθούν τα διαλυτά στοιχεία (Patton 1973).

Π7. Πράσινο Phthalo: Αντιστοιχεί χρωματικά το οξείδιο του Χρωμίου, αλλά είναι πιο σκούρο και καθαρό. Προέρχεται από Φθαλικό οξύ, μια σύνθετη κυκλική οργανική ένωση, αλογονωμένη με άτομο Χαλκού. Μπορεί να περιέχει και χλώριο. Σταθερό σε οξέα και βάσεις.

Π8. Πράσινο Sap: (Chlorophyll, Rhamnus, Chinese green, Woad, Venetian green). Προέρχεται από τα ώριμα μούρα ιπποφαούς και άλλων τέτοιων ειδών από την Κίνα. Το χρώμα προέρχεται από την χλωροφύλλη (Mills & White 1994). Η χρήση του αναφέρεται σε πρώιμα χειρόγραφα πριν από το 1500 με συνταγές κατασκευής της, ωστόσο από τις αρχές του εικοστού αιώνα σταμάτησε να χρησιμοποιείται πολύ.

Π9. Χρυσή Ώχρα: (Roman ochre). Πρόκειται για μορφή κίτρινης Ώχρας, ωστόσο πιο διάφανη, αλλά και με πιο καθαρή απόχρωση. Αναφέρεται ως πιο δυνατή ώχρα από αυτήν της Οξφόρδης (Carlyle 2001)

M1. Μπλε Αζουρίτης: (azurite, mountain blue, chrysocolla, cuprite). Είναι φυσική μπλε χρωστική και προέρχεται από το ορυκτό του Αζουρίτη. Είναι βασικό ανθρακικό άλας του Χαλκού $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Η διαδικασία προετοιμασίας του για χρήση του ως χρωστική, αφορά στην λιωτρίβιση του, στο πλύσιμο και στη συνέχεια διαχωρισμός κόκκων (Thompson 1936, 131-137). Το χρώμα του αλλάζει ανάλογα το μέγεθος των κόκκων του. Σκουραίνει όταν αναμιγνύεται με λάδι, ενώ στην τέμπερα είναι πιο λαμπερός. Πρόκειται για την πιο σημαντική χρωστική στην ευρωπαϊκή ζωγραφική του 1^{ου} με 17^ο αιώνα. Μετά σταμάτησε η χρήση του όταν η Ουγγαρία κυριεύθηκε από τους Τούρκους.

M2. Μπλε Πρωσίας: (Berlin blue, Chinese blue, Antwerp blue). Πρόκειται για ένα από τα σχετικά σύγχρονα συνθετικά χρώματα. Αποτελείται από σιδηροκυανιούχο άλας του Σιδήρου $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$. Προκύπτει από οξείδωση διχρωμικού άλατος καλίου και θειικού οξέος σε μίγμα θειικού άλατος Σιδήρου. Είναι λεπτόκοκκο, διάφανο χρώμα, ιδιαίτερα καλυπτικό και σταθερό σε φως και αέρα. Με ανάφλεξη αποσυντίθεται και αφήνει υπόλειμμα από οξείδιο του Σιδήρου (Gettens & Stout 1975, 150).

M3. Μπλε Ινδικό: είναι σκούρα μπλε χρωστική ουσία, αλλά και βαφή προερχόμενη από τα φύλλα του φυτού *Indigofera*. Προέρχεται από την ελληνική λέξη Ινδικό και το λατινικό *Indicum*. Μπορεί να προέλθει από τρεις διαφορετικές πηγές, συνθετικά, από φυτά όπως το *Indigofera Tinctoria*, αλλά και από γενετικά τροποποιημένα βακτήρια (Eaustaugh et al 2008, 196).

M4. Μπλε Σμάλτο: πρόκειται για τεχνητό γυαλί, που χρωματίζεται από οξείδια Κοβαλτίου. Όταν το οξείδιο προστίθεται στο γυαλί, με κρύο νερό αυτό σπάει σε κόκκους, που οι πιο λεπτοί δίνουν μια μουντή μπλε χρωστική ουσία και οι πιο αδροί ένα βαθύ πορφυρό μπλε (Church 1901, 224). Δεν είναι ιδιαίτερα καλυπτικό, έχει χαμηλό δείκτη διάθλασης και επηρεάζεται από την υγρασία.

Στην Ευρώπη πρωτοχρησιμοποιήθηκε στα τέλη του 16^{ου} αιώνα, αλλά στη Ασία νωρίτερα, αφού έχει βρεθεί σε κινέζικα έργα του 12^{ου} αιώνα. αντικαταστάθηκε από την Ουλτραμαρίνη το 19^ο αιώνα όπου και σταμάτησε πια να χρησιμοποιείται.

M5. Μπλε Cerulean: Πρόκειται για κασσιτερικό άλας του Κοβαλτίου $\text{CoO} \cdot n\text{SnO}_2$ (Church 1901, 212). Είναι λεπτόκοκκη χρωστική, έχει υψηλό δείκτη διάθλασης και είναι σταθερή ουσία που δεν επηρεάζεται από φως και χημικούς παράγοντες. Είναι λεπτόκοκκη και δεν παρουσιάζει καθόλου ιώδη απόχρωση. Ήταν γνωστή από τον 19^ο αιώνα, ενώ από το 1860 εισήχθη από την εταιρεία Messr G. Rowney and Co με τον όρο «coeruleum» (Rose 1916, 289)

M6. Μπλε Lapis Lazuli: παρουσιάστηκε το μεσαίωνα στα ορυχεία το Badashan στα βόρειο ανατολικά του Αφγανιστάν και πρόκειται για ημιπολύτιμη πέτρα. Χρησιμοποιήθηκε ως χρωστική στις αρχές της χριστιανικής εποχής. Ο Cennino Cennini αναφέρει για τον καθαρισμό του ορυκτού, ότι τρίβεται σε διάλυμα αλυσίβας με πάστα κεριού, λινέλαιο και ρητίνη πεύκου (Thompson 1954, 36). Οι κόκκοι της είναι ημιδιαφανείς με μικρό δείκτη διάθλασης και σταθερότητα στο φως και στη θερμότητα. Στο παρελθόν αποτελούσε σύμβολο πολυτέλειας, γι' αυτό χρησιμοποιούνταν σε λεπτές σχεδόν διαφανείς στρώσεις για απόδοση της απόχρωσης.

M7. Μπλε Αιγυπτιακό: (Pompeian blue, Egyptian blue). Πρόκειται για τεχνητή χρωστική, από χαλκό, ασβέστιο και νατρίτη $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Lucas, 1934, p.284-285). Βρέθηκε την 4^η δυναστεία στην Αίγυπτο (Perdikatsis et al 2000). Είναι κρυσταλλικό, καθαρό, με παρόμοια εμφάνιση με αυτή του Αζουρίτη. Ανάλογα τους κόκκους ποικίλει χρωματικά. Περιγράφεται και από τον Βιτρούβιο, ενώ το μυστικό παρασκευής τους χάθηκε μεταξύ του 200 με 700 μ.Χ. καθώς κανείς δεν μπόρεσε με επιτυχία να μιμηθεί το μπλε Αιγυπτιακό (Partington 1935, 118)

M8. Μπλε Ουλτραμαρίν: πρόκειται για το τεχνητό Λάπις Λάζουλι και αφορά σε μίγμα του ορυκτού Λαζουρίτη με ασβεστίτη και σιδηροπυρίτη. Το 1826 στην Τουλούζη αναπτύχθηκε η μέθοδος κατασκευής της από τον Guimet και

πολύ σύντομα δημιουργήθηκαν εργοστάσια παρασκευής της (Gettens and Stout 1975, 163). Είναι λεπτόκοκκη χρωστική, με χαμηλό δείκτη διάθλασης και σταθερότητα σε όλες τις συνθήκες.

M9. Μπλε Κοβαλτίου: πρόκειται για τη σημαντικότερη χρωστική αυτών του Κοβαλτίου. Προέρχεται από πύρωση μίγματος οξειδίου του Κοβαλτίου με υδροξείδιο του αργιλίου $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. έχει λεπτούς κόκκους, ακανόνιστου σχήματος και μεγέθους και δείκτη διάθλασης 1.74 (Merwin 1917). Ανακαλύφθηκε από τον Thenard το 1802. Είναι ιδιαίτερα ακριβό χρώμα, γι' αυτό νοθεύτηκε αρκετά, ενώ αντικαταστάθηκε από το Ουλτραμαρίνη.

2.3 Εξοπλισμός και Διαδικασία λήψεων

Οι λήψεις πραγματοποιήθηκαν με πολυφασματικό ανιχνευτή MuSIS (Multispectral Imaging System). Στηρίζεται στην υπέρυθρη ανακλαστογραφία (IRR), όπου αξιολογείται η διεισδυτική ικανότητα του κοντινού υπέρυθρου φάσματος και του υπέρυθρου μικρού μήκους κύματος, μέσα από τα πρώτα επιφανειακά χρωματικά στρώματα και καταγράφεται το ποσοστό ανάκλασης της ακτινοβολίας, όπως αυτό προσδιορίζεται από τη θεωρία Kubelka-Munk (Delaney et al 2017). Η υπέρυθρη ακτινοβολία έχει την ικανότητα να διαπερνά το χρωματικό στρώμα, να ανακλάται στην εσωτερική διεπιφάνεια του χρωματικού στρώματος και του υποστρώματος και να εξέρχεται στον αέρα, όπου θα συλλεχθεί από κατάλληλο σύστημα ανίχνευσης, που θα μετατρέψει τη μη ορατή ακτινοβολία σε ασπρόμαυρη οπτική εικόνα (Balas et al 2003).

Η πειραματική διάταξη για την απόκτηση των εικόνων στις διάφορες περιοχές του φάσματος, αποτελείται από ένα ζεύγος λαμπτήρων, που στέλνει στο αντικείμενο την προσπίπτουσα ακτινοβολία, φίλτρα που επιτρέπουν τη διέλευση ή την αποκοπή ακτινοβολιών στα διάφορα μήκη κύματος και τον κατάλληλο ανιχνευτή. Επίσης κατά τη λήψη χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα που βοηθούν στη διόρθωση σφαλμάτων, που αφορούν στη φασματική κατανομή των διαφορετικών περιοχών του φάσματος και των φωτομετρικών

μεγεθών της πηγής. Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η διάταξη που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή.

2.3.1 Εξοπλισμός Λήψεων

Η εικονιστική πληροφορία, προήλθε από την εφαρμογή πολυφασματικής απεικόνισης στο ορατό και κοντινό υπέρυθρο φάσμα (420-1000nm), μέσω της λήψης φασματικών κύβων για τη διαδοχική συμπεριφορά της ανάκλασης των δύο χρωματικών στρωμάτων, στα δεδομένα μήκη κύματος. Η πολυφασματική απεικόνιση αφορά σε υπέρυθρη κάμερα τύπου CCD, με ανιχνευτική ικανότητα μέχρι τα 1000nm και οθόνη υψηλής διακριτής ικανότητας. Από τον ανιχνευτή αυτόν, εξέρχεται ένταση ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα, με ρυθμίσεις που αφορούν στις αποστάσεις των φωτιστικών πηγών και του αντικειμένου, ή στην τιμή του διαφράγματος. Συγκεκριμένα η ανακλώμενη υπέρυθρη ακτινοβολία δημιουργεί στη φωτοευαίσθητη επιφάνεια του σωλήνα ανίχνευσης μια εικόνα, που μετατρέπεται σε ροή ηλεκτρονίων που μετασχηματίζεται σε οπτική αναλογική εικόνα, το ανακλαστογράφημα (Balas et al 2018; Liang 2012). Πρόκειται για ορατή εικόνα της οποίας οι διακυμάνσεις των τόνων του γκριζου, συνδέονται με τις οπτικές ιδιότητες των χρωματικών στρωμάτων, που στη συγκεκριμένη περίπτωση μελέτης αφορά σε μονές και διπλές στρώσεις χρωμάτων.

Κάμερα: Χρησιμοποιήθηκε πολυφασματικός ανιχνευτής Mu.S.I.S²⁵ HS της Forthphotonics (ΦΩΤΟ 2.10) με αισθητήρα CCD 1/200 Progressive Scan ανάλυσης 1600x1200 pixels (8 bits, 15 fps). Χρησιμοποιεί αισθητήρες ημιαγωγών πυριτίου με ευαισθησία ανίχνευσης από 420 nm έως 1000 nm σε B&W. Μπορεί να αποδώσει σε τριάντα (30) επιλέξιμες φασματικές ζώνες ανάμεσα στις περιοχές του φάσματος (420-1000nm), ταυτόχρονα όμως είναι

²⁵ Στοιχεία κάμερας: 1/3 ιντσών pixel. CCD αισθητήρα και IR σε ορατό μετατροπέα απεικόνισης. Ελάχιστος φωτισμός 0.001 Lux (f/ 1.2, 2800K). Φωτοβολταϊκή στήριξη C-mount Τροφοδοσία 12 V DC Κατανάλωση ισχύος 6 W Βάρος 3 Kg Διαστάσεις 139 (W) x 102 (H) x 220 (D)

δυνατή η απόκτηση φασματικών κύβων, δηλαδή αυτόματη διαδοχική αποθήκευση φασματικής εικόνας ανά 20nm, ενώ παράγει ταυτόχρονα υπολογισμός του πλήρους φάσματος ανά εικονοστοιχείο.



ΦΩΤΟ 2. 10: ο πολυφασματικός ανιχνευτής Mu.Si.S με τον οποίο έγιναν οι λήψεις

Φακός: Μπροστά από την κάμερα, τοποθετήθηκε φακός micro NIKKOR 60mm, f/2.8D lens (ΦΩΤΟ 2.11). Καθ' όλη τη διάρκεια των λήψεων το διάφραγμα ήταν σταθερό στην ένδειξη 5,6.



ΦΩΤΟ 2. 11: ο φακός που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις λήψεις. Διάφραγμα σταθερό στην ένδειξη 5,6

Κλίμακα: κάθε ακτινοβολία παρουσιάζει ραδιομετρικό και φωτομετρικό μέγεθος ανάλογο του εκάστοτε μήκους κύματος, προς το μέγεθος ακτινοβολίας μήκους 555-560nm, που λαμβάνεται ως μέγεθος αναφοράς στη μέγιστη ευαισθησία του ανθρώπινου οφθαλμού στη φωτοπική²⁶ όραση (Fairchild 2005, 55-59). Ταυτόχρονα κάθε πηγή ακτινοβολίας εμφανίζει φασματική πυκνότητα ανάλογη του μήκους κύματος της ακτινοβολίας. Μια ιδεατή φωτιστική πηγή, θα είχε σταθερή κατανομή για όλα τα μήκη κύματος στα οποία εκπέμπει. Έτσι η φασματική κατανομή είναι ομοιόμορφη και η ένταση της ανακλώμενης ακτινοβολίας από το αντικείμενο, είναι αποκλειστικά εξαρτώμενη από τις ιδιότητες της επιφάνειας του (Mayers 2002). Στην πραγματικότητα βέβαια αυτό θα συνέβαινε μόνο σε κάποιο κατάλληλο μέρος λήψης φωτογραφιών, όπως ένα studio με απόλυτη συσκότιση και σταθερές συνθήκες σε όλη τη διάρκεια των λήψεων (Dyer et al 2013, 41-71). Για το λόγο αυτό τοποθετείτε μέσα στο κάδρο της λήψης ακριβώς πάνω από την εκάστοτε τριάδα χρωμάτων, η ασπρόμαυρη περιοχή²⁷ του X-rite ColorChecker Passport²⁸ (ΦΩΤΟ 2.12), καθώς και μέρος του λευκού στόχου spectralon, ως βοηθητικό μέσο για τη βαθμονόμηση με

²⁶ Αφορούν στα κωνία που πρωταγωνιστούν στο φως της ημέρας, τη στιγμή που τα ραβδία ευθύνονται για τη νυχτερινή (σκοτοπική) όραση

²⁷ Αποτελείται από 6 τετραγωνάκια με ομοιόμορφη κατανομή των τόνων του γκρι που βοήθησαν στο καλιμπράρισμα των συνθηκών λήψης των δειγμάτων

²⁸ http://xritephoto.com/documents/literature/en/L11-266_CC_Passport_Brochure_en.pdf (ανακτήθηκε 09/09/2023)

πραιτέρω εικονιστική επεξεργασία, που περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 2.4, ώστε να προκύψουν λήψεις συγκρίσιμες που θα στηρίζονται αποκλειστικά στην πληροφορία της επιφάνειας των χρωμάτων.



ΦΩΤΟ 2. 12: με κίτρινο οριοθετείτε η ασπρόμαυρη περιοχή της κλίμακας που συμπεριλαμβανόταν στην κάθε λήψη.

Λαμπτήρες: Τις περισσότερο χρησιμοποιούμενες πηγές ακτινοβολίας, αποτελούν οι λαμπτήρες πυράκτωσης, που αφορούν σε βολφραμίου είτε αλογόνου και οι πηγές flash (Mayers 2010). Πολύ σημαντικό ωστόσο είναι η αποφυγή οποιασδήποτε θάμβωσης και η εξασφάλιση ομοιόμορφου φωτισμού στην έκταση της επιφάνειας που μελετάται, χωρίς σκιάσεις ή ανακλάσεις που θα μπορούσαν να παρερμηνευτούν ως μεταβολές στην απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας,

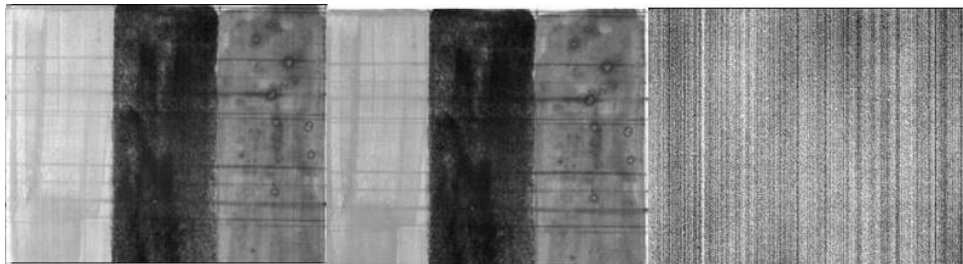
Χρησιμοποιήθηκαν δύο φωτιστικές πηγές βολφραμίου (tungsten) παρέχοντας επαρκή ένταση τόσο στην ορατή όσο και στην υπέρυθρη περιοχή του φάσματος. Συγκεκριμένα οι λαμπτήρες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι κωνικού καθρέπτου (ΦΩΤΟ 2.13), μάρκας Philips Argaphoto PF 319 E/44 220V/ 150W - E27.



ΦΩΤΟ 2. 13: οι λαμπτήρες που χρησιμοποιήθηκαν για τις λήψεις

Πραγματοποιήθηκαν βέβαια δοκιμές που αφορούν στην ίδια λήψη με λαμπτήρες αλογόνου, βολφραμίου και led ώστε να εξεταστεί η σύγκριση της απόδοσης τους και τα αποτελέσματα φαίνονται στη ΦΩΤΟ 2.14

Οι διαφορές σε αλογόνου και βολφραμίου είναι σχεδόν ανύπαρκτες, όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.14, ενώ είναι προφανές πως οι λάμπες led χρειάζονται ειδική διάταξη για να λειτουργήσουν σε πολυφασματικές τεχνικές και είναι θέμα μελέτης που ξεκίνησε στα πρόσφατα χρόνια.



Αλογόνου

Βολφραμίου

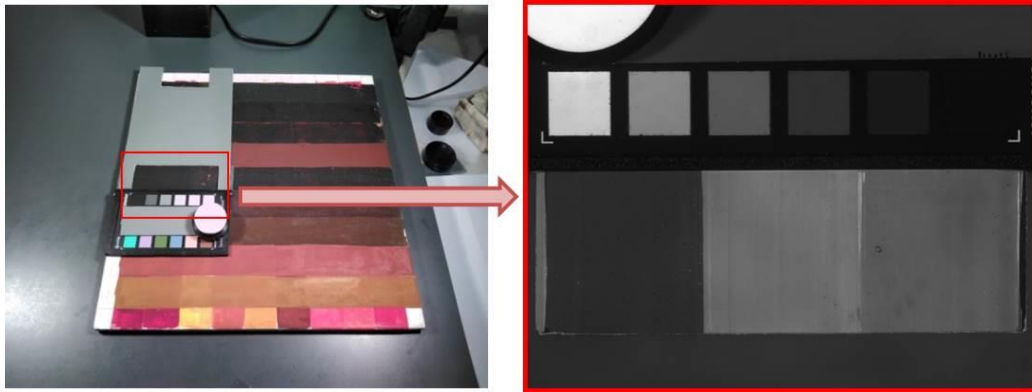
Led

ΦΩΤΟ 2. 14: δοκιμαστικές λήψεις για την ίδια περιοχή με διαφορετικούς λαμπτήρες. Με σειρά από αριστερά προς τα δεξιά: αλογόνου, βολφραμίου και led.

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν λαμπτήρες βολφραμίου, καθώς είναι δοκιμασμένες πάρα πολλά χρόνια και συγκεκριμένα οι κωνικού καθρέπτου (ΦΩΤΟ 2.12) καθώς έχουν άριστη απόδοση.

2.3.2 Συνθήκες Λήψεων

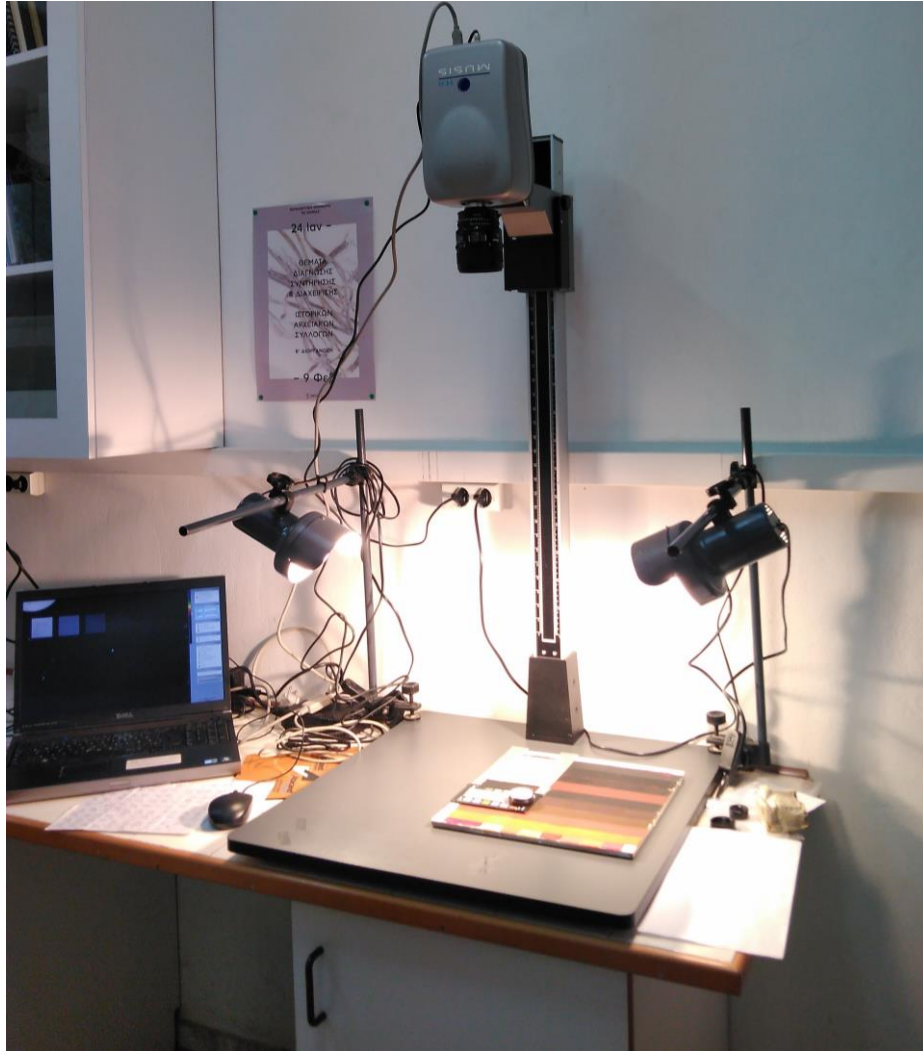
Οι διαδικασίες των λήψεων ήταν συνεχής, μετά από αρκετές δοκιμές και προσπάθειες, ώστε να μην υπάρξει, όσο το δυνατόν, καμία αλλαγή στις συνθήκες. Παρακάτω στη ΦΩΤΟ 2.15, φαίνεται στην αριστερή φωτο, η διάταξη που χρησιμοποιήθηκε για την κάθε λήψη και στην δεξιά, το πλαίσιο λήψης που αποτυπώθηκε.



ΦΩΤΟ 2. 15: σε κόκκινο πλαίσιο οριοθετείται η περιοχή που αποτυπώνεται στην κάθε λήψη και φαίνεται στη δεξιά φωτο. Περιλαμβάνει την ασπρόμαυρη περιοχή της κλίμακας, η οποία μαζί με την γκρι κάρτα περικλείουν την περιοχή που αποτελείται κάθε φορά από τρεις περιοχές χρώματος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση φαίνεται η Σέπια (οριζόντια) που επιζωγραφίζει τρία κόκκινα χρώματα (κάθετα).

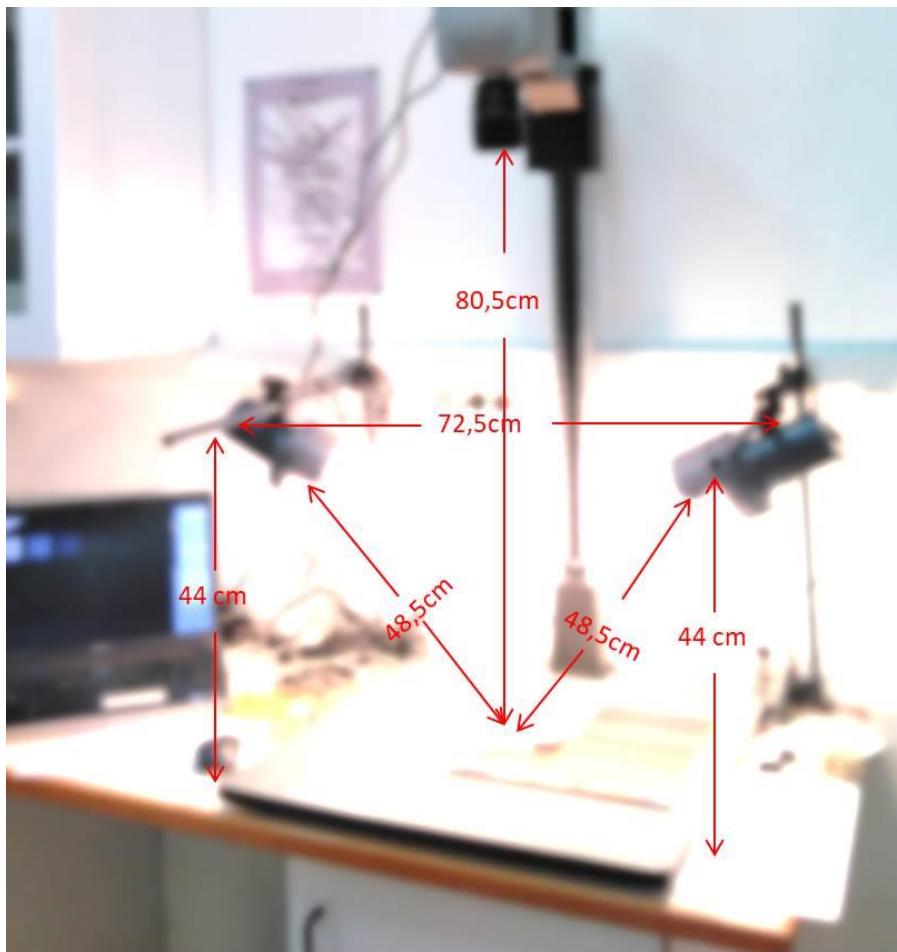
Δημιουργήθηκε μια μάσκα από γκρι ουδέτερο φωτογραφικό χαρτί, το οποίο κόπηκε σε διαστάσεις 9X3 εκατοστα, δημιουργώντας ένα πλαίσιο, μέσα στο οποίο τοποθετούνταν κάθε φορά μια τριάδα τετραγώνων με χρώμα. Αυτό αφορούσε την οριοθέτηση του καρέ λήψης σε κάθε περίπτωση, αλλά και την απομόνωση της τριάδας χρωμάτων κάθε φορά από τα διπλανά, για αποφυγή επιρροής τους στο φασματικό αποτέλεσμα. Στο πάνω μέρος του πλαισίου, τοποθετήθηκε η ασπρόμαυρη περιοχή της κλίμακας color checker, ίδιας διάστασης με το πλαίσιο της μάσκας, εννέα (9) εκατοστών και στο πάνω αριστερά σημείο ο λευκός στόχος spectralon. Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν οριζόντια, για σταθερή στήριξη στη βάση του copy stand, ακριβώς απέναντι από το φακό της κάμερας και σε κάθετο άξονα προς το επίπεδο τους. Η απόσταση καθορίστηκε από το κάδρο της λήψης, που οριοθετήθηκε από την τριάδα των χρωμάτων, την ασπρόμαυρη κλίμακα και μέρος του στόχου spectralon. Το copy stand βέβαια ήταν σταθερό σε ύψος για την κάθε λήψη (ΦΩΤΟ 2,16), τα φώτα είχαν σταθερή απόσταση μεταξύ τους, αλλά και από την περιοχή της λήψης, όπως φαίνεται αναλυτικά στη ΦΩΤΟ 2.17. Εξασφαλίστηκε η, όσο το δυνατό, ομοιομορφία του φωτισμού και των ανακλάσεων, με μέτρηση της έντασης της φωτεινής ισχύος (lux) και στις τρεις περιοχές τετραγώνων με χρώμα, με lux-όμετρο και ήταν ακριβώς ίδιες οι ενδείξεις και ίσες με 2,35. Οι φωτιστικές πηγές τοποθετήθηκαν συμμετρικά μεταξύ τους και ως προς τον

άξονα της λήψης του φακού, υπό ίδια κλίση ώστε να μην εμφανίζονται σκιάσεις.



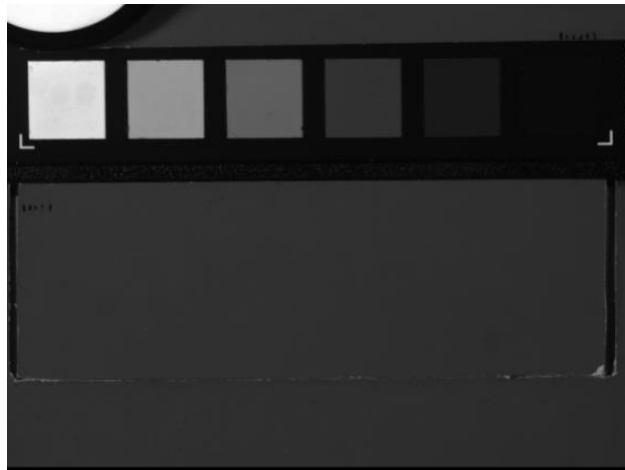
ΦΩΤΟ 2. 16: η διάταξη για τις λήψεις που αποτελούν, η κάμερα στο copy stand, οι λαμπτήρες εκατέρωθεν και το δείγμα με τη μάσκα και την κλίμακα

Απαιτήθηκε χρόνος και επιμέλεια με συνεχής δοκιμαστικές λήψεις πριν την έναρξη της διαδικασίας των λήψεων και φυσικά όλες οι συνιστώσες καταγράφηκαν ώστε να επαναληφθούν ακριβώς ίδιες, σε όλες τις επόμενες ημέρες των λήψεων. Το κάδρο της λήψης οριοθετείτε από το κόκκινο πλαίσιο στη ΦΩΤΟ 2.15: δεξιά φώτο. Μετά το στήσιμο της διάταξης πραγματοποιήθηκε καλιμπράρισμα στο μηχάνημα, όπως προκύπτει από την κατασκευή του.



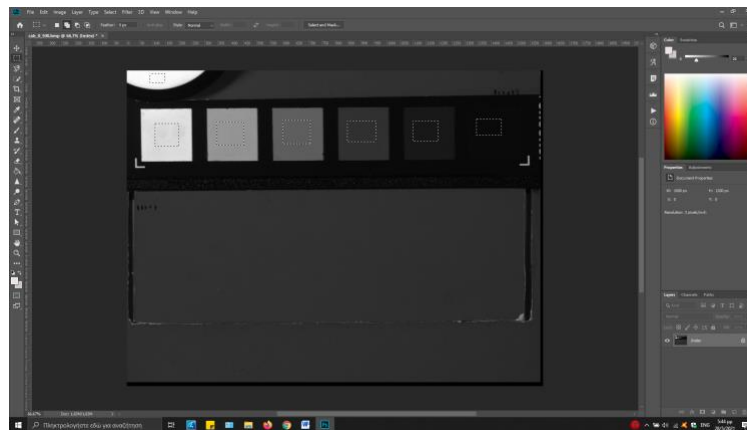
ΦΩΤΟ 2. 17: οι αποστάσεις ανάμεσα στους λαμπτήρες, στο φακό και στο δείγμα, κατά τη διάρκεια των λήψεων

Στην αρχή της διαδικασίας των λήψεων πραγματοποιήθηκε λήψη μιας αρχικής φωτογραφίας (ΦΩΤΟ 2.18), που αφορά στην κλίμακα και σε γκρι φωτογραφικό χαρτί, ώστε να μην φαίνεται κανένα χρώμα και που θα λειτουργήσει ως κάρτα αναφοράς. Σκεπάστηκε δηλαδή η περιοχή που θα περιελάμβανε τα τρία τετραγωνάκια χρωμάτων με το ίδιο γκρι φωτογραφικό χαρτί του πλαισίου, και πραγματοποιήθηκε λήψη ενός φασματικού κύβου.



ΦΩΤΟ 2. 18: η αρχική λήψη της κάρτας αναφοράς που αποτελείτε από το γκρι φωτογραφικό χαρτί και την κλίμακα color checker και τον στόχο spectralon.

Οι ρυθμίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τη λήψη της κάρτας αναφοράς και που αποτέλεσαν πρότυπο για όλες τις λήψεις που ακολούθησαν και βοήθησαν στην κανονικοποίηση που περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.3, αφορούσαν στην μέτρηση της ένδειξης των διαβαθμίσεων της γκρι κλίμακας του color checker, ώστε να είναι η επόμενη διαβάθμιση ίση με τη διπλάσια ένδειξη της προηγούμενης.



ΦΩΤΟ 2. 19: Η κάρτα αναφοράς για τις λήψεις με την κάμερα και η μέτρηση των περιοχών του γκριζου μέσα από πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας.

Για να πραγματοποιηθεί αυτό, μέσα από την επιλογή histogram του προγράμματος επεξεργασίας εικόνας Photoshop, μετρήθηκε η ένδειξη του γκρι για το κάθε τετραγωνάκι της γκρι διαβάθμισης της κλίμακας color checker (Bratitsi et al 2018), όπως φαίνεται στην ΦΩΤΟ 2.19, όπου η κάθε μία ήταν

σχεδόν διπλάσια της προηγούμενης, από το μαύρο έως το άσπρο, ενώ η τιμή στην περιοχή στο spectralon να είναι ελάχιστα μικρότερη του 250 που είναι η τιμή του απόλυτου λευκού, ώστε να μην προκύψει υπερεκτεθειμένη λήψη. Συγκεκριμένα οι μετρήσεις φαίνονται στη ΦΩΤΟ 2.20 που ακολουθεί.



ΦΩΤΟ 2. 20: οι μετρήσεις του γκριζου σε κάθε περιοχή της διαβάθμισης της κλίμακας.

2.3.3 Λήψεις

Οι λήψεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Articon του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και οι περιβαλλοντικές εσωτερικές συνθήκες που επικρατούσαν ήταν κατά το δυνατό σταθερές, καθώς υπήρξε συνεχής χρήση air condition για διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στο δωμάτιο όπου πραγματοποιήθηκαν οι λήψεις αλλά και στην κάμερα. Το σκέπαστρο στα παράθυρα ήταν συνεχώς κλειστό για να μην αλλοιώνει τα αποτελέσματα το εξωτερικό φως στη διάρκεια της ημέρας και φυσικά τα φώτα του δωματίου ήταν διαρκώς σβηστά. Έγινε προσπάθεια μετά από πολλές δοκιμές για ελαχιστοποίηση της όλης διαδικασίας και του χρόνου λήψης, ώστε να γίνουν συνεχόμενες για να μην υπάρξει διαφορά αποτελεσμάτων εξαιτίας αλλαγής σε εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες που αφορούν σε εποχή, θερμοκρασία και φως. Όλη αυτή η προσπάθεια έγινε για να διατηρηθούν οι διαδικασίες των λήψεων σταθερές για όλα τα δείγματα, ώστε οι απεικονίσεις που θα προκύψουν να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους.

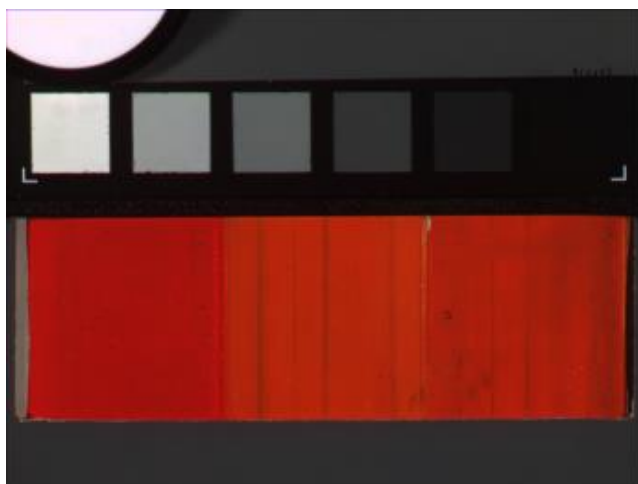
Έτσι προέκυψαν οι λήψεις, που αφορούν σε τριάδα τετραγώνων με χρώμα κάθε φορά, διαστάσεων 3X3=9εκατοστά, παισιωμένη από το γκρι ουδέτερο φωτογραφικό χαρτί και από την ασπρόμαυρη περιοχή της κλίμακας, με τοποθετημένο στην πάνω αριστερή γωνία το λευκό στόχο spectralon, όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.21 και αφορά στο τυχαίο παράδειγμα της τριάδας από

αριστερά προς τα δεξιά: κόκκινο Καδμίου, κόκκινο Vermillion και κόκκινο Μίνιο στα 600nm.



ΦΩΤΟ 2. 21: παράδειγμα λήψης τριάδας τετραγώνων με χρώμα. Πρόκειται από αριστερά προς τα δεξιά για τα κόκκινα Καδμίου, Vermillion και Μίνιο στα 600nm

Οι λήψεις που προέκυψαν αφορούν σε μια λήψη έγχρωμη στο ορατό (ΦΩΤΟ 2.22) και τον φασματικό κύβο, ήτοι τριάντα (30) απεικονίσεις του γκρι σε σειρά από τα 420nm έως τα 1000nm με διαφορά 20 nm, όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.23 που ακολουθεί και αντιστοιχεί το ίδιο παράδειγμα με τη ΦΩΤΟ 2.21, στα κόκκινα Καδμίου, Vermillion και Μίνιο στα 420, 440, 460, 480, 500, 520, 540, 560, 580, 600, 620, 640, 660, 680, 700, 720, 740, 760, 780, 800, 820, 840, 860, 880, 900, 920, 940, 960, 980 και 1000nm.



ΦΩΤΟ 2. 22: η έγχρωμη λήψη της τριάδας τετραγώνων με τα κόκκινα Καδμίου, Vermillion και Μίνιο στο ορατό, όπως φαίνονται από αριστερά προς τα δεξιά

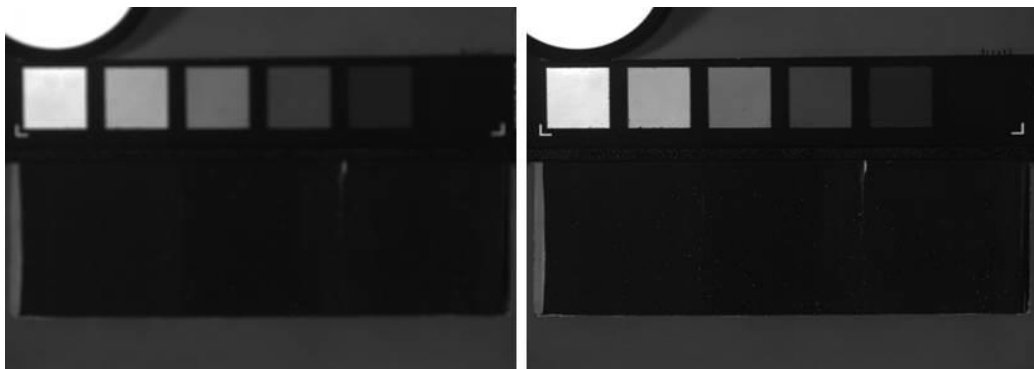


ΦΩΤΟ 2. 23: ο φασματικός κύβος. 30 λήψεις από 420-1000nm σε σειρά ανά 20 nm

Όλες οι λήψεις με το έγχρωμο στο ορατό και τις τριάντα (30) απεικονίσεις του φασματικού κύβου, έδωσαν εξακόσια ενενήντα (690) φακέλους (όπως αυτός στη ΦΩΤΟ 2.25), με τριάδες τετραγώνων με χρώματα μονής ή διπλής στρώσης, που προσδίδουν ένα σύνολο $690 \times 3 = 2070$ δεδομένων προς μελέτη.

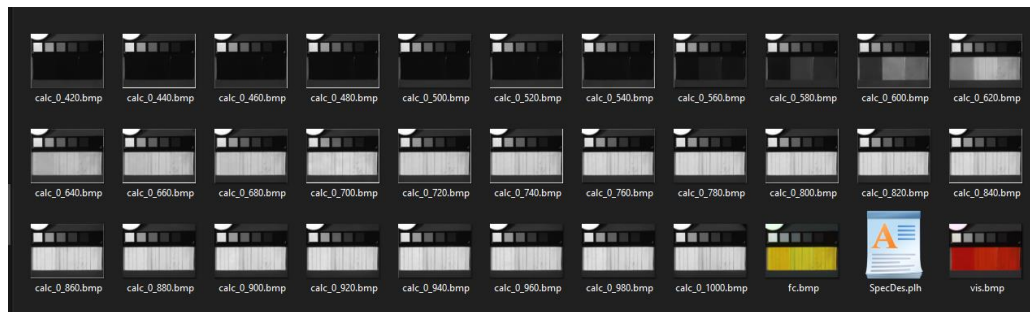
Η πολυφασματική κάμερα MuSIS, δίνει τη δυνατότητα διαφορετικών λήψεων στις διάφορες περιοχές του φάσματος, από το ορατό στα 420nm, όπου οι απεικονίσεις είναι μαύρες όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.23, έως το εγγύς υπέρυθρο στα 1000nm, που είναι, ανάλογα βέβαια και τη χρωστική, διαβαθμίσεις του γκρι όπου αντιστοιχούν στη διαφάνεια του κάθε χρώματος που παρέχει η υπέρυθρη ακτινοβολία. Το πάχος της ζωγραφικής επιφάνειας που αποτελούν διπλές στρώσεις χρωστικών είναι αρκετό και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στις διάφορες περιοχές του φάσματος να χρειάζεται ρύθμιση του εστιακού επιπέδου του φακού για καθαρισμό της ευκρίνειας του. Σύμφωνα με τον τρόπο λειτουργίας της κάμερας, παρέχεται η δυνατότητα κατά τη διάρκεια της λήψης του φασματικού κύβου με προτροπή για καθαρισμό της ρύθμισης του εστιακού επιπέδου σε συγκεκριμένα μήκη κύματος και συγκεκριμένα στα

560nm, 620nm, 820nm, 960nm, 980nm και 1000nm. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να προκύπτουν αρκετές θολές λήψεις (ΦΩΤΟ 2.24: αριστερή εικόνα) σε πολλές περιοχές του φάσματος και συνεπώς, έπρεπε κάποιες λήψεις να επαναληφθούν σε μεμονωμένα μήκη κύματος και συγκεκριμένα στα 420nm, 440nm, 460nm, 480nm, 520nm, 540nm, 600nm, 640nm, 680nm, 700nm, 720nm, 740nm, 800nm, 840nm, 860nm, 880nm, 900nm και 920nm. Στη συνέχεια οι καθαρές λήψεις αντικατέστησαν τις αντίστοιχες τους θολές (ΦΩΤΟ 2.24) που προσέδωσε ο φασματικός κύβος, με μεγάλη όμως προσοχή στη μετονομασία, η οποία έπρεπε να είναι ακριβής για να μπορεί να αναγνωρίσει το πρόγραμμα της κάμερας τις λήψεις και να προκύψει το φάσμα ανάκλασης.



ΦΩΤΟ 2. 24: στα αριστερά φαίνεται πόσο θολή ήταν η εικόνα που έπαιρνε ο κύβος και στα δεξιά η διαφορά της με την καθαρή

Έτσι προέκυψαν 690 φάκελοι (χρησιμοποιήθηκαν 45 χρώματα X 45 χρώματα = 2025 τετραγωνάκια διπλών χρωμάτων + 45 τα μονά χρώματα αναφοράς = 2070 /3 χρώματα σε κάθε λήψη=690 φάκελοι με τριάδα χρωμάτων) που περιέχουν τις 30 καθαρές λήψεις για την κάθε τριάδα χρωμάτων, όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.25, που αφορά στο φάκελο 1 που περιλαμβάνει την τριάδα κόκκινο Καδμίου, κόκκινο Κιννάβαρι και κόκκινο Μίνιο.



ΦΩΤΟ 2. 25: ο φάκελος που περιλαμβάνει το φασματικό κύβο για την τριάδα χρωμάτων κόκκινο Καδμίου, κόκκινο Κιννάβαρι και κόκκινο Μίνιο.

2.4 Κανονικοποίηση λήψεων και σφάλμα κάμερας

Είναι πολύ σημαντικό στην ερευνητική διαδικασία, σύμφωνα και με όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο (βλ. κεφ. 2.3) οι λήψεις να γίνουν έτσι ώστε να προκύψει εικονιστική πληροφορία, της οποίας η βελτιστοποίηση και ποσοτικοποίηση, να προσφέρει αριθμητικά δεδομένα συγκρίσιμα μεταξύ τους και τελικά αξιοποιήσιμα για περαιτέρω μελέτη και στατιστική επεξεργασία (Stratis et al 2014).

Παρά την προσπάθεια που έγινε να κρατηθούν σταθερές οι λήψεις σε όλη την έκταση τους μέσα από ελεγχόμενο περιβάλλον (βλ. κεφ 2.3.2), υπήρξαν αρκετοί παράγοντες που οδήγησαν σε σημαντικές αποκλίσεις, ώστε να μην είναι συγκρίσιμες οι απεικονίσεις. Αυτό κατέστη προφανές, από τη μέτρηση των περιοχών των τετραγώνων της κλίμακας color-checker (όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.20), αφού οι τιμές ήταν πολύ διαφορετικές στις διάφορες λήψεις, τη στιγμή που οι ρυθμίσεις στο καλιμπράρισμα του πολυφασματικού ανιχνευτή προσέδιδε αυτή ακριβώς τη δυνατότητα και γι'αυτό ήταν αναγκαίο πριν από κάθε έναρξη λήψεων. Αυτά τα προβλήματα αφορούν τελικά, στην αλλαγή συνθηκών κατά τη διάρκεια της ημέρας, στην είσοδο επισκεπτών στο χώρο πραγματοποίησης λήψεων, καθώς αποτελεί πρωτίστως εργαστήριο και χώρος διδασκαλίας και στη θερμότητα των φώτων όσο πέραγε η ώρα των λήψεων παρά τη συνεχή χρήση κλιματιστικού. Επίσης σημαντικός παράγοντας είναι η παλαιότητα της κάμερας, δημιουργώντας προβλήματα στην ομοιομορφία της

εικόνας. Σε κάθε νέα μέρα λήψεων υπήρξε μεγάλη δυσκολία στην επανάληψη του καλιμπραρίσματος της κάμερας με τα ίδια ακριβώς δεδομένα. Τέλος το πλήθος των λήψεων προφανώς δημιουργούσε μεγάλη σωματική κόπωση, καθώς έγινε προσπάθεια να γίνουν όσο το δυνατόν συνεχόμενα.

Για να είναι συνεπώς εφικτή η επεξεργασία των δεδομένων που θα προέκυπταν, έπρεπε να κανονικοποιηθούν, ήτοι να βρεθεί τρόπος, οι εικόνες αυτές να μετατραπούν με τέτοιο τρόπο, ώστε τα αντίστοιχα σημεία στη κλίμακα του γκρίζου για όλες τις λήψεις, να είναι σε κοντινές τιμές, αλλά φυσικά όχι αντιγραφή των μετρήσεων. Αυτό προέκυψε μέσα από το πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας Adobe Photoshop CC-2019 και τη δυνατότητα που παρέχει για δημιουργία κώδικα (script). Χρησιμοποιήθηκε αυτό, καθώς είναι ηγετικό πρόγραμμα παγκοσμίως στην επεξεργασία εικόνων, είναι ευρέως διαδεδομένο, χρησιμοποιείτε από πάρα πολλούς χρήστες και προσφέρει τεράστιες δυνατότητες στη συγγραφή κώδικα. Επίσης η σουίτα της Adobe έχει κατασκευάσει γλώσσα προγραμματισμού βασισμένη σε άλλες που υπήρχαν και αυτό καθιστά καθολικότερη τη συμβατότητα της από άλλες εταιρίες προγραμματισμού.

Έγιναν πολλές δοκιμές που αφορούσαν σε μεταβολή των δυνατοτήτων που παρέχει το πρόγραμμα και σχετίζονται με τη λαμπρότητα²⁹ (brightness), τη χροιά³⁰ (hue), τη χρωματική πυκνότητα³¹ (saturation), τη χρωματική αίσθηση³² (chroma), τη λευκότητα³³ (lightness), όπου μέσα από τις αλλαγές τους, έγινε προσπάθεια να βρεθεί σε ποια από τις παραπάνω θα πρέπει να επικεντρωθεί κανείς, ώστε να υπάρξει σωστό αποτέλεσμα. Αυτό που έπρεπε να αλλαχθεί

²⁹ Αφορά στο πόσο φωτεινό είναι ένα χρώμα και εξαρτάται από την ένταση του φωτός.

³⁰ Εναλλακτικά χρησιμοποιείτε ο όρος «τόνος». Περιγράφει το πόσο ταυτίζονται ή όχι αποχρώσεις μεταξύ τους

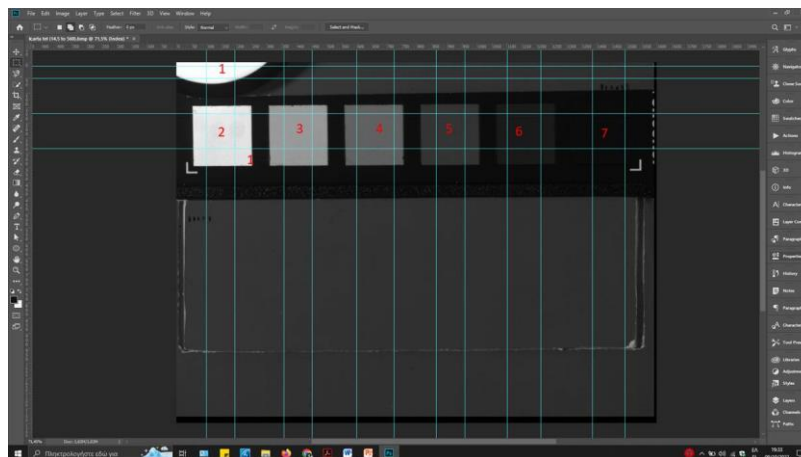
³¹ Αναφέρεται στην ένταση ή πυκνότητα της κάθε απόχρωσης

³² Αφορά στην απόσταση της κάθε απόχρωσης από την απόλυτη αχρωμία.

³³ Εκφράζει τη σχέση της κάθε απόχρωσης από το απόλυτο λευκό και παίρνει τιμές από 0 έως 100

ήταν το luma³⁴, που αφορά στη λαμπρότητα (Fairchild 2005, 83-93). Μέσα λοιπόν από τη χρήση γλώσσας προγραμματισμού action script, δόθηκε η δυνατότητα να πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες διαδικασίες πολλές φορές, γρήγορα και σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων, που αν γινόταν χειροκίνητα θα έπαιρνε πάρα πολύ χρόνο. Υπήρχε φυσικά η δυνατότητα παραμετροποίησης πολλές φορές, καθώς προέκυψαν πολλά προβλήματα στη διάρκεια της διαδικασίας, ενώ τέλος μπορούσε να γίνει παραμετροποίηση εισόδου του προγράμματος, ώστε να παρθεί η επιθυμητή έξοδος.

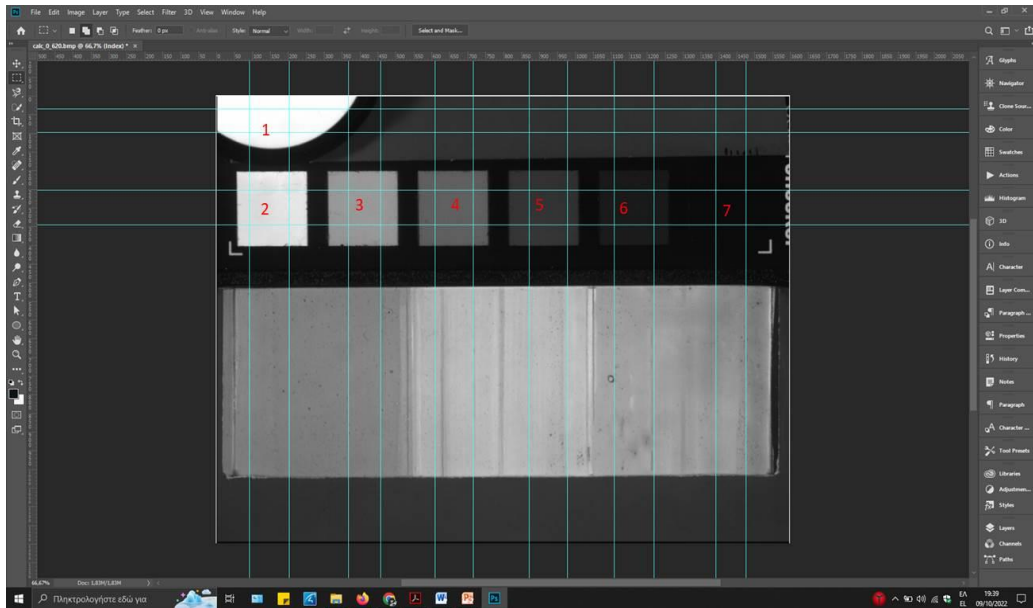
Δημιουργήθηκε λοιπόν ένας κώδικας, του οποίου το σκεπτικό αφορά στο να μετατραπούν συγκεκριμένες περιοχές της κάθε λήψης, στο ίδιο επίπεδο κατά τη μέτρηση των γκριζών τόνων της κλίμακας color-checker, που αυτός ήταν και ο λόγος που τοποθετήθηκε στο κάδρο της λήψης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό χρησιμοποιήθηκε η κάρτα αναφοράς (ΦΩΤΟ 2.19), οπότε πηγή δεδομένων της διαδικασίας ήταν τα επτά (7) σημεία (source) που αφορούν σε δημιουργία μικρών τετραγώνων 14X14 pixel στο κέντρο της κάθε περιοχής της κάθε τονικότητας της γκρι κλίμακας και του spectralon, όπως ακριβώς φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.26.



ΦΩΤΟ 2. 26: με κόκκινους αριθμούς φαίνονται τα 7 σημεία που οριοθετούνται από τους χάρακες, τα οποία λειτουργήσαν ως πηγή source για τη δημιουργία του script

³⁴ Χρησιμοποιείτε στο YCbCr για συμπίεση εικόνων JPEG και αφορά στο σταθμισμένο άθροισμα των διορθωμένων με γάμμα τιμών R,G,B.

Στη συνέχεια ορίστηκαν οι συντεταγμένες των αντίστοιχων επτά (7) σημείων (target) των φωτογραφιών που έπρεπε να αλλαχθούν όπως στη ΦΩΤΟ 2.27.



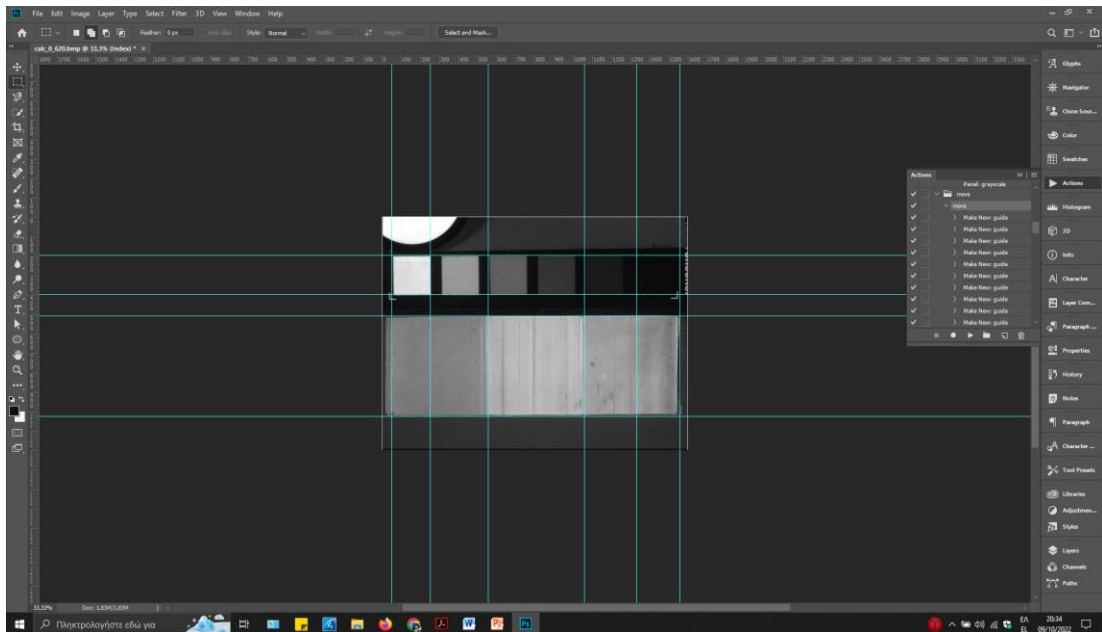
ΦΩΤΟ 2. 27: με κόκκινους αριθμούς φαίνονται τα 7 σημεία που οριοθετούνται από τους χάρακες, τα οποία λειτούργησαν ως πηγή target για τη δημιουργία του script

Η κάθε λήψη άλλαξε πρότυπο, και συγκεκριμένα από BMP σε RGB και στη συνέχεια σε YUV ώστε να αλλαχθεί το luma. Ανέσυρε στη συνέχεια τα επτά (7) σημεία πηγής (source) από την κάρτα αναφοράς και δημιούργησε έναν χάρτη που αφορά στο luma της. Δημιουργήθηκε έτσι ένα gradient map³⁵ σε κάθε λήψη, αφού δημιούργησε ένα νέο επίπεδο στο οποίο σε κάθε luma αντιστοίχισε τη σωστή τονικότητα του γκρι που αντιστοιχεί σε αυτήν της κάρτας αναφοράς. Στη συνέχεια σώθηκαν όλες οι νέες εικόνες σε φάκελο και επέστρεψαν οι ρυθμίσεις στην αρχική τους κατάσταση σε σχέση με τη μορφή τους (bmp).

Ένα πρόβλημα που δημιουργήθηκε αφορά στο ότι κατά τη διάρκεια των φωτογραφήσεων, ναι μεν το κάδρο για την κάθε λήψη ήταν ίδιο, ωστόσο μικρές αποκλίσεις στη θέση της κάθε εικόνας, είχαν σαν αποτέλεσμα τα σημεία της κλίμακας των εικόνων που θα έπρεπε να αλλαχθούν όπως στη ΦΩΤΟ 2.27, να είναι σε διαφορετικά σημεία. Αυτό βέβαια δημιούργησε πολλά προβλήματα, καθώς τα αποτελέσματα ήταν λανθασμένα κι έτσι έπρεπε μέσα σε όρια που

³⁵ Ακολουθία χρωμάτων από το άσπρο στο μαύρο

όρισαν χάρακες περιμετρικά της κάθε τριάδας και του κάθε τετραγώνου της κλίμακας όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 2.28, να μετακινηθεί η κάθε εικόνα, ώστε η κάθε τριάδα χρωμάτων που πρωταγωνιστούν σε κάθε λήψη να είναι ακριβώς στην ίδια θέση κάθε φορά και κατά συνέπεια ίδια θέση θα είχαν και τα σημεία των τετραγώνων της κλίμακας.



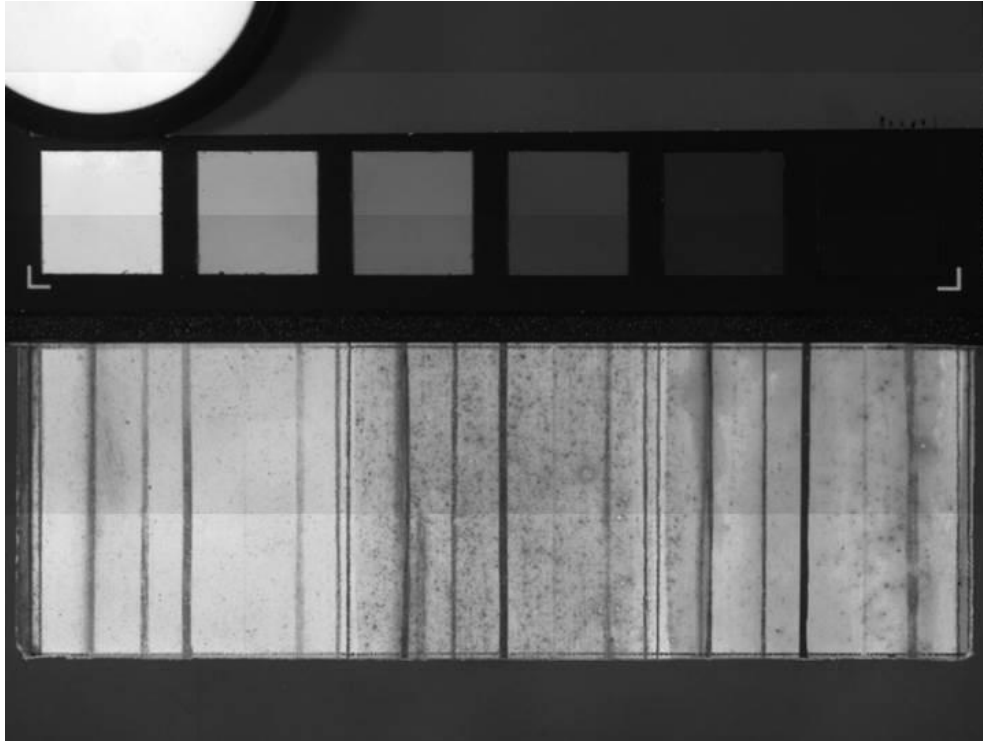
ΦΩΤΟ 2.28: οι χάρακες οριοθετούν τα σημεία που θα πρέπει να περικλείεται η κάθε τριάδα χρωμάτων και το κάθε τετράγωνο της κλίμακας. Κάθε λήψη συνεπώς μετατοπίστηκε μέσα στα όρια αυτά

Έτσι έγινε η αλλαγή στη θέση όλων των λήψεων Ένα άλλο σημείο που προσέχθηκε, ήταν το γεγονός ότι αποθηκευόντουσαν σε μορφή RGB, οπότε δεν μπορούσαν να λειτουργήσουν οι κύβοι στο πρόγραμμα της κάμερας και να προκύψει το φάσμα, καθώς δεν την αναγνώριζε, οπότε έπρεπε να γίνει η μετατροπή σε grayscale, ενώ για τον ίδιο λόγο τέλος, σημαντικό ήταν και οι εικόνες να σώζονται σε μορφή bmp, που ήταν και η αρχική μορφή λήψης του κύβου.

Ο κώδικας (script) που χρησιμοποιήθηκε βρίσκεται στο παράρτημα στο τέλος της διατριβής, στην ενότητα ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III.

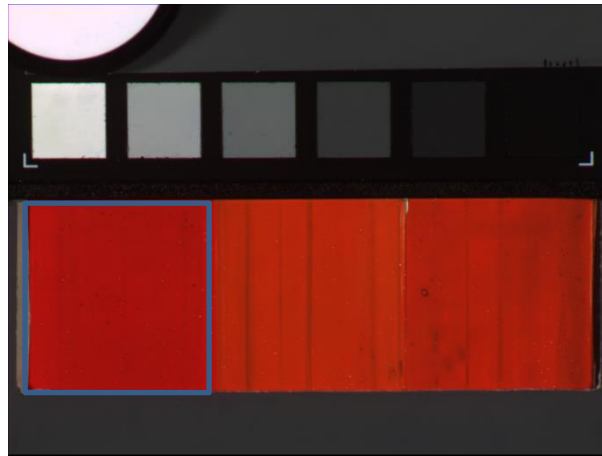
Στη ΦΩΤΟ 2.29 φαίνονται οι διαφορές στις νέες εικόνες που προκάλεσε το script, οι οποίες φορτώθηκαν με επιτυχία στον πρόγραμμα της κάμερας και

προέκυψε έτσι το κάθε φάσμα. Οι μετρήσεις των νέων σημείων της κλίμακας του γκρίζου έδειξαν την επιτυχία του script.



ΦΩΤΟ 2. 29: φαίνεται ανά οριζόντιες περιοχές η αλλαγή της εικόνας μέσα από το script φαίνεται σε περιοχές (οριζόντιος διαχωρισμός για την περιοχή του στόχου spectralon, της κλίμακας και της περιοχής με τα χρώματα)

Σφάλμα κάμερας: Ακολουθεί η πειραματική διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για να βρεθεί το σφάλμα της κάμερας, αλλά και για να αποδειχθεί η σημαντικότητα της κανονικοποίησης για τις μετρήσεις των δεδομένων. Πραγματοποιήθηκε η παρακάτω πειραματική διαδικασία με παράδειγμα το τετράγωνο που περιέχει το κόκκινο Καδμίου και περιλαμβάνεται στο μπλε πλαίσιο στην παρακάτω φωτογραφία (ΦΩΤΟ 2.30).



ΦΩΤΟ 2. 30: το κόκκινο Καδμίου όπως λήφθηκε από την κάμερα musis

Ο φασματικός κύβος που λήφθηκε από την κάμερα MuSIS, προέκυψε από σειρά λήψεων που αποτελούν οι τριάντα (30) απεικονίσεις σε εύρος φασμάτων από 420nm-1000nm, ανά είκοσι (20) όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία (ΦΩΤΟ 2.31)



ΦΩΤΟ 2. 31: οι 30 απεικονίσεις της ίδιας περιοχής που αφορούν στα διαφορετικά φάσματα

Ο φασματικός κύβος φορτώθηκε στο πρόγραμμα της κάμερας και λήφθηκε έτσι το φάσμα, σε γραφική παράσταση αλλά και σε αριθμητικά δεδομένα.

Παρατηρήθηκε ότι σε διαφορετικές σημειακές περιοχές στην έκταση του ίδιου τετραγώνου, υπάρχει διαφορά στις τιμές του φάσματος που προκύπτουν, οπότε θα έπρεπε να μετρηθεί αυτό το σφάλμα που προκύπτει. Πάρθηκαν δέκα διαφορετικά σημεία σε περιοχή χρώματος που δεν περιέχεται φυσικά προσχέδιο (είναι καθαρή η στρώση του χρώματος πάνω στην προετοιμασία), λήφθηκαν οι μετρήσεις και έγινε printscreen σε αυτά για να καταγραφεί η διαφορά (ΦΩΤΟ 2.32).



ΦΩΤΟ 2. 32: τα 10 διαφορετικά σημεία που οριοθετούν τα κόκκινα κυκλάκια τα οποία έδωσαν τα αριθμητικά δεδομένα του πίνακα 1

Στον πίνακα 2.2 που ακολουθεί φαίνονται με σειρά οι αριθμητικές τιμές που αφορούν στις δέκα περιοχές του τετραγώνου, η μέση τιμή τους, η διακύμανση και η τυπική απόκλιση για αυτές.

Πίνακας 2.2: τα δεδομένα που προέκυψαν από τις λήψεις που πραγματοποιήθηκαν στις φωτογραφίες όπως λήφθηκαν από την κάμερα

	1a-1	1a-2	1a-3	1a-4	1a-5	1a-6	1a-7	1a-8	1a-9	1a-10	μέση τιμή	Διακύμανση (variance)	τυπική απόκλιση (standar deviation)
420	19	17	18	16	18	16	18	16	20	16	17,4	1,84	1,356465997
440	13	12	12	12	11	11	12	12	11	11	11,7	0,41	0,640312424
460	13	14	13	13	12	12	12	12	12	12	12,5	0,45	0,670820393
480	13	13	13	13	12	11	11	12	11	13	12,2	0,76	0,871779789
500	12	13	12	11	11	12	12	12	11	11	11,7	0,41	0,640312424
520	14	14	13	12	14	12	13	13	13	13	13,1	0,49	0,7
540	15	14	14	14	13	13	13	14	14	14	13,8	0,36	0,6
560	17	17	16	16	16	14	15	15	15	16	15,7	0,81	0,9
580	21	20	20	19	20	19	19	19	19	19	19,5	0,45	0,670820393
600	43	41	41	40	42	42	42	42	42	40	41,5	0,85	0,921954446
620	114	116	118	111	113	116	113	111	113	110	113,5	5,85	2,418677324
640	158	160	160	154	160	159	160	160	161	152	158,4	8,04	2,835489376
660	173	174	179	179	181	175	174	173	177	172	175,7	8,61	2,93428015
680	189	183	186	181	184	182	185	180	182	183	183,5	6,25	2,5
700	177	174	181	182	187	188	183	178	179	178	180,7	17,61	4,196427052
720	189	189	191	188	192	191	193	191	193	194	191,1	3,49	1,868154169
740	196	196	197	194	198	196	194	188	195	192	194,6	7,44	2,727636339
760	197	199	202	196	202	199	199	196	196	196	198,2	5,16	2,271563338
780	199	200	201	195	196	198	197	198	197	201	198,2	3,76	1,939071943
800	197	201	197	197	196	199	201	198	198	197	198,1	2,69	1,640121947
820	202	204	204	198	201	204	200	202	203	200	201,8	3,76	1,939071943
840	202	200	201	199	203	200	198	200	198	201	200,2	2,36	1,53622915
860	202	201	201	200	201	201	201	201	201	201	201	0,2	0,447213595
880	205	199	200	195	204	201	201	198	198	202	200,3	8,01	2,83019434
900	194	192	198	197	203	204	201	199	201	197	198,6	13,04	3,611094017
920	197	203	197	195	200	201	198	201	200	208	200	12,2	3,492849839
940	200	203	201	195	201	202	194	195	199	199	198,9	9,09	3,014962686
960	206	208	204	202	208	207	200	197	203	202	203,7	11,81	3,436568055
980	201	198	197	193	197	197	195	195	198	200	197,1	5,09	2,256102835
1000	202	205	205	197	208	202	198	199	201	202	201,9	10,49	3,238826948

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μέτρηση στα ακριβώς ίδια σημεία, αλλά αυτή τη φορά στην αντίστοιχη κανονικοποιημένη εικόνα όπως περιγράφηκε παραπάνω, για να φανεί έτσι η διαφορά που προέκυψε και να αποδειχθεί η ισχύς της διαδικασίας της κανονικοποίησης.

Τα ακριβώς ίδια δέκα σημεία όπως προκύπτουν από τα printscreens στη ΦΩΤΟ 2.33, οριοθετούν και πάλι τα κόκκινα κυκλάκια.



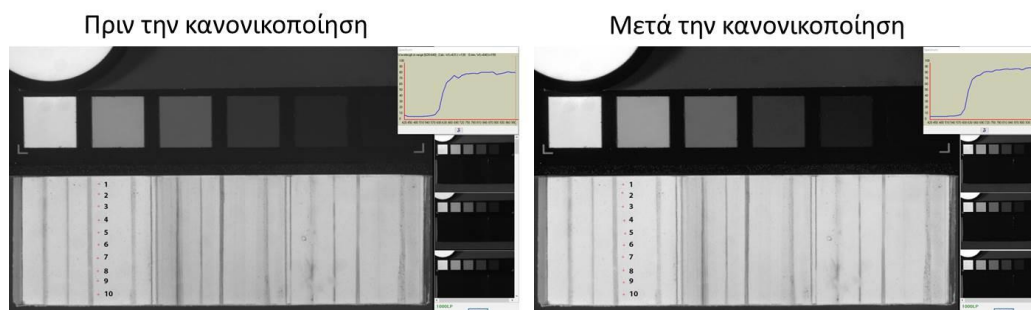
ΦΩΤΟ 2. 33: τα 10 διαφορετικά σημεία που έδωσαν τα αριθμητικά δεδομένα του πίνακα 2

Στον πίνακα 2.3 ακολουθούν οι αντίστοιχες τιμές που οριοθετούν τα κόκκινα κυκλάκια στη ΦΩΤΟ 2.33, για τη μέση τιμή τους, τη διακύμανση και την τυπική απόκλιση στις κανονικοποιημένες πλέον λήψεις.

Πίνακας 2.3: τα δεδομένα που προέκυψαν από τις λήψεις που πραγματοποιήθηκαν στις φωτογραφίες που υπέστησαν κανονικοποίηση

	1ak-1	1ak-2	1ak-3	1ak-4	1ak-5	1ak-6	1ak-7	1ak-8	1ak-9	1ak-10	μέση τιμή	Διακύμανση (variance)	τυπική απόκλιση (standard deviation)
420	12	14	13	12	12	13	12	14	12	12	12,6	0,64	0,8
440	12	14	13	12	14	13	12	13	14	12	12,9	0,69	0,830662386
460	12	12	12	11	12	12	14	13	12	12	12,2	0,56	0,748331477
480	13	13	12	13	13	13	12	12	12	12	12,5	0,25	0,5
500	13	12	12	12	12	12	12	13	13	12	12,3	0,21	0,458257569
520	15	14	14	13	12	12	14	13	12	12	13,1	1,09	1,044030651
540	15	14	14	13	15	13	14	13	12	12	13,5	1,05	1,024695077
560	17	16	15	15	14	15	15	15	14	15	15,1	0,69	0,830662386
580	21	18	20	20	20	18	18	18	18	20	19,1	1,29	1,135781669
600	46	48	48	44	45	46	46	45	42	45	45,5	2,85	1,688194302
620	126	130	129	122	134	130	127	126	127	104	125,5	60,45	7,774959807
640	171	172	173	164	165	175	173	170	173	160	169,6	21,64	4,65188134
660	186	181	186	177	188	189	186	183	190	156	182,2	89,96	9,484724561
680	190	197	194	190	195	189	186	191	194	191	191,7	9,61	3,1
700	203	207	208	202	206	215	210	210	201	194	205,6	31,04	5,571355311
720	207	208	208	202	209	208	207	201	206	206	206,2	6,36	2,521904043
740	204	213	211	207	210	208	205	207	202	205	207,2	10,36	3,218695388
760	212	214	214	209	213	214	215	210	210	203	211,4	11,64	3,411744422
780	212	217	212	210	217	211	216	209	211	208	212,3	9,61	3,1
800	215	222	217	220	215	218	216	215	214	211	216,3	8,81	2,968164416
820	218	219	218	215	221	215	217	216	213	214	216,6	5,44	2,332380758
840	215	218	215	212	222	212	216	213	214	215	215,2	8,16	2,856571371
860	218	222	218	213	219	216	223	218	220	217	218,4	7,44	2,727636339
880	219	219	215	215	219	218	220	216	219	218	217,8	2,96	1,720465053
900	213	221	219	215	223	222	233	222	222	219	220,9	25,89	5,088221693
920	221	220	219	221	225	221	221	225	231	225	222,9	11,69	3,419064199
940	223	221	223	219	222	220	223	219	221	218	220,9	3,09	1,757839583
960	220	220	222	219	229	222	220	218	217	219	220,6	10,04	3,168595904
980	221	230	222	217	225	221	223	221	225	220	222,5	11,25	3,354101966
1000	220	222	219	218	221	218	221	219	218	214	219	4,6	2,144761059

Τα δέκα σημεία στη εικόνα πριν την κανονικοποίηση και μετά φαίνονται παρακάτω στη ΦΩΤΟ 2.34, όπου φαίνεται ξεκάθαρα ότι πρόκειται για τα ίδια ακριβώς σημεία.



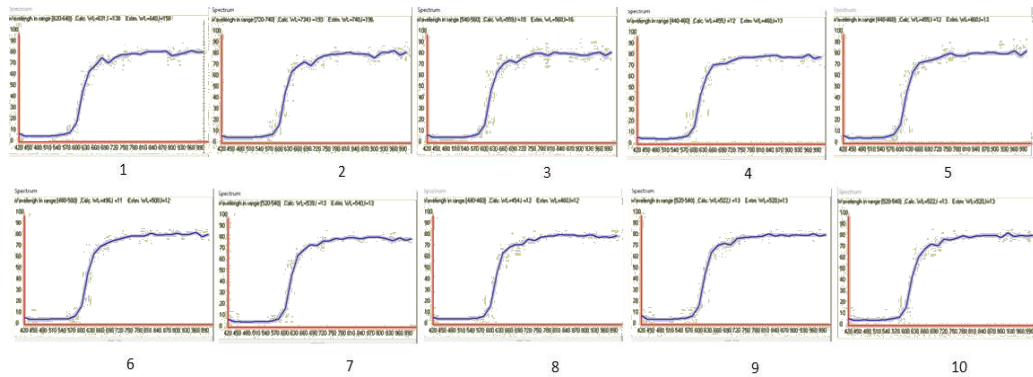
ΦΩΤΟ 2. 34:τα 10 σημεία στα οποία μετρήθηκε το φάσμα πριν (αριστερή ΦΩΤΟ) και μετά (δεξιά ΦΩΤΟ) την κανονικοποίηση

Ακολουθούν οι τιμές που τελικά αποθηκεύτηκαν (πίνακας 2.4) για τη λήψη που αφορά στο κόκκινο Καδμίου και συμμετείχε στην παρούσα έρευνα.

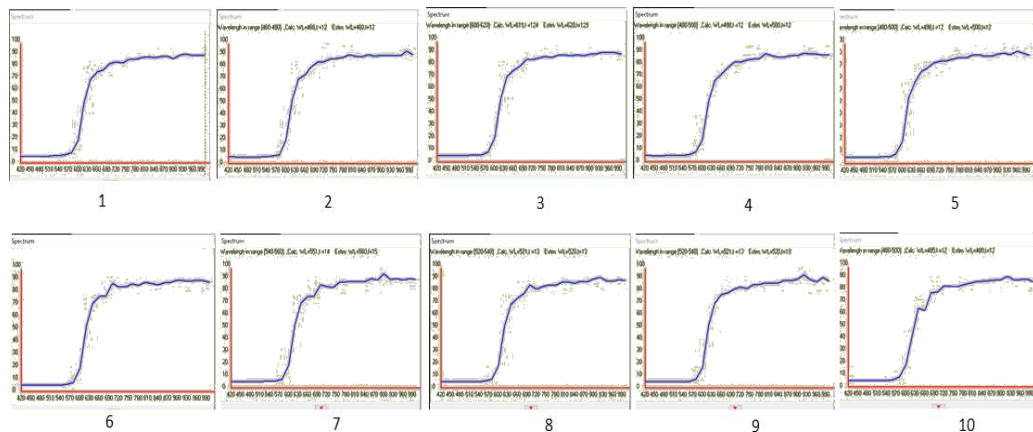
Πίνακας 2.4: οι τιμές που αφορούν τελικά στο κόκκινο Καδμίου

420	13	720	204
440	13	740	209
460	13	760	210
480	13	780	209
500	12	800	211
520	13	820	212
540	14	840	216
560	14	860	217
580	18	880	217
600	42	900	223
620	127	920	219
640	173	940	217
660	181	960	218
680	192	980	221
700	208	1000	217

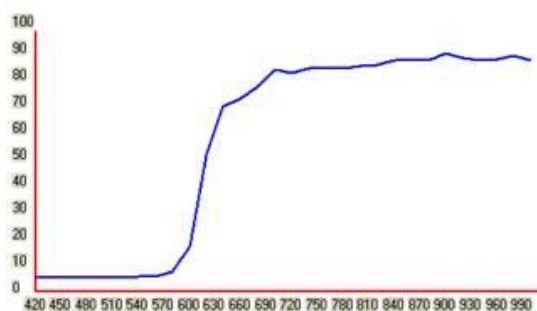
Ακολουθούν οι γραφικές παραστάσεις που αντιστοιχούν στην παραπάνω διαδικασία, όπως προέκυψαν από το πρόγραμμα της κάμερας για τα δέκα σημεία πριν την κανονικοποίηση (ΦΩΤΟ 2.35), μετά την κανονικοποίηση (ΦΩΤΟ 2.36) και το φάσμα του τελικά αποθηκεύτηκε για τις ανάγκες της διατριβής (ΦΩΤΟ 2.37).



ΦΩΤΟ 2. 35: οι γραφικές παραστάσεις για τα 10 σημεία που επιλέχθηκαν για τις εικόνες πριν την κανονικοποίηση. Στον άξονα Y, εμφανίζονται οι τιμές των φασμάτων που αντιστοιχούν στα μήκη κύματος που φαίνονται στο άξονα X σε nm



ΦΩΤΟ 2. 36: οι γραφικές παραστάσεις για τα 10 σημεία που επιλέχθηκαν για τις εικόνες μετά την κανονικοποίηση. Στον άξονα Y, εμφανίζονται οι τιμές των φασμάτων που αντιστοιχούν στα μήκη κύματος που φαίνονται στο άξονα X σε nm



ΦΩΤΟ 2. 37: η γραφική παράσταση του φάσματος για το κόκκινο Καδμίου που τελικά αποθηκεύτηκε για τις ανάγκες της διατριβής. Στον άξονα Y εμφανίζονται οι τιμές των φασμάτων που αντιστοιχούν στα μήκη κύματος που φαίνονται στο άξονα X σε nm

Το σφάλμα της κάμερας όπως ήταν φυσικό, παρέμεινε το ίδιο πριν και μετά την κανονικοποίηση, μικρότερο του 3%. Η μέση τιμή κυμάνθηκε μεταξύ 17,4 και 201,9 για τις εικόνες πριν την κανονικοποίηση και 12,6 και 219 για τις εικόνες μετά. Οι τυπικές αποκλίσεις κυμάνθηκαν αντίστοιχα μεταξύ 1,35 και 3,2 πριν και 0,8 και 2,1 μετά την κανονικοποίηση. Εξαιρετική βελτίωση υπήρξε στη διακύμανση μετά την κανονικοποίηση των τιμών των φασμάτων, που από 1,84 σε ελάχιστη τιμή και 10,49 σε μέγιστη έγινε 0.64 σε 4,6.

3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Η στατιστική επεξεργασία είναι η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος μελέτης και επεξεργασίας μεγάλου αριθμού δεδομένων με ασφαλή και επιστημονικό τρόπο. Είναι πολύ σημαντική ωστόσο η σαφής και συγκεκριμένη διατύπωση του ερωτήματος και του σκοπού της έρευνας για τη ορθή συλλογή και μετασχηματισμό των δεδομένων, καθώς ο τύπος τους θα πρέπει να περιλαμβάνει την κατάλληλη πληροφορία και την ανάλογη μεθοδολογία (Papageorgiou 2020).

Στην παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία, για τη δυνατότητα πρόβλεψης του χρωματικού στρώματος και δη του υποκείμενου σε περίπτωση επιζωγραφισμένης εικόνας, σε σύγκριση με τα μετρηθέντα δείγματα που προέκυψαν από τις λήψεις των δειγμάτων, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. κεφ 2).

Αρχικά πραγματοποιήθηκε επιλογή τριών τυχαίων ομάδων με ίδιο χρώμα ως υπερκείμενο. Για την κάθε ομάδα, επιλέχθηκε στη συνέχεια, επίσης τυχαία, ένα τετράγωνο δείγμα χρωμάτων υποκείμενου για το αντίστοιχο υπερκείμενο και με βάση τα αριθμητικά δεδομένα του φασματικού κύβου που προέκυψαν για αυτό, δημιουργήθηκαν τρία τεστ με τιμές φασμάτων σε απόσταση $\pm 3\%$ από το αντίστοιχο μετρηθέν. Το ποσοστό αυτό, προέκυψε από το σφάλμα της κάμερας, όπως αυτό υπολογίστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. κεφ. 2.4). Στα τυχαία επιλεγμένα τεστ των τριών ομάδων, πραγματοποιήθηκε μελέτη με τη βοήθεια ανάλυσης κατά συστάδες, αποτελούμενη από ιεραρχικές μεθόδους και k-means, οπότε αποδείχθηκε ότι κάθε φορά τα 3 τεστ ομαδοποιούνται απόλυτα με το αντίστοιχο τους μετρηθέν. Ταυτόχρονα, μελετήθηκε με ποια άλλα χρώματα ως υποκείμενα ομαδοποιούνται αυτά τα 3 τεστ και το αντίστοιχο μετρηθέν τους. Αυτόν τον τρόπο προσέγγισης, συμπλήρωσε ανάλυση με αλγοριθμική προσέγγιση διαστάσεων Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας, με τις ακριβώς ίδιες 3 ομάδες χρωμάτων και τα αντίστοιχα 3 τεστ για το καθένα, στην

οποία όμως προέκυψε ότι δεν ομαδοποιούνται ικανοποιητικά τα τεστ με το αντίστοιχο τους μετρηθέν.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μελέτη για το σύνολο των δύο χιλιάδων εβδομήντα (2070) μετρήσεων, σε ομάδες με υπερκείμενο κάθε φορά ένα από τα σαράντα πέντε (45) χρώματα της πειραματικής διαδικασίας, ώστε να προκύψουν οι ομαδοποιήσεις ανάμεσα στα σαράντα πέντε (45) υποκείμενα χρώματα με τεσσαρακοστό έκτο (46) το μονό και να βρεθεί με βάση τα φάσματα τους, ποιες χρωστικές ως υποκείμενες, έχουν μεταξύ τους παρόμοια συμπεριφορά. Η μελέτη όλων των ομάδων, στηρίχτηκε στην ομαδοποίηση κατά συστάδες, αφού όπως αποδείχτηκε, είναι η μέθοδος που δίνει άριστα αποτελέσματα.

Τέλος, δημιουργήθηκε διαδικτυακή εφαρμογή, στην οποία προστέθηκε μία βάση δεδομένων, που περιλαμβάνει τα δύο χιλιάδες εβδομήντα (2070) μετρηθέντα φάσματα. Σε αυτήν την εφαρμογή, οιοσδήποτε τοποθετήσει σειρά τριάντα (30) αριθμητικών δεδομένων, που θα προκύψουν από μέτρηση του φασματικού κύβου οποιασδήποτε εικόνας με πολυφασματική κάμερα, να μπορεί να αντιστοιχηθεί στο χρώμα των μετρηθέντων φασμάτων με απόκλιση $\pm 3\%$, όπως προκύπτει από το σφάλμα της κάμερας (βλ. κεφ. 2.4). Πραγματοποιείτε έτσι η δυνατότητα πρόβλεψης του χρώματος με το οποίο κατασκευάστηκε η κάθε εικόνα και αν αυτό περιλαμβάνει μονή στρώση χρώματος απευθείας σε προετοιμασία, ή αν υπάρχει επιζωγραφισμένη περιοχή και ποιο είναι το υποκείμενο χρώμα.

3.1 Στατιστική επεξεργασία δειγμάτων

Χρησιμοποιήθηκαν τρία γκρουπ των σαράντα έξι (46) δειγμάτων, με υπερκείμενο χρώμα μετά από τυχαία επιλογή, το μπλε Αιγυπτιακό, το κόκκινο Καδμίου και το κίτρινο Καδμίου. Τα υποκείμενα χρωματικά στρώματα κάθε φορά αποτελούσαν τα σαράντα πέντε (45) χρώματα της μελέτης και φυσικά η προετοιμασία που αφορά στο μονής στρώσης χρωματικό δείγμα, που ορίζουν

τα δείγματα αναφοράς. Οι πίνακες με τα μετρηθέντα φάσματα για τα τρία αυτά γκρουπ, περιλαμβάνονται στο παράρτημα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ).

Για το κάθε ένα γκρουπ επιλέχθηκε στη συνέχεια τυχαίο δείγμα με υποκείμενο κάποιο χρώμα. Για την περίπτωση του Αιγυπτιακού μπλε, επιλέχθηκε το δείγμα με ονομασία 15EGY-NTIN και αφορά στο μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο χρώμα και το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου ως υποκείμενο. Αντίστοιχα στο γκρουπ με το κόκκινο Καδμίου, επιλέχθηκε το δείγμα με κωδικό όνομα 44CR-OMBR και αφορά σε υπερκείμενο το κόκκινο Καδμίου και υποκείμενη την Ωμή Όμπρα. Τέλος στην περίπτωση του γκρουπ με το κίτρινο Καδμίου, επιλέχθηκε το 27-YC-CAR με υπερκείμενο το κίτρινο Καδμίου και υποκείμενη την κόκκινη Καρμίνη. Στη συνέχεια για το κάθε ένα από τα παραπάνω δείγματα, δηλαδή τα 15EGY-NTIN, 44CR-OMBR και 27-YC-CAR, δημιουργήθηκαν από τρία τεστ, με συνδυασμό πλασματικών αριθμητικών τιμών των φασμάτων, να έχουν απόσταση από το αντίστοιχο μετρηθέν $\pm 3\%$ ³⁶. Δημιουργήθηκαν έτσι τα τεστ 1, τεστ 2 και τεστ 3 αντίστοιχα για το κάθε ένα, οπότε θα πρέπει να ελεγχθεί πόσο κοντά είναι αυτά μεταξύ τους και στο αντίστοιχο τους μετρηθέν. Για το μπλε Αιγυπτιακό (15EGY-NTIN), δημιουργήθηκαν τα 15test1, 15test2, 15test3, για το κόκκινο Καδμίου (44CR-OMBR) τα test1-44, test2-44, test3-44 και για το κίτρινο Καδμίου (27-YC-CAR) τα test1-27, test2-27, test3-27. Ακολουθούν (ΦΩΤΟ 3.1) αναλυτικά τα αριθμητικά δεδομένα για τα φάσματα των παραπάνω τεστ και για το αντίστοιχο τους μετρηθέν. Συγκεκριμένα στην πρώτη ομάδα του πίνακα (διαχωρισμός με κενή γραμμή), φαίνονται τα αριθμητικά δεδομένα για το Αιγυπτιακό μπλε, για την περιοχή των φασμάτων (420-1000 nm με απόσταση ανά 20 nm) της πρώτης γραμμής του πίνακα (κόκκινη γραμματοσειρά), στη δεύτερη ομάδα για το κόκκινο Καδμίου και στην τρίτη ομάδα για το κίτρινο Καδμίου.

³⁶ Το 3 % αφορά στο σφάλμα της κάμερας, όπως αυτό υπολογίστηκε στο κεφάλαιο 2.4

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

LOWER COLOR	UPPER COLOR	CODE NO	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000
nickel titan	EGYPTIAN BLUE	15-EGY-NTIT	22	32	39	55	59	56	57	46	38	31	27	26	34	42	79	83	82	77	78	81	93	105	124	148	161	165	166	162	166	162
		15test-1	23	31	40	56	61	54	59	45	39	30	26	25	33	43	78	85	84	79	76	82	90	108	127	150	157	168	169	159	162	167
		15test-2	21	33	38	54	58	58	55	47	38	29	28	27	35	41	81	84	80	75	79	79	96	102	121	144	163	160	171	158	163	158
		15test-3	22	34	41	53	62	55	56	48	37	32	29	28	32	43	77	81	81	76	80	83	92	104	123	152	166	170	161	167	171	160
ombre raw	cad red	44-CR-OMBR	13	12	12	12	13	13	13	16	18	44	123	157	165	161	175	164	169	169	168	168	165	164	168	159	160	168	163	159	159	146
		test1-44	12	12	13	12	12	13	13	16	19	45	126	160	167	164	179	169	169	173	163	172	166	159	165	161	159	172	160	162	159	150
		test2-44	13	11	12	13	13	14	12	17	18	43	122	153	162	158	177	162	174	170	169	165	161	162	163	157	159	170	168	160	158	143
		test3-44	14	13	11	12	14	12	14	15	17	44	120	158	161	166	172	168	168	172	173	167	170	168	172	164	164	165	166	157	164	151
carmine	cad yellow	27-YR-CAR	12	13	12	12	19	116	153	169	172	177	186	183	183	190	186	190	188	189	184	199	192	192	206	205	202	196	196	201	203	201
		test1-27	12	12	13	13	20	118	150	174	167	172	190	180	178	185	182	196	191	188	180	200	198	195	204	200	198	197	192	205	198	207
		test2-27	11	14	12	11	18	113	156	170	170	179	182	188	180	192	191	190	189	184	190	193	190	197	200	209	206	200	201	200	205	199
		test3-27	13	12	11	12	19	119	154	165	177	182	191	178	186	195	185	188	183	187	189	192	191	187	211	199	200	192	195	197	208	200

ΦΩΤΟ 3.1: τα αριθμητικά δεδομένα των φασμάτων (420-1000nm) για τα τρία τεστ του μπλε Αιγυπτιακού στην πάνω ομάδα, του κόκκινου Καδμίου στη μεσαία ομάδα και του κίτρινου Καδμίου στην τελευταία κάτω ομάδα (διαχωρισμός ομάδων με κενή γραμμή)

Στη συνέχεια για αυτές τις επιλογές που περιγράφησαν παραπάνω, ακολουθήθηκε στατιστική μελέτη, αρχικά με ανάλυση κατά συστάδες (κεφ 3.1.1), που αφορά σε ιεραρχικές μεθόδους και k-means και στη συνέχεια με ανάλυση πολυπλοκότητας (κεφ 3.1.2), διαστάσεων Φράκταλ, εντροπίας και Kolmogorov.

3.1.1 Ανάλυση κατά συστάδες

Η ανάλυση κατά συστάδες (Cluster analysis), αφορά στην κατάταξη σε ομάδες των αριθμητικών δεδομένων των φασμάτων για τα τυχαίως επιλεγμένα δείγματα, όπως περιγράφηκε παραπάνω, ήτοι των τριών τεστ με το αντίστοιχο μετρηθέν, μέσα από τα τρία (3) τυχαίως επιλεγμένα γκρουπ, χρησιμοποιώντας την πληροφορία της περιοχής των φασμάτων από 420-1000nm. Εξετάζεται η ομοιότητα των παρατηρήσεων σε σχέση με τον αριθμό μεταβλητών και δημιουργούνται οι ομάδες παρατηρήσεων που μοιάζουν μεταξύ τους.

Οι προσεγγίσεις για τις ομαδοποιήσεις αποτελούν, σε ιεραρχικές μεθόδους για τυποποιημένα δεδομένα, χρησιμοποιώντας την Ευκλείδεια απόσταση με τη χρήση της Complete linkage ή μέθοδο του μακρύτερου γείτονα, που υπολογίζει την απόσταση ανάμεσα σε δύο ομάδες ως τη μεγαλύτερη απόσταση από μια

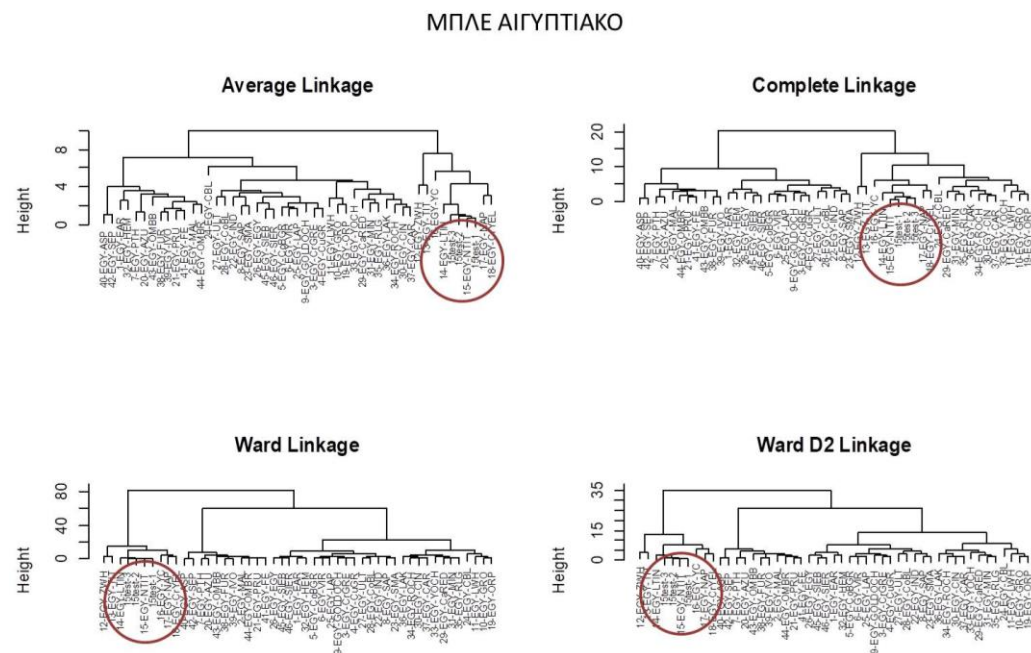
παρατήρηση μέσα στην ομάδα με κάποια παρατήρηση στην άλλη ομάδα, της Average linkage όπου υπολογίζεται η απόσταση των κέντρων των ομάδων και της Ward linkage που ελαχιστοποιεί τη διακύμανση μέσα στις ομάδες (Gauch H. & Whittaker R. 1981). Επιπλέον εφαρμόζεται η μέτρηση silhouette, που υποδεικνύει το βαθμό ομοιότητας και ανομοιότητας. Στη συνέχεια η μέθοδος k-means, μοιράζει τις παρατηρήσεις στις ομάδες ανάλογα με το ποια ομάδα είναι πιο κοντά στην παρατήρηση, λειτουργώντας συνδυαστικά, αποδίδοντας τις ομαδοποιήσεις που περιλαμβάνουν τα τρία τεστ για την κάθε ομάδα χρωμάτων και το αντίστοιχο μετρηθέν τους, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Η ανάλυση των δεδομένων θα πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένη διαδικασία για τη λήψη ορθών αποτελεσμάτων (Parageorgiou 2020). Μια προκαταρκτική ανάλυση χωρίς καμία μετατροπή των δεδομένων, είναι σημαντική και αναγκαία για τον προσδιορισμό της απόκλισης από την κανονικότητα, τις ακραίες τιμές κλπ. Στη συνέχεια αν χρειαστεί γίνεται προσδιορισμός πιο σαφών ομάδων και συμπερασμάτων, γίνεται μετασχηματισμός τους. Ακολουθεί η μέθοδος κύριων συνιστωσών (PCA), όπου επαναπροσδιορίζονται οι συντεταγμένες των δεδομένων σε άλλο σύστημα, καταλληλότερο για την ανάλυση τους ή ο αλγόριθμος απόστασης Mahalanobis, που λαμβάνει υπόψη τις διακυμάνσεις των μεταβλητών. Οι τεχνικές και οι μέθοδοι μελέτης³⁷ προέκυψαν με το πρόγραμμα R, που αφορά σε στατιστική πλατφόρμα με γλώσσα προγραμματισμού που τις υποστηρίζει όλες, καθώς είναι διαθέσιμη δωρεάν στο διαδίκτυο για χρήση της από τον οποιονδήποτε. Σε κάθε μία από τις μεθόδους για τα τρία γκρουπ, εμφανίζονται σε κόκκινο κύκλο οι τρεις τεστ παρατηρήσεις, με τα αντίστοιχα τους μετρηθέντα, για καλύτερη οπτική τους παρατήρηση.

1^ο γκρουπ με το μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο χρώμα: Η ανάλυση για το συγκεκριμένο γκρουπ, οδήγησε σε αρκετά ξεκάθαρα αποτελέσματα ως προς την ομάδα που περιέχει τα τρία (3) τεστ που δημιουργήθηκαν, καθώς είναι πολύ διαφορετική σε σχέση με τις υπόλοιπες που προέκυψαν και αυτό υποστηρίζεται όπως θα φανεί αναλυτικά παρακάτω με πολλούς τρόπους, δείκτες και

³⁷ Την ανάλυση κατά Συστάδες του υποκεφαλαίου 3.1 πραγματοποίησε η Δρ. Ιουλία Παπαγεωργίου αναπληρώτρια καθηγήτρια του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών

συντελεστές. Τα τρία τεστ ομαδοποιούνται ξεκάθαρα με το 15-EGY-NTIT που είναι το μετρηθέν με βάση το οποίο δημιουργήθηκαν, αλλά και με τα λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου, κίτρινο Lead Tin, Νάπολης και Χρωμίου ως υποκείμενο, ωστόσο τα λευκό Ψευδαργύρου και Τιτανίου θα μπορούσαν να θεωρηθούν ακραίες τιμές αυτής της ομάδας. Ακολουθεί η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για τα παραπάνω συμπεράσματα και αφορά στα δένδρογράμματα, τα box plot και τα γραφήματα σε PCA.

Σύμφωνα με τα δένδρογράμματα, ακολουθούνται οι παρακάτω ομαδοποιήσεις (ΦΩΤΟ 3.2), δίνοντας η κάθε μία διαφορετικές πληροφορίες. Σε κόκκινους κύκλους ωστόσο εμφανίζονται οι τρεις τεστ παρατηρήσεις και το αντίστοιχο τους μετρηθέν.

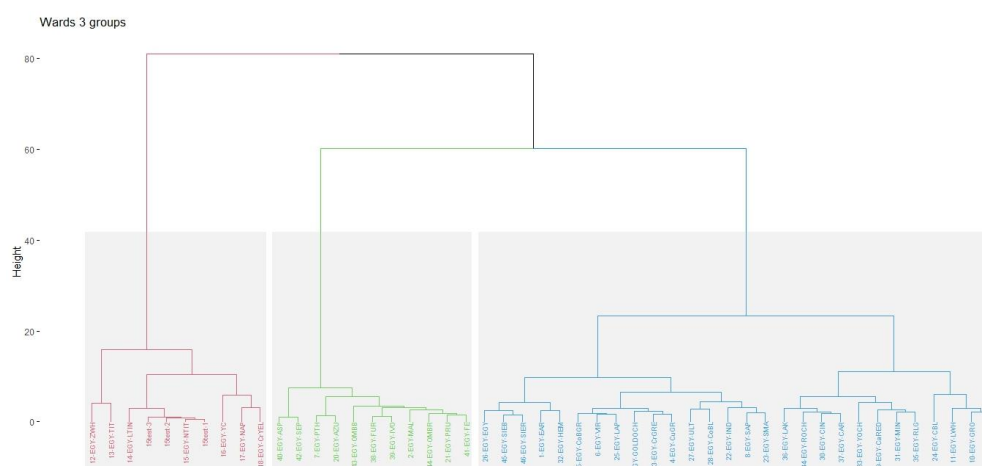


ΦΩΤΟ 3.2: τα δένδρογράμματα για τις μεθόδους Average, Complete και Ward και Ward D2. Με κόκκινους κύκλους εμφανίζονται οι τρεις τεστ παρατηρήσεις και το αντίστοιχο τους μετρηθέν

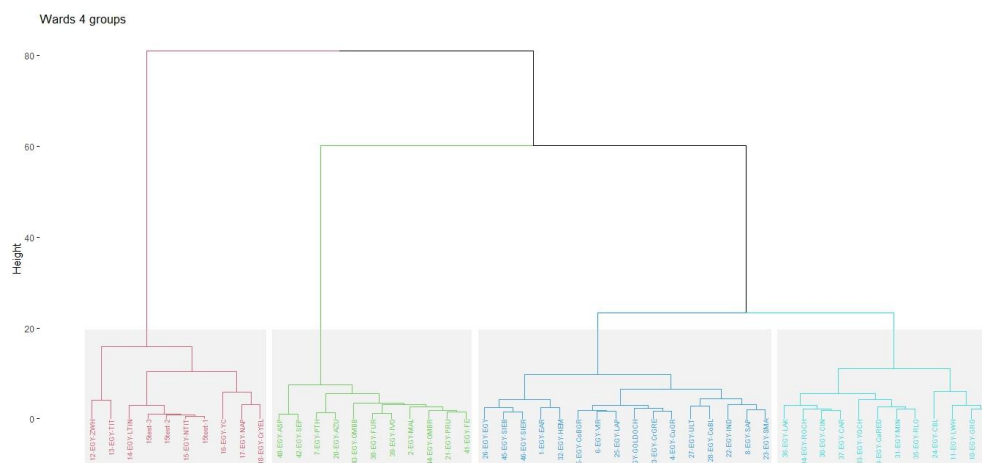
Οι μέθοδοι αυτοί ακολουθούν σε σειρά αναλυτικά, δίνοντας αποτελέσματα με αριθμό σχηματισμού ομάδων.

Έτσι στη μέθοδο Ward με τρεις (ΦΩΤΟ 3.3) και τέσσερις (ΦΩΤΟ 3.4) ομάδες η ομάδα που φαίνεται με κόκκινο χρώμα είναι αυτή που περιέχει τις

παρατηρήσεις 15test1, 15test2 και 15test3 που δημιουργήθηκαν. Ανήκουν στην ομάδα με ακόμα έξι άλλα χρώματα, τα οποία είναι φυσικά και πολύ ορθά το 15 με πάνω το μπλε Αιγυπτιακό και κάτω το κίτρινο Τιτανίου που είναι το αντίστοιχο μετρηθέν, αλλά και ακόμα έξι παρατηρήσεις, που αφορούν σε υποκείμενο το μπλε Αιγυπτιακό και υποκείμενα τα 12: λευκό Ψευδαργύρου, 13: λευκό Τιτανίου, 16: κίτρινο Καδμίου, 17: κίτρινο Νάπολης και 18: κίτρινο Χρωμίου



ΦΩΤΟ 3. 3: η μέθοδος Ward σε 3 ομάδες



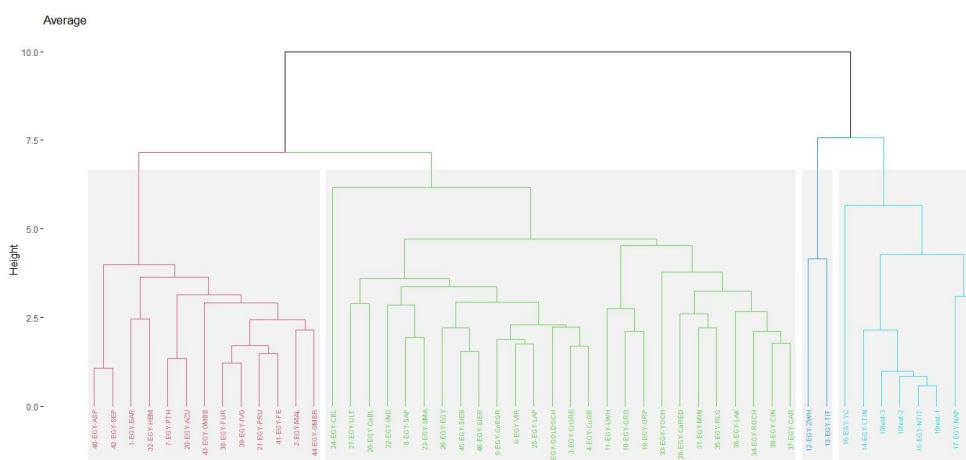
ΦΩΤΟ 3. 4: η μέθοδος Ward σε 4 ομάδες

Οι ομάδες που δημιουργήθηκαν ωστόσο δίνουν πολύ σημαντικά στοιχεία για τη μελέτη της επιρροής των υποκείμενων χρωμάτων στο υπερκείμενο, που στην παρούσα περίπτωση είναι το μπλε Αιγυπτιακό. Η μία ομάδα εκτός από τα τρία

τεστ περιλαμβάνει τα λευκά Ψευδαργύρου και Τιτανίου, τα κίτρινα Lead Tin, Νικελίου Τιτανίου, Καδμίου, Νάπολης και Χρωμίου. Η επόμενη ομάδα που δημιουργήθηκε, περιλαμβάνει τα τρία μαύρα, τα καφέ καθώς και τις όμπρες, ωμή και ψημένη, τα πράσινα Φθαλικό και Μαλαχίτης και τα μπλε Αζουρίτη και Πρωσίας. Στη συνέχεια ακολουθεί η επόμενη ομάδα, που θα μπορούσε όμως να σπάσει σε δύο και περιλαμβάνει στη μία κυρίως τα πράσινα Γης, Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου, Viridian και Sap, καθώς και τη χρυσή Ώχρα, αλλά και τα μπλε Ινδικό, Σμάλτο, Λαζούρι, Αιγύπτου, Ουλτραμαρίνη και Κοβαλτίου, τον κόκκινο Αιματίτη και τις σιένες, ωμή και ψημένη. Τέλος η τελευταία ομάδα περιλαμβάνει κυρίως τα κόκκινα χρώματα, Καδμίου, Κιννάβαρι, Μίνιο, Realgar και Lake, τις δύο ώχρες, κόκκινη και κίτρινη, το λευκό Μολύβδου, το κίτρινο με αρσενικό (Orpiment) και το μπλε Cerulean, αλλά και το μονό απευθείας στην προετοιμασία. Συνεπώς οι ομάδες αφορούν, η μία τα πολύ ανοιχτά χρώματα, η επόμενη τα πολύ σκούρα, στη συνέχεια τα μπλε και πράσινα και η τελευταία τα κόκκινα και το μονό, αυτό απευθείας στην προετοιμασία. Ανάλυση για τον τρόπο που επηρεάζουν τα υποκείμενα χρώματα το υπερκείμενο μπλε Αιγυπτιακό, ακολουθεί στη συνέχεια στο κεφάλαιο 3.2, όπως και για όλα τα υπόλοιπα από τα σαράντα πέντε (45) χρώματα με υποκείμενα τα ίδια σαράντα πέντε (45).

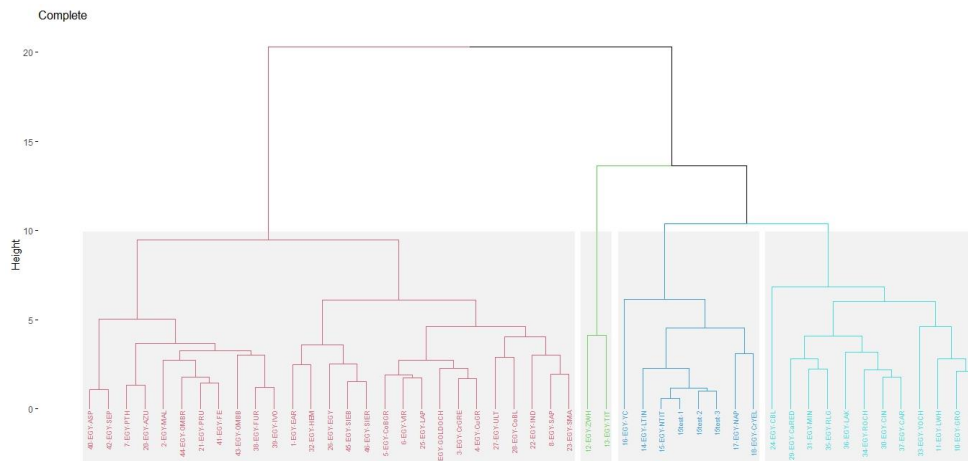
Στη συνέχεια ακολουθεί η μέθοδος Average (ΦΩΤΟ 3.5) με τέσσερις ομάδες, που δίνει τις εξής παρατηρήσεις. Η τελευταία ομάδα που χαρακτηρίζεται από το κυανό χρώμα, είναι αυτή που ενδιαφέρει, καθώς περιλαμβάνει τα τρία τεστ, μόνο που τώρα τα χρώματα 12: λευκό Ψευδαργύρου και 13: λευκό Τιτανίου ως υποκείμενα και φυσικά με μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο, χωρίζονται από το υπόλοιπο γκρουπ που περιέχει ακριβώς τις ίδιες παρατηρήσεις με τη μέθοδο Ward. Ωστόσο εδώ τα άλλα δύο γκρουπ διαφοροποιούνται από προηγούμενα, καθώς το ένα περιλαμβάνει τα πράσινα Γης, Μαλαχίτη και Φθαλικό, τα μπλε Αζουρίτη και Πρωσίας, τον κόκκινο Αιματίτη, τα τρία μαύρα, τα καφέ και τις δύο όμπρες, ψημένη και ωμή. Το άλλο γκρουπ είναι και το μεγαλύτερο και περιλαμβάνει τα πράσινα Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου, Viridian και Sap, τη χρυσή Ώχρα και το μονό, το λευκό Μολύβδου, το κίτρινο Orpiment, τις δύο

σιένες και σχεδόν όλα τα μπλε και τα κόκκινα εκτός αυτών που ανήκουν στην προηγούμενη ομάδα (Αζουρίτης, Πρωσίας, Αιματίτης).



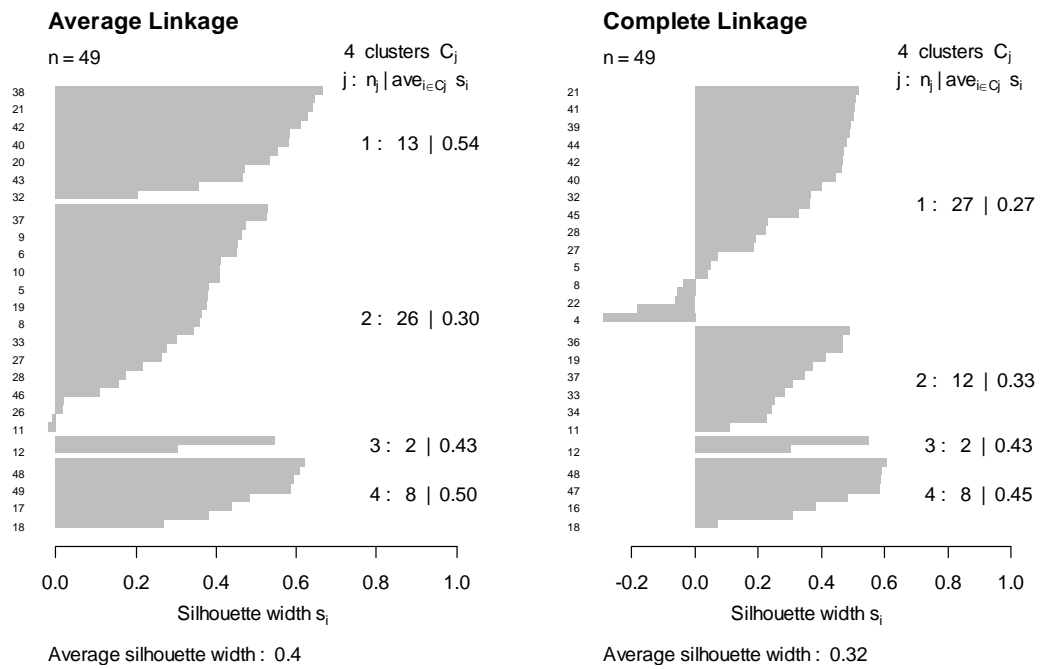
ΦΩΤΟ 3.5: η μέθοδος Average σε 4 ομάδες

Στη συνέχεια ακολουθεί η Complete linkage (ΦΩΤΟ 3.6) που δίνει ακριβώς τις ίδιες παρατηρήσεις με την Average. Τα μπλε Αιγυπτιακό με υποκείμενα τα 12: λευκό Ψευδαργύρου και 13: λευκό Τιτανίου, ανήκουν σε διαφοροποιημένη ομάδα από αυτήν που περιέχει τα τρία τεστ. Και οι άλλες δύο ομάδες όμως που σχηματίζονται είναι κι εδώ διαφορετικές κι έχουν ως εξής. Η πρώτη που είναι και η μεγαλύτερη περιλαμβάνει τα πράσινα Γης, Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου, Viridian, Φθάλο, Sap, τη χρυσή Ωχρα, μπλε Αζουρίτη, Πρωσίας, Ινδικό, Σμάλτο, Λαζούρι, Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη και Κοβαλτίου, κόκκινος Αιματίτης και όλον τον πίνακα με τα μαύρα και τα γαιώδη. Η τελευταία ομάδα, περιλαμβάνει το λευκό Μολύβδου, το κίτρινο Orpiment, το μπλε Cerulean και όλα τα κόκκινα, εκτός του Αιματίτη που είναι στη προηγούμενη ομάδα.

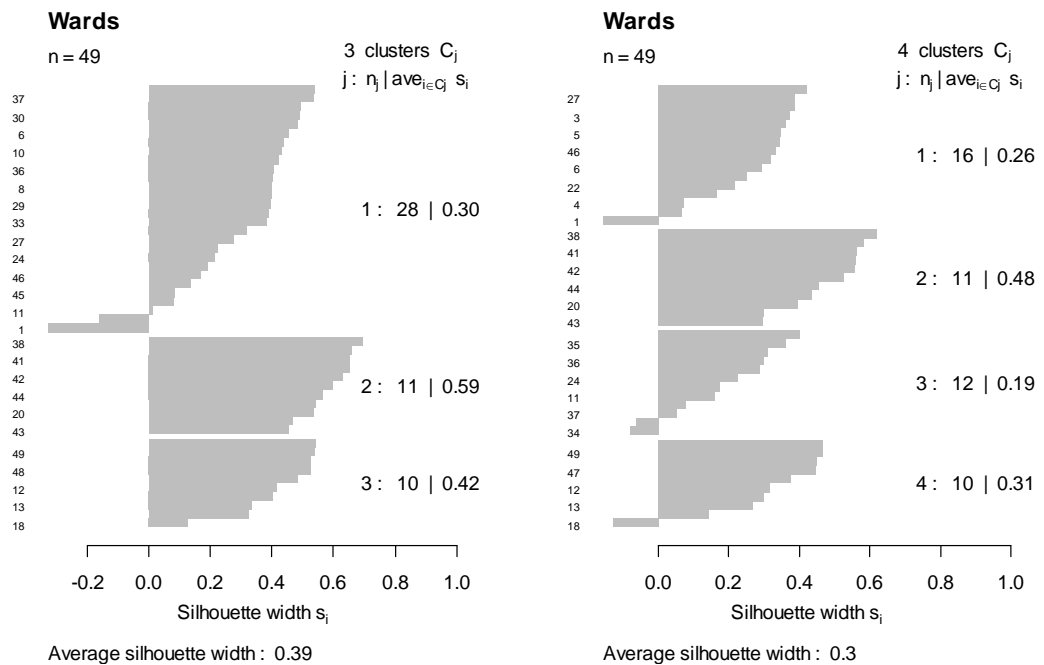


ΦΩΤΟ 3. 6: η μέθοδος Complete σε 4 ομάδες

Ακολουθούν οι τιμές silhouette για την κάθε ομάδα, που περιλαμβάνουν τα τρία τεστ ανά μέθοδο όπως περιγράφηκε παραπάνω, καθώς και η μέση τιμή για την Average και την Complete linkage (ΦΩΤΟ 3.7) και την Ward με τρεις και τέσσερις ομάδες (ΦΩΤΟ 3.8). Με τη μετρική αυτή εξετάζεται πόσο όμοια είναι τα αντικείμενα εντός μιας ομάδας (συνοχή) και πόσο ανόμοια είναι τα αντικείμενα διαφορετικών ομάδων (διαχωρισμός). Η τιμή της κυμαίνεται από -1 έως +1, όπου μια υψηλή τιμή υποδεικνύει ότι το αντικείμενο ταιριάζει αρκετά με τα αντικείμενα στην ομάδα του και δεν ταιριάζει καθόλου με τα αντικείμενα των υπολοίπων ομάδων. Βλέπουμε ότι η μεγαλύτερη τιμή, 0,4 είναι στην Average linkage, αλλά και στην Ward με τα 3 Clusters η τιμή 0,39 είναι εξίσου σημαντική. Ωστόσο όλες οι τιμές είναι συγκρίσιμες.

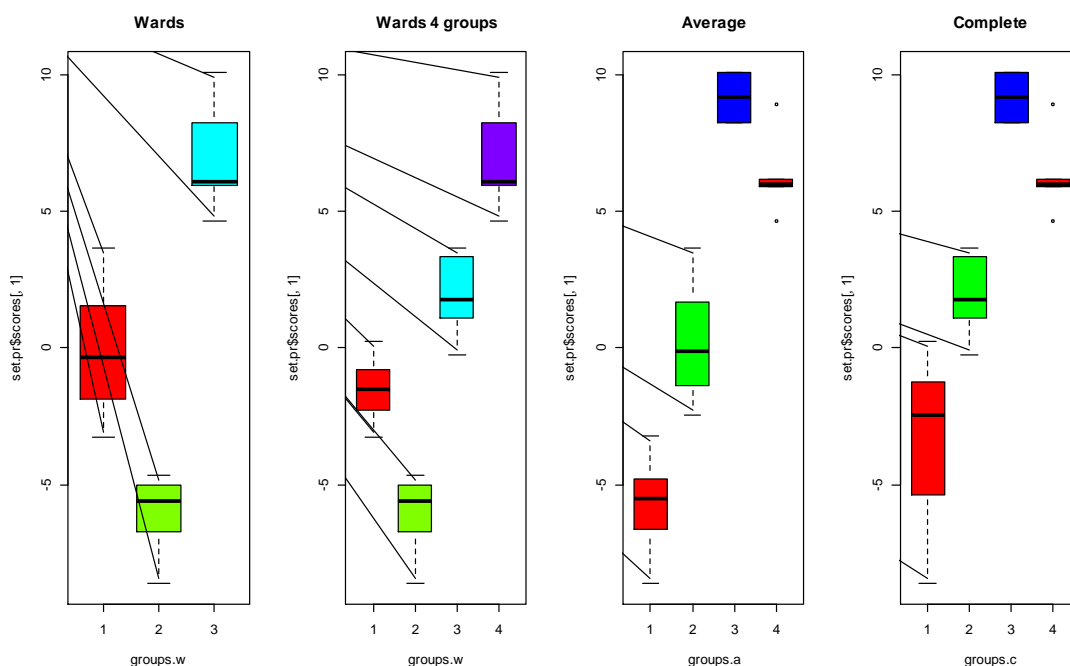


ΦΩΤΟ 3. 7: οι τιμές silhouette για τις Average και Complete linkage



ΦΩΤΟ 3. 8: οι τιμές silhouette για τη μέθοδο Ward με 3 και 4 ομάδες

Με βάση τις κύριες συνιστώσες και χρησιμοποιώντας την 1η που αντιπροσωπεύει το 71% του συνόλου που είναι πάρα πολύ ικανοποιητικό, τα Box Plots³⁸ για τις ομάδες που σχηματίστηκαν ανά μέθοδο, φαίνονται παρακάτω (ΦΩΤΟ 3.9). Η ομάδα που ενδιαφέρει με τα τρία τεστ, είναι η τελευταία (άκρως δεξιά) σε κάθε plot. Έχει μεγάλες τιμές στα scores και είναι πολύ καθαρά διακριτή με μεγάλες διαφορές, παρουσιάζει δηλαδή ιδιαίτερα χαρακτηριστικά από τα υπόλοιπα Clusters.

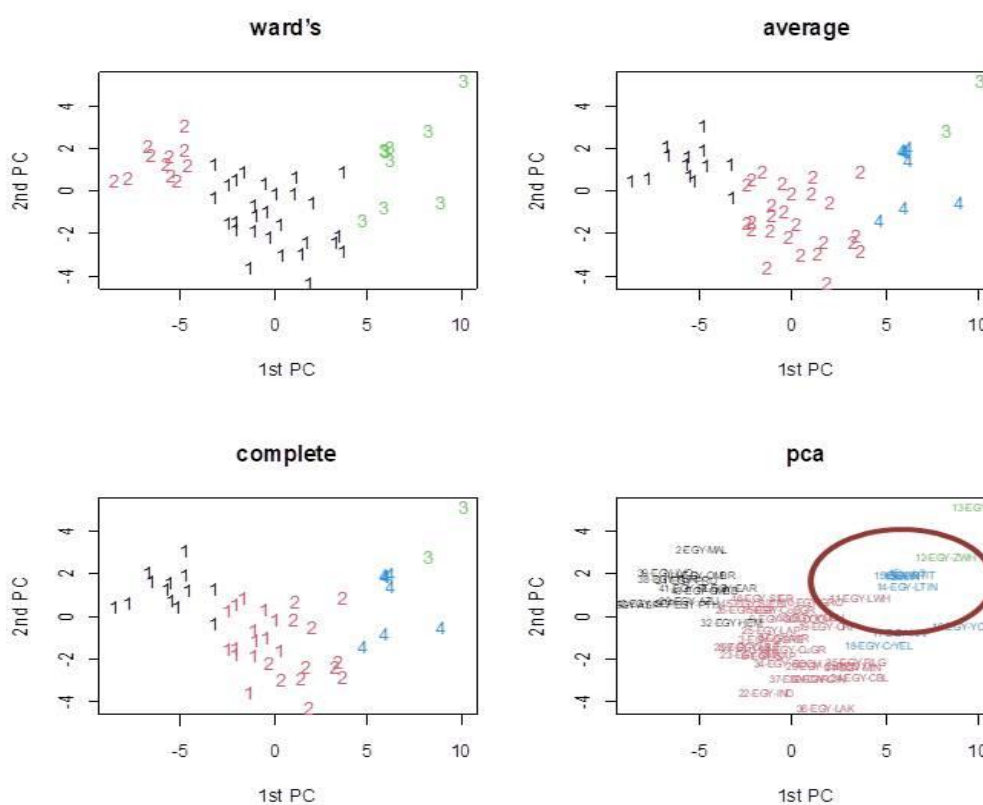


ΦΩΤΟ 3. 9: τα Box Plot για τις Ward με 3 και 4 γκρουπ και για τις Average και Complete linkage

Οι δύο παρατηρήσεις που διαχωρίζονται σε ορισμένες μεθόδους (Average και Complete linkage), είναι δύο παρατηρήσεις με λίγο μικρότερα scores (κόκκινο χρώμα). Οι οκτώ παρατηρήσεις που έχουν μέσα τις τρεις τεστ παρατηρήσεις, είναι σε κάθε περίπτωση ένα διακριτό σύνολο με χαρακτηριστικό την μεγάλη τιμή του score.

³⁸ Γράφημα στο οποίο παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά της κατανομής του δείγματος ποιοτικά και ποσοτικά.

Προκειμένου να ληφθεί μια οπτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων του Clustering, τοποθετήθηκαν οι διαστάσεις μέσω της κλάσης PCA και λήφθηκαν τα διαγράμματα που ακολουθούν στη ΦΩΤΟ 3.10. Οι δύο πρώτες κύριες συνιστώσες αντιπροσωπεύουν το 84% της πληροφορίας των δεδομένων, που είναι ένα πάρα πολύ ικανοποιητικό ποσοστό, ενώ τα γραφήματα των ομάδων που εντοπίζονται στις δύο πρώτες κύριες συνιστώσες, φαίνονται στη ΦΩΤΟ 3.10. Σε κόκκινο κύκλο περικλείονται οι τρεις τεστ παρατηρήσεις και το αντίστοιχο τους μετρηθέν.

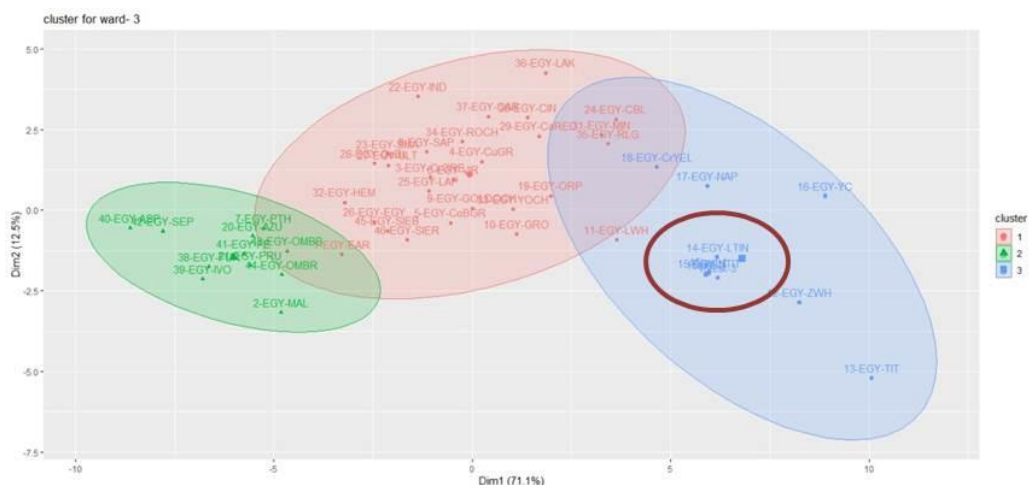


ΦΩΤΟ 3. 10: τα γραφήματα σε PCA για την κάθε μέθοδο. Σε κόκκινο κύκλο περικλείονται οι τεστ παρατηρήσεις και το μετρηθέν τους

Η ομάδα που ενδιαφέρει είναι οι παρατηρήσεις δεξιά που είναι σαφώς διαφορετικές από τις υπόλοιπες, άρα τα γραφήματα αυτά επιβεβαιώνουν την ομαδοποίηση. Αξιοσημείωτο είναι ότι διαπιστώνει κανείς, πως οι παρατηρήσεις 15test1, 15tets2 και 15test3, είναι εξαιρετικά κοντά στις 14-EGY-LTIN και 15-EGY-NTIT, δηλαδή στο κίτρινα Lead Tin και φυσικά στο κίτρινο Νικελίου

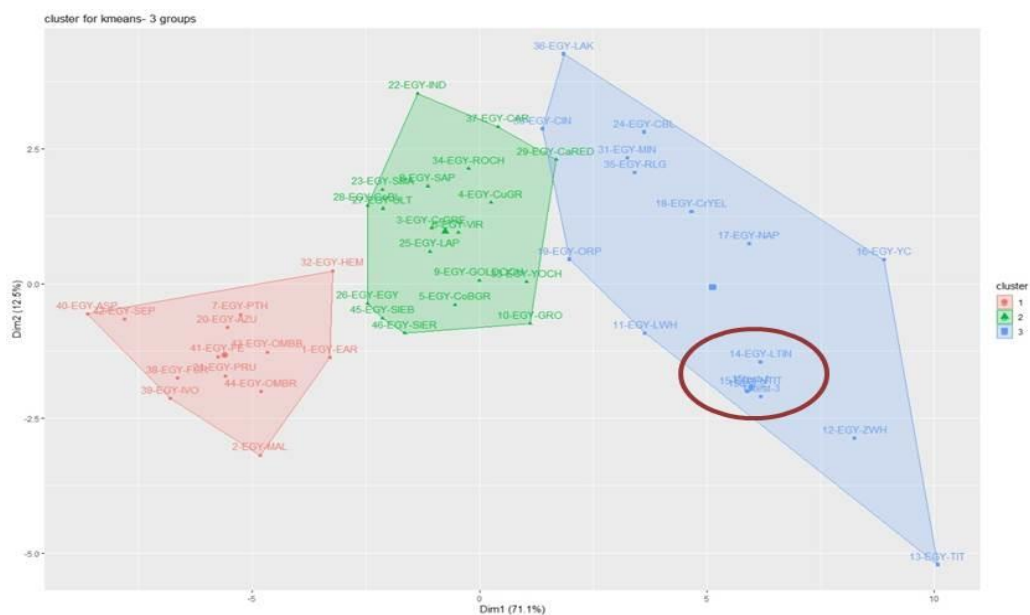
Τιτανίου που μας ενδιαφέρει καθώς είναι το μετρηθέν με βάση το οποίο φτιάχτηκαν τα τρία τεστ.

Τα παραπάνω που αφορούν στη μέθοδο Ward με τρεις ομάδες, απεικονίζονται στη ΦΩΤΟ 3.11 με διαφορετική μορφή, με τη βοήθεια της Cluster Analysis, όπου και πάλι σε κόκκινο κύκλο περικλείονται τα 3 τεστ και το μετρηθέν.



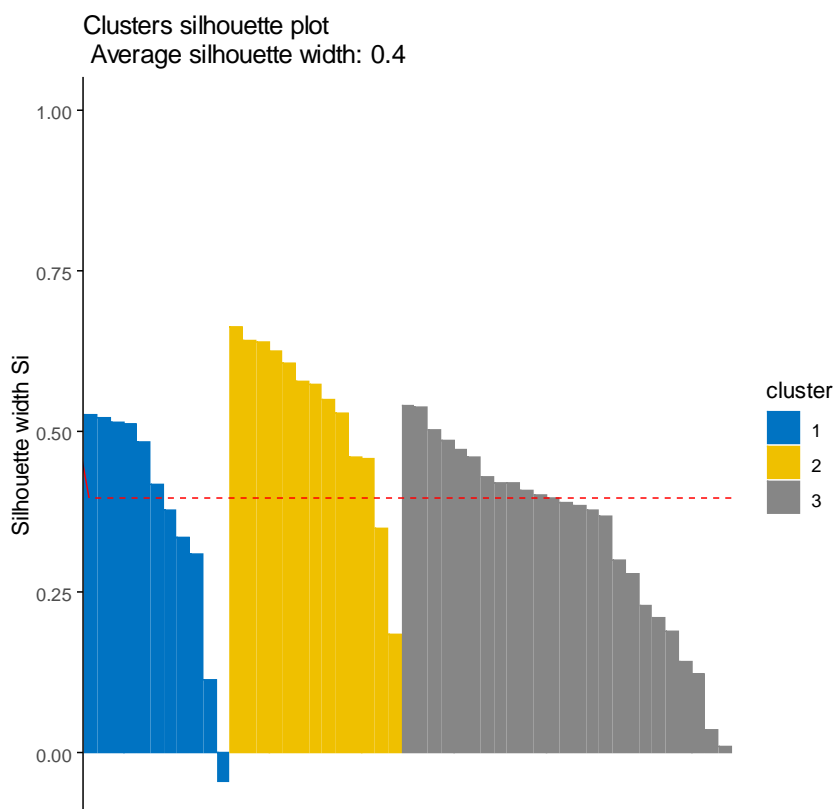
ΦΩΤΟ 3.11: η Cluster analysis για τη μέθοδο Ward με 3 ομάδες με το κόκκινο κύκλο να περιλαμβάνει τις τρεις τεστ παρατηρήσεις με το μετρηθέν

Ακολουθεί η μέθοδος K-means, η οποία κατατάσσει τα αντικείμενα σε προκαθορισμένο αριθμό ομάδων, έτσι ώστε τα αντικείμενα που ανήκουν στην ίδια ομάδα να είναι όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα (δηλαδή υψηλή ενδοκλασική ομοιότητα), ενώ τα αντικείμενα σε διαφορετικές ομάδες να είναι όσο το δυνατόν πιο διαφορετικά. (Hartigan J. & Wong M., 1979).



ΦΩΤΟ 3. 12: η μέθοδος K-means με 3 ομάδες. Σε κόκκινο κύκλο οι παρατηρήσεις τεστ και το μετρηθέν

Η K-means μέθοδος στην παρούσα μελέτη όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.12 (πάλι ο κόκκινος κύκλος με τις παρατηρήσεις τα πειραματικής διαδικασίας), δίνει το ίδιο γκρουπ των δέκα παρατηρήσεων, που προέκυψε από τις προηγούμενες μεθόδους, ωστόσο δίνει και μια επιπλέον παρατήρηση την 24-EGY-CBL, που αφορά στο υποκείμενο μπλε Cerulean και υπερκείμενο το μπλε Αιγυπτιακό, αυτή η παρατήρηση όμως δεν επιβεβαιώνεται από το γράφημα παραπάνω, άρα δεν αξιολογείται.



ΦΩΤΟ 3.13: η μέθοδος k-means για τρεις ομάδες

Ακολουθεί η τιμή Wilks, η οποία όσο μικρότερη είναι, τόσο καλύτερος είναι ο διαχωρισμός.

Average: 0.045395

Complete: 0.030659

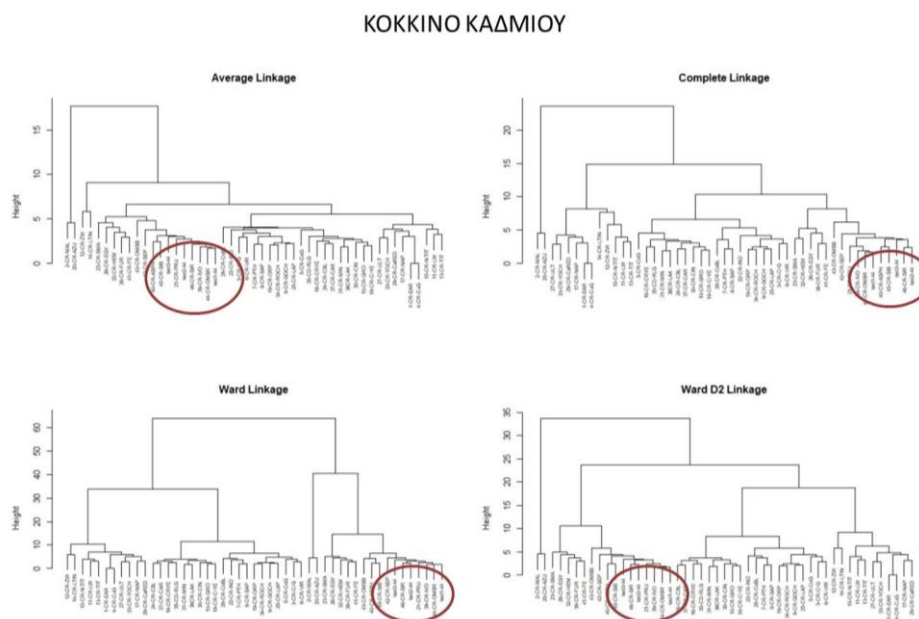
Ward: 0.092423

Kmeans: 0.045395

Παρατηρούμε ότι τη χαμηλότερη τιμή δίνει η K-means αλλά τη μεγαλύτερη η μέθοδος Ward.

2^ο γκρουπ με το κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα: Ακολουθεί το δεύτερο γκρουπ χρωμάτων, με υπερκείμενο χρώμα το κόκκινο Καδμίου. Στην περίπτωση αυτή, επιλέχθηκε τυχαία το δείγμα Νο 44, με υπερκείμενο το κόκκινο Καδμίου και υποκείμενη την Όμπρα Ωμή. Τα τρία τεστ που

δημιουργήθηκαν έχουν ονομασίες test1-44, test2-44 και test3-44, οπότε και δημιουργήθηκαν τα δενδρογράμματα για τυποποιημένα δεδομένα, που αφορούν σε τέσσερις μεθόδους, των οποίων οι ομαδοποιήσεις φαίνονται στη ΦΩΤΟ 3.14 που ακολουθεί, ήτοι την Average Linkage, την Complete Linkage, την Ward Linkage και την Ward D2 Linkage.

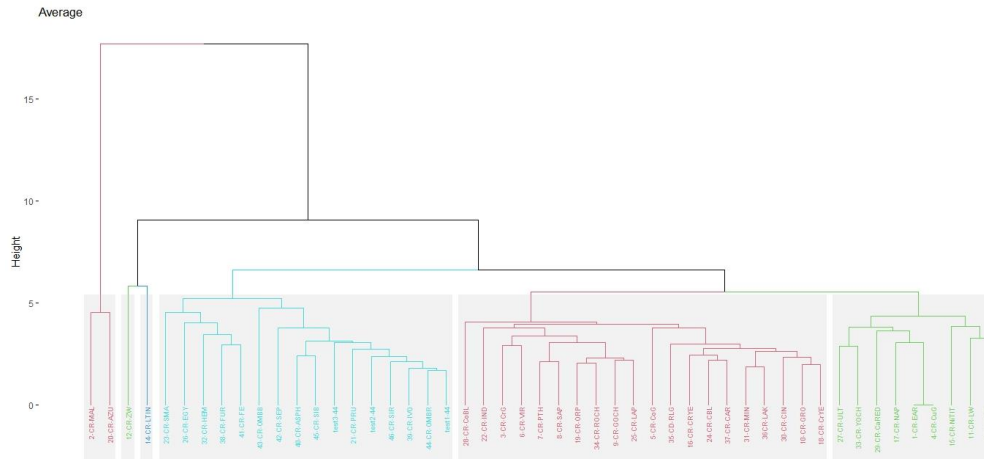


ΦΩΤΟ 3.14: τα δενδρογράμματα για τις 4 μεθόδους με σειρά: Average Linkage, Complete Linkage, Ward, Ward D2

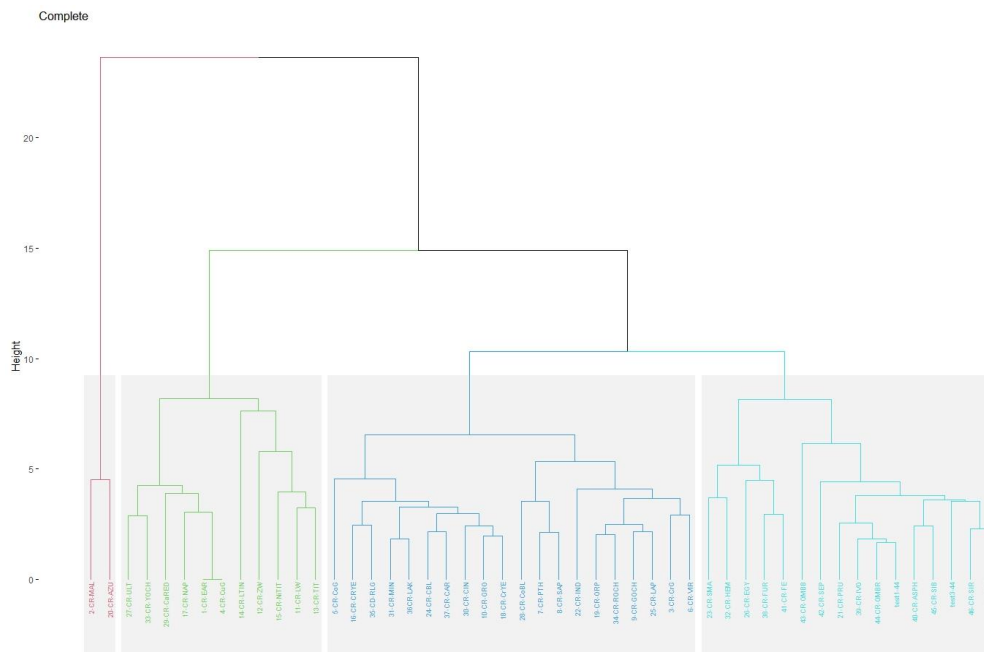
Οι παρατηρήσεις test1-44, test2-44 και test3-44 ομαδοποιούνται με την αντίστοιχη τους μετρηθείσα παρατήρηση 44-CR-OMBR (αφορά σε υπερκείμενο το κόκκινο Καδμίου και υποκείμενη την Ωμή Όμπρα), ενώ ταυτόχρονα στην ίδια ομάδα ανήκουν και κάποιες άλλες παρατηρήσεις. Όλα τα δενδρογράμματα συμφωνούν ως προς το γκρουπ που περιέχει τις τρεις παρατηρήσεις τεστ. Είναι δεκαέξι παρατηρήσεις συνολικά στο γκρουπ αυτό και μπορεί να διακρίνει κανείς μια μικρή υποδιαίρεση για κάποιες από αυτές.

Ακολουθεί ο διαχωρισμός για τα παραπάνω δενδρογράμματα, για τις μεθόδους Average Linkage σε έξι ομάδες (ΦΩΤΟ 3.14), Complete Linkage σε τέσσερις ομάδες (ΦΩΤΟ 3.15), ενώ για την Ward παρουσιάζεται ο διαχωρισμός σε 3

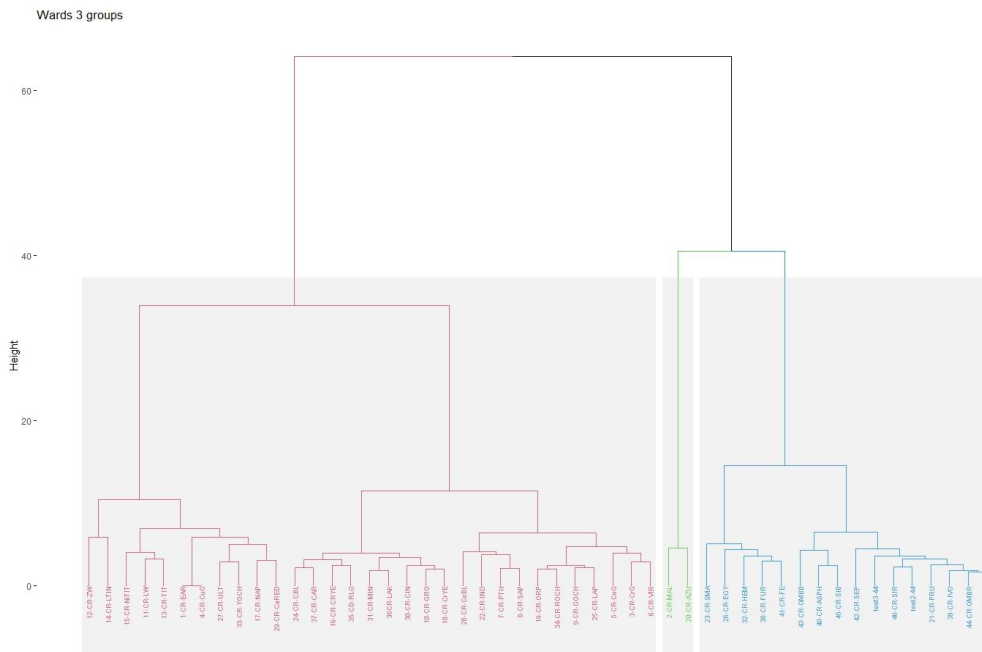
ομάδες (ΦΩΤΟ 3.16) και 4 (ΦΩΤΟ 3.17) ομάδες. Η ομάδα με τα τεστ διακρίνεται με γαλάζιο χρώμα.



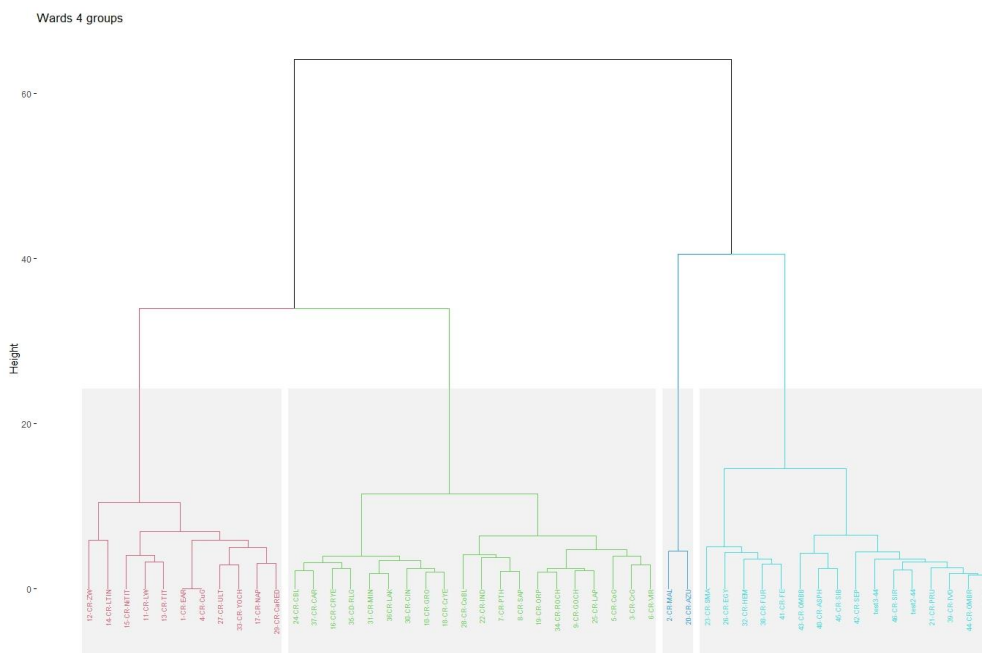
ΦΩΤΟ 3. 15: Η Average Linkage με διαχωρισμό σε 6 ομάδες



ΦΩΤΟ 3. 16: Η Complete Linkage με διαχωρισμό σε 4 ομάδες



ΦΩΤΟ 3. 17: Η Ward linkage με διαχωρισμό σε 3 ομάδες



ΦΩΤΟ 3. 18: Η Ward linkage με διαχωρισμό σε 4 ομάδες

Αν κατασκευαστούν οι πίνακες συνάφειας για τις τέσσερις (4) μεθόδους ομαδοποίησης που προηγήθηκαν, δείχνουν απόλυτη συμφωνία ως προς την ομάδα των 16 παρατηρήσεων και περιλαμβάνει τις παρατηρήσεις: "21-CR-PRU", "23-CR-SMA", "26-CR-EGY", "32-CR-HEM", "38-CR-FUR", "39-

CR-IVO", "40-CR-ASPH", "41-CR-FE", "42-CR-SEP", "43-CR-OMBB", "44-CR-OMBR", "45-CR-SIB", "46-CR-SIR", "test1-44", "test2-44" και "test3-44". Πρόκειται δηλαδή για τα μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό και Πρωσίας, τον κόκκινο Αιματίτη, τα τρία μαύρα και όλα τα γαιώδη, που αποτελούν τα καφέ Σιδήρου και Σέπια, όμπρα και σιένα, ωμή και ψημένη.

Οι δύο υποομάδες που μπορείς κανείς να τις διακρίνει σε όλα τα δενδρόγραμματα (ΦΩΤΟ 3.15, 3.16, 3.17, 3.18) παραπάνω, είναι τα: "21-CR-PRU", "39-CR-IVO", "40-CR-ASPH", "42-CR-SEP", "43-CR-OMBB", "44-CR-OMBR", "45-CR-SIB", "46-CR-SIR", "test1-44", "test2-44", "test3-44" και "23-CR-SMA", "26-CR-EGY", "32-CR-HEM", "38-CR-FUR", "41-CR-FE". Διαχωρίζονται δηλαδή και πάλι τα μπλε Σμάλτο και Αιγυπτιακό, ο κόκκινος Αιματίτης, το μαύρο Φούρνου και το καφέ Σιδήρου, από τα υπόλοιπα.

Ο δείκτης Adjusted Rand που μετρά συνάφεια μεταξύ των μεθόδων ως προς το αποτέλεσμα, είναι πάρα πολύ ικανοποιητικός (μέγιστη τιμή για πλήρη συμφωνία είναι το 1), όπως φαίνεται στις τιμές παρακάτω:

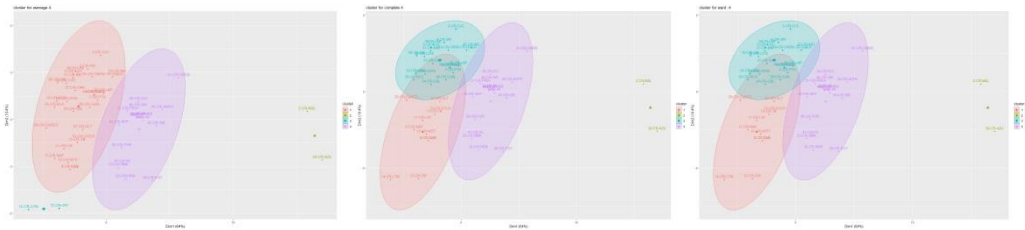
Average με Complete: 0.9617714

Average με Ward : 1

Average με Ward D2: 1

Ward με Ward D2 : 1

Οι παραπάνω ομαδοποιήσεις φαίνονται πιο καθαρά παρακάτω στις ΦΩΤΟ 3.19, με τη βοήθεια της Cluster analysis με σειρά από αριστερά προς τα δεξιά για: την μέθοδο Average, Complete και Ward με τέσσερις (4) ομάδες.



ΦΩΤΟ 3.19: Τα Clusters για 4 ομάδες για τις μεθόδους με σειρά από αριστερά προς τα δεξιά: Average, Complete και Ward Linkage

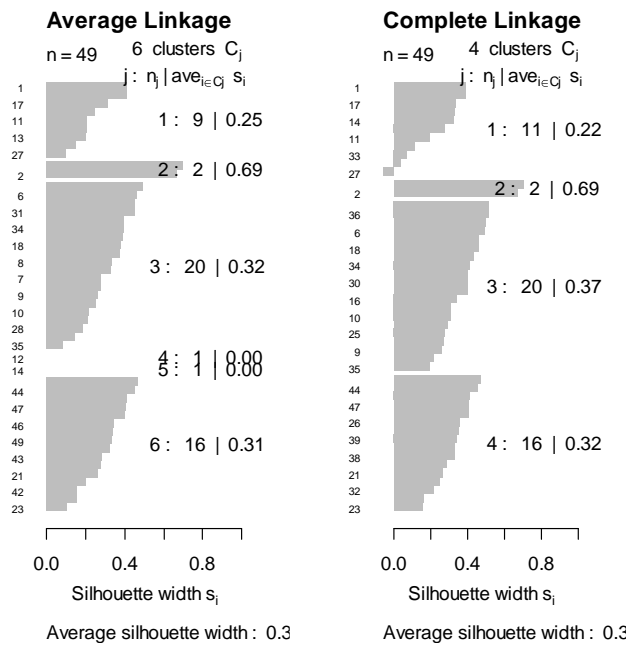
Ακολουθεί ομαδοποίηση για σεντ δεδομένων με αλγόριθμο K-Means (ΦΩΤΟ 3.20), που δίνει ακριβώς την ίδια ομαδοποίηση που περιλαμβάνει και τα τρία τεστ, όπως ακριβώς με τα δενδρογράμματα και φαίνονται και πάλι στον κόκκινο κύκλο.



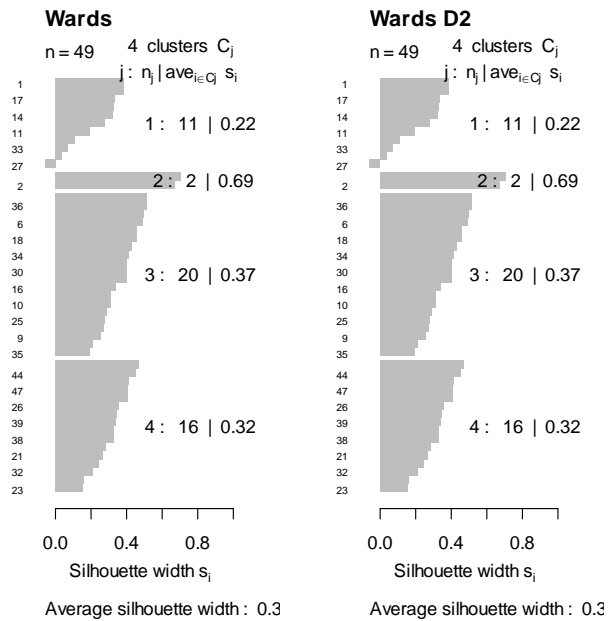
ΦΩΤΟ 3. 20: η μέθοδος K-Means για 3 ομάδες με κυκλωμένες τις τρεις τεστ τιμές και το μετρηθέν τους.

Ο υπολογιζόμενος Adjusted Rand index για τις ομάδες K-Means και Mean Shift είναι: $API \sim 0.94$

Ακολουθούν οι τιμές Silhouette για τις ομαδοποιήσεις ανά μέθοδο καθώς και η μέση τιμή για την κάθε περίπτωση, οι οποίες είναι όλες συγκρίσιμες. Στη ΦΩΤΟ 3.21 φαίνονται για τις μεθόδους Average και Complete Linkage, ενώ στη ΦΩΤΟ 3.22 για τις Ward και Ward D2

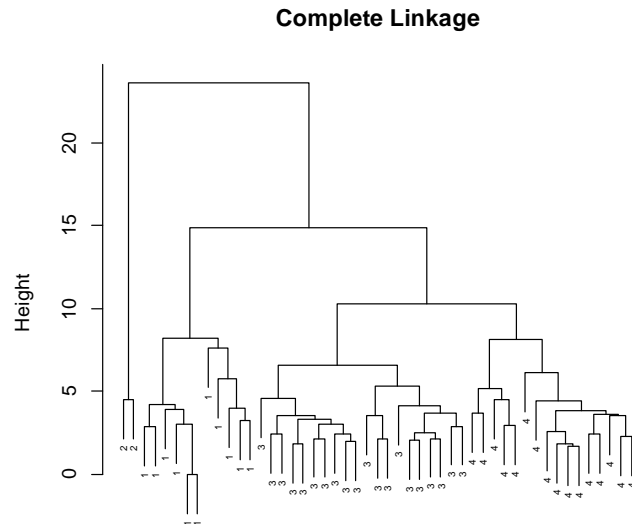


ΦΩΤΟ 3. 21: Τα Silhouette και η μέση τιμή για την Average και την Complete Linkage



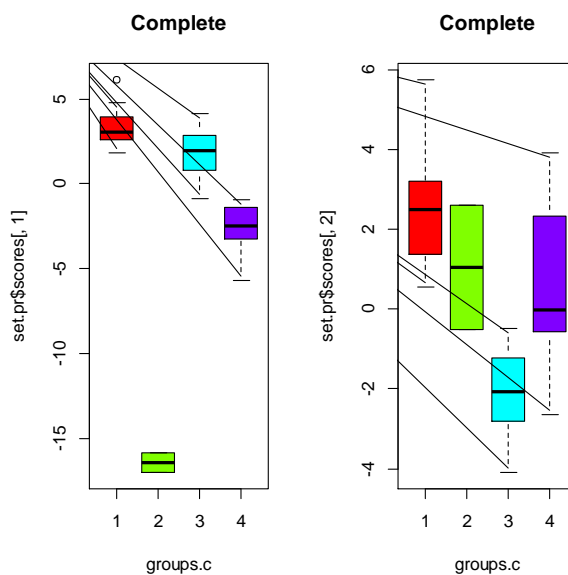
ΦΩΤΟ 3. 22: Τα Silhouette και η μέση τιμή για την Ward και την Ward D2

Εν συνεχεία για την κατασκευή των Box Plots των παρατηρήσεων ανά ομάδα, επιλέχθηκε η μέθοδο Complete Linkage (ΦΩΤΟ 3.23) για να εξαχθούν συμπεράσματα για τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ομάδας που περιλαμβάνει τις παρατηρήσεις test1-44, test2-44 και test3-44.



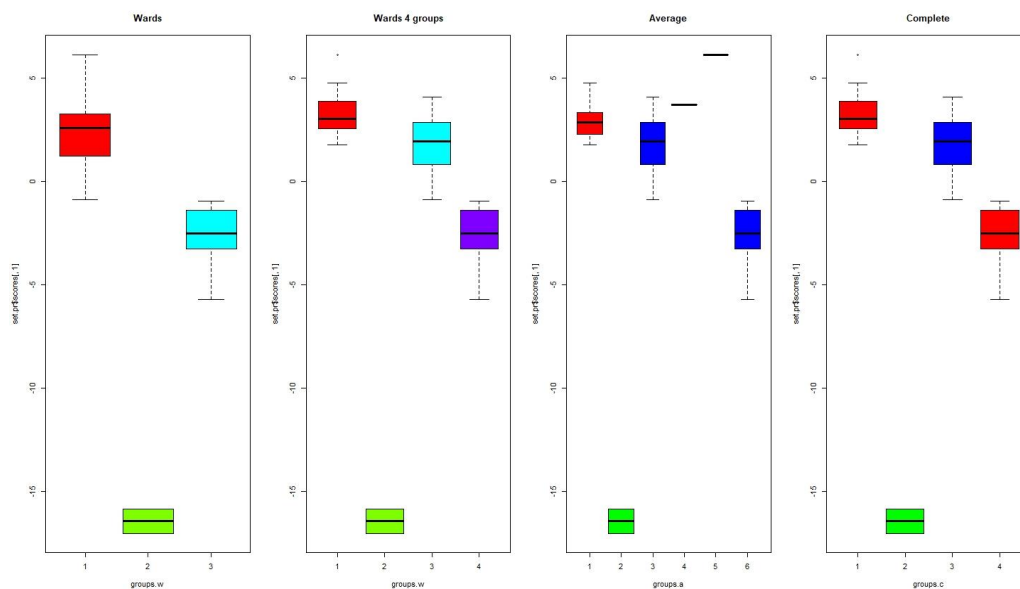
ΦΩΤΟ 3. 23: η Complete linkage

Με βάση τις κύριες συνιστώσες και χρησιμοποιώντας: (α) την 1^η που αντιπροσωπεύει το 63% του συνόλου και (β) τη 2^η που αντιπροσωπεύει το 19% της συνολικής μεταβλητότητας, τα box plot για τις 4 ομάδες που προτείνει η μέθοδος Complete Linkage φαίνονται παρακάτω στη ΦΩΤΟ 3.24.



ΦΩΤΟ 3. 24: τα Box plot για τα 4 γκρουπ που προτείνει η Complete Linkage για την πρώτη και τη δεύτερη συνιστώσα

Στη ΦΩΤΟ 3.25 που ακολουθεί περιλαμβάνονται τα box plots των διαφορετικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν και αφορούν σε σειρά την Ward, Ward D2, Average και Complete Linkage



ΦΩΤΟ 3. 25: Τα Box plot για τις μεθόδους με σειρά: Ward με 3 γκρουπ, Ward με 4 γκρουπ, Average με 6 γκρουπ και Complete με 4 γκρουπ

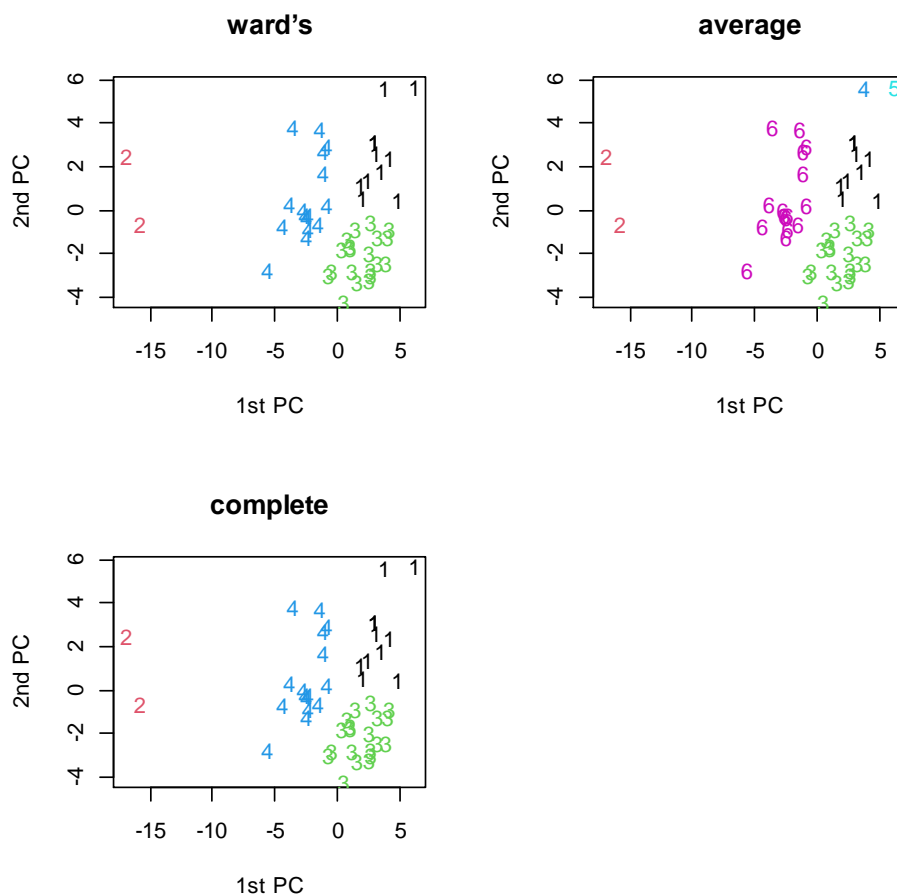
Δοκιμές πραγματοποιήθηκαν με πολλές μεθόδους, από τις οποίες εξάγεται η εξής ερμηνεία. Η ομάδα με τις παρατηρήσεις test1-44, test2-44 και test3-44 που ενδιαφέρει τη μελέτη και που για την μέθοδο Complete Linkage είναι η 4^η στη σειρά με το μωβ χρώμα (ΦΩΤΟ 3.25), έχει τιμές μικρότερες από τη μέση τιμή στις μεταβλητές "620", "640", "660", "680", "700", "720", "740", "760", "780", "800", "820", "840", "860", "880", "900", "920", "940", "960" και "980", που αφορούν στις περιοχές του φάσματος. Τιμές ακόμα μικρότερες στις μεταβλητές έχουν οι παρατηρήσεις στην ομάδα δύο (2), που στη φωτο 3.24 αποτυπώνεται με πράσινο χρώμα και που αποτελείται από μόνο δύο (2) παρατηρήσεις, τις "2-CR-MAL" και "20-CR-AZU" και αφορούν στους πράσινο Μαλαχίτη και μπλε Αζουρίτη ως υποκείμενα χρώματα και οι οποίες διαφέρουν πολύ από όλες τις υπόλοιπες στις παραπάνω περιοχές του φάσματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 2) φαίνονται οι μέσες τιμές των τεσσάρων ομάδων.

Πίνακας 3.1: μέσες τιμές στις περιοχές των φασμάτων για τις 4 ομάδες:

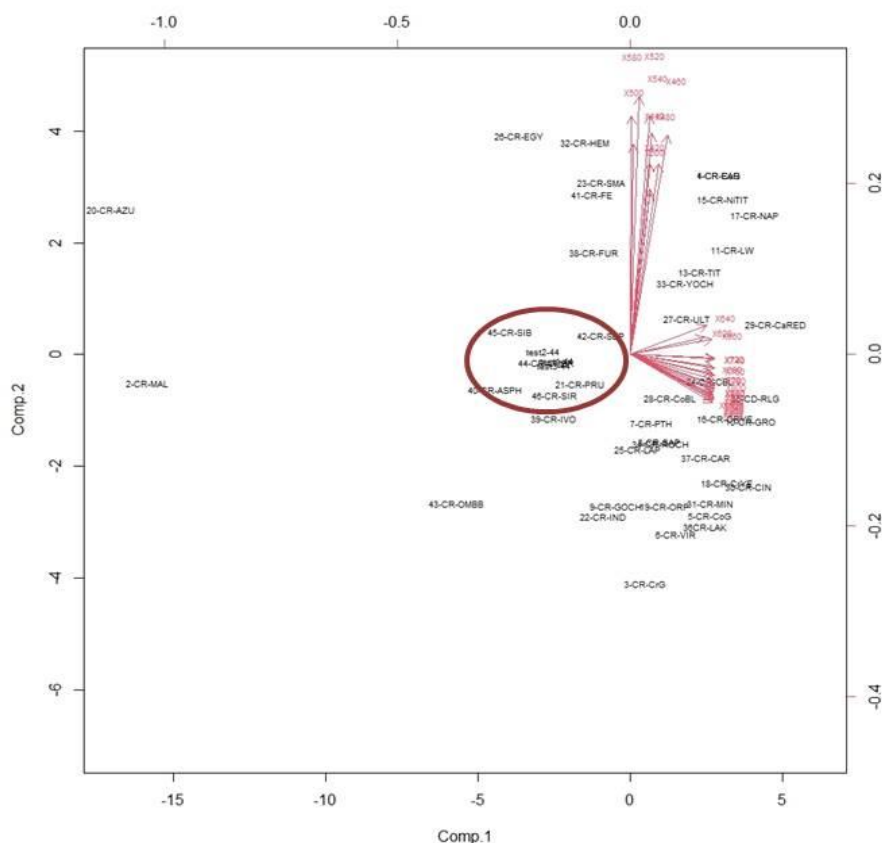
Φάσμα	[1^η ομ.]	[2^η ομ]	[3^η ομ.]	[4^η ομ]
620	127.0909	72.5	122.15	120.2500
640	169.8182	80.5	159.70	152.9375
660	183.0000	86.0	172.60	161.6875
680	185.8182	85.0	182.15	164.8125
700	193.0000	83.0	189.25	170.6875
720	199.5455	88.0	190.65	167.6250
740	198.8182	83.0	190.85	166.6250
760	201.8182	85.0	195.00	167.5000
780	204.0909	78.5	198.00	166.3125
800	206.1818	82.0	200.70	167.7500
820	204.5455	77.5	201.60	166.5625
840	206.0000	79.0	201.35	164.0625
860	209.0909	75.5	206.50	167.1250
880	209.3636	75.0	205.50	163.0000
900	208.8182	73.0	208.60	163.0000
920	210.2727	73.0	210.55	166.2500
940	209.1818	69.0	207.90	163.8750
960	209.5455	72.0	207.95	162.9375
980	210.8182	65.0	210.70	162.6875
1000	207.5455	63.0	206.15	155.4375

Ακολουθούν τα γραφήματα PCA, καθώς οι δύο κύριες συνιστώσες αντιπροσωπεύουν συνολικά το 84% της πληροφορίας των δεδομένων, πολύ ικανοποιητικό ποσοστό, ενώ τα γραφήματα των ομάδων που εντοπίζονται ακολουθούν στη ΦΩΤΟ 3.26. Η ομάδα που μας ενδιαφέρει καθώς περιέχει τις παρατηρήσεις test1-44, test2-44 και test3-44, είναι οι παρατηρήσεις στο κέντρο, με την ένδειξη τέσσερα (4) για τις μεθόδους Ward και Complete και έξι (6) για την Average. Είναι σίγουρα μια διακριτή ομάδα από τις υπόλοιπες και επιβεβαιώνονται και εδώ οι μέθοδοι ομαδοποίησης.



ΦΩΤΟ 3. 26: Τα γραφήματα PCA για τις μεθόδους Ward, Average και Complete

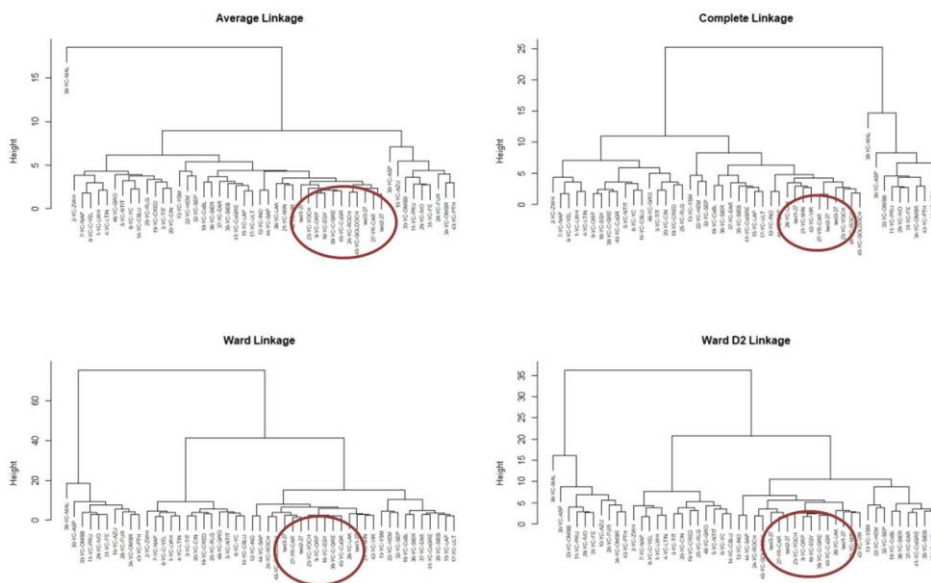
Στο γράφημα PCA Biplot που ακολουθεί στη ΦΩΤΟ 3.27 με τις ετικέτες των δεδομένων, φαίνεται ξεκάθαρα πόσο υπερβολικά κοντά (περικλείονται στο κόκκινο πλαίσιο) στην παρατήρηση 44 είναι τα τρία τεστ (όπως ίσως αναμενόταν αφού είναι η αντίστοιχη μετρηθείσα τους), που σχεδόν δε διακρίνονται αφού είναι η μία πάνω στην άλλη, ενώ φαίνεται επίσης γιατί προτείνονταν δύο υποομάδες στην κεντρική ομάδα, αφού εμφανίζονται εκείνες με αρνητική 2η κύρια συνιστώσα, οι 44, 45, test1-44, test2-44, test3-44, 21, 40, 46, 39, 43 κι εκείνες με θετική, οι 26,32, 23, 41, 38.



ΦΩΤΟ 3. 27: Το γράφημα PCA που κατανομεί τις παρατηρήσεις με τις μεταβλητές για τις δύο συνιστώσες. Σε κόκκινο κύκλο οι πλασματικές τιμές τεστ με το μετρηθέν τους

3^ο γκρουπ με το κίτρινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα: Ακολουθεί το τελευταίο σετ δεδομένων για την πειραματική διαδικασία που αφορά στην απόδειξη ότι τα τεστ ομαδοποιούνται με το αντίστοιχο τους μετρηθέν. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε ως υπερκείμενο χρώμα το κίτρινο Καδμίου με υποκείμενα φυσικά τα σαράντα πέντε (45) χρώματα, αλλά και τα τρία τεστ που και σε αυτή την περίπτωση δημιουργήθηκαν. Επιλέχθηκε τυχαία το δείγμα Νο 27-YC-CAR, που αφορά σε υπερκείμενο το κίτρινο Καδμίου και υποκείμενη την κόκκινη Καρμίνη και δημιουργήθηκαν τα τρία τεστ με ονομασίες test1-27, test2-27 και test3-27. Τα δενδρογράμματα για τυποποιημένα δεδομένα, που αφορούν στις τέσσερις μεθόδους, φαίνονται στη φώτο 3.28 που ακολουθεί, ήτοι την Average Linkage, την Complete Linkage, την Ward Linkage και την Ward D2 Linkage.

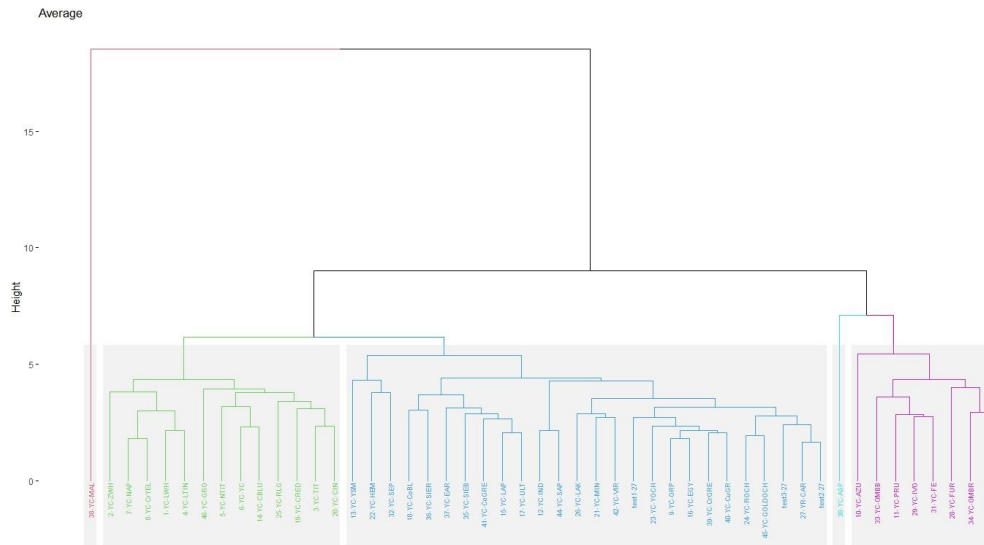
ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΑΔΜΙΟΥ



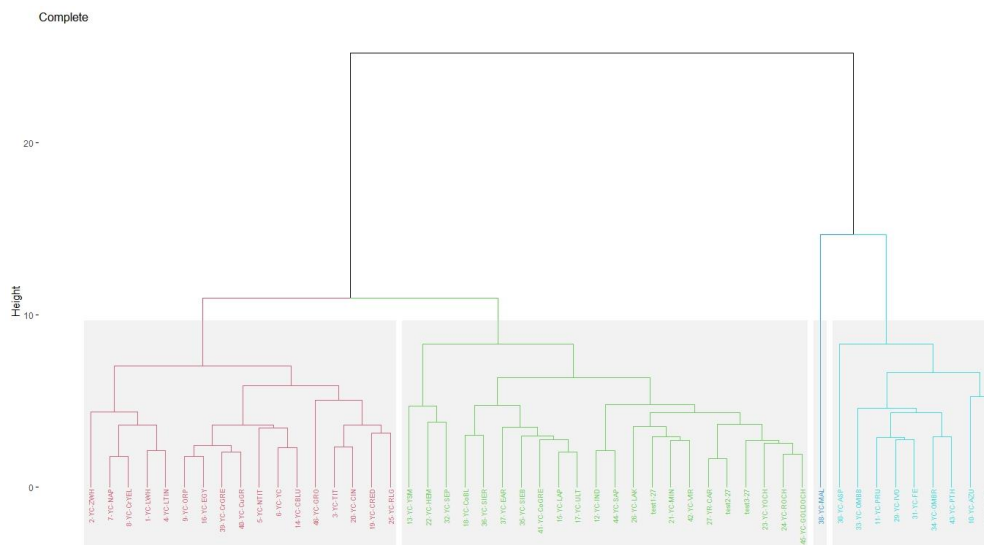
ΦΩΤΟ 3. 28: τα δένδρογράμματα για τις 4 μεθόδους, με σειρά Average Linkage, Complete Linkage, Ward D, Ward D2. Οι κόκκινοι κύκλοι περιέχουν τις τιμές τεστ και το μετρηθέν

Ένα πρώτο σχόλιο αφορά στο γεγονός ότι σε όλες τις μεθόδους, οι 3 τεστ παρατηρήσεις ομαδοποιούνται με την αντίστοιχη μετρηθείσα από την οποία δημιουργήθηκαν, την 27-YC-CAR. Επίσης στην παρατήρηση 38-YC-MAL που αφορά στον υποκείμενο πράσινο Μαλαχίτη με υπερκείμενο κίτρινο Καδμίου, μπορεί να εξαιρεθεί από την ομαδοποίηση, καθώς είναι αρκετά διαφορετική από όλα τα υπόλοιπα δείγματα. Στις υπόλοιπες παρατηρήσεις, η ομαδοποίηση δεν παρουσιάζει προβλήματα.

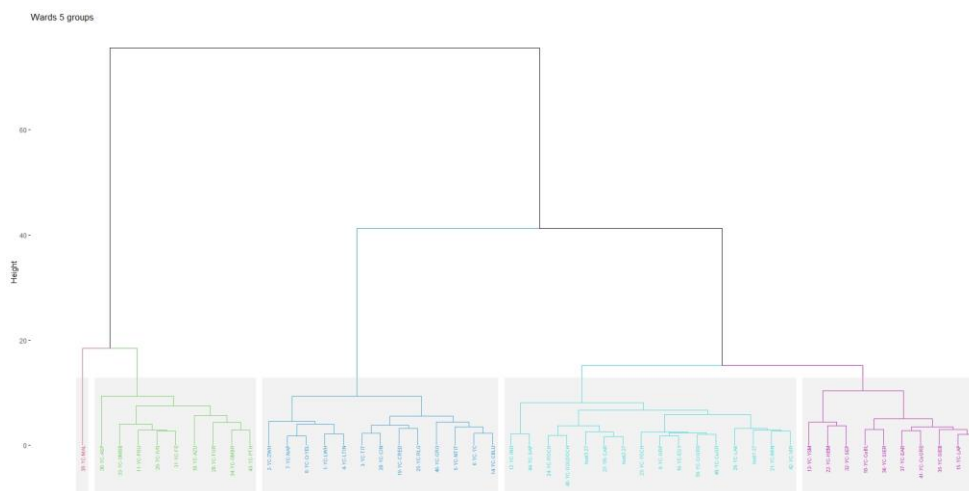
Ακολουθούν οι ομαδοποιήσεις για τις παραπάνω μεθόδους της ΦΩΤΟ 3.28, όπου αποφασίστηκε να αφορούν στη μέθοδο Average σε πέντε (5) ομάδες (ΦΩΤΟ 3.29), την Complete σε τέσσερις (4) ομάδες (ΦΩΤΟ 3.30) και την Ward σε πέντε (5) ομάδες (ΦΩΤΟ 3.31).



ΦΩΤΟ 3. 29: η μέθοδος Average Linkage σε 5 ομάδες



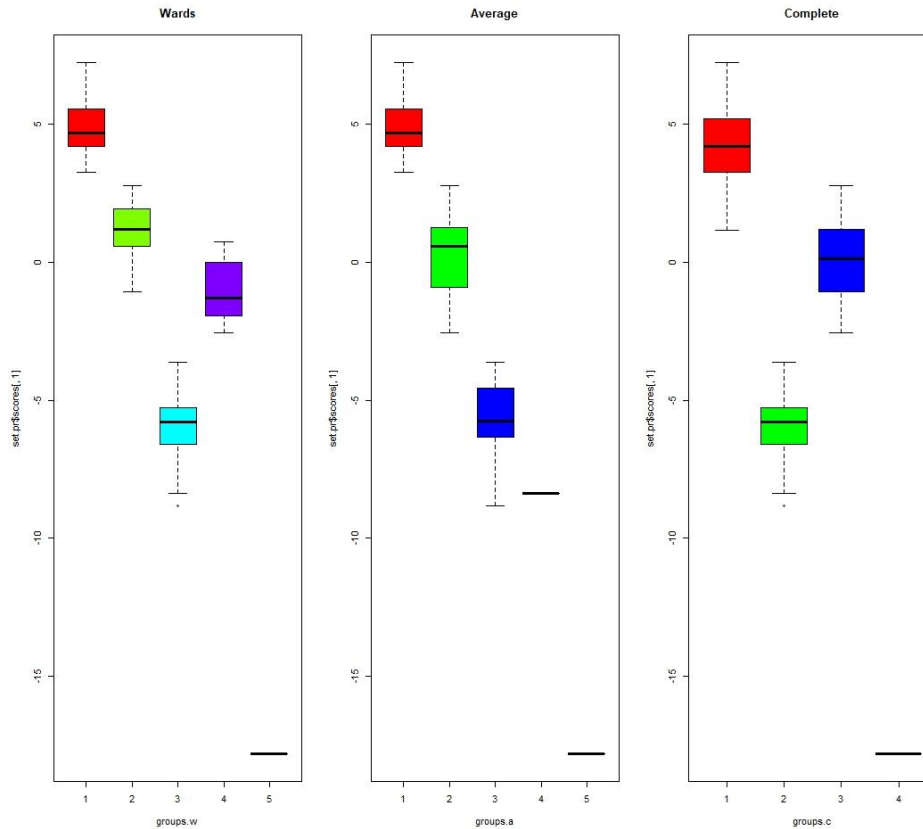
ΦΩΤΟ 3. 30: η μέθοδος Complete linkage σε 4 ομάδες



ΦΩΤΟ 3. 31: η μέθοδος Ward σε 5 ομάδες.

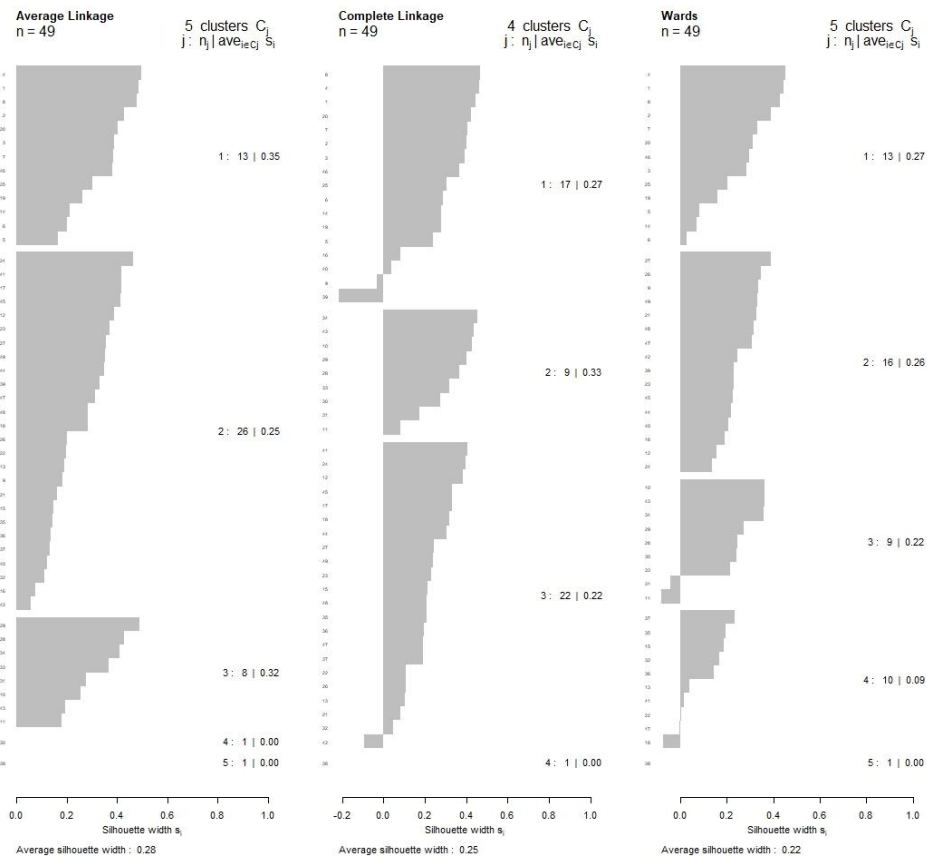
Τα 3 τεστ δείγματα ομαδοποιούνται με τις παρατηρήσεις "9-YC-ORP", "12-YC-IND", "16-YC-EGY", "21-YC-MIN", "23-YC-YOCH", "24-YC-ROCH", "26-YC-LAK", "27-YR-CAR", "39-YC-CrGRE", "40-YC-CuGR", "42-YC-VIR", "44-YC-SAP", "45-YC-GOLDOCH", "test1-27", "test2-27" και "test3-27" αλλά και τα "13-YC-YSM", "15-YC-LAP", "17-YC-ULT", "18-YC-CoBL", "22-YC-HEM", "32-YC-SEP", "35-YC-SIEB", "36-YC-SIER", "37-YC-EAR" και "41-YC-CoGRE". Αυτά τα δύο υποσύνολα μπορούν να θεωρηθούν μία ενιαία ομάδα, αλλιώς τα τρία (3) τεστ ανήκουν καθαρά στην πρώτη ομάδα και ομαδοποιούνται με το 27-YR-CAR που είναι το αντίστοιχο τους μετρηθέν. Μια μικρή διαφορά εμφανίζεται στη μέθοδο Complete, στην οποία δεν ανήκουν τα 16, 39 και 40. Εξετάζοντας τα χρώματα που αφορούν αυτές οι παρατηρήσεις, στην πρώτη υπο-ομάδα ανήκουν τα κόκκινα Καρμίνια, Λάκα, και Μίνιο, κίτρινο Ogriment, τα μπλε ινδικό και Αιγυπτιακό, οι τρεις ώχρες κόκκινη, κίτρινη και χρυσή, και τα πράσινα Χρωμίου, Χαλκού, Viridian και Sap. Η δεύτερη υποομάδα αφορά στα μπλε Σμάλτο, Λαζουρίτη, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, κόκκινο Αιματίτη, πράσινα Γης και Κοβαλτίου, σιένες ωμή και ψημένη και καφέ Σέπια. Τα τρία χρώματα που λειτουργούν διαφορετικά στη μέθοδο Complete, είναι τα μπλε Αιγυπτιακό, πράσινο Χρωμίου και Χαλκού.

Ακολουθούν τα Box Plot των ομάδων που περιέχουν τα τρία (3) τεστ και φαίνονται στη ΦΩΤΟ 3.32, με το κόκκινο χρώμα στην μέθοδο Average, το πράσινο στην Complete και στη Ward το γαλάζιο.



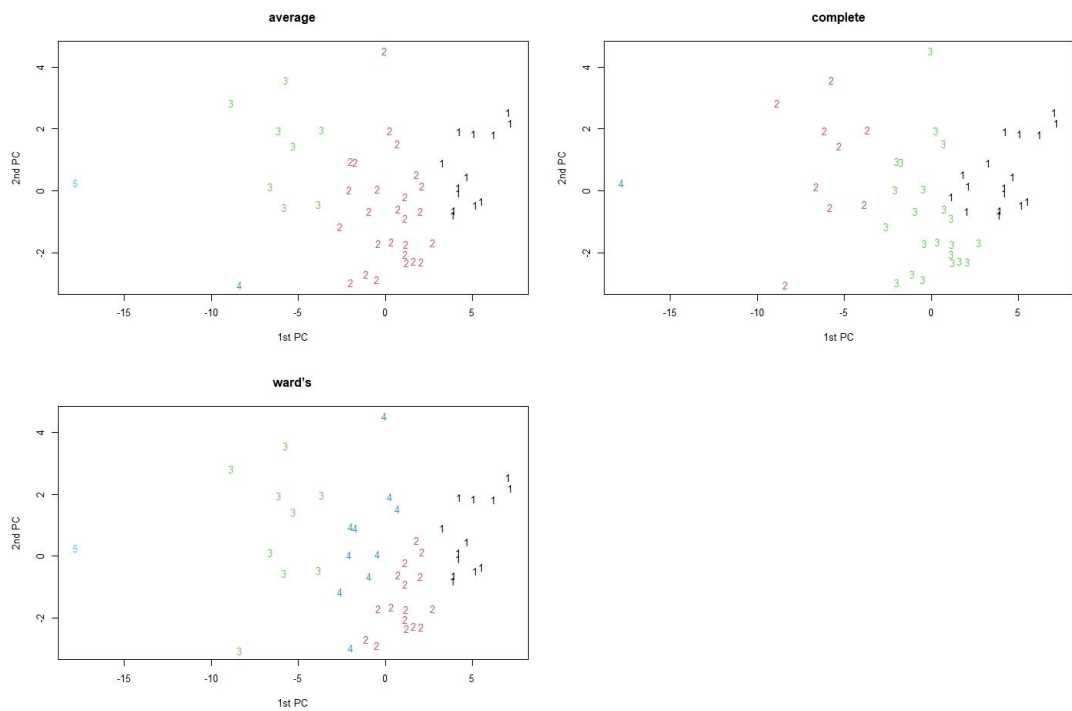
ΦΩΤΟ 3. 32: τα Box Plot των μεθόδων Ward, Average και Complete

Εν συνεχεία οι τιμές Silhouette για το κάθε γκρουπ ανά μέθοδο καθώς και η μέση τιμή τους φαίνεται παρακάτω στη ΦΩΤΟ 3.33.



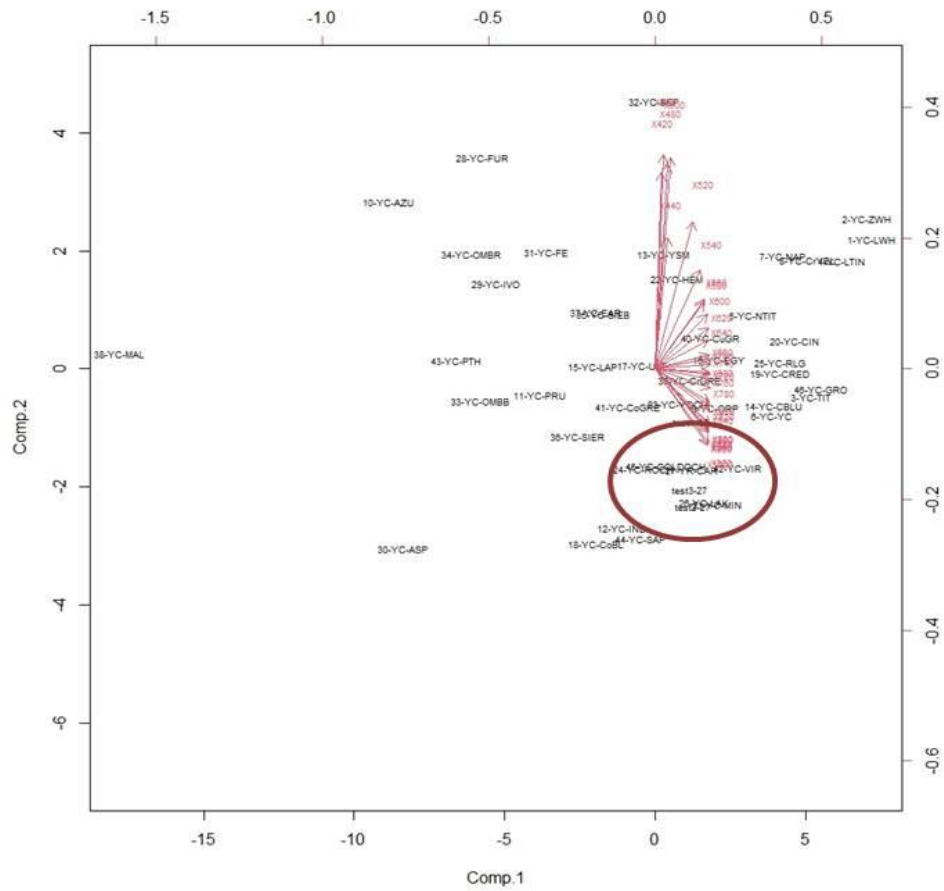
ΦΩΤΟ 3. 33: οι τιμές *silhouette* για τις μεθόδους Average, Complete και Ward

Τέλος ακολουθούν τα γραφήματα PCA για τα παραπάνω, στη ΦΩΤΟ 3.34 που ακολουθεί. Το γκρουπ που ενδιαφέρει, ακολουθεί τα χρώματα όπως και στα Box Plot και είναι το κόκκινο για την Average, το πράσινο για την Complete και το γαλάζιο για την Ward.



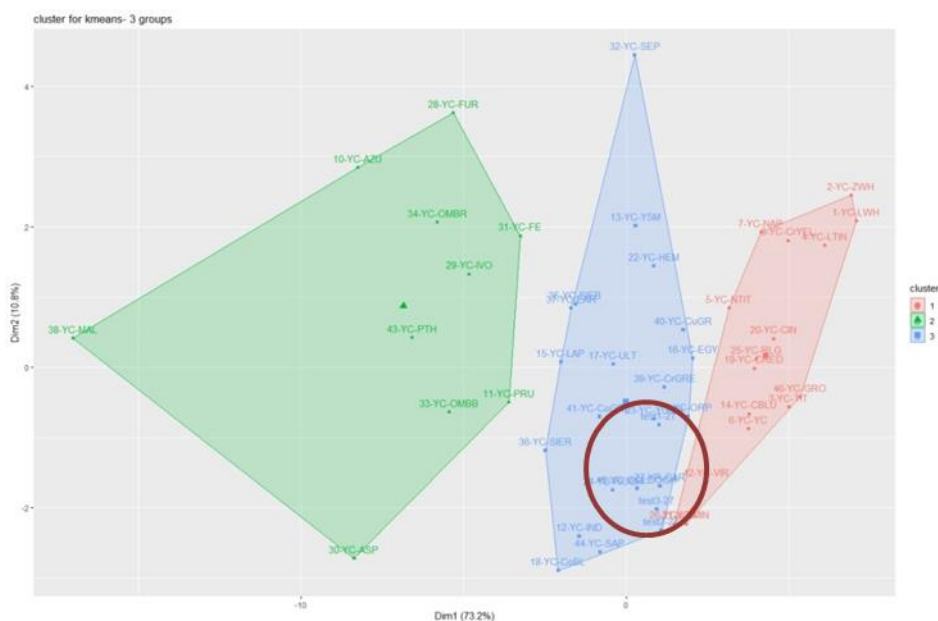
ΦΩΤΟ 3. 34: τα γραφήματα PCA για τις μεθόδους Average, Complete και Ward.

Ένα γράφημα PCA biplot που κατανέμει τις παρατηρήσεις με τις μεταβλητές για τις δύο κύριες συνιστώσες (οι 2 πρώτες είναι 88% της μεταβλητότητας) είναι το παρακάτω στη ΦΩΤΟ 3.35, όπου φαίνεται ότι οι τρεις τεστ παρατηρήσεις είναι όντως πολύ κοντά στο 27-YR-CAR και όλα όσα ανήκουν στην ίδια ομάδα. Οι τρεις τεστ παρατηρήσεις που αφορούν τη μελέτη, περικλείονται στο γαλάζιο κυκλάκι μαζί και με το αντίστοιχο τους μετρηθέν.



ΦΩΤΟ 3. 35: γράφημα PCA που κατανέμει τις παρατηρήσεις με τις μεταβλητές για τις δύο συνιστώσες. Οι 3 τεστ παρατηρήσεις που αφορούν τη διαδικασία, περικλείονται στο κόκκινο κύκλο

Τέλος η μέθοδος K-Means παρακάτω συμφωνεί επίσης με την ομάδα που περιέχει τις τρεις τεστ παρατηρήσεις και φαίνεται με μπλε χρώμα στη ΦΩΤΟ 3.36 που ακολουθεί.



ΦΩΤΟ 3. 36: η μέθοδος K-Means που δίνει με μπλε χρώμα την ομάδα με τις 3 τεστ παρατηρήσεις και που συμφωνεί με τις προηγούμενες μεθόδους. Περικλείονται σε κόκκινο κύκλο

Είναι ξεκάθαρο σε κάθε περίπτωση γκρουπ χρωμάτων και σε κάθε μέθοδο, όπως άλλωστε αποδεικνύουν και οι κόκκινοι κύκλοι που περικλείουν τις τρεις τεστ παρατηρήσεις και το αντίστοιχο τους μετρηθέν, ότι αυτά ομαδοποιούνται μεταξύ τους και μάλιστα σε πολύ κοντινές θέσεις.

3.1.2 Ανάλυση αλγοριθμικών διαστάσεων Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας

Χρησιμοποιώντας τα ίδια τρία γκρουπ που αφορούν σε υπερκείμενο χρώμα το μπλε Αιγυπτιακό, το κόκκινο Καδμίου και το κίτρινο Καδμίου και υποκείμενα τα σαράντα πέντε (45) χρώματα της πειραματικής διαδικασίας της παρούσας διατριβής και το αντίστοιχο για το κάθε χρώμα μονό απευθείας στην προετοιμασία, που αφορά στο δείγμα αναφοράς, συνεχίστηκε η πειραματική διαδικασία, με τη βοήθεια αυτή τη φορά νεότερης προσέγγισης στατιστικής ανάλυσης, αυτή των διαστάσεων Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας.

Για τα τρία γκρουπ χρωμάτων μετασηματίστηκαν³⁹ οι φασματικές τιμές που λήφθηκαν σε δείκτες σύμφωνα με έξι (6) αλγόριθμους Φράκταλ, τέσσερις (4) διαστάσεις Εντροπίας και τέσσερις (4) διαστάσεις Πολυπλοκότητας.

Αυτοί οι αλγόριθμοι, αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν για χρονικά σήματα, ωστόσο στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση μονοδιάστατων φασματικών δεδομένων. Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε με τη χρήση πακέτου ComsystanJ⁴⁰ για ImageJ2/Fiji⁴¹, που προσφέρει δύο δυνατότητες, είτε επιλογή μερικών φασμάτων, είτε παρακείμενων τιμών των δεδομένων. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε η πρώτη επιλογή και αφορά στο διαμοιρασμό ολόκληρης της ακολουθίας των φασμάτων σε μη επικαλυπτόμενα πλαίσια (Subsequent Boxes). Έτσι η παράμετρος πολυπλοκότητας υπολογίστηκε χωριστά για το κάθε ένα φάσμα ως ένα σύνολο αποτελεσμάτων. Η δεύτερη επιλογή θα ήταν να παρθεί κάθε ένα δεδομένο από όλη την ακολουθία και να δημιουργηθεί ένα σήμα συνδυάζοντας παρακείμενα σημεία σε ένα πλαίσιο, ωστόσο οδηγεί σε επικαλυπτόμενα πλαίσια, τόσα όσα τα φάσματα. Εδώ ο χρόνος υπολογισμού είναι περισσότερος, ωστόσο τα αποτελέσματα δεν είναι κατ' ανάγκη καλύτερα λόγω της αλληλοεπικάλυψης. Τα γραφήματα στη συνέχεια δημιουργήθηκαν με το πρόγραμμα OriginPro 9.0 της OriginLab.

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν για την κάθε μέθοδο ακολουθούν με σύντομη περιγραφή των παραμέτρων και χαρακτηριστικών τους. Παραπάνω λεπτομέρειες βρίσκει κανείς στις αντίστοιχες αναφορές, ωστόσο επειδή δεν προσέδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα, δεν υπάρχει λόγος περαιτέρω ανάπτυξης τους στην παρούσα διατριβή.

³⁹ Οι μετασηματισμοί των τιμών των φασμάτων στους ανάλογους δείκτες, πραγματοποιήθηκαν από τον Δρ. Ion Andronache διδάσκων στο πανεπιστήμιο Βουκουρεστίου και τους συνεργάτες του Δρ. Helmut Ahammer και Δρ. Marko Radulovic

⁴⁰ <https://comsystan.github.io/comsystanj/> (ανακτήθηκε 10/09/2023)

⁴¹ <https://imagej.net/software/fiji/>.(ανακτήθηκε 10/09/2023)

A. Αλγόριθμοι Φράκταλ

1. Allometric Scaling Dimension: Υπολογίστηκαν εντάσεις διαφόρων διαβαθμίσεων για τα φάσματα των τριών γκρουπ και η προκύπτουσα τιμή που κυμάνθηκε ανάμεσα στην αντίστοιχη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση της, καταγράφηκε σε διπλό λογαριθμικό γράφημα. Η καμπύλη της γραμμικής παλινδρόμησης προσδίδει την εκτιμώμενη διάσταση φράκταλ (West et al 1999).

2. Higuchi Dimension: το μήκος των σημάτων δημιουργούμενων από σημεία σε διαφορετικές αποστάσεις, υπολογίστηκαν και σχεδιάστηκαν σε διάγραμμα διπλού λογαρίθμου, που προέκυψε από απομακρυσμένες τιμές. Η καμπύλη της γραμμικής παλινδρόμησης προσέδωσε τη διάσταση Higuchi (Physica 1988, 277-283).

3. Tug of war Dimension: δημιουργήθηκαν συναρτήσεις με σημεία δεδομένων εντός ακτίνας, αθροίζοντας πολώνυμα πρώτων αριθμών, καταμετρήθηκαν και η καμπύλη του διπλού λογαριθμικού γραφήματος ελήφθη ως εκτίμηση της συγκεκριμένης διάστασης (Wong et al 2005, 91-97).

4. Katz Dimension: υπολογίστηκε μια εκτίμηση της διάστασης Φράκταλ με τη μέση Ευκλείδεια απόσταση μεταξύ διαδοχικών σημείων των δεδομένων και της μέγιστης Ευκλείδειας απόστασης στο αρχικό σημείο (Katz 1988, 145-156).

5. Petrosian Dimension: οι τιμές των δεδομένων δυαδοποιήθηκαν με κατώτατο όριο τον μέσο όρο του σήματος. Εν συνεχεία ο αριθμός των αλλαγών της δυαδικής ακολουθίας υπολογίστηκε, ώστε να ληφθεί εκτίμηση της διάστασης Φράκταλ (Petrosian 1995, 212-217).

6. Sevcik Dimension: τα σήματα μετασχηματίστηκαν γραμμικά σε κανονικοποιημένα διαστήματα και το μήκος αυτών καθώς και οι αποστάσεις των μεταβλητών, έδωσαν εκτίμηση της διάστασης Sevcik (Sevcik 2010)

B. Διαστάσεις Εντροπίας

1. Shannon Entropy: οι υπο-κατανομές των πιθανοτήτων όλων των τιμών των δεδομένων έδωσαν άμεση τιμή της εντροπίας (Zenil 2020).
2. Approximative entropy: Εξήχθησαν τα σήματα των επιμέρους μοτίβων με αντίστοιχες ομοιότητες και υπολογίστηκαν οι διαφορές όσων ήταν μικρότερα από δεδομένη τιμή, οπότε προέκυψε η μέτρηση της συγκεκριμένης εντροπίας (Richman & Moorman 2000).
3. Sample Entropy: Αφορά σε μια κανονικοποιημένη έκδοση της Approximative εντροπίας, εξαλείφοντας τις ομοιότητες (Richman & Moorman 2000).
4. Permutation entropy: τα επιμέρους δείγματα των σημάτων των δεδομένων εξήχθησαν με γενίκευση αρκετών μετατεθειμένων τιμών και συγκρίθηκαν με την ranked version του υποδείγματος, οπότε μια κατανομή της πιθανότητας έδωσε τις τιμές της συγκεκριμένης εντροπίας (Bandt et al 2002).

Γ. Διαστάσεις Πολυπλοκότητας

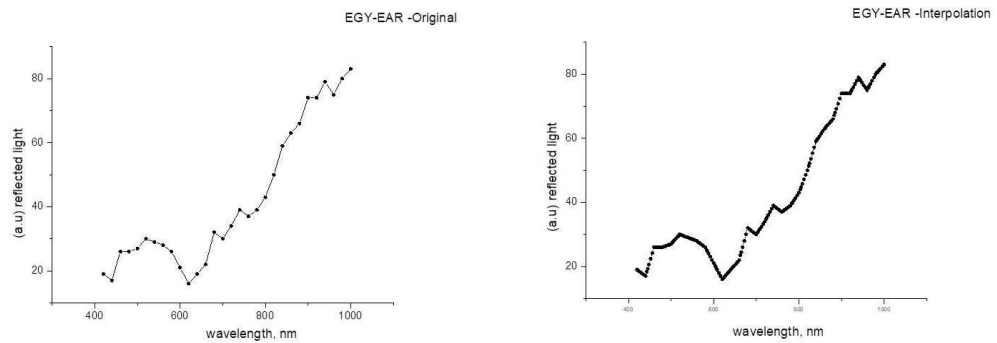
1. Kolmogorov complexity με ZLIB και GZIB: η πολυπλοκότητα Kolmogorov ή αλλιώς αλγοριθμική πολυπλοκότητα, δεν μπορεί να υπολογιστεί απευθείας, καθώς πρόκειται για μια θεωρητική έννοια εύρεσης του Bytes, που χρησιμοποιείτε για ειδικά υπολογιστικά προγράμματα γενίκευσης που παράγουν ένα αντικείμενο ή ένα αποτέλεσμα, ωστόσο μπορεί να εκτιμηθεί εφαρμόζοντας συμπιεσμένους αλγόριθμους. Χρησιμοποιήθηκαν οι αλγόριθμοι ZLIB και GZIB (Zenil et al 2020).
2. συντελεστής Hurst: υπολογίστηκαν τα φάσματα ισχύος των σημάτων και ανάλογα την καμπύλη τους θεωρήθηκε αν ήταν κλασματική Gaussian noise (fGn) ή Brownian motion (fBm). Εν συνεχεία ο συντελεστής Hurst υπολογίστηκε με ανάλυση διασποράς για την fGn ή κλιμακούμενη ανάλυση διακύμανσης για την fGn (Eke et al 2000).

3. ανάλυση διακύμανσης Detrendet: υπολογίστηκαν συναρτήσεις διακύμανσης για πλαίσια διαφόρων διαστάσεων και προσδιορίστηκαν τα υπολειπόμενα. Η μέση διακύμανση των αποκλιμακούμενων σημάτων για δεδομένων διαστάσεων πλαίσια, κατασκευάστηκαν σε διπλό λογαριθμικό διάγραμμα και η καμπύλη προσέδωσε τον εκθέτη κλιμάκωσης (Peng et al 1994).

4. εκθέτης Lyapunov: Στις ακολουθίες των τιμών των φασμάτων, η καμπύλη της γραμμικής interpolation σε διπλό λογαριθμικό διάγραμμα των ελάχιστων αποστάσεων συναρτήσει του μήκους κύματος, έδωσε τις τιμές για τον μεγαλύτερο εκθέτη Lyapunov (Rosenstein et al 1993).

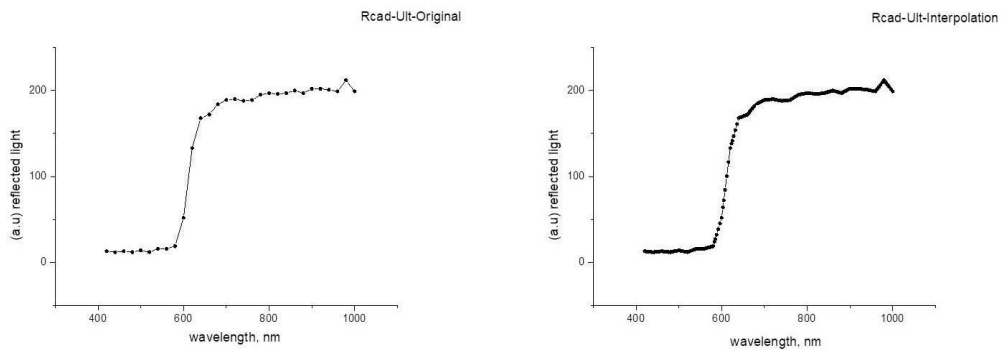
Οι παραπάνω αλγόριθμοι, εφαρμόστηκαν στα μετρηθέντα φάσματα των τριών γκρουπ, αλλά και σε παρεμβλλόμενες (Interpolation) τιμές αυτών. Τιμές δηλαδή που εισήχθησαν ως ενδιάμεσες ανάμεσα σε δύο υφιστάμενες τιμές φάσματος. Παράδειγμα της διαδικασίας αυτής φαίνεται στις ΦΩΤΟ που ακολουθούν, στη ΦΩΤΟ 3.37 για το μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο χρώμα, στη ΦΩΤΟ 3.38 για το κόκκινο Καδμίου και στη ΦΩΤΟ 3.39 για το κίτρινο Καδμίου, όπου η αριστερή φωτο δείχνει το γράφημα για το κάθε φάσμα και η δεξιά το αντίστοιχο με τις παρεμβλλόμενες τιμές. Τα τρία παρακάτω γραφήματα αφορούν σε τυχαία χρώματα, ήτοι το πρώτο αφορά στο μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο και πράσινο Γης ως υποκείμενο, το δεύτερο στο κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο και μπλε Ουλτραμαρίνη ως υποκείμενο και το τρίτο στο κίτρινο Καδμίου ως υπερκείμενο και κίτρινο Orpiment ως υποκείμενο.

Μπλε Αιγυπτιακό



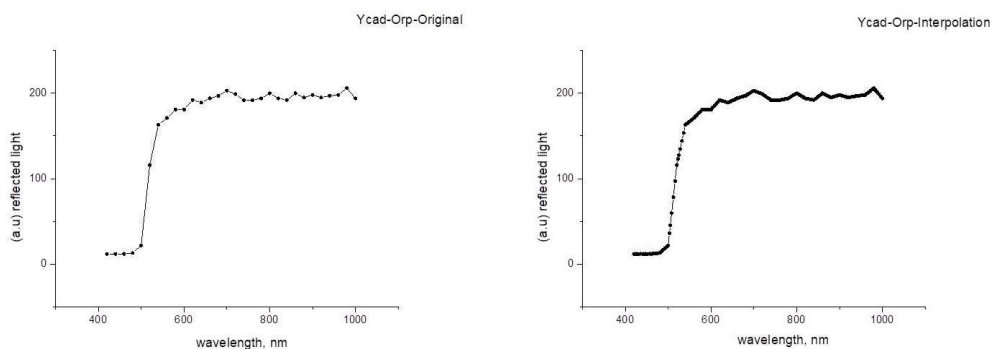
ΦΩΤΟ 3. 37: Παραδείγμα interpolation για το δείγμα μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο και πράσινο Γης ως υποκείμενο. Στην αριστερή φωτο φαίνεται το μετρηθέν φάσμα και στη δεξιά το παρεμβalλόμενο (interpolated)

Κόκκινο Καδμίου



ΦΩΤΟ 3. 38: Παραδείγμα interpolation για το δείγμα κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο και μπλε Ουλτραμαρίνης ως υποκείμενο. Στην αριστερή φωτο φαίνεται το μετρηθέν φάσμα και στη δεξιά το παρεμβalλόμενο (interpolated)

Κίτρινο Καδμίου



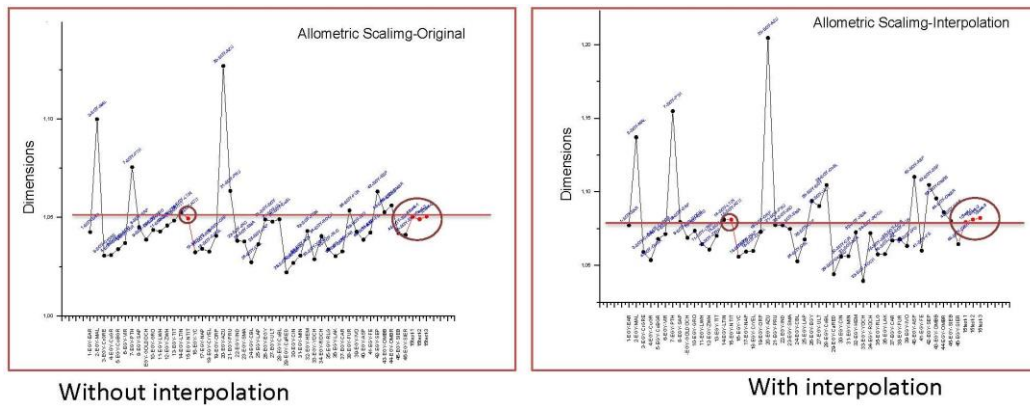
ΦΩΤΟ 3. 39: Παραδείγμα interpolation για το δείγμα κίτρινο Καδμίου ως υπερκείμενο και κίτρινο Orpiment ως υποκείμενο. Στην αριστερή φωτο φαίνεται το μετρηθέν φάσμα και στη δεξιά το παρεμβalλόμενο (interpolated)

Συνεπώς, τα γραφήματα που ακολουθούν για την κάθε μέθοδο, πραγματοποιήθηκαν στα μετρηθέντα δεδομένα, σε αυτά με Interpolation και στα προ-επεξεργασμένα (pre-processed) δεδομένα με interpolation και subsequent boxes. Παρουσιάζονται με σειρά για τα τρία γκρουπ χρωμάτων, αυτό με υπερκείμενο χρώμα το Αιγυπτιακό μπλε, το κόκκινο Καδμίου και το κίτρινο Καδμίου, με την ανάλογη λεζάντα και τις πληροφορίες για το καθένα.

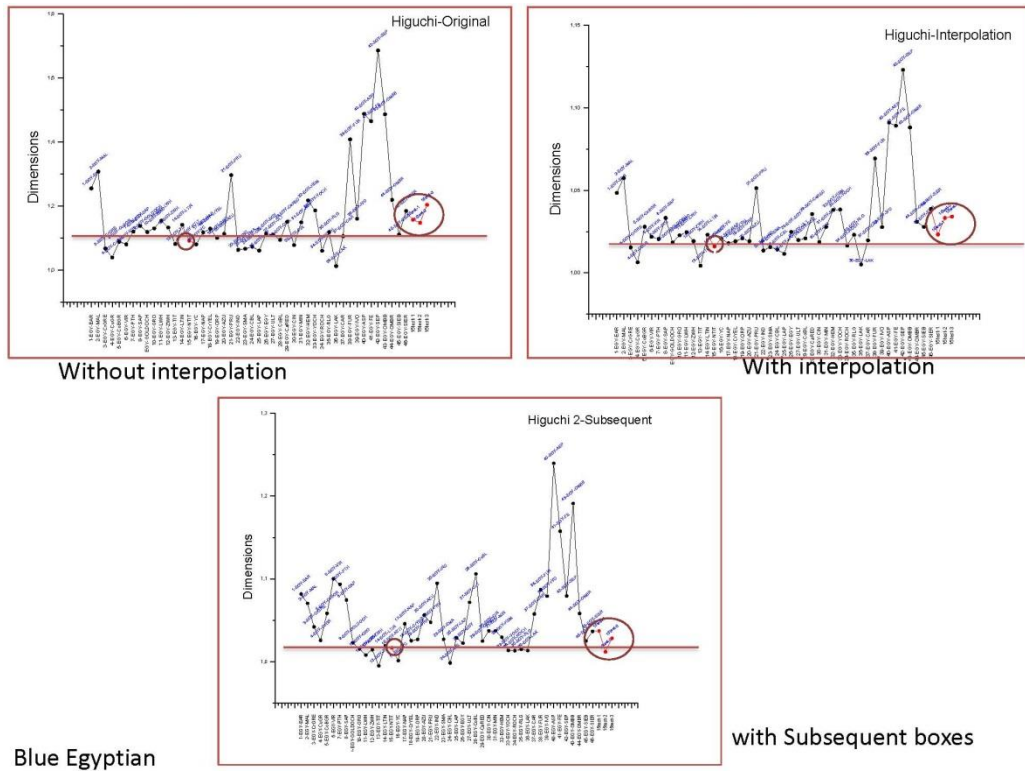
Σε κόκκινο πλαίσιο εμφανίζονται οι αλγόριθμοι που δίνουν θετικό αποτέλεσμα σε σχέση με τη θέση των τριών τεστ μεταξύ τους, αλλά και με το αντίστοιχο τους μετρηθέν, ενώ σε κόκκινα κυκλάκια εμφανίζεται η θέση τους κάθε φορά στα διαγράμματα. Το αριστερό κυκλάκι αφορά στο μετρηθέν και το δεξιά στα τρία τεστ για το καθένα. Στον άξονα X εμφανίζονται τα ονόματα για τα σαράντα πέντε (45) υποκείμενα χρώματα του κάθε γκρουπ μαζί με το μονό. Η οριζόντια κόκκινη γραμμή δείχνει ακριβώς το πόσο κοντά είναι όλα αυτά μαζί στον άξονα Y. Για λόγους συνοχής της μελέτης, ακολουθούν μόνο τα γραφήματα στα οποία τα τρία τεστ βρίσκονται αρκετά κοντά μεταξύ τους αλλά και με το αντίστοιχο τους μετρηθέν, όπως περιγράφονται και παρακάτω. Το σύνολο ωστόσο όλων των γραφημάτων που δημιουργήθηκαν για την κάθε μέθοδο, όσα δίνουν θετικό αποτέλεσμα αλλά και σε όσα τα τεστ και τα μετρηθέντα βρίσκονται αρκετά απομακρυσμένα μεταξύ τους, βρίσκονται στο

παράρτημα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V) σε σειρά για τα τρία γκρουπ και με την ανάλογη λεζάντα να εξηγεί την κάθε μέθοδο.

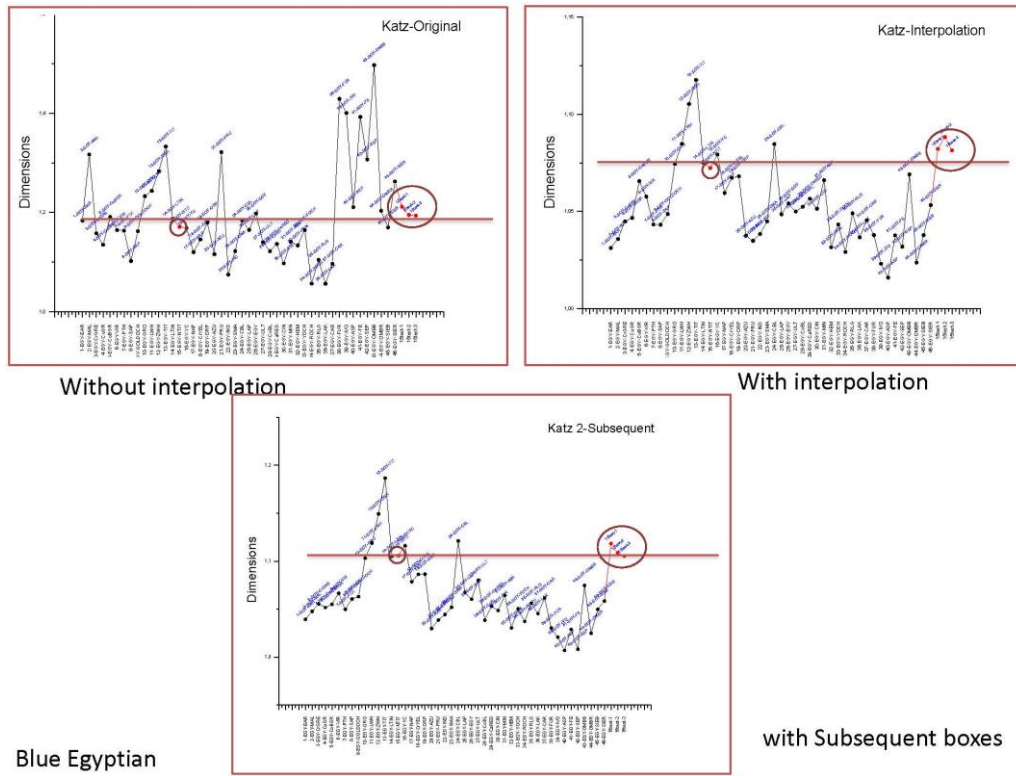
1^ο γκρουπ με το μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο χρώμα:



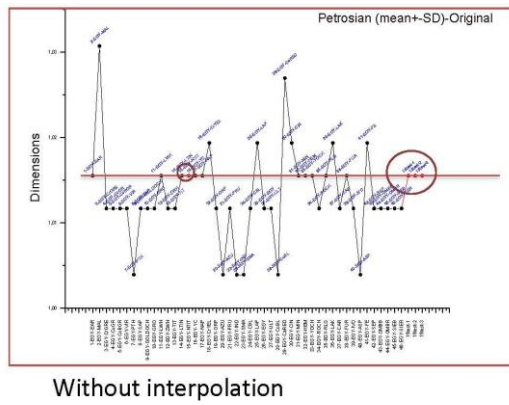
ΦΩΤΟ 3. 40: Allometric Scaling Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



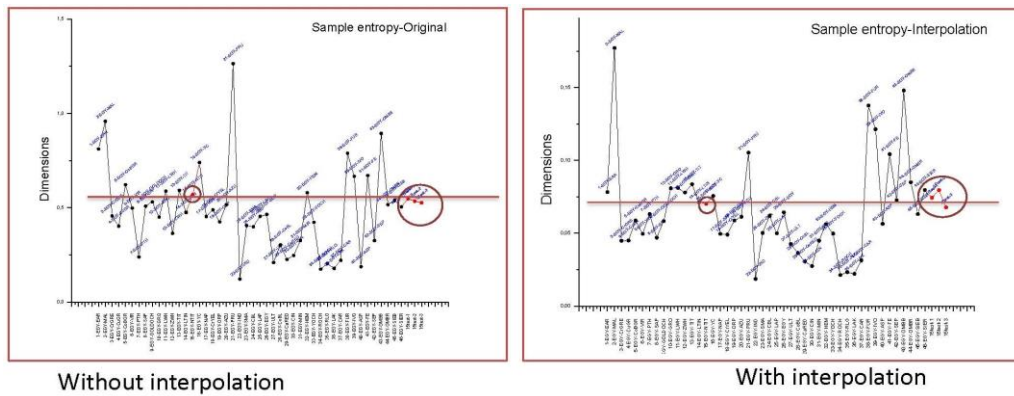
ΦΩΤΟ 3. 41: Higuchi Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



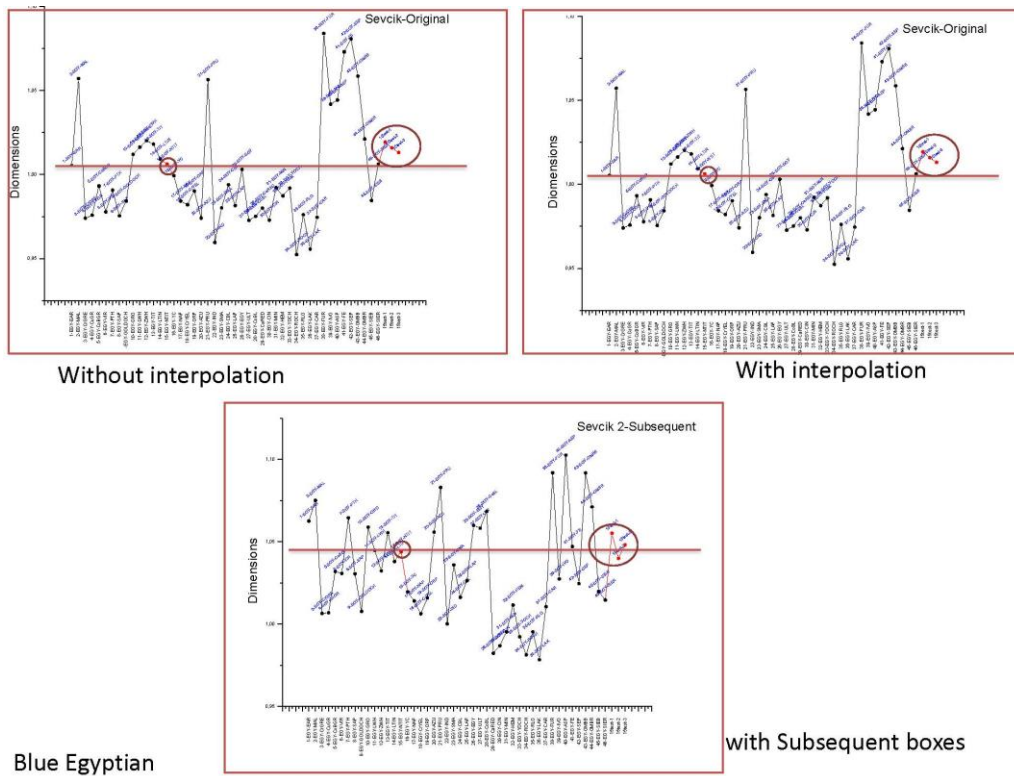
ΦΩΤΟ 3. 42: Katz Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



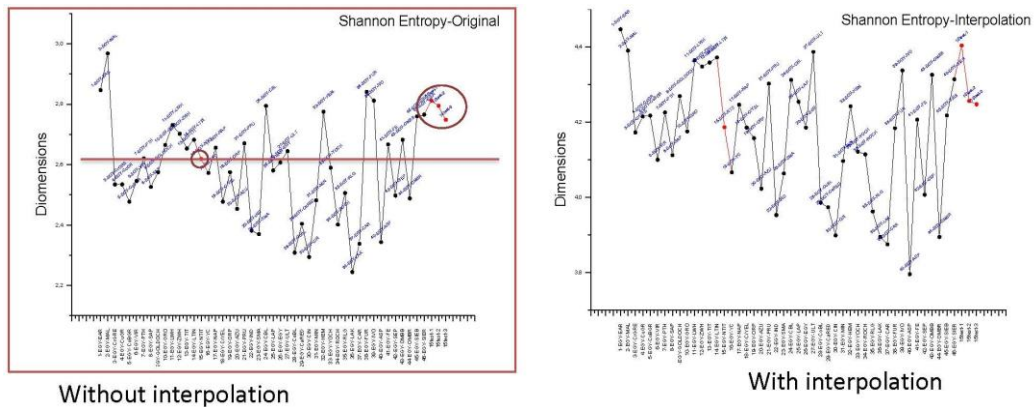
ΦΩΤΟ 3. 43: Petrosian Dimension στα πρωτότυπα φάσματα



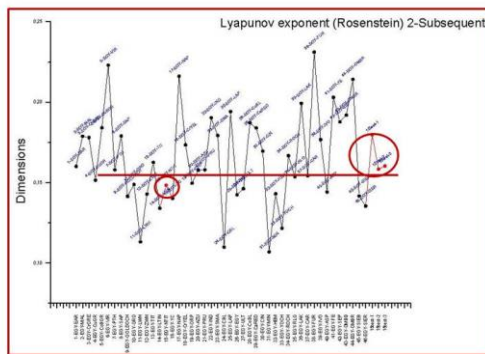
ΦΩΤΟ 3. 44: Sample Entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



ΦΩΤΟ 3. 45: S-Sevcik Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



ΦΩΤΟ 3. 46: Shannon Entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

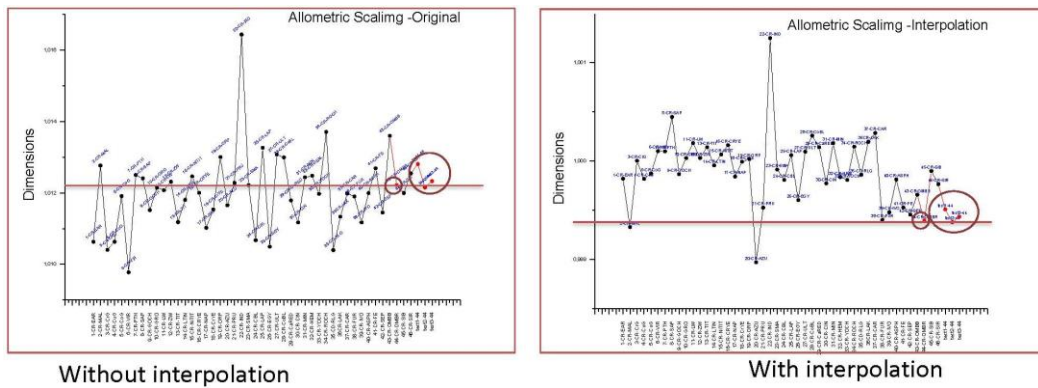


ΦΩΤΟ 3. 47: S-Lyapunov exponent στα φάσματα με subsequent boxes

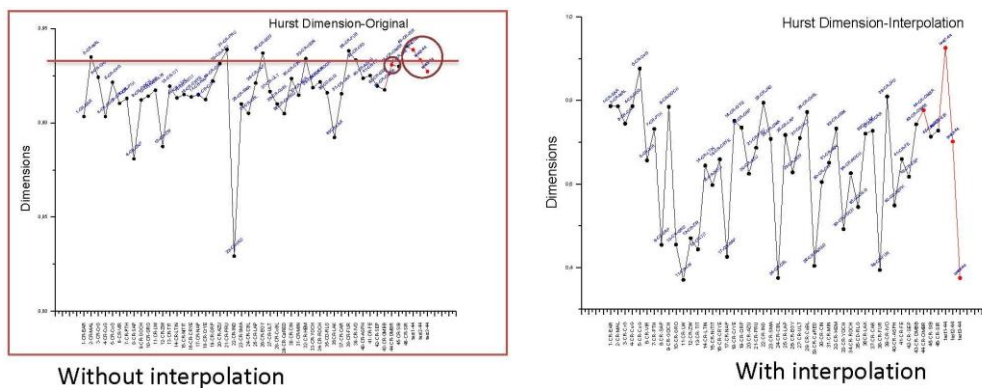
Στο γκρουπ με μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο χρώμα, στο Allometric Scaling Dimension (ΦΩΤΟ 3.40) στα πρωτότυπα φάσματα και σε αυτά με interpolation, τα 3 τεστ είναι πολύ κοντά μεταξύ τους αλλά πολύ κοντά και στο αντίστοιχο τους μετρηθέν. Στο Higuchi Dimension (ΦΩΤΟ 3.42) είναι πολύ κοντά τα 3 τεστ μεταξύ τους, αλλά είναι λίγο μακρύτερα από το αντίστοιχο τους μετρηθέν στα πρωτότυπα φάσματα και σε αυτά με το interpolation. Στα subsequent boxes, ωστόσο το 15-test2 είναι στην ίδια ευθεία με το μετρηθέν. Το αυτό ισχύει και στην περίπτωση του Katz Dimension (ΦΩΤΟ 3.42). Στην περίπτωση του Petrosian Dimension (ΦΩΤΟ 3.43) ταυτίζονται τα 3 τεστ με το μετρηθέν τους, αλλά η ομαδοποίηση είναι περίεργη, καθώς πολλά άλλα φάσματα ταυτίζονται μεταξύ τους. Πολύ κοντά τα τρία τεστ με το μετρηθέν εμφανίζονται και στην περίπτωση του Sample Entropy (ΦΩΤΟ 3.44) με την περίπτωση των πρωτότυπων φασμάτων λίγο καλύτερη από αυτή με

interpolation. Στην Sevcik Dimension (ΦΩΤΟ 3.45), τα πρωτότυπα φάσματα και τα interpolated είναι πολύ κοντά τα τρία τεστ, αλλά απομακρυσμένα από το μετρηθέν, το οποίο συμπίπτει με το 15-test2 στο subsequent boxes. Πολύ κοντά μεταξύ τους είναι τα τρία τεστ στο Shannon entropy (ΦΩΤΟ 3.46), αλλά πολύ μακριά από το μετρηθέν. Τέλος στο Lyapunov με subsequent boxes (ΦΩΤΟ 3.47), βρίσκονται αρκετά κοντά όλα εκτός του 15-test1.

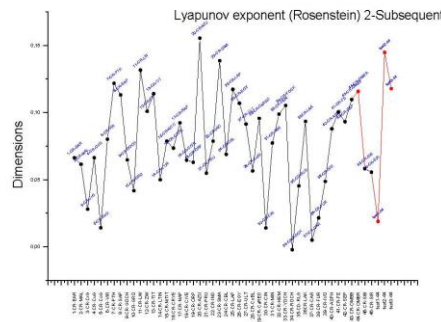
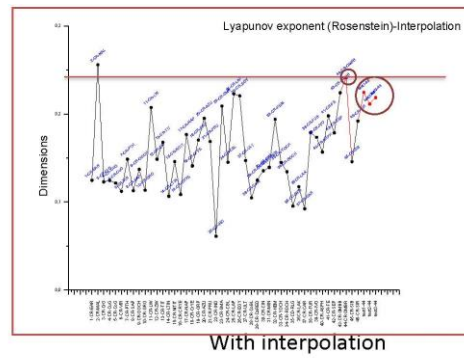
2^ο γκρουπ με το κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα:



ΦΩΤΟ 3. 48: Allometric Scaling Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

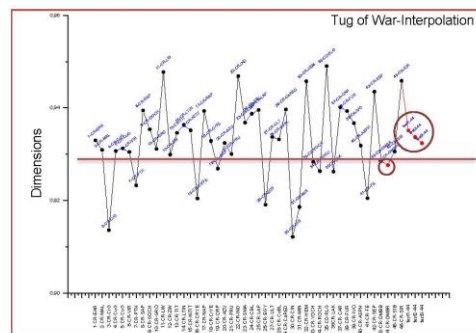
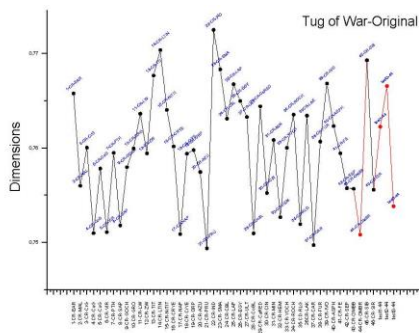


ΦΩΤΟ 3. 49: Hurst dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



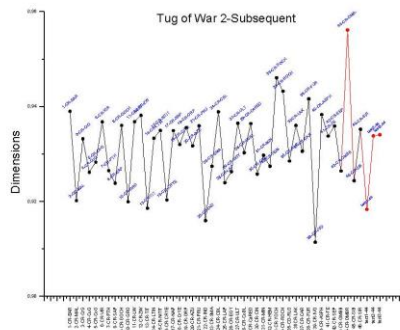
Red cad

ΦΩΤΟ 3. 50: Lyapunov exponent στα φάσματα με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



Without interpolation

With interpolation

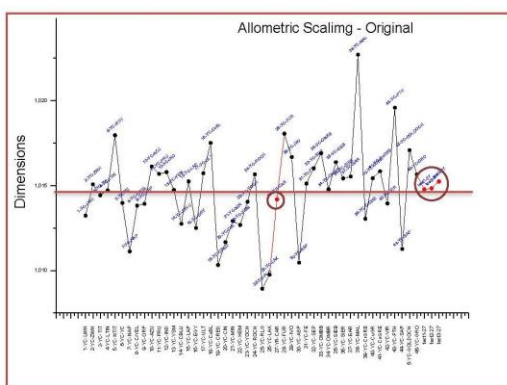


Red cad

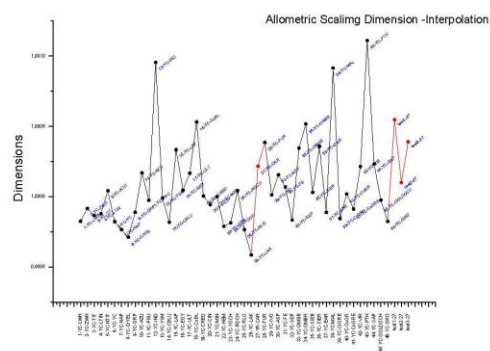
ΦΩΤΟ 3. 51: Tug of war dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

Στο δεύτερο γκρουπ με το κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα, στο Allometric Scaling Dimension (ΦΩΤΟ 3.48) είναι αρκετά κοντά τα τρία τεστ και το αντίστοιχο μετρηθέν. Το αυτό και στο Hurst dimension στα πρωτότυπα φάσματα (ΦΩΤΟ 3.49-αριστερό γράφημα), αλλά και στο Lyapunov exponent στο interpolated (ΦΩΤΟ 3.50-δεξί γράφημα). Στο Tug of war dimension στο interpolated (ΦΩΤΟ 3.51- δεξί γράφημα) τα τρία τεστ είναι πολύ κοντά μεταξύ τους, αλλά αρκετά μακριά από το μετρηθέν.

3^ο γκρουπ με το κίτρινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα:

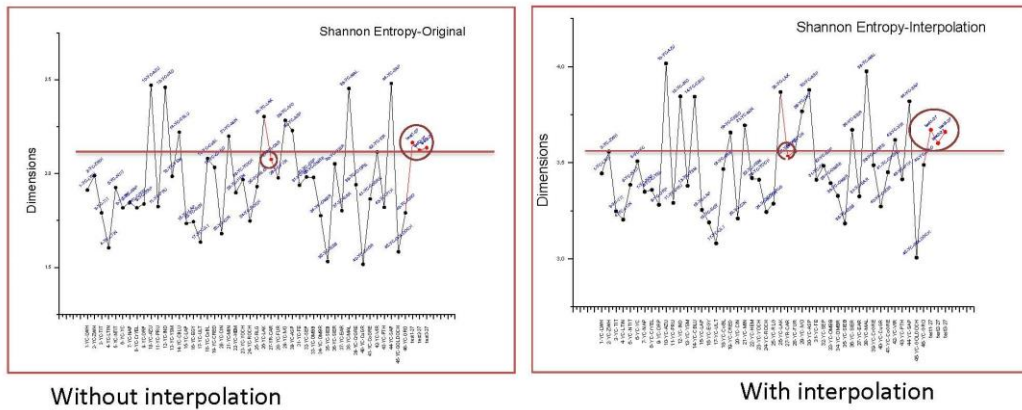


Without interpolation

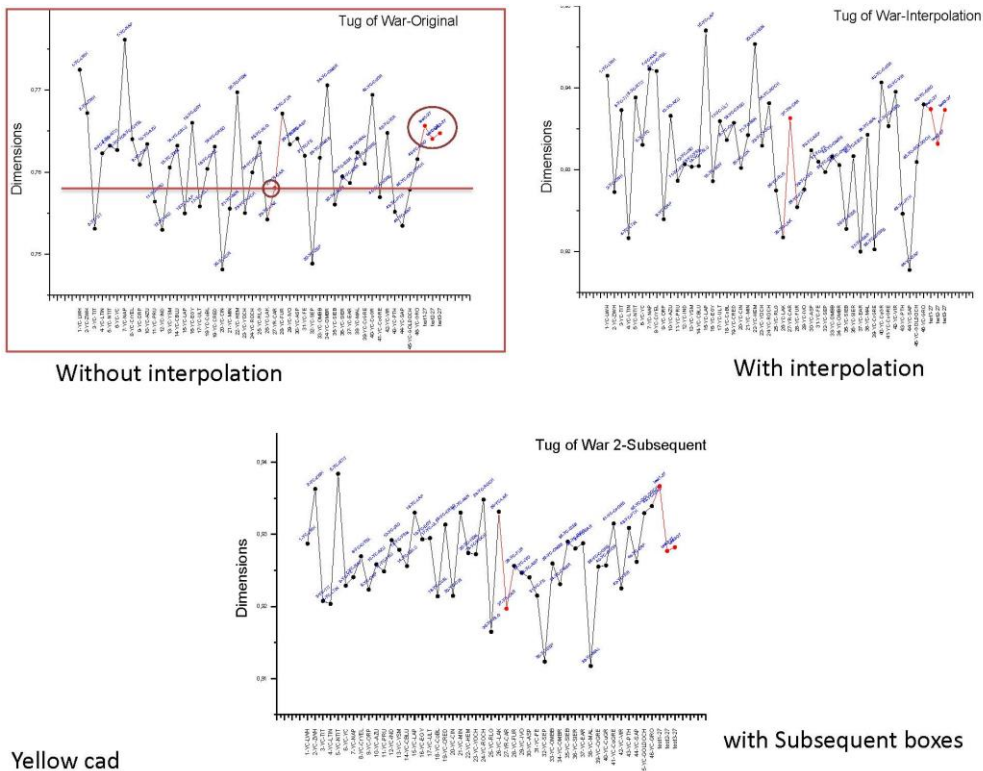


With interpolation

ΦΩΤΟ 3. 52: Allometric στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



ΦΩΤΟ 3. 53: Shannon entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



ΦΩΤΟ 3. 54: Tug of war στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

Στο τρίτο γκρουπ με το κίτρινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα, στο Allometric Scaling Dimension (ΦΩΤΟ 3.52-αριστερό γράφημα) στα πρωτότυπα φάσματα, τα τρία τεστ είναι κοντά μεταξύ τους, αλλά λίγο απομακρυσμένα από το μετρηθέν. Το αυτό και στο Shannon Entropy (ΦΩΤΟ

3.53). Στο Tug of War dimension στα πρωτότυπα φάσματα (ΦΩΤΟ 3.54-αριστερό γράφημα) τέλος, είναι επίσης κοντά τα τρία τεστ, ωστόσο πάρα πολύ μακριά από το μετρηθέν.

Είναι προφανές ότι στις περισσότερες από τις μεθόδους, υπάρχει αρκετά μεγάλη απόκλιση στις περισσότερες διαστάσεις ανάμεσα στα τρία τεστ και στο αντίστοιχο τους μετρηθέν. Επίσης δεν υπάρχει κάποια από τις παραπάνω διαστάσεις Φράκταλ, Εντροπίας και Πολυπλοκότητας που δουλεύει και για τις τρεις περιπτώσεις των γκρουπ. Μόνο σε μία περίπτωση, αυτή του Allometric Scaling Dimension, ωστόσο είναι απομακρυσμένα τα τρία τεστ από το αντίστοιχο μετρηθέν, ενώ σε κάποιο επόμενο τεστ χρωμάτων θα μπορούσε να μη δουλέψει.

3.2 Ομαδοποιήσεις χρωμάτων

Πραγματοποιήθηκε μελέτη στη συνέχεια, για το σύνολο των μετρήσεων που αφορούν στα 2070 τετράγωνα με μονό ή διπλό χρώμα. Για διευκόλυνση της μελέτης, χωρίστηκε το πλήθος των δεδομένων σε σαράντα πέντε (45) ομάδες, που η καθεμία περιλαμβάνει ως κοινό χρώμα το υπερκείμενο και το σύνολο των σαράντα πέντε (45) χρωστικών ως υποκείμενο, καθώς και το μονό απευθείας στην προετοιμασία.

Η διαδικασία της μελέτης αφορά στην ομαδοποίηση με ιεραρχική συσταδοποίηση (Hierarchical Clusters) των δεδομένων παρατηρήσεων και δη με δένδρογράμματα, αφού προέκυψε από το κεφάλαιο 3.1 ότι είναι μέθοδος, που δίνει θετικά αποτελέσματα και συγκεκριμένα με τις μεθόδους Average, Complete και Ward Linkage. Η παρατήρηση πραγματοποιήθηκε για τρεις ομαδοποιήσεις στην κάθε μέθοδο, χάριν ομοιομορφίας, ταυτόχρονα όμως η μελέτη περιλαμβάνει και τις υποομάδες που σχηματίζονται, ώστε να προκύψουν οι ομοιογενείς παρατηρήσεις μέσα σε κάθε ομάδα, που θα προσδώσουν μια επιτυχημένη ανάλυση. Δημιουργούνται έτσι οι ομάδες που προκύπτουν κοινές σε όλες τις μεθόδους για την κάθε περίπτωση και

αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο (βλ. κεφ 4) που αφορά στα συμπεράσματα, οι οποίες μας δείχνουν τελικά τον τρόπο που επηρεάζονται τα φάσματα των χρωστικών όταν αλλάζει το υποκείμενο χρώμα και ποια φάσματα ομαδοποιούνται μεταξύ τους. Ταυτόχρονα καταγράφονται τα φάσματα ή οι ομάδες των φασμάτων των χρωμάτων που ξεχωρίζουν και αποτελούν ακραίες τιμές για το κάθε υπερκείμενο χρώμα από τα σαράντα πέντε (45) που χρησιμοποιήθηκαν.

3.2.1 Λευκές χρωστικές

Οι λευκές χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή είναι τρεις. Το λευκό του Μολύβδου, του λευκό του Ψευδαργύρου και το λευκό του Τιτανίου. Μια πρώτη οπτική παρατήρηση στη ΦΩΤΟ 3.55, δείχνει μεγαλύτερη διαφάνεια στα δύο πρώτα λευκά, Μολύβδου και Ψευδαργύρου, αφού φαίνονται ξεκάθαρα τα πέντε (5) προσχέδια στο καθένα, ενώ το λευκό του Τιτανίου παρουσιάζει αρκετή καλυπτικότητα.

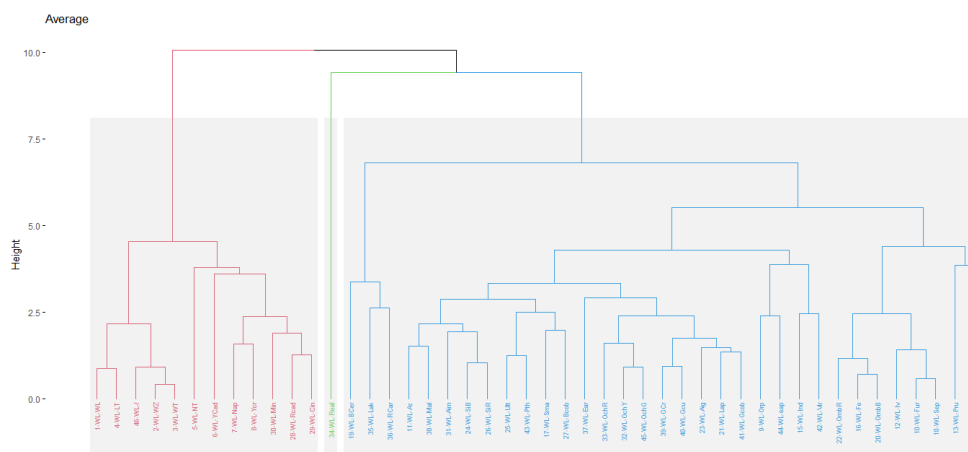


ΦΩΤΟ 3. 55: οι λευκές χρωστικές με σειρά όπως χωρίζονται όπως προαναφέρθηκε από διπλή γραμμή : λευκό του Μολύβδου, λευκό του Ψευδαργύρου και λευκό του Τιτανίου

Λευκό του Μολύβδου:

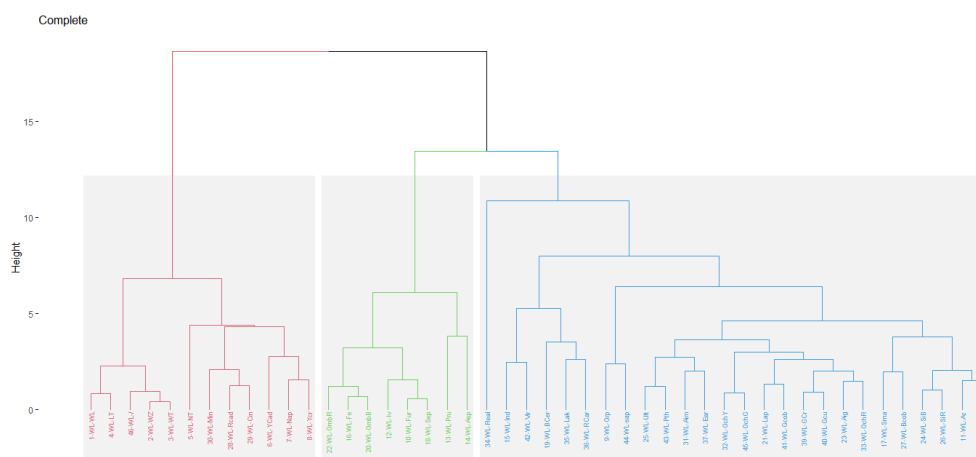
Η Average Linkage εμφανίζει δύο μεγάλες ομάδες, όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.56, από τις οποίες η πρώτη (με κόκκινο χρώμα), ομαδοποιεί τα λευκά με το μονό και το κίτρινο Lead Tin και αυτά με τα κόκκινα Καδμίου, Κιννάβαρι και Μίνιο και τα κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης, Καδμίου και ακραίο το Νικελίου Τιτανίου. Η επόμενη ομάδα (με μπλε χρώμα), περιλαμβάνει σε ξεχωριστή θέση το κόκκινο Realgar (με πράσινο χρώμα), παρουσιάζει μεγάλη διαφοροποίηση, για τα κόκκινα Καρμίνια και Λάκα αλλά και το μπλε Cerulean. Εν συνεχεία, χωρίζονται σε δύο υποομάδες τα υπόλοιπα χρώματα. Στη μία εμφανίζονται τα καφέ, όμπρες και μαύρα, με ακραίο το Ασφάλτου μαζί με το μπλε Πρωσίας. Η

δεύτερη υποομάδα ξεχωρίζει τα πράσινα Sap και Viridian, κίτρινο Orpiment και μπλε Ινδικό. Τέλος ομαδοποιούνται τα πράσινο Κοβαλτίου, Χαλκού, Χρωμίου, με μπλε Αιγυπτιακό, Λαζούρι και τις ώχρες και ακραίο το πράσινο Γης και αυτά μαζί με τα μπλε Κοβαλτίου, Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη. Φθαλικό πράσινο, αλλά και σιένες, πράσινο Μαλαχίτη, μπλε Αζουρίτη και κόκκινο Αιματίτη.



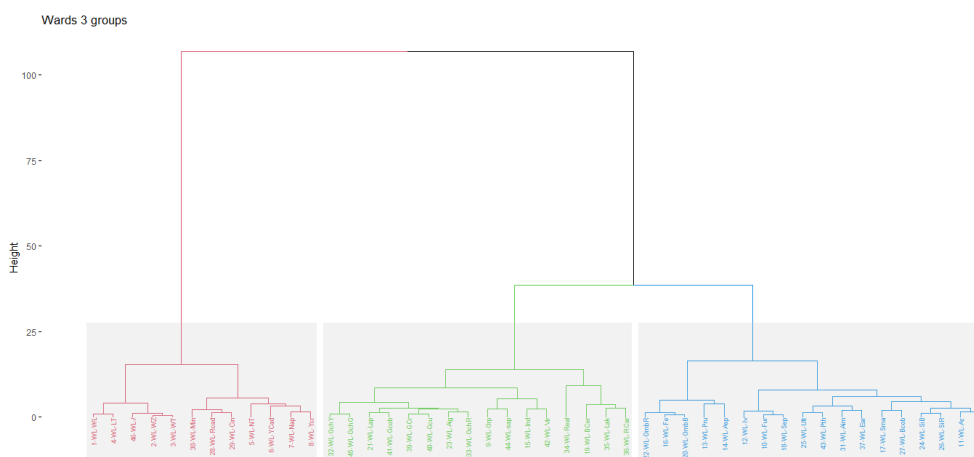
ΦΩΤΟ 3. 56: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Μολύβδου

Στη ΦΩΤΟ 3.57 παρουσιάζονται οι ομαδοποιήσεις που δίνει η Complete Linkage, που χωρίζει τα χρώματα σε δύο μεγάλες ομάδες, από τις οποίες η μία (με κόκκινο χρώμα), περιλαμβάνει, τα τρία λευκά με το κίτρινο Lead Tin και το μονό και αυτά με τα κόκκινα Καδμίου, Κιννάβαρι και Μίνιο και τα κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης, Καδμίου και Νικελίου Τιτανίου. Στην επόμενη ομάδα (μπλε και πράσινο χρώμα) ξεχωρίζουν (με πράσινο χρώμα) τα καφέ, οι όμπρες ωμή και ψημένη, καθώς και τα μαύρα, με ακραίο αυτό της Ασφάλτου μαζί με το μπλε Πρωσίας, ενώ η υπόλοιπη ομάδα (με μπλε χρώμα) παρουσιάζει ως ακραία τιμή το κόκκινο Realgar. Αυτή ξεχωρίζει τα κόκκινη Καρμίνη, Λάκα, πράσινο Viridian, μπλε Ινδικό και Cerulean και περιλαμβάνει τις ώχρες, το μπλε Αιγυπτιακό και Λαζούρι, τα πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, Κοβαλτίου, αλλά και τα πράσινα Γης, Φθαλικό, μπλε Ουλτραμαρίνη και κόκκινο Αιματίτη και όλα αυτά, μαζί με τα πράσινο Μαλαχίτη, μπλε Αζουρίτη, Κοβαλτίου και Σμάλτο και σιένες και ακραίες τιμές σε όλα τα κίτρινο Orpiment και πράσινο Sap.



ΦΩΤΟ 3. 57: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Μολύβδου

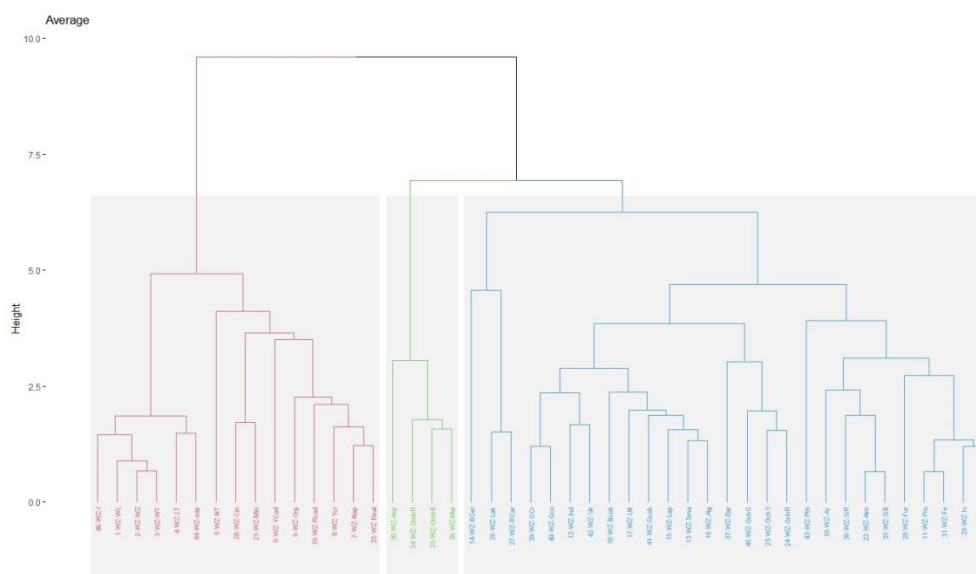
Η Ward linkage στη ΦΩΤΟ 3.58, χωρίζει στη μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) τα λευκά, το μονό και το κίτρινο Lead Tin, μαζί με τα κίτρινα Χρωμίου, Καδμίου, Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου και τα κόκκινα Καδμίου, Κιννάβαρι και Μίνιο. Στη συνέχεια ομαδοποιούνται σε δύο υποομάδες τα υπόλοιπα χρώματα. Η μία (με πράσινο χρώμα) αφορά στις ώχρες, μπλε Λαζούρι, Αιγυπτιακό και πράσινα Κοβαλτίου, Χρωμίου Χαλκού, αλλά και τα κίτρινα Orpiment, πράσινα Sap και Viridian και μπλε Ινδικό και αυτά μαζί με τα κόκκινα Καρμίνη, Λάκα, μπλε Cerulean και ακραίο το κόκκινο Realgar. Η άλλη υποομάδα (με μπλε χρώμα) ωστόσο, χωρίζει το καφέ Σιδήρου και τις όμπρες με ακραία το μαύρο Ασφάλτου και το μπλε Πρωσίας, ενώ στα υπόλοιπα ξεχωρίζουν τα μαύρα Ivory και Φούρνου με το καφέ Σέπια, που ομαδοποιούνται με τα πράσινα Μαλαχίτη, μπλε Αζουρίτη, Κοβαλτίου και Σμάλτο, τις σιένες και αυτά με τα πράσινα Γης, Φθαλικό, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Ουλτραμαρίνη.



ΦΩΤΟ 3. 58: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Μολύβδου

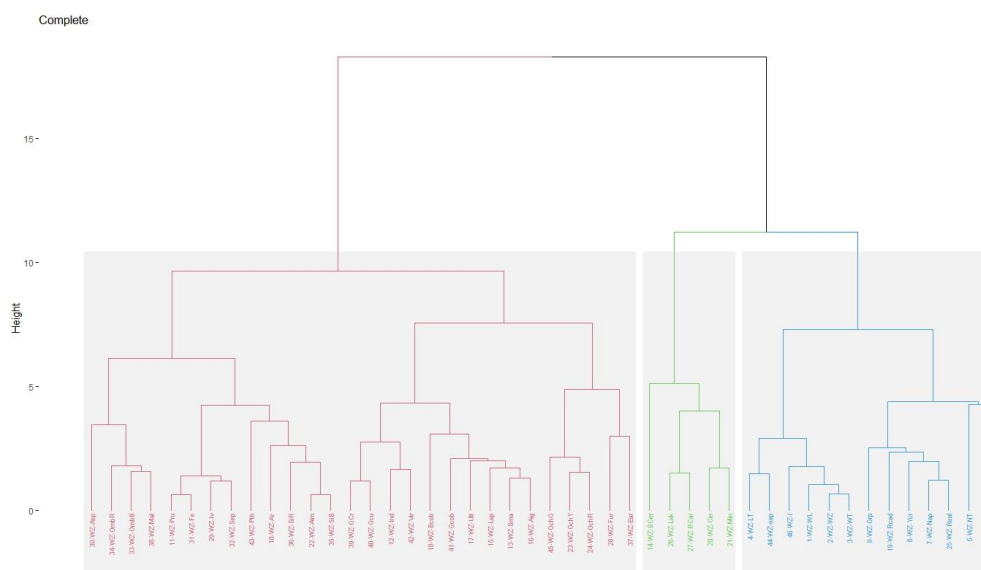
Λευκό του Ψευδαργύρου:

Οι ομαδοποιήσεις με υπερκείμενο το λευκό Ψευδαργύρου για τη μέθοδο Average linkage, δίνουν όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.59, μια ιδιαίτερη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), την οποία αποτελούν τα τρία λευκά μαζί με το μονό χρώμα, τα πράσινο Sap και το κίτρινο Lead Tin ως μία υποομάδα και τα κόκκινα Κιννάβαρι με Μίνιο, Καδμίου και Realgar, τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Καδμίου, Orpiment και Νάπολης και ακραία τιμή το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Η επόμενη ομάδα (με πράσινο χρώμα) ξεχωρίζει τις δύο όμπρες, το Μαλαχίτη και το μαύρο Ασφάλτου και όλα τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται (με μπλε χρώμα) με ιδιαίτερα το μπλε Cerulean και τα κόκκινα Λάκα και Καρμίνα σε δύο υποομάδες. Η μία με ακραίο το πράσινο Φθαλικό, περιλαμβάνει τα καφέ, μαύρα Inogy και Φούρνου και μπλε Πρωσίας και τα μπλε Αζουρίτη, σιένες και κόκκινο Αιματίτη. Η τελευταία ομαδοποίηση ξεχωρίζει τις ώχρες και πράσινο Γης και ομαδοποιεί τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Λαζούρι, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου και πράσινο Κοβαλτίου, μαζί με τα πράσινο Viridian, Χαλκού, Χρωμίου και μπλε Ινδικό.



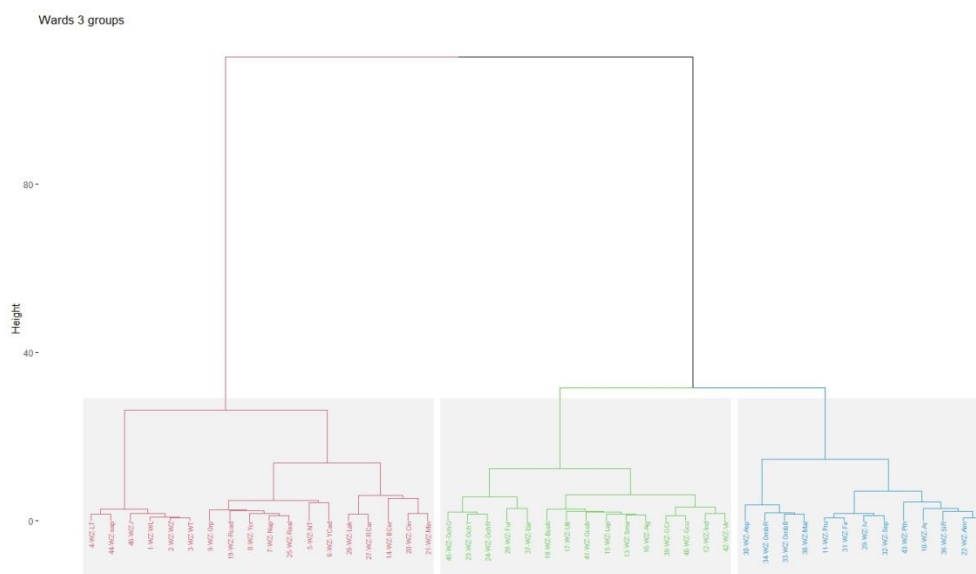
ΦΩΤΟ 3. 59: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Ψευδαργύρου

Η μέθοδος Complete στη ΦΩΤΟ 3.60, δίνει δύο γενικές ομαδοποιήσεις, από τις οποίες η μία (με πράσινο χρώμα), χωρίζει σε δύο υποομάδες τα κόκκινα Λάκα, Καρμίνια, Κιννάβαρι και Μίνιο, με ακραίο το μπλε Cerulean και η άλλη (με μπλε χρώμα) τα λευκά με το μονό, το πράσινο Sap και τον κίτρινο Lead Tin και αυτά με τα κίτρινα αρσενικού, Χρωμίου, Νάπολης και κόκκινα αρσενικού και Καδμίου, με ακραίες τιμές τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Καδμίου. Η δεύτερη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), χωρίζει σε δύο μεγάλες υποομάδες τα χρώματα. Η μία περιλαμβάνει τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Λαζούρι, Ουλτραμαρίνη και Κοβαλτίου μπλε και πράσινο και αυτά μαζί με τα ώχρες και τα μαύρο Φούρνου με πράσινο Γης. Η δεύτερη υποομάδα ξεχωρίζει τις όμπρες με μαύρο Ασφάλτου και πράσινο Μαλαχίτη και ομαδοποιεί τα σιένες, κόκκινο Αιματίτη, μπλε Αζουρίτη και πράσινο Φθαλικό και αυτά με τα καφέ, μπλε Πρωσίας και μαύρο Ivory.



ΦΩΤΟ 3. 60: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Ψευδαργύρου

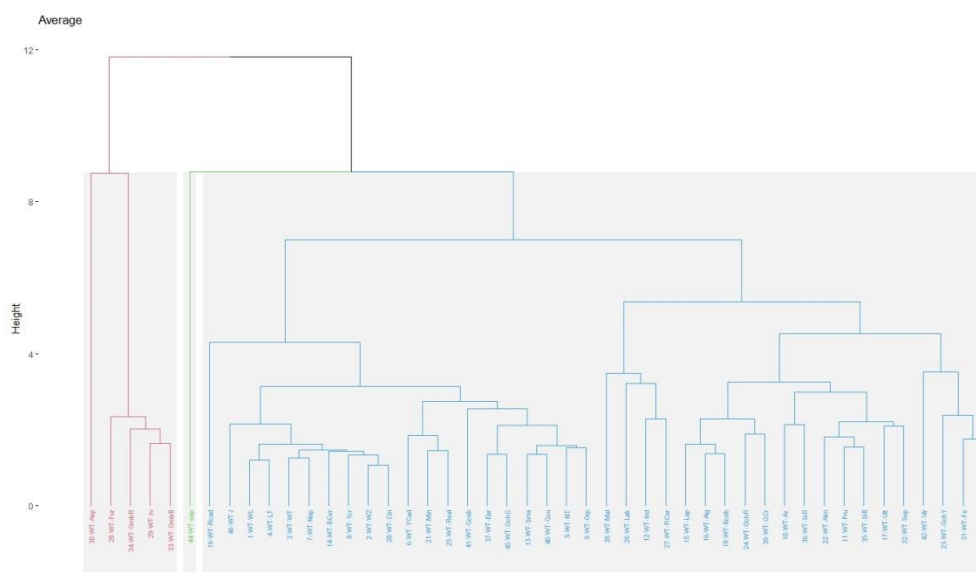
Η μέθοδος στη ΦΩΤΟ 3.61, παρουσιάζει τις ομαδοποιήσεις της Ward linkage. Συγκεκριμένα χωρίζει σε δύο μεγάλες ομάδες τα χρώματα και καθεμία σε δύο υποομάδες. Η μία (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει τα λευκά με το μονό και αυτά με το κίτρινο Lead Tin και το πράσινο Sap. Αυτά ομαδοποιούνται με τη δεύτερη υποομάδα, που περιλαμβάνει τα κόκκινα Λάκα, Καρμίνα μαζί με το μπλε Cerulean και τα κόκκινα Κιννάβαρι και Μίνιο, αλλά και τα κίτρινα αρσενικού, Χρωμίου, Νάπολης και κόκκινα αρσενικού και Καδμίου και ακραίες τιμές κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Καδμίου. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα χωρίζει αρχικά (με μπλε χρώμα) τις σιένες, μπλε Αζουρίτη, πράσινο Φθαλικό και κόκκινο Αιματίτη, αλλά και τα καφέ, μαύρο Ivory και μπλε Πρωσίας και όλα αυτά με τις όμπρες, μαύρο Ασφάλτου και πράσινο Μαλαχίτη. Η τελευταία υποομάδα (με πράσινο χρώμα), αφορά στις ώχρες, με μαύρο Φούννου και πράσινο Γης από τη μία και από την άλλη ξεχωρίζει τα πράσινα Viridian, Χαλκού, Χρωμίου και μπλε Ινδικό, από τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Λαζούρι, Ουλτραμαρίνη και το Κοβαλτίου μπλε και πράσινο.



ΦΩΤΟ 3. 61: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Ψευδαργύρου

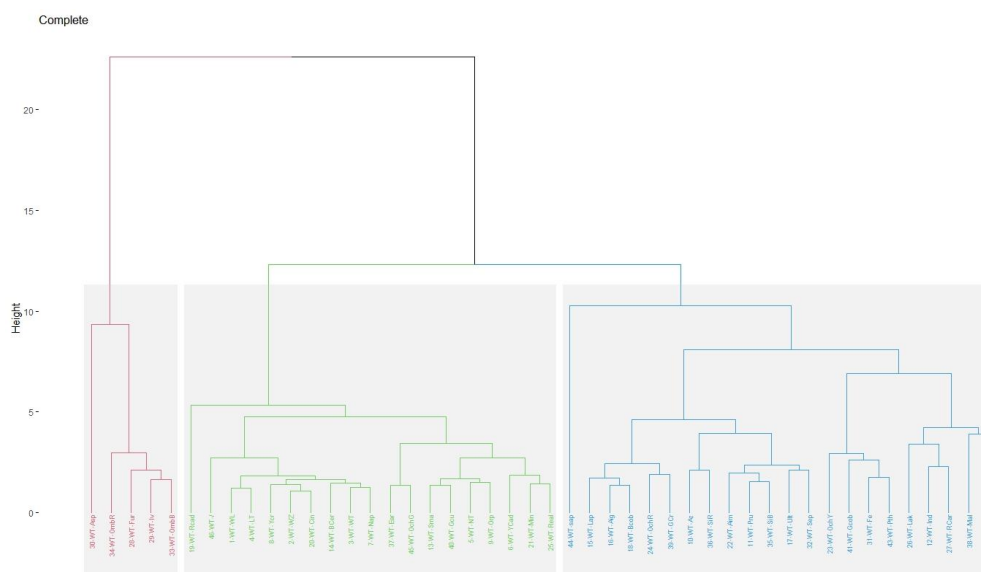
Λευκό του Τιτανίου:

Η Average linkage στη ΦΩΤΟ 3.62, τοποθετεί για το γκρουπ με υπερκείμενο το λευκό Τιτανίου, χωριστά μια ομάδα (με κόκκινο χρώμα) με τα μαύρα και τις όμπρες, με ακραία τιμή το μαύρο Ασφάλτου. Η άλλη ομάδα ξεχωρίζει το φάσμα για το πράσινο Sap (με πράσινο χρώμα) και ομαδοποιεί (με μπλε χρώμα) σε δύο υποομάδες, εκ της οποίας η μία με ακραία τιμή το κόκκινο Καδμίου, περιλαμβάνει τα λευκά, με το μονό, τα κίτρινα Lead Tin, Νάπολης, Χρωμίου, με το μπλε Cerulean και κόκκινο Κιννάβαρι, αλλά και τα Σμάλτο, πράσινο Γης, Χαλκού και Κοβαλτίου με χρυσή Ώχρα και κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και αρσενικού. Η άλλη ομάδα με τα πράσινα Μαλαχίτης, κόκκινη Λάκα, Καρμίνια και μπλε Ινδικό ως ιδιαίτερη υποομάδα, περιλαμβάνει τα καφέ Σιδήρου, πράσινο Φθαλικό και Viridian και κίτρινη Ώχρα, αλλά και τα καφέ Σέπια, μπλε Ουλτραμαρίνη, Αζουρίτη, Πρωσίας, σιένες, κόκκινο Αιματίτη, μαζί με τα πράσινο Χρωμίου, Ώχρα κόκκινη και μπλε Λαζούρι, Αιγυπτιακό και Κοβαλτίου.



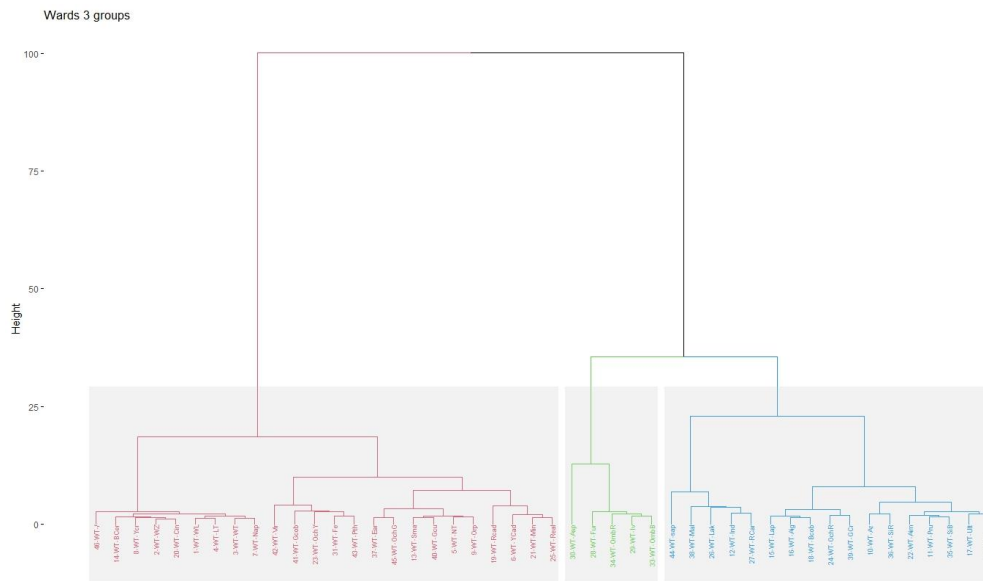
ΦΩΤΟ 3. 62: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Τιτανίου

Η μέθοδος Complete linkage που φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.63, χωρίζει σε μια ομάδα (με κόκκινο χρώμα) πάλι τις όμπρες με τα μαύρα και ακραία τιμή αυτό της Ασφάλτου. Η επόμενη μεγάλη ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Η μία (με πράσινο χρώμα) με ακραία τιμή το κόκκινο Καδμίου, περιλαμβάνει τα λευκά, τα κίτρινα Lead Tin, Χρωμίου και Νάπολης, με μπλε Cerulean και κόκκινη κινάβαρι και ακραίο το μονό και αυτά μαζί με κόκκινο Realgar, Μίνιο, κίτρινο Καδμίου, Νικελίου Τιτανίου, Orpiment, πράσινο Χαλκού και μπλε Σμάλτο και ακραία τα πράσινο Γης και χρυσή Ώχρα. Η δεύτερη (με μπλε χρώμα), έχει ακραία τιμή το πράσινο Sap και περιλαμβάνει δύο μικρότερες ομαδοποιήσεις. Τη μία με τα μπλε Λαζούρι, Αιγυπτιακό, Κοβαλτίου, κόκκινη Ώχρα, πράσινο Χρωμίου και αυτά με καφέ Σέπια, σιένες, μπλε Ουλτραμαρίνη, Πρωσίας και Αζουρίτη και την τελευταία με τα πράσινα Φθαλικό, Κοβαλτίου και καφέ Σιδήρου και ακραία την κίτρινη Ώχρα και αυτά με τα κόκκινη Λάκα και Καρμίνη, μπλε Ινδικό και πράσινα Μαλαχίτη και Viridian.



ΦΩΤΟ 3. 63: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Τιτανίου

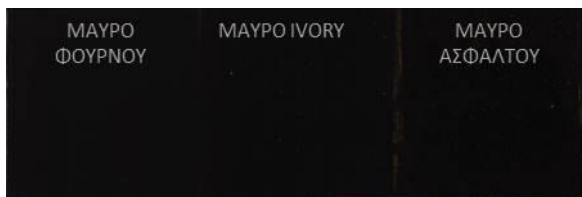
Ιδιαίτερη συμπεριφορά παρουσιάζουν οι όμπρες και τα μαύρα με ακραίο το Ασφάλτου, αλλά ως υποομάδα (με πράσινο χρώμα) της μίας εκ των δύο μεγάλων αρχικών ομάδων για τη μέθοδο Ward linkage που φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.64. Η δεύτερη υποομάδα της (με μπλε χρώμα), αφορά σε δύο μικρότερες, όπου η μία με ακραία τιμή το πράσινο Sar, περιλαμβάνει τα κόκκινα Καρμίνια, Λάκα, το μπλε Ινδικό και τον πράσινο Μαλαχίτη. Η άλλη ομαδοποιεί τα καφέ Σέπια, σιένες, μπλε Ουλτραμαρίνη, Πρωσικό και Αζουρίτη, κόκκινο Αιματίτη και αυτά με πράσινο Χρωμίου, κόκκινη Ώγρα, μπλε Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό και Λαζούρι. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) εν συνεχεία, χωρίζεται σε δύο υποομάδες, με τη μία να περιλαμβάνει τα λευκά, τα κίτρινα Νάπολης, Lead Tin και Χρωμίου με κόκκινη Κιννάβαρι κα μπλε Cerulean και η άλλη τη χρυσή Ώγρα, τα πράσινα Χαλκού, μπλε Σμάλτο και κίτρινα Orpiment και Νικελίου Τιτανίου, καθώς και τα κόκκινα Realgar, Μίνιο και κόκκινο και κίτρινο Καδμίου και όλα αυτά με κίτρινη Ώγρα, καφέ Σιδήρου και πράσινα Φθαλικό, Κοβαλτίου και ακραίο το Viridian.



ΦΩΤΟ 3. 64: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το λευκό Τιτανίου

3.2.2 Μαύρες χρωστικές

Οι μαύρες χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν (ΦΩΤΟ 3.65) είναι τρεις, του Φούρνου, της Ασφάλτου και το Ivory. Στην οπτική τους παρατήρηση δεν εμφανίζουν καμία διαφορά σε διαφάνεια ή καλυπτικότητα.

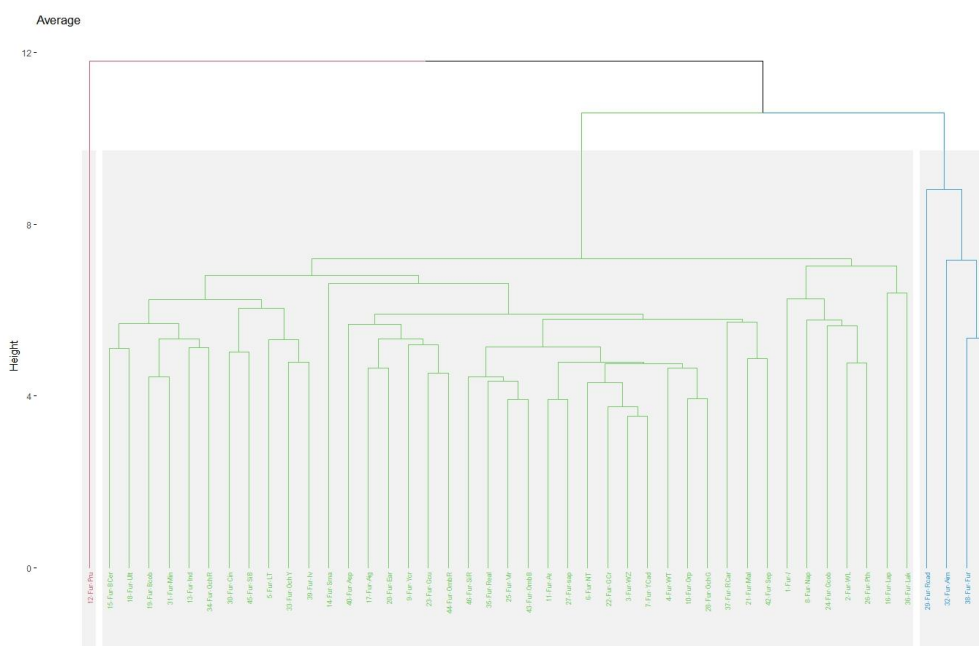


ΦΩΤΟ 3. 65: οι μαύρες χρωστικές με σειρά όπως εμφανίζονται από αριστερά προς τα δεξιά : μαύρο του Φούρνου, μαύρο Ivory και μαύρο Ασφάλτου

Μαύρο Φούρνου:

Ιδιαίτερη θέση στις ομαδοποιήσεις για τη μέθοδο Average linkage στο γκρουπ με υπερκείμενο χρώμα το μαύρο Φούρνου, όπως φαίνεται στην ΦΩΤΟ 3.66, εμφανίζει το Πρωσικό μπλε (με κόκκινο χρώμα). Στη συνέχεια ξεχωρίζουν (με μπλε χρώμα) τα μαύρο Φούρνου, καφέ Σιδήρου, κόκκινος Αιματίτης και

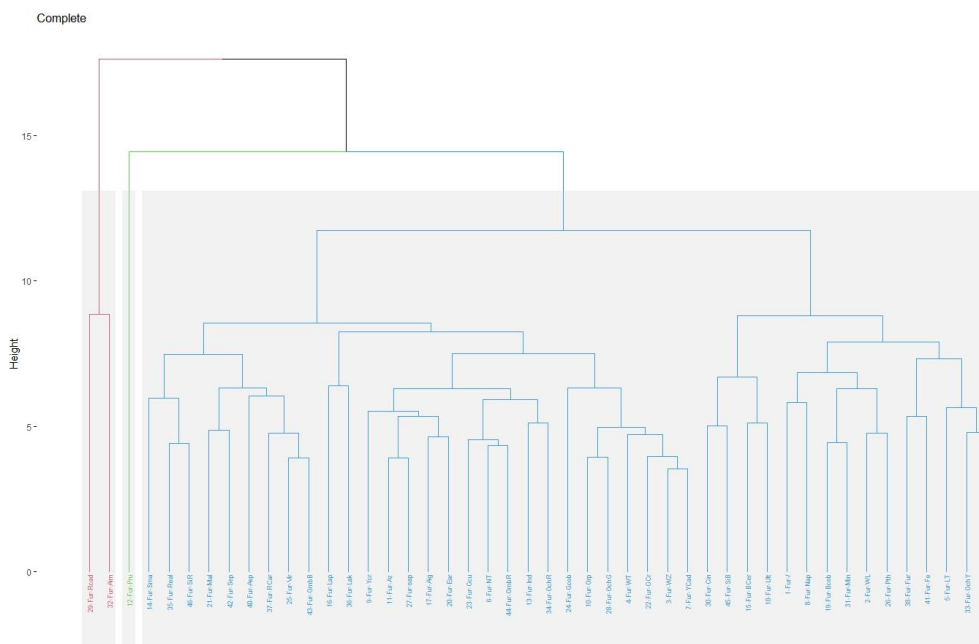
Καδμίου. Από τα υπόλοιπα χρώματα (με πράσινο χρώμα), ξεχωρίζουν τα κίτρινο Νάπολης, πράσινο Κοβαλτίου και Φθαλικό, λευκό Μολύβδου, ακραίο το μονό και αυτά με μπλε Λαζούρι και κόκκινη Λάκα. Δύο ομαδοποιήσεις ακολουθούν, με τη μία να περιλαμβάνει τα μαύρο Ivory, κίτρινο Lead Tin, Σιένα Ψημένη, κόκκινο Κιννάβαρι και αυτά με κόκκινη Ώχρα, μπλε Ινδικό, Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη, Cerulean και κόκκινο Μίνιο. Η τελευταία ομάδα με ακραία τιμή το μπλε Σμάλτο, ξεχωρίζει την Ωμή Όμπρα, πράσινο Χαλκού και Γης, κίτρινο Χρωμίου, μπλε Αιγυπτιακό και ακραίο το μαύρο Ασφάλτου και ομαδοποιεί τα χρυσή Ώχρα, κίτρινο Ocriment, λευκό Τιτανίου, κίτρινο Καδμίου και Νικελίου Τιτανίου, λευκό Ψευδαργύρου, πράσινο Χρωμίου, Sap, μπλε Αζουρίτη αλλά και τα Όμπρα Ψημένη, πράσινο Viridian, κόκκινο Realgar και Σιένα Ωμή και όλα αυτά με καφέ Σέπια, πράσινο Μαλαχίτη και κόκκινη Καρμίνη.



ΦΩΤΟ 3. 66: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Φούρνο

Η Complete linkage όπως δείχνει η ΦΩΤΟ 3.67, ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα) τα κόκκινα Καδμίου και Αιματίτη, ενώ στα υπόλοιπα ιδιαίτερη θέση κατέχει (με πράσινο χρώμα) και πάλι το μπλε Πρωσίας. Στις ομαδοποιήσεις (με μπλε

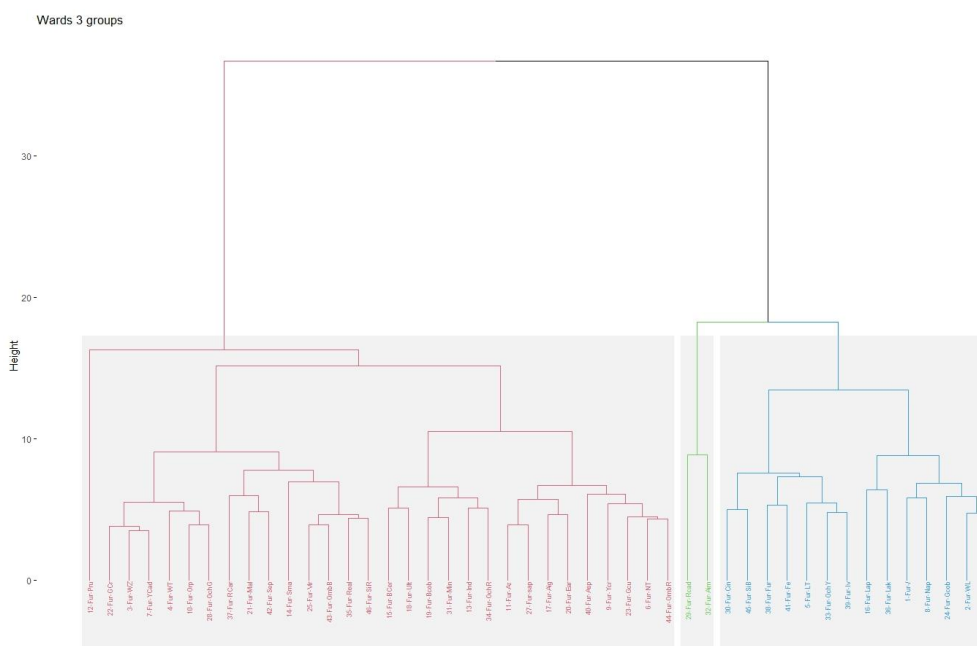
χρώμα), η μέθοδος ξεχωρίζει τα μαύρο Inogy, κίτρινη Ώγρα, κίτρινο Lead Tin, καφέ Σιδήρου, μαύρο Φούρνου αλλά και τα πράσινο Φθαλικό, λευκό Μολύβδου, κόκκινο Μίνιο, μπλε Κοβαλτίου, κίτρινο Νάπολης και το μονό και αυτά με μπλε Ουλτραμαρίνη, Cerulean, Σιένα Ψημένη και κόκκινο Κιννάβαρι. Η τελευταία ομαδοποίηση χωρίζει σε δύο υποομάδες τα εναπομείναντα χρώματα. Η μία με ακραία τα κόκκινη Λάκα και μπλε Λαζούρι, περιλαμβάνει τα κίτρινο Καδμίου, λευκό Ψευδαργύρου και Τιτανίου, πράσινο Χρωμίου, χρυσή Ώγρα και κίτρινο Ogriment με ακραίο το πράσινο Κοβαλτίου αλλά και τα κόκκινη Ώγρα, μπλε Ινδικό, Όμπρα Ωμή, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Χρωμίου, πράσινο Χαλκού, Γης και Sap, μπλε Αιγυπτιακό και Αζουρίτη. Η τελευταία ομάδα αφορά στα μπλε Σμάλτο, κόκκινο Realgar, Σιένα Ωμή και αυτά με τα πράσινο Μαλαχίτη, καφέ Σέπια, μαύρο Ασφάλτου, κόκκινη Καρμίνια, πράσινο Viridian και Όμπρα Ψημένη.



ΦΩΤΟ 3. 67: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Φούρνο

Στην ΦΩΤΟ 3.68, η Ward linkage χωρίζει τα χρώματα σε δύο μεγάλες ομάδες, από τις οποίες η μία εμφανίζει ακραίες τιμές (με πράσινο χρώμα) τα κόκκινα Καδμίου και Αιματίτη και περιλαμβάνει τα (με μπλε χρώμα) πράσινο Φθαλικό,

λευκό Μολύβδου, πράσινο Κοβαλτίου, κίτρινο Νάπολης με το μονό, κόκκινη Λάκα και μπλε Λαζούρι και αυτά μαζί με τα μαύρο Ivory, κίτρινη Ώχρα, κίτρινο Lead Tin, καφέ Σιδήρου, μαύρο Φούρνου, Σιένα Ψημένη και κόκκινο Κιννάβαρι. Η άλλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) με ακραία τιμή το μπλε Πρωσίας, περιλαμβάνει δύο υποομάδες. Η μία με τα Όμπρα Ωμή, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, πράσινο Χαλκού, κίτρινο Χρωμίου, μαύρο Ασφάλτου και τα πράσινο Γης και Sap, μπλε Αιγυπτιακό και Αζουρίτη, αλλά και τα κόκκινη Ώχρα, μπλε Ινδικό και Κοβαλτίου, κόκκινο Μίνιο και τα μπλε Ουλτραμαρίνη και Cerulean. Η τελευταία ομαδοποίηση, αφορά στα Σιένα Ωμή, κόκκινο Realgar, Όμπρα Ψημένη, πράσινο Viridian με ακραίο το Σμάλτο και καφέ Σέπια, πράσινο Μαλαχίτη και κόκκινη Καρμίνη και αυτά με τα χρυσή Ώχρα, κίτρινο Orpiment, λευκό Τιτανίου και κίτρινο Καδμίου, λευκό Ψευδαργύρου και πράσινο Χρωμίου.

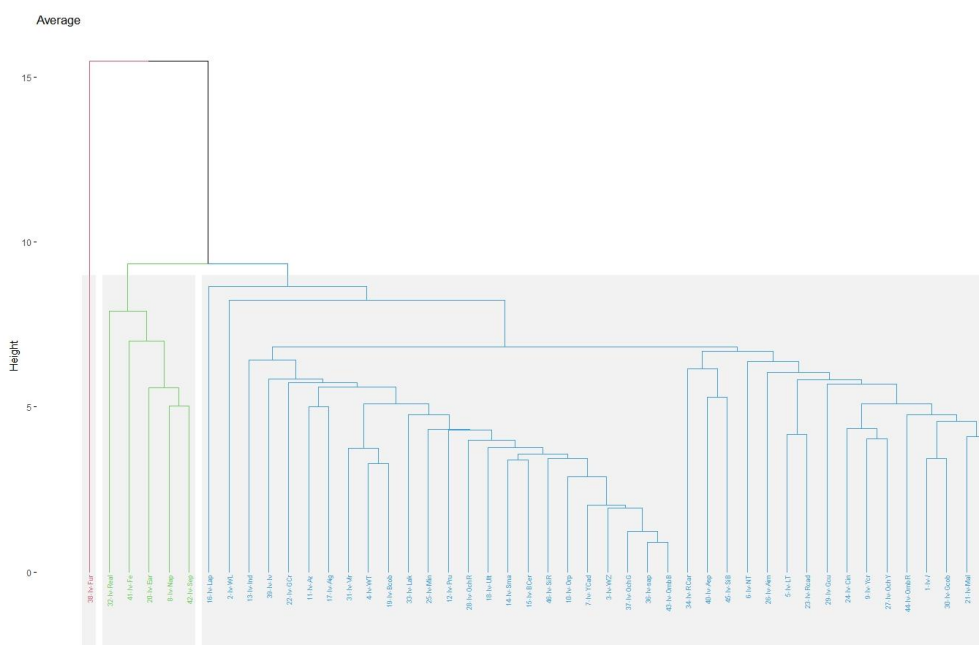


ΦΩΤΟ 3. 68: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Φούρνου

Μαύρο Ivory:

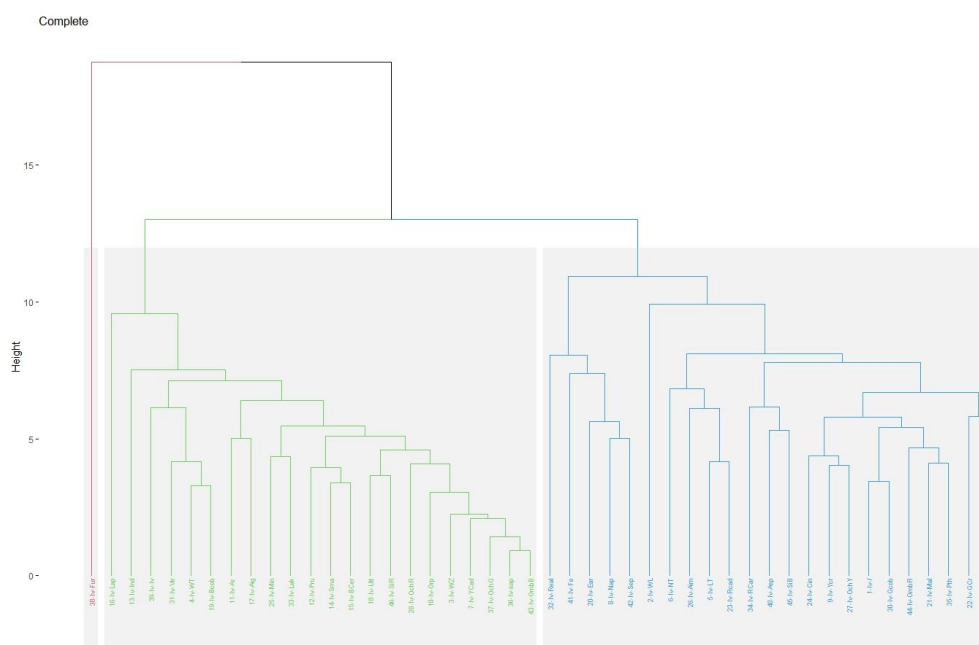
Στο γκρουπ με το μαύρο Ivory ως υπερκείμενο, το χρώμα που ξεχωρίζει ως υποκείμενο στην Average linkage (ΦΩΤΟ 3.69), αφορά στο μαύρο Φούρνου

(με κόκκινο χρώμα). Στα υπόλοιπα, ομαδοποιούνται (με πράσινο χρώμα) το πράσινο Γης, τα καφέ, το κίτρινο Νάπολης και το κόκκινο Realgar ως ακραία τιμή. Χωριστά στη συνέχεια ομαδοποιούνται (με μπλε χρώμα) το μπλε Λαζούρι, το λευκό Μολύβδου ενώ τα άλλα ανήκουν σε δύο ομάδες. Η μία αφορά στα πράσινο Φθαλικό, Μαλαχίτη, Κοβαλτίου και το μονό, με την Όμπρα Ωμή, τα κίτρινη Ώχρα, κίτρινο Χρωμίου και κόκκινη Κιννάβαρι και ακραίο το πράσινο Χαλκού και σε αυτά το κόκκινο Καδμίου με κίτρινο Lead Tin με ακραία τιμή τον κόκκινο Αιματίτη, το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου ενώ όλα ομαδοποιούνται με τα Σιένα Ψημένη, μαύρο Ασφάλτου και κόκκινη Καρμίνια. Η τελευταία ομάδα, πάλι με πολλές ακραίες τιμές, αφορά στα Όμπρα Ψημένη με πράσινο Sap, χρυσή Ώχρα, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Καδμίου και Ogriment Σιένα Ωμή. αλλά και τα μπλε Cegulean με Σμάλτο. Σε αυτά συνεχίζουν με ακραίες τιμές τα μπλε Ουλτραμαρίνη, κόκκινη Ώχρα, μπλε Πρωσίας, κόκκινο Μίνιο, κόκκινη Λάκα και όλα με μπλε Κοβαλτίου, λευκό Τιτανίου και πράσινο Viridian. Τέλος ξεχωρίζουν τα μπλε Αιγυπτιακό με Αζουρίτη, πράσινο Χρωμίου, μαύρο Ivoxy και μπλε Ινδικό.



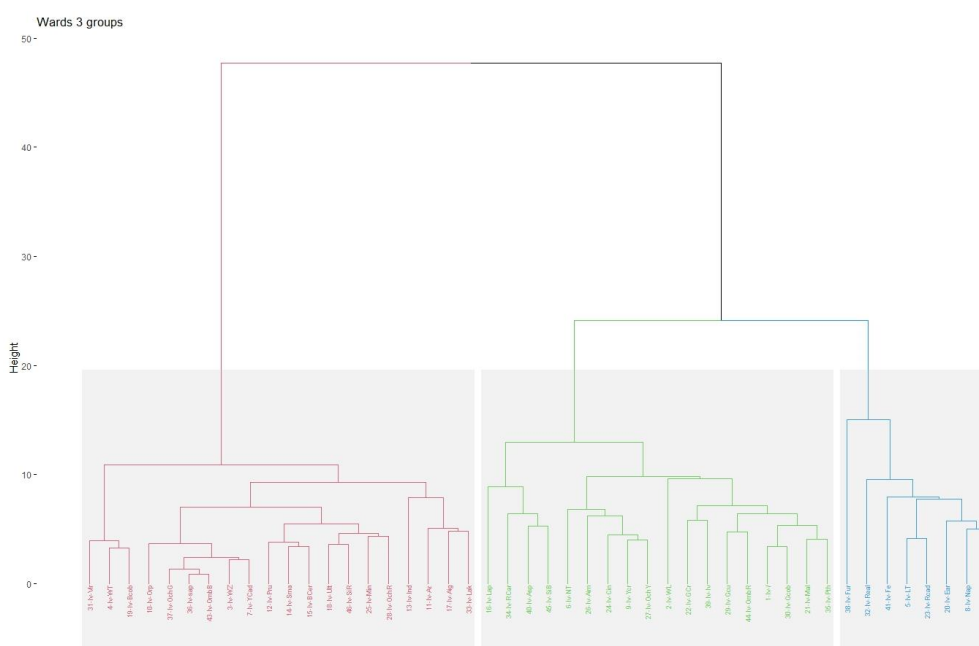
ΦΩΤΟ 3. 69: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Ivoxy

Στη μέθοδο Complete linkage (ΦΩΤΟ 3.70), ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα) και πάλι το μαύρο Φούρνου. Τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται σε δύο ομάδες, εκ των οποίων η μία (με πράσινο χρώμα) παρουσιάζει ως ακραία τιμή το Λαζούρι και στη συνέχεια το μπλε Ινδικό, ξεχωρίζουν τα μαύρο Ivory, πράσινο Viridian, λευκό Τιτανίου και μπλε Κοβαλτίου και περιλαμβάνει τα Όμπρα Ψημένη με πράσινο Sap, χρυσή Ώχρα, κίτρινο Καδμίου, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Orpiment και κόκκινη Ώχρα, μαζί με Σιένα Ωμή και μπλε Ουλτραμαρίνη και αυτά μαζί με τα μπλε Σμάλτο, Πρωσίας και Cerulean. Στη συνέχεια ιδιαιτερότητα εμφανίζουν, τα κόκκινα Λάκα και Μίνιο, αλλά και τα μπλε Αιγυπτιακό και Αζουρίτης. Στην τελευταία ομάδα (με μπλε χρώμα), ξεχωρίζουν τα καφέ, κίτρινο Νάπολης, πράσινο Γης και κόκκινο Realgar και με ακραίο το λευκό Μολύβδου, ομαδοποιούνται τα πράσινο Φθαλικό, Μαλαχίτης, Κοβαλτίου, Όμπρα Ωμή, το μονό αλλά και τα κίτρινη Ώχρα, κίτρινο Χρωμίου, κόκκινο Κιννάβαρι και αυτά μαζί με τα πράσινα Χαλκού και Χρωμίου, ομαδοποιούνται με τα Σιένα Ψημένη, μαύρο Ασφάλτου και κόκκινη Καρμίνα και όλη η ομάδα με τα κόκκινο Καδμίου, Αιματίτη, κίτρινο Lead Tin και Νικελίου Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 70: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Ivory

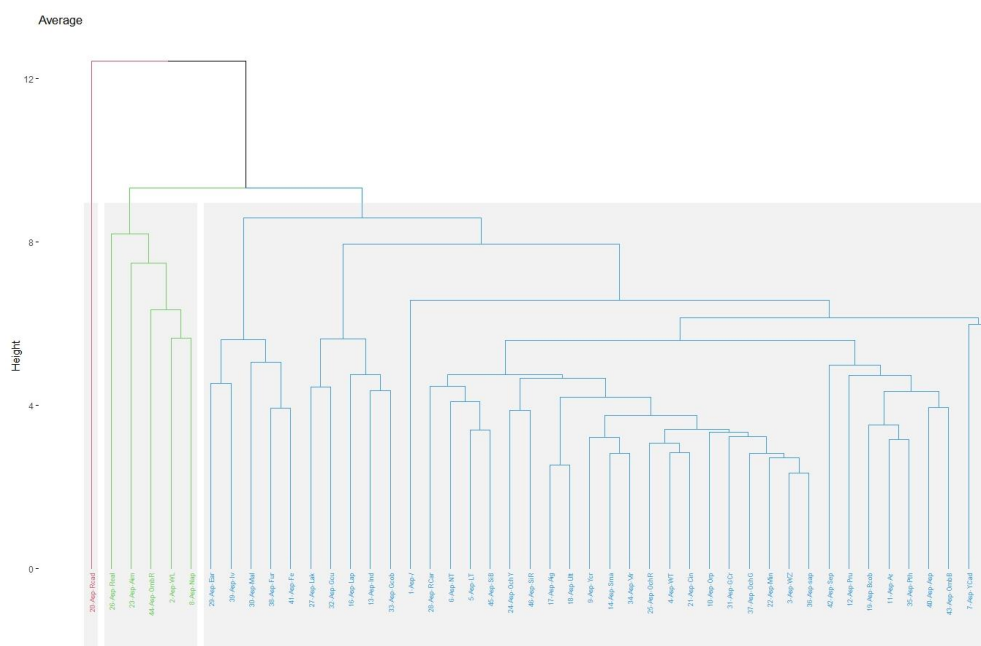
Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.71), δύο μεγάλες είναι οι ομάδες που σχηματίζονται. Η μία (με κόκκινο χρώμα) ξεχωρίζει τα μπλε Κοβαλτίου, λευκό Τιτανίου και πράσινο Viridian και περιλαμβάνει τα μπλε Σμάλτο, Πρωσίας, Cerulean, με τα Ουλτραμαρίνη, Σιένα Ωμή, κόκκινο Μίνιο και κόκκινη Ώχρα αλλά και τα Όμπρα Ψημένη, πράσινο Sap και χρυσή Ώχρα με ακραίο το κίτρινο Ochriment και όλα αυτά μαζί με τα κόκκινη Λάκα και μπλε Αιγυπτιακό, Αζουρίτη και ακραίο το Ινδικό. Η επόμενη ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες τα χρώματα. Η πρώτη (με μπλε χρώμα) παρουσιάζει ακραία τιμή το μαύρο Φούρνου και ομαδοποιεί τα καφέ, πράσινο Γης, κίτρινο Νάπολης, και κόκκινα Καδμίου και ακραία τιμή το κόκκινο Realgar. Η τελευταία (με πράσινο χρώμα) ξεχωρίζει τα Σιένα Ψημένη, μαύρο Ασφάλτου, κόκκινη Καρμίνη και μπλε Λαζούρι και ενώνει τα πράσινο Φθαλικό, Μαλαχίτη, Κοβαλτίου, το μονό και τα Όμπρα Ωμή, πράσινο Χαλκού με τα μαύρο Ivory και πράσινο Χρωμίου και όλα αυτά με ακραία τιμή το λευκό Μολύβδου ομαδοποιούνται με τα κίτρινη Ώχρα, κίτρινο Χρωμίου, κόκκινο Κιννάβαρι, Αιματίτη και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 71: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Ivory

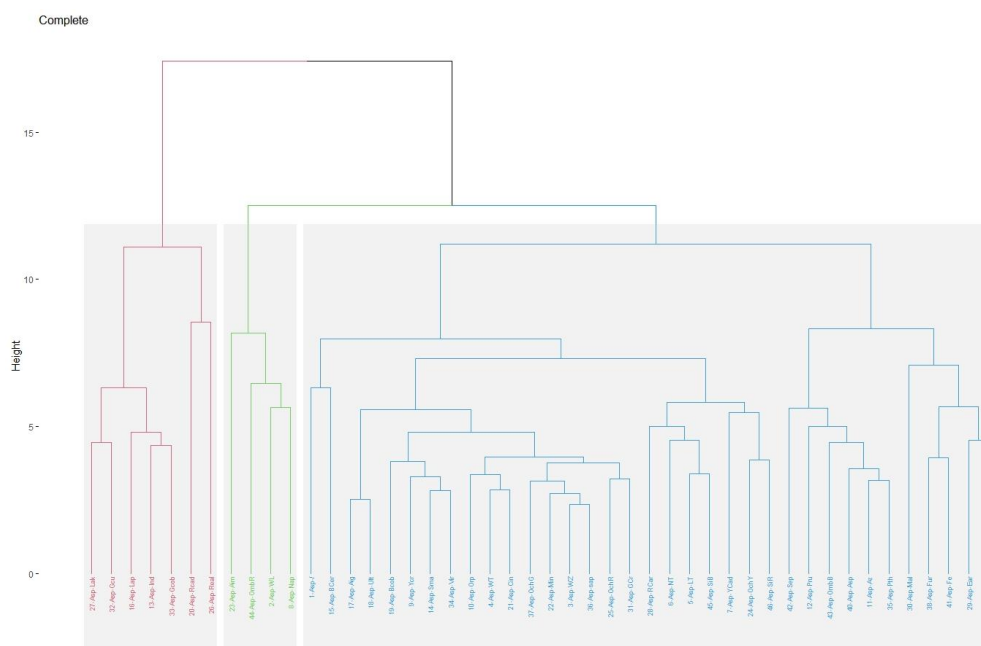
Μαύρο Ασφάλτου:

Η μέθοδος Average στη ΦΩΤΟ 3.72, ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα) το κόκκινο Καδμίου σαν ακραία τιμή για όλα τα χρώματα. Στη συνέχεια ομαδοποιεί (με πράσινο χρώμα) το λευκό Μολύβδου και το κίτρινο Νάπολης, με την Ωμή Όμπρα και όλα με τον Αιματίτη και στη συνέχεια με το Realgar. Τα υπόλοιπα χρώματα (με μπλε χρώμα) χωρίζονται πάλι σε δύο υποομάδες, όπου η μία περιλαμβάνει τα πράσινα Γης και Μαλαχίτη, μαύρα Φούρνου και Ivory και καφέ Σιδήρου. Η άλλη ομαδοποίηση περιλαμβάνει τα πράσινα Κοβαλτίου και Χαλκού, τα μπλε Ινδικό και Λαζούρι και την κόκκινη Λάκα. Από τα υπόλοιπα, ακραία τιμή παρουσιάζει το μονό χρώμα και πάλι ξεχωρίζουν τα κίτρινο Καδμίου και το μπλε Cerulean. Τα εναπομείναντα χρώματα χωρίζονται σε δύο μικρότερες ομάδες. Η μια περιλαμβάνει τα Όμπρα Ψημένη, μαύρο Ασφάλτου, αλλά και πράσινο Φθαλικό με μπλε Αζουρίτη και Κοβαλτίου και σε όλα ακραία τα μπλε Πρωσίας και καφέ Σέπια. Η τελευταία ομάδα, ξεχωρίζει τα Σιένα Ψημένη, κίτρινα Lead Tin, Νικελίου Τιτανίου και κόκκινη Καρμίνια, αλλά και τα Σιένα Ωμή με κίτρινη Ώχρα, ενώ ομαδοποιεί το πράσινο Sap, λευκό Ψευδαργύρου, κόκκινο Μίνιο, χρυσή Ώχρα, πράσινο Χρωμίου, κίτρινο Ogriment και τα κόκκινο Κιννάβαρι, λευκό Τιτανίου και κόκκινη Ώχρα και όλα με τα πράσινο Viridian, μπλε Σμάλτο και κίτρινο Ogriment, με ακραία τα μπλε Αιγυπτιακό και Ουλτραμαρίνη.



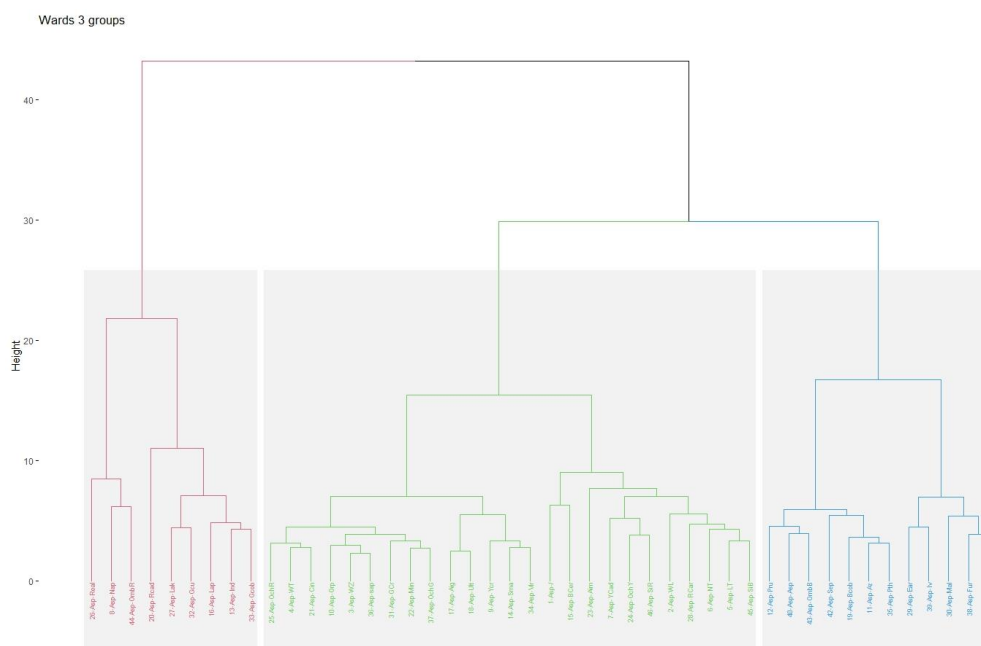
ΦΩΤΟ 3. 72: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Ασφάλτου

Η Complete Linkage (ΦΩΤΟ 3.73), χωρίζει σε ιδιαίτερη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) τα κόκκινα Λάκα με πράσινο Χαλκού, τα μπλε Ινδικό και Λαζούρι με το πράσινο Κοβαλτίου, ενώ αυτά ενώνονται με τα κόκκινα Καδμίου και Realgar. Στην άλλη ομάδα παρουσιάζεται η υποομάδα (με πράσινο χρώμα) με τα κόκκινο Αιματίτη, Όμπρα Ωμή, κίτρινο Νάπολης και λευκό Μολύβδου και ακολουθούν τα υπόλοιπα (με μπλε χρώμα) σε δύο μικρότερες ομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα μαύρο Inorgy και Φούρνου, πράσινο Γης, καφέ Σιδήρου και ακραίο τον Μαλαχίτη, αλλά και τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Αζουρίτη, μαύρο Ασφάλτου, Όμπρα Ψημένη, μπλε Πρωσίας και καφέ Σέπια. Η τελευταία ομαδοποίηση ξεχωρίζει τα μπλε Cerulean με το μονό, στη συνέχεια τα Σιένα Ωμή, κίτρινη Ωχρα, Σιένα Ψημένη, κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin και κόκκινη Καρμίνη και ενώνει τα πράσινο Χρωμίου, κόκκινη Ώχρα, πράσινο Sap, λευκό Ψευδαργύρου, κόκκινο Μίνιο και χρυσή Ωχρα, μαζί με τα κόκκινο Κιννάβαρι, λευκό Τιτανίου και κίτρινο Orpiment και όλα αυτά με πράσινο Viridian, μπλε Σμάλτο, κίτρινο Χρωμίου και το μπλε Κοβαλτίου.



ΦΩΤΟ 3. 73: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Ασφάλτου

Στην Ward μέθοδο που φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.74, η ομάδα που ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα) αφορά στα πράσινο Κοβαλτίου, μπλε Ινδικό και Λαζούρι, πράσινο Χαλκού και Λάκα με ακραίο το κόκκινο Καδμίου και αυτά με κίτρινο Νάπολης, Όμπρα Ωμή και ακραία τιμή το κόκκινο Realgar. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δύο υποομάδες, από τις οποίες η μία (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει από τη μία τα μαύρο Φούρνου και καφέ Σιδήρου, με Μαλαχίτη και πράσινο Γης με μαύρο Ινογυ, ενώ από την άλλη μπλε Πρωσίας, μαύρο Ασφάλτου και Όμπρα Ψημένη με πράσινο Φθαλικό, μπλε Αζουρίτη, μπλε Κοβαλτίου και καφέ Σέπια. Η τελευταία ομάδα (με πράσινο χρώμα), χωρίζεται σε δύο μικρότερες τα εναπομείναντα χρώματα. Η μία περιλαμβάνει τα Σιένα Ψημένη, κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin, κόκκινη Καρμίνα και λευκό Μολύβδου, με Σιένα Ωμή, κίτρινη Ώχρα και κίτρινο Καδμίου και σε όλα ακραίος ο κόκκινος Αιματίτης, αλλά και τα μπλε Cerulean με το μονό. Τέλος ομαδοποιούνται τα χρυσή Ώχρα, κόκκινο Μίνιο, πράσινο Χρωμίου και τα πράσινο Sap, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Orliment, με τα κόκκινο Κιννάβαρι, λευκό Τιτανίου και κόκκινη Ώχρα και όλα αυτά με τα πράσινο Viridian, μπλε Σμάλτο, κίτρινο Χρωμίου και μπλε Ουλτραμαρίνης και Αιγυπτιακό.



ΦΩΤΟ 3. 74: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μαύρο Ασφάλτου

3.2.3 Κίτρινες χρωστικές

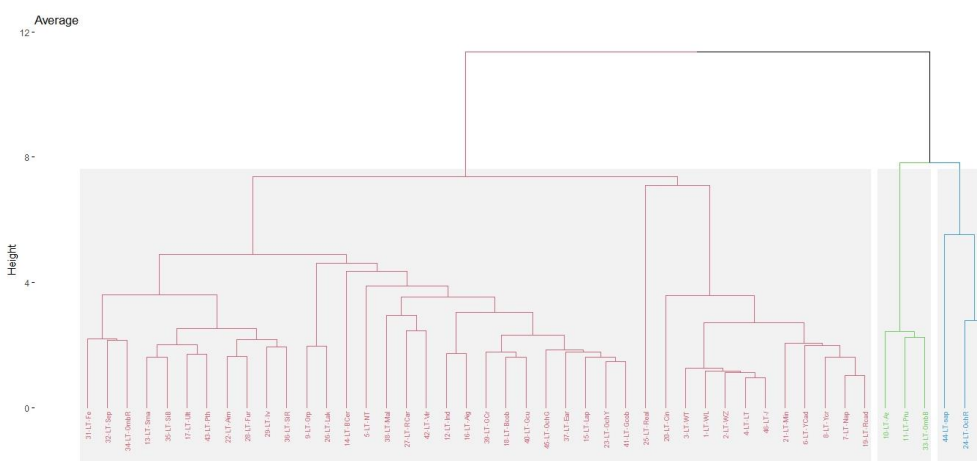
Τα κίτρινα που χρησιμοποιήθηκαν είναι έξι. Το κίτρινο Lead Tin, το Νικελίου Τιτανίου, το Καδμίου, το Νάπολης, το Χρωμίου και το Orpiment που περιέχει αρσενικό. Από αυτά όπως φαίνεται παρακάτω στη ΦΩΤΟ 3.75, απόλυτη καλυπτικότητα έχει το Νάπολης, λιγότερη το Καδμίου και το Χρωμίου και ακόμα λιγότερη το αρσενικού. Αρκετή διαφάνεια παρουσιάζουν τα Lead Tin και Νικελίου Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 75: οι κίτρινες χρωστικές με σειρά όπως εμφανίζονται από αριστερά προς τα δεξιά: κίτρινο Lead Tin, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, κίτρινο Καδμίου, κίτρινο Νάπολης, κίτρινο Χρωμίου και κίτρινο Orpiment

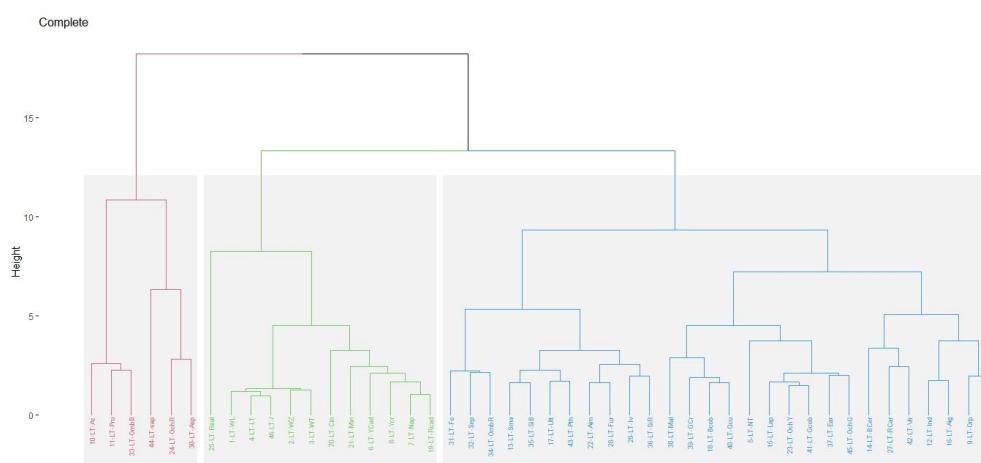
Κίτρινο Lead Tin:

Ιδιαίτερα υποκείμενα χρώματα απαντώνται στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.76) για μία ομάδα που χωρίζεται σε δύο μικρότερες, στη μία (με πράσινο χρώμα) με τα μπλε Αζουρίτης, Πρωσίας και Όμπρα Ψημένη και στην άλλη (με μπλε χρώμα) με τα μαύρο Ασφάλτου, κόκκινη Ωχρα και ακραίο το πράσινο Sap. Στα υπόλοιπα (με κόκκινο χρώμα), ξεχωρίζουν με ακραίο το κόκκινο Realgar αλλά και το Κιννάβαρι, τα κόκκινο Καδμίου και Μίνιο με κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και Καδμίου, αλλά και τα τρία λευκά με το μονό και το κίτρινο Lead Tin. Τα εναπομείναντα χρώματα χωρίζονται σε δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τις σιένες, τα μαύρα Inogy και Φούρνου, κόκκινο Αιματίτη, πράσινο Φθαλικό και μπλε Σμάλτο και Ουλτραμαρίνη, μαζί και με τα καφέ και την Ωμή Όμπρα. Στην τελευταία ομαδοποίηση, ξεχωρίζουν τα κίτρινα Ogriment και κόκκινη Λάκα, το μπλε Cerulean, το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και κατηγοριοποιούνται τα πράσινο Κοβαλτίου, Γης και Χαλκού και Χρωμίου, κίτρινη και χρυσή Ωχρα, μπλε Λαζούρι και Κοβαλτίου, αυτά με τα μπλε Αιγυπτιακό και Ινδικό και όλα με τα πράσινα Viridian, Μαλαχίτη και κόκκινη Καρμίνη.



ΦΩΤΟ 3. 76: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Lead Tin

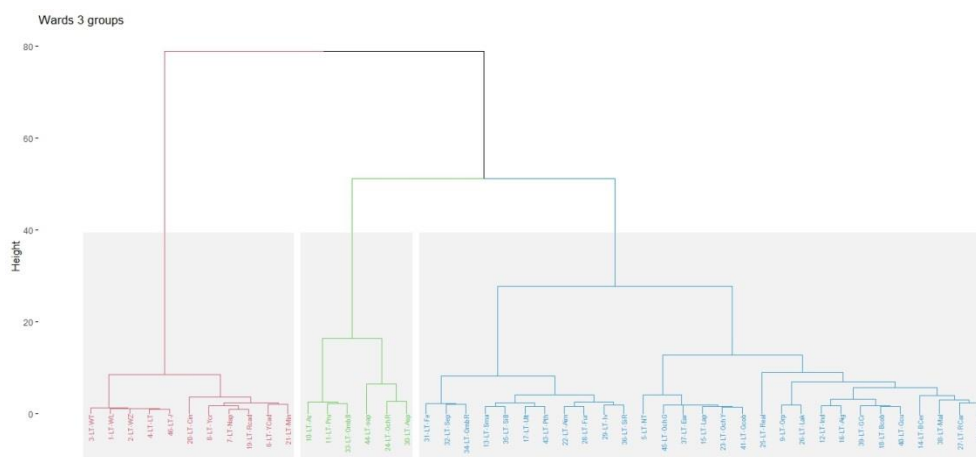
Ομαδοποίηση προκύπτει στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.77), για (με κόκκινο χρώμα) τα μπλε Αζουρίτη και Πρωσίας με Όμπρα Ψημένη, και αυτά με μαύρο Ασφάλτου, κόκκινη Ωχρα και πράσινο Sap σε μία ομάδα. Εν συνεχεία προκύπτει ομαδοποίηση με δύο υποομάδες, με τη μία (με πράσινο χρώμα) να περιλαμβάνει με ακραίο το κόκκινο Realgar τα λευκά το μονό και το κίτρινο Lead Tin και αυτά με τα κόκκινα Καδμίου, Κιννάβαρι και Μίνιο και κίτρινα Νάπολης και Χρωμίου. Η τελευταία υποομάδα (με μπλε χρώμα) χωρίζει τα καφέ και Ωμή Όμπρα, με τα σιένες, μαύρα Ivory και Φούρνου, κόκκινο Αιματίτη, πράσινο Φθαλικό και μπλε Ουλτραμαρίνη και Σμάλτο. Στη συνέχεια χωρίζει σε δύο μικρότερες ομάδες τα εναπομείναντα χρώματα, η μία με τα χρυσή και κίτρινη Ωχρα, πράσινο Γης, Κοβαλτίου, μπλε Λαζούρι και ακραίο το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και αυτά μαζί με τα πράσινο Χαλκού, Χρωμίου, Μαλαχίτη και μπλε Κοβαλτίου. Τέλος ομαδοποιούνται τα κόκκινη Λάκα, κίτρινο Ogriment, μπλε Αιγυπτιακό και Ινδικό, με τα πράσινο Viridian, κόκκινη Καρμίνια και μπλε Cerulean.



ΦΩΤΟ 3. 77: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Lead Tin

Στην Ward linkage (ΦΩΤΟ 3.77), ξεχωρίζουν σε μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) και πάλι τα λευκά με το κίτρινο Lead Tin και το μονό και αυτά με τα κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και Καδμίου και τα κόκκινα Μίνιο, Καδμίου και Κιννάβαρι. Η δεύτερη ομάδα ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) μπλε Αζουρίτη, πρωσικό και Όμπρα Ψημένη, και αυτά με μαύρο Ασφάλτου, κόκκινη Ωχρα και

πράσινο Sap. Τα εναπομείναντα χρώματα (με μπλε χρώμα) χωρίζονται σε δύο μικρότερες ομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα σιένες, μαύρα Φούρνου και Ivory, κόκκινο Αιματίτη, πράσινο Φθαλικό, μπλε Ουλτραμαρίνη και Σμάλτο, την Όμπρα Ωμή και τα καφέ. Η τελευταία ομάδα, αφορά στα πράσινο Viridian, Μαλαχίτη, κόκκινη Καρμίνη, μπλε Cerulean, αλλά και τα πράσινο Χαλκού, Χρωμίου, μπλε Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό και Ινδικό, με τα κόκκινη Λάκα και κίτρινο Orpiment με ακραίο το κόκκινο Realgar και όλα αυτά με τα πράσινο Κοβαλτίου, Γης, χρυσή και κίτρινη Ώχρα, μπλε Λαζούρι και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου ως ακραίο.

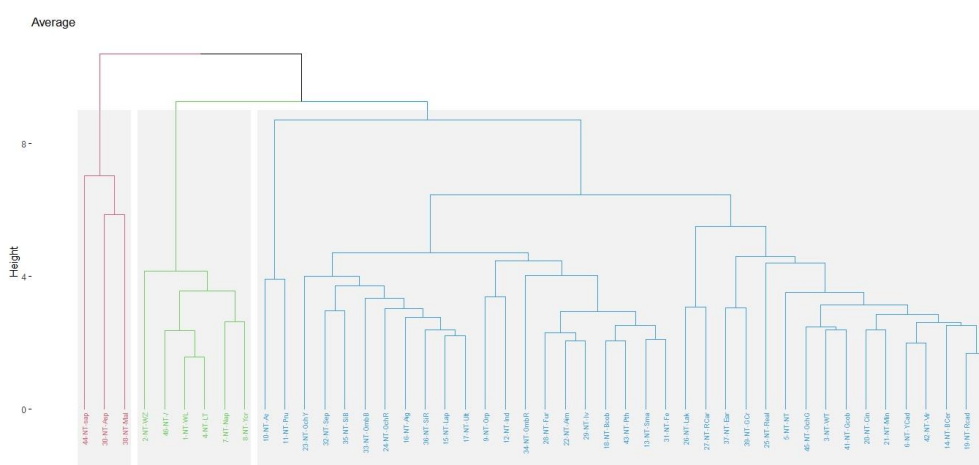


ΦΩΤΟ 3. 78: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Lead Tin

Κίτρινο Nickel Titan:

Στο κίτρινο Νικελίου Τιτανίου σαν υπερκείμενο χρώμα, ιδιαίτερη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) με τη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.79), αποτελούν τα μαύρο Ασφάλτου και πράσινο Μαλαχίτης με ακραίο το Sap, ενώ η δεύτερη ομάδα (με πράσινο χρώμα) ξεχωρίζει τα κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και Lead Tin, τα μονό και το λευκό Μολύβδου με ακραίο το Ψευδαργύρου. Από τα υπόλοιπα χρώματα (με μπλε χρώμα) ξεχωρίζουν τα μπλε Πρωσίας και Αζουρίτης και σχηματίζονται δύο υποομάδες. Η μία αφορά στα πράσινα Χαλκού, κόκκινο Καδμίου, μπλε Cerulean με τα πράσινο Viridian και κίτρινο Καδμίου και αυτά με τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι, αλλά και τα πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Τιτανίου και χρυσή Ώχρα και σε όλα ακραίο το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, το

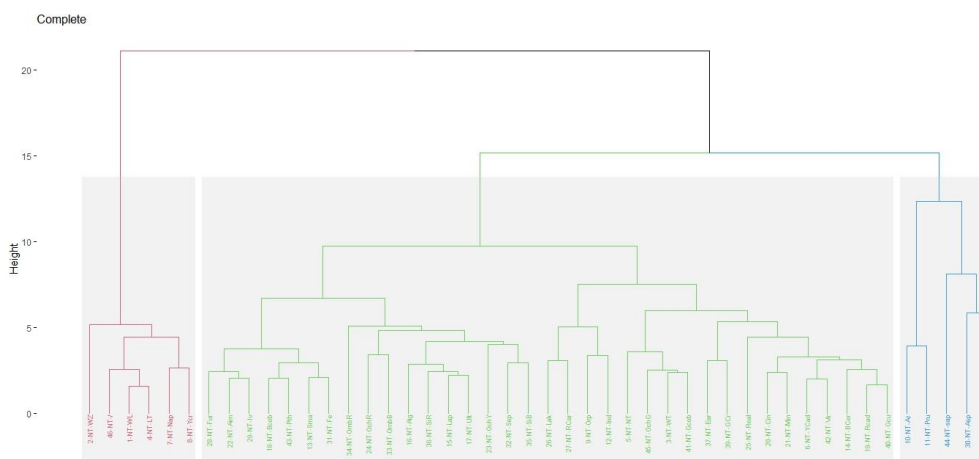
κόκκινο Realgar και αυτά με τα πράσινο Χρωμίου και Γης, αλλά και τα κόκκινα Καρμίνη και Λάκα. Η τελευταία υποομάδα χωρίζεται σε δύο μικρότερες τα εναπομείναντα χρώματα, με τη μία να περιλαμβάνει τα καφέ Σιδήρου, μπλε Σμάλτο και Κοβαλτίου, πράσινο Φθαλικό και τα μαύρα Ivory και Φούρνου και κόκκινο Αιματίτη με ακραία την Όμπρα Ωμή και τα μπλε Ινδικό και κίτρινο Orpiment. Τέλος ομαδοποιούνται με ακραία την κίτρινη Ώχρα, τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, Αιγυπτιακό, Σιένα Ωμή, Ώχρα κόκκινη και Όμπρα Ψημένη ως ακραίες τιμές και αυτά με Σιένα Ψημένη και καφέ Σέπια.



ΦΩΤΟ 3.79: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Nickel Titan

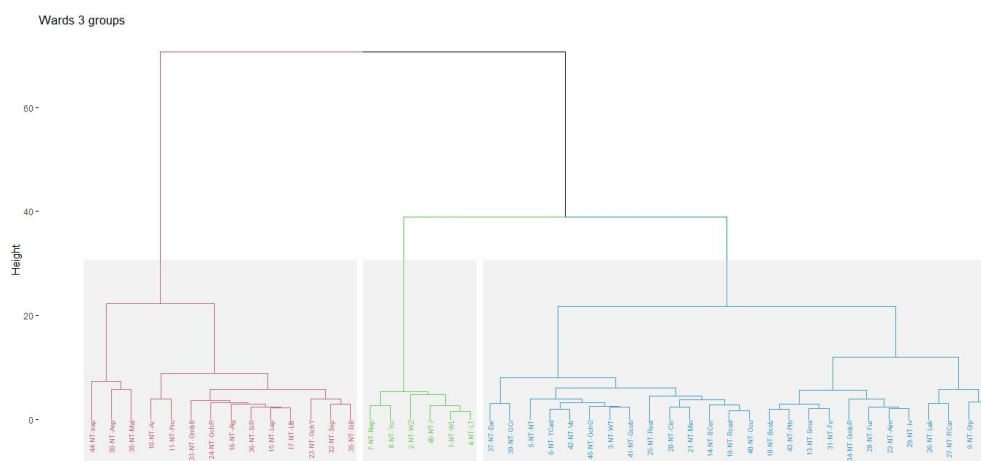
Στη μέθοδο Complete στη ΦΩΤΟ 3.80, τα χρώματα που ξεχωρίζουν ως μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) είναι ακριβώς τα ίδια όπως και στη Average linkage, δηλαδή το λευκό Μολύβδου με το μονό, μαζί με τα τρία κίτρινα και ακραία τιμή το λευκό Ψευδαργύρου. Στα υπόλοιπα ξεχωρίζουν (με μπλε ομάδα), τα μπλε Αζουρίτης και Πρωσίας και το μαύρο Ασφάλτου με τα πράσινα Sap και Μαλαχίτης. Η τελευταία υποομάδα (με πράσινο χρώμα) χωρίζεται σε δύο μικρότερες τα χρώματα. Η μία αφορά στα πράσινο Χαλκού, κόκκινο Καδμίου, μπλε Cerulean με πράσινο Viridian και κίτρινο Καδμίου, αλλά και τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι με ακραίο το Realgar και αυτά με τα πράσινα Γης και Χρωμίου. Αυτά ενώνονται με τα πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Τιτανίου, χρυσή Ώχρα και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και σε όλα τα παραπάνω ξεχωρίζουν τα μπλε Ινδικό, κίτρινο Orpiment, κόκκινα Καδμίου και Λάκα. Τέλος με

ξεχωριστά τα καφέ Σιδήρου, μπλε Σμάλτο και Κοβαλτίου, πράσινο Φθαλικό, κόκκινο Αιματίτη και μαύρα Ivoxy και Φούρνου, ομαδοποιούνται οι σιένες, τα καφέ Σέπια, η κίτρινη Ώχρα και τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό και Λαζούρι, αλλά και η Ψημένη Όμπρα, κόκκινη Ώχρα και σε όλα ακραία τιμή αποτελεί η Ωμή Όμπρα.



ΦΩΤΟ 3. 80: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Nickel Titan

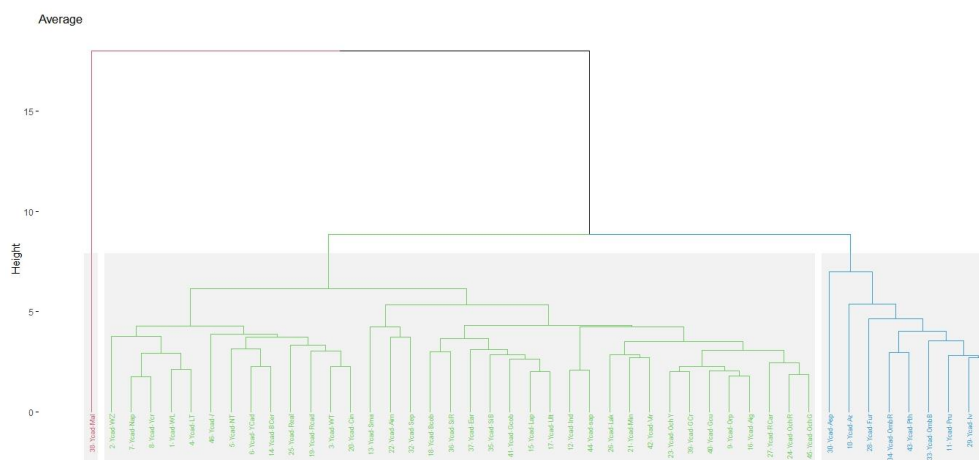
Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.81) στις μεγάλες δύο ομάδες, η μία (με κόκκινο χρώμα) αποτελείται από τα μπλε Αζουρίτης και Πρωσίας, μαζί με κόκκινη και κίτρινη Ώχρα, Σέπια, σιένες, μπλε Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη και Λαζούρι και Όμπρα Ψημένη και αυτά με τα μαύρο Ασφάλτου και τα πράσινα Sap και Μαλαχίτης. Η άλλη ομάδα ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) τα τρία κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και Lead Tin, το μονό και τα δύο λευκά Μολύβδου και το Ψευδαργύρου ως ακραίο. Η τελευταία ομάδα (με μπλε χρώμα) χωρίζει τα εναπομείναντα χρώματα σε δύο μικρότερες. Η μία με τα μπλε Κοβαλτίου, Σμάλτο, πράσινο Φθαλικό, καφέ Σιδήρου και τα μαύρα Φούρνου και Ivoxy με κόκκινο Αιματίτη και Όμπρα Ωμή και όλα με τα μπλε Ινδικό, κίτρινο Orpiment και τα κόκκινα Καρμίνα και Λάκα. Τέλος με ακραία τα πράσινα Χρωμίου και Γης, ομαδοποιούνται τα πράσινα Χαλκού, κόκκινο Καδμίου, μπλε Cerulean, κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι και ακραίο το Realgar, με τα πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Τιτανίου, χρυσή Ώχρα και πράσινο Viridian και κίτρινο Καδμίου και ακραίο το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 81: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Nickel Titan

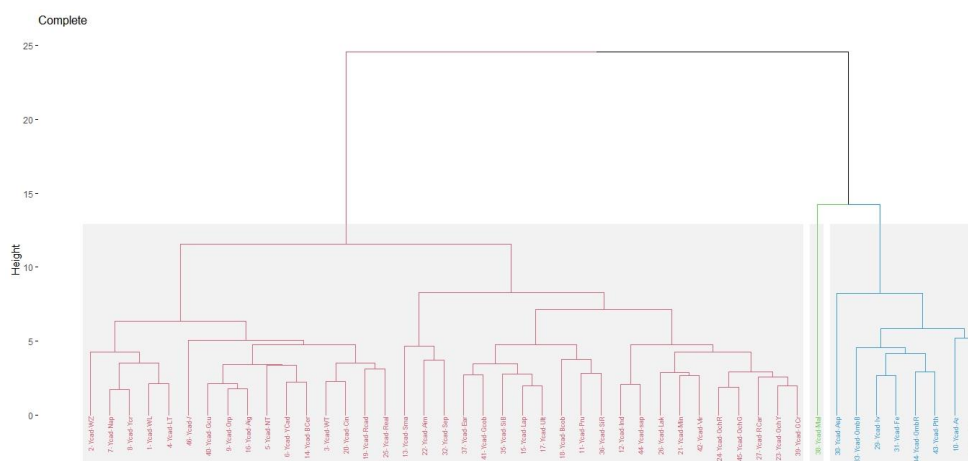
Κίτρινο Καδμίου:

Ξεχωριστό χρώμα (με κόκκινο χρώμα) αποτελεί ο Μαλαχίτης στο γκρουπ με υπερκείμενο το κίτρινο Καδμίου για την Average linkage (ΦΩΤΟ 3.82). Στη συνέχεια μια ομάδα χωρίζει σε δύο τα υπόλοιπα χρώματα, με μια ομαδοποίηση (με μπλε χρώμα) να αφορά στα τρία μαύρα, τα μπλε Αζουρίτης και Πρωσίας, το πράσινο Φθαλικό, οι όμπρες και το καφέ Σιδήρου, το κάθε ένα από αυτά όμως λειτουργώντας ως ακραίες τιμές για τα υπόλοιπα. Τα υπόλοιπα (με πράσινο χρώμα) πάλι χωρίζονται σε δύο ομάδες, από τα οποία η μία, περιλαμβάνει τα κόκκινο Κιννάβαρι, Καδμίου και Realgar με λευκό Τιτανίου και τα μπλε Cerulean, κίτρινο Καδμίου, Νικελίου Τιτανίου και σε όλα ξεχωρίζει το μονό και όλα αυτά με τα κίτρινο Lead Tin, λευκό Μολύβδου, κίτρινο Χρωμίου και Νάπολης και ακραίο το λευκό Ψευδαργύρου. Η τελευταία ομαδοποίηση ξεχωρίζει τα καφέ Σέπια, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Σμάλτο, αλλά και τα μπλε Κοβαλτίου, Σιένα Ωμή, μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, πράσινο Κοβαλτίου, Σιένα Ψημένη, πράσινο Γης και Σιένα Ωμή με μπλε Κοβαλτίου. Τέλος με ακραία τα πράσινο Sap και μπλε Ινδικό, ομαδοποιεί τα χρυσή και κόκκινη Ώχρα, κόκκινο Καρμίνια αλλά και τα μπλε Αιγυπτιακό, κίτρινο Ogriment, πράσινο Χαλκού με πράσινο Χρωμίου και κίτρινη Ώχρα και αυτά όλα με πράσινο Viridian, κόκκινα Μίνιο και Λάκα.



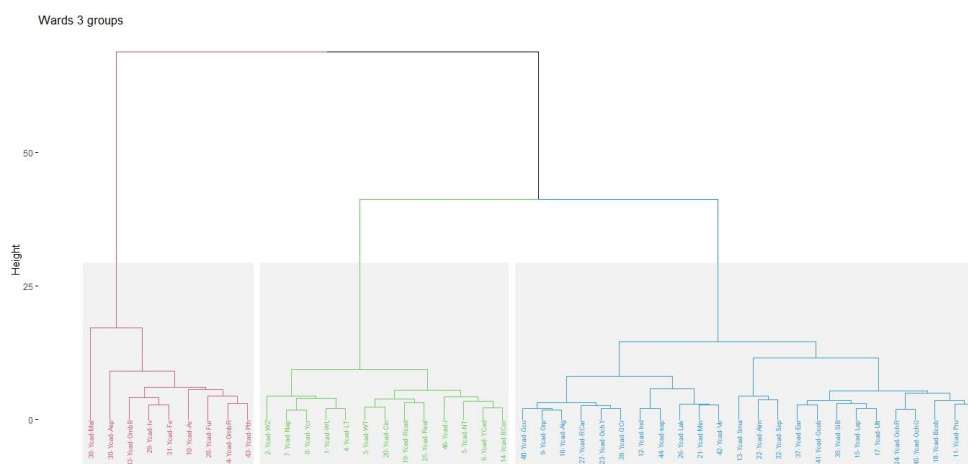
ΦΩΤΟ 3. 82: η μέθοδος **Average linkage** για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Καδμίου

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.83), η μία ομάδα με ακραίο τον πράσινο Μαλαχίτη (με πράσινο χρώμα), ομαδοποιεί (με μπλε ομάδα) τα πράσινο Φθαλικό, Όμπρα Ωμή, καφέ Σιδήρου και μαύρο Ivory και ακραία την Ψημένη Όμπρα και τα μαύρο Φούννου και μπλε Αζουρίτη και σε όλα ακραίο το μαύρο Ασφάλτου. Η δεύτερη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), χωρίζει σε δύο μικρότερες τα υπόλοιπα χρώματα. Στη μία ξεχωρίζουν τα κίτρινο Lead Tin, λευκό Μολύβδου κίτρινο Χρωμίου και Νάπολης και ακραίο το λευκό Ψευδαργύρου και με ακραίο το μονό, ομαδοποιούνται τα κόκκινο Realgar, Καδμίου, Κιννάβαρι, λευκό Τιτανίου με τα μπλε Cerulean, κίτρινο Καδμίου, Νικελίου Τιτανίου και μπλε Αιγυπτιακό, κίτρινο Orpiment και πράσινο Χαλκού. Στην τελευταία ομάδα, ξεχωρίζουν τα καφέ Σέπια, κόκκινος Αιματίτης και μπλε Σμάλτο και ομαδοποιούνται σε δύο υποομάδες τα εναπομείναντα χρώματα. Τα πράσινα Χρωμίου, κόκκινη Καρμίνη και ώχρες και πράσινα Viridian κόκκινα Μίνιο και Λάκα και ακραία τα μπλε Ινδικό και πράσινο Sar στη μία και στην άλλη τα σιένες, μπλε Πρωσίας, Κοβαλτίου Ουλτραμαρίνη, λαζούρι και πράσινα Γης και Κοβαλτίου.



ΦΩΤΟ 3. 83: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Καδμίου

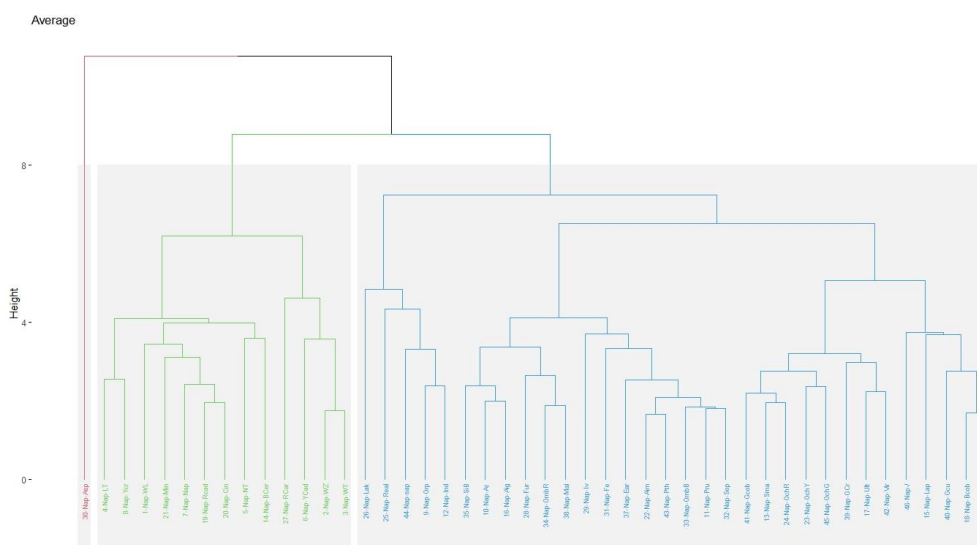
Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.84), ξεχωρίζει η ομάδα (με κόκκινο χρώμα) που περιλαμβάνει, με ακραίο τον πράσινο Μαλαχίτη και το μαύρο Ασφάλτου, τα πράσινο Φθαλικό, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου και ακραίο τον Αζουρίτη, και τα καφέ Σιδήρου, μαύρο Ivoire και την Όμπρα Ψημένη. Η δεύτερη ομάδα, χωρίζει σε δύο μικρότερες τα εναπομείναντα χρώματα. Η μία (με πράσινο χρώμα) ενώνει τα μπλε Cerulean, κίτρινο Καδμίου, Νικελίου Τιτανίου και το μονό ως ακραίο, με τα κόκκινο Realgar, Καδμίου, Κιννάβαρι και λευκό Τιτανίου και αυτά με τα κίτρινα Lead Tin, Χρωμίου και Νάπολης, λευκά Μολύβδου και ακραίο το Ψευδαργύρου. Η τελευταία ομάδα (με μπλε χρώμα) χωρίζει σε δύο μικρότερες τα χρώματα. Η μία με τη Σιένα Ωμή, μπλε Πρωσίας, Κοβαλτίου, ώχρες κόκκινη και χρυσή και τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, Σιένα Ψημένη, πράσινα Γης και Κοβαλτίου και αυτά με τα καφέ Σέπια, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Σμάλτο. Η άλλη με τα πράσινο Viridian, κόκκινο Μίνιο, Λάκα και πράσινα Sap, μπλε Ινδικό και αυτά με τα πράσινο Χρωμίου, κίτρινη Ώχρα, κόκκινη Καρμίνη και τα μπλε Αιγυπτιακό, κίτρινο Ogriment και πράσινο Χαλκού.



ΦΩΤΟ 3. 84: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Καδμίου

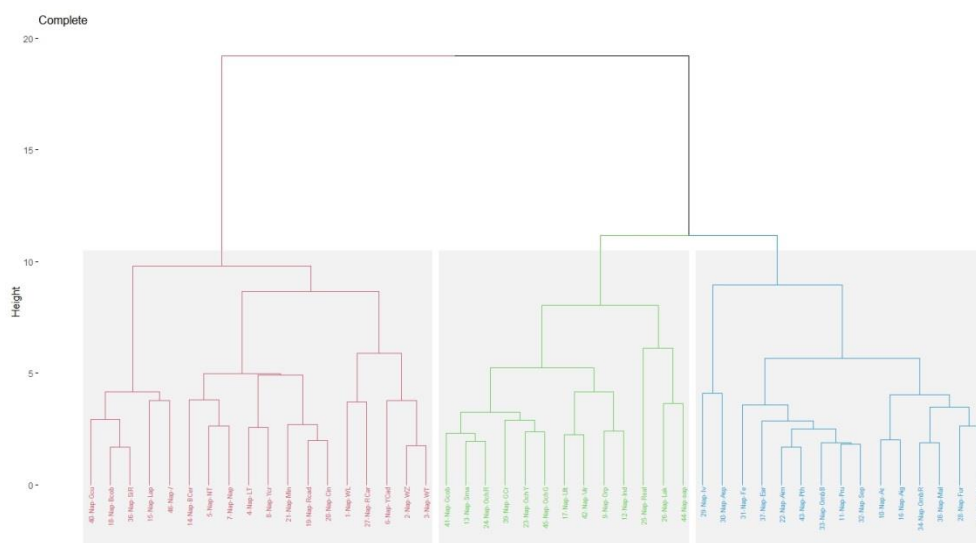
Κίτρινο Νάπολης:

Για το κίτρινο Νάπολης ως υπερκείμενο χρώμα, στην Average linkage (ΦΩΤΟ3.85) ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα) το μαύρο Ασφάλτου. Τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται αρχικά σε δύο ομάδες, από τις οποίες η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τα κόκκινα Κιννάβαρα. Καδμίου, Μίνιο με κίτρινο Νάπολης και λευκό Μολύβδου και τα κίτρινα Χρωμίου και Lead Tin, μαζί με τα κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και το μπλε Cerulean. Αυτά ομαδοποιούνται με τα άλλα δύο λευκά, Τιτανίου και ψευδάργυρου, το κίτρινο Καδμίου και την κόκκινη Καρμίνη. Η δεύτερη ομάδα (με μπλε χρώμα), παρουσιάζει ομοιογένεια για μπλε ινδικό και κίτρινο Ogriment με πράσινο Sap, κόκκινο Realgar και Λάκα. Τα υπόλοιπα χρώματα, χωρίζονται σε δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα Σιένα Ωμή, μπλε Κοβαλτίου, πράσινο Χαλκού, μπλε Λαζούρι και ακραίο το μονό και αυτά με τα πράσινο Viridian και Χρωμίου, μπλε Ουλτραμαρίνη και με τα μπλε Σμάλτο, πράσινο Κοβαλτίου και τις τρεις ώχρες. Η τελευταία υποομάδα, περιλαμβάνει τα καφέ, μπλε Πρωσίας, Όμπρα Ψημένη, πράσινο Φθαλικό και Γης, κόκκινο Αιματίτη και μαύρο Ivory και αυτά με πράσινο Μαλαχίτη, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου, αλλά και τα μπλε Αιγυπτιακό, Αζουρίτη και Σιένα Ψημένη.



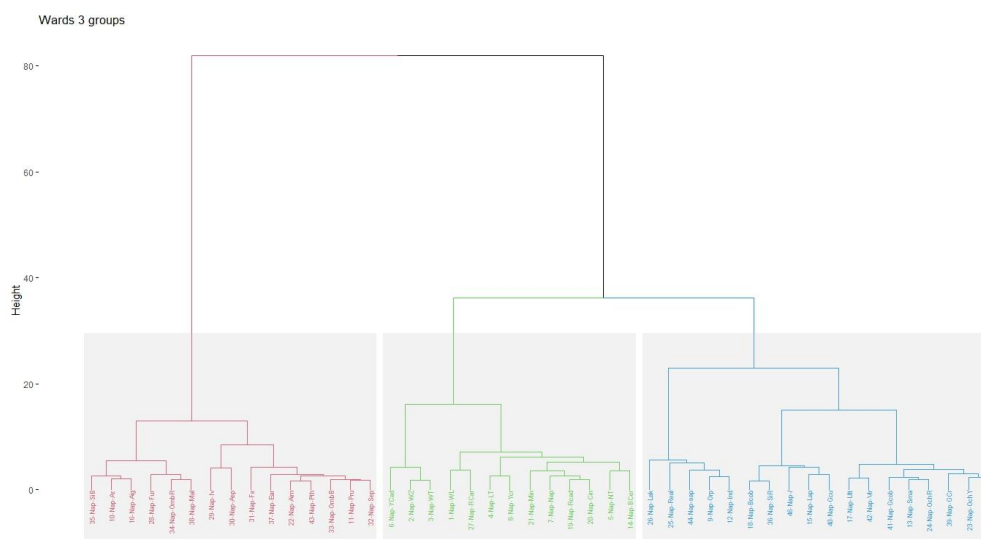
ΦΩΤΟ 3. 85: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Νάπολης

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.86), η μία (με κόκκινο χρώμα) από τις δύο ομάδες χωρίζει τα χρώματα σε δύο υποομάδες. Η πρώτη αφορά στα πράσινο Χαλκού, μπλε Κοβαλτίου, Σιένα Ωμή με μπλε Λαζούρι και το μονό. Η επόμενη χωρίζει πάλι σε δύο μικρότερες ομάδες, από τις οποίες η μία περιλαμβάνει τα κόκκινο Κιννάβαρι, Καδμίου, Μίνιο, κίτρινα Χρωμίου Lead Tin αλλά και Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου και μπλε Cerulean και μια μικρότερη με τα τρία λευκά, κόκκινη Καρμίνια και κίτρινο Καδμίου. Η αρχική δεύτερη ομάδα, χωρίζει σε δύο μικρότερες τα χρώματα. Στη μία (με πράσινο χρώμα) εμφανίζονται τα πράσινο Κοβαλτίου και Χρωμίου, μπλε Σμάλτο και οι τρεις ώχρες μαζί με μπλε Ινδικό και Ουλτραμαρίνη, πράσινο Viridian και κίτρινο Orpiment και όλα αυτά με κόκκινα Realgar και Λάκα και πράσινο Sap. Η τελευταία ομαδοποίηση (με μπλε χρώμα) αφορά στα Σιένα Ψημένη, μαύρο Φούρνου, πράσινο Μαλαχίτη, Όμπρα Ωμή και μπλε Αιγυπτιακό και Αζουρίτη, μαζί και με τα καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας, Όμπρα Ψημένη, πράσινο Φθαλικό, κόκκινος Αιματίτης, πράσινο Γης και καφέ Σιδήρου και σε όλα αυτά ακραία τα μαύρα Ασφάλτου και Ivory.



ΦΩΤΟ 3. 86: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Νάπολης

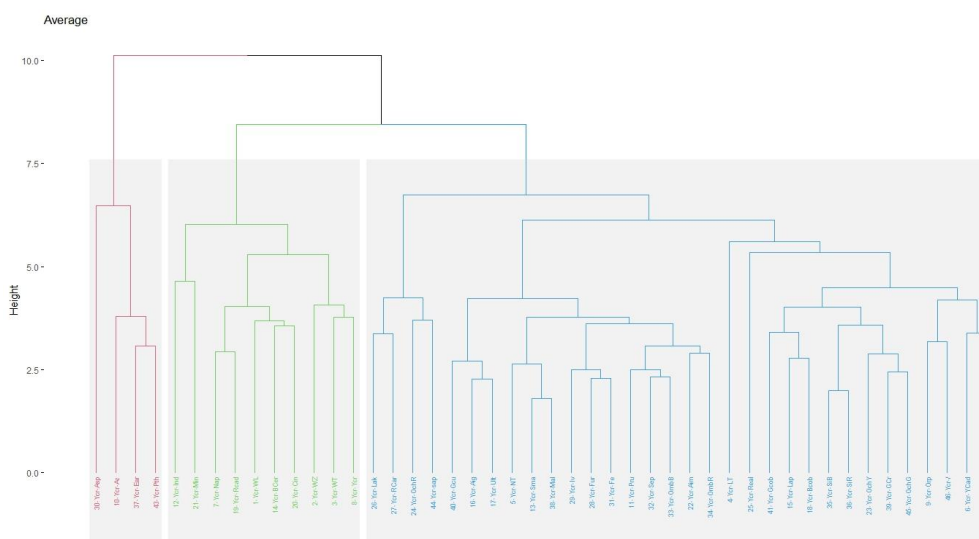
Στην τελευταία μέθοδο την Ward (ΦΩΤΟ 3.87), η μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) που ξεχωρίζει, περιλαμβάνει τα καφέ, μπλε Πρωσίας, Όμπρα Ψημένη, πράσινο Φθαλικό, Γης και κόκκινο Αιματίτη μαζί με μαύρα Ασφάλτου και Ινογυ και αυτά μαζί με πράσινο Μαλαχίτη, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου και τα μπλε Αιγυπτιακό, Αζουρίτη και Σιένα Ψημένη. Η δεύτερη ομάδα χωρίζεται σε δύο μικρότερες τα υπόλοιπα χρώματα. Η μία (με μπλε χρώμα) με τα πράσινο Χρωμίου και Κοβαλτίου, μπλε Σμάλτο και τις ώχρες, μαζί με τα μπλε Ουλτραμαρίνη και πράσινο Viridian, αλλά και τα πράσινο Χαλκού, μπλε Λαζούρι, το μονό, Σιένα Ωμή και μπλε Κοβαλτίου και όλα αυτά μαζί με τα μπλε Ινδικό, κίτρινο Ogriment, πράσινο Sap, κόκκινο Realgar και Λάκα. Η τελευταία ομάδα (με πράσινο χρώμα) ξεχωρίζει τα λευκά Ψευδαργύρου και Τιτανίου και κίτρινο Καδμίου και ομαδοποιεί τα μπλε Cerulean, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Νάπολης, κόκκινα Κιννάβαρι, Καδμίου και Μίνιο και αυτά με τα λευκό Μολύβδου και κόκκινη Καρμίνια.



ΦΩΤΟ 3. 87: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Νάπολης

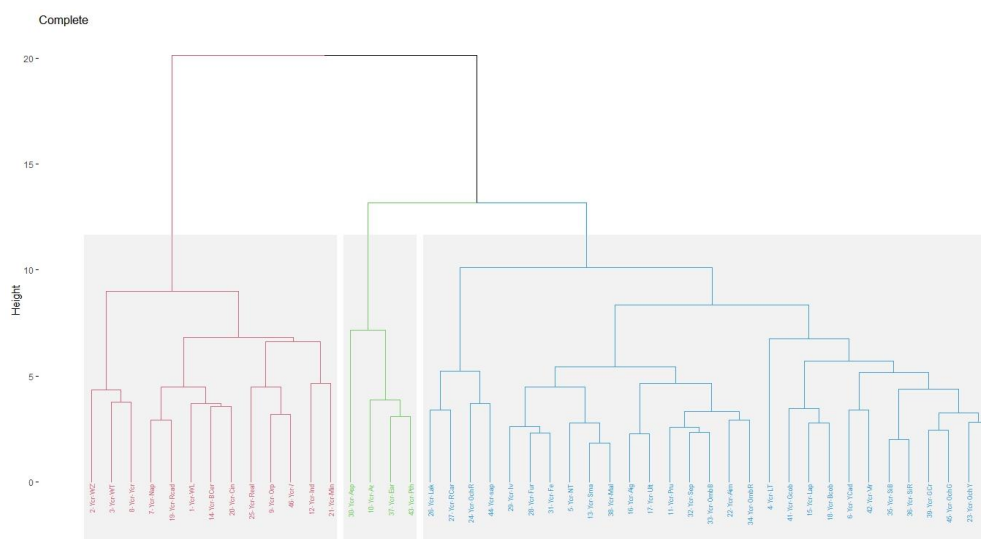
Κίτρινο Χρωμίου:

Οι ομαδοποιήσεις στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.88) για το γκρουπ με το κίτρινο Χρωμίου ως υπερκείμενο, ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) τα πράσινο Γης και Φθαλικό, μπλε Αζουρίτη και ακραίο το μαύρο Ασφάλτου. Τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται σε δύο ομάδες, από τις οποίες η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τα λευκά, τα κίτρινα Νάπολης και Χρωμίου, μπλε Cerulean και κόκκινα Καδμίου και Κιννάβαρι και ακραίες τιμές τα μπλε Ινδικό και Μίνιο. Στην επόμενη ομαδοποίηση, ξεχωρίζουν τα κόκκινα Λάκα και Καρμίνια, κόκκινη Ώχρα και πράσινο Sap. Τα υπόλοιπα όλα (με μπλε χρώμα), χωρίζονται σε δύο ομάδες από τις οποίες στη μία ακραία τιμή αποτελεί το κίτρινο Lead Tin, αλλά και το κόκκινο Realgar και περιλαμβάνει τα πράσινο Viridian, κίτρινο Καδμίου, Orpiment και το μονό και αυτά με τα χρυσή και κίτρινη Ώχρα, πράσινο Χρωμίου, τις σιένες και τα μπλε Κοβαλτίου, Λαζούρι και πράσινο Κοβαλτίου. Η τελευταία ομάδα αφορά στις δύο όμπρες, κόκκινο Αιματίτη, καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας και τα καφέ Φούρνου και Ivory και καφέ Σιδήρου και αυτά με πράσινο Μαλαχίτη, μπλε Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και όλα με τα μπλε Ουλτραμαρίνη και Αιγυπτιακό και πράσινο Χαλκού.



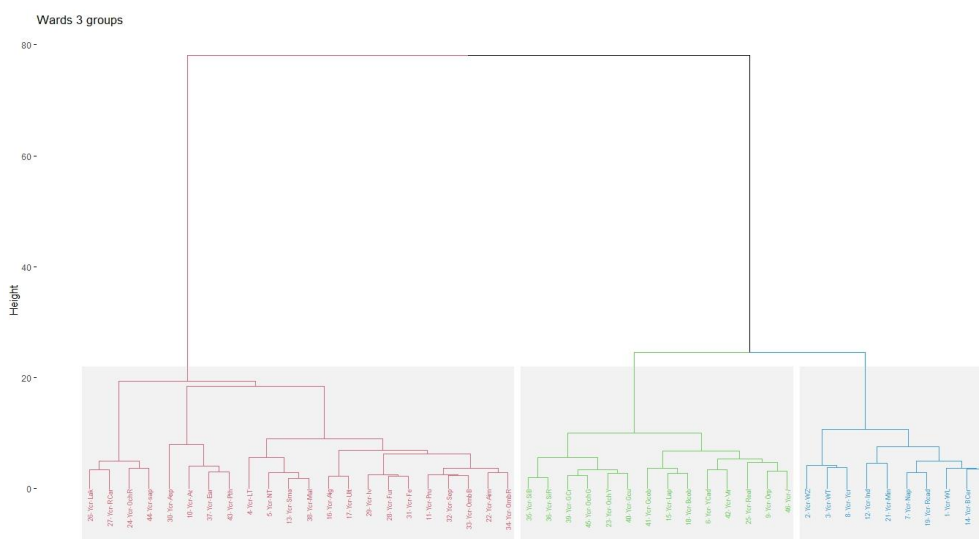
ΦΩΤΟ 3. 88: η μέθοδος **Average linkage** για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Χρωμίου

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.89), ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) τα κόκκινο Μίνιο, μπλε Ινδικό, κόκκινο Realgar, κίτρινο Orpiment και το μονό και τα κόκκινο Κιννάβαρι, μπλε Cerulean, λευκό Μολύβδου και κόκκινο Καδμίου με κίτρινο Νάπολης και όλα αυτά με τα λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου και κίτρινο Χρωμίου. Στη δεύτερη ομάδα, ξεχωρίζουν (με πράσινο χρώμα) τα πράσινο Γης και Φθαλικό, μαζί με τον μπλε Αζουρίτη και αυτά με το μαύρο Ασφάλτου. Στην επόμενη ομάδα (με μπλε χρώμα) ξεχωρίζουν τα κόκκινα Λάκα με Καρμίνη και η κόκκινη Ώχρα με πράσινο Sap και τα εναπομείναντα γκρουπάρονται σε δύο μικρότερες ομάδες. Η μία αφορά στις όμπρες, κόκκινο Αιματίτη, καφέ Σέπια και μπλε Πρωσίας και μπλε Ουλτραμαρίνη και Αιγυπτιακό και όλα με τον πράσινο Μαλαχίτη, μπλε Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, καφέ Σιδήρου και μαύρα Φούρνου και Ivory.



ΦΩΤΟ 3. 89: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Χρωμίον

Τέλος η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3.90) χωρίζει σε δύο ομάδες τα χρώματα, από τις οποίες η μία (με κόκκινο χρώμα) ξεχωρίζει τα πράσινο Sap, κόκκινη Ωγρα, κόκκινη Καρμίνα και Λάκα και ομαδοποιεί με ιδιαίτερα τα πράσινο Μαλαχίτη, μπλε Σμάλτο και κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin, τα όμπρες, με καφέ Σέπια, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Πρωσίας, αλλά και τα καφέ Σιδήρου με μαύρα Φούρνου και Inogy και αυτά με τα μπλε Ουλτραμαρίνη και Αιγυπτιακό. Η δεύτερη ομάδα χωρίζει σε δύο μικρότερες τα χρώματα. Η μία (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει τα κόκκινο Κιννάβαρι, μπλε Cerulean, λευκό Μολύβδου και κόκκινο Καδμίου με κίτρινο Νάπολης και αυτά με κόκκινο Μίνιο και μπλε Ινδικό και ακραία τα κίτρινο Χρωμίον και λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου. Η τελευταία (με πράσινο χρώμα) χωρίζει σε δύο ακόμα μικρότερες ομάδες τα χρώματα, τη μία με τα πράσινα Χαλκού, κίτρινη και χρυσή Ωγρα και πράσινο Χρωμίον μαζί με τις σιένες και τη δεύτερη με τα μπλε και πράσινο Κοβαλτίου με μπλε Λαζούρι και αυτά με κίτρινο Orpiment, το μονό, κόκκινο Realgar και τα πράσινο Viridian και κίτρινο Καδμίου.

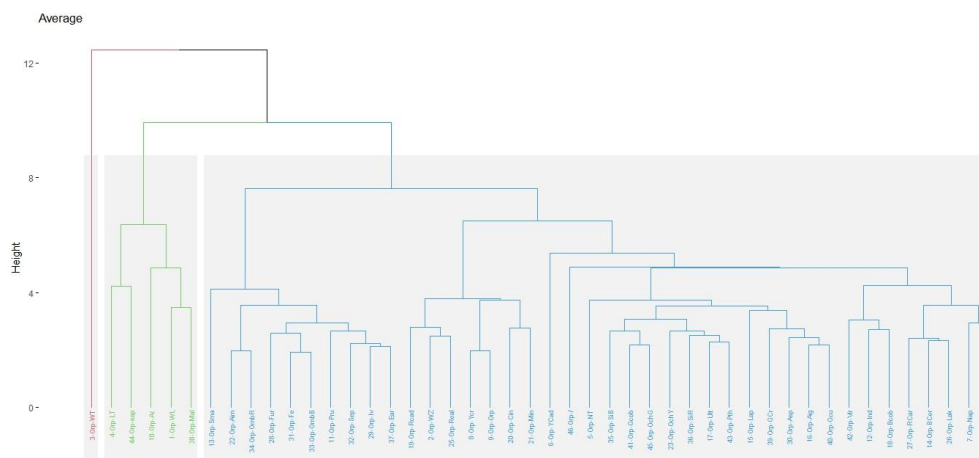


ΦΩΤΟ 3. 90: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Χρωμίον

Κίτρινο Orpiment:

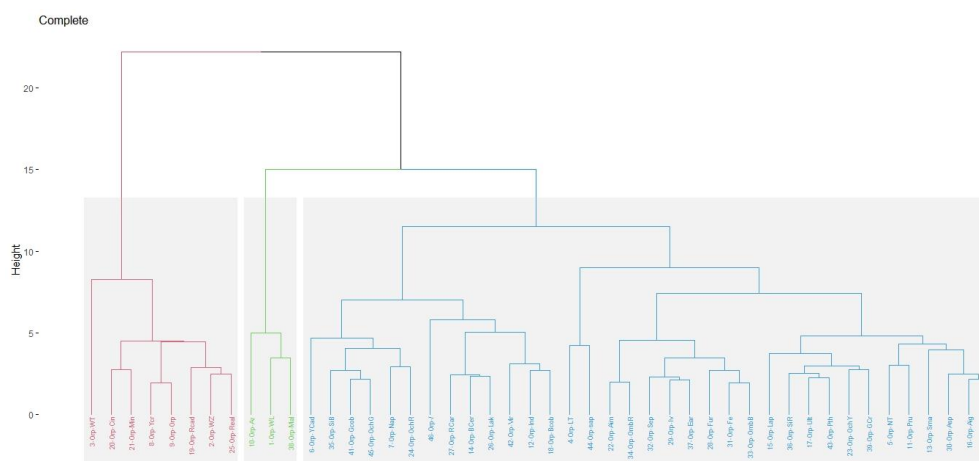
Με το κίτρινο Orpiment ως υπερκείμενο ξεχωριστή θέση (με κόκκινο χρώμα) στις ομαδοποιήσεις δίνει στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.91) το λευκό Τιτανίου. Στη συνέχεια έχουμε δύο υποομάδες, από τις οποίες η μια (με πράσινο χρώμα) μικρότερη, περιλαμβάνει τα μπλε Αζουρίτης, παράσιнос Μαλαχίτης, λευκό Μολύβδου, και αυτά με τα πράσινο Sap και το κίτρινο Lead Tin. Τα υπόλοιπα χρώματα (με μπλε χρώμα), χωρίζονται σε δύο υποομάδες, από τις οποίες η πρώτη περιλαμβάνει τα πράσινα Γης, μαύρο Ivory, καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας και τα Όμπρα Ψημένη, καφέ Σιδήρου και μαύρο Φούρνου και όλα αυτά με τα Όμπρα Ψημένη και κόκκινο Αιματίτη και ακραία τιμή τους το μπλε Σμάλτο. Η δεύτερη υποομάδα χωρίζεται σε δυο μικρότερες. Η μία με τα κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, κίτρινα Orpiment, Χρωμίον και τα κόκκινα Realgar, Καδμίου και λευκό Ψευδαργύρου. Η τελευταία με ακραία τιμή το κίτρινο Καδμίου και εν συνεχεία το κίτρινο Orpiment, περιλαμβάνει δύο ομαδοποιήσεις. τα πράσινο Χαλκού, μπλε Αιγυπτιακό, μαύρο Ασφάλτου, πράσινο Χρωμίον και μπλε Λαζούρι, με τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Ουλτραμαρίνη, Σιένα Ωμή, κίτρινη Ώχρα και τα κόκκινη Ώχρα, πράσινο Κοβαλτίου και Σιένα Ψημένη. Τέλος ομαδοποιούνται τα κόκκινη Ώχρα, κίτρινο Νάπολης, κόκκινη Λάκα και

Καδμίου, μπλε Cerulean, αλλά και τα μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό και πράσινο Viridian.



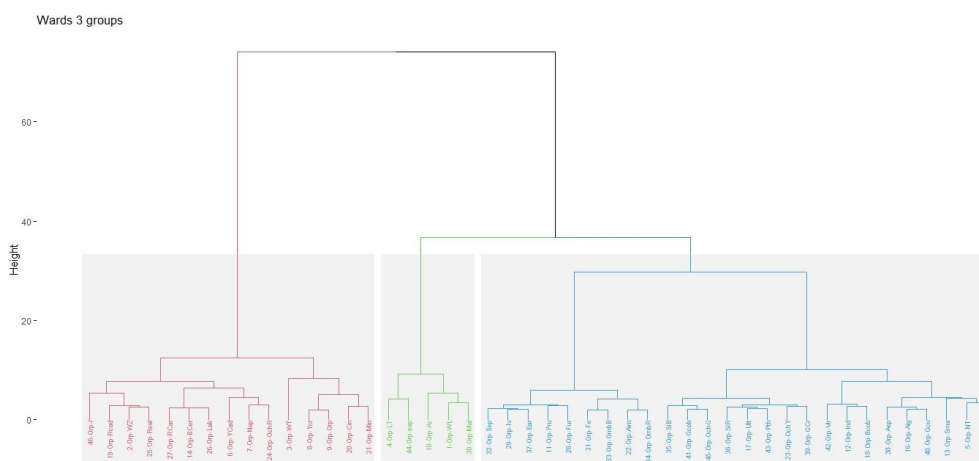
ΦΩΤΟ 3. 91: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Orpiment

Η Complete linkage (ΦΩΤΟ 3.92) παρουσιάζει το λευκό Τιτανίου να αποτελεί ακραία τιμή της ομάδας (με κόκκινο χρώμα) με τα κόκκινα Κιννάβαρι και Μίνιο, Καδμίου και Realgar, λευκό Ψευδαργύρου και κίτρινα Χρωμίου και αρσενικού. Στη δεύτερη ομάδα, ξεχωριστή υποομάδα (με πράσινο χρώμα) αποτελούν οι μπλε Αζουρίτης, πράσινος Μαλαχίτης και λευκό Μολύβδου. Η δεύτερη υποομάδα (με μπλε χρώμα) ξεχωρίζει τα λευκό Μολύβδου, μπλε Αζουρίτη και πράσινο Μαλαχίτη και δημιουργεί δύο μεγάλες υποομάδες η μία έχει τα μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό, πράσινο Viridian και κόκκινη Λάκα και Καρμίνα, μπλε Cerulean και ακραίο το μονό και όλα αυτά με τα κόκκινη Ώχρα, κίτρινο Νάπολης και χρυσή Ώχρα, πράσινο Κοβαλτίου και Σιένα Ψημένη και ακραίο το κίτρινο Καδμίου. Στην τελευταία υποομάδα, ξεχωρίζουν τα πράσινο Sap και κίτρινο Lead Tin και περιλαμβάνονται δύο μικρότερες ομάδες. Η μία με τα Όμπρα Ψημένη, καφέ Σιδήρου, μαύρο Φούρνου και τα πράσινο Γης, μαύρο Inogy και καφέ Σέπια και όλα με Όμπρα Ωμή και κόκκινο Αιματίτη. Τέλος ομαδοποιούνται τα πράσινο Χρωμίου και Φθαλικό, με κίτρινη Ώχρα, Σιένα Ωμή και ακραίο το Λαζούρι και αυτά με τα πράσινο Χαλκού, μπλε Αιγυπτιακό, μαύρο Ασφάλτου και μπλε Σμάλτο και ακραία τα μπλε Πρωσίας και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 92: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Orpiment

Στη Ward (ΦΩΤΟ 3.93), η μία μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), περιλαμβάνει τα κόκκινο Μίνιο, Κιννάβαρα και κίτρινο Orpiment και Χρωμίου και ακραίο λευκό Τιτανίου και αυτά με κόκκινη Ωχρα, κίτρινα Νάπολης, Καδμίου και κόκκινη Λάκα και Καρμίνια με μπλε Cerulean αλλά και τα κόκκινα Καδμίου και Realgar με λευκό Ψευδαργύρου και ακραίο το μονό. Η επόμενη μεγάλη ομάδα ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) τα πράσινα Μαλαχίτης, μπλε Αζουρίτης, λευκό Ψευδαργύρου, πράσινο Sap και κίτρινο Lead Tin και χωρίζει τα εναπομείναντα χρώματα (με πράσινο χρώμα) σε δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα όμπρες, κόκκινο Αιματίτη και καφέ Σιδήρου, μαζί με τα μαύρα Φούρνου και Ivory, καφέ Σέπια, πράσινο Γης και μπλε Πρωσίας. Τέλος εμφανίζονται και πάλι δύο μικρότερες ομάδες. Η μία με τα πράσινα Χρωμίου, κίτρινη Ωχρα, πράσινο Φθαλικό, μπλε Ουλτραμαρίνη και Σιένα Ωμή και τα χρυσή Ωχρα, πράσινο Κοβαλτίου και Σιένα Ψημένη. Η τελευταία ενώνει τα μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό και πράσινο Viridian, μαζί με τα μπλε Λαζούρι, Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, και πράσινο Χαλκού, μπλε Αιγυπτιακό και μαύρο Ασφάλτου,



ΦΩΤΟ 3. 93: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κίτρινο Orpiment

3.2.4 Κόκκινες χρωστικές

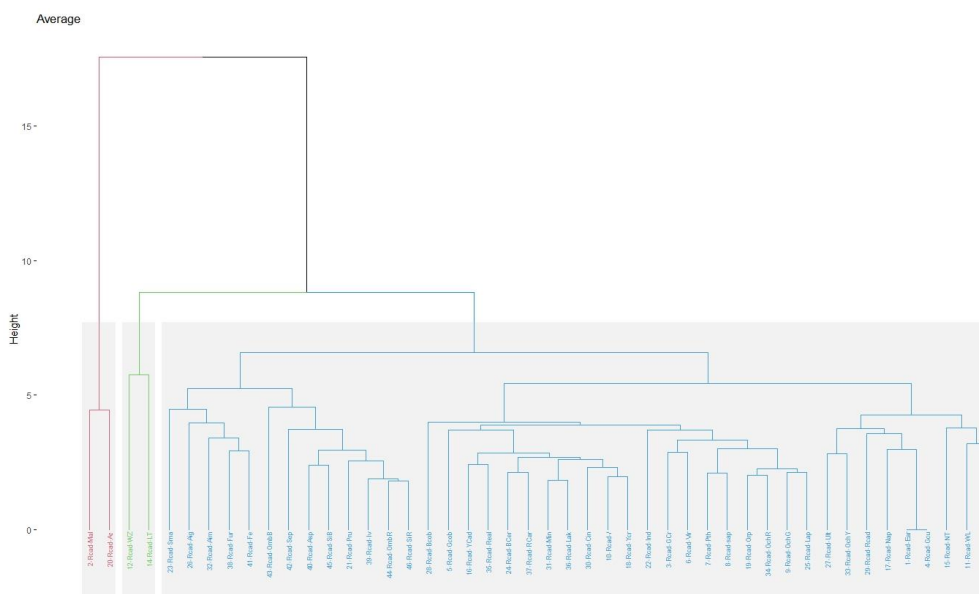
Οι κόκκινες χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν για τη παρασκευή των δειγμάτων για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής είναι επτά. Αυτές όπως φαίνονται στην ΦΩΤΟ 3.94, είναι από αριστερά προς τα δεξιά, το Καδμίου, η Κιννάβαρι, το Μίνιο, ο Αιματίτης, το Realgar, η Λάκα και η Καρμίνη. Η οπτική παρατήρηση τους φανερώνει τη συγγένεια σε σχέση με την απόχρωση, ανάμεσα στα Καδμίου, Κιννάβαρι και Μίνιο, ωστόσο με το Καδμίου να έχει σαφώς μεγαλύτερη καλυπτικότητα και τη Κιννάβαρι τη μικρότερη. Μεγάλη διαφορά παρουσιάζει ο Αιματίτης που είναι πολύ σκούρος και απολύτως καλυπτικός. Το Realgar εμφανίζει πορτοκαλίζουσα απόχρωση και αρκετή διαφάνεια, ενώ η Λάκα και η Καρμίνη που είναι βαφές, έχουν εξίσου αρκετή διαφάνεια.



ΦΩΤΟ 3. 94: οι κόκκινες χρωστικές με σειρά όπως εμφανίζονται από αριστερά προς τα δεξιά: κόκκινο Καδμίου, κόκκινο Κιννάβαρι, κόκκινο Μίνιο, κόκκινος Αιματίτης, κόκκινο Realgar, κόκκινη Λάκα, κόκκινη Καρμίνη

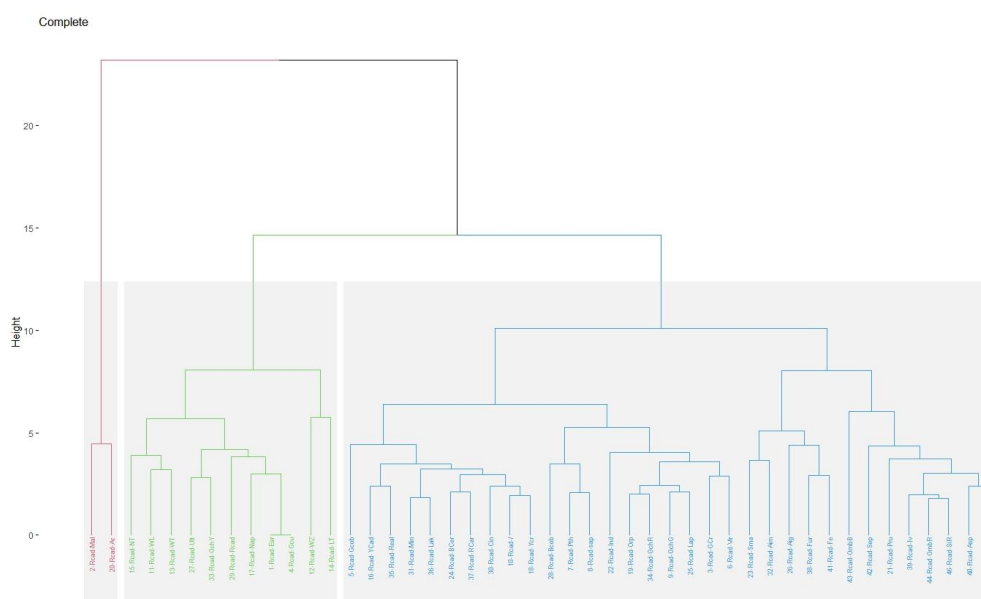
Κόκκινο Καδμίου:

Στο γκρουπ με το κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα, για την Average linkage (ΦΩΤΟ 3.95), ξεχωρίζουν ξεκάθαρα (με κόκκινο χρώμα) οι πράσινοι Μαλαχίτης και μπλε Αζουρίτης, αλλά και (με πράσινο χρώμα) το λευκό Ψευδαργύρου με το κίτρινο Lead Tin όλων των υπολοιπων χρωμάτων (με μπλε χρώμα) που χωρίζονται σε δύο μεγάλες υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τις σιένες, Όμπρα Ωμή, μαύρο Ivogy και Ασφάλτου, μπλε Πρωσίας και ακραία τα καφέ Σέπια και την Όμπρα Ψημένη και όλα με τα καφέ Σιδήρου, μαύρο Φούρνου, κόκκινο Αιματίτη, μπλε Αιγυπτιακό και μπλε Σμάλτο, με ακραίες τιμές όλα. Η άλλη ομάδα περιλαμβάνει από τη μια μεριά τα λευκά Τιτανίου και Μολύβδου, το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, και αυτά με το κίτρινο Νάπολης, το κόκκινο Καδμίου και το πράσινο Χαλκού, Γης, την κίτρινη Ώχρα και την μπλε Ουλτραμαρίνη. Τα υπόλοιπα χρώματα, με ακραία τιμή το μπλε Κοβαλτίου ομαδοποιούνται μεταξύ τους τα κόκκινα Realgar, Κιννάβαρι, Καρμίνια, Λάκα, τα κίτρινα Καδμίου και Χρωμίου και ακραίο το πράσινο Κοβαλτίου, αλλά και τα κόκκινη και χρυσή Ώχρα μαζί με τα πράσινα Χρωμίου, Φθαλικό, Sap, Viridian, μπλε Λαζούρι και κίτρινο Orpiment και ακραία τους τιμή το μπλε Ινδικό.



ΦΩΤΟ 3.95: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Καδμίου

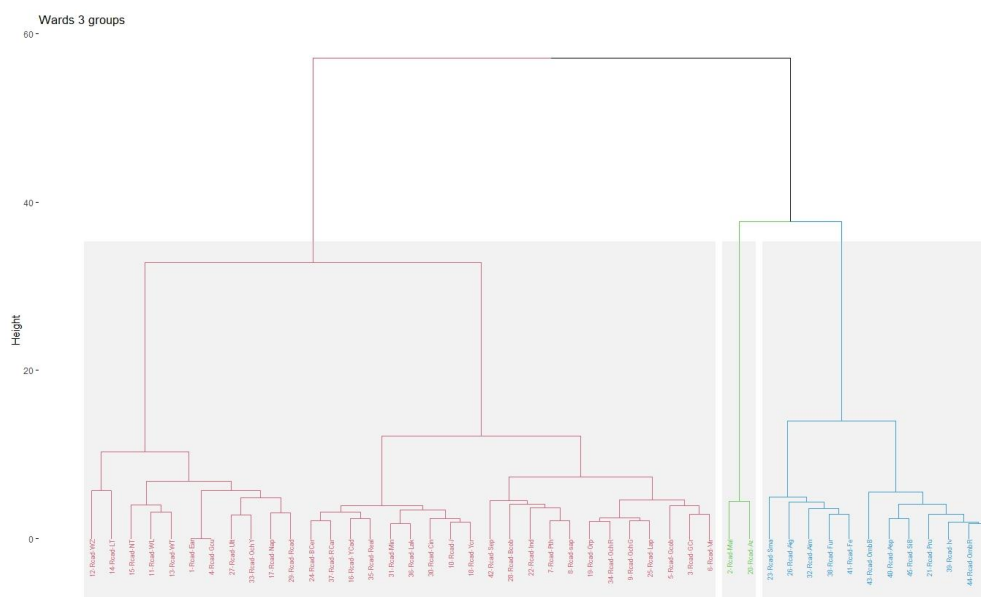
Οι ομαδοποιήσεις που προκύπτουν στην Complete linkage (ΦΩΤΟ 3.96), ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) τους Μαλαχίτη και Αζουρίτη και τοποθετούν σε μία ομάδα τα υπόλοιπα, τα οποία όμως χωρίζονται σε δύο υποομάδες, από τις οποίες η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τα λευκά, το κίτρινα Νάπολης, τα πράσινα Γης και Χαλκού, το Ουλτραμαρίνη και την κίτρινη Ώχρα και έχει ακραίες τιμές το λευκό Ψευδαργύρου και κίτρινο Lead Tin. Η επόμενη ομάδα (με μπλε χρώμα) χωρίζει σε δύο μικρότερες τα υπόλοιπα χρώματα, από τις οποίες η μία περιλαμβάνει και πάλι τα μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό και Πρωσίας, τα τρία μαύρα, τις σιένες, τις όμπρες, το καφέ Σέπια και τον κόκκινο Αιματίτη. Στα υπόλοιπα ομαδοποιούνται από τη μία τα κόκκινα Realgar, Κιννάβαρι, Καρμίνη και Λάκα, το πράσινο Κοβαλτίου και τα κίτρινα Καδμίου και Χρωμίου, και από την άλλη με ακραία τιμή το μπλε Ινδικό, τα κόκκινη και χρυσή Ώχρα μαζί με τα πράσινα Χρωμίου και Viridian, μπλε Λαζούρι, κίτρινο Ochriment και ακραίες τιμές σε όλα τα πράσινα Φθαλικό και Sap και το μπλε Κοβαλτίου.



ΦΩΤΟ 3. 96: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Καδμίου

Η τελευταία μέθοδος για το γκρουπ με υπερκείμενο το κόκκινο Καδμίου, η Ward (ΦΩΤΟ 3.97), κατατάσσει σε δύο μεγάλες ομάδες τα χρώματα, από τις

οποίες στη μία (με πράσινο χρώμα) ξεχωρίζουν οι Μαλαχίτης και Αζουρίτης και περιλαμβάνονται σε μια ομάδα ξεχωριστή (με μπλε χρώμα) και πάλι τα μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό και Πρωσίας, τα τρία μαύρα, οι σιένες, οι όμπρες και ο κόκκινος Αιματίτης. Η άλλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) χωρίζει πάλι σε δύο μικρότερες τα χρώματα, από τα οποία η μία περιλαμβάνει και πάλι τα λευκά, το κίτρινα Νάπολης, τα πράσινα Γης και Χαλκού, το Ουλτραμαρίνη και την κίτρινη Ώχρα και έχει ακραίες τιμές το λευκό Ψευδαργύρου και κίτρινο Lead Tin. Η άλλη ομαδοποιεί τα κόκκινα Realgar, Κιννάβαρι, Καρμίνη και Λάκα, το πράσινο Κοβαλτίου και τα κίτρινα Καδμίου και Χρωμίου, ξεχωριστά από τα κόκκινη και χρυσή Ώχρα, με τα πράσινα Χρωμίου και Viridian, μπλε Λαζούρι και Ogriment, τα πράσινα Φθαλικό και Sap και τα μπλε και πράσινο Κοβαλτίου, καφέ Σέπια και το μπλε Ινδικό.

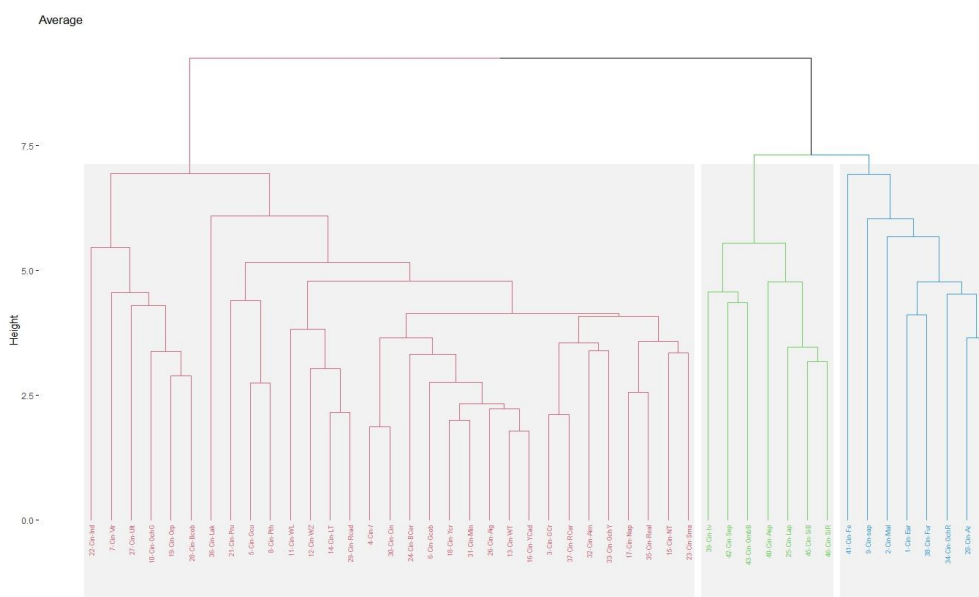


ΦΩΤΟ 3. 97: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Καδμίου

Κόκκινο Κιννάβαρι:

Η Average (ΦΩΤΟ 3.98), χωρίζει τα χρώματα σε δύο μεγάλες ομάδες, από τις οποίες, η μία περιλαμβάνει δύο μικρότερες. Η μία (με μπλε χρώμα) με τα Όμπρα Ωμή και Αζουρίτη με κόκκινη Ώχρα, πράσινο Γης και μαύρο Φούρνου με ακραίες τιμές τον πράσινο Μαλαχίτη, το πράσινο Sap και το καφέ Σιδήρου.

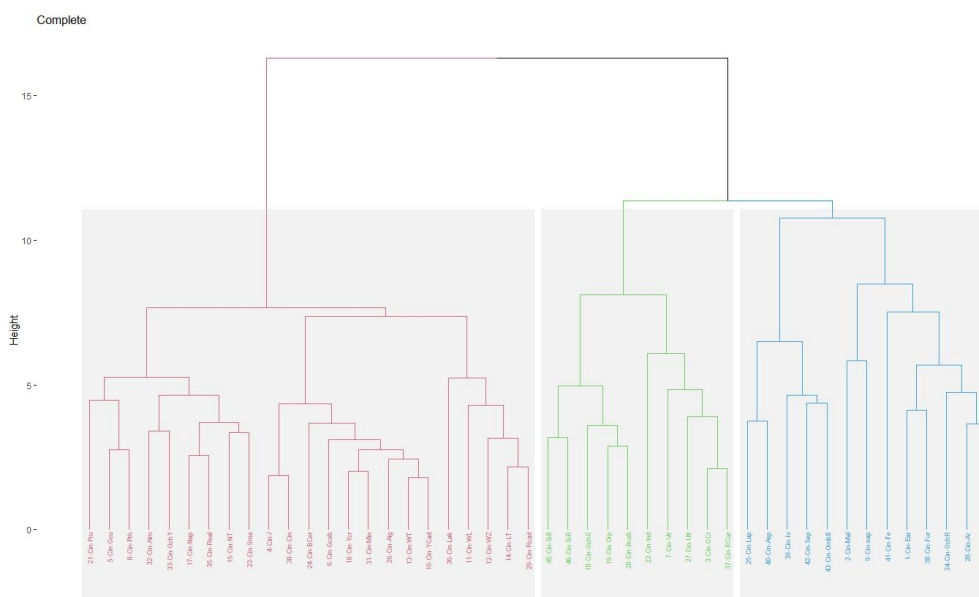
Η άλλη (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τις σιένες με το Λαζούρι και ακραία τιμή την άσφαλτο και την Ψημένη Όμπρα, με Σέπια και μαύρο Ivory. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει τα μπλε Κοβαλτίου με Orpiment και με χρυσή Ώχρα και αυτά με Ουλτραμαρίνη, με Viridian και μπλε Ινδικό. Η τελευταία υποομάδα έχει ακραία τιμή τη Λάκα. Επίσης ξεχωρίζουν τα μπλε Πρωσίας με πράσινα Χαλκού και Φθαλικό, αλλά και τα κόκκινο Καδμίου, με κίτρινο Lead Tin, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου. Τέλος ομαδοποιεί τα μπλε Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Νάπολης και κόκκινο Realgar, μαζί και με κίτρινη Ώχρα, κόκκινο Αιματίτη, Καρμίνα και πράσινο Χρωμίου και όλα αυτά με κίτρινο Καδμίου, λευκό Τιτανίου, μπλε Αιγυπτιακό, κόκκινο Μίνιο με κίτρινο Χρωμίου και ακραία τα πράσινο Κοβαλτίου, μπλε Cerulean και κόκκινο Κιννάβαρι με το μονό.



ΦΩΤΟ 3. 98: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Κιννάβαρι

Οι ομάδες που προκύπτουν στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.99) είναι δύο, από τις οποίες η μία (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει σε μία ομάδα τις δύο της Average, ήτοι τα Όμπρα Ωμή και Αζουρίτη με κόκκινη Ώχρα και τα πράσινο Γης και μαύρο Φούρνου με ακραίες τιμές το καφέ Σιδήρου και τα πράσινο Sap και Μαλαχίτη και αυτά με το Λαζούρι, την άσφαλτο και την Όμπρα Ψημένη με

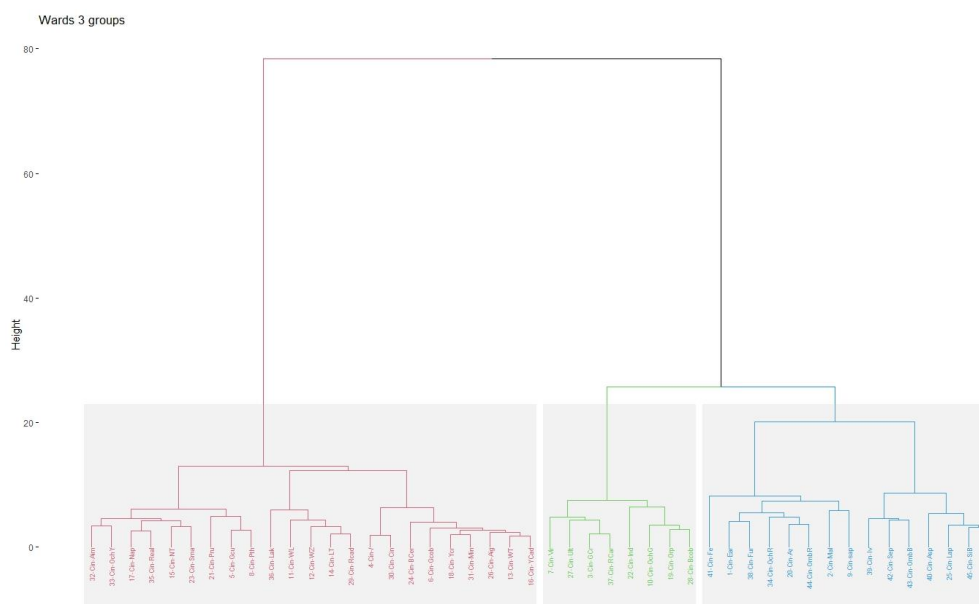
Σέπια και Ivory. Οι δύο σιένες ομαδοποιούνται (με πράσινο χρώμα) με τα μπλε Κοβαλτίου με Orpiment, με χρυσή Ώχρα και αυτά με Ουλτραμαρίνη, με Viridian, πράσινο Χρωμίου και κόκκινη Καρμίνη και ακραία τιμή το μπλε Ινδικό. Η άλλη μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει όλα τα υπόλοιπα χρώματα, αρχικά σε δύο υποομάδες, με τη μία να αφορά στα μπλε Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Νάπολης, κόκκινο Realgar, αλλά και κίτρινη Ώχρα με κόκκινο Αιματίτη και αυτά με πράσινα Φθαλικό και Χαλκού και μπλε Πρωσίας. Η τελευταία ομαδοποίηση, αφορά στα κόκκινο Καδμίου με κίτρινο Lead Tin, λευκά Ψευδαργύρου, Μολύβδου και κόκκινη Λάκα και ξεχωριστά στα κίτρινο Καδμίου, λευκό Τιτανίου, μπλε Αιγυπτιακό και Μίνιο με κίτρινο Χρωμίου και σε αυτά ακραίες τιμές τα πράσινο Κοβαλτίου, μπλε Cerulean και Κιννάβαρι με το μονό.



ΦΩΤΟ 3. 99: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Κιννάβαρι

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.100), η μία ομάδα περιλαμβάνει δύο υποομάδες, από τις οποίες η μία (με μπλε χρώμα) χωρίζει τα Όμπρα Ωμή και Αζουρίτη με κόκκινη Ώχρα και τα πράσινο Γης και μαύρο Φούρνου, αυτά με τον πράσινο Μαλαχίτη, το Sap και ακραίο το καφέ Σιδήρου. Η άλλη περιλαμβάνει τις σιένες με το Λαζούρι, την άσφαλο και Όμπρα Ψημένη με Σέπια και Ivory.

Ομαδοποιούνται επίσης (με πράσινο χρώμα) τα μπλε Κοβαλτίου με Orpiment, με χρυσή Ώχρα και ακραίο το μπλε Ινδικό και αυτά με Ουλτραμαρίνη, με Viridian, πράσινο Χρωμίου και κόκκινη Καρμίνη. Η άλλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει δύο μικρότερες. Στη μία γκρουπάρονται τα μπλε Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Νάπολης, κόκκινο Realgar και αυτά με κόκκινο Αιματίτη και κίτρινη Ώχρα και ακραία τα πράσινα Φθαλικό και Χαλκού με μπλε Πρωσίας. Τέλος, ομαδοποιούνται τα κίτρινο Καδμίου και λευκό Τιτανίου με μπλε Αιγυπτιακό, κίτρινο Χρωμίου με κόκκινο Μίνιο, αυτά με πράσινο Κοβαλτίου, μπλε Cerulean και ακραία τα κόκκινο Κιννάβαρι και μονό και όλα αυτά με κόκκινο Καδμίου, κίτρινο Lead Tin, λευκά Ψευδαργύρου και Μολύβδου, και κόκκινη Λάκα.

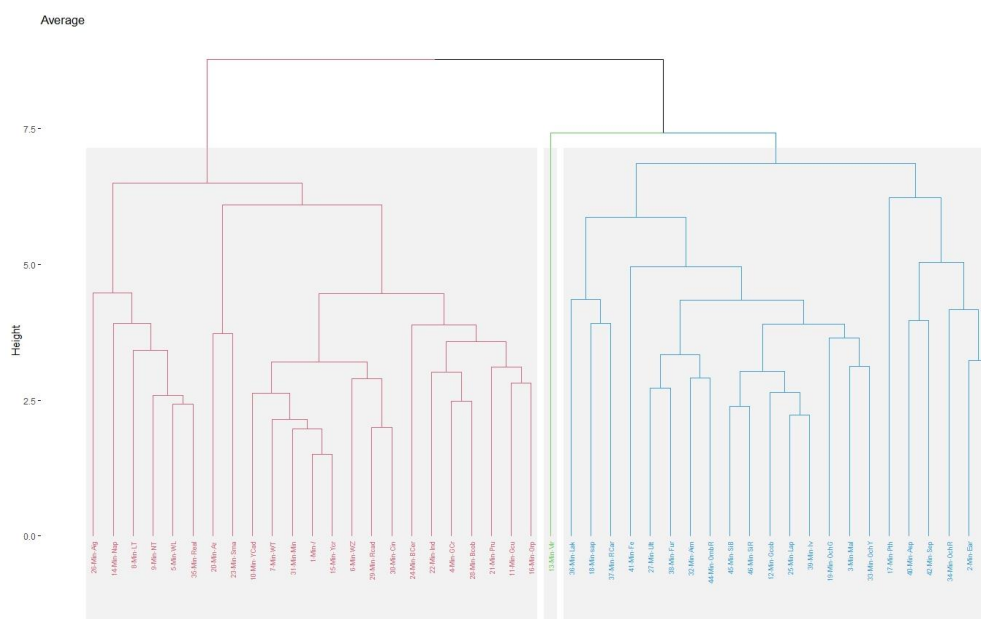


ΦΩΤΟ 3. 100: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Κιννάβαρι

Κόκκινο Μίνιο:

Στην περίπτωση του γκρουπ με το κόκκινο Μίνιο ως υπερκείμενο, η Average linkage (ΦΩΤΟ 3.101), χωρίζει τα χρώματα σε δύο μεγάλες ομάδες, όπου στη μία, ξεχωριστή συμπεριφορά παρουσιάζει (με πράσινο χρώμα) το πράσινο Viridian. Στη συνέχεια ομαδοποίηση παρουσιάζουν (με μπλε χρώμα) τα κίτρινη και χρυσή Ώχρα με πράσινο Μαλαχίτη και τα μαύρο Ivory με μπλε

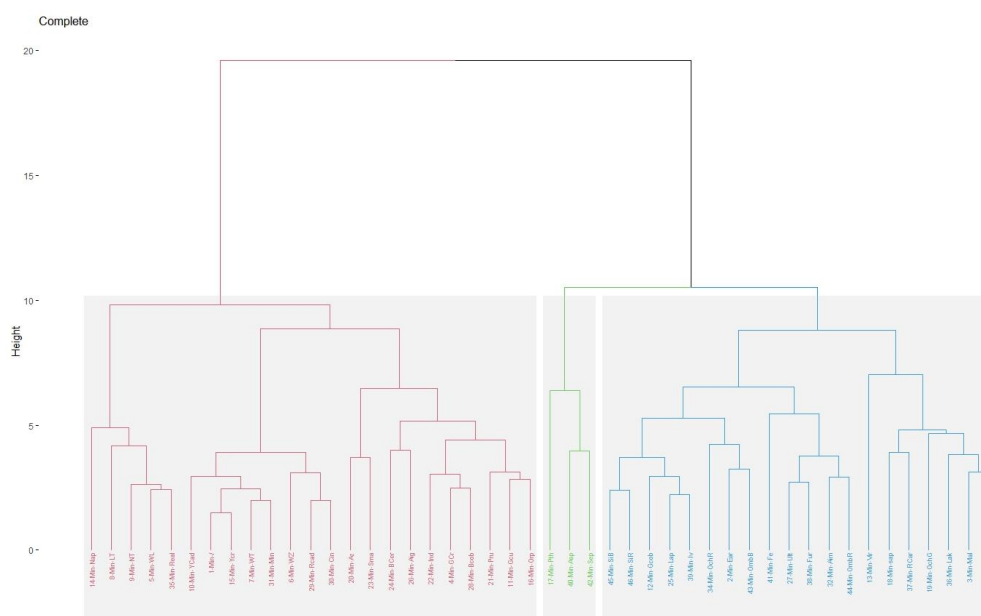
Λαζούρι, πράσινο Κοβαλτίου και οι σιένες και όλα αυτά με Όμπρα Ωμή, κόκκινο Αιματίτη, μαύρο Φούρνου και μπλε Ουλτραμαρίνη. Αυτά ακραία τιμή έχουν το καφέ Σιδήρου, ενώ ομαδοποιούνται και με τα κόκκινη Καρμίνη και Λάκα και πράσινο Sap. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), περιλαμβάνει τα κίτρινο Ορνιμέντ, πράσινο Χαλκού και μπλε Πρωσίας, αλλά και τα μπλε Κοβαλτίου και Ινδικό και πράσινο Χρωμίου με ακραία τιμή σε όλα το μπλε Cerulean. Αυτά ομαδοποιούνται με τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καδμίου και λευκό Ψευδαργύρου αλλά και με τα κίτρινο Χρωμίου, το μονό, κόκκινο Μίνιο, λευκό Τιτανίου και κίτρινο Καδμίου. στα παραπάνω ξεχωρίζουν τα μπλε Σμάλτο και Αζουρίτης, ενώ όλα ομαδοποιούνται με τα κόκκινο Realgar, λευκό Μολύβδου, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Lead Tin Νάπολης και μπλε Αιγυπτιακό.



ΦΩΤΟ 3. 101: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Μίνιο

Η μέθοδος Complete (ΦΩΤΟ 3.102) αρχικά χωρίζει τα χρώματα σε δύο μεγάλες ομάδες, από τις οποίες η μία περιλαμβάνει μια υποομάδα (με πράσινο χρώμα) τα καφέ Σέπια, μαύρο Ασφάλτου και πράσινο Φθαλικό. Αυτά ομαδοποιούνται με (με μπλε χρώμα) τα κίτρινη και χρυσή Ωχρα, πράσινο Μαλαχίτη και Sap, κόκκινα Λάκα και Καρμίνη και σε όλα ακραίο το πράσινο

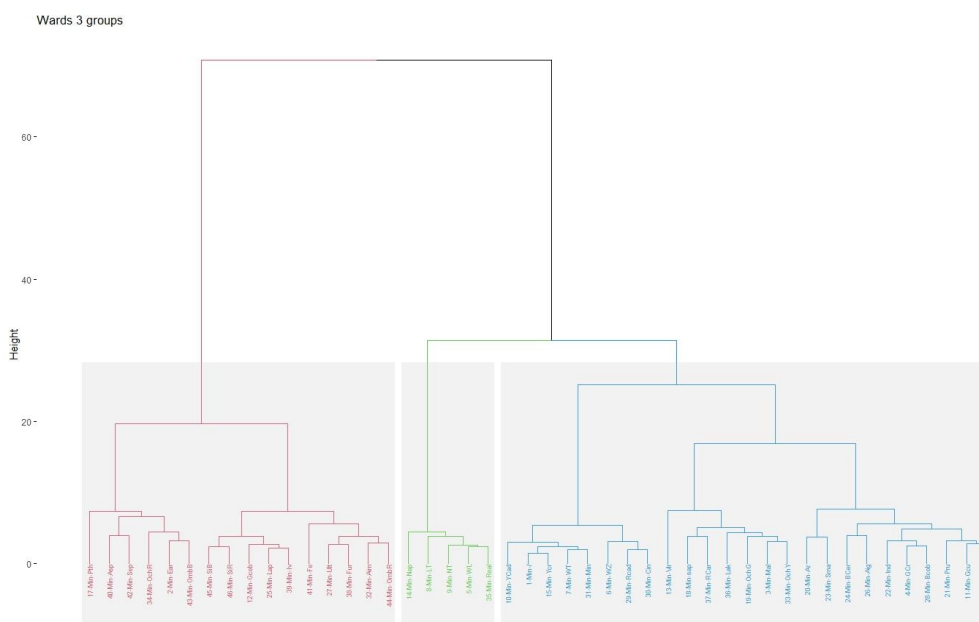
Viridian αλλά και τα Όμπρα Ωμή, κόκκινο Αιματίτη, μαύρο Φούρνου, μπλε Ουλτραμαρίνη και ακραία τιμή το καφέ Σιδήρου, αλλά και τα μαύρο Ivory, μπλε Λαζούρι, πράσινο Κοβαλτίου και τις σιένες με τα Όμπρα Ψημένη, πράσινο Γης και κόκκινη Ωχρα. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), αφορά σε μια μικρή ομαδοποίηση στα κόκκινα Realgar, λευκό Μολύβδου και κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Lead Tin και Νάπολης που ενώνεται με δύο μικρότερες υποομάδες. Τα κίτρινο Καδμίου, Χρωμίου, το μονό, λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου, κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι και Καδμίου αλλά και τα κίτρινο Ogriment, πράσινο Χαλκού, Χρωμίου, μπλε Πρωσίας, Κοβαλτίου, Ινδικό, Αιγυπτιακό και Cerulean με τα Σμάλτο και Αζουρίτη.



ΦΩΤΟ 3. 102: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Μίνιο

Στις δύο αρχικές μεγάλες ομάδες της μεθόδου Ward (ΦΩΤΟ 3.103), η πρώτη (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει τα Όμπρα Ωμή, κόκκινο Αιματίτη, μαύρο Φούρνου, μπλε Ουλτραμαρίνη και καφέ Σιδήρου, αλλά και τα μαύρο Ivory, μπλε Λαζούρι, πράσινο Κοβαλτίου και τις σιένες και αυτά μαζί με τα Όμπρα Ψημένη, πράσινο Γης, κόκκινη Ωχρα και καφέ Σέπια με μαύρο Ασφάλτου και ακραία τιμή του Φθαλικού πράσινου. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα περιλαμβάνει (με μπλε χρώμα) τα κίτρινο Ogriment με πράσινο Χαλκού, Χρωμίου, μπλε

Πρωσία, Κοβαλτίου, Ινδικό, Αιγυπτιακό, Cerulean και Σμάλτο και Αζουρίτη με τα κίτρινη και χρυσή Ωχρα, πράσινο Μαλαχίτη, Sap, κόκκινη Λάκα, Καρμίνια και ακραίο το Viridian. Αυτά ομαδοποιούνται εν συνεχεία με τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καδμίου, Μίνιο, λευκό Ψευδαργύρου, Τιτανίου, κίτρινα Χρωμίου, Καδμίου και το μονό. Όλα τα παραπάνω της δεύτερης ομάδας, ενώνονται τέλος (με πράσινο χρώμα) με τα κόκκινο Realgar, λευκό Μολύβδου και τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Lead Tin και Νάπολης.

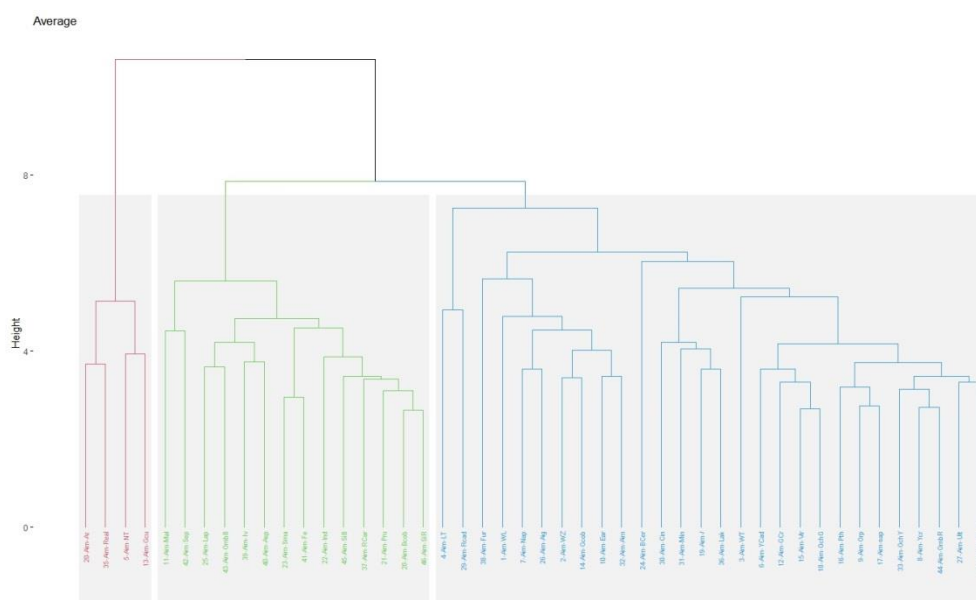


ΦΩΤΟ 3. 103: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Μίνιο

Κόκκινος Αιματίτης:

Μία ομάδα στη μέθοδο Average linkage (ΦΩΤΟ 3.104) για τον κόκκινο Αιματίτη ως υπερκείμενο χρώμα, σχηματίζουν (με κόκκινο χρώμα) τα μπλε Αζουρίτης, κόκκινο αρσενικού, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και πράσινο Χαλκού. Τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται σε δύο ομάδες, από τις οποίες η μία (με πράσινο χρώμα) η μικρότερη περιλαμβάνει τις σιένες, μπλε Κοβαλτίου, Πρωσία και Ινδικό, κόκκινη Καρμίνια και με τα καφέ Σιδήρου και μπλε Σμάλτο ενώνονται με τα μαύρα Ασφάλτου και Inoxy και τα Όμπρα Ψημένη και μπλε Λαζούρι και ακραία τα πράσινο Μαλαχίτη και καφέ Σέπια. Η τελευταία

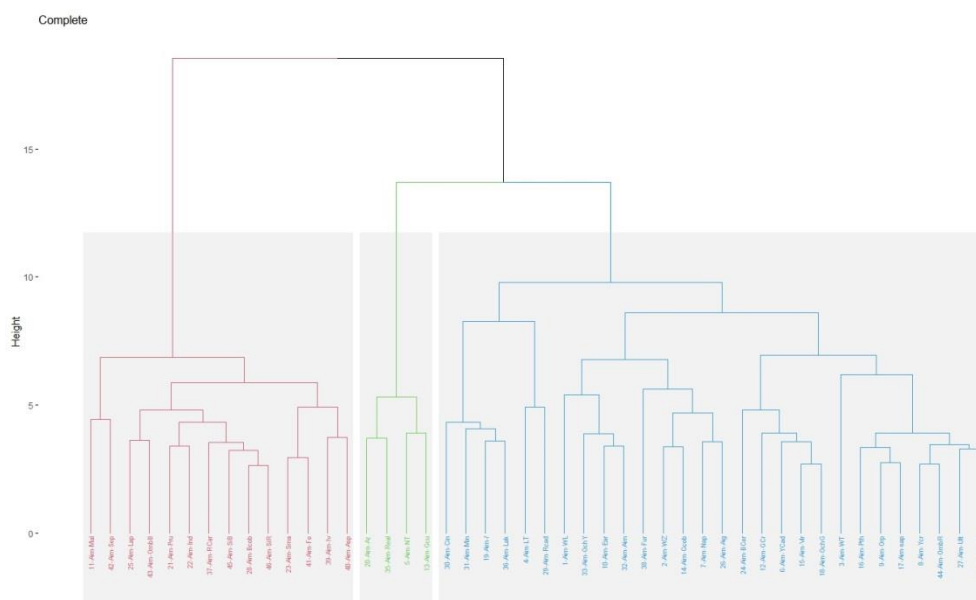
ομάδα (με μπλε χρώμα), περιέχει αρκετές ακραίες τιμές. Συγκεκριμένα ομαδοποιεί τα κόκκινη Ώχρα κα μπλε Ουλτραμαρίνη, με Όμπρα Ωμή, κίτρινο Χρωμίου και κίτρινη Ώχρα, αλλά και τα πράσινα Sap και Φθαλικό με κίτρινο και όλα αυτά με τα χρυσή Ώχρα, πράσινο Viridian, Χρωμίου και κίτρινο Καδμίου και με ακραία τιμή τους το λευκό Τιτανίου και σε όλα αυτά το μονό με το Μίνιο και το κόκκινο Κιννάβαρι. Σε όλα αυτά ακραία τιμή παρουσιάζεται το μπλε Cerulean, ενώ μαζί με τα κόκκινο Αιματίτη, πράσινο Γης, Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου, κίτρινο Νάπολης και ακραίο το μαύρο Φούρνου, παρουσιάζουν ακραίες τιμές για τα κίτρινο Lead Tin και κόκκινο Καδμίου



ΦΩΤΟ 3. 104: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον κόκκινο Αιματίτη

Η μία ομάδα στην μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.105), περιλαμβάνει (με κόκκινο χρώμα) τα μαύρα Ασφάλτου και Ivory, με καφέ Σιδήρου και μπλε Σμάλτο και αυτά με τις σιένες, το μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό και Πρωσίας, κόκκινη Καρμίνη και Όμπρα Ψημένη με μπλε Λαζούρι, ενώνονται με τα πράσινο Μαλαγίτη και καφέ Σέπια. Η δεύτερη ομάδα, ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) τα πράσινο Χαλκού, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, κόκκινο Realgar και μπλε Αζουρίτη. Τα υπόλοιπα (με μπλε χρώμα) χωρίζονται σε δύο υποομάδες με τη μία να αφορά

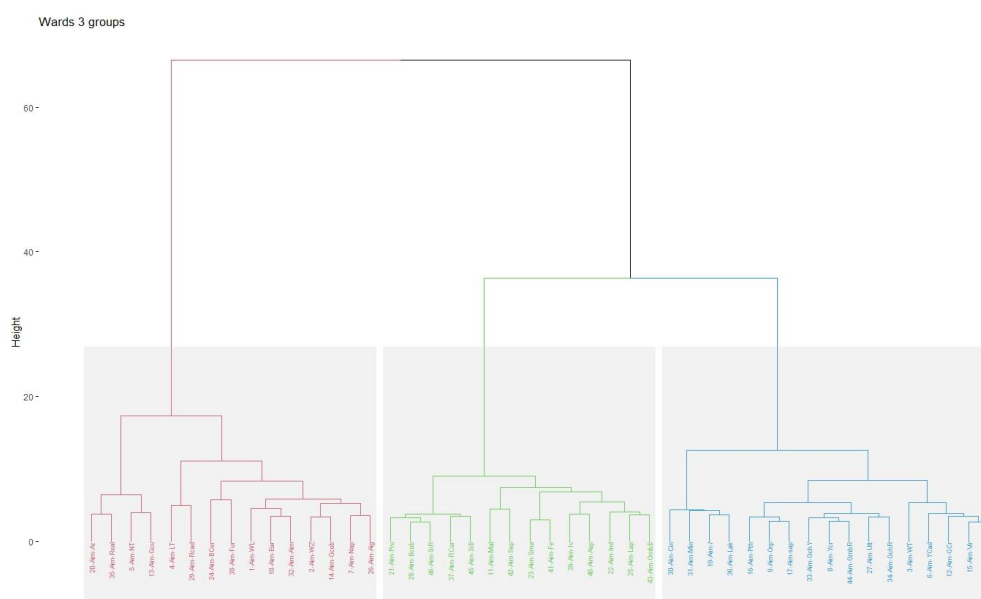
στα κόκκινα Καδμίου, κίτρινο Lead Tin, και κόκκινα Λάκα, Μίνιο, Κιννάβαρι και το μονό. Η τελευταία υποομάδα, ενώνει και πάλι δύο μικρότερες ομάδες, η μία με τα μπλε Αιγυπτιακό, κίτρινο Νάπολης, πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Ψευδαργύρου με ακραίο το μαύρο Φούρνου και αυτά με κόκκινο Αιματίτη, πράσινο Γης, κίτρινη Ώχρα και λευκό Μολύβδου. Η τελευταία ομαδοποίηση αφορά στα κόκκινη Ώχρα με Ουλτραμαρίνη, Ωμή Όμπρα με κίτρινο Χρωμίου και αυτά με πράσινο Sap, Φθαλικό, κίτρινο Ogriment, με ακραία τιμή σε όλα το λευκό Τιτανίου και όλα αυτά με χρυσή Ώχρα, πράσινο Viridian, Χρωμίου, κίτρινο Καδμίου και μπλε Cerulean.



ΦΩΤΟ 3. 105: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον κόκκινο Αιματίτη

Η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3.106) τέλος, ξεχωρίζει αρχικά (με κόκκινο χρώμα) τα μπλε Αιγυπτιακό, κίτρινο Νάπολης, πράσινο Κοβαλτίου και Γης, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου, κόκκινο Αιματίτη και όλα αυτά με μπλε Cerulean και μαύρο Φούρνου και όλα αυτά με κόκκινο Καδμίου και κίτρινο Lead Tin, να ενώνονται με τα πράσινο Χαλκού, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, κόκκινο Realgar και μπλε Αζουρίτη. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα, χωρίζει αρχικά σε δύο μικρότερες ομάδες, από τις οποίες η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τα Όμπρα Ψημένη, μπλε Λαζούρι, Ινδικό, μαύρα Ασφάλτου και Ivory, καφέ

Σιδήρου και Σμάλτο και αυτά με πράσινο Μαλαχίτη και καφέ Σέπια και όλα αυτά με σιένες, κόκκινη Καρμίνη, μπλε Κοβαλτίου και Πρωσίας. Η τελευταία ομάδα (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει τα χρυσή Ώχρα, πράσινο Viridian, Χρωμίου, κίτρινο Καδμίου, λευκό Τιτανίου αλλά και τα κόκκινη και κίτρινη Ώχρα, με μπλε Ουλτραμαρίνη, Ωμή Όμπρα, κίτρινο Χρωμίου καθώς και τα πράσινο Sap και Φθαλικό, κίτρινο Ochriment. Η δεύτερη περιέχει Λάκα, Μίνιο και Κιννάβαρι καθώς και το μονό.

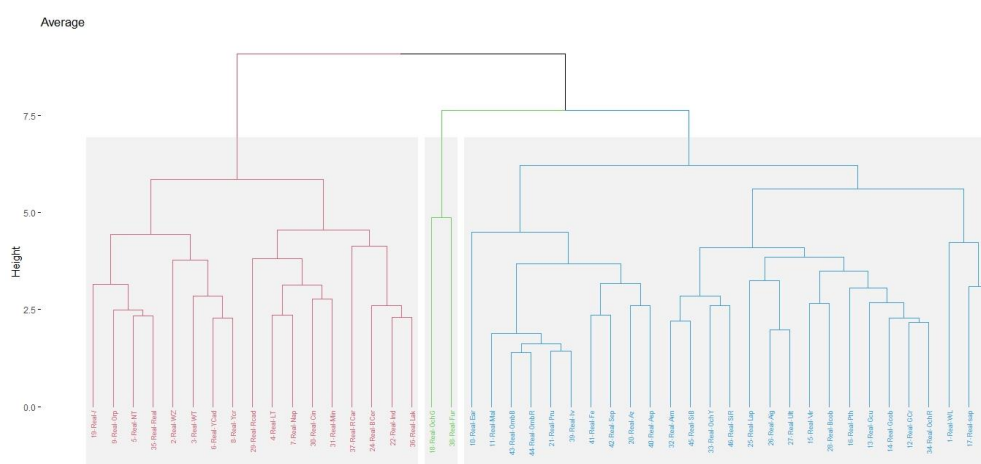


ΦΩΤΟ 3. 106: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον κόκκινο Αιματίτη

Κόκκινο Realgar:

Στο κόκκινο Realgar ως υπερκείμενο χρώμα, η μέθοδος Average (ΦΩΤΟ 3.107), εμφανίζει τη μία αρχική ομάδα (με κόκκινο χρώμα) να χωρίζει σε δύο υποομάδες τα χρώματα. Στη μία περιλαμβάνονται τα κόκκινη Λάκα, μπλε Ινδικό, Cerulean με ακραία την Καρμίνη, αλλά και κίτρινα Νάπολης και Lead Tin, τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι και ακραίο το Καδμίου. Η δεύτερη υποομάδα αφορά στα κίτρινα Χρωμίου, Καδμίου και τα λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου και τα κόκκινη Realgar, κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Ochriment και ακραίο το μονό. Η δεύτερη ομάδα ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) τα μαύρο Φούρνου και χρυσή Ώχρα και χωρίζει (με μπλε χρώμα) και αυτή σε δύο

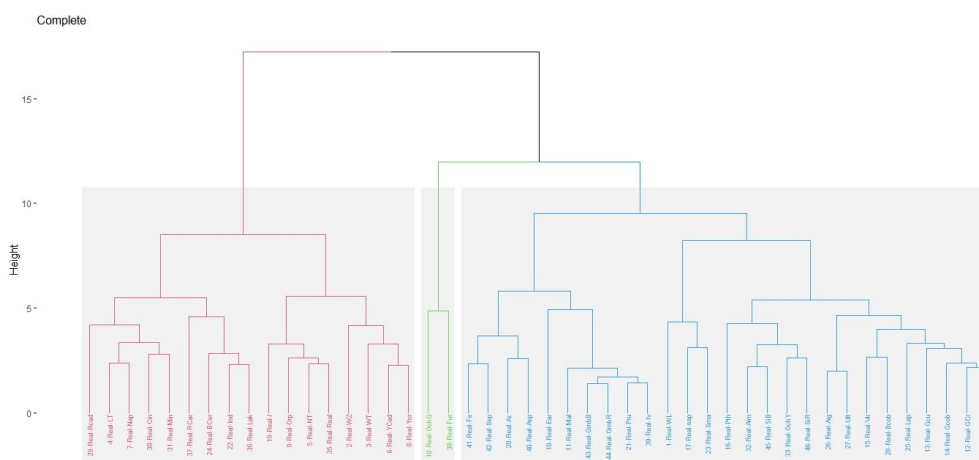
υποομάδες τα χρώματα. Η μία περιλαμβάνει με ακραίο το πράσινο Γης τα μαύρο Ασφάλτου, μπλε Αζουρίτη και τα καφέ και αυτά μαζί με τα μαύρο Ivory, μπλε Πρωσίας, όμπρες και πράσινο Μαλαχίτη. Η δεύτερη υποομάδα ξεχωρίζει τα μπλε Σμάλτο, πράσινο Sap και λευκό Μολύβδου και ομαδοποιεί τα κόκκινη Ωχρα, πράσινο Χρωμίου, Κοβαλτίου, Χαλκού, Φθαλικό, μπλε Κοβαλτίου, Viridian, Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, Λαζούρι και αυτά μαζί με τις σιένες, κίτρινη Ωχρα και κόκκινο Αιματίτη.



ΦΩΤΟ 3. 107: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον κόκκινο Realgar

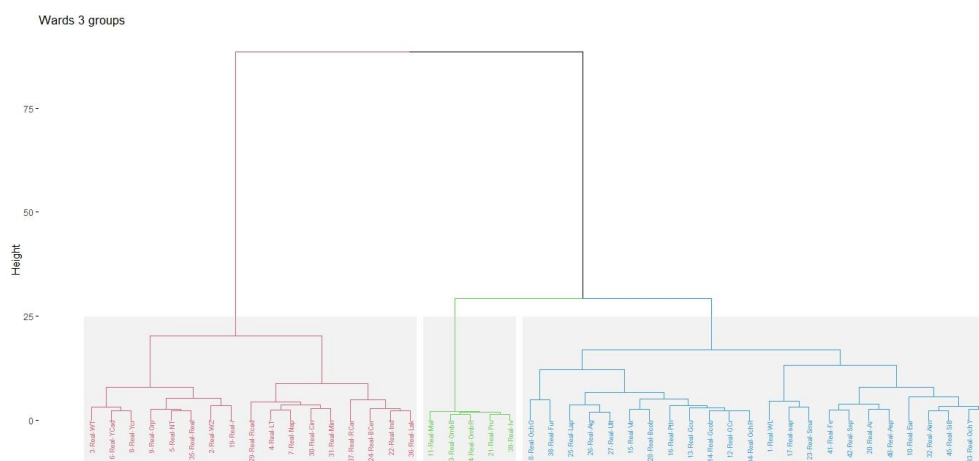
Η μια ομάδα χωρίζει πάλι στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.108), σε δύο υποομάδες τα χρώματα. Η μία (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει τα κίτρινο Χρωμίου και Καδμίου, λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου και αυτά με κόκκινο Realgar, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Orpiment και το μονό. Η δεύτερη τα κόκκινα Λάκα, μπλε Ινδικό, Cerulean και ακραία την Καρμίνη και αυτά με κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, κίτρινο Νάπολης, Lead Tin και ακραίο το κόκκινο Καδμίου. Η δεύτερη ομάδα ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) τα μαύρο Φούρνου και χρυσή Ωχρα και ομαδοποιεί (με μπλε χρώμα) τα μαύρο Ivory, μπλε Πρωσίας, όμπρες, πράσινο Μαλαχίτη και ακραίο το Γης και αυτά με τα μαύρο Ασφάλτου, μπλε Αζουρίτη, και τα καφέ. Η δεύτερη υποομάδα ξεχωρίζει τα μπλε Σμάλτο, πράσινο Sap και λευκό Μολύβδου και ομαδοποιεί τα κόκκινη Ωχρα, πράσινο Χρωμίου, Κοβαλτίου, Χαλκού, μπλε Λαζούρι, Κοβαλτίου,

πράσινο Viridian και τα μπλε Ουλτραμαρίνη και Αιγυπτιακό και όλα αυτά με τα κίτρινη Ώχρα, σιένες, κόκκινος Αιματίτης και ακραίο το Φθαλικό.



ΦΩΤΟ 3. 108: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον κόκκινο Realgar

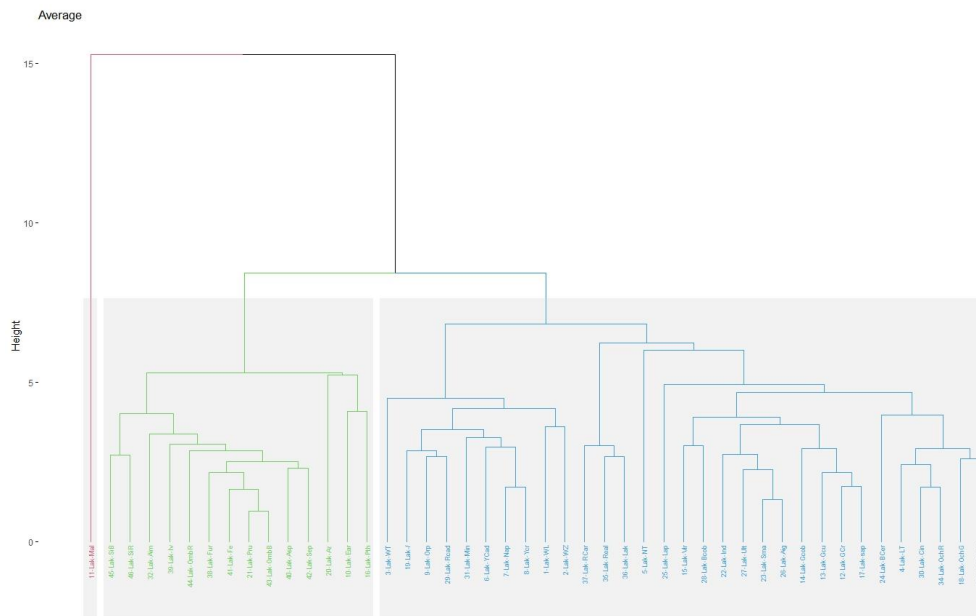
Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.109), στις δύο αρχικές ομάδες η πρώτη (με κόκκινο χρώμα) χωρίζει σε υποομάδα τα κόκκινη Λάκα, Καρμίνη, μπλε Ινδικό, Cerulean και τα κόκκινο Μίνιο, Κιννάβαρι, κίτρινα Νάπολης, Lead Tin και το κόκκινο Καδμίου ως ακραίο. Η δεύτερη υποομάδα αφορά στα λευκό Ψευδαργύρου με το μονό και τα κόκκινο Realgar και κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Orpiment και αυτά με το λευκό Τιτανίου και κίτρινα Καδμίου και Χρωμίου. Η δεύτερη ομάδα ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) τα μαύρο Ivory, μπλε Πρωσίας, όμπρες και πράσινο Μαλαχίτη και (με μπλε χρώμα) χωρίζει σε δύο υποομάδες τα τελευταία. Η πρώτη αφορά στα κόκκινη Ώχρα, πράσινα Χρωμίου, Κοβαλτίου Χαλκού και Φθαλικό και τα μπλε Κοβαλτίου και πράσινο Viridian, μαζί με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, Λαζούρι και σε όλα αυτά ακραία τα μαύρο Φούρνου και χρυσή Ώχρα. Η δεύτερη περιλαμβάνει τις σιένες, κίτρινη Ώχρα, κόκκινο Αιματίτη και ακραίο το πράσινο Γης μαζί με τα μαύρο Ασφάλτου, μπλε Αζουρίτη και τα καφέ και όλα αυτά μαζί με τα μπλε Σμάλτο, πράσινο Sap και λευκό Μολύβδου.



ΦΩΤΟ 3. 109: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον κόκκινο Realgar

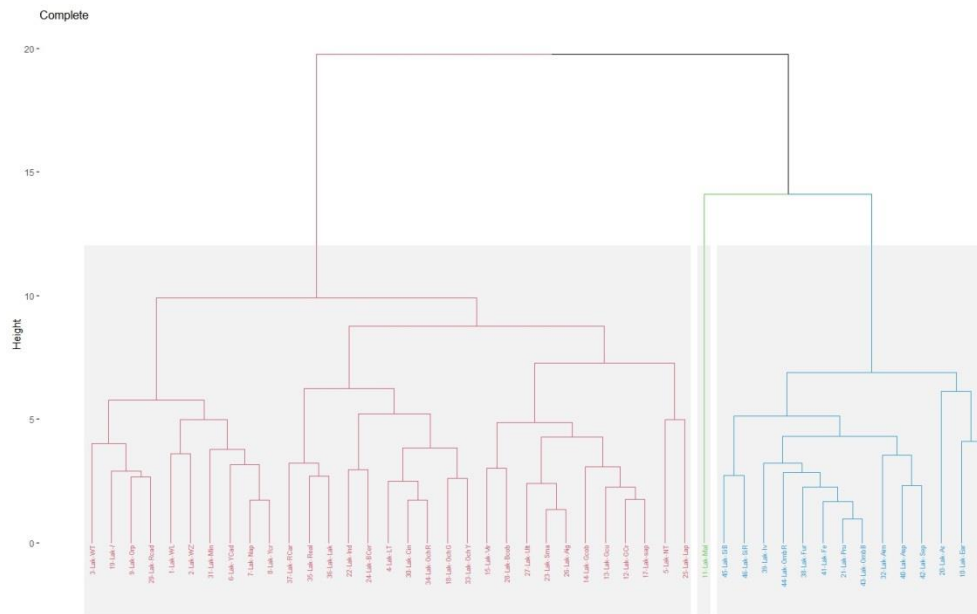
Κόκκινο Lake:

Ακραία τιμή (με κόκκινο χρώμα) αποτελεί ο Μαλαχίτης για το κόκκινο Lake ως υπερκείμενο σύμφωνα με τη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.110) και εν συνεχεία ομαδοποιούνται τα χρώματα ομαδοποιούνται σε δύο ομάδες. Η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τα καφέ, μαύρα, όμπρες, σιένες, μπλε Πρωσίας και κόκκινος Αιματίτης και αυτά με μπλε Αζουρίτη και πράσινα Γης και Φθαλικό. Η τελευταία ομάδα (με μπλε χρώμα) χωρίζει σε δύο υποομάδες αρχικά τα υπόλοιπα χρώματα, από τα οποία η μία περιλαμβάνει τα λευκά, το μονό και τα κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης, Καδμίου και Orpiment και κόκκινα Μίνιο και Καδμίου. Η δεύτερη ξεχωρίζει τα κόκκινα Καρμίνια, Λάκα και Realgar, στη συνέχεια το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και το μπλε Λαζούρι και χωρίζει τις ώχρες, το Κιννάβαρι και το κίτρινο Lead Tin με ακραίο το μπλε Cerulean από τα πράσινο Sap, πράσινο Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου και τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Ινδικό και με ακραίες τιμές τα μπλε Κοβαλτίου και πράσινο Viridian.



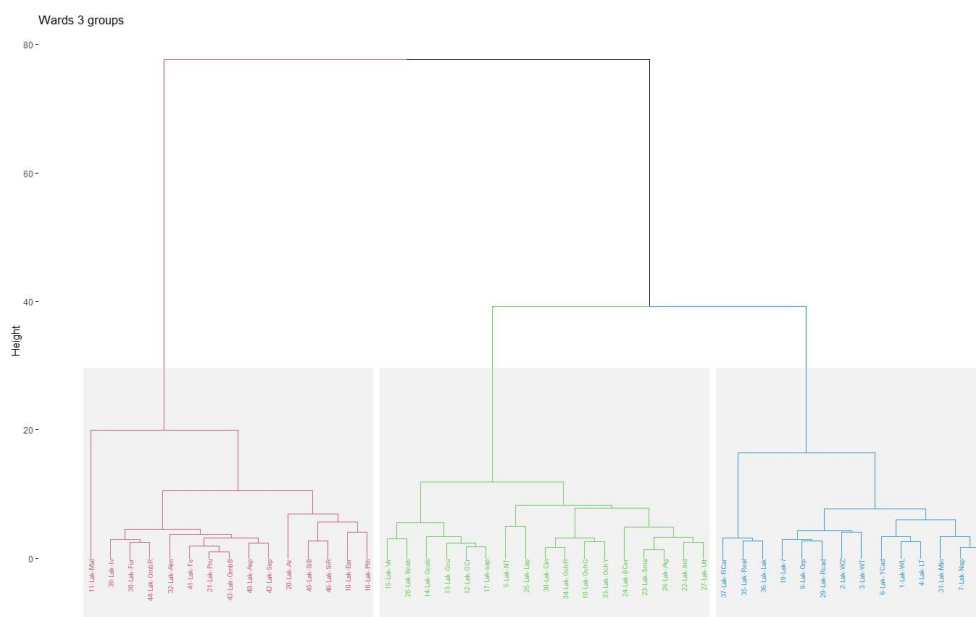
ΦΩΤΟ 3. 110: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Lake

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.111) η μία από τις δύο αρχικές ομάδες παρουσιάζει ως ακραία τιμή (με πράσινο χρώμα) τον πράσινο Μαλαχίτη, για τα (με μπλε χρώμα) μαύρα, καφέ, σιένες, όμπρες, μπλε Πρωσίας και κόκκινο Αιματίτη και αυτά με πράσινα Γης και Φθαλικό και μπλε Αζουρίτη. Η επόμενη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) χωρίζει σε δύο υποομάδες τα χρώματα. Η μία με τα κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης, Καδμίου και Orpiment, κόκκινα Μίνιο και Καδμίου, τα λευκά και το μονό. Η δεύτερη χωρίζει σε μικρότερες ομάδες τις ώχρες, κόκκινα Κιννάβαρι, Λάκα, Καρμίνια και Realgar, μπλε Cerulean, Ινδικό και κίτρινο Lead Tin, αλλά και τα πράσινα Sap, Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου και Viridian, μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη και Κοβαλτίου, μαζί με τα μπλε Λαζούρι και κίτρινο Lead Tin.



ΦΩΤΟ 3. 111 η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Lake

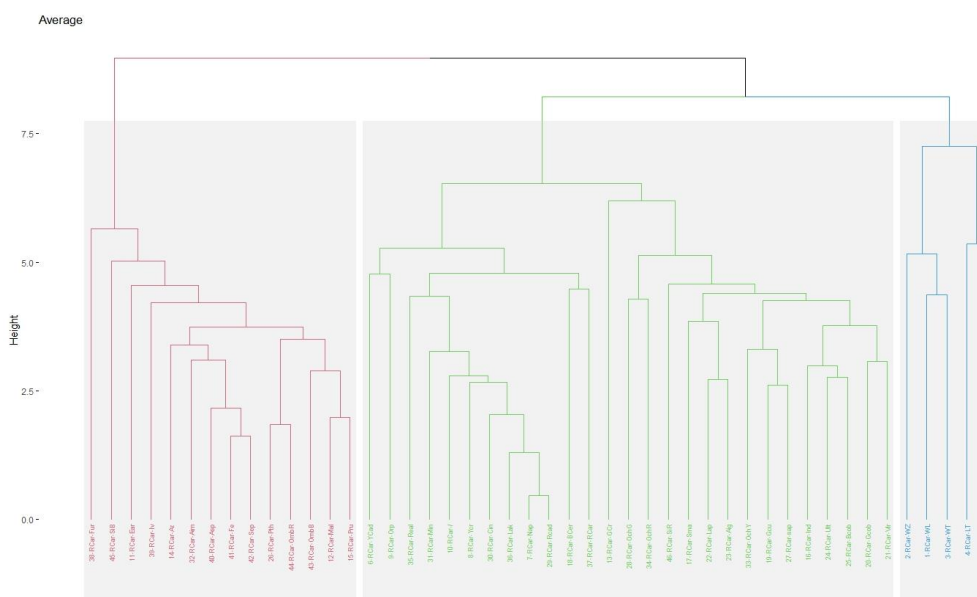
Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.112), η μία αρχική ομάδα (με κόκκινο χρώμα), με ακραία τιμή τον πράσινο Μαλαχίτη, περιλαμβάνει τα μαύρα, καφέ, όμπρες, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Πρωσίας, μαζί με τα μπλε Αζουρίτη, πράσινα Γης και Φθαλικό και τις σιένες. Η δεύτερη ομάδα χωρίζει δύο υποομάδες χρωμάτων. Η μία (με μπλε χρώμα) με τα κίτρινο Χρωμίου, Νάπολης, Lead Tin, Καδμίου, Ogriment, κόκκινα Μίνιο, Καδμίου, τα λευκά και το μονό, αλλά και τα κόκκινα Καρμίνια, Realgar και Λάκα. Η τελευταία (με πράσινο χρώμα) ξεχωρίζει τα πράσινα Sap, Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου, Viridian και μπλε Κοβαλτίου και ομαδοποιεί με ακραία τα μπλε Λαζούρι και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, τα άχρες και Κιννάβαρα μαζί με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Ινδικό, Αιγυπτιακό, Σμάλτο και ακραίο το Cerulean



ΦΩΤΟ 3. 112 η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το κόκκινο Lake

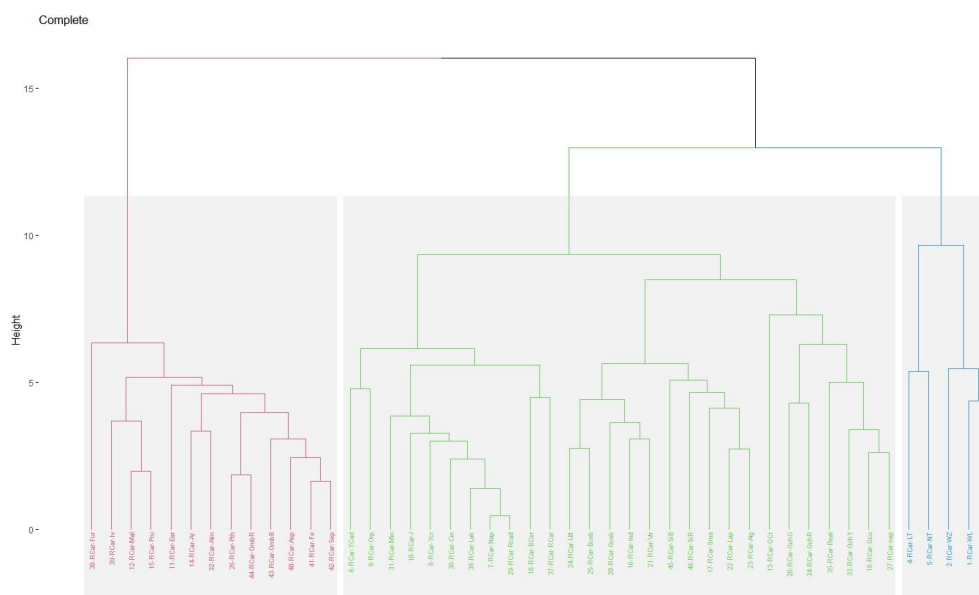
Κόκκινο Καρμίνια:

Η μία ομάδα της μεθόδου Average (ΦΩΤΟ 3.113) για το γκρουπ με κόκκινη Καρμίνια ως υπερκείμενη, ομαδοποιεί (με κόκκινο χρώμα) τα μπλε Πρωσίας, πράσινο Μαλαχίτη και Φθαλικό, όμπρες αλλά και τα καφέ, μαύρο Ασφάλτου, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Αζουρίτη με ακραίες τιμές το μαύρο Ivory, το πράσινο Γης, τη ψημένη σιένα και το μαύρο Φούρνου. Η δεύτερη ομάδα ξεχωρίζει (με μπλε χρώμα) τα λευκά με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin και ομαδοποιεί (με πράσινο χρώμα) τα υπόλοιπα σε δύο υποομάδες με πολλές ακραίες τιμές. Η μία αφορά στα κόκκινα Καδμίου, Λάκα, Κιννάβαρι, κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου, το μονό και Μίνιο, αυτά με το μπλε Cerulean και την κόκκινη Καρμίνια και όλα αυτά με κίτρινα Ogriment και Καδμίου. η τελευταία ομαδοποίηση ξεχωρίζει το πράσινο Χρωμίου και αφορά στα πράσινα Viridian, Κοβαλτίου με μπλε Ινδικό, Κοβαλτίου και Ουλτραμαρίνη, με τα πράσινα Sap, Χαλκού και κίτρινη Ώχρα και όλα αυτά με μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο και Λαζούρι. Τα παραπάνω έχουν ακραία τιμή την ωμή σιένα, και το αυτό για τις δύο ώχρες κόκκινη και χρυσή



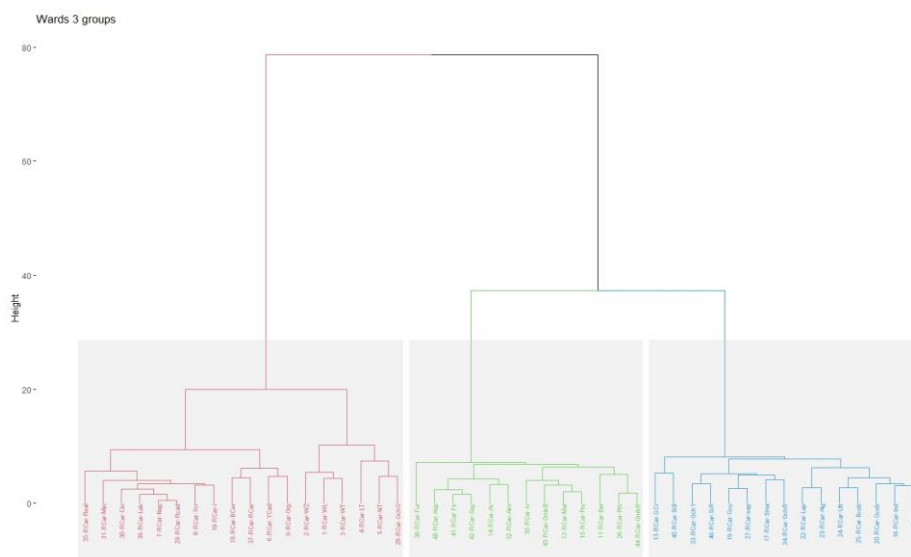
ΦΩΤΟ 3. 113: η μέθοδος *Average linkage* για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο την κόκκινη Καρμίνη

Στη μέθοδο *Complete* (ΦΩΤΟ 3.114), η μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) ξεχωρίζει το μαύρο Φούρνου και ομαδοποιεί τα καφέ, μαύρο Ασφάλτου, όμπρες, πράσινο Φθαλικό με κόκκινο Αιματίτη, μπλε Αζουρίτη και ακραίο το πράσινο Γης. Όλα αυτά ενώνονται με μπλε Πρωσίας, πράσινο Μαλαχίτη και το μαύρο Ivory. Η δεύτερη ομάδα ξεχωρίζει (με μπλε χρώμα) τα λευκά με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin και ομαδοποιεί (με πράσινο χρώμα) τα πράσινο Sap, Χαλκού, Ώχρα κίτρινη, κόκκινο Realgar και τις ώχρες κόκκινη και χρυσή με ακραίο το πράσινο Χρωμίου. Αυτά τα ενώνει με μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, σιένες αλλά και πράσινο Viridian, Κοβαλτίου και μπλε Ινδικό, Κοβαλτίου και Ουλτραμαρίνη. Τέλος ομαδοποιούνται τα κόκκινα Καδμίου, Λάκα, Κιννάβαρι και Μίνιο με κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και το μονό, με τα κόκκινη Καρμίνη και μπλε Cerulean και αυτά με τα κίτρινα Καδμίου και Orpiment



ΦΩΤΟ 3. 114: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο την κόκκινη Καρμίνη

Η μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) της μεθόδου Ward (ΦΩΤΟ 3.115), χωρίζει σε δύο υποομάδες τα χρώματα. Η μία με τα λευκά, κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin με την κόκκινη Ωχρα και η άλλη με τα κόκκινο Καδμίου, Λάκα, Κιννάβαρι, Μίνιο και Realgar και κίτρινα Νάπολης και Χρωμίου και το μονό, με τα μπλε Cerulean, κίτρινο Ogriment και κόκκινα Καδμίου και Καρμίνη. Η δεύτερη ομάδα, χωρίζει σε δύο υποομάδες τα υπόλοιπα χρώματα, με τη μία (με πράσινο χρώμα), με ακραίο το μαύρο Φούρνου, αφορά στις όμπρες, πράσινα Φθαλικό, Γης Μαλαχίτη μαύρο Ivory και μπλε Πρωσίας και τα κόκκινο Αιματίτη, μπλε Αζουρίτη, καφέ και μαύρο Ασφάλτου. Η τελευταία υποομάδα (με μπλε χρώμα) με ακραία τα πράσινο Χρωμίου και Σιένα Ψημένη, χωρίζει τα πράσινο Viridian, Κοβαλτίου, μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό και Λαζούρι από τα κόκκινη Ώχρα, μπλε Σμάλτο, πράσινα Sap, Χαλκού, Σιένα Ωμή και κίτρινη Ώχρα.



ΦΩΤΟ 3. 115: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο την κόκκινη Καρμίνια

3.2.5 Μπλε χρωστικές

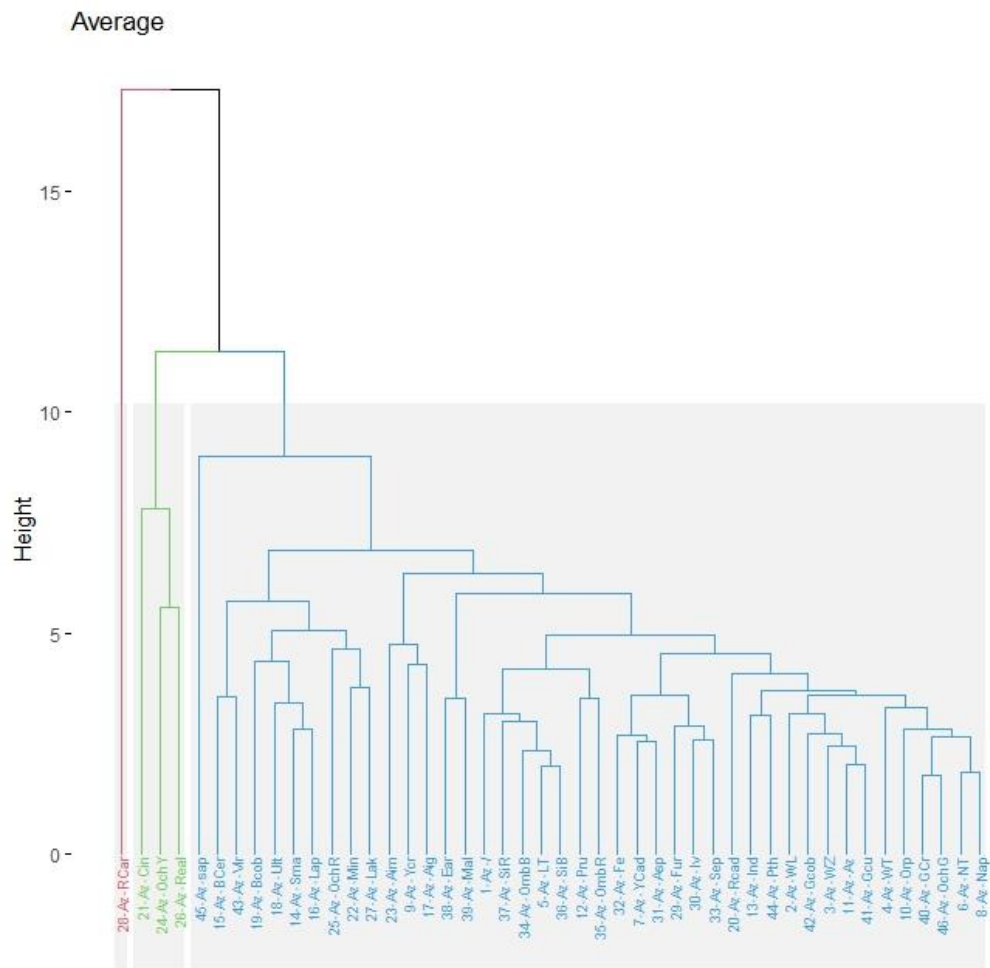
Οι μπλε χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των δειγμάτων είναι εννέα. Ο Αζουρίτης, το πρωσικό, το Ινδικό, το Σμάλτο, το Cerulean, το Λαζούρι, το Αιγυπτιακό, η Ουλτραμαρίνη και το μπλε Κοβαλτίου, όπως φαίνονται από αριστερά προς τα δεξιά στη ΦΩΤΟ 3.116. Παρουσιάζονται όλα ιδιαίτερα καλυπτικά σύμφωνα με την οπτική παρατήρηση τους, εκτός του Cerulean, Αιγυπτιακό, Λαζούρι και Ουλτραμαρίνη, τα οποία παρουσιάζουν μια πολύ μικρή διαφάνεια, αυτό όμως μόνο στα κάρβουνο, μαύρο Φούρνου και ελάχιστα στη Σιένα Ωμή, ενώ ο γραφίτης δεν διακρίνεται καθόλου, φυσικά ούτε το εγχάρακτο προσχέδιο. Τα Πρωσίας, Ινδικό και Κοβαλτίου παρουσιάζουν πλήρη καλυπτικότητα.



ΦΩΤΟ 3. 116: οι μπλε χρωστικές με σειρά όπως εμφανίζονται από αριστερά προς τα δεξιά: μπλε Αζουρίτης, μπλε Πρωσίας, μπλε Ινδικό, μπλε Σμάλτο, μπλε Cerulean, μπλε Λαζούρι, μπλε Αιγυπτιακό, μπλε Ουλτραμαρίνη, μπλε Κοβαλτίου

Μπλε Αζουρίτης:

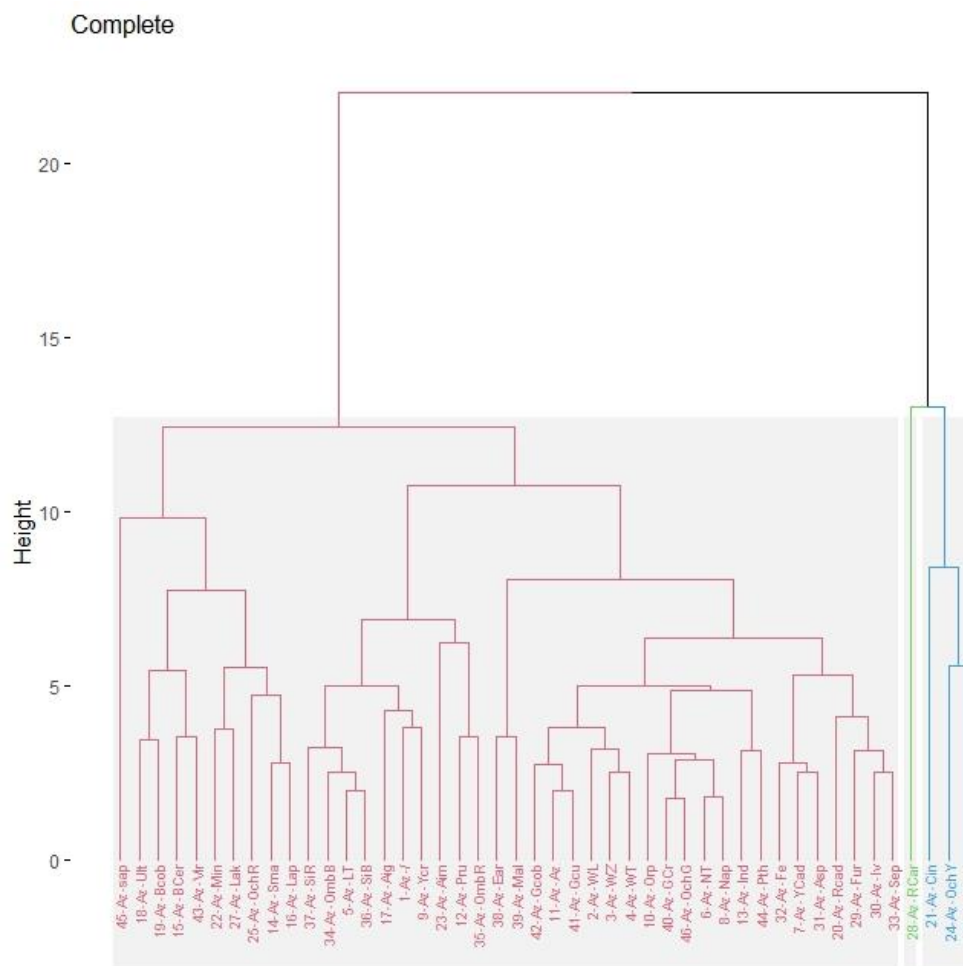
Στον μπλε Αζουρίτη ως υπερκείμενο χρώμα στη ΦΩΤΟ (3.117), ξεχωριστό φάσμα παρουσιάζει (με κόκκινο χρώμα) η κόκκινη Καρμίνη. Στη συνέχεια μια ομάδα μικρή (με πράσινο χρώμα) αποτελούμενη από τα κόκκινα Κιννάβαρι, Realgar και την κίτρινη Ώχρα. Τα υπόλοιπα χρώματα ομαδοποιούνται (με πράσινο χρώμα) με ακραία τιμή το πράσινο Sap. Οι μικρές υποομάδες εν συνεχεία έχουν τις εξής ομαδοποιήσεις. Το μονό ομαδοποιείται με τις σιένες, τις όμπρες, το μπλε Πρωσίας και το κίτρινο Lead Tin. Τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Λαζούρι και Cerulean με τα κόκκινα Μίνιο, Λάκα και Αιματίτη, τα πράσινα Sap, Viridian. Άλλη ομάδα αποτελούν τα λευκά, με τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου, Orpiment, τα πράσινα Χρωμίου, Χαλκού, Φθαλικό και Κοβαλτίου και τα μπλε Ινδικό, Αζουρίτη, καθώς και την χρυσή Ώχρα. Ακραία τιμή σε όλα αυτά αποτελεί το κόκκινο Καδμίου. Τα τρία μαύρα ομαδοποιούνται με τα καφέ και κίτρινο Καδμίου.



ΦΩΤΟ 3. 117: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον μπλε Αζουρίτη

Οι ομαδοποιήσεις στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.118) δίνουν και πάλι όπως και πριν, ξεχωριστή (με πράσινο χρώμα) την κόκκινη Καρμίνη και μια ομάδα (με μπλε χρώμα) με τα κόκκινα Κιννάβαρα, Realgar και κίτρινη Ώχρα. Όλα τα υπόλοιπα (με κόκκινο χρώμα) χωρίζονται σε δύο μικρότερες ομάδες, από τις οποίες η μία με ακραίο το πράσινο Sap, περιλαμβάνει τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Cerulean, Κοβαλτίου, Σμάλτο και Λαζούρι, το πράσινο Viridian και την κόκκινη Λάκα και την κόκκινη Ώχρα. Άλλη ομάδα αποτελούν οι σιένες, οι όμπρες, το κίτρινο Lead Tin, μπλε Πρωσίας και μονό, αλλά μαζί τους και ο Αιματίτης που στην Average ήταν στην προηγούμενη ομάδα. Τελευταίες ομάδες αποτελούν και πάλι τα μαύρα με τα καφέ, κίτρινο και κόκκινο Καδμίου, αλλά και τα λευκά, με τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου, Orpiment, τα

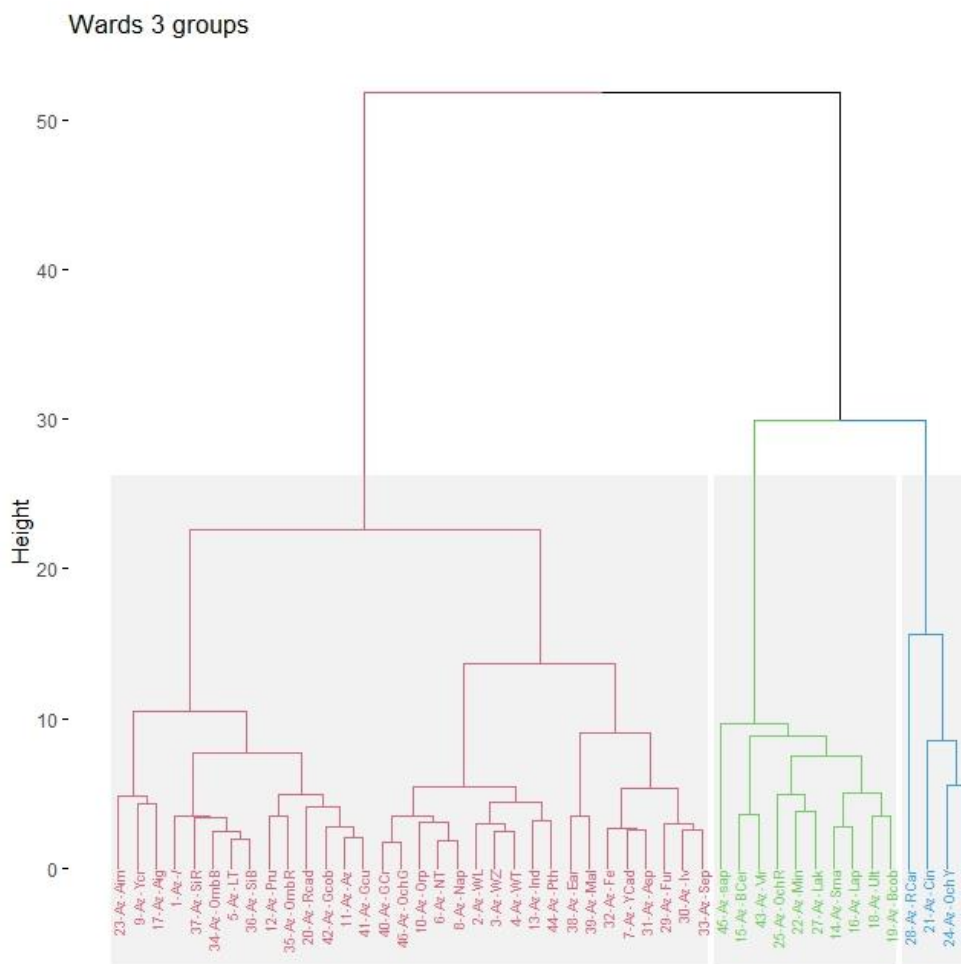
πράσινα Χρωμίου, Χαλκού, Φθαλικό και Κοβαλτίου, χρυσή Ώχρα και μπλε Ινδικό και Αζουρίτη.



ΦΩΤΟ 3. 118: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον μπλε Αζουρίτη

Στην Ward μέθοδο (ΦΩΤΟ 3.119), τα κόκκινα Καρμίνια, Κιννάβαρι, Realgar και κίτρινη Ώχρα που πριν ήταν δύο ομάδες, τώρα είναι όλα μαζί στην ίδια (με μπλε χρώμα). Εν συνεχεία εμφανίζεται μια ομάδα (με πράσινο χρώμα) με τα πράσινο Sap, Viridian, τα μπλε Cerulean, Λαζούρι, Σμάλτο, Κοβαλτίου και Ουλτραμαρίνη, η κόκκινη Ώχρα και η κόκκινη Λάκα. Από τα υπόλοιπα (με κόκκινο χρώμα) και πάλι ομαδοποιούνται οι σιένες, οι όμπρες, το μονό, το κίτρινο Lead Tin, μπλε Πρωσίας αλλά μαζί τους και τα κόκκινο Καδμίου, πράσινο Κοβαλτίου και Χαλκού και μπλε Αζουρίτης. Τα μαύρα πάλι με τα

καφέ και κίτρινο Καδμίου. Τέλος, τα λευκά με κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου, Orpiment, τα πράσινα Χρωμίου και Φθαλικό, χρυσή Ώχρα και μπλε Ινδικό

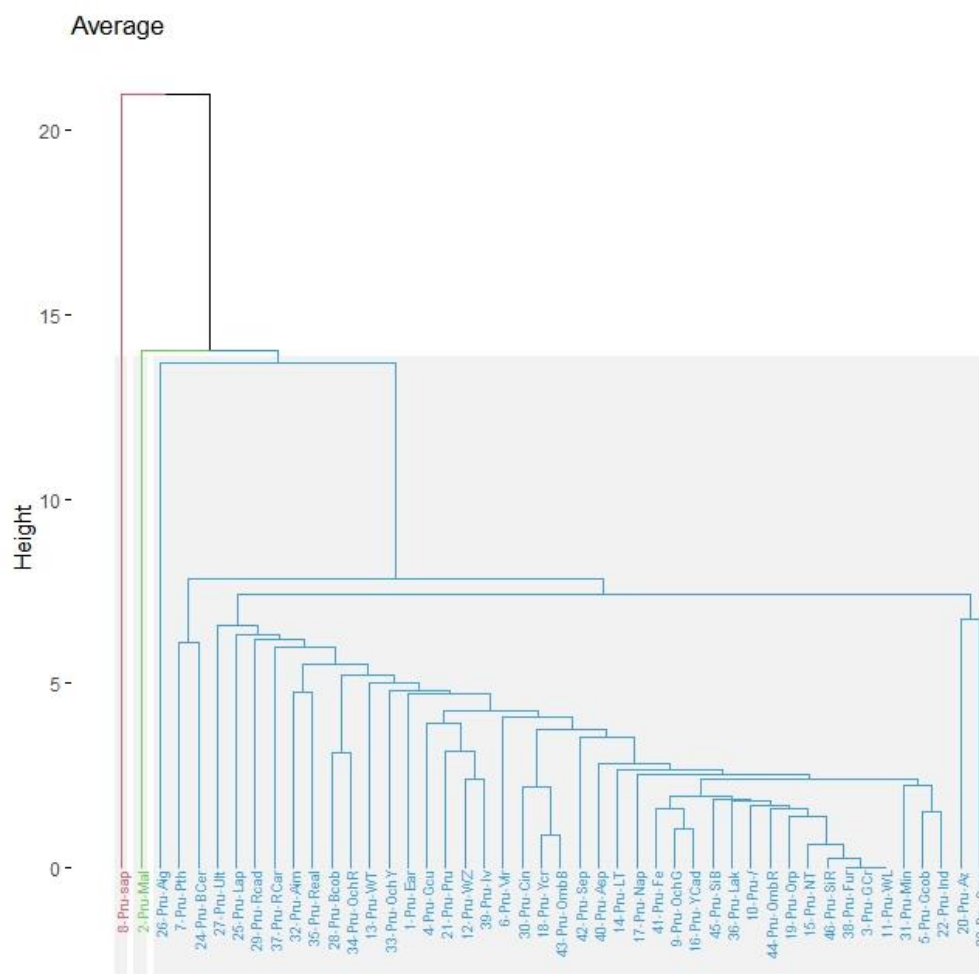


ΦΩΤΟ 3. 119: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον μπλε Αζουρίτη

Μπλε Προωσίας:

Ιδιαίτερη κατανομή των φασμάτων με υπερκείμενο χρώμα το μπλε Προωσίας εμφανίζει η Average μέθοδος στη ΦΩΤΟ 3.129, με πολλές ακραίες τιμές και πολύ μικρές ομαδοποιήσεις. Ξεχωριστή θέση έχει (με κόκκινο χρώμα) το πράσινο Sap. Στη συνέχεια μόνος (με πράσινο χρώμα) του ο Μαλαχίτης. Εν συνεχεία όλα τα υπόλοιπα (με μπλε χρώμα) με ακραίο το μπλε Αιγυπτιακό. Ομαδοποιούνται όλα τα υπόλοιπα με ξεχωριστά και πάλι το μπλε Cerulean και

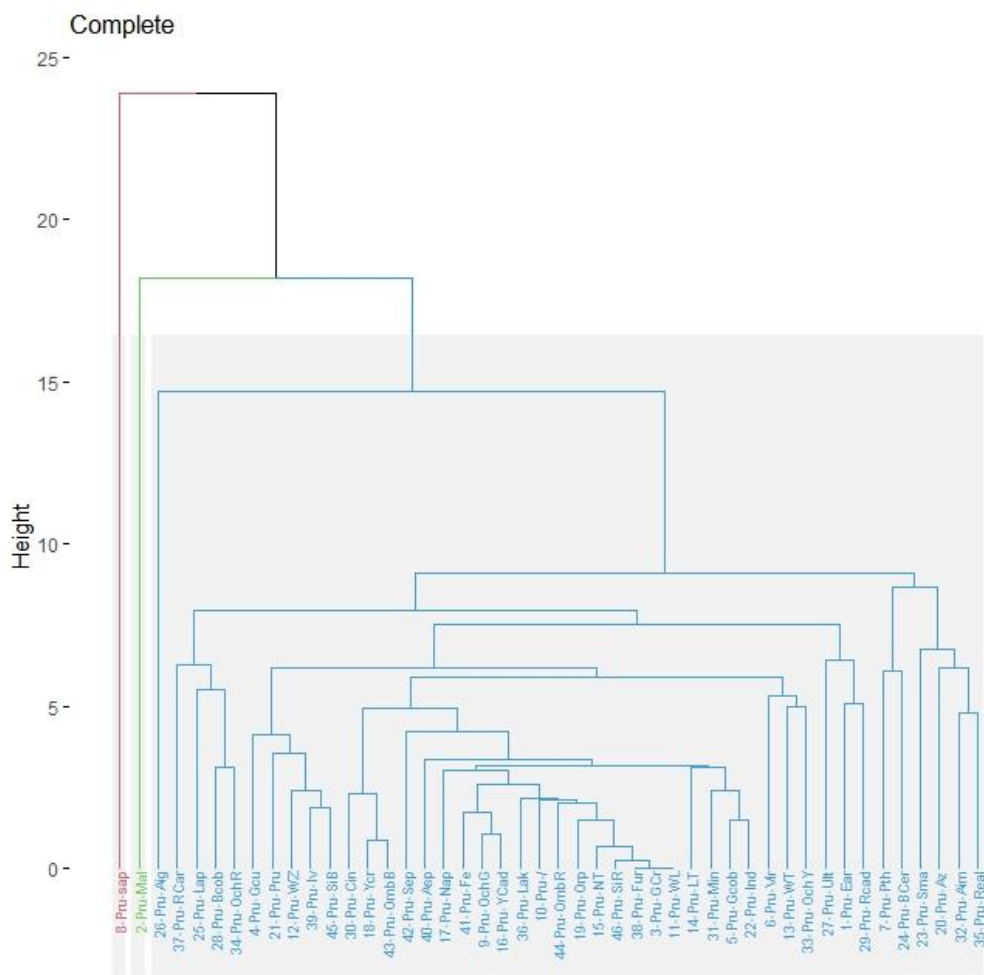
το Φθαλικό πράσινο. Επίσης ξεχωριστή θέση τα μπλε Αζουρίτης και Σμάλτο. Ομαδοποίηση στο κέντρο παρουσιάζουν τα κίτρινο Νάπολης, Orpiment, Νικελίου Τιτανίου καφέ Σιδήρου, χρυσή Ώγκρα, σιένες, κόκκινα Λάκα, το μονό, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου, πράσινο Χρωμίου και λευκό Μολύβδου. Όλα τα άλλα αποτελούν ακραία τιμή αυτών και ούτω καθεξής.



ΦΩΤΟ 3. 120: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Πρωσίας

Ακριβώς ίδια συμπεριφορά έχουμε και στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.121). Ξεχωριστό (με κόκκινο χρώμα) το πράσινο Sap. Μετά μόνος του (με πράσινο χρώμα) ο Μαλαχίτης. Στη συνέχεια όλα (με μπλε χρώμα) τα άλλα με ακραίο το μπλε Αιγυπτιακό. Και πάλι ομαδοποίηση αποτελούν στο κέντρο τα κίτρινο Νάπολης, Orpiment, Νικελίου Τιτανίου καφέ Σιδήρου, χρυσή Ώγκρα, σιένες,

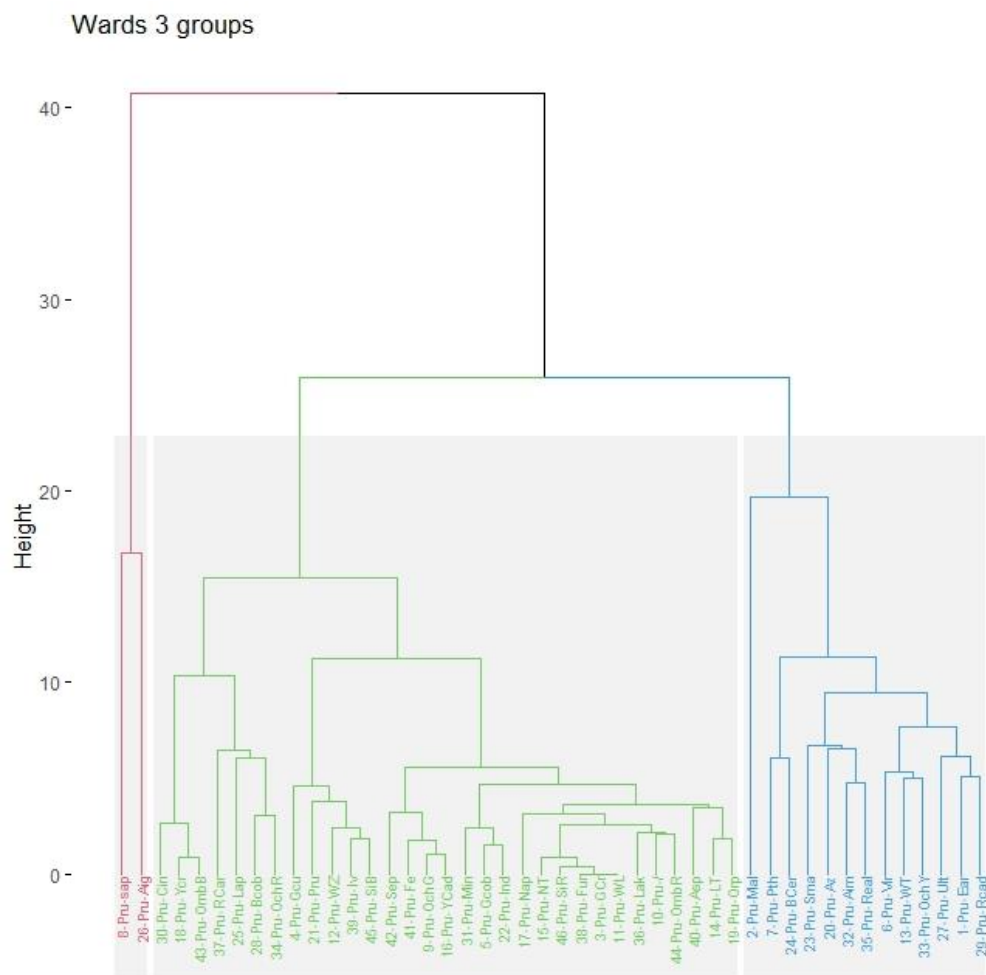
κόκκινα Λάκα, το μονό, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου, πράσινο Χρωμίου και λευκό Μολύβδου.



ΦΩΤΟ 3. 121: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Πρωσίας

Στην τελευταία μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.122) ομαδοποιούνται (με κόκκινο χρώμα) τα πράσινο Sap και μπλε Αιγυπτιακό. Τα υπόλοιπα εδώ χωρίζονται σε δυο ομάδες. Η μία (με μπλε χρώμα) με ακραία τιμή τον πράσινο Μαλαχίτη, ομαδοποιεί τα πράσινα Φθαλικό, Viridian και Γης, τα μπλε Cerulean, Σμάλτο, Αζουρίτης και Ουλτραμαρίνη, τα κόκκινα Αιματίτης, Realgar, Καδμίου και η κίτρινη Ώχρα. Ομαδοποίηση (με πράσινο χρώμα) στο κέντρο παρουσιάζουν τα

κίτρινο Νάπολης, Orpiment, Νικελίου Τιτανίου, Σιένα Ωμή, κόκκινα Λάκα, το μονό, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου, πράσινο Χρωμίου και λευκό Μολύβδου.

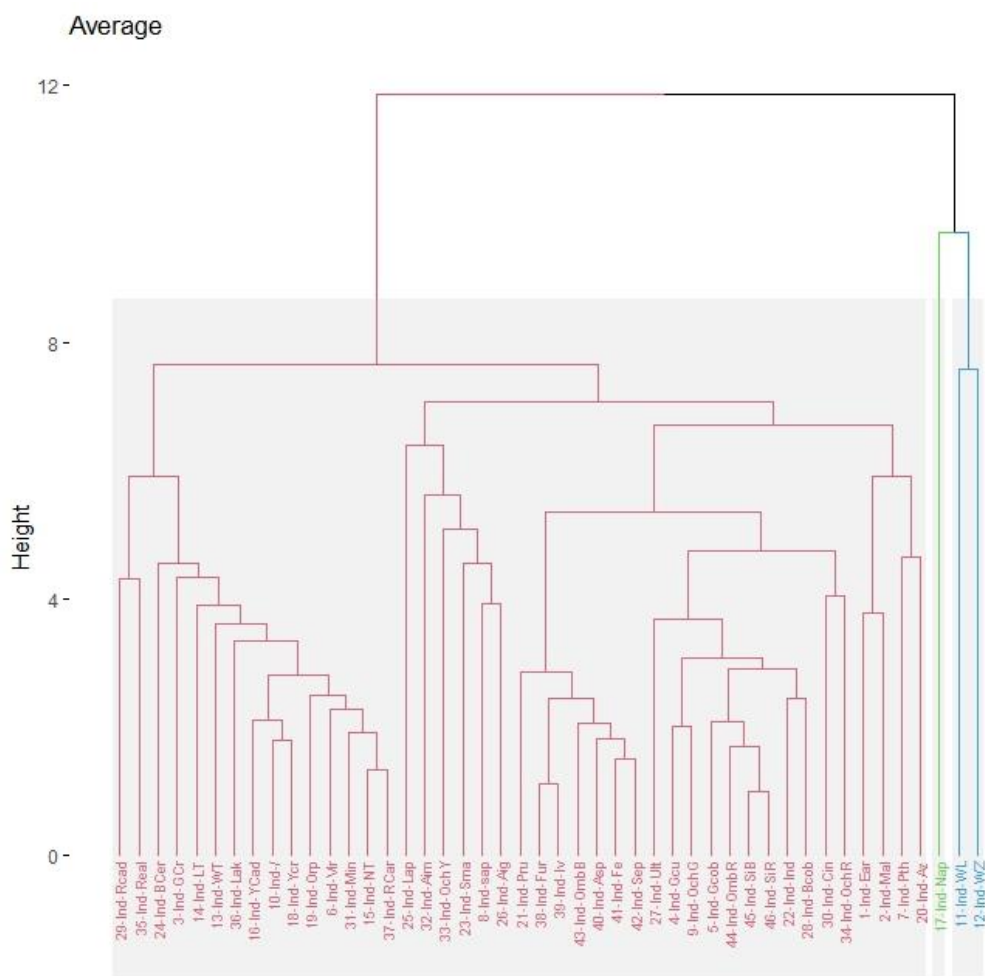


ΦΩΤΟ 3. 122: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Πρωσίας

Μπλε indigo:

Για το γκρουπ με το μπλε Ινδικό ως υπερκείμενο, οι ομαδοποιήσεις είναι ιδιαίτερες για τη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.123). Ακραίες τιμές (με μπλε χρώμα) τα λευκά Μολύβδου και Ψευδαργύρου, αλλά και (με πράσινο χρώμα) το κίτρινα Νάπολης. Από τα υπόλοιπα (με κόκκινο χρώμα), έχουμε κόκκινο Καδμίου και Realgar με τα Κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Orpiment, Χρωμίου, Καδμίου, Lead Tin, το μονό, κόκκινα Καδμίου, Λάκα, Μίνιο, πράσινο Viridian

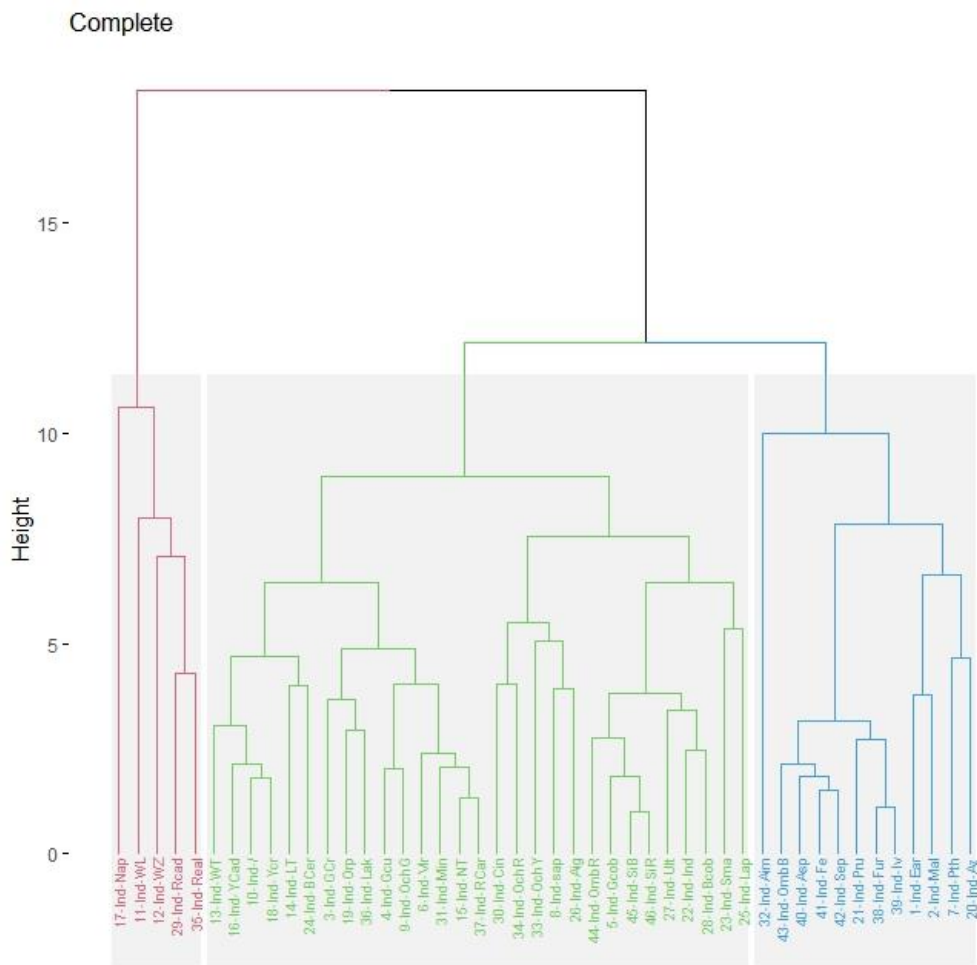
και Χρωμίου λευκό Τιτανίου και μπλε Cerulean. Άλλη ομάδα έχουμε για τα μπλε Λαζούρι, Σμάλτο και Αιγυπτιακό, πράσινο Sap, κόκκινο Αιματίτη, κίτρινη Ωχρα. Μικρή ομαδοποίηση έχουμε για τα μπλε Αζουρίτη, πράσινα Γης, Μαλαχίτη και Φθαλικό. Η κόκκινη Ωχρα με την Κιννάβαρι ομαδοποιούνται με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Ινδικό, τις σιένες, Όμπρα Ωμή, πράσινο Κοβαλτίου, Χαλκού. Τέλος ομαδοποίηση μικρή έχουμε για τα μαύρα, καφέ με Όμπρα Ψημένη και μπλε Πρωσίας.



ΦΩΤΟ 3. 123: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Indigo

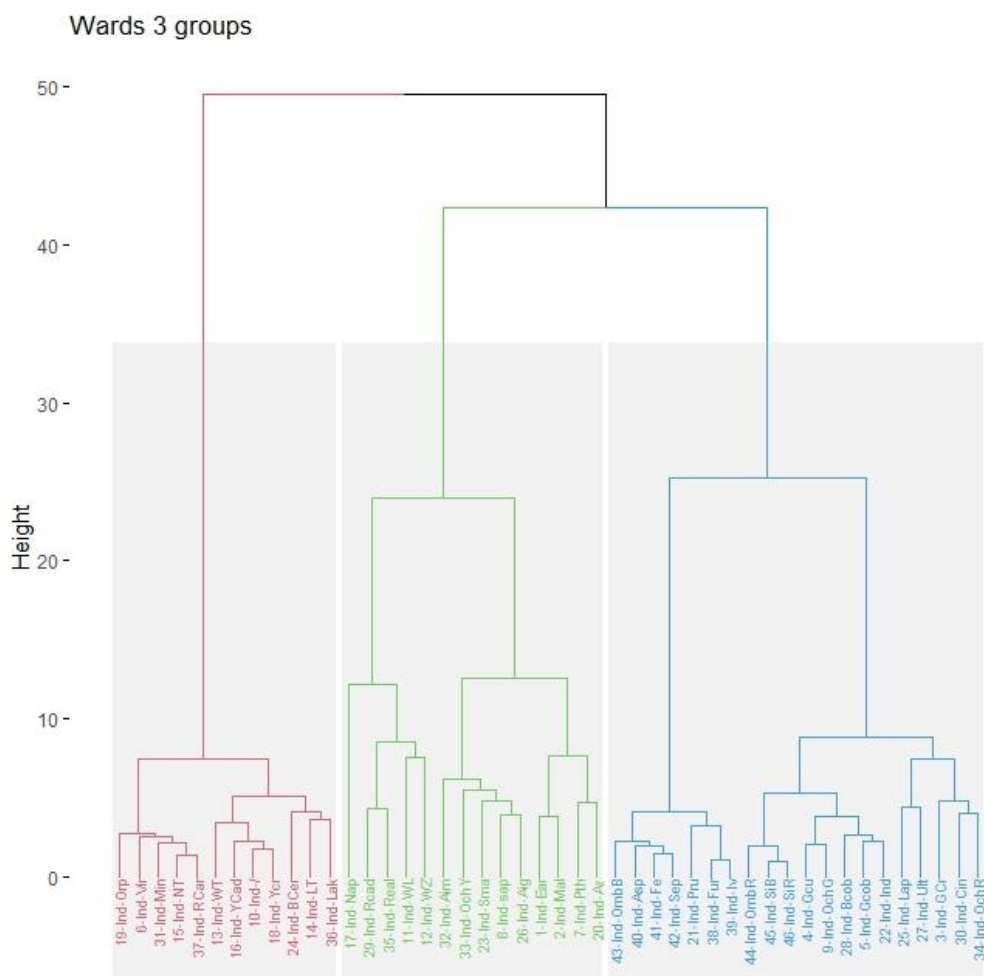
Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.124) έχουμε ιδιαίτερη ομαδοποίηση (με κόκκινο χρώμα) για τα λευκά Μολύβδου και Ψευδαργύρου με κόκκινα Καδμίου

και Realgar και κίτρινο Νάπολης, που αποτελούσαν και στην προηγούμενη μέθοδο ακραίες τιμές. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δυο ομάδες, από τις οποίες η μία (με μπλε χρώμα) έχει ακραία τιμή τον κόκκινο Αιματίτη και περιλαμβάνει τα Όμπρα Ψημένη, μαύρα, καφέ και μπλε Πρωσίας, αλλά και τα πράσινα Γης, Μαλαχίτη, Φθαλικό και μπλε Αζουρίτη. Τα υπόλοιπα (με πράσινο χρώμα) χωρίζονται σε δύο ομάδες, που η μία περιλαμβάνει τα μπλε Λαζούρι, Σμάλτο, Κοβαλτίου, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, σιένες, Όμπρα Ωμή και πράσινο Κοβαλτίου και αυτά με Ωχρες κίτρινη και κόκκινη, Κιννάβαρι, πράσινο Sap και μπλε Αιγυπτιακό. Η άλλη ομάδα περιλαμβάνει τα κόκκινα Καρμίνα, Μίνιο, Λάκα κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Orpiment, Lead Tin, Χρωμίου, Καδμίου, πράσινο Viridian, Χαλκού, Χρωμίου, χρυσή Ωχρα, μπλε Cerulean λευκό Τιτανίου και το μονό.



ΦΩΤΟ 3. 124: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Indigo

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.125) ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) τα κίτρινα Orpiment, Νικελίου Τιτανίου, Καδμίου, Χρωμίου και Lead Tin με κόκκινα Μίνιο, Καρμίνια, λευκό Τιτανίου, το μονό, μπλε Cerulean και πράσινο Viridian. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δύο ομάδες και κάθε μια από αυτές σε άλλες δύο, όπου συνολικά προκύπτουν τέσσερις ομάδες. Η μία (με μπλε χρώμα) με τα Όμπρα Ψημένη, μαύρα, καφέ και μπλε Πρωσίας κι αυτά με μπλε Λαζούρι, Σμάλτο, Κοβαλτίου, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, σιένες, Όμπρα Ωμή και πράσινο Κοβαλτίου και αυτά με ώχρες κίτρινη και κόκκινη, Κιννάβαρι, πράσινο Sap και μπλε Αιγυπτιακό. Η άλλη (με πράσινο χρώμα) με τα λευκά Μολύβδου και Ψευδαργύρου με κόκκινα Καδμίου και Realgar και κίτρινο Νάπολης και με τα πράσινα Γης, Μαλαχίτη, Φθαλικό και μπλε Αζουρίτη, πράσινο Sap και μπλε Αιγυπτιακό με Σμάλτο, Ωχρα κίτρινη και Αιματίτη.

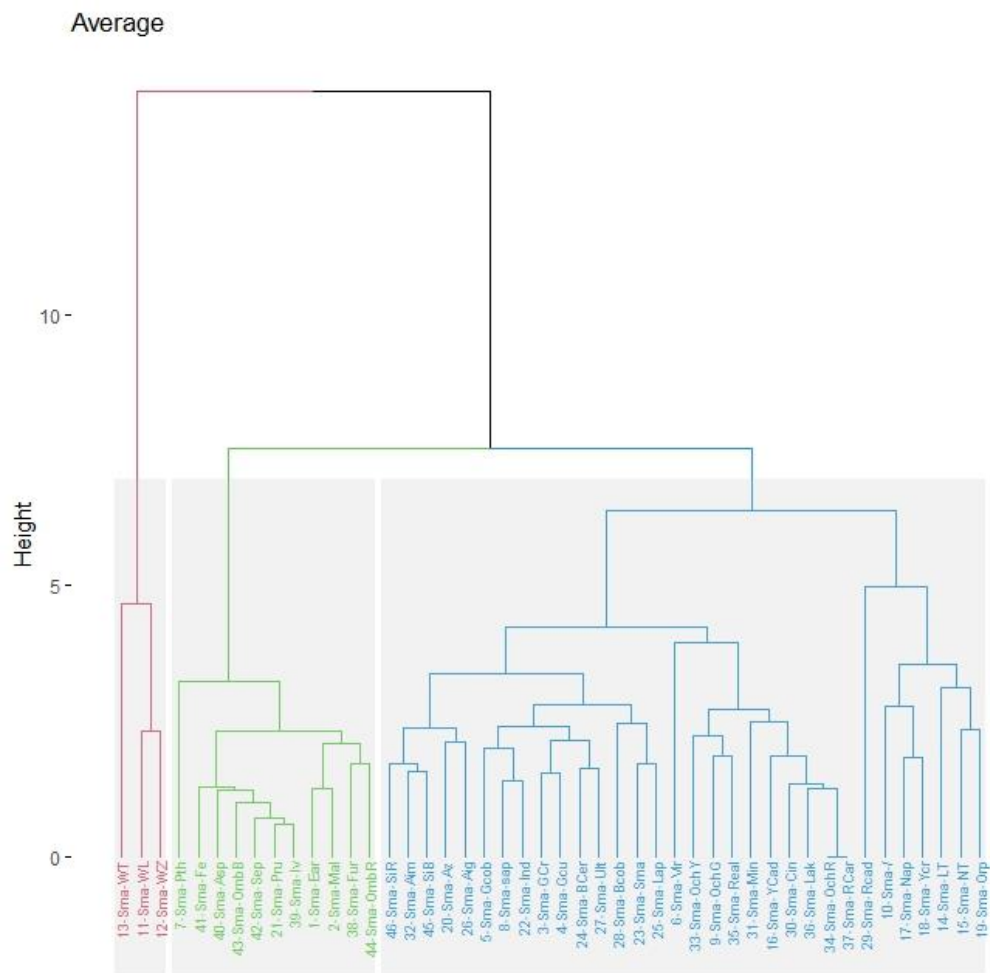


ΦΩΤΟ 3. 125: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Indigo

Μπλε Σμάλτο:

Για το μπλε Σμάλτο ως υπερκείμενο χρώμα, η μέθοδος Average (3.126) δίνει πολύ καλές ομαδοποιήσεις. Μια ομαδοποίηση (με κόκκινο χρώμα) ξεχωριστή για τα τρία λευκά χρώματα. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δύο με τρεις ομάδες ως εξής. Τα (με πράσινο χρώμα) τρία μαύρα με καφέ, όμπρες, πράσινα Μαλαχίτης, Γης και μπλε Πρωσίας και ακραία τιμή το Φθαλικό πράσινο. Άλλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει τα κίτρινα εκτός του Καδμίου καθώς και το μονό με ακραία τιμή το κόκκινο Καδμίου. Μικρή ομαδοποίηση έχουμε σε ώχρες, και κόκκινα εκτός του Αιματίτη και κίτρινο Καδμίου και σε όλα αυτά ακραία τιμή

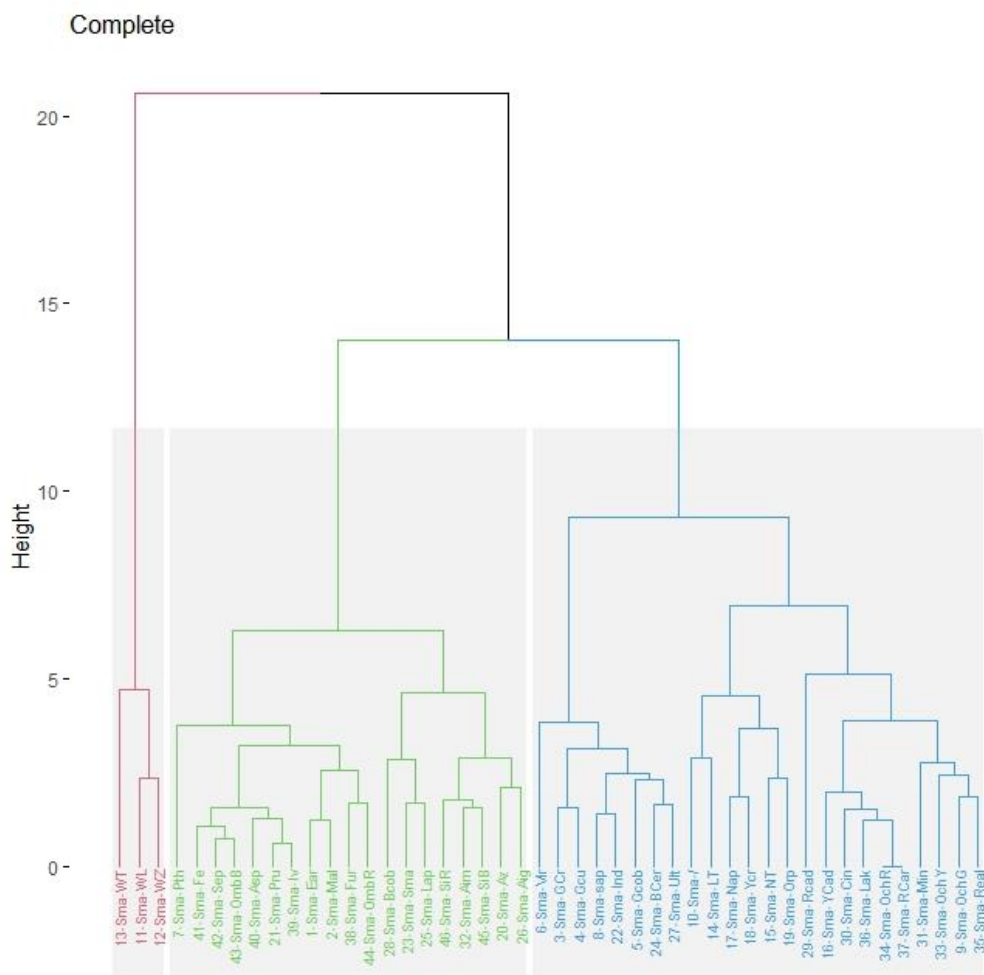
το πράσινο Viridian. Τελευταία ομάδα οι σιένες, κόκκινος Αιματίτης, τα μπλε εκτός Πρωσικό και πράσινα Κοβαλτίου, Sap, Χρωμίου και Χαλκού.



ΦΩΤΟ 3. 126: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Σμάλτο

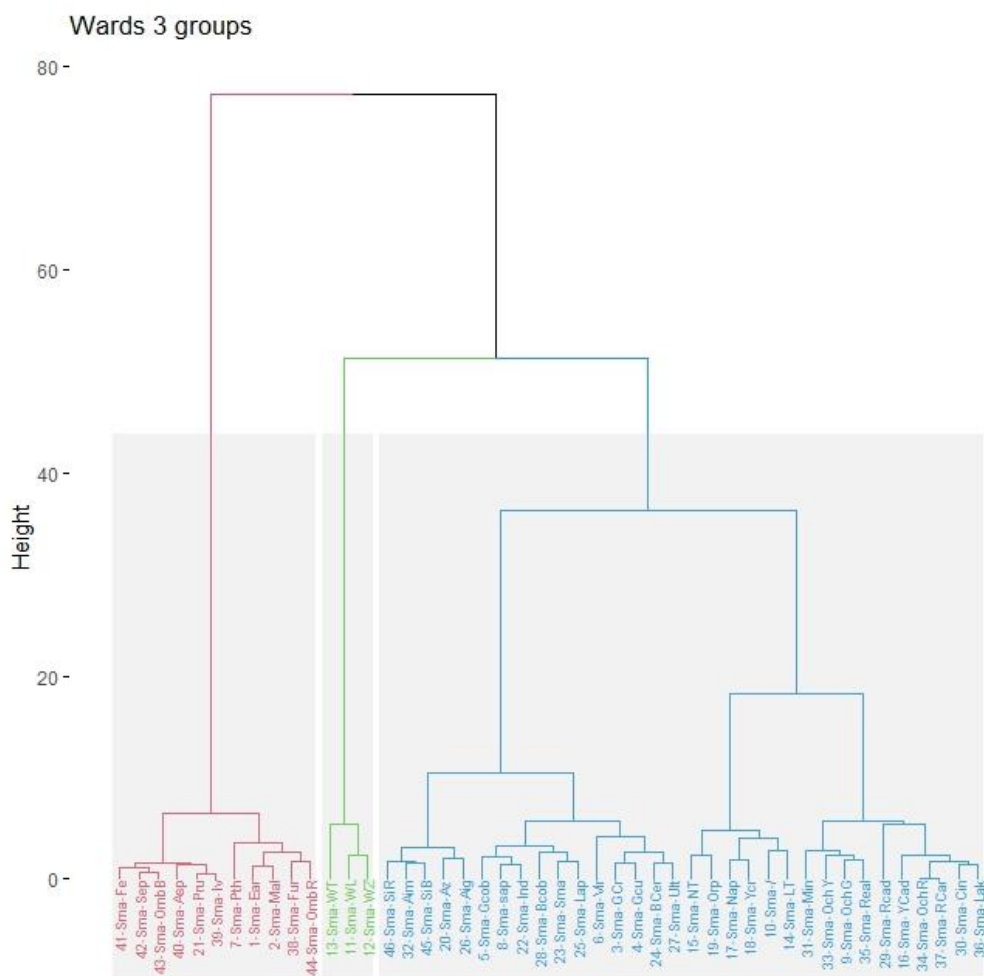
Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.127) έχουμε πάλι ξεχωριστά (με κόκκινο χρώμα) τα τρία λευκά. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δύο ομάδες, από τις οποίες η μία (με πράσινο χρώμα) σε μια υποομάδα περιλαμβάνει πάλι τα τρία μαύρα με καφέ, όμπρες, πράσινα Μαλαχίτης, Γης και μπλε Πρωσίας και ακραία τιμή το Φθαλικό πράσινο. Η άλλη (με μπλε χρώμα) τα κόκκινος Αιματίτης, σιένες και τα μπλε εκτός Πρωσικό, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη και Cerulean. Η τελευταία ομάδα περιλαμβάνει τα πράσινα και τα υπόλοιπα τρία μπλε με ακραία τιμή το Viridian. Τέλος ομαδοποιούνται τα κίτρινα εκτός του Καδμίου καθώς και το

μονό και με ακραία τιμή το κόκκινο Καδμίου, τα κόκκινα εκτός του Αιματίτη, ώχρες και κίτρινο Καδμίου



ΦΩΤΟ 3. 127: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Σμάλτο

Τέλος στην τελευταία μέθοδο έχουμε πάλι τα τρία μαύρα με καφέ, όμπρες, πράσινα Μαλαχίτης, Γης και Φθαλικό, καθώς και μπλε Πρωσίας. Στα υπόλοιπα χωρίζονται πάλι μόνα τους τα τρία λευκά και μετά σε δύο ομάδες έχουμε τα κόκκινο Αιματίτη, σιένες και τα μπλε εκτός Πρωσικό, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη και Cerulean. Η τελευταία ομάδα περιλαμβάνει τα πράσινα και τα υπόλοιπα τρία μπλε. Τέλος ομαδοποιούνται τα κίτρινα εκτός του Καδμίου καθώς και το μονό και με ακραία τιμή το κόκκινο Καδμίου, τα κόκκινα εκτός του Αιματίτη, ώχρες και κίτρινο Καδμίου.

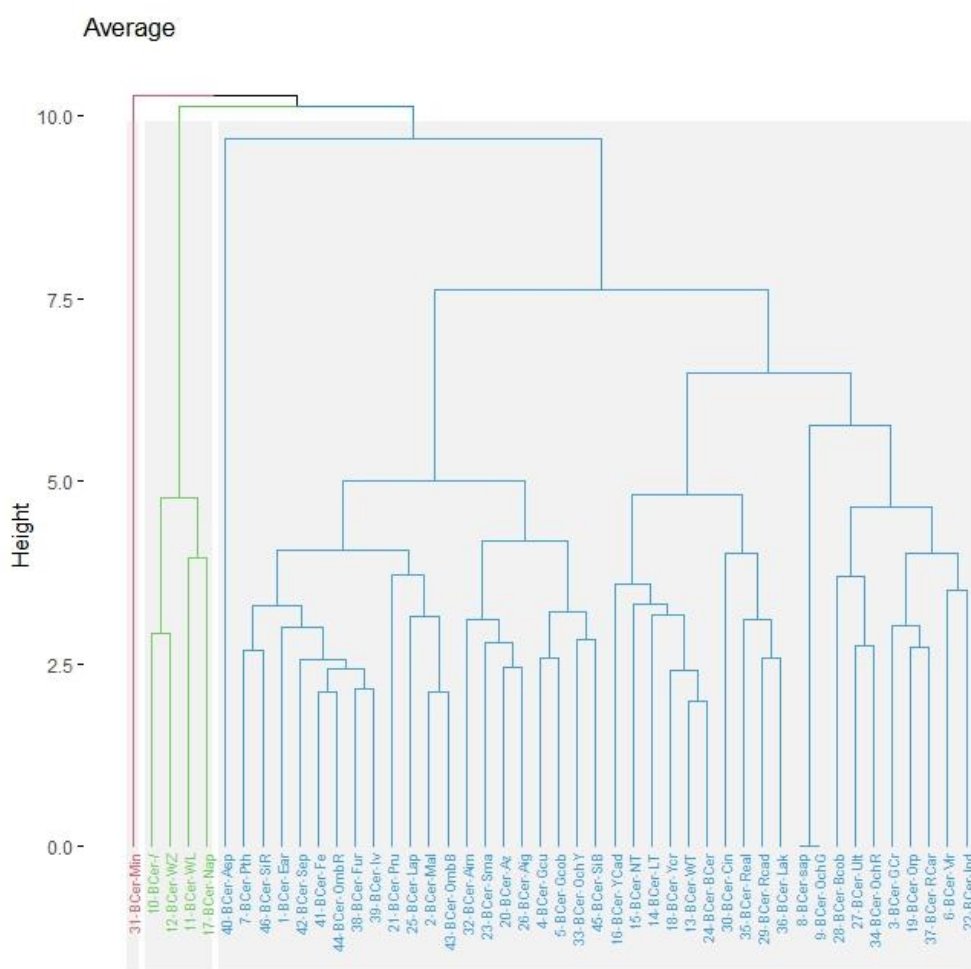


ΦΩΤΟ 3. 128: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Σμάλτο

Μπλε Cerulean:

Με υπερκείμενο χρώμα το μπλε Cerulean, ιδιαιτερότητα στο φάσμα του εμφανίζει το κόκκινο Μίνιο ως υποκείμενο όπως φαίνεται για τη μέθοδο Average στη ΦΩΤΟ 3.129, ενώ μια επόμενη ομαδοποίηση αποτελούν το μόνο μαζί με τα δύο λευκά Ψευδαργύρου και Μολύβδου, καθώς και το κίτρινο Νάπολης. Τα υπόλοιπα όλα τα χρώματα ομαδοποιούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες, ωστόσο ξεχωρίζει το μαύρο Ασφάλτου. Η μία ομάδα αποτελείται από τα μπλε Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη και ινδικό, την κόκκινη Ώχρα, τα πράσινα Χρωμίου και Viridian, η κόκκινη Καρμίνα και το κίτρινο Orpiment. Σε αυτά ακραίες τιμές αποτελούν τα χρυσή Ώχρα και πράσινο Sap. Η επόμενη

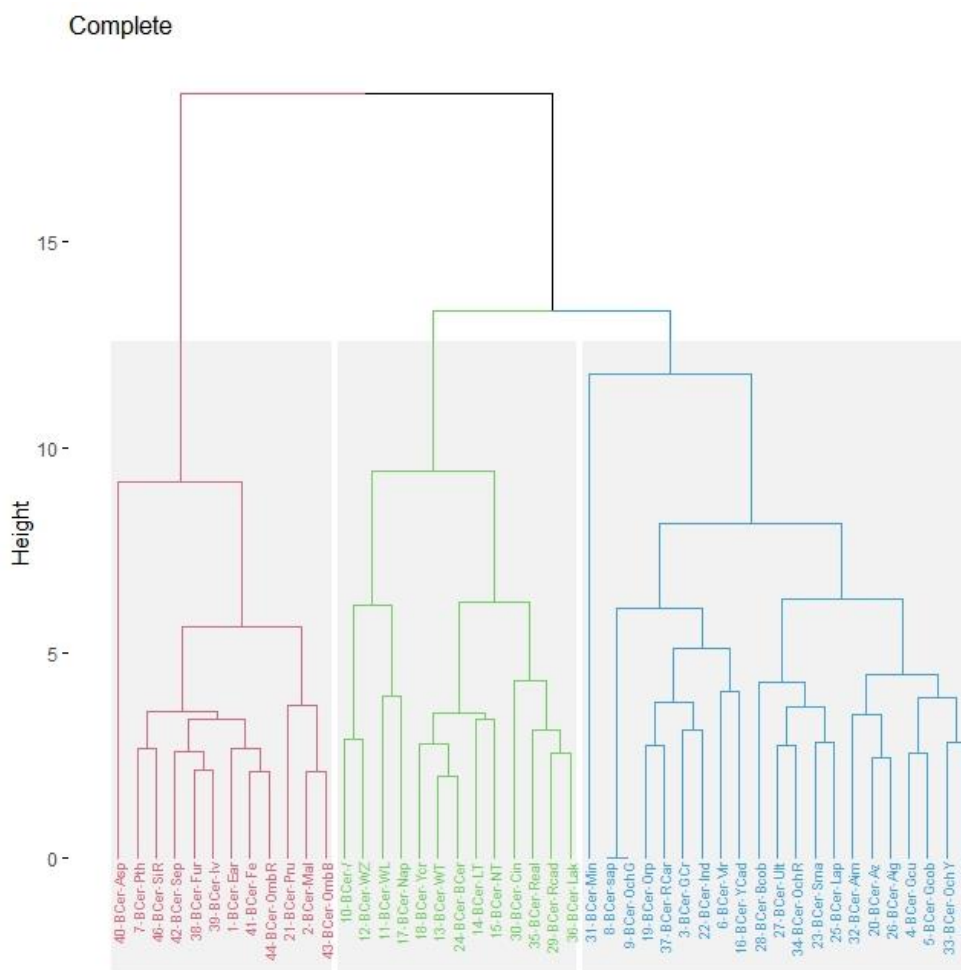
ομαδοποίηση αφορά στα κίτρινα Καδμίου, Χρωμίου, Lead Tin, Nickel Titan, το λευκό Τιτανίου και το μπλε Cerulean, αλλά και τα κόκκινα Κιννάβαρι, Realgar, Καδμίου και Λάκα. Όλα τα υπόλοιπα χρώματα ομαδοποιούνται με δύο μεγάλες υποομάδες. Η μία έχει τα Αιματίτης, Σμάλτο Αζουρίτης, Αιγυπτιακό, πράσινα Χαλκού και Κοβαλτίου κίτρινη Ωχρα και Σιένα Ψημένη. Η άλλη τα μαύρα, όμπρες, καφέ, πράσινα Φθαλικό, Γης και Μαλαχίτης και μπλε Πρωσίας και Λαζούρι.



ΦΩΤΟ 3. 129: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Cerulean

Επικρατέστερη ομάδα για τη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.130), είναι αυτή με τα μαύρα, όμπρες, καφέ, πράσινα Φθαλικό, Γης και Μαλαχίτης και μπλε Πρωσίας και με ακραία τιμή το μύρο Ασφάλτου. Τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται και

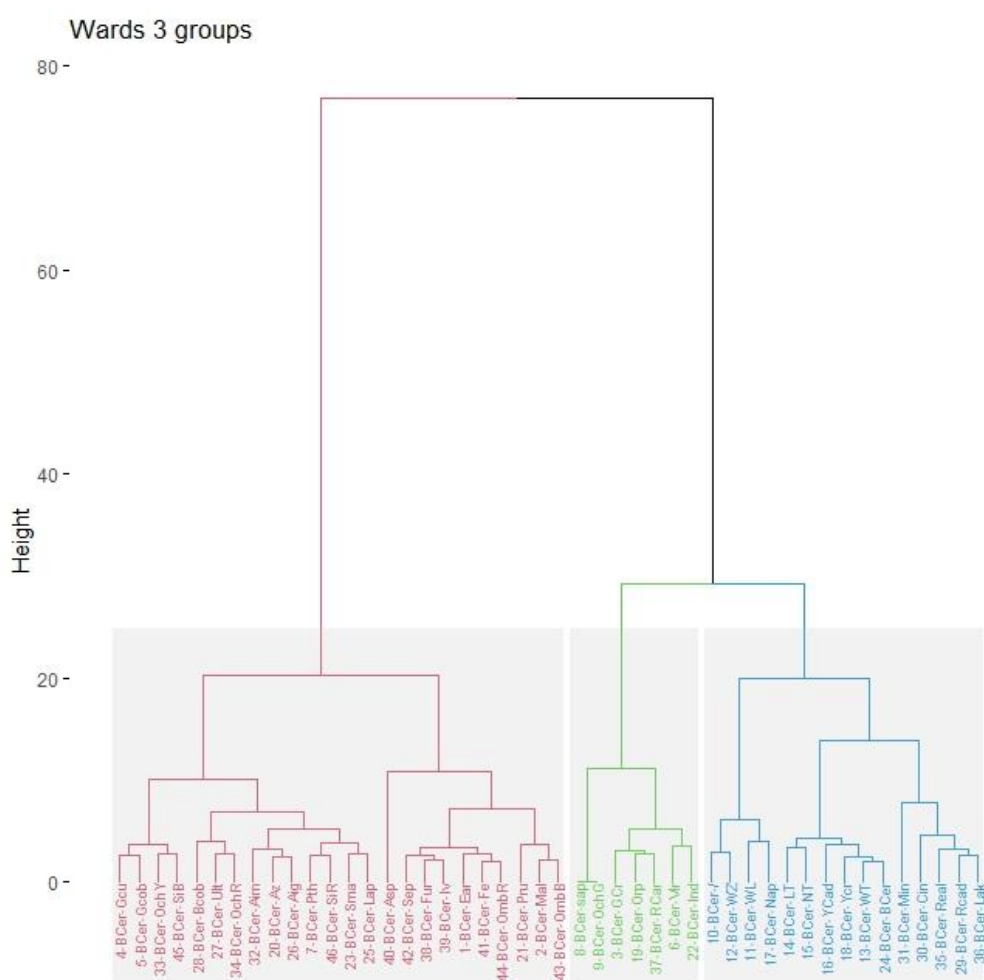
χωρίζονται σε αυτήν με το Μίνιο όπως ξεχώριζε και πριν, ωστόσο σαν ακραία τιμή με τα μπλε Αιγυπτιακό, Αζουρίτη, ινδικό, Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο, Λαζουρίτη, τα κόκκινα Καρμίνια και Αιματίτη, τα πράσινα Sap Χαλκού, Κοβαλτίου και Χρωμίου, τα κίτρινα Ogriment και Καδμίου και τις δύο ώχρες χρυσή και κόκκινη. Οι δύο ομάδες που ήταν ξεχωριστές στην Average μέθοδο τώρα ενώνονται σε μία, με τα λευκά, τα κίτρινα και τα κόκκινα Λάκα, Καδμίου, αρσενικού και Κιννάβαρι και το μπλε Cerulean.



ΦΩΤΟ 3. 130: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Cerulean

Η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3.131), ομαδοποιεί κι εδώ τα μαύρα, όμπρες, καφέ, πράσινα Φθαλικό, Γης και Μαλαχίτης και μπλε Πρωσίας και με ακραία τιμή το μαύρο Ασφάλτου και αυτά μαζί με τα αποτελούν τη μία μεγάλη ομάδα. Η άλλη

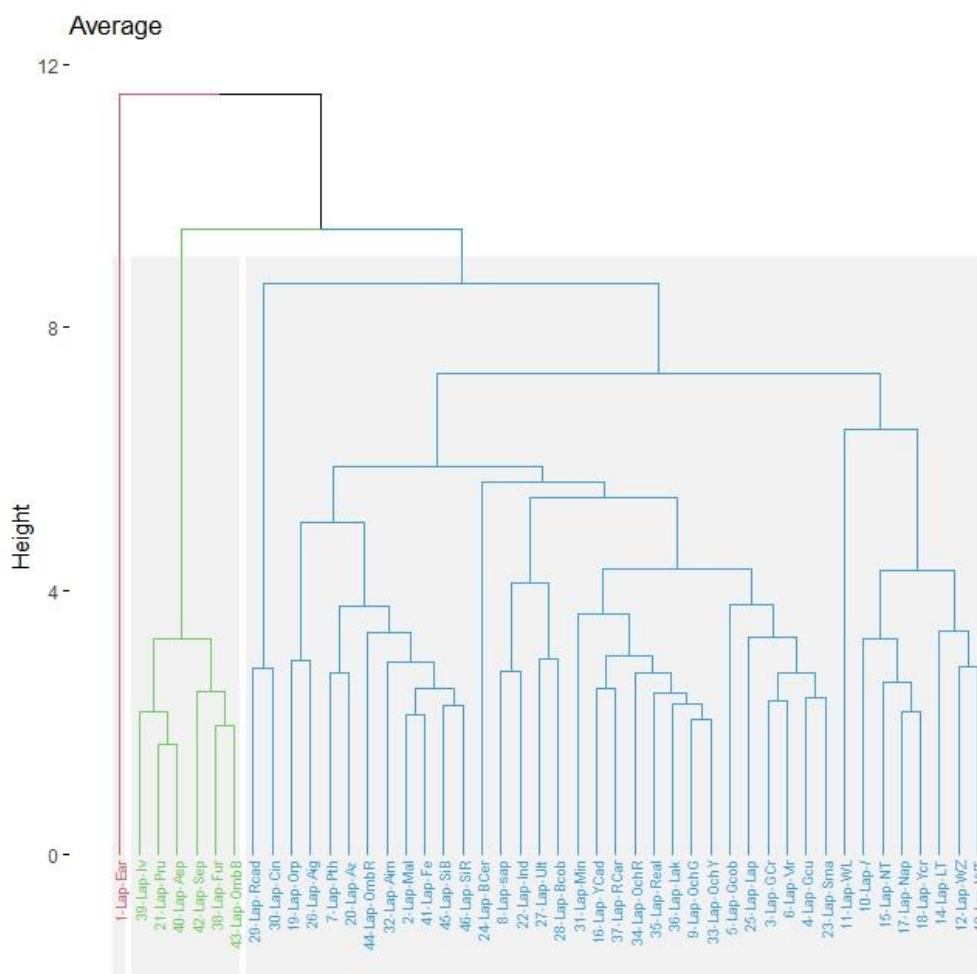
περιλαμβάνει τα μπλε Αιγυπτιακό, Αζουρίτη, ινδικό, Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο, Λαζουρίτη, τα πράσινα Χαλκού, Κοβαλτίου και Φθαλικό, τον κόκκινο Αιματίτη, τις σιένες και τις δύο ώχρες κίτρινη και κόκκινη. Τα υπόλοιπα αυτής της ομάδας ανήκουν στην άλλη μεγάλη, όπου από τη μια μεριά είναι τα χρυσή Ώχρα, πράσινα Sap και Χρωμίου, η κόκκινη Καρμίνη και το κίτρινο Orpiment. Τελευταία ομάδα αποτελούν τα λευκά με το μονό, τα κίτρινα και τα κόκκινα Λάκα, Καδμίου, αρσενικού και Κιννάβαρι και το μπλε Cerulean.



ΦΩΤΟ 3. 131: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Cerulean

Μπλε Lapis Lazuli:

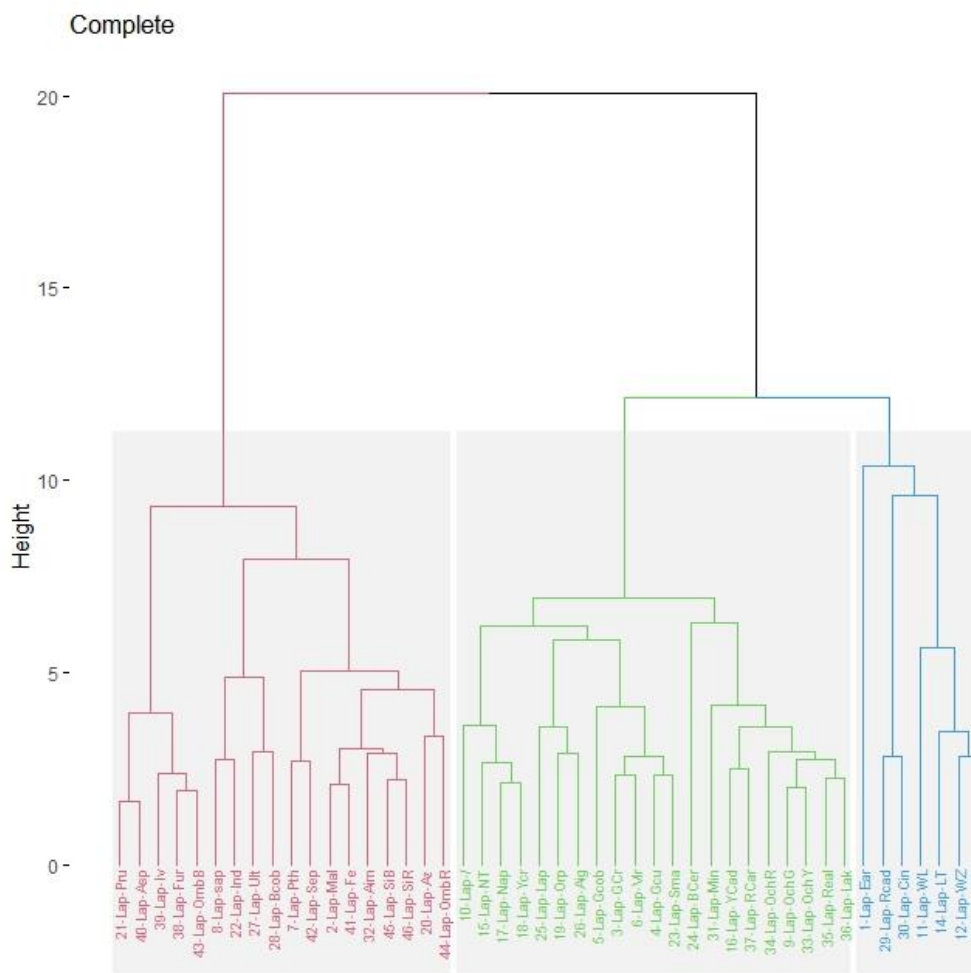
Στο Λαζουρίτη ως υπερκείμενο χρώμα, ιδιαιτερότητα στο φάσμα του εμφανίζει το πράσινο Γης σύμφωνα με τη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.132). Στη συνέχεια μια μικρή ομάδα περιλαμβάνει τα πολύ σκούρα μαύρα, μπλε Πρωσίας, Σέπια και Ψημένη Όμπρα, ενώ τέλος τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται σε δύο υποομάδες, με ακραίες τιμές τα κόκκινο Καδμίου και Κιννάβαρι. Η μία με ακραία τιμή το λευκό Μολύβδου, περιλαμβάνει και τα άλλα δύο λευκά, το μονό και τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου, Χρωμίου και Lead Tin. Στη μεγάλη ομάδα χωρίζονται οι σιένες, το καφέ Σιδήρου, ο κόκκινος Αιματίτης, τα πράσινα Μαλαχίτης, Φθαλικό, τα μπλε Αζουρίτης, Αιγυπτιακό, το κίτρινο Ogriment και η κόκκινη Ώχρα. Η άλλη ομάδα με ακραίο το μπλε Cerulean, περιλαμβάνει τα μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, και Κοβαλτίου, μαζί με το πράσινο Sap, επίσης τα κόκκινα Καρμίνα, Realgar και Λάκα, τις ώχρες, το κίτρινο Καδμίου και ακραία τιμή το Μίνιο και με ακραία τιμή το πράσινο Κοβαλτίου, τα Λαζούρι, Σμάλτο και πράσινα Viridian, Χρωμίου και Χαλκού.



ΦΩΤΟ 3. 132: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Lapis Lazuli

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.133), η μία μεγάλη ομάδα περιλαμβάνει τα σκούρα που αποτελούσαν και πριν μια ομάδα, μαύρα, μπλε Πρωσίας, Σέπια και Ψημένη Όμπρα, κι αυτά μαζί με τις σιένες, τα καφέ, τον κόκκινο Αιματίτη, τα πράσινα Μαλαχίτης και Φθαλικό, τον μπλε Αζουρίτη, και αυτά μαζί με μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου και πράσινο Sap. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα περιλαμβάνει μια μικρή ομάδα που την αποτελούν τα λευκά, τα κόκκινα Καδμίου και Κιννάβαρι και το κίτρινο Lead Tin, ενώ ακραία τιμή αποτελεί το πράσινο Γης. Η τελευταία ομάδα περιλαμβάνει δύο περιοχές, με ώχρες, κόκκινα Καρμίνα, Realgar και Λάκα, κίτρινο Καδμίου και ακραία τιμή μπλε Cerulean και η άλλη με το μονό και τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου,

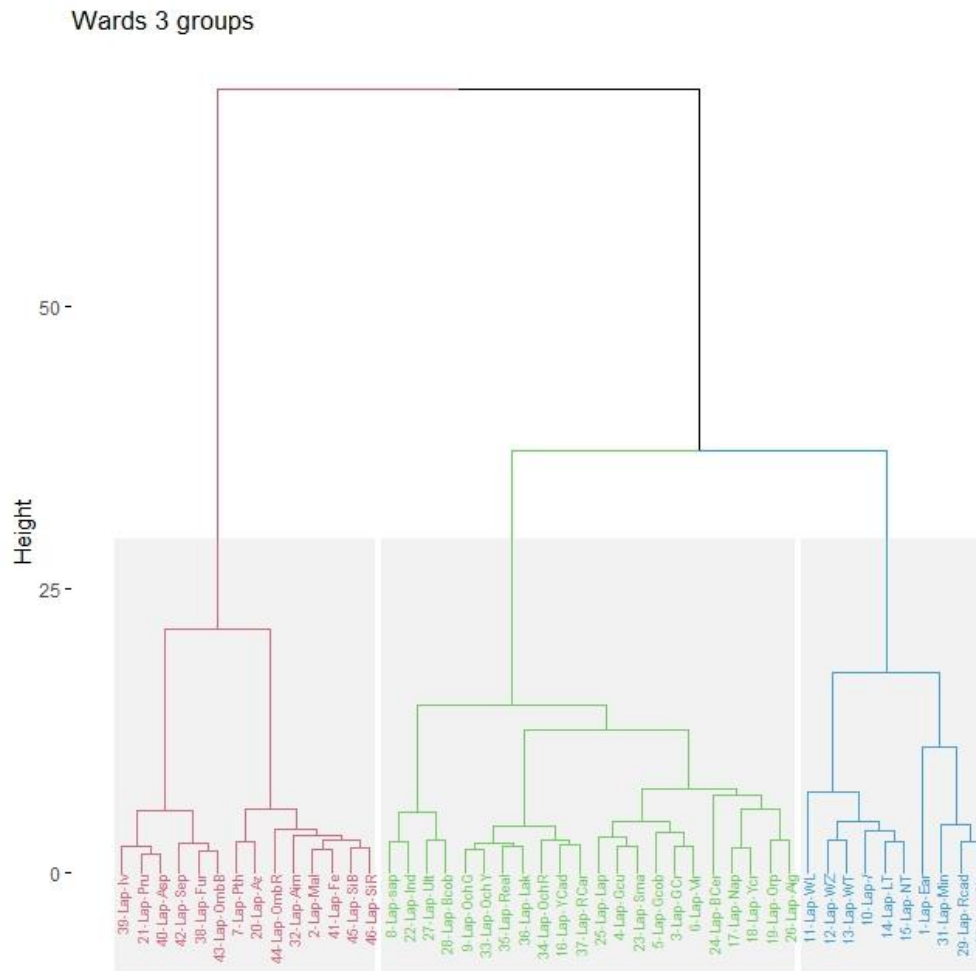
Χρωμίου και Orpiment, τα μπλε Λαζούρι, Αιγυπτιακό και Σμάλτο και πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, Κοβαλτίου και Viridian.



ΦΩΤΟ 3. 133: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Lapis Lazuli

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.134), έχουμε δύο μεγάλες ομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα μαύρα, μπλε Αζουρίτης και Πρωσίας, πράσινα Μαλαχίτης και Φθαλικό, όμπρες και σιένες, τα καφέ, καθώς και ο κόκκινος Αιματίτης. Η επόμενη ομάδα ομαδοποιεί τα λευκά με το μονό, τα κίτρινα Lead Tin και Νικελίου Τιτανίου, ενώ τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καδμίου και Μίνιο παρουσιάζουν ακραία τιμή το πράσινο Γης. Τέλος η άλλη υποομάδα, περιλαμβάνει τα μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη και Κοβαλτίου μαζί με πράσινο Sap, τις ώχρες με κόκκινα Realgar, Λάκα, Καρμίνια, αλλά και τα κίτρινα

Καδμίου και τα μπλε Λαζούρι, Σμάλτο, Cerulean και Αιγυπτιακό, κίτρινα Orpiment, Χρωμίου και Καδμίου και πράσινα Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου και Viridian.

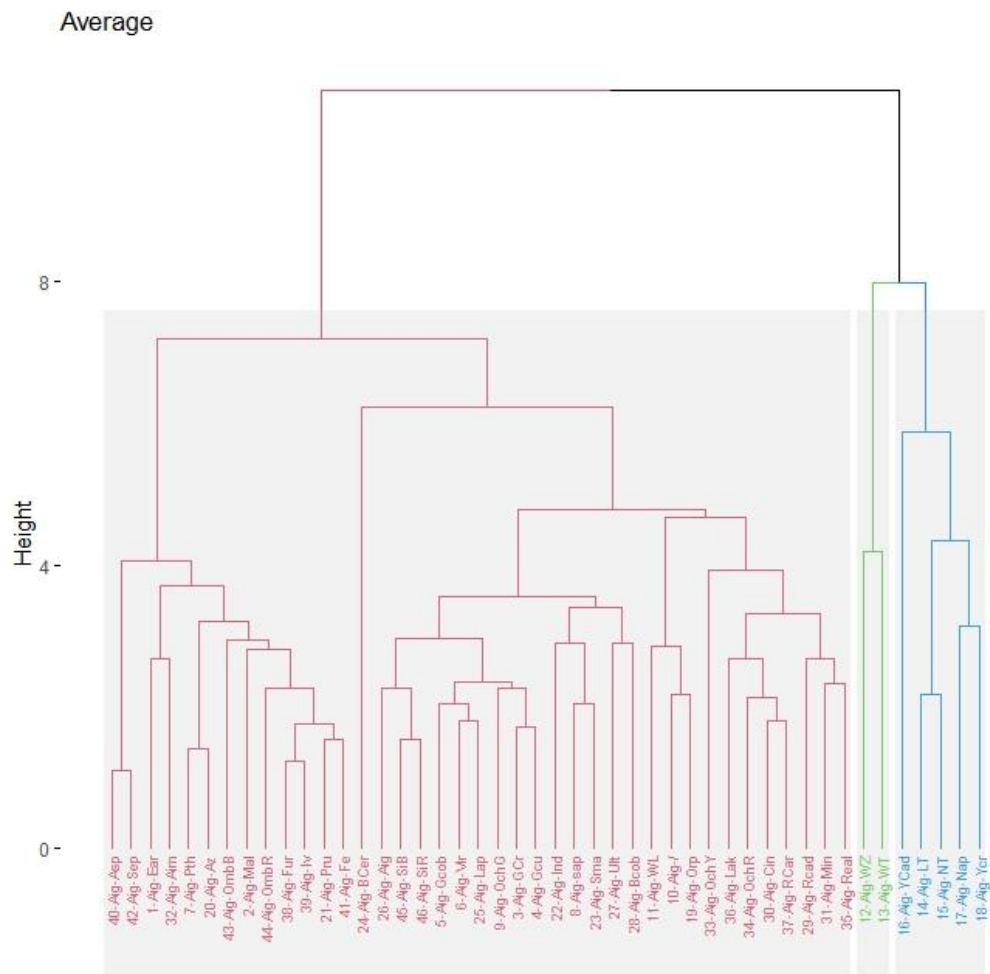


ΦΩΤΟ 3. 134: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Lapis Lazuli

Μπλε Αιγυπτιακό:

Οι ομαδοποιήσεις της μεθόδου Average (ΦΩΤΟ 3.135) για το γκρουπ του αιγυπτιακού μπλε, ξεχωρίζουν μια μικρή ομάδα χρωμάτων, που χωρίζονται σε δύο πολύ μικρότερες ομάδες που αποτελούν ουσιαστικά ακραίες τιμές από το πλήθος των υπολοίπων και περιλαμβάνει η μία τα λευκά Ψευδαργύρου και Τιτανίου και η άλλη τα κίτρινα όλα εκτός του αρσενικού, με ακραία τιμή όμως,

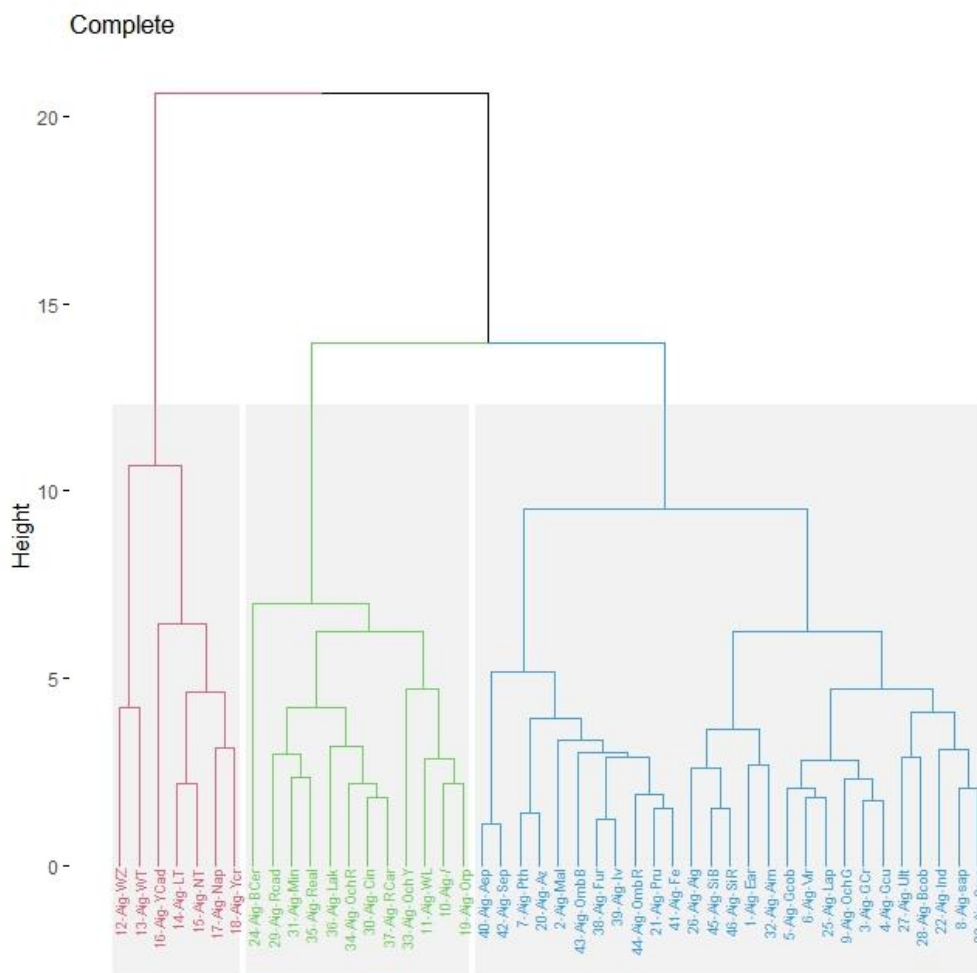
το Καδμίου. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δυο ομάδες. Η μία με τα μαύρα, τα καφέ, τις όμπρες, τον κόκκινο Αιματίτη, τα πράσινα Γης, Φθαλικό και Μαλαχίτης, και τα μπλε Πρωσίας και Αζουρίτη. Όλα τα παραπάνω αποτελούν ακραίες τιμές για τα προηγούμενα. Η δεύτερη ομάδα, εμφανίζει ακραία τιμή το μπλε Cerulean και να περιλαμβάνει μικρότερες ομαδοποιήσεις με πολλές κι εδώ ωστόσο ακραίες τιμές. Αυτές είναι τα κόκκινα Realgar, Μίνιο, Καδμίου, Καρμίνια, Λάκα και τις δύο ώχρες κίτρινη και κόκκινη και αυτά με κίτρινο Orpiment το μονό και λευκό Μολύβδου. Η άλλη περιλαμβάνει τα μπλε Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο, Ινδικό και πράσινο Sap και αυτά με πράσινο Χαλκού, Χρωμίου, Viridian, Κοβαλτίου, χρυσή Ώχρα και το μπλε Λαζούρι αλλά και τις σιένες και μπλε Αιγυπτιακό.



ΦΩΤΟ 3. 135: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Αιγυπτιακό

Η ίδια ομάδα που ξεχώριζε πριν, υπάρχει και τώρα στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.136) και αφορά στα λευκά εκτός του Μολύβδου και τα κίτρινα εκτός του Orpiment με ακραίο αυτό του Καδμίου. Όλα τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται σε δύο ομάδες, με τη μία να φέρει ως ακραία τιμή το μπλε Cerulean και να ομαδοποιεί τα κόκκινα Καδμίου, Μίνιο, Realgar, Λάκα, Κιννάβαρι Καδμίου και την κόκκινη Ώγρα, αλλά και τα λευκό Μολύβδου, κίτρινη Ώγρα, το μονό και το κίτρινο Orpiment. Η τελευταία ομάδα, αφορά σε δύο υποομάδες. Η μία αφορά στα μπλε Σμάλτο, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου και πράσινο Sap, μαζί με τα πράσινο Χαλκού, Χρωμίου, χρυσή Ώγρα και τα μπλε Λαζούρι και πράσινα Viridian και Κοβαλτίου και όλα αυτά με τα κόκκινο Αιματίτη,

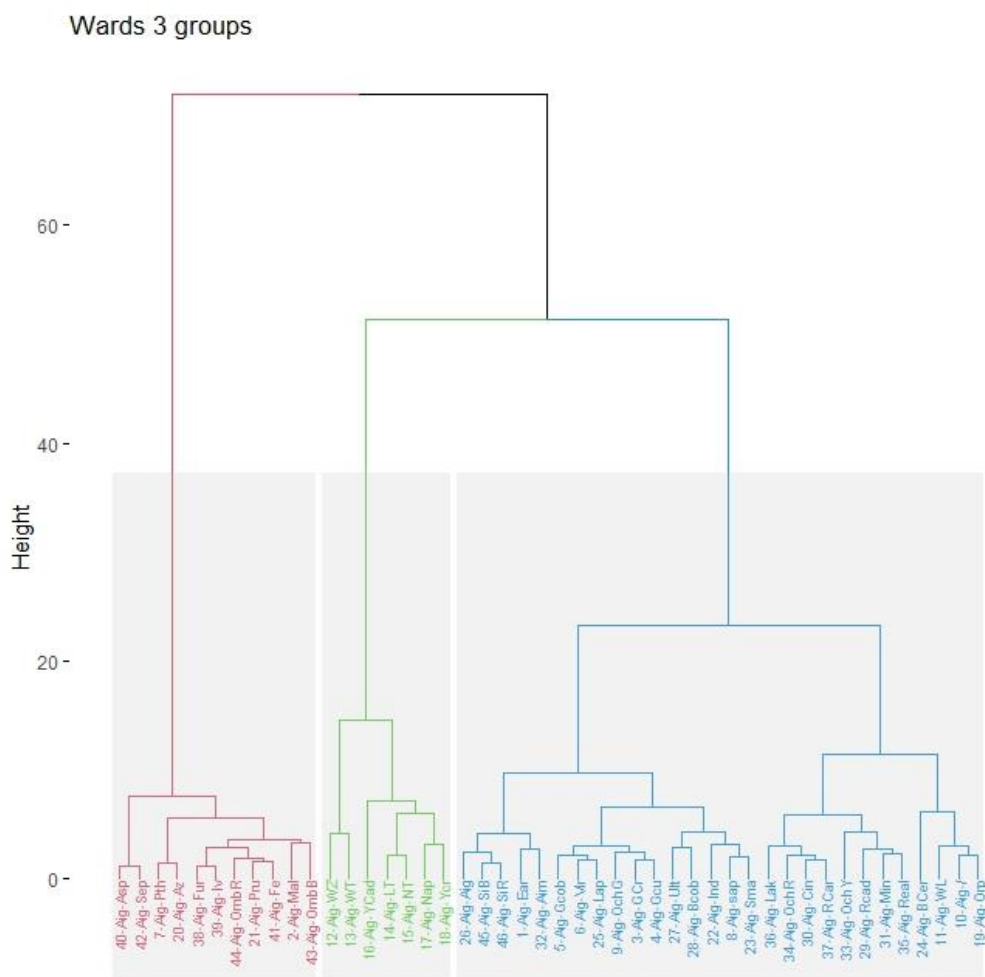
πράσινο Γης, μπλε Αιγυπτιακό και τις σιένες. Η τελευταία υποομάδα, περιλαμβάνει τα μαύρα, καφέ, όμπρες, μπλε Πρωσίας, Αζουρίτη και πράσινα Μαλαχίτη και Φθαλικό.



ΦΩΤΟ 3. 136: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Αιγυπτιακό

Η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3.137) χωρίζει σαν μία ομάδα τα μαύρα, όμπρες, καφέ, μπλε Πρωσίας και Αζουρίτη και πράσινα Μαλαχίτη και Φθαλικό. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα, ξεχωρίζει τα δύο λευκά Ψευδαργύρου και Τιτανίου, μαζί και με τα κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin και ακραίο του Καδμίου. ομαδοποιούνται στη συνέχεια σε δύο υποομάδες τα υπόλοιπα χρώματα. η μία περιλαμβάνει τα κόκκινα Λάκα, Κιννάβαρι, Καρμίνια, Καδμίου, Μίνιο και Realgar με τις ώχρες κίτρινη και κόκκινη και αυτά με τα

κίτρινο Ogriment, λευκό Μολύβδου, το μονό και ακραίο τους το μπλε Cerulean. Τελευταία ομάδα αποτελούν τα μπλε Σμάλτο, Ιδικό, Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη και πράσινο Sap και τα πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, Viridian, Κοβαλτίου, μπλε Λαζούρι και χρυσή Ώγρα και αυτά με τις σιένες και το μπλε Αιγυπτιακό, με ακραία τους το πράσινο Γης και τον κόκκινο Αιματίτη.

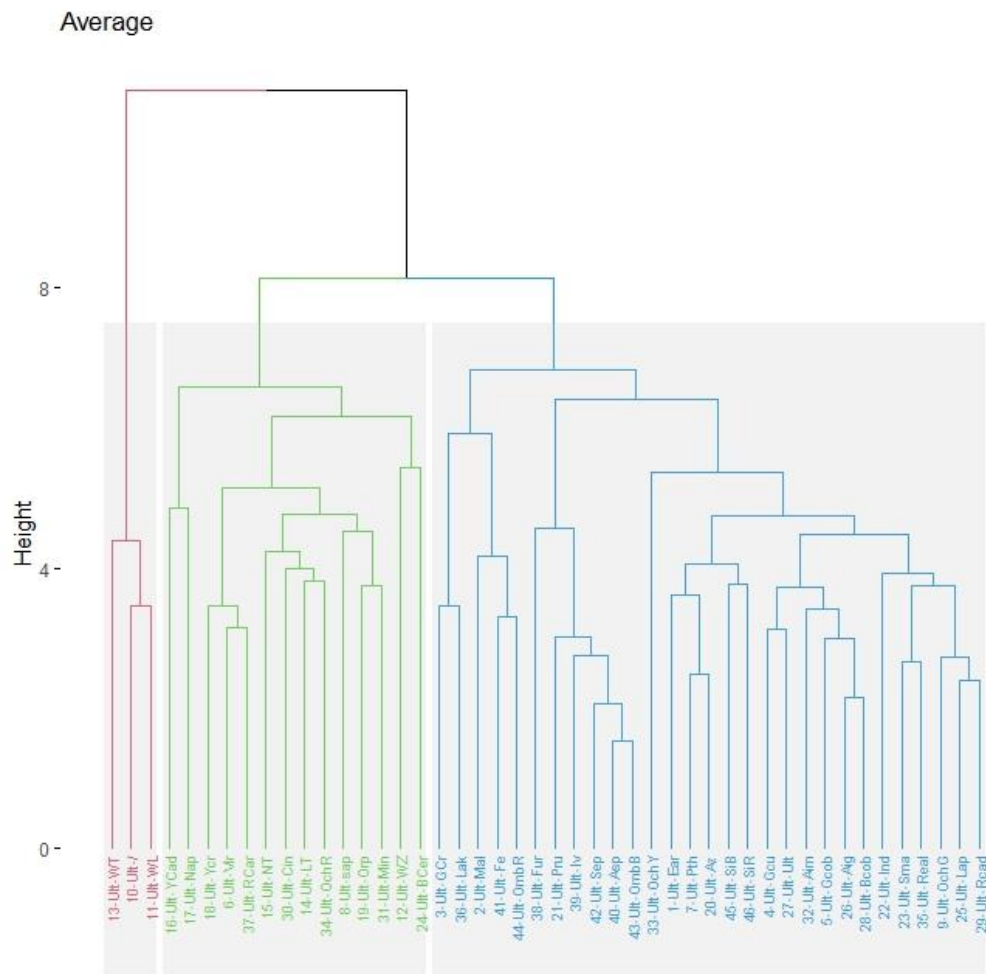


ΦΩΤΟ 3. 137: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε Αιγυπτιακό

Μπλε Ουλτραμαρίνη:

Για την μπλε Ουλτραμαρίνη ως υπερκείμενο χρώμα, στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.138), ξεχωρίζουν τα δύο λευκά Τιτανίου και Μολύβδου, μαζί με το μονό. Τα υπόλοιπα χωρίζονται αρχικά σε δύο ομάδες, με τη μία να

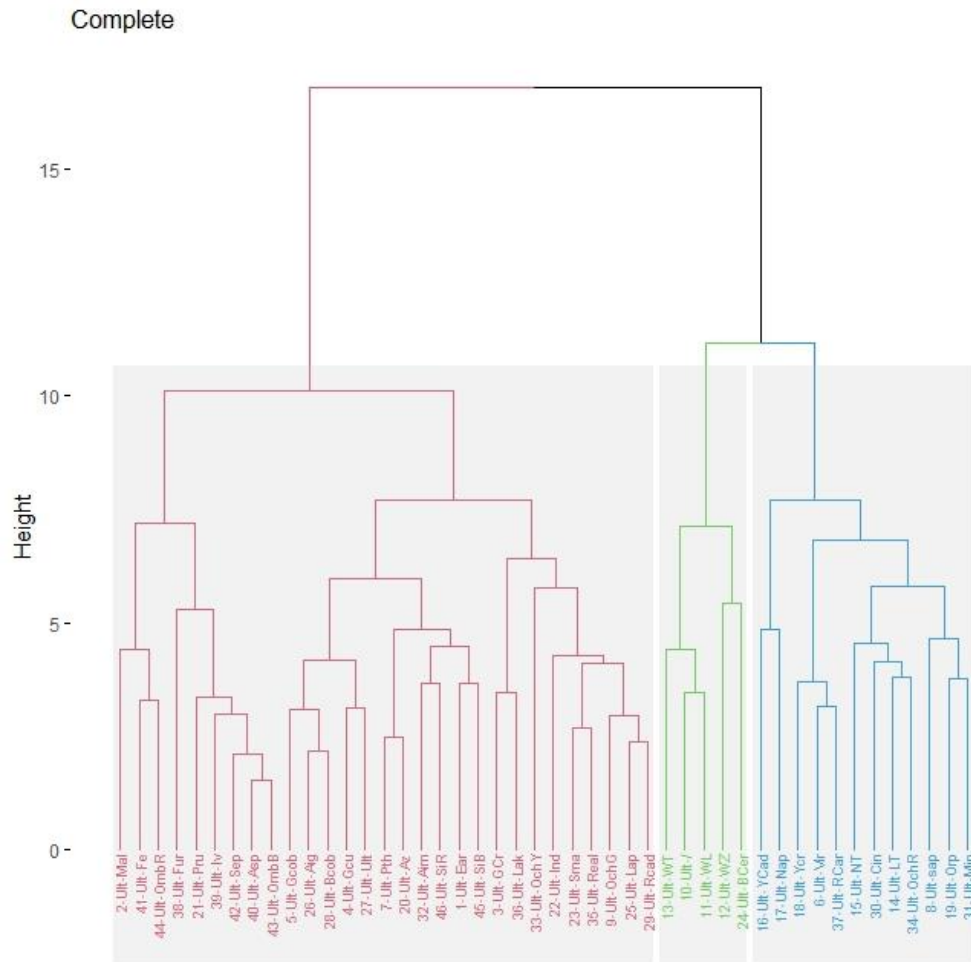
περιλαμβάνει τα κόκκινα Μίνιο, κίτρινο Orpiment, πράσινο Sap και τα κόκκινη Ώχρα, κίτρινα Lead Tin και Νικελίου Τιτανίου και κόκκινη Κιννάβαρι και αυτά με τα κόκκινα Καρμίνια, πράσινο Viridian και κίτρινο Χρωμίου. Αυτά ομαδοποιούνται με τα μπλε Cerulean και το λευκό Ψευδαργύρου και σε όλα της ομάδας ακραία τα κίτρινα Καδμίου και Νάπολης. Η τελευταία ομάδα χωρίζεται σε τρεις υποομάδες. Η μεγαλύτερη με τα κόκκινο Καδμίου και Realgar, χρυσή Ώχρα και μπλε Λαζούρι, Σμάλτο και ακραίο το Ινδικό, μαζί και με τα μπλε Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, πράσινο Κοβαλτίου, κόκκινο Αιματίτη και πράσινο Χαλκού, μπλε Ουλτραμαρίνη και όλα αυτά με τις σιένες, μπλε Αζουρίτη και πράσινα Γης και Φθαλικό και ακραία τιμή σε όλα την κίτρινη Ώχρα. Με αυτήν την υποομάδα ενώνεται η δεύτερη με τα Όμπρα Ψημένη, μαύρα, καφέ Σέπια και μπλε Πρωσίας και με τις δύο παραπάνω η Τρίτη με τα Όμπρα Ψημένη, καφέ Σιδήρου, πράσινο Μαλαχίτη και Χρωμίου και κόκκινη Λάκα



ΦΩΤΟ 3. 138: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε ultramarine

Στην μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.139), η μία ομάδα χωρίζεται σε δύο ξεχωριστές ομάδες, από τις οποίες η μία περιλαμβάνει τα τρία λευκά, το μονό και το μπλε Cerulean. Η δεύτερη αφορά στα κόκκινο Μίνιο, κίτρινο Ogriment, πράσινο Sap και τα κόκκινη Ώγρα, κίτρινο Lead Tin, Νικελίου Τιτανίου, κόκκινη Κιννάβαρι και αυτά τα ομαδοποιεί με τα κόκκινη Καρμίνια, πράσινο Viridian, κίτρινο Χρωμίου και ακραίες τιμές σε όλα τα κίτρινα Νάπολης και Καδμίου. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα, χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Η μία με τα μαύρα, Όμπρα Ψημένη, καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας και αυτά με τα Όμπρα Ωμή, καφέ Σιδήρου και πράσινο Μαλαχίτη. Η τελευταία υποομάδα, περιλαμβάνει τις σιένες, πράσινο Γης και Φθαλικό, μπλε Αζουρίτη, κόκκινο Αιματίτη, αλλά και τα μπλε

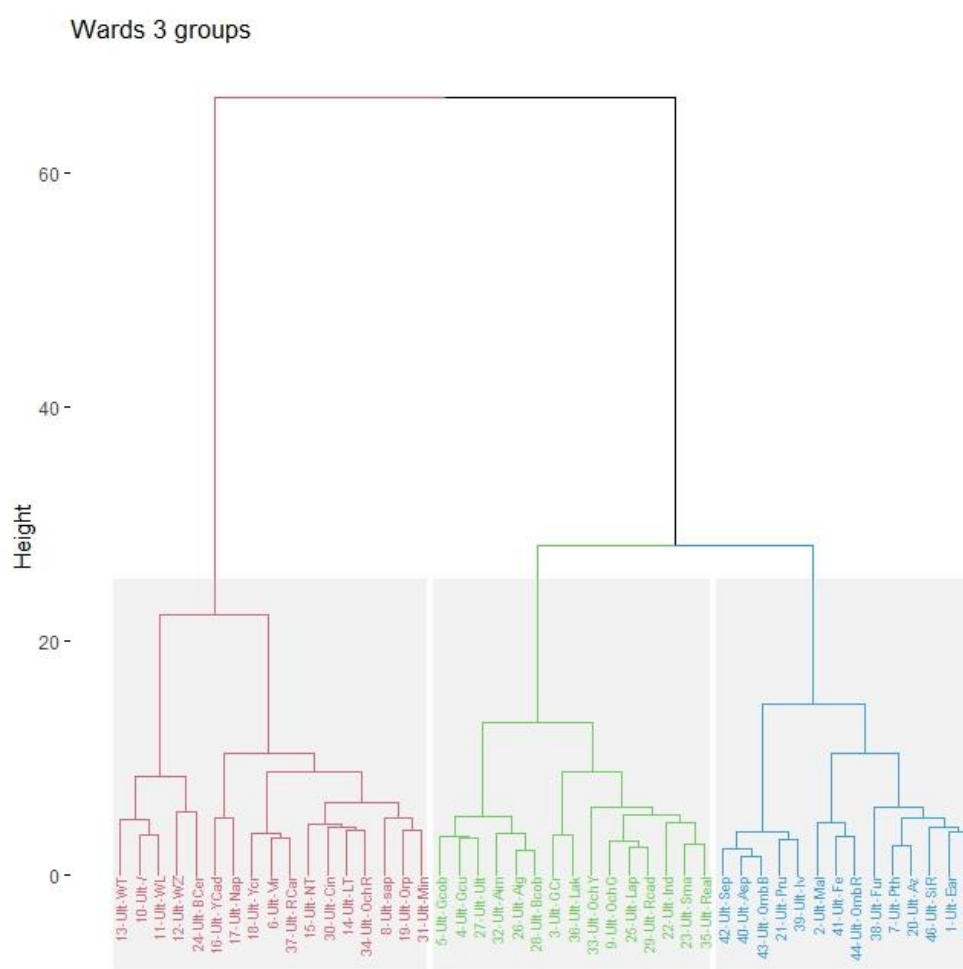
Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, πράσινο Κοβαλτίου, Χαλκού και όλα αυτά με τα κόκκινα Καδμίου, μπλε Λαζούρι, Σμάλτο, ινδικό, χρυσή και κίτρινη Ωχρα, κόκκινο Realgar, Καδμίου και τα Λάκα και πράσινο Χρωμίου ως ακραίες τιμές.



ΦΩΤΟ 3. 139: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε ultramarine

Στην τελευταία μέθοδο, την Ward (ΦΩΤΟ 3,140), η μία ομάδα, περιλαμβάνει δύο μικρότερες ομάδες. Η μία με τα λευκά, το μονό και μπλε Cerulean και η άλλη με τα κόκκινο Μίνιο, κίτρινο Orpiment, πράσινο Sap και κόκκινη Ωχρα, κίτρινο Lead Tin, Νικελίου Τιτανίου και κόκκινη Κιννάβαρι και όλα αυτά με κίτρινο Χρωμίου, κόκκινη Καρμίνη και πράσινο Viridian και σε όλα ακραίες τιμές τα κίτρινα Νάπολης και Καδμίου. η δεύτερη μεγάλη ομάδα, χωρίζεται σε

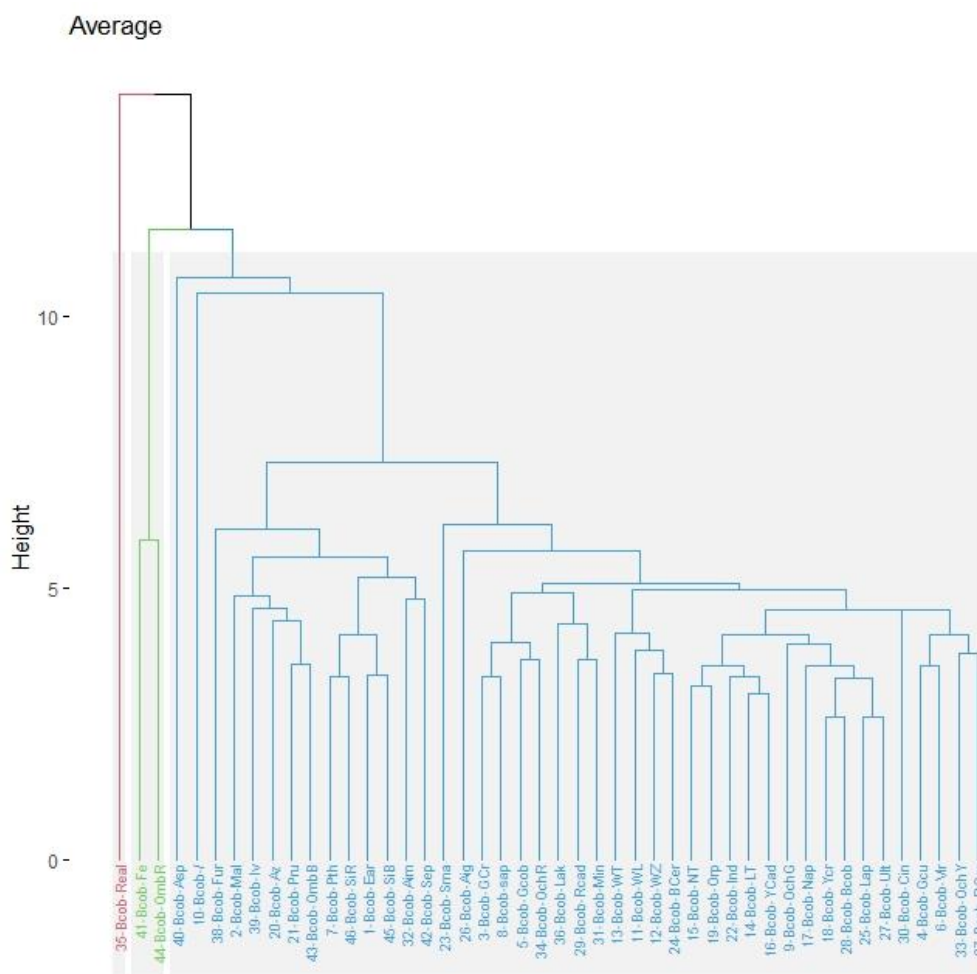
δύο ομάδες τα χρώματα και η καθεμία σε δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα κόκκινο Realgar, Καδμίου, μπλε Σμάλτο, Ινδικό, Λαζούρι, τις κόκκινη και κίτρινη Ώγρα και αυτά με κόκκινη Λάκα και πράσινο Χρωμίου. Η δεύτερη υποομάδα, περιλαμβάνει τα μπλε Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη, κόκκινο Αιματίτη και πράσινα Κοβαλτίου και Χαλκού. Στη δεύτερη ομάδα, οι σιένες με τον μπλε Αζουρίτη και τα πράσινο Γης και Φθαλικό, ενώνεται με την Όμπρα Ωμή, καφέ Σιδήρου και πράσινο Μαλαγίτη και ξεχωρίζουν σε αυτά σε δεύτερη υποομάδα τα μαύρα, Όμπρα Ψημένη μπλε Πρωσίας και καφέ Σέπια.



ΦΩΤΟ 3. 140: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε ultramarine

Μπλε Κοβαλτίου:

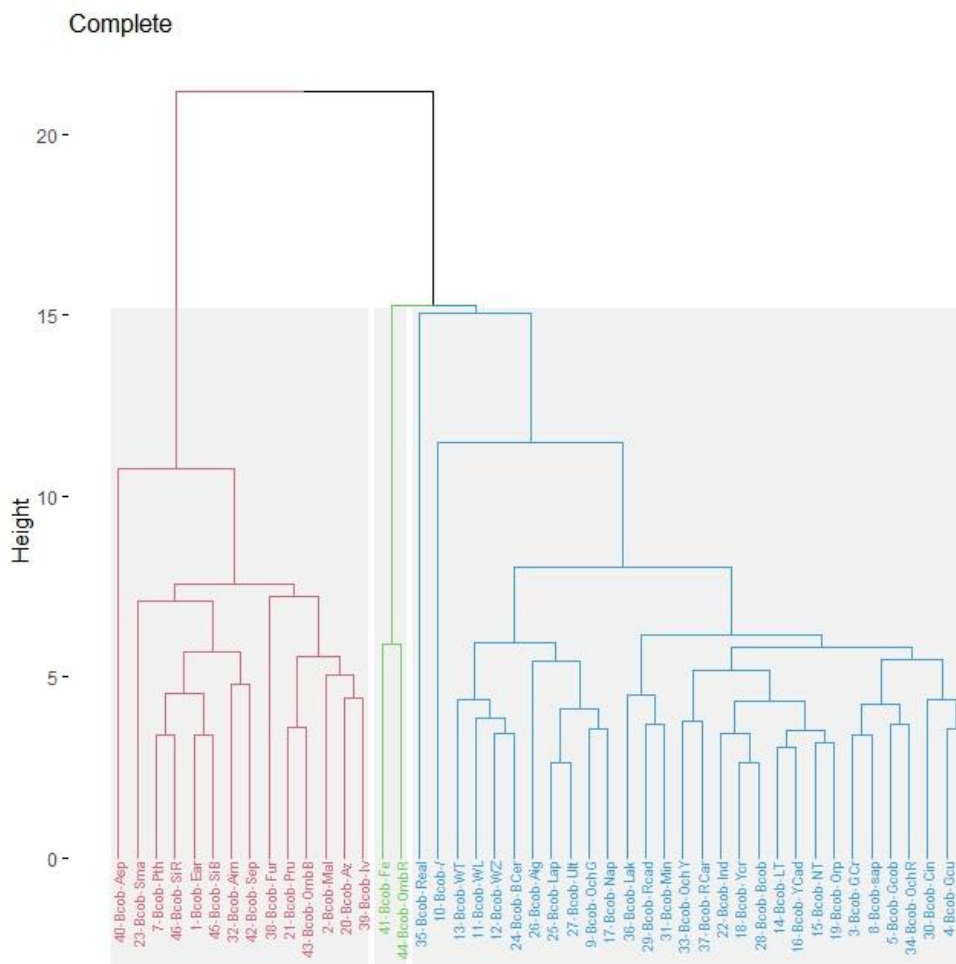
Ξεχωριστή τιμή αποτελεί το κόκκινο Realgar, στη συνέχεια τα καφέ Σιδήρου με Όμπρα Ωμή, όταν υπερκείμενο χρώμα έχουμε το μπλε Κοβαλτίου, σύμφωνα με τη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.141). Ακραία τιμή αποτελεί και το μαύρο Ασφάλτου, αλλά και το μονό. Στη συνέχεια τα χρώματα χωρίζονται σε δύο ομάδες, με πολλές ακραίες τιμές όμως και πάλι. Η μία ενώνει τα πράσινο Γης, Φθαλικό και σιένες, με τα κόκκινα Αιματίτη και καφέ Σέπια και όλα αυτά με Όμπρα Ψημένη, μπλε Πρωσίας, Αζουρίτη, μαύρο Ivory και πράσινο Μαλαχίτη και σε όλη την ομάδα ακραία τιμή το μαύρο Φούρνου. Η τελευταία ομάδα, έχει ακραία τιμή το μπλε Σμάλτο και το αυτό για το Αιγυπτιακό. Ομαδοποιεί τα κόκκινη Καρμίνια, κίτρινη Ώχρα, πράσινα Viridian και Χαλκού, το κόκκινο Κιννάβαρι και τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, Κοβαλτίου, κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης και χρυσή Ώχρα αλλά και τα κίτρινο Καδμίου, Lead Tin, Orpiment, Νικελίου Τιτανίου, μπλε Ινδικό και όλα με τα μπλε Cerulean και τα τρία λευκά, ενώ ξεχωρίζει τα κόκκινο Μίνιο, Καδμίου, Λάκα, κόκκινη Ώχρα, πράσινο Sap και Χρωμίου.



ΦΩΤΟ 3. 141: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε cobalt

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.142), ακραία τιμή παρουσιάζει το μαύρο Ασφάλτου και ομαδοποιούνται τα μαύρα Inogy, μπλε Αζουρίτη, πράσινο Μαλαχίτης, Όμπρα Ψημένη και μπλε Πρωσίας και ακραίο το μαύρο Φούννου και τα καφέ Σέπια, κόκκινο Αιματίτη, σιένες, πράσινο Γης, Φθαλικό και ακραίο το μπλε Σμάλτο. Στην επόμενη ομάδα, ξεχωρίζουν τα Όμπρα Ωμή και καφέ Σιδήρου, αλλά και το κόκκινο Realgar και το μονό. Στα χρώματα ξεχωρίζουν τα κίτρινο Νάπολης, κόκκινη Ωχρα, μπλε Ουλτραμαρίνη και Λαζούρι και ακραίο το Αιγυπτιακό και τα μπλε Cerulean με τα λευκά. Στην τελευταία ομαδοποίηση, ακραία παρουσιάζονται τα κόκκινα Λάκα, Καδμίου και Μίνιο και τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δύο μικρότερες ομάδες. Η μία με τα πράσινα Viridian, Χαλκού,

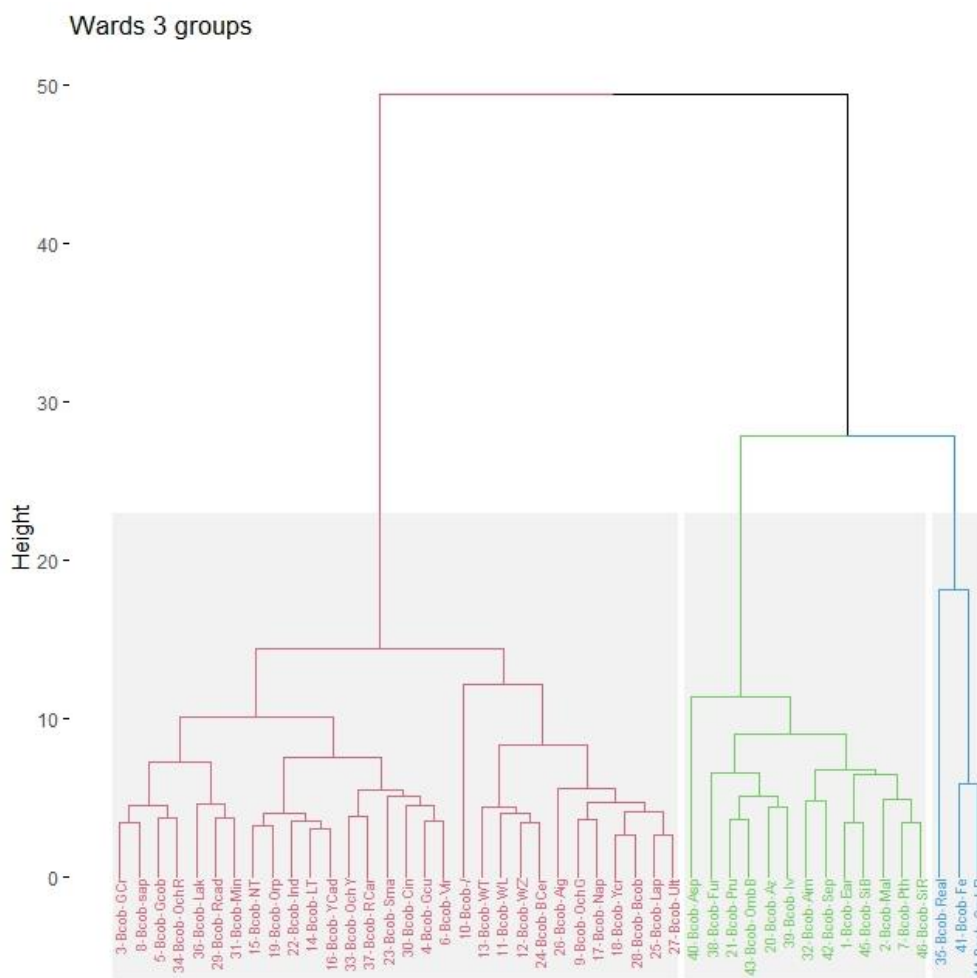
κόκκινο Κιννάβαρι, κόκκινη Ώγρα, πράσινο Κοβαλτίου, Sap και Χρωμίου και η άλλη με τα κίτρινα Οργιμέντ, Νικελίου Τιτανίου, Καδμίου, Lead Tin και τα μπλε Κοβαλτίου και Ινδικό, κίτρινη Ώγρα και ακραία τα κόκκινη Καρμίνα και κίτρινη Ώγρα.



ΦΩΤΟ 3. 142: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε cobalt

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.143), η μία ομάδα ξεχωρίζει τα Όμπρα Ωμή, κόκκινο Σιδήρου και κόκκινο Realgar και ομαδοποιεί με ακραίο το μαύρο Ασφάλτου, τα σιένες, πράσινα Φθαλικό, Μαλαχίτη, Γης, καφέ Σέπια, κόκκινο Αιματίτη και τα μαύρο Ivoxy, μπλε Αζουρίτη, Όμπρα Ψημένη, μπλε Πρωσίας και μαύρο Φούρνου. Η τελευταία ομάδα, ξεχωρίζει τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, Κοβαλτίου, κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης, χρυσή Ώγρα και ακραίο το

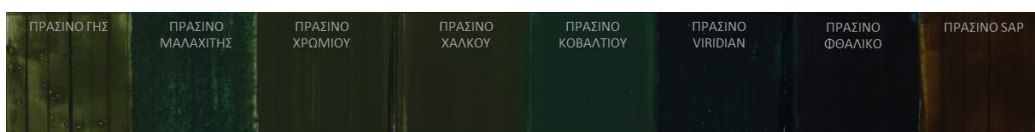
μπλε Αιγυπτιακό, αλλά και τα λευκά με μπλε Cerulean και σε όλα ακραίο το μονό, ενώ χωρίζει τα εναπομείναντα χρώματα σε δύο μικρότερες ομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα κόκκινα Μίνιο, Καδμίου, Λάκα, και τα κόκκινη Ώχρα, πράσινο Κοβαλτίου, Sap και Χρωμίου. Η άλλη τα πράσινο Viridian, Χαλκού, κόκκινο Κιννάβαρι, μπλε Σμάλτο, με κόκκινη Καρμίνη και κίτρινη Ώχρα και τα κίτρινο Καδμίου, Lead Tin, Orpiment και Νικελίου Τιτανίου και μπλε Ινδικό.



ΦΩΤΟ 3. 143: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το μπλε cobalt

3.2.6 Πράσινες χρωστικές

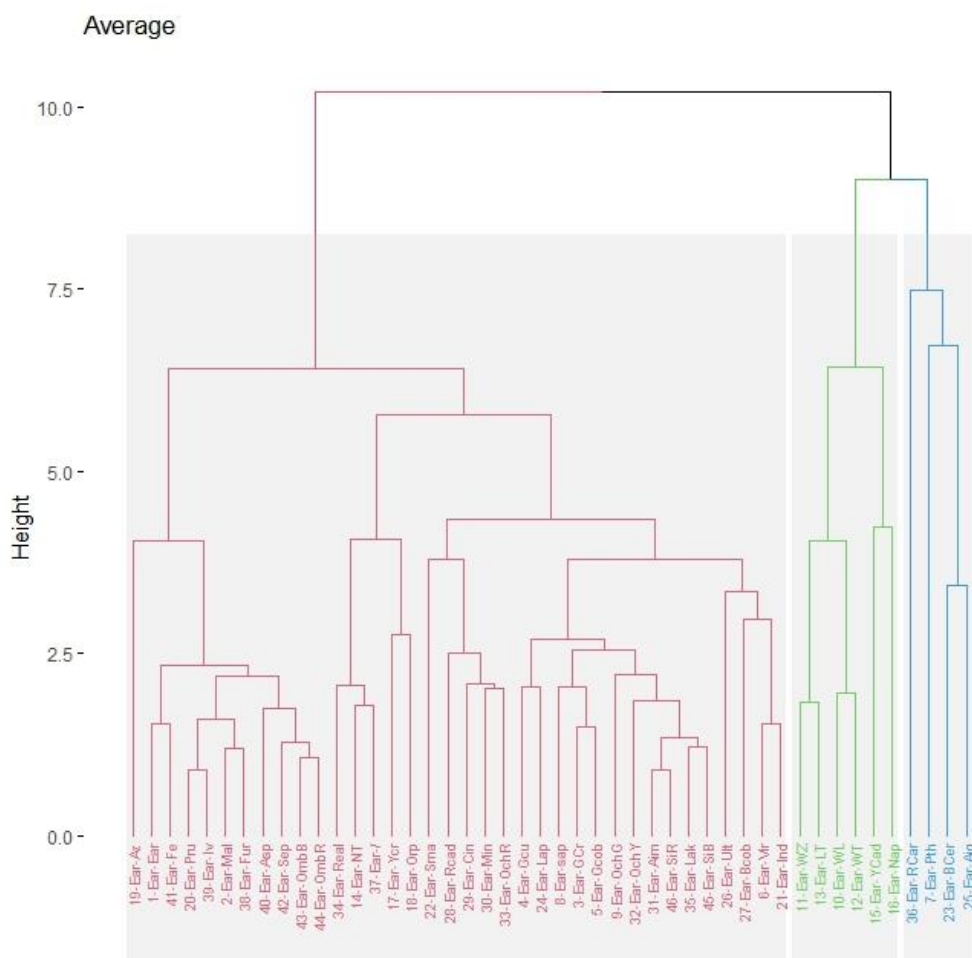
Οι πράσινες χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή είναι οκτώ. Το πράσινο Γης, ο Μαλαχίτης, το πράσινο Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου, το Viridian και οι βαφές Φθαλικό και Sap, όπως φαίνονται στη ΦΩΤΟ 3.144 από αριστερά προς τα δεξιά. Η οπτική παρατήρηση παρουσιάζει μόνο το πράσινο Γης να έχει μια σχετική διαφάνεια και να φαίνονται τα προσχέδια. Όλα τα υπόλοιπα είναι πολύ καλυπτικά με πιο σκούρα τα Viridian και Φθαλικό και με πιο καφετί απόχρωση το πράσινο Sap.



ΦΩΤΟ 3. 144: οι πράσινες χρωστικές με σειρά όπως εμφανίζονται από αριστερά προς τα δεξιά: πράσινο Γης, πράσινος Μαλαχίτης, πράσινο Χρωμίου, πράσινο Χαλκού, πράσινο Κοβαλτίου, πράσινο Viridian, πράσινο Φθαλικό, πράσινο Sap

Πράσινο Γης:

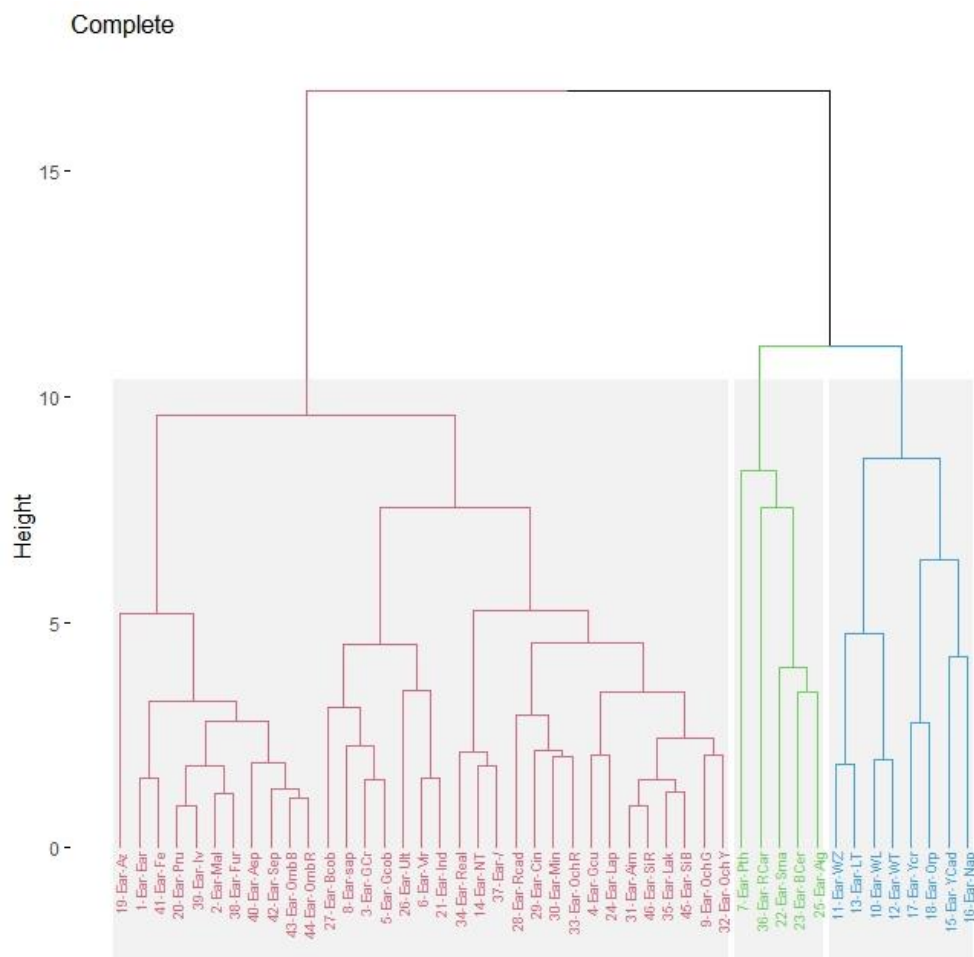
Η μέθοδος Average (ΦΩΤΟ 3.145) για την ομάδα με το πράσινο Γης ως υπερκείμενο χρώμα, ομαδοποιεί (με πράσινο χρώμα) τα τρία λευκά με τα κίτρινα Lead Tin, Καδμίου και Νάπολης σε μια ομάδα και μια άλλη ομάδα (με μπλε χρώμα) με τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Αιγυπτιακό και Cerulean, ενώ η κόκκινη Καρμίνη παρουσιάζεται ως ακραία τιμή. Τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται (με κόκκινο χρώμα) όλα μαζί, με τα μαύρα, όμπρες, μπλε Πρωσίας, πράσινα Γης και Μαλαχίτη και τα καφέ μαζί και τα υπόλοιπα χωριστά, με τον Αζουρίτη να εμφανίζεται ως ακραία τιμή. Μια ομάδα αποτελούν και τα πράσινα Χαλκού, μπλε Λαζούρι, πράσινο Sap, Χρωμίου, Κοβαλτίου, χρυσή και κίτρινη Ωχρα με κόκκινο Αιματίτη, Λάκα και σιένες και αυτά με μπλε Ινδικό, πράσινο Viridian, μπλε Κοβαλτίου και ακραία την Ουλτραμαρίνη και όλα με κόκκινη Ωχρα, κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, Καδμίου και ακραίο το μπλε Σμάλτο. Μικρή ομαδοποίηση αποτελούν και τα κίτρινα Χρωμίου και Orpiment με Νικελίου Τιτανίου, το μονό και κόκκινο Realgar.



ΦΩΤΟ 3. 145: η μέθοδος Average Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Γης

Η μέθοδος Complete (ΦΩΤΟ 3.146), ομαδοποιεί (με μπλε χρώμα) και πάλι λευκά και κίτρινα Μολύβδου και Νάπολης, αυτή τη φορά μαζί και με κίτρινο Χρωμίου και αρσενικού. Η επόμενη ομάδα (με πράσινο χρώμα) αποτελείτε από μπλε Αιγυπτιακό, Cerulean και Σμάλτο, Καρμίνα κόκκινη και Φθαλικό πράσινο. Τα υπόλοιπα (με κόκκινο χρώμα) χωρίζονται σε δύο υποομάδες, που η μία όπως και πριν περιλαμβάνει τα μαύρα, όμπρες, πράσινα Γης και Μαλαχίτη και τα καφέ, καθώς και μπλε Πρωσίας και ακραίο τον Αζουρίτη. Η τελευταία ομαδοποίηση ξεχωρίζει τα μπλε Ινδικό, πράσινο Viridian, μπλε Ουλτραμαρίνη και πράσινα Κοβαλτίου, Χρωμίου, Sap, και Κοβαλτίου και ενώνει με ακραία τα κόκκινο Realgar, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και το μονό, τα κίτρινη και χρυσή

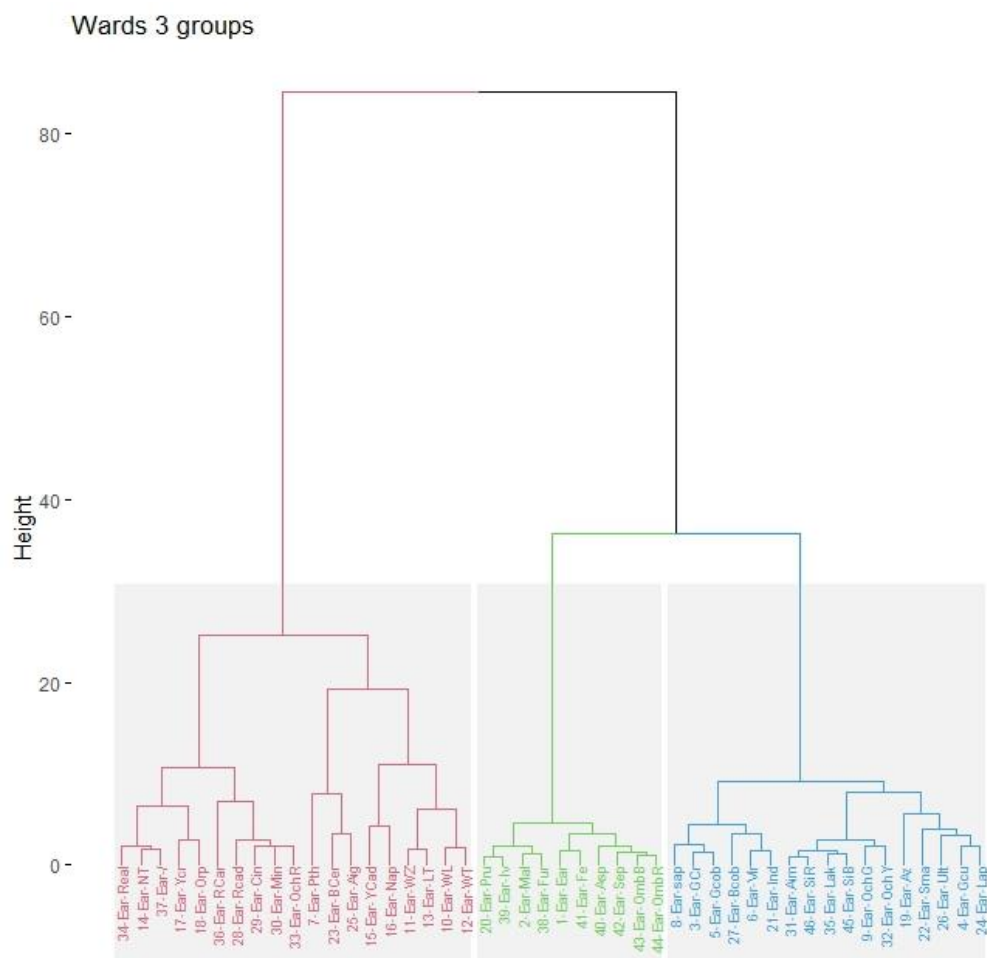
Ωχρα, σιένες, κόκκινα Λάκα και Αιματίτης αλλά και τα κόκκινη Ωχρα και κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι και Καδμίου.



ΦΩΤΟ 3. 146: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Γης

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.147), η μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει τα λευκά με κίτρινα Lead Tin, Νάπολης και Καδμίου, αλλά και μπλε Αιγυπτιακό, Cerulean και πράσινο Φθαλικό και αυτά με κόκκινη Ωχρα, κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, Καδμίου και ακραία την Καρμίνη, αλλά και κίτρινα Orpiment, Χρωμίου και το μονό με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και κόκκινο Realgar. Η επόμενη ομάδα χωρίζει σε δύο υποομάδες τα υπόλοιπα χρώματα. Η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τα όμπρες, μαύρα, καφέ, πράσινο Γης, Μαλαχίτη και μπλε Πρωσίας. Τέλος (με μπλε χρώμα) με ξεχωριστά τα μπλε

Ινδικό και Κοβαλτίου, πράσινο Viridian, Κοβαλτίου, Χρωμίου και Sap, ομαδοποιούνται τα κίτρινη και χρυσή Ωχρα, με σιένες, κόκκινα Αιματίτη και Λάκα, μαζί με τα μπλε Λαζούρι, πράσινο Χαλκού, μπλε Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο και Αζουρίτη.

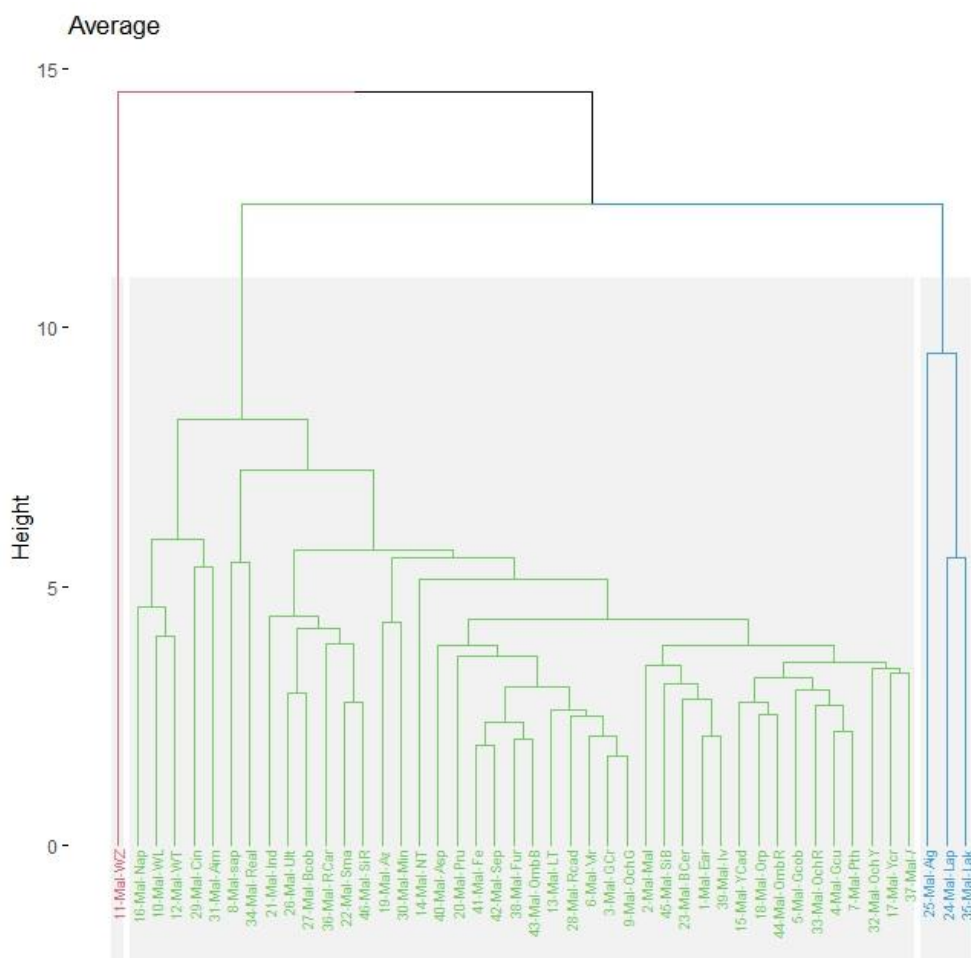


ΦΩΤΟ 3. 147: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Γης

Πράσινος Μαλαχίτης:

Στο γκρουπ με υπερκείμενο τον πράσινο Μαλαχίτη, στην Average linkage (ΦΩΤΟ 3.148), ιδιαιτερότητα παρουσιάζει (με κόκκινο χρώμα) το λευκό Ψευδαργύρου που εμφανίζεται ως ακραία τιμή για όλα. Μια μικρή ομάδα (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει τα μπλε Αιγυπτιακό, Λαζουρίτη και κόκκινη Λάκα και τα υπόλοιπα σε μια ομάδα. Στη μεγάλη αυτή ομάδα (με πράσινο χρώμα)

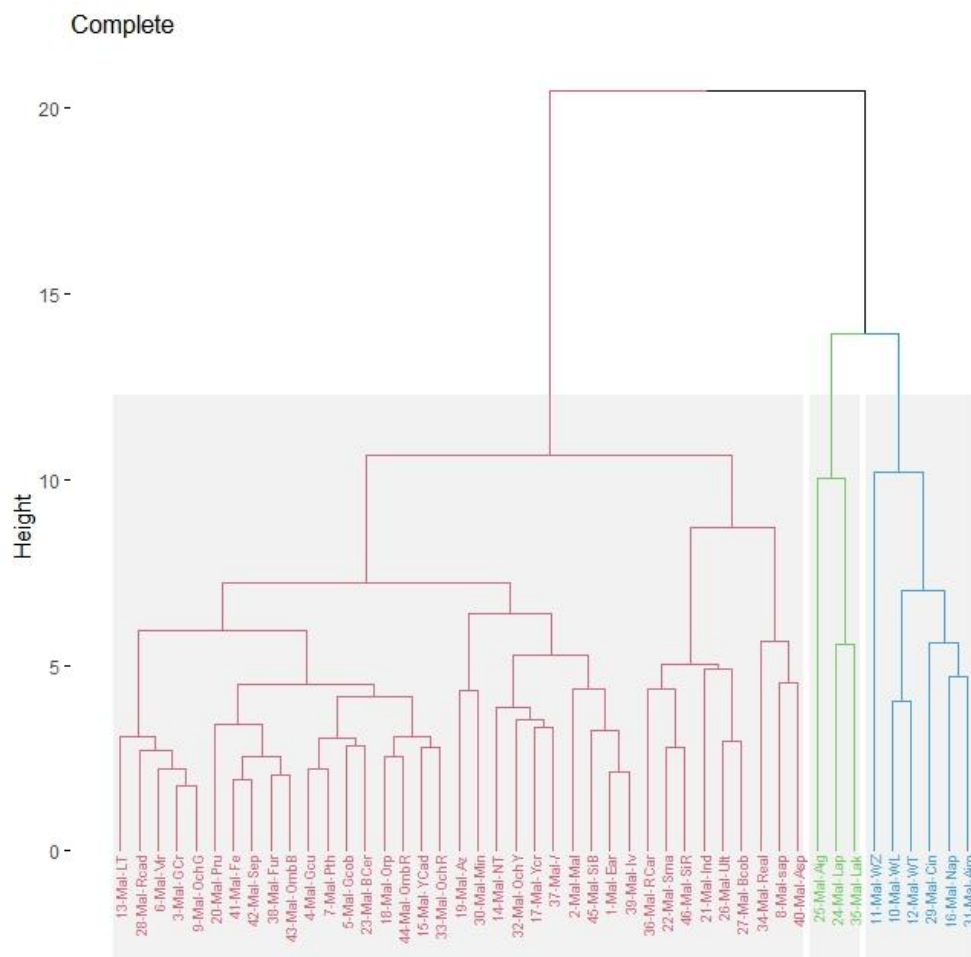
ξεχωρίζουν τα λευκά Τιτανίου και Μολύβδου και το κίτρινο Νάπολης, μαζί με κόκκινο Κιννάβαρι και Αιματίτη. Το πράσινο Sap με κόκκινο Realgar είναι ακραίες τιμές, αλλά και τα Αζουρίτης με Μίνιο και πάλι μόνο του το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Ομαδοποίηση αποτελούν και τα μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Σμάλτο με Σιένα Ωμή και κόκκινη Καρμίνια. Ομαδοποίηση προκύπτει και για τα πράσινα Μαλαχίτη, Γης, Κοβαλτίου, Χαλκού, Φθαλικό, τις ώχρες κίτρινη και κόκκινη, κίτρινο Χρωμίου, Καδμίου και Orpiment, μονό, μπλε Cerulean, μαύρο Ivory και Σιένα Ψημένη. Τέλος ομαδοποιούνται τα καφέ, Όμπρα Ψημένη, κίτρινο Lead Tin, κόκκινο Καδμίου, πράσινο Χρωμίου και χρυσή Ώχρα και μαύρο Φούρνου με ακραίες τιμές μπλε Πρωσίας και αυτά με μαύρο Ασφάλτου.



ΦΩΤΟ 3. 148: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον πράσινο Μαλαχίτη

Τα μπλε Αιγυπτιακό, Λαζούρι και κόκκινη Λάκα ομαδοποιούνται (με πράσινο χρώμα) και ξεχωριστά και στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.149). Μια ξεχωριστή ομάδα αποτελούν (με μπλε χρώμα) τα λευκά μαζί με κίτρινο Νάπολη και κόκκινο Κιννάβारी και Αιματίτη, αλλά και πάλι με ακραία τιμή το λευκό Ψευδαργύρου. Αυτά λειτουργούν σαν μία ομάδα, με την άλλη να περιλαμβάνει τα υπόλοιπα (με κόκκινο χρώμα), τα οποία χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Χρωμίου, κίτρινη Ωχρα, το μονό, και τα πράσινα Μαλαχίτης και Γης και μαύρο Ivoxy. Σε αυτά ακραίες τιμές παρουσιάζουν τα μπλε Αζουρίτης και κόκκινο Μίνιο. Η άλλη υποομάδα χωρίζει τα χρυσή Ωχρα με πράσινα Viridian και Χρωμίου, κόκκινο Καδμίου και κίτρινο Lead Tin. Τέλος ομαδοποιούνται τα κόκκινη Ωχρα, κίτρινα Καδμίου,

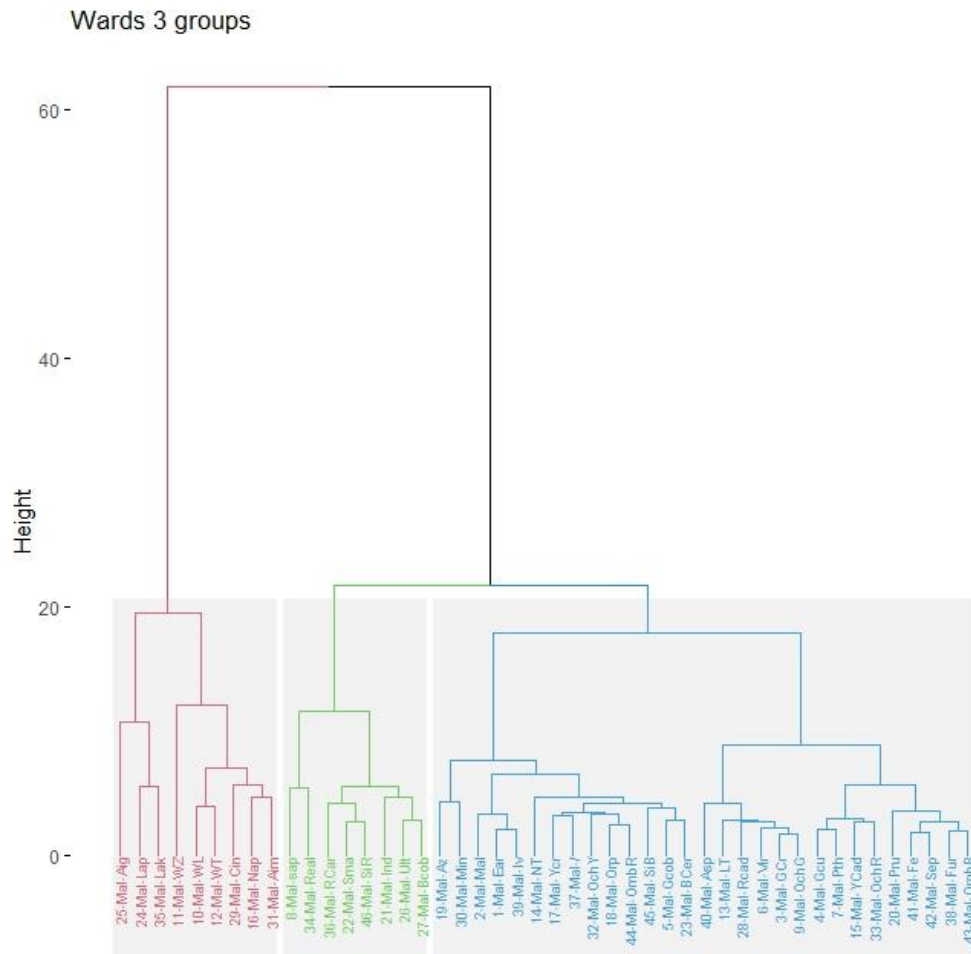
Orpiment, μπλε Cerulean, πράσινα Φθαλικό και Χαλκού με τα Όμπρα Ψημένη, καφέ και μαύρο Φούρνου με ακραία τιμή το μπλε Πρωσίας.



ΦΩΤΟ 3. 149: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον πράσινο Μαλαχίτη

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.150), οι δύο παραπάνω ομάδες εδώ ομαδοποιούνται. Δηλαδή μαζί (με κόκκινο χρώμα) τα λευκά με ακραίο αυτό του Ψευδαργύρου, το κίτρινο Νάπολης και τα κόκκινα Αιματίτη και Κιννάβαρι και αυτά μαζί με μπλε Αιγυπτιακό και Λαζουρίτη και κόκκινη Λάκα. Μια επόμενη ομάδα (με πράσινο χρώμα) εδώ περιλαμβάνει τα πράσινα Sap και Κοβαλτίου, τα μπλε Σμάλτο, ινδικό και Ουλτραμαρίνη και τα κόκκινα αρσενικού και Καρμίνια, όπως και τη Σιένα Ωμή. Τα υπόλοιπα (με μπλε χρώμα) χωρίζονται σε δύο ομάδες, τα Όμπρα Ωμή και Σιένα Ψημένη, μπλε Cerulean,

πράσινα Κοβαλτίου, Γης Μαλαχίτη, μαύρο Ινογυ, κίτρινη Ώχρα, κίτρινα Χρωμίου και αρσενικού, το μονό και αυτά με κόκκινο Μίνιο και μπλε Αζουρίτη. Τέλος τα ώχρες κόκκινη και χρυσή, Όμπρα Ψημένη, καφέ, μαύρα Φούρνου και Ασφάλτου, κίτρινα Lead Tin και Καδμίου, κόκκινο Καδμίου, πράσινα Φθαλικό, Viridian, Χαλκού και Χρωμίου και μπλε Πρωσίας.

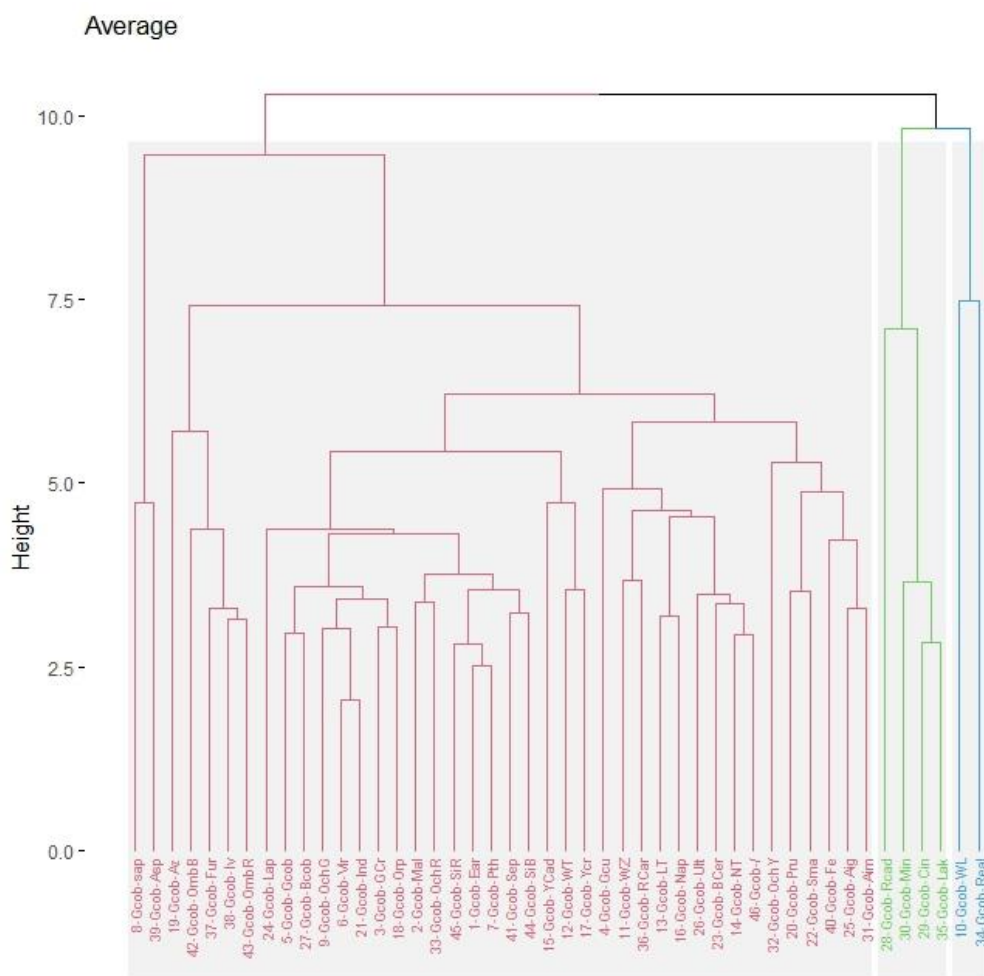


ΦΩΤΟ 3. 150: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο τον πράσινο Μαλαχίτη

Πράσινο Χρωμίου:

Η μέθοδος Average (ΦΩΤΟ 3.151) παρουσιάζει σε μία μεγάλη ομάδα, μαζί τα φάσματα (με μπλε χρώμα) των λευκό Μολύβδου με το κόκκινο αρσενικού, αλλά και τα (με πράσινο χρώμα) κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, Λάκα και Καδμίου για το γκρουπ με υπερκείμενο το πράσινο Χρωμίου. Τα υπόλοιπα όλα (με

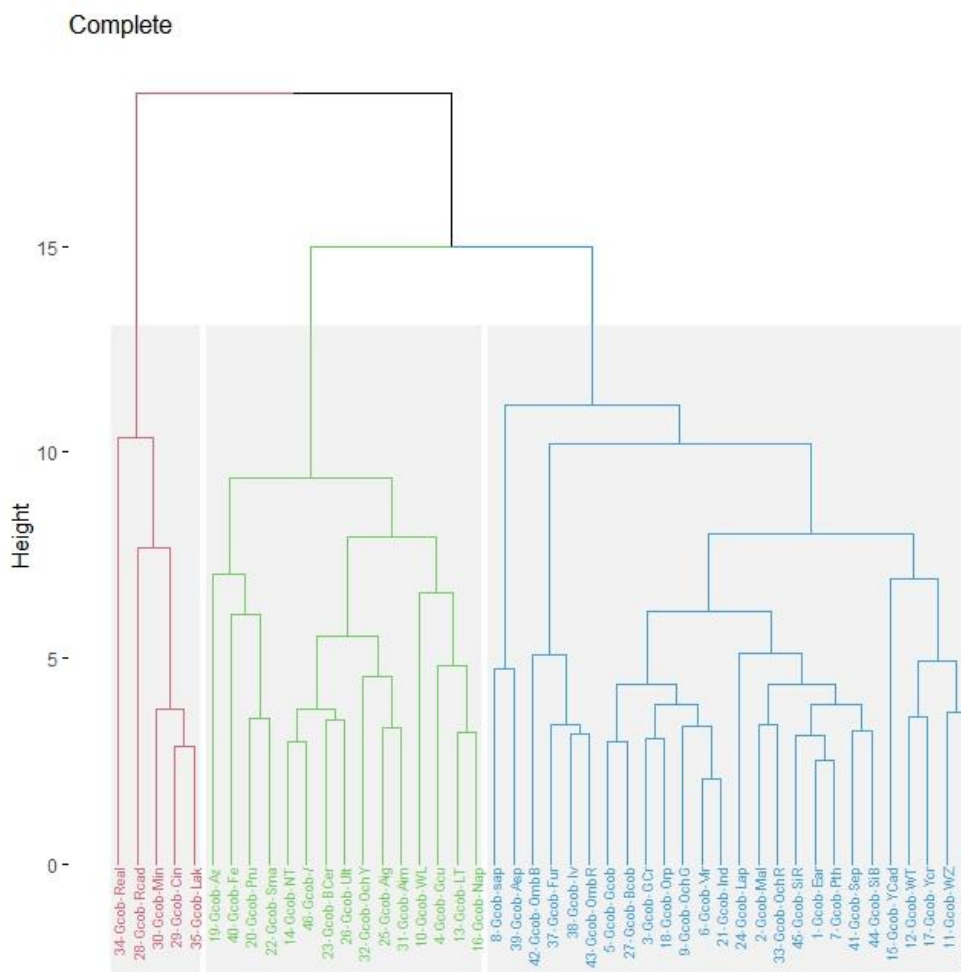
κόκκινο χρώμα) έχουν ακραίες τιμές τα πράσινο Sap και μαύρο Ασφάλτου και μικρή ομαδοποίηση στα δύο άλλα μαύρα με την Ωμή Όμπρα και ακραία τιμή την ψημένη. Εν συνεχεία έχουμε δύο υποομαδοποιήσεις. Στη μία ξεχωρίζουν τα μπλε Πρωσίας, Σμάλτο, Αιγυπτιακό με καφέ Σιδήρου και κόκκινο Αιματίτη και ακραία τιμή την κίτρινη Ώχρα, ενώ στην άλλη με ακραία τιμή το πράσινο Χρωμίου, το μονό με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Νάπολης και Lead Tin, τα μπλε Ουλτραμαρίνη και Cerulean και το κόκκινο Καδμίου. Στην άλλη υποομάδα έχουμε μαζί τα κίτρινο Καδμίου με λευκό Τιτανίου και κίτρινο Χρωμίου και με ακραία τιμή το μπλε Λαζούρι, έχουμε τα σιένες, πράσινα Γης, Μαλαχίτης και Φθαλικό, καφέ Σέπια και κόκκινη Ώχρα και αυτά με τα κίτρινο Ogriment, χρυσή Ώχρα, πράσινα Χρωμίου, Viridian και Κοβαλτίου και μπλε Ινδικό και Κοβαλτίου



ΦΩΤΟ 3. 151: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Χρωμίου

Την ίδια ακριβώς ομάδα δίνει η μέθοδος Complete (ΦΩΤΟ 3.152), αυτή (με κόκκινο χρώμα) με τα κόκκινα Μίνιο, Λάκα, Κιννάβαρι και Καδμίου και ακραία τιμή το αρσενικού. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δύο ομάδες. Η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει το λευκό Μολύβδου που πριν ήταν με το Realgar και μάλιστα το ομαδοποιεί σαν ακραία ωστόσο τιμή με τα κίτρινα Νάπολης και Lead Tin και το πράσινο Χαλκού, αλλά και με τα κόκκινο Αιματίτη, κίτρινη Ώχρα, μπλε Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη και Cerulean, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και το μονό και αυτά με μπλε Σμάλτο και Πρωσίας, καφέ Σιδήρου και ακραία τιμή τον Αζουρίτη. Η άλλη ομάδα (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει με ακραίες τιμές τα πράσινο Sap και μαύρο Ασφάλτου και αυτά με τις όμπρες και

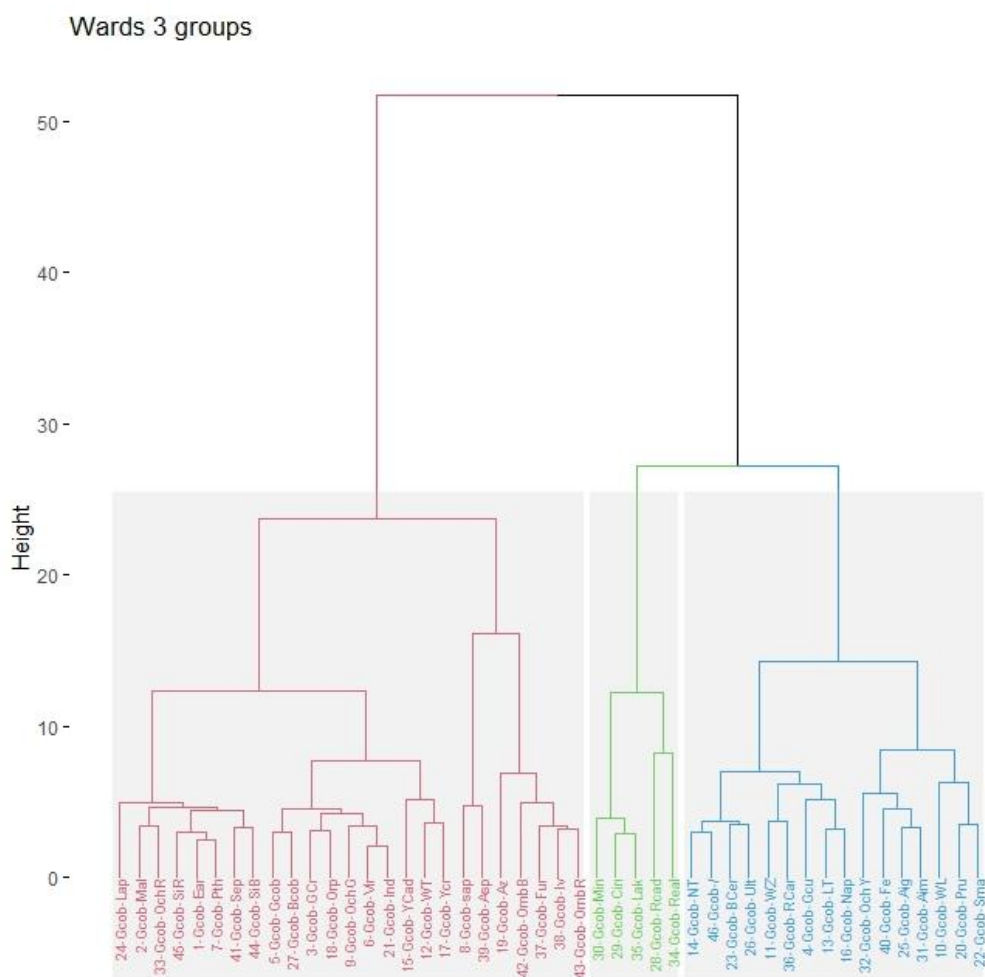
μαύρα Inoxy και Φούρνου, τα λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου, κίτρινο Χρωμίου και κόκκινη Καρμίνη με ακραία τιμή το κίτρινο Καδμίου και όλα τα υπόλοιπα σε δύο μικρότερες ομάδες. Η μία με τις σιένες, πράσινο Φθαλικό, Γης και Μαλαχίτη, καφέ Σέπια και κόκκινη Ωχρα με ακραία τιμή το μπλε Λαζούρι και η άλλη τα μπλε Ινδικό και Κοβαλτίου, πράσινα Viridian, Κοβαλτίου και Χρωμίου, χρυσή Ωχρα και κίτρινο Orpiment.



ΦΩΤΟ 3. 152: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Χρωμίου

Η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3.153) χωρίζει τα φάσματα σε δύο μεγάλες ομάδες. Η μία περιλαμβάνει και πάλι (με πράσινο χρώμα) τα κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, Λάκα, Καδμίου και αρσενικού ως υποομάδα, αλλά και (με μπλε χρώμα) δύο μικρότερες. Τα μπλε Σμάλτο, Πρωσίας και Αιγυπτιακό με καφέ Σιδήρου,

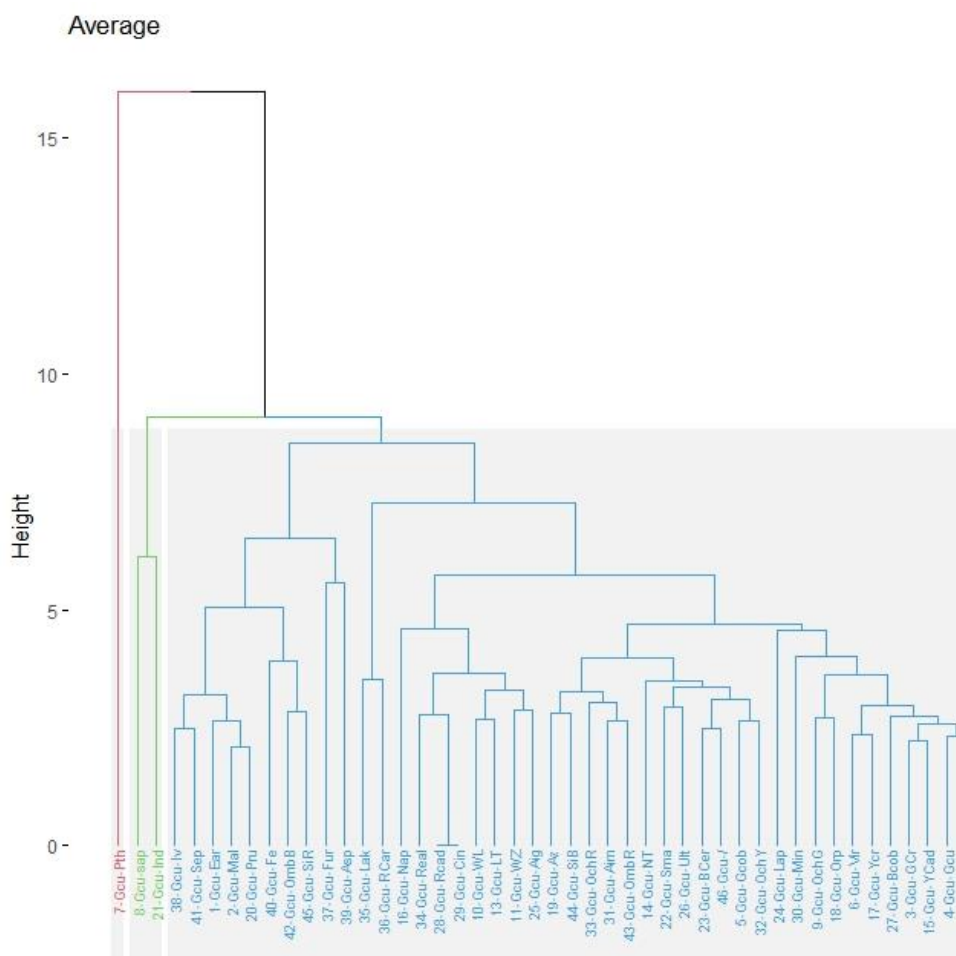
κόκκινο Αιματίτη, κίτρινη Ώγρα και λευκό Μολύβδου από τη μία και τα κίτρινα Lead Tin, Νικελίου Τιτανίου και Νάπολης, το μονό, το λευκό Ψευδαργύρου, κόκκινη Καρμίνη, πράσινο Χαλκού και μπλε Cerulean και Ουλτραμαρίνη. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), περιλαμβάνει δύο υποομάδες, με τη μία μικρότερη να περιλαμβάνει τις όμπρες, τα μαύρα και τα μπλε Αζουρίτη και πράσινο Sap. Η τελευταία ομαδοποίηση, αφορά δύο μικρότερες ομάδες, τη μία με τις σιένες, καφέ Σέπια, πράσινα Φθαλικό, Γης και Μαλαχίτη, Κόκκινη Ώγρα και μπλε Λαζούρι. Η δεύτερη αφορά στα μπλε και πράσινο Κοβαλτίου, χρυσή Ώγρα, κίτρινο Ορνιμέντο, μπλε Ινδικό, πράσινα Χρωμίου και Viridian και αυτά με κίτρινα Καδμίου και Χρωμίου και λευκό Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 153: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Χρωμίου

Πράσινο Χαλκού:

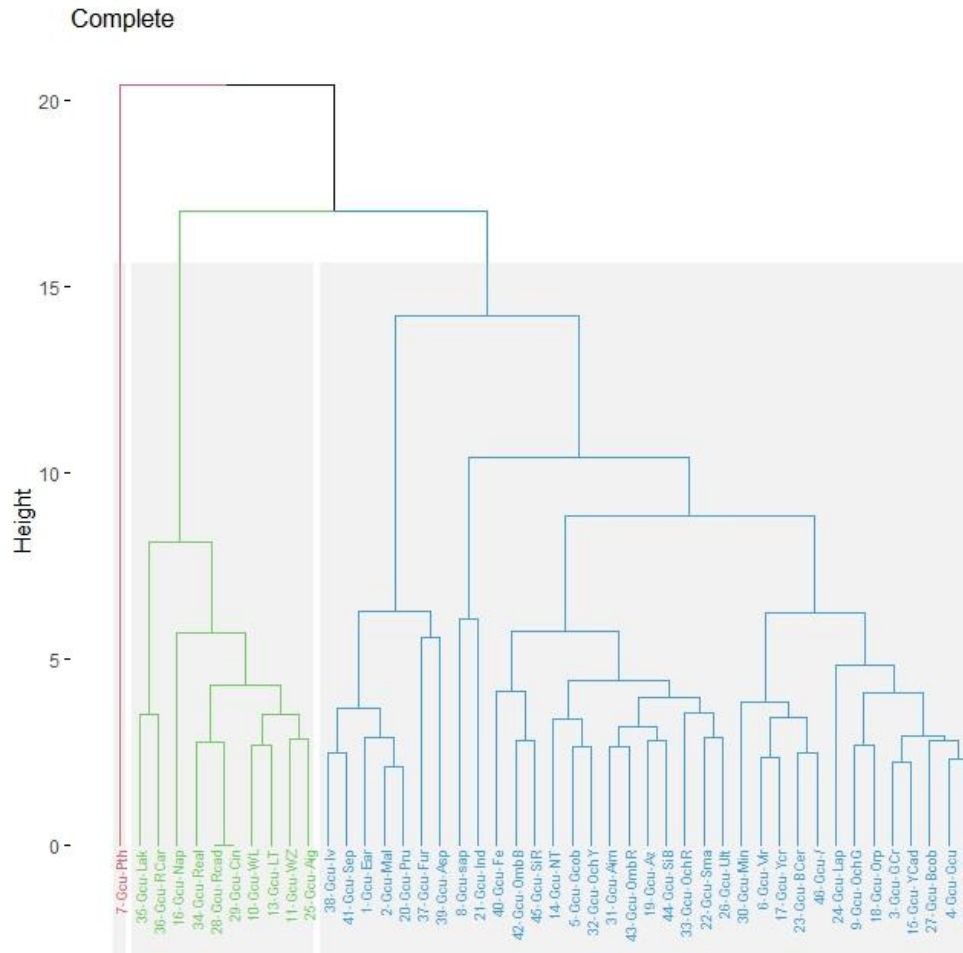
Στο πράσινο Χαλκού ως υπερκείμενο χρώμα, ιδιαιτερότητα στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.154), παρουσιάζει (με κόκκινο χρώμα) το Φθαλικό πράσινο και στη συνέχεια μια μικρή ομαδοποίηση (με πράσινο χρώμα) του πράσινου Sap και του Ινδικού μπλε. Όλα τα υπόλοιπα χρώματα παρουσιάζουν ομαδοποίηση (με μπλε χρώμα), αρχικά σε δύο υποομάδες. Η μία με ακραίες τιμές τα μαύρα Φούρνου και Ασφάλτου, ομαδοποιεί τα μαύρο Ivory, καφέ, πράσινα Γης, Μαλαχίτη, μπλε Πρωσίας, Όμπρα Ψημένη και Σιένα Ωμή. Η δεύτερη έχει ακραίες τιμές τα κόκκινα Λάκα και Καρμίνια και περιλαμβάνει τα κόκκινα Realgar, Καδμίου και Κιννάβαρι, κίτρινα Νάπολης και Lead Tin και λευκά Ψευδαργύρου και Μολύβδου. Αυτά ξεχωρίζουν από τα άλλα που χωρίζονται σε δύο ομάδες. Τα λευκό Τιτανίου, πράσινα Χαλκού, Χρωμίου και Viridian, μπλε Κοβαλτίου, κίτρινα Καδμίου, Χρωμίου και Orpiment, χρυσή Ώχρα και κόκκινο Μίνιο με ακραία τιμή το Λαζούρι. Η τελευταία έχει τα Αζουρίτη, Αιματίτη, κόκκινη Ώχρα, Σιένα Ψημένη και Όμπρα Ωμή, μαζί με τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Cerulean, το μονό, πράσινο Κοβαλτίου, κίτρινη Ώχρα και ακραία τιμή το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 154: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Χαλκού

Στην Complete μέθοδο (ΦΩΤΟ 3.155), έχουμε και πάλι ιδιαιτερότητα (με κόκκινο χρώμα) στο φάσμα του Φθαλικού πράσινου. Ομαδοποίηση στη συνέχεια παρουσιάζεται για τα υπόλοιπα χρώματα σε δύο μικρότερες. Η μία (με πράσινο χρώμα) στα κόκκινα Λάκα και Καρμίνα ως ακραίες τιμές στα κόκκινα αρσενικού, Καδμίου, Κιννάβαρι, το μπλε Αιγυπτιακό και τα λευκά Ψευδαργύρου και Μολύβδου και τα κίτρινα Νάπολης και Μολύβδου. Στην άλλη ομάδα (με μπλε χρώμα), παρουσιάζονται τα μαύρα, καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας και πράσινα Γης και Μαλαχίτη και τα υπόλοιπα με πράσινο Sap και ινδικό μπλε πάλι ακραίες τιμές αλλά με τα υπόλοιπα που χωρίζονται σε δύο μικρές ομάδες. Από τη μία τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο, Αζουρίτης, πράσινο Κοβαλτίου, κίτρινη και κόκκινη Ώγκρα, Όμπρα Ωμή, Σιένα Ψημένη και

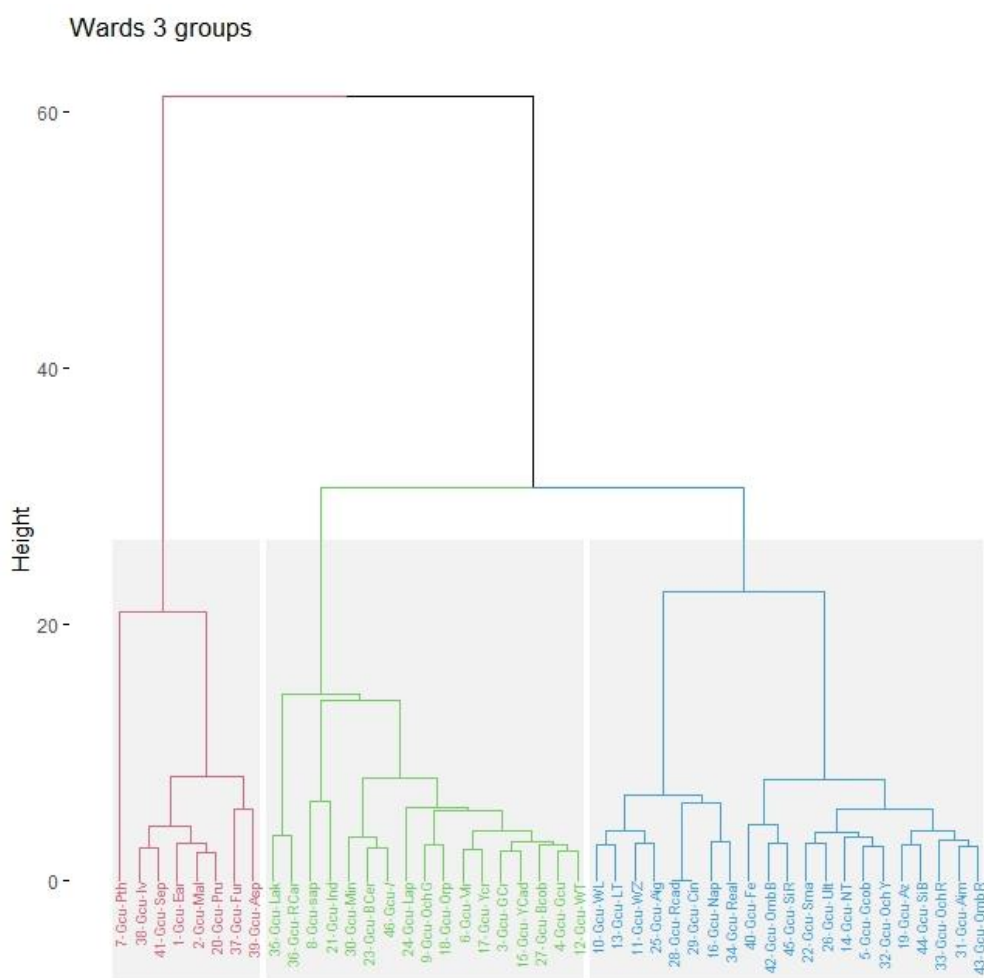
κόκκινο Αιματίτη με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου με χωριστά Σιένα Ωμή, Όμπρα Ψημένη και καφέ Σιδήρου. Τέλος τα Μίνιο, Viridian, Cerulean, το μονό και κίτρινο Χρωμίου μαζί με τα λευκό Τιτανίου, πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, κίτρινα Ogriment, Καδμίου, μπλε Κοβαλτίου και ακραίο το Λαζούρι.



ΦΩΤΟ 3. 155: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Χαλκού

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.156), οι ομαδοποιήσεις είναι δύο, με τη μία (με κόκκινο χρώμα) να έχει ακραία τιμή το πράσινο Φθαλικό και να ομαδοποιεί τα μαύρα με καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας και πράσινα Γης και Μαλαχίτη. Η άλλη ομάδα χωρίζει τα χρώματα σε δύο υποομάδες. Η μία (με πράσινο χρώμα) με ακραίες τιμές τα Λάκα και κόκκινη Καρμίνη και τα πάλι με ακραία τα πράσινο Sap και μπλε Ινδικό, ομαδοποιεί τα λευκό Τιτανίου, πράσινο Χαλκού, Viridian,

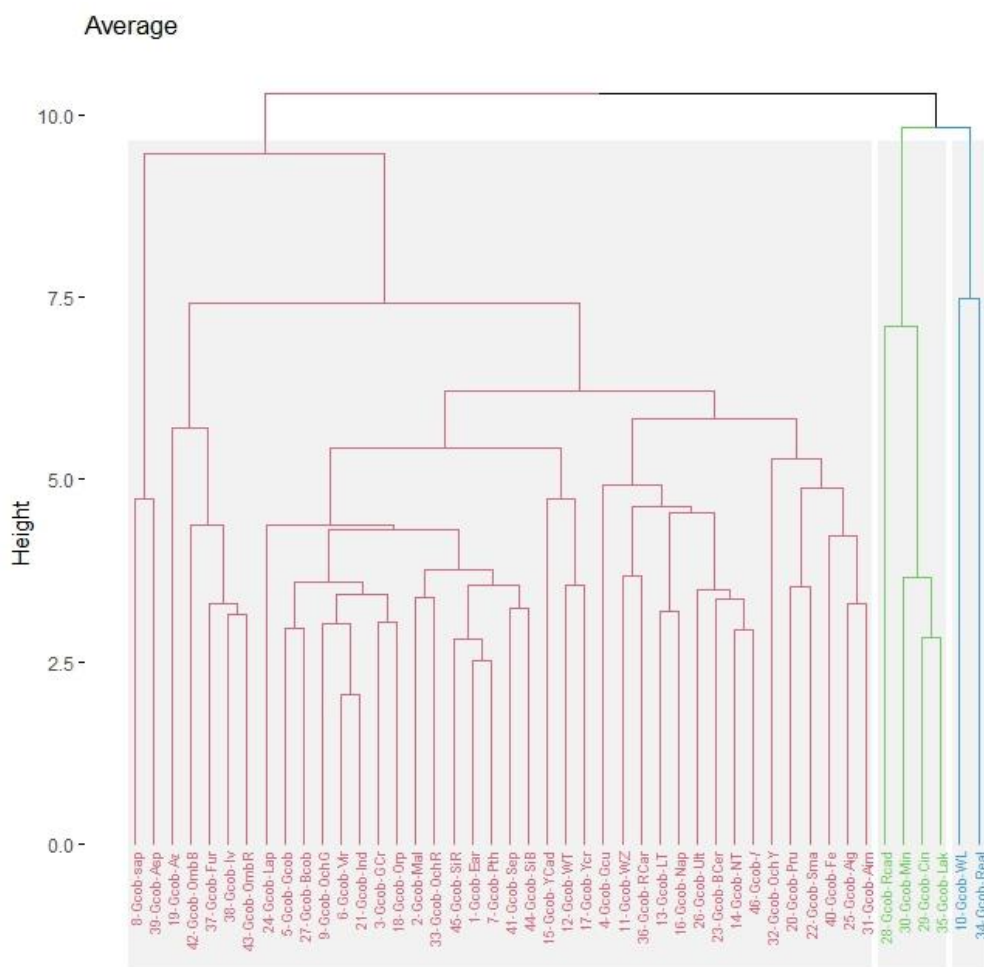
Χρωμίου κίτρινο Καδμίου, Χρωμίου, Orpiment, χρυσή Ώγρα , μπλε Λαζούρι και Cerulean, το μονό και κόκκινο Μίνιο. Η άλλη υποομάδα ομαδοποιεί (με μπλε χρώμα) σε δύο κατηγορίες. Η μία τα λευκά Μολύβδου και Ψευδαργύρου, κίτρινο Lead Tin και Νάπολης, μπλε Αιγυπτιακό, κόκκινο Καδμίου, Κιννάβαρι και Realgar. Η άλλη τέλος τις όμπρες, τις σιένες, κόκκινο Αιματίτη, κόκκινη και κίτρινη Ώγρα, μπλε Αζουρίτη, Ουλτραμαρίνη και Σμάλτο, πράσινο Κοβαλτίου, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και καφέ Σιδήρου.



ΦΩΤΟ 3. 156: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Χαλκού

Πράσινο Κοβαλτίου:

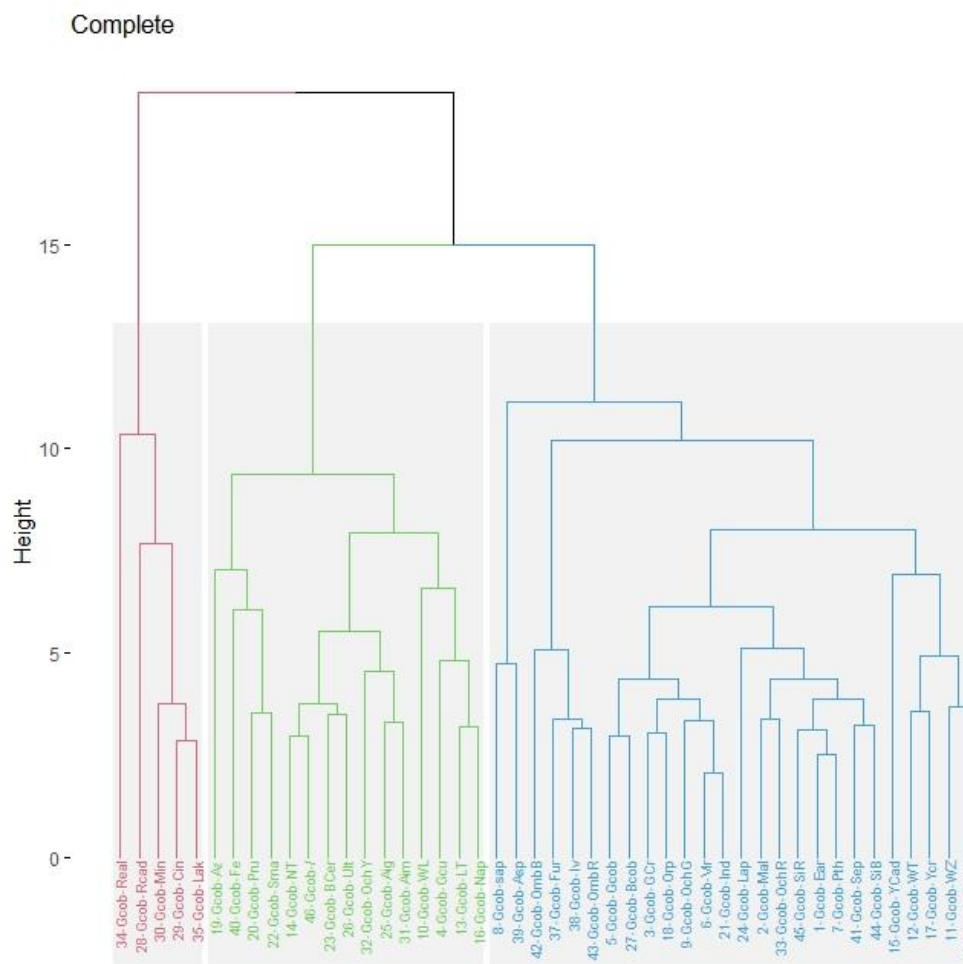
Στο πράσινο Κοβαλτίου ως υπερκείμενο χρώμα, στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.157) ομαδοποιούνται (με μπλε χρώμα) τα υποκείμενα Realgar και λευκό Μολύβδου από τη μία και (με πράσινο χρώμα) τα κόκκινα Καδμίου, Μίνιο, Κιννάβαρι και Λάκα από την άλλη. Όλα τα υπόλοιπα φάσματα ομαδοποιούνται (με κόκκινο χρώμα), με ακραίες τιμές ωστόσο τα πράσινο Sap και μαύρο Ασφάλτου και μια μικρή υποομάδα που αφορά στα δύο μαύρα Φούρνου και Inogy τις όμπρες και ακραία τιμή τον Αζουρίτη. Εν συνεχεία έχουμε δύο μεγάλες ομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα μπλε Πρωσίας, Σμάλτο και Αιγυπτιακό με καφέ Σιδήρου κόκκινο Αιματίτη και αυτά με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Νάπολης, Lead Tin, το μονό, μπλε Cerulean, Ουλτραμαρίνη, κόκκινη Καρμίνη, λευκό Ψευδαργύρου και ακραία τιμή το πράσινο Χαλκού. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα, ξεχωρίζει τα κίτρινο Χρωμίου και Καδμίου και λευκό Τιτανίου και όλα αυτά με τα σιένες, καφέ Σέπια, πράσινα Φθαλικό, Viridian, Γης, κόκκινη και χρυσή Ώχρα, μπλε ινδικό και Κοβαλτίου μπλε και πράσινο με ακραίο το μπλε Λαζούρι.



ΦΩΤΟ 3. 157: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Κοβαλτίου

Ξεχωριστή ομάδα και στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.158) αποτελούν (με κόκκινο χρώμα) τα κόκκινα αρσενικού, Καδμίου, Κιννάβαρι, Λάκα και Μίνιο. Τα υπόλοιπα όλα ομαδοποιούνται σε μία μεγάλη ομάδα, με δύο υποομάδες. Η μία (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει τα μπλε Αζουρίτης, Πρωσίας, Σμάλτο, Cerulean, Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, το καφέ Σιδήρου, το πράσινο Χαλκού, το κίτρινο Μολύβδου, Νικελίου Τιτανίου και Νάπολης και η κίτρινη Ώγρα και με το λευκό Μολύβδου. Τα πράσινο Sap και μαύρο Ασφάλτου αποτελούν και πάλι ακραίες τιμές της δεύτερης υποομάδας (με μπλε χρώμα), με ξεχωριστά και πάλι τα μαύρα Ivoxy, Φούρνου και τις όμπρες. Ξεχωριστή ομάδα αποτελούν τα λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου, κόκκινη Καρμίνη και κίτρινα Χρωμίου και Καδμίου. Τέλος ομαδοποιούνται τα σιένες, καφέ Σέπια, πράσινο Φθαλικό, Γης

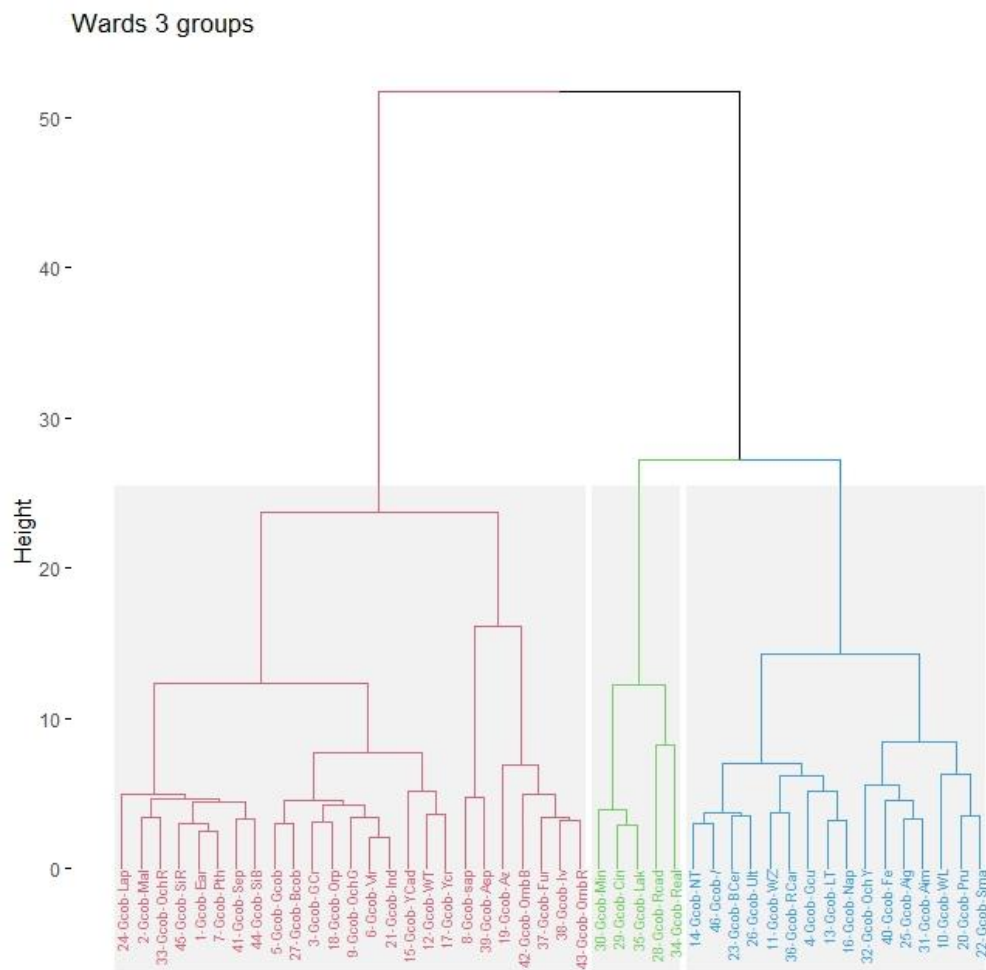
και Μαλαχίτης, κόκκινη Ώχρα και ακραίο το Λαζούρι και αυτά με τα μπλε Ινδικό και Κοβαλτίου, πράσινο Viridian, Χρωμίου και Κοβαλτίου, και χρυσή Ώχρα.



ΦΩΤΟ 3. 158: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Κοβαλτίου

Η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3.159) χωρίζει σε δύο μεγάλες ομάδες τα φάσματα. Η μία περιλαμβάνει (με πράσινο χρώμα) και πάλι τα κόκκινα Μίνιο, Λάκα, Κιννάβαρι, Καδμίου και αρσενικού. Αυτά ομαδοποιούνται μαζί με (με μπλε χρώμα) τα μπλε Σμάλτο, Πρωσίας, Αιγυπτιακό, λευκό Μολύβδου, καφέ Σιδήρου, κίτρινη Ώχρα και κόκκινο Αιματίτη, αλλά και τα κίτρινο Νάπολης, Lead Tin και Νικελίου Τιτανίου, πράσινο Χαλκού, λευκό Ψευδαργύρου, κόκκινη Καρμίνη, μπλε Ουλτραμαρίνη, Cerulean και το μονό. Η δεύτερη

μεγάλη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), χωρίζεται σε δύο ή τρεις υποομάδες και είναι η μία με τα μαύρα Φούρνου και Inogy, όμπρες, μπλε Αζουρίτη και αυτά με ακραία τα μαύρο Ασφάλτου και πράσινο Sap. Η τελευταία ομαδοποιεί σιένες, καφέ Σέπια, πράσινο Φθαλικό, Γης και Μαλαχίτη, κόκκινη Ώγρα και ακραίο το Λαζούρι, αλλά και τα Κοβαλτίου μπλε και πράσινο, με πράσινο Χρωμίου και Viridian, κίτρινο αρσενικού, χρυσή Ώγρα, μπλε Ινδικό και ακραία τα κίτρινα Καδμίου και Χρωμίου και λευκό Τιτανίου.

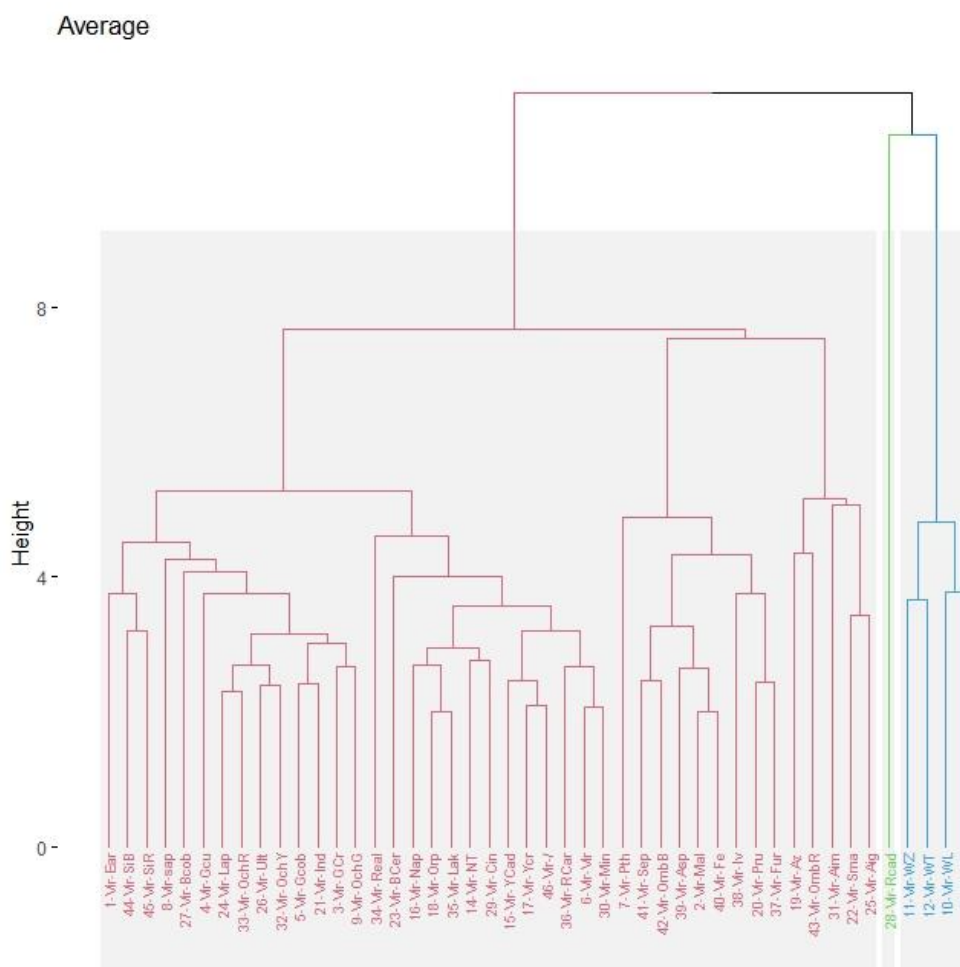


ΦΩΤΟ 3. 159: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Κοβαλτίου

Πράσινο Viridian:

Στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.160) για το γκρουπ με το πράσινο Viridian ως υπερκείμενο, ομαδοποιούνται πολύ καλά (με μπλε χρώμα) τα λευκά μαζί με το

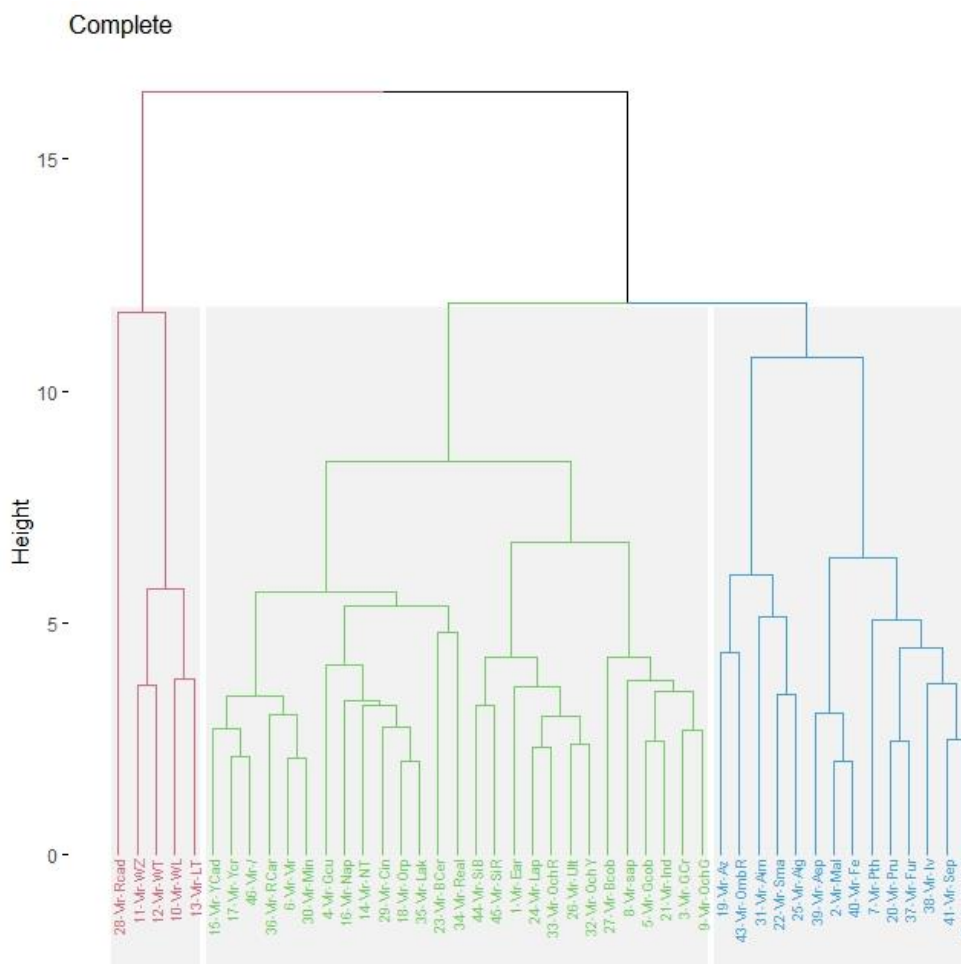
κίτρινο Μολύβδου και ακραία τιμή (με πράσινο χρώμα) το κόκκινο Καδμίου. Όλα τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται (με κόκκινο χρώμα) μαζί, αλλά σε δύο υποομάδες, από τις οποίες η μία χωρίζει τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο και Αζουρίτη με κόκκινο Αιματίτη και κόκκινη Ώχρα από τα μαύρα, καφέ, πράσινα Μαλαχίτη, μπλε Πρωσίας και Όμπρα Ψημένη με ακραίο το Φθαλικό. Η άλλη μεγάλη υποομάδα χωρίζει τα κόκκινο Μίνιο με πράσινο Viridian, κόκκινη Καρμίνια, Λάκα και Κιννάβαρι, το μονό, κίτρινο Χρωμίου και Καδμίου, Ορνιμέντ και Νάπολης και μπλε Cerulean, με ακραία τιμή του κόκκινου Realgar και αυτά με την τελευταία ομαδοποίηση περιλαμβάνει τις ώχρες, πράσινα Χρωμίου, Κοβαλτίου, μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη Κοβαλτίου και Λαζούρι με πράσινο Sap και σιένες με πράσινο Γης.



ΦΩΤΟ 3. 160: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Viridian

Αυτά που ξεχώριζαν και στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.161) σαν μία ομάδα ξεχωρίζουν και τώρα και αφορούν (με κόκκινο χρώμα) στα τρία λευκά με το κίτρινο Μολύβδου και το κόκκινο Καδμίου ως ακραία τιμή τους. Όλα τα υπόλοιπα αποτελούν μια ομάδα, που περιλαμβάνει από τη μία (με μπλε χρώμα) τα μπλε Αζουρίτη, Σμάλτο και Αιγυπτιακό με Ωμή Όμπρα και κόκκινο Αιματίτη και αυτά με ξεχωριστά τα άσφαλτος, Μαλαχίτης και καφέ Σιδήρου και τα μαύρα μπλε Πρωσίας, Φθαλικό πράσινο, Σέπια, μαύρο Ivogy και Όμπρα Ψημένη. Η άλλη υποομάδα (με πράσινο χρώμα) έχει τα χρυσή Ώχρα, πράσινα Χρωμίου, Sap και Κοβαλτίου με μπλε Ινδικό και ακραίο το Κοβαλτίου αλλά και τα κίτρινη και κόκκινη Ώχρα, σιένες, μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι και πράσινο Γης σε μία υποομάδα και στην άλλη τα κίτρινο Καδμίου, Χρωμίου,

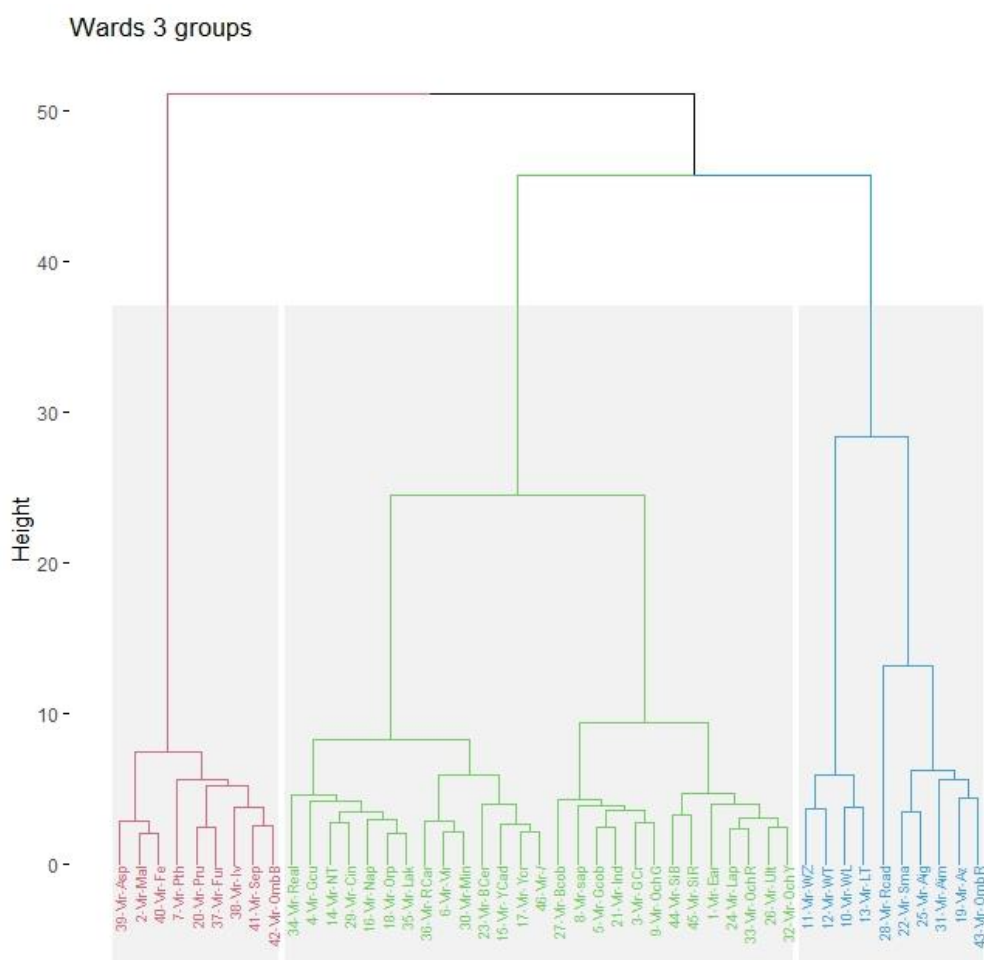
μονό, πράσινο Viridian και κόκκινα Καδμίου και Μίνιο, μαζί με τα κόκκινα Λάκα, Κιννάβαρι, κίτρινα Orpiment, Νικελίου Τιτανίου, Νάπολης και πράσινο Χαλκού και χωριστά τα μπλε Cerulean και κόκκινο Realgar



ΦΩΤΟ 3. 161: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Viridian

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.162), ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) τα πολύ σκούρα όπως και πριν μαύρα, καφέ, Όμπρα Ψημένη και πράσινα Φθαλικό και Μαλαχίτης. Τα υπόλοιπα αποτελούν μια δεύτερη ομάδα που την αποτελούν δύο υποομάδες. Η μία (με μπλε χρώμα) προλαμβάνει και πάλι τα τρία λευκά με το κίτρινο Μολύβδου και τα κόκκινος Αιματίτης, μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό και Αζουρίτης και Όμπρα Ωμή με ακραίο το κόκκινο Καδμίου και πάλι. Η τελευταία υποομάδα (με πράσινο χρώμα) χωρίζει τα κίτρινη και κόκκινη Ωγρα,

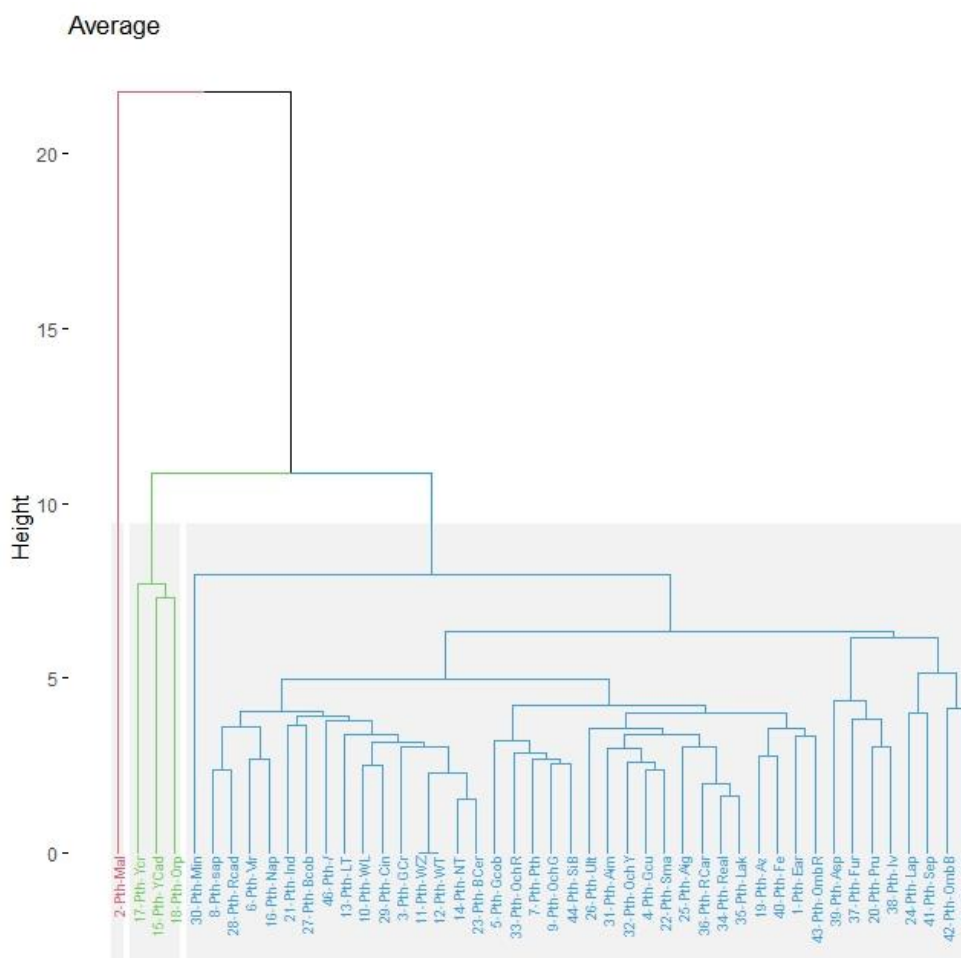
με σιένες, πράσινο Γης και μπλε Ουλτραμαρίνη και Λαζούρι και αυτά με χρυσή Ώχρα, πράσινο Χρωμίου, Sap και Κοβαλτίου και μπλε Ινδικό και Κοβαλτίου. Τέλος έχουμε τα κίτρινα Καδμίου, Χρωμίου, κόκκινα Καρμίνια και Μίνιο και μπλε Cerulean και πράσινο Viridian και αυτά με κόκκινα Λάκα, Κιννάβαρι και Realgar, κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου και Orpiment και πράσινο Χαλκού.



ΦΩΤΟ 3. 162: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Viridian

Πράσινο Φθαλικό:

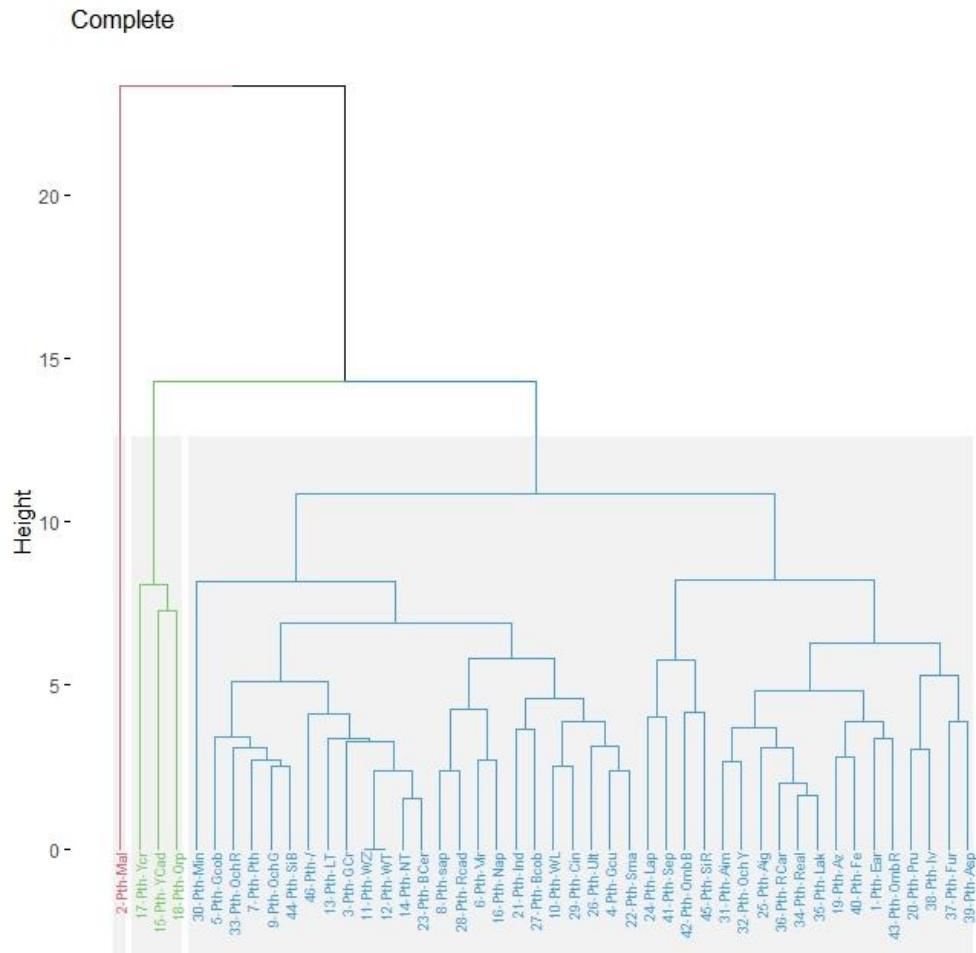
Στο Φθαλικό πράσινο στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.163), ακραία τιμή αποτελεί ξεκάθαρα (με κόκκινο χρώμα) ο πράσινος Μαλαχίτης και στη συνέχεια (με πράσινο χρώμα) τα κίτρινα Χρωμίου, Καδμίου και αρσενικό. Τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται (με μπλε χρώμα) με ακραία τιμή σε όλα το κόκκινο Μίνιο. Εν συνεχεία χωρίζονται σε δύο υποομάδες, από τις οποίες η μία μικρότερη περιλαμβάνει τα ωμή σιένα, Όμπρα Ψημένη, καφέ Σέπια και μπλε Λαζούρι και αυτά με τα τρία μαύρα και το μπλε Πρωσίας. Η μεγαλύτερη ομάδα χωρίζει τα χρώματα σε δύο. Η μία περιλαμβάνει τα μπλε Cerulean, Κοβαλτίου, Ινδικό πράσινα Χρωμίου, κόκκινα Κιννάβαρι, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin, τα λευκά και το μονό και αυτά με τα κίτρινα Νάπολης, πράσινο Viridian και Sap και κόκκινο Καδμίου. Η τελευταία ομάδα περιλαμβάνει τα πράσινα Κοβαλτίου και Φθαλικό, Σιένα Ψημένη και κόκκινη και χρυσή Ώχρα και αυτά με τα Ωμή Όμπρα, πράσινο Γης, μπλε Αζουρίτη και καφέ Σιδήρου αλλά και τα κίτρινη Ώχρα, πράσινο Χαλκού, κόκκινα Λάκα, Realgar, Καρμίνη, Αιματίτη και τα μπλε Αιγυπτιακό και Σμάλτο και ακραία τιμή το Ουλτραμαρίνη



ΦΩΤΟ 3. 163: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Φθαλικό

Τα ίδια ισχύουν και στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.164). Ξεχωριστή απόδοση αποτελεί (με κόκκινο χρώμα) ο Μαλαχίτης. Στη συνέχεια (με πράσινο χρώμα) τα τρία κίτρινα Οgriment, Καδμίου και Χρωμίου ομαδοποιούνται σε ομάδα με τα υπόλοιπα, στα οποία το Μίνιο αποτελεί ακραία τιμή. Τα υπόλοιπα όλα (με μπλε χρώμα) χωρίζονται σε δύο υποομάδες. Η μία ξεχωρίζει τα Όμπρα Ψημένη, Σιένα Ωμή, καφέ Σέπια και μπλε Λαζούρι, μαζί με τα τρία μαύρα και το μπλε Πρωσίας και τα Όμπρα Ωμή, πράσινο Γης, καφέ Σιδήρου, μπλε Αζουρίτης και με τα κόκκινα Λάκα, Realgar και Αιματίτη, μπλε Cerulean και Αιγυπτιακό και κίτρινη Ώχρα. Η τελευταία υποομάδα, ενώνει τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Ινδικό και Κοβαλτίου, πράσινο Χαλκού, Sap και Viridian, κόκκινα Κιννάβαρι και Καδμίου λευκό Μολύβδου και κίτρινο Νάπολης και όλα αυτά με τα μπλε

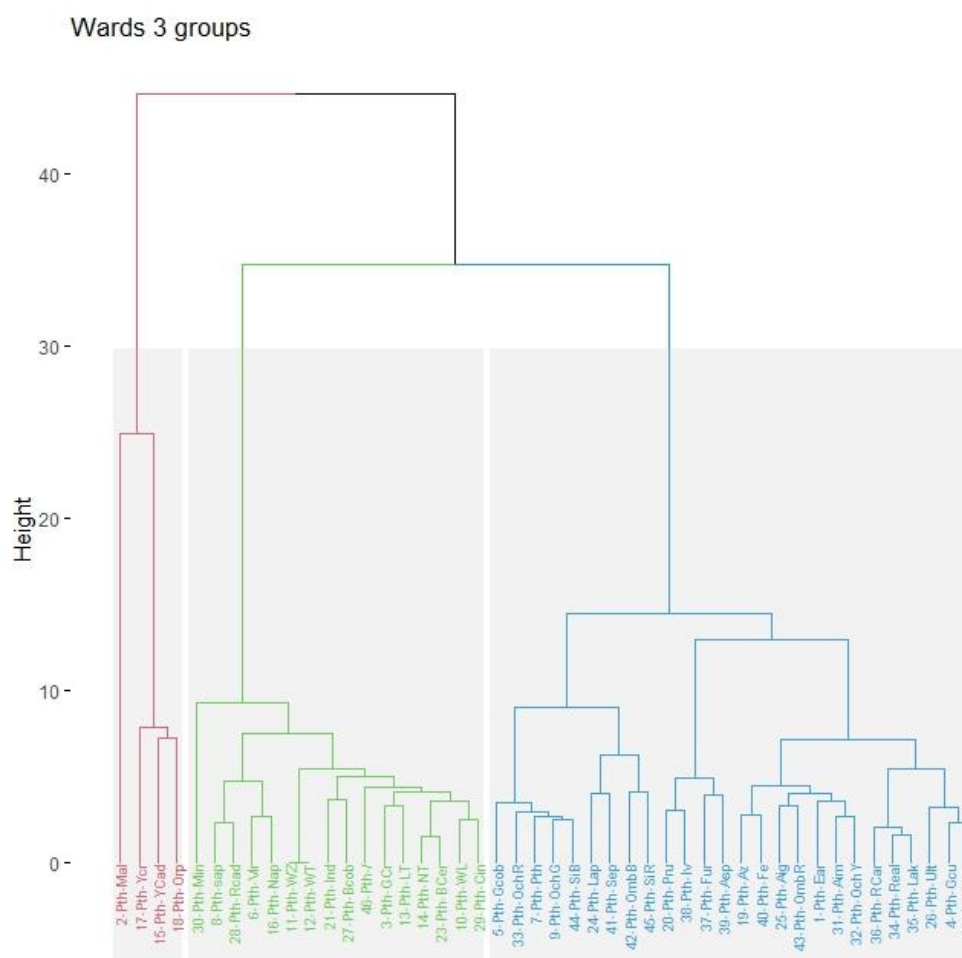
Cerulean, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin, τα λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου, πράσινο Χρωμίου και το μονό και με τα Σιένα Ψημένη, χρυσή και κόκκινη Ωγρα, πράσινο Φθαλικό και Κοβαλτίου



ΦΩΤΟ 3. 164: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Φθαλικό

Η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3.165), ενώνει σε μια ομάδα (με κόκκινο χρώμα) πάλι τα κίτρινα Καδμίου Χρωμίου και Orpiment, με ακραία τιμή τον πράσινο Μαλαχίτη. Τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται σε δύο μεγάλες υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει (με πράσινο χρώμα) τα κόκκινα Κιννάβαρι, τα λευκά, μπλε Cerulean, Ινδικό και Κοβαλτίου, κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Lead Tin, πράσινα Χρωμίου και το μονό και αυτά με τα κίτρινο Νάπολης, πράσινο Sap και Viridian και κόκκινο Καδμίου και σε όλα αυτά ακραία τιμή το κόκκινο Μίνιο.

Η άλλη υποομάδα (με μπλε χρώμα), χωρίζεται σε δύο μεγάλες ομάδες, με τη μία να περιλαμβάνει τα Σιένα Ωμή, Όμπρα Ψημένη, καφέ Σέπια. Μπλε Λαζούρι αλλά και με Σιένα Ψημένη, ώχρες κόκκινη και χρυσή, πράσινο Φθαλικό και Κοβαλτίου. Η άλλη περιλαμβάνει τα μαύρα με μπλε Πρωσίας χωριστά και μαζί με τα μπλε Αζουρίτη, Αιγυπτιακό, πράσινο Γης, Όμπρα Ωμή, κίτρινη Ωχρα, κόκκινο Αιματίτη και καφέ Σιδήρου και με τα κόκκινα Λάκα, Καρμίνα και Realgar και τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο και πράσινο Χαλκού.

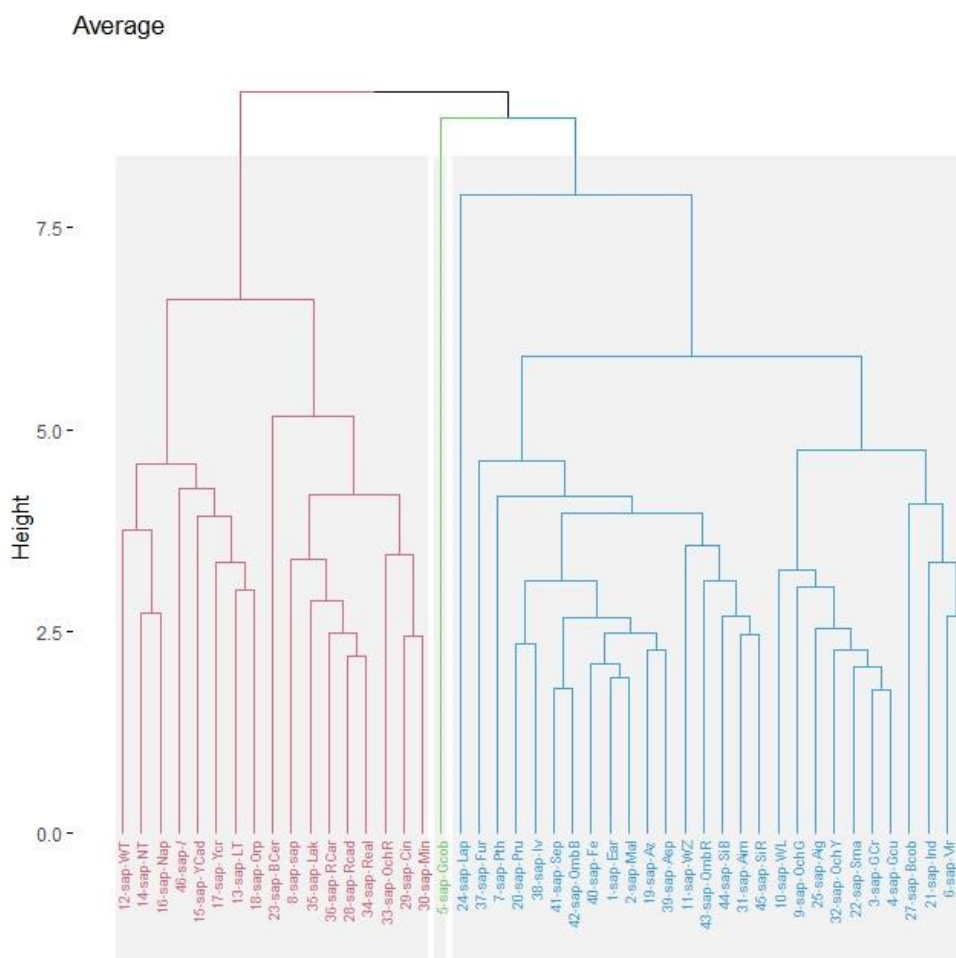


ΦΩΤΟ 3. 165: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Φθαλικό

Πράσινο Sap

Αρχικά η μέθοδος Average (ΦΩΤΟ 3.166) χωρίζει τα χρώματα σε δύο μεγάλες ομάδες, από τις οποίες η μία (με μπλε χρώμα) έχει ακραία τιμή (με πράσινο

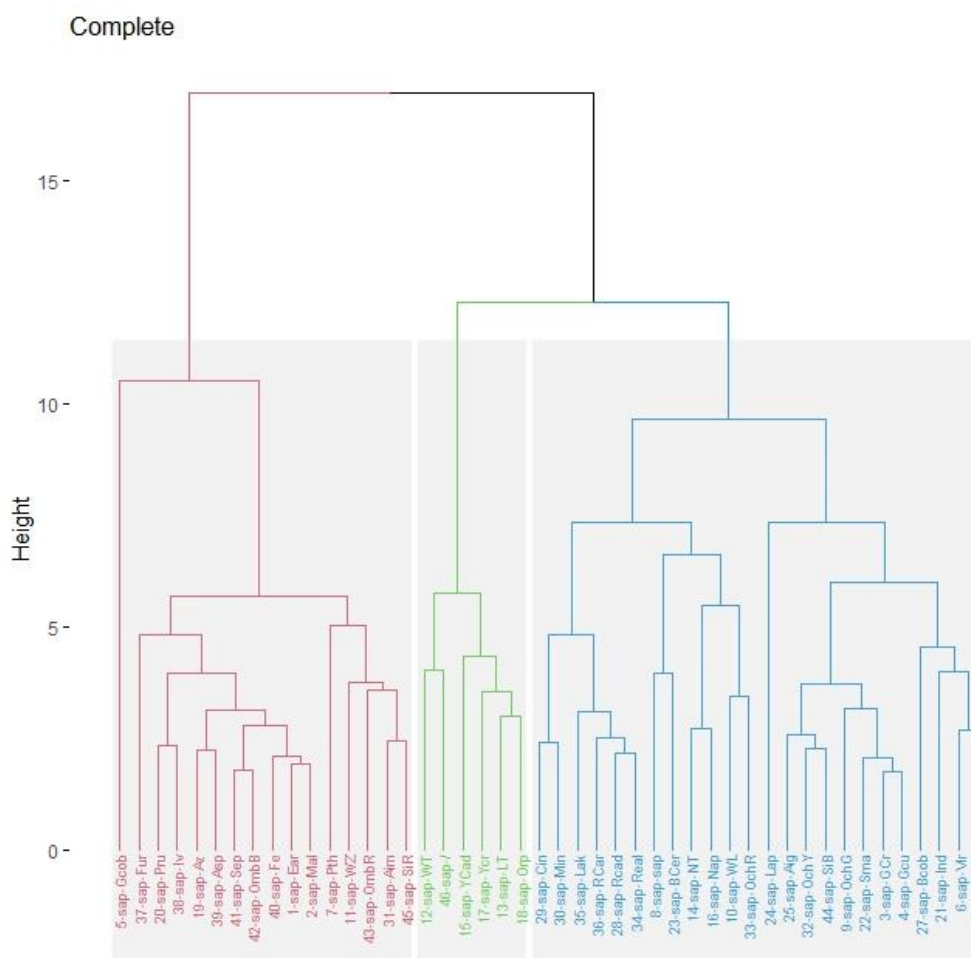
χρώμα) το πράσινο Κοβαλτίου και το αυτό για το μπλε Λαζούρι. Εν συνεχεία υπάρχουν δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, μπλε Σμάλτο και Αιγυπτιακό, χρυσή και κίτρινη Ώχρα και λευκό Μολύβδου και αυτά μαζί με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Ινδικό και Κοβαλτίου αλλά και το πράσινο Viridian. Η επόμενη υποομάδα περιλαμβάνει τα κόκκινος Αιματίτης, σιένες, Όμπρα Ωμή και λευκό Ψευδαργύρου και αυτά με τα μαύρα Ασφάλτου και Φούρνου, καφέ μπλε Πρωσίας και Αζουρίτη, πράσινα Μαλαχίτη και Γης και όλα με ακραία τιμή το πράσινο Φθαλικό και το αυτό με το μαύρο Ivory. Η δεύτερη αρχική ομάδα (με κόκκινο χρώμα), χωρίζεται σε δύο υποομάδες τα χρώματα. Η μία ομαδοποιεί τα κίτρινα Ορνιμέντι, Νικελίου Τιτανίου, Χρωμίου, Καδμίου και το μονό και αυτά με λευκό Τιτανίου και κίτρινο Νάπολης. Η δεύτερη υποομάδα έχει ακραία τιμή το μπλε Cerulean και περιλαμβάνει τα κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, Realgar, Καδμίου, Καρμίνια, Λάκα με κόκκινη Ώχρα και πράσινο Sap.



ΦΩΤΟ 3. 166: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Sap

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.167), οι δύο αρχικές ομάδες αφορούν η μία (με κόκκινο χρώμα) με ακραία τιμή το πράσινο Κοβαλτίου να περιλαμβάνει τα πράσινα Γης, και Μαλαχίτη, μπλε Πρωσίας και Αζουρίτη, μαύρα, καφέ και Όμπρα Ψημένη και αυτά με τα Σιένα Ωμή, κόκκινο Αιματίτη, Όμπρα Ωμή, λευκό Ψευδαργύρου και πράσινο Φθαλικό. Η δεύτερη ομάδα αφορά σε δύο αρχικά υποομάδες, η μία (με πράσινο χρώμα) με τα λευκό Τιτανίου, το μονό, και κίτρινα Καδμίου, Χρωμίου, Lead Tin και Orpiment. Η δεύτερη υποομάδα (με μπλε χρώμα), χωρίζει τα κόκκινα Κιννάβαρι, Μίνιο, Λάκα, Καρμίνια, Καδμίου και Realgar, από τα κόκκινη Ωχρα, λευκό Μολύβδου, κίτρινα Νάπολης, Lead Tin μπλε Cerulean και πράσινο Sap σε μια ομαδοποίηση. Στην δεύτερη ομαδοποίηση με ακραίο το μπλε Λαζούρι, περιλαμβάνονται τα

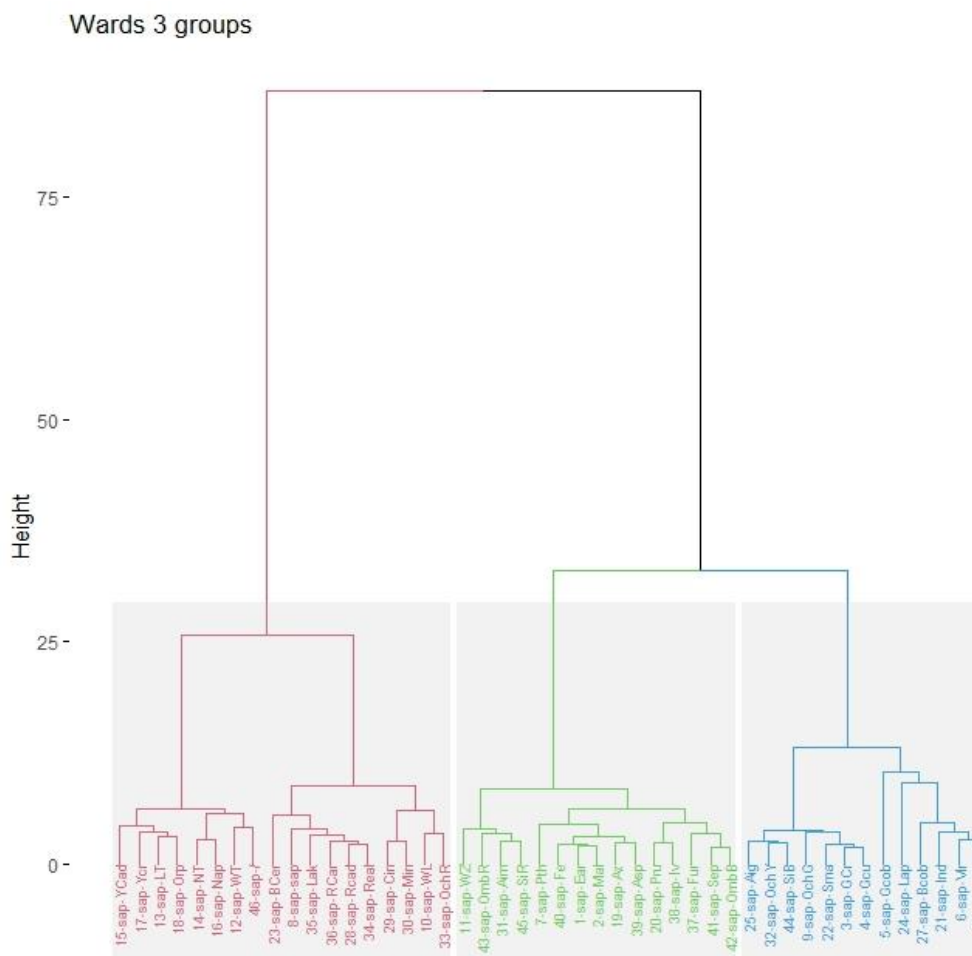
πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, μπλε Σμάλτο και Αιγυπτιακό, χρυσή και κίτρινη Ωχρα, Σιένα Ψημένη και αυτά με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Ινδικό και Κοβαλτίου και το πράσινο Viridian.



ΦΩΤΟ 3. 167: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Sap

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.168), οι δύο αρχικές ομάδες, περιλαμβάνουν δύο μεγάλες υποομάδες η καθεμία. Η μία (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Ινδικό, Λαζούρι και Κοβαλτίου και πράσινο Viridian και Κοβαλτίου μαζί με τα πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό, χρυσή και κίτρινη Ωχρα και Σιένα Ψημένη. Η δεύτερη (με πράσινο χρώμα) αφορά στα λευκό Ψευδαργύρου, Όμπρα Ωμή, κόκκινο Αιματίτη και Σιένα Ωμή

και αυτά με τα πράσινο Φθαλικό, Γης, Μαλαχίτη, μπλε Αζουρίτη και Πρωσίας, τα καφέ, τα μαύρα και την Ψημένη Όμπρα. Η δεύτερη αρχική ομάδα (με κόκκινο χρώμα) αφορά στα κόκκινη Ωχρα, λευκό Μολύβδου, κόκκινα Μίνιο Κιννάβαρι, Realgar, Καδμίου, Καρμίνα, Λάκα, πράσινο Sap και μπλε Cerulean και αυτά με τα κίτρινα Καδμίου, Χρωμίου, Lead Tin, Orpiment, Νικελίου Τιτανίου, Νάπολης, το μονό και το λευκό Τιτανίου.



ΦΩΤΟ 3. 168: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο το πράσινο Sap

3.2.7 Γαιώδης χρωστικές

Οι γαιώδης χρωστικές αποτελούνται από τις τρεις ώχρες (ΦΩΤΟ 3.168), την χρυσή που βρίσκεται στο πάνελ με τις πράσινες χρωστικές, καθώς και την

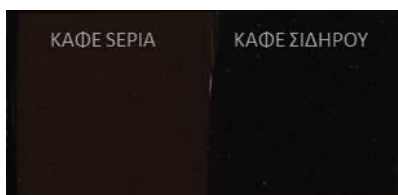
κίτρινη και την κόκκινη που βρίσκονται στο πάνελ με τις κόκκινες χρωστικές. Επίσης οι δύο όμπρες (ΦΩΤΟ 3. 169) , η ωμή και η ψημένη αλλά και οι δύο σιένες (ΦΩΤΟ 3.170), η ωμή και η ψημένη. Τέλος οι δύο καφέ χρωστικές, η Σέπια και η Σιδήρου (ΦΩΤΟ 3.171). Οι ώχρες έχουν μια σχετική διαφάνεια όπως φαίνεται από την οπτική παρατήρηση τους με την χρυσή και την κίτρινη να έχουν πιο φυσικά πιο κιτρινωπή απόχρωση σε σχέση με την τελευταία που είναι πιο κοκκινίζουσα. Τα καφέ φυσικά είναι πολύ καλυπτικά και εντελώς αδιάφανα. Τέλος η ωμή σιένα έχει πιο κοκκινίζουσα απόχρωση και η ψημένη πιο κιτρινωπή, ενώ οι όμπρες είναι πιο σκούρες καφέ αλλά όλες το ίδιο καλυπτικές.



ΦΩΤΟ 3. 169: οι τρεις ώχρες που χρησιμοποιήθηκαν με σειρά όπως εμφανίζονται από αριστερά προς τα δεξιά: Ώχρα χρυσή, Ώχρα κίτρινη και Ώχρα κόκκινη



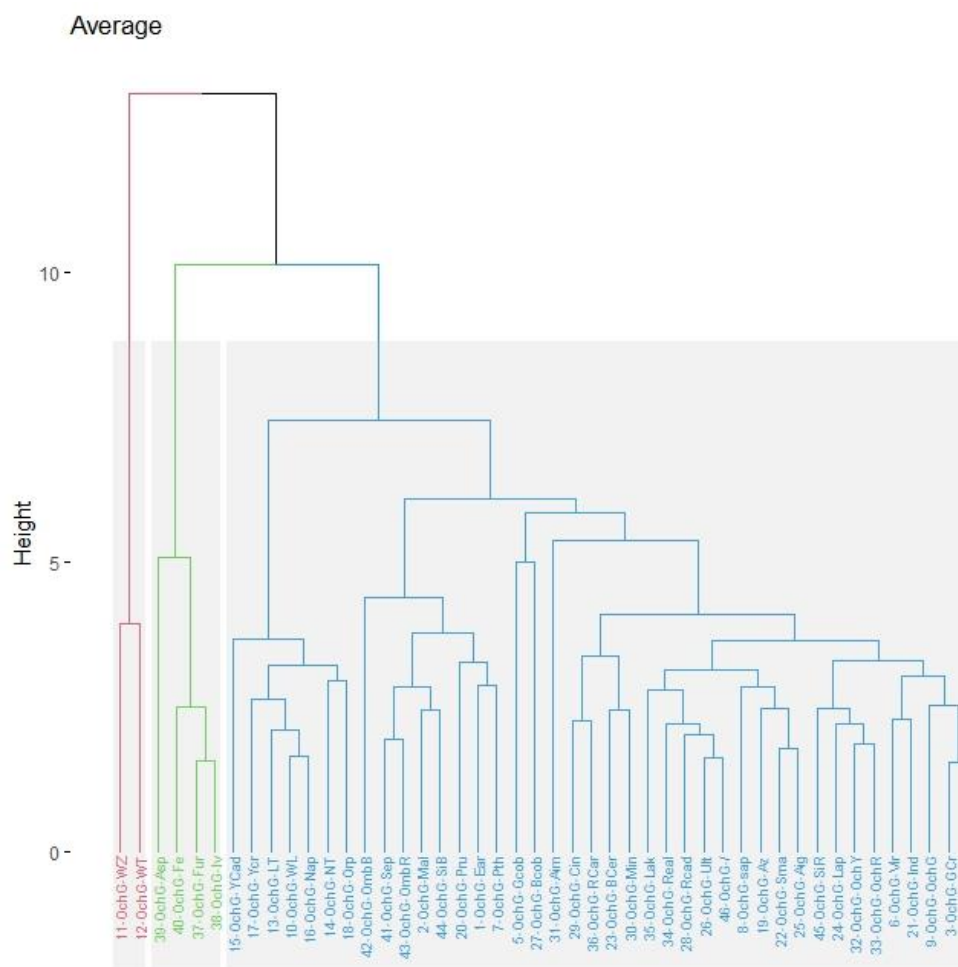
ΦΩΤΟ 3. 170: οι όμπρες και οι σιένες με σειρά όπως εμφανίζονται από αριστερά προς τα δεξιά: Όμπρα Ωμή, Όμπρα Ψημένη, Σιένα Ωμή, Σιένα Ψημένη



ΦΩΤΟ 3. 171: οι δύο καφέ χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν, αριστερά το καφέ Σέπια και αριστερά το καφέ Σιδήρου

Ώχρα χρυσή:

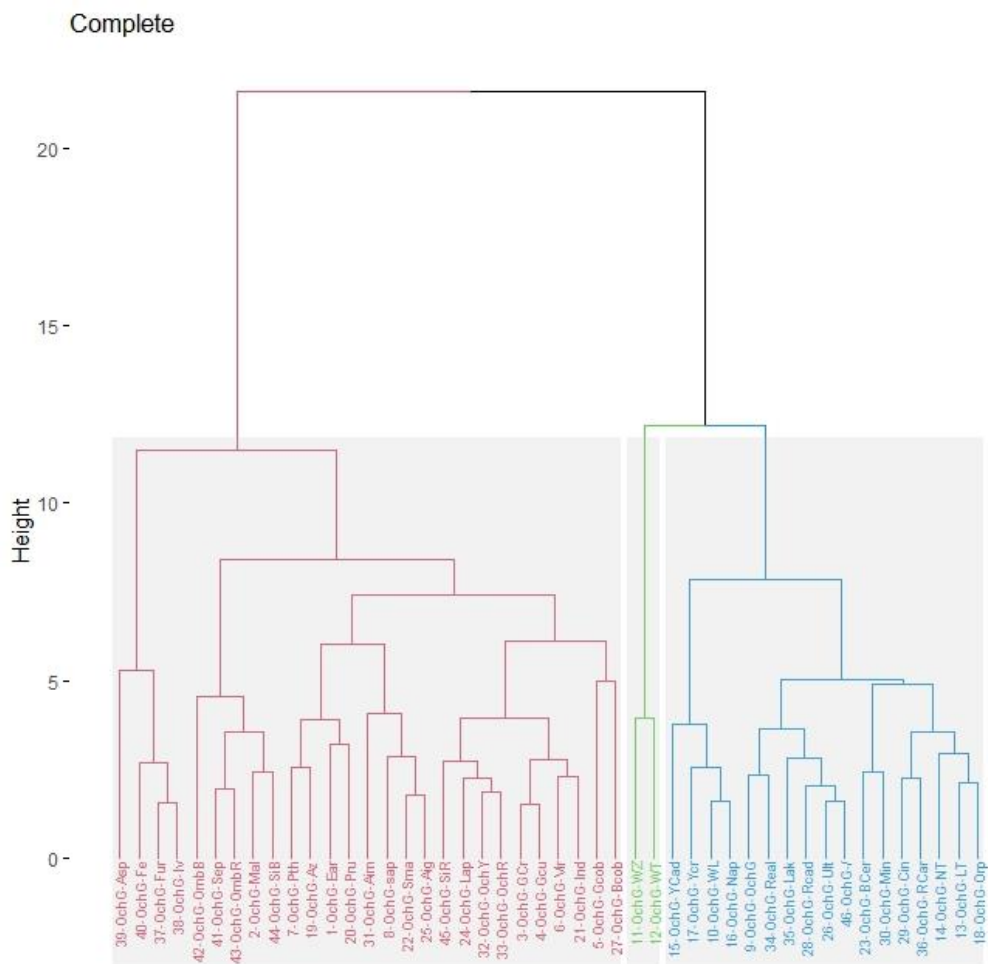
Στη χρυσή Ώχρα για τη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.172), ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) τα φάσματα των λευκών Τιτανίου και Ψευδαργύρου. Μια ακόμα μικρή ομάδα αποτελούν (με πράσινο χρώμα) τα τρία μαύρα και το καφέ Σιδήρου. Στη συνέχεια ομαδοποιούνται (με μπλε χρώμα) το λευκό Μολύβδου, μαζί με τα κίτρινα όλα μαζί με ακραία όμως τιμή το Καδμίου. Το ίδιο και οι όμπρες με Σέπια, πράσινο Μαλαχίτη, Φθαλικό, Γης και μπλε Πρωσίας. Μια μικρή ομαδοποίηση δίνουν τα δύο Κοβαλτίου μπλε και πράσινο. Στη συνέχεια όλα τα υπόλοιπα μαζί με ακραία τιμή τον κόκκινο Αιματίτη και με ιδιαίτερα τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καρμίνια, Μίνιο και μαζί τους το μπλε Cerulean. Αυτά αποτελούν τα πράσινα Χρωμίου και Χαλκού, με χρυσή Ώχρα και μπλε Ινδικό, μαζί και με τα κόκκινη και κίτρινη Ώχρα, μπλε Λαζούρι και Σιένα Ωμή και αυτά με τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Αζουρίτης και πράσινο Sap, αλλά και το μονό με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, κόκκινο Καδμίου, Realgar, Λάκα.



ΦΩΤΟ 3. 172: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ώγρα χρυσή

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.173) τα χρώματα όλα χωρίζονται σε δύο ομάδες, από τις οποίες στη μία εμφανίζονται ως ακραίες τιμές (με πράσινο χρώμα) και πάλι τα δύο λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου. Είναι ωστόσο μέρος της ομάδας (με μπλε χρώμα) με τα κίτρινα Ogriment, Lead Tin, Νικελίου Τιτανίου, τα κόκκινα Καρμίνια Κιννάβαρι, Μίνιο και μπλε Cerulean και αυτά με το μονό, μπλε Ουλτραμαρίνη, κόκκινα Καδμίου, Λάκα, Realgar και χρυσή Ώγρα. Στη συνέχεια η δεύτερη ομάδα (με κόκκινο χρώμα) ξεχωρίζει τα τρία μαύρα με το καφέ Σιδήρου και ομαδοποιούνται με ακραία τα Σιένα Ψημένη, πράσινος Μαλαχίτης, καφέ Σέπια και όμπρες, τα υπόλοιπα που αποτελούν τα

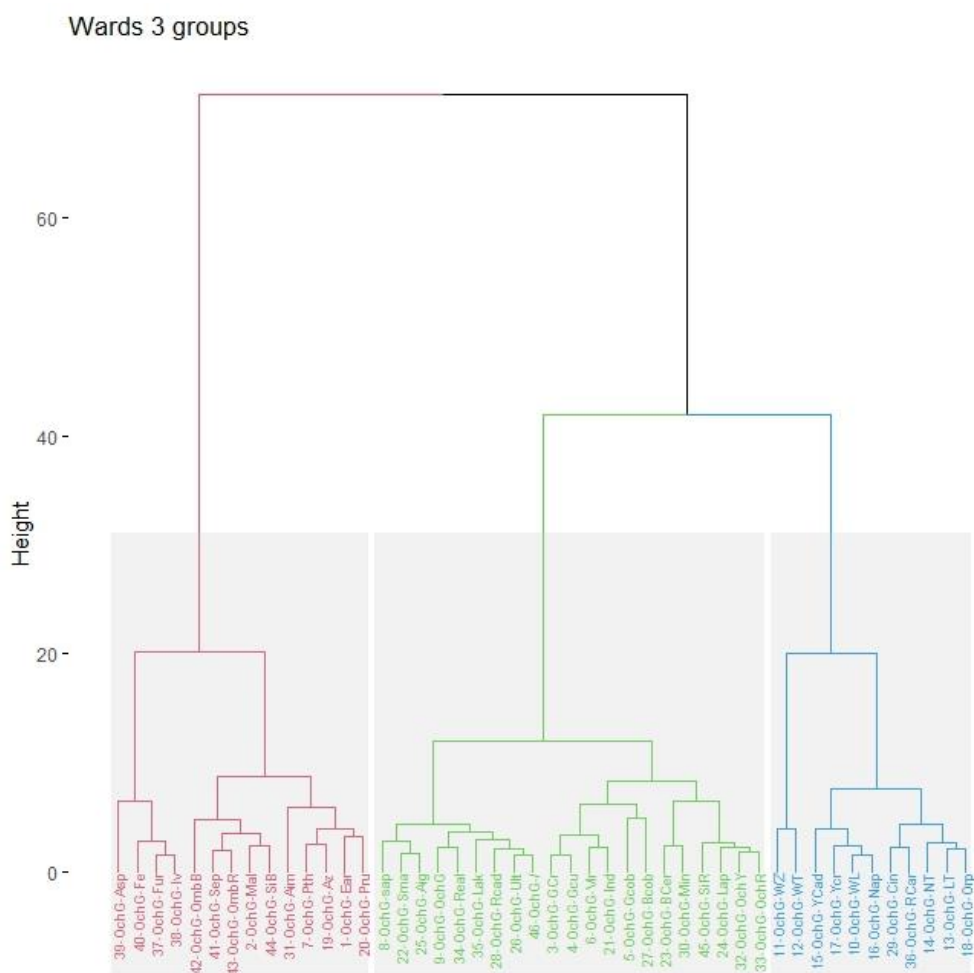
μπλε Ινδικό, πράσινο Viridian, Χαλκού, Χρωμίου και κίτρινη και κόκκινη Ώχρα με μπλε Λαζούρι και Σιένα Ωμή και σε αυτά ξεχωρίζουν τα Κοβαλτίου μπλε και πράσινο και αυτά με τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, πράσινο Sap, κόκκινο Αιματίτη και τα μπλε Πρωσίας, Αζουρίτη και πράσινα Γης και Φθαλικό.



ΦΩΤΟ 3. 173: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ώχρα χρυσή

Οι ομαδοποιήσεις στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.174), είναι ομαλές και ξεκάθαρες. Μια ομάδα (με κόκκινο χρώμα) περιλαμβάνει τα μαύρα με το καφέ Σιδήρου, που και πάλι ομαδοποιούνται αλλά με τις όμπρες, καφέ Σέπια, Σιένα Ψημένη και πράσινο Μαλαχίτη, αλλά και τα μπλε Πρωσίας, Αζουρίτη, πράσινο Γης και Φθαλικό και ακραία τιμή τον κόκκινο Αιματίτη. Ακόμα μια ομάδα υπάρχει στη μέθοδο αυτή, που χωρίζει όμως σε δύο υποομάδες. Η μία (με μπλε

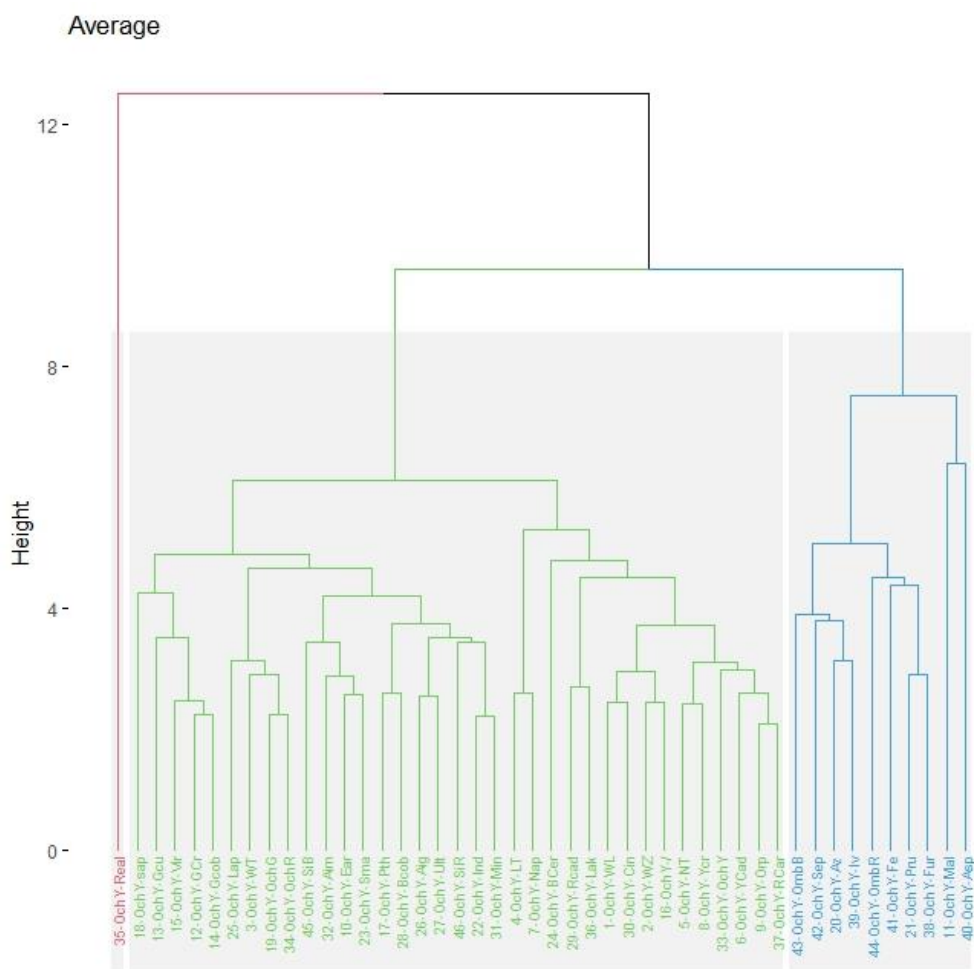
χρώμα) περιλαμβάνει τα κίτρινα Orpiment, Lead Tin, Νικελίου Τιτανίου, και κόκκινα Καρμίνα και Κιννάβαρι, αλλά και τα λευκό Μολύβδου με τα κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και Καδμίου και σε όλα ακραία τα λευκά Ψευδαργύρου και Τιτανίου. Η τελευταία υποομάδα (με πράσινο χρώμα), χωρίζεται σε δύο μικρότερες ομάδες τα εναπομείναντα χρώματα. Η μία περιλαμβάνει το μονό με μπλε Ουλτραμαρίνη, κόκκινο Καδμίου, κόκκινο Realgar και χρυσή Ωχρα μαζί με μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο και πράσινο Sap. Η άλλη τα κόκκινη και κίτρινη Ωχρα, με μπλε Λαζούρι, Σιένα Ωμή, αλλά και τα μπλε Cerulean και κόκκινο Μίνιο και όλα με τα μπλε Ινδικό, πράσινα Viridian, Χαλκού και Χρωμίου και ακραία τα Κοβαλτίου μπλε και πράσινο.



ΦΩΤΟ 3. 174: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ωχρα χρυσή

Ώχρα κίτρινη:

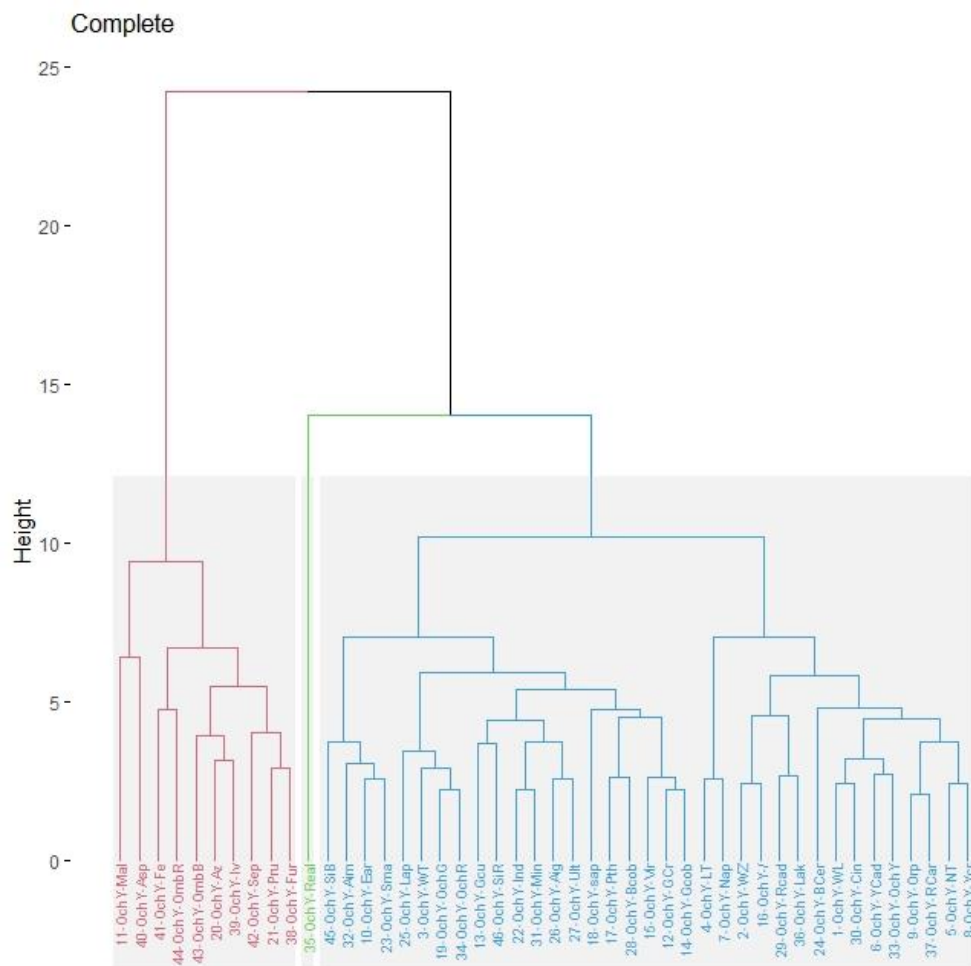
Στην κίτρινη Ώχρα στην Average linkage (ΦΩΤΟ 3.175), ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα) το κόκκινο Realgar από όλα τα φάσματα των χρωμάτων, τα οποία χωρίζονται αρχικά σε δύο ομάδες. Η μία (με μπλε χρώμα) είναι μικρότερη και αφορά στα καφέ, όμπρες, μαύρα, μπλε Πρωσίας, Αζουρίτη και τον Μαλαχίτη που μαζί με το μαύρο Ασφάλτου αποτελούν ακραίες τιμές. Τα λοιπά χρώματα χωρίζονται (με πράσινο χρώμα) σε δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα κόκκινα Καρμίνια, Καδμίου, Κιννάβαρι και Λάκα, κίτρινη Ώχρα, λευκό Ψευδαργύρου, το μονό, τα κίτρινα Orpiment, Χρωμίου, Νικελίου Τιτανίου και τα Νάπολης, lead ton και το μπλε Cerulean να αποτελούν ακραίες τιμές. Η τελευταία υποομάδα αφορά στα πράσινα Sap, Viridian, Χαλκού Χρωμίου και Κοβαλτίου και αυτά με τις ώχρες κόκκινη και χρυσή, το λευκό Τιτανίου και το μπλε Λαζούρι και αυτά πάλι με τα σιένες, κόκκινα Αιματίτη και Μίνιο, πράσινο Γης, Φθαλικό, και τα μπλε Σμάλτο, Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, Ινδικό.



ΦΩΤΟ 3. 175: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ωχρα κίτρινη

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.176), ξεχωρίζει η ομαδοποίηση (με κόκκινο χρώμα) σε όμπρες, μαύρα, καφέ, μπλε Πρωσίας και Αζουρίτη και τα πράσινο Μαλαχίτη και μαύρο Ασφάλτου σαν ακραίες τιμές. Στη συνέχεια, στα υπόλοιπα χρώματα παρουσιάζεται ακραία τιμή (με πράσινο χρώμα) το κόκκινο Realgar και τα υπόλοιπα (με μπλε χρώμα) χωρίζονται σε δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα κίτρινη Ωχρα, κίτρινα Χρωμίου, Νικελίου Τιτανίου, κόκκινα Καρμίνια, Καδμίου, Κιννάβαρι και λευκό Μολύβδου με ακραία τιμή το μπλε Cerulean και σε αυτά να ξεχωρίζουν τα κόκκινα Λάκα με Καρμίνια, το μονό και λευκό Ψευδαργύρου και σε όλα αυτά τα κίτρινα Lead Tin και Νάπολης. Στην τελευταία υποομάδα, τα μπλε Κοβαλτίου και πράσινα Χρωμίου, Κοβαλτίου, Φθαλικό, Viridian, Sap και τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, Ινδικό με

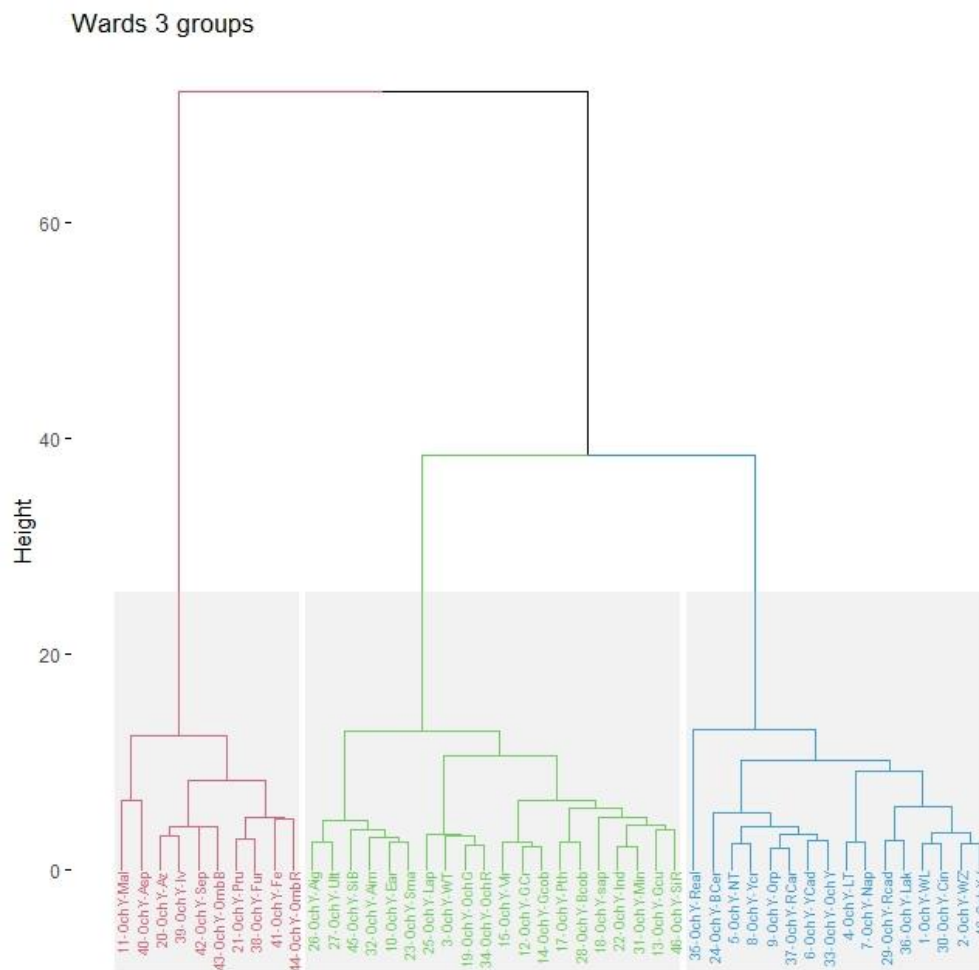
πράσινο χαλκό, κόκκινο Αιματίτη και Σιένα Ωμή, ομαδοποιούνται με τα κόκκινη και χρυσή Ώχρα, λευκό Τιτανίου και μπλε Λαζούρι και όλα αυτά με μπλε Σμάλτο, πράσινο Γης, κόκκινο Αιματίτη και Σιένα Ψημένη.



ΦΩΤΟ 3. 176: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ώχρα κίτρινη

Στην τελευταία μέθοδο, την Ward (ΦΩΤΟ 3.177), ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) και πάλι τα μαύρα, όμπρες, καφέ και μπλε Πρωσίας και Αζουρίτη με πράσινο Μαλαχίτη και μαύρο Ασφάλτου σαν ακραίες τιμές. Στη δεύτερη ομάδα που χωρίζει σε δύο υποομάδες τα λοιπά χρώματα, στη μία (με μπλε χρώμα) με ακραία τιμή το κόκκινο Realgar, περιλαμβάνονται τα κόκκινα Λάκα, Καδμίου, Κιννάβαρι, λευκό Μολύβδου, το μονό και τα κίτρινα Νάπολης και Lead Tin ως ακραίες τιμές, με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Χρωμίου, Orpiment και

Καδμίου, κόκκινα Καδμίου και Καρμίνια, κίτρινη Ώχρα και το μπλε Cerulean ως ακραία τιμή. Η τελευταία υποομάδα (με πράσινο χρώμα), περιλαμβάνει τα Σιένα Ωμή, πράσινα Χαλκού, Sap, Φθαλικό, Χρωμίου, Κοβαλτίου και Viridian, το κόκκινο Μίνιο, μπλε Ινδικό, και Κοβαλτίου και αυτά με τις ώχρες κόκκινη και χρυσή, λευκό Τιτανίου και μπλε Λαζούρι. Αυτά ενώνονται με τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη και Αιγυπτιακό, πράσινο Γης, κόκκινο Αιματίτη και Σιένα Ψημένη

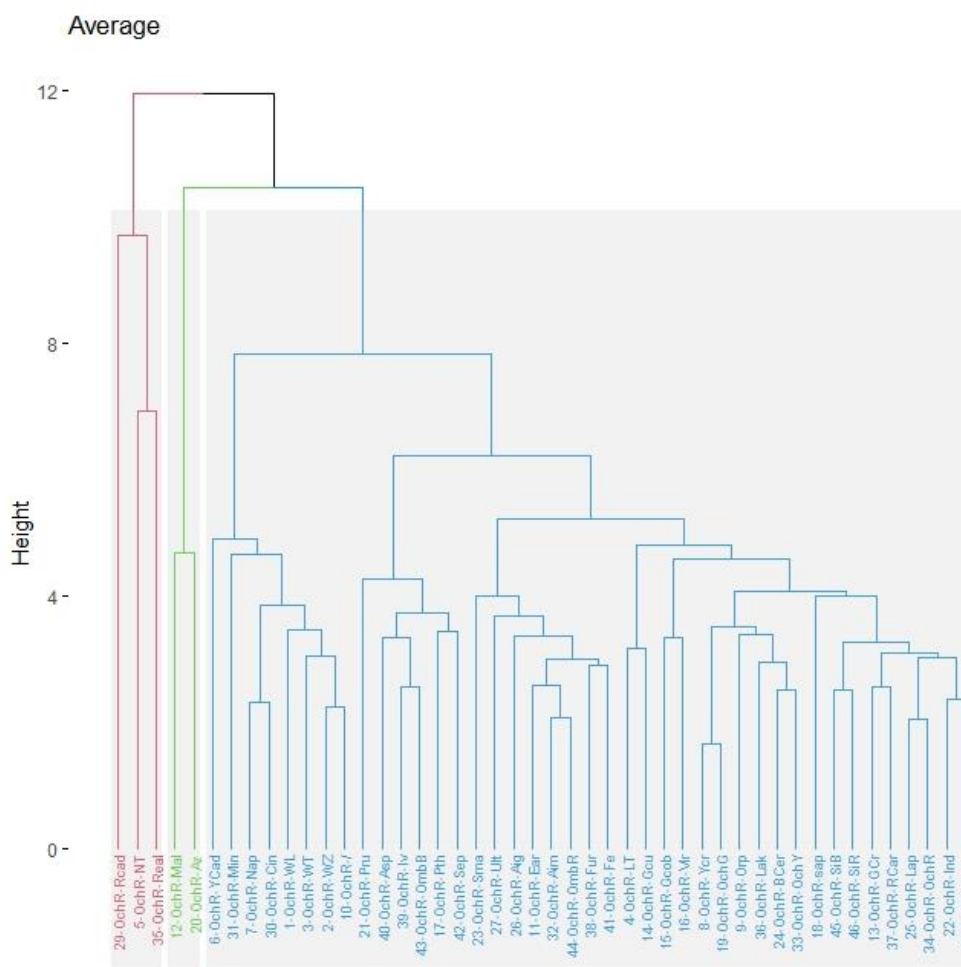


ΦΩΤΟ 3. 177: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ώχρα κίτρινη

Ώχρα κόκκινη:

Στην Ώχρα κόκκινη ως υπερκείμενο χρώμα, η μια ομαδοποίηση της Average linkage (ΦΩΤΟ 3.178), αφορά (με κόκκινο χρώμα) στα κόκκινα Καδμίου και

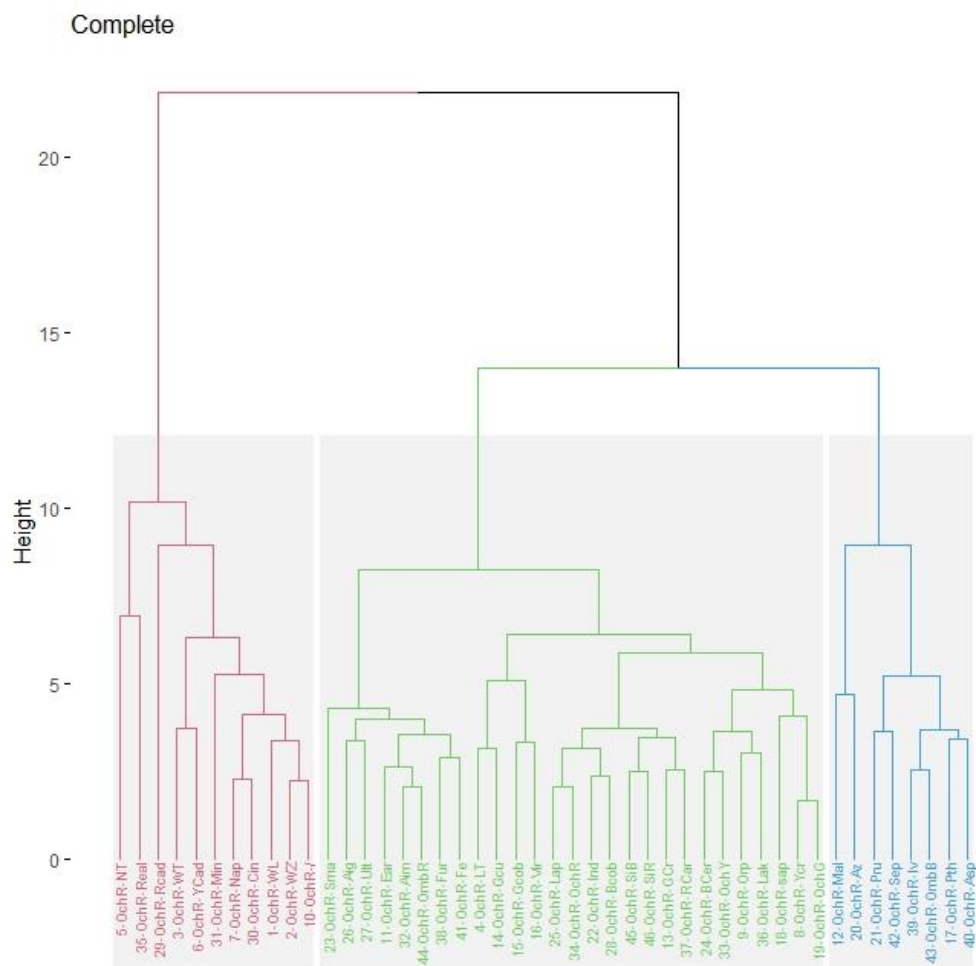
Realgar με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Στη συνέχεια ξεχωρίζουν (με πράσινο χρώμα) τα πράσινο Μαλαχίτης και μπλε Αζουρίτης. Τα υπόλοιπα όλα (με μπλε χρώμα) τα χρώματα χωρίζονται αρχικά σε δύο υποομάδες. Η μία περιλαμβάνει τα λευκά με το μονό, τα κίτρινα Νάπολης και Καδμίου και τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι. Στα υπόλοιπα ξεχωρίζουν τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Πρωσίας, μαύρα Ασφάλτου και Inogy, Όμπρα Ψημένη και καφέ Σέπια. Εν συνεχεία ιδιαιτερότητα παρουσιάζουν τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, πράσινο Γης, κόκκινος Αιματίτης, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου και καφέ Σιδήρου. Εν συνεχεία ξεχωρίζουν και πάλι τα κίτρινο Lead Tin με πράσινο Χαλκού και μετά τα πράσινα Κοβαλτίου και Viridian. Τέλος τα τελευταία χρώματα που ομαδοποιούνται είναι τα μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό, κόκκινη Ώχρα, μπλε Λαζούρι, κόκκινα Καρμίνια, πράσινο Χρωμίου, σιένες με ακραίο το πράσινο Sap και αυτά με τα κίτρινη Ώχρα, μπλε Cerulean, κόκκινη Λάκα, κίτρινο Orpiment, χρυσή Ώχρα και κίτρινο Χρωμίου.



ΦΩΤΟ 3. 178: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ωχρα κόκκινη

Η αρχικές ομάδες που ξεχωρίζουν στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.179) αφορούν από τη μία (με κόκκινο χρώμα) τα λευκά, το μονό, κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Καδμίου και Νάπολης και κόκκινα Κιννάβαρι, Μίνιο, Καδμίου και Realgar. Τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται σε δύο αρχικά υποομάδες, από τις οποίες η μία (με μπλε χρώμα) περιλαμβάνει τα Μαλαχίτης και Αζουρίτης και αυτά μαζί με τα μπλε Πρωσίας, πράσινο Φθαλικό, μαύρα Ivory και Ασφάλτου, καφέ Σέπια και Όμπρα Ψημένη. Η δεύτερη υποομάδα (με πράσινο χρώμα) αφορά στα μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη, πράσινο Γης, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου και καφέ Σιδήρου. Στα εναπομείναντα που ομαδοποιούνται ξεχωρίζουν τα πράσινα Χαλκού, Κοβαλτίου και Viridian με κίτρινο Lead Tin και αφορούν στα χρυσή Ωχρα, κίτρινο Χρωμίου, Orpiment, πράσινο Sap,

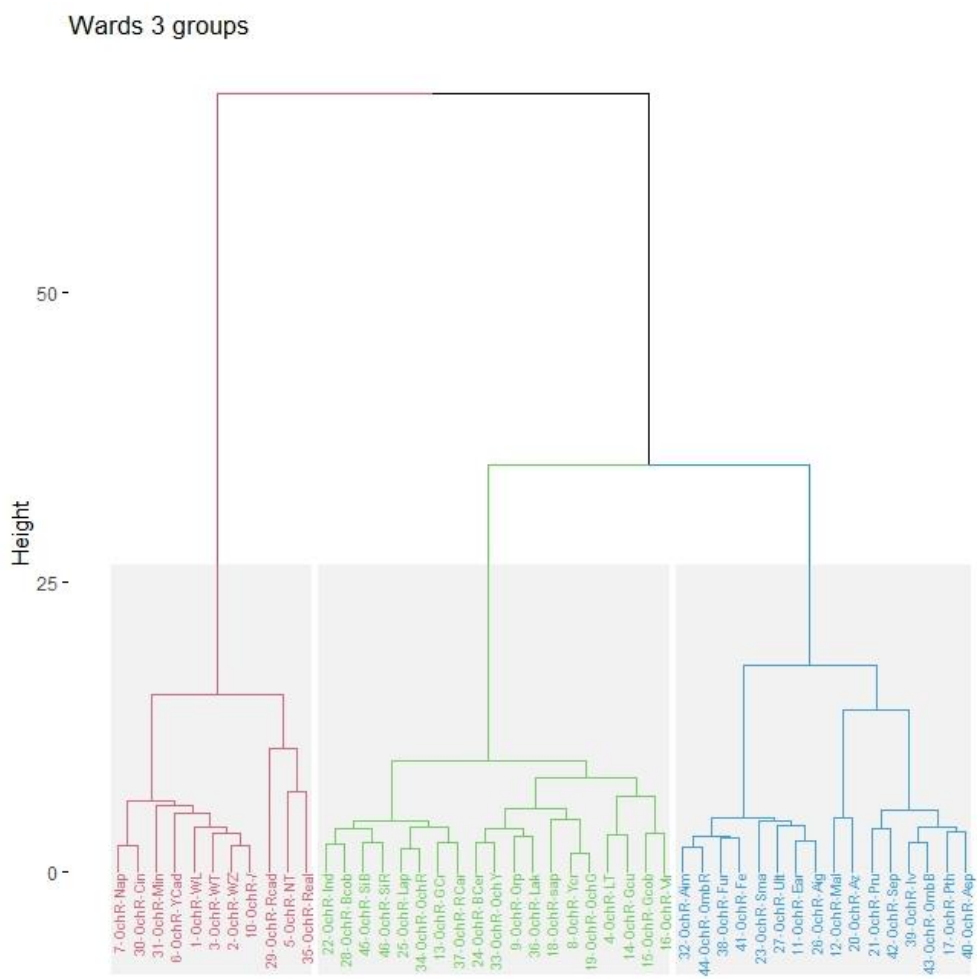
κόκκινα Λάκα, κίτρινη Ώγρα και μπλε Cerulean και αυτά με κόκκινη Καρμίνη, πράσινο Χρωμίου, σιένες, μπλε Κοβαλτίου, μπλε Ινδικό, Λαζούρι και κόκκινη Ώγρα



ΦΩΤΟ 3. 179: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ώγρα κόκκινη

Η μία από τις δύο μεγάλες ομάδες που ξεχωρίζουν στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.180), είναι (με κόκκινο χρώμα) τα λευκά με το μονό, τα κίτρινα Καδμίου και Νάπολης και τα κόκκινα Κιννάβαρι και Μίνιο και αυτά με το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και κόκκινα Καδμίου και Realgar. Τα υπόλοιπα χωρίζονται σε δύο υποομάδες, η μία εκ των οποίων αφορά (με μπλε χρώμα) στα μαύρα Ασφάλτου και Ivory, πράσινο Φθαλικό, Όμπρα Ψημένη και μπλε Πρωσίας με ακραία τα πράσινο Μαλαχίτη και μπλε Αζουρίτη και αυτά μαζί με μπλε Αιγυπτιακό,

Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο, πράσινο Γης, κόκκινο Αιματίτη, Όμπρα Ωμή, καφέ Σιδήρου και μαύρο Φούρνου. Η δεύτερη υποομάδα (με πράσινο χρώμα) χωρίζεται σε δύο κατηγορίες τα εναπομείναντα χρώματα, τα μπλε Ινδικό, Κοβαλτίου, Λαζούρι, κόκκινη Καρμίνη, πράσινο Χρωμίου, σιένες και Ώχρα κόκκινη στη μία και στην άλλη τα μπλε Cerulean, κίτρινη και χρυσή Ώχρα, κίτρινο Ogriment, κόκκινη Λάκα, πράσινο Sap και κίτρινο Χρωμίου, μαζί με τα πράσινα Viridian, Κοβαλτίου, Χαλκού και κίτρινο Lead Tin.

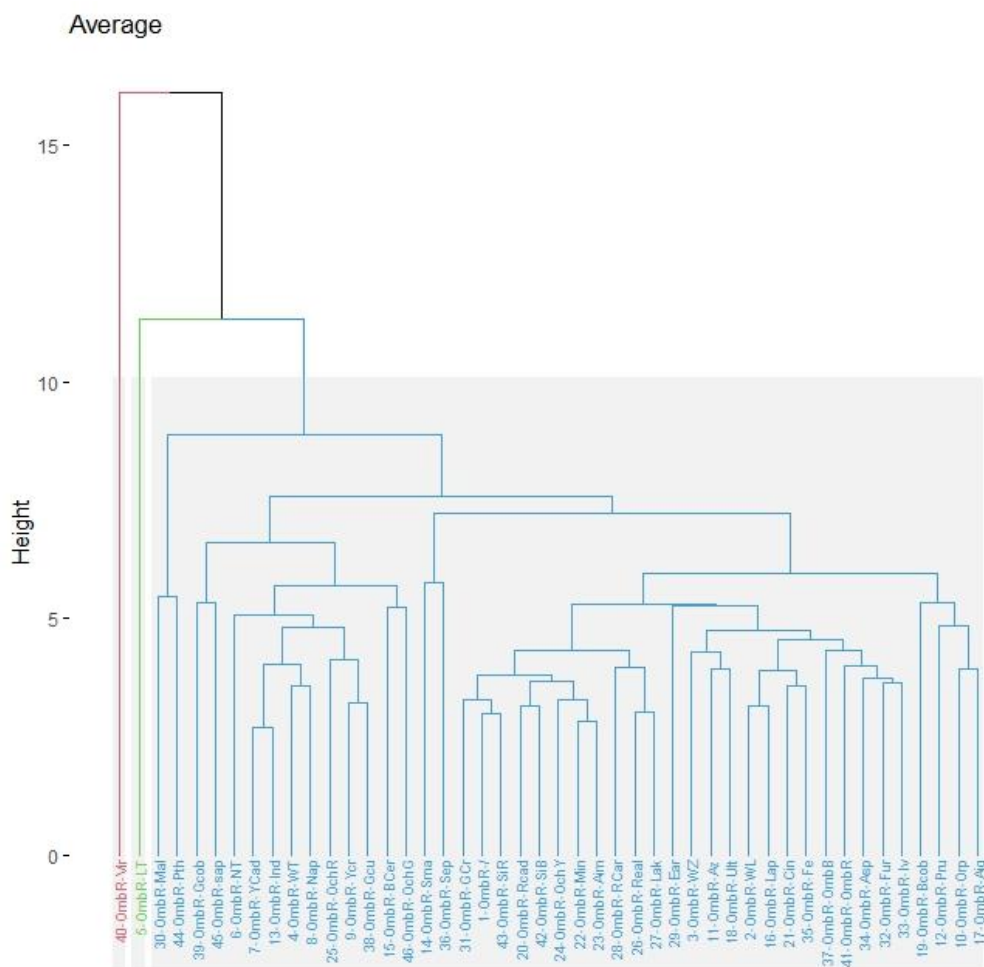


ΦΩΤΟ 3. 180: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Ώχρα κόκκινη

Όμπρα Ωμή:

Το πράσινο Viridian παρουσιάζεται ως ακραία τιμή (με κόκκινο χρώμα) στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.181) για το γκρουπ με την Ωμή Όμπρα ως

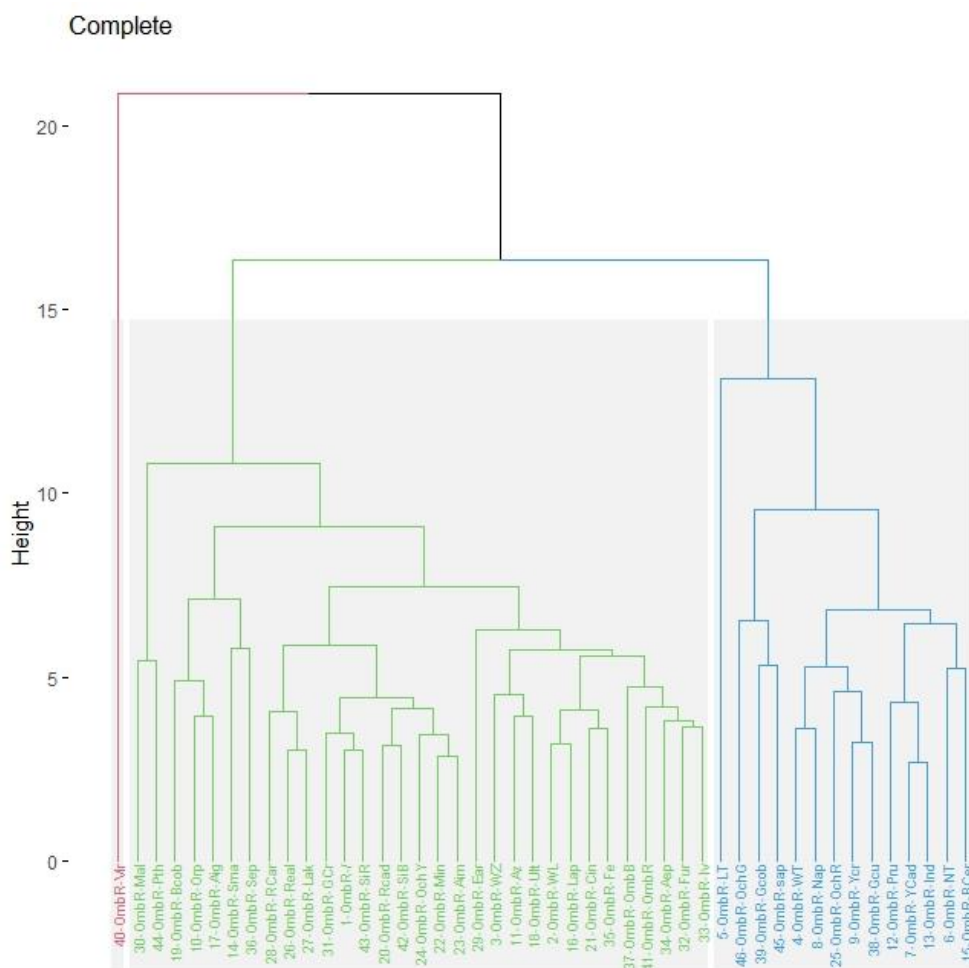
υπερκείμενη. Το ίδιο και (με πράσινο χρώμα) το κίτρινο Lead Tin. Στα υπόλοιπα χρώματα (με μπλε χρώμα) πάλι ξεχωρίζουν τα πράσινα Μαλαχίτης και Φθαλικό. Τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται σε δύο ομάδες, από τις οποίες η μία έχει ακραίες τιμές τα πράσινα Κοβαλτίου και Sap και η άλλη τα μπλε Σμάλτο και καφέ Σέπια. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα πράσινο Χαλκού, κίτρινο Χρωμίου, Νάπολης και Καδμίου, κόκκινη Ώχρα, λευκό Τιτανίου και μπλε Ινδικό και αυτά με χρυσή Ώχρα και μπλε Cerulean. Η δεύτερη ομάδα χωρίζει τα μπλε Αιγυπτιακό, Πρωσίας και Κοβαλτίου και κίτρινο Ogriment και αυτά από τα κόκκινα Λάκα, Realgar, Καρμίνια, Αιματίτη, Μίνιο, Καδμίου, το μονό, κίτρινη Ώχρα, σιένες και πράσινο Χρωμίου. Τέλος ομαδοποιούνται και τα μαύρα, όμπρες, καφέ Σιδήρου, κόκκινο Κιννάβαρι λευκά Ψευδαργύρου και Μολύβδου, μπλε Αζουρίτης, Λαζούρι, Ουλτραμαρίνη και ακραίο το πράσινο Γης.



ΦΩΤΟ 3. 181: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Όμπρα Ωμή

Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.182), ξεχωρίζει και πάλι (με κόκκινο χρώμα) το πράσινο Viridian και στη συνέχεια δύο ομάδες όπου τα πράσινα Φθαλικό και Μαλαχίτης αποτελούν ακραίες τιμές στη πρώτη (αυτή με το πράσινο χρώμα) και το κίτρινο Lead Tin στη δεύτερη (αυτήν με το μπλε χρώμα). Στην πρώτη ομαδοποιούνται (με πράσινο χρώμα) τα μπλε Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, Σμάλτο με κίτρινο Orpiment και καφέ Σέπια, και αυτά μαζί με δύο υποομάδες, τα μαύρα, όμπρες, καφέ Σιδήρου, κόκκινο Κιννάβαρι, λευκό Μολύβδου και Ψευδαργύρου, μπλε Λαζούρι, Ουλτραμαρίνη και Αζουρίτη και ακραία το πράσινο Γης στη μία και στη δεύτερη τα κόκκινος Αιματίτης, Μίνιο και

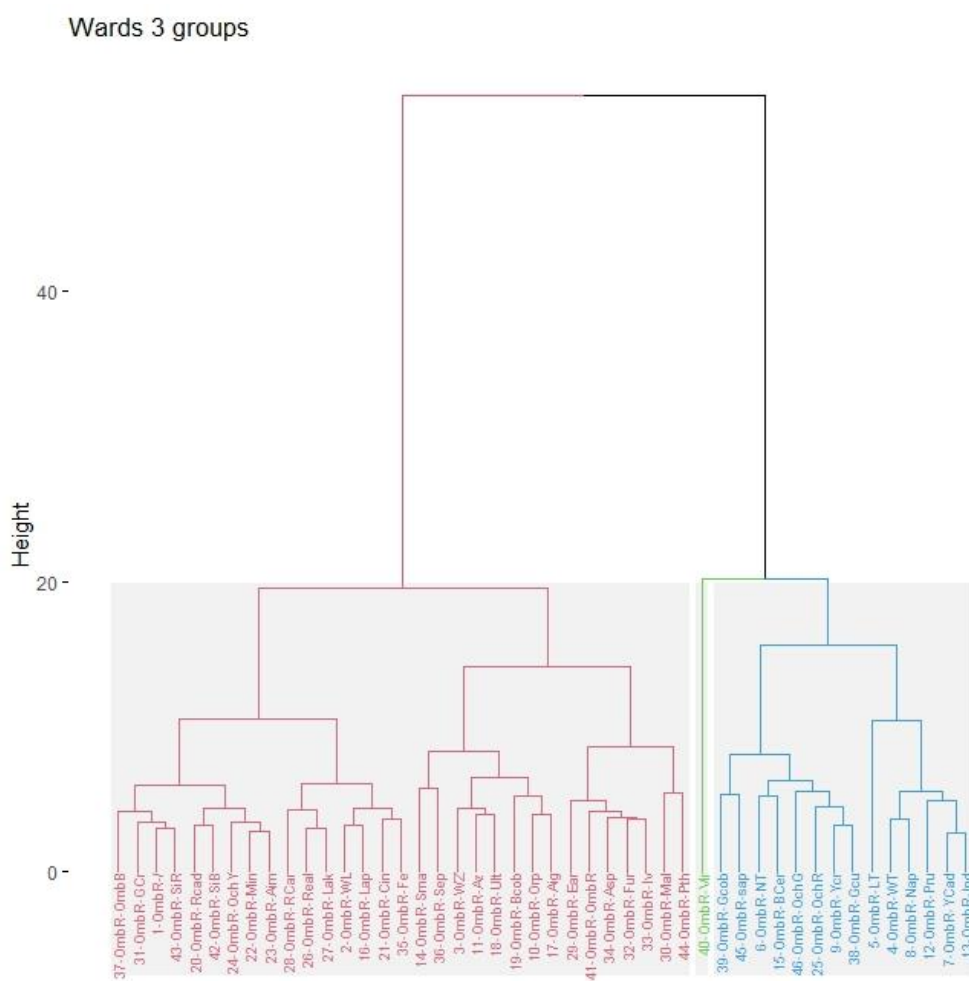
Καδμίου, κίτρινη Ώχρα, σιένες, το μονό και πράσινο Χρωμίου και αυτά με τα κόκκινα Λάκα, Καρμίνια και Realgar. Στη δεύτερη ομάδα (με μπλε χρώμα) υπάρχουν τα μπλε Cerulean, Ινδικό Πρωσίας, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Καδμίου, Χρωμίου, Νάπολης, πράσινο Χαλκού, κόκκινη Ώχρα, λευκό Τιτανίου και αυτά με πράσινα Sap και Κοβαλτίου και χρυσή Ώχρα.



ΦΩΤΟ 3. 182: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Όμπρα Ωμή

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.183), οι ομαδοποιήσεις είναι δύο, όπου στη δεύτερη, ακραία τμή παρουσιάζεται (με πράσινο χρώμα) το πράσινο Viridian και περιλαμβάνει (με μπλε χρώμα) τα μπλε Ινδικό, Πρωσίας, κίτρινο Καδμίου, Νάπολης, λευκό Τιτανίου και ακραίο το κίτρινο Lead Tin και αυτά με πράσινο Χαλκού, κίτρινο Χρωμίου, Νικελίου Τιτανίου, χρυσή και κόκκινη Ώχρα, μπλε

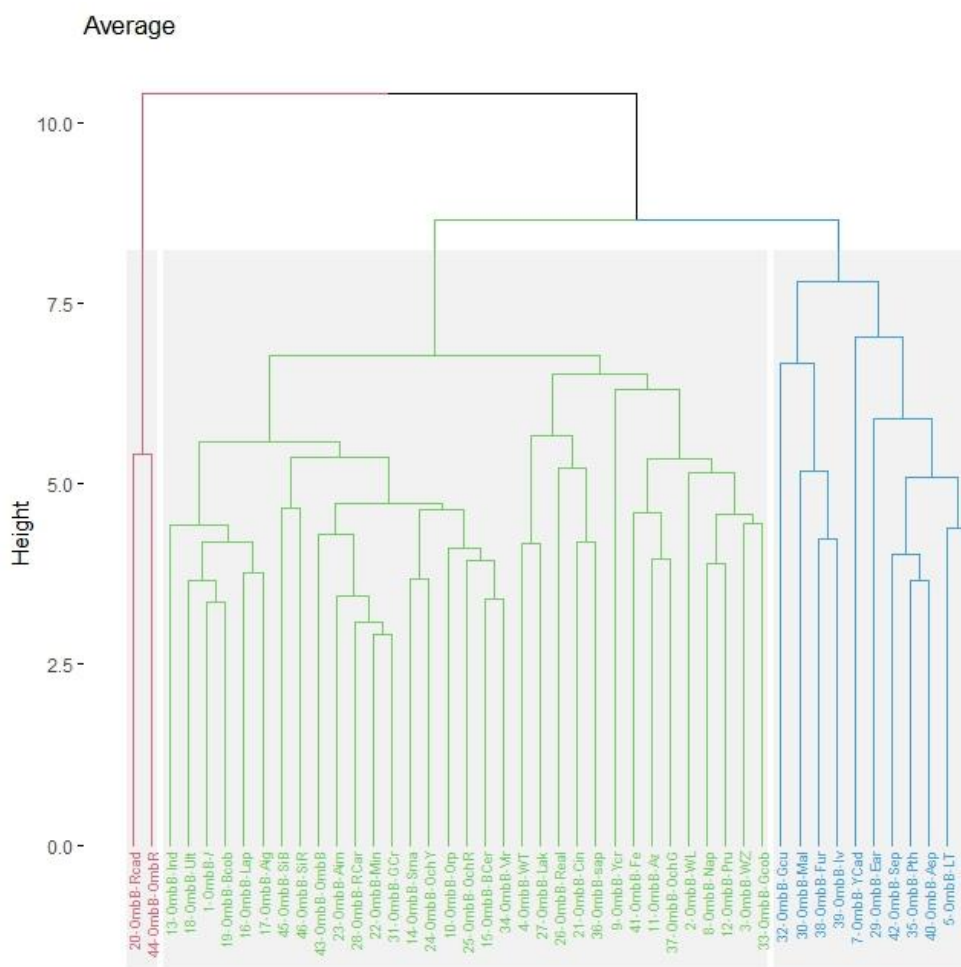
Cerulean, πράσινα Sap και Κοβαλτίου. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει (με κόκκινο χρώμα) δύο υποομάδες. Η μία αποτελείται από τα πράσινο Χρωμίου, Όμπρα Ψημένη, το μονό, οι σιένες το κόκκινο Καδμίου, Μίνιο και Αιματίτη και αυτά με τα καφέ Σιδήρου, κόκκινα Κιννάβαρι, Λάκα, Καρμίνια και Realgar, μπλε Λαζούρι, λευκό Μολύβδου. Η δεύτερη ομαδοποιεί τα μπλε Σμάλτο, καφέ Σέπια, λευκό Ψευδαργύρου μπλε Αζουρίτη, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, κίτρινο Οπρίμεντ και αυτά με πράσινο Γης, Όμπρα Ωμή, μαύρα και ακραία τα πράσινα Μαλαχίτη και Φθαλικό.



ΦΩΤΟ 3. 183: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Όμπρα Ωμή

Όμπρα Ψημένη:

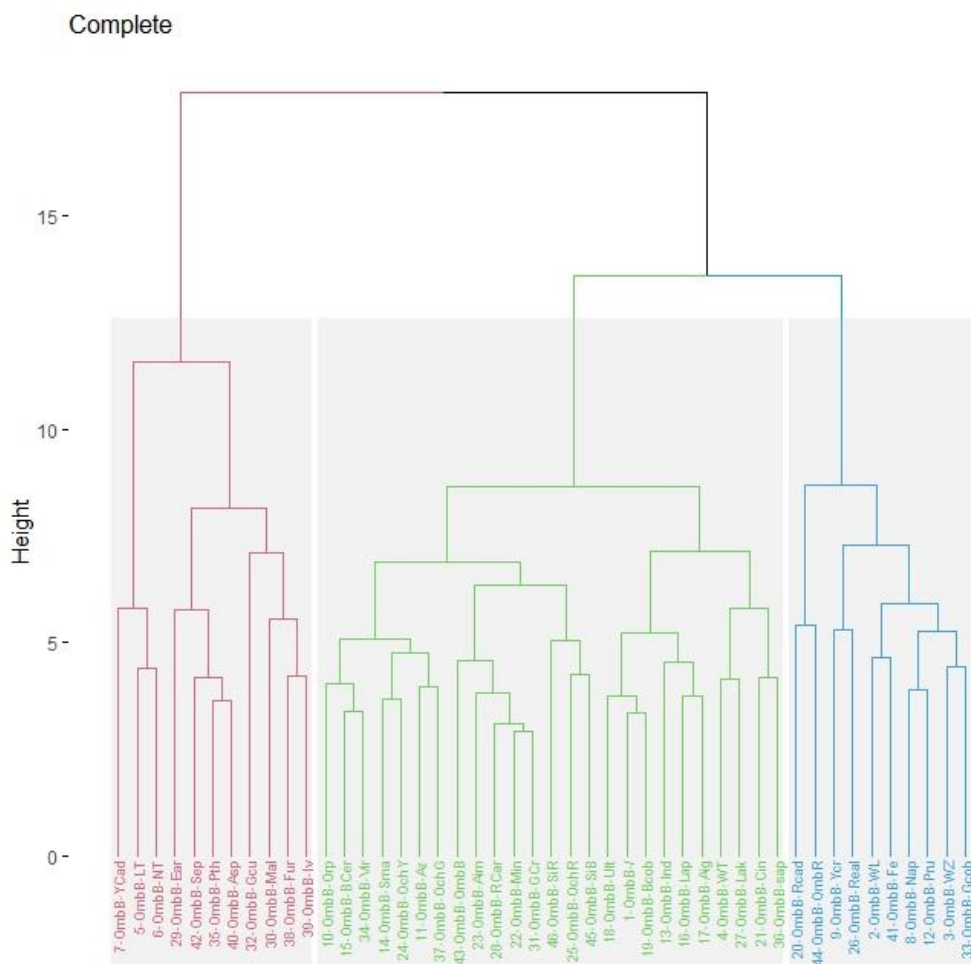
Η Ωμή Όμπρα με το κόκκινο Καδμίου ξεχωρίζουν ως μια ομάδα (με κόκκινο χρώμα) στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.184). Τα υπόλοιπα χρώματα χωρίζονται στη συνέχεια σε δύο υποομάδες. Η πρώτη περιλαμβάνει (με μπλε χρώμα) τα πράσινο Χαλκού και Μαλαχίτης, μαύρο Φούρνου και Ivory από τη μία και τα κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Μολύβδου, μαύρο Ασφάλτου, Σέπια και πράσινα Φθαλικό και Γης με ακραία τιμή το κίτρινο Καδμίου. Η δεύτερη (με πράσινο χρώμα) χωρίζει και πάλι σε δύο υποομάδες τα φάσματα, η μία αποτελείται από πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου, μπλε Πρωσίας, Αζουρίτης, κίτρινο Νάπολης, κόκκινη Ώχρα, καφέ Σιδήρου και ακραία τιμή το κίτρινο Χρωμίου και αυτά με πράσινο Sap, κόκκινα Realgar, Κιννάβαρι, Λάκα και λευκό Τιτανίου. Η τελευταία ομάδα, αποτελείται από πράσινο Viridian, μπλε Cerulean και Σμάλτο, κόκκινη και κίτρινη Ώχρα, και κίτρινο Orpiment και αυτά με πράσινο Χρωμίου με κόκκινο Μίνιο, Καρμίνια και Αιματίτη και Όμπρα Ψημένη, ξεχωρίζουν οι δύο σιένες και τέλος τα μπλε Αιγυπτιακό και Λαζούρι, με Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη και Ινδικό και το μονό.



ΦΩΤΟ 3. 184: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Όμπρα Ψημένη

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.185), η μία ομάδα που ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα) είναι το κίτρινο Καδμίου, Μολύβδου, Νικελίου Τιτανίου, πράσινα Γης, Φθαλικό, Χαλκού και Μαλαχίτη, Σέπια και τα μαύρα. Στη συνέχεια η επόμενη μεγάλη ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες τα χρώματα, από τα οποία στη μια (με μπλε χρώμα) πάλι ξεχωρίζουν τα κόκκινο Καδμίου με Όμπρα Ωμή, αλλά ως ακραία τιμή των πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου, κίτρινο Χρωμίου και Νάπολης, μπλε Πρωσίας, καφέ Σιδήρου και κόκκινο αρσενικού. Η δεύτερη υποομάδα (με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει δύο μικρότερες. Η μία με τα πράσινα Sap, κόκκινο Κιννάβαρι, Λάκα, λευκό Τιτανίου και αυτά με μπλε Αιγυπτιακό, Λαζούρι, Ινδικό, Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη και το μονό, η δεύτερη περιλαμβάνει τις σιένες με την κόκκινη

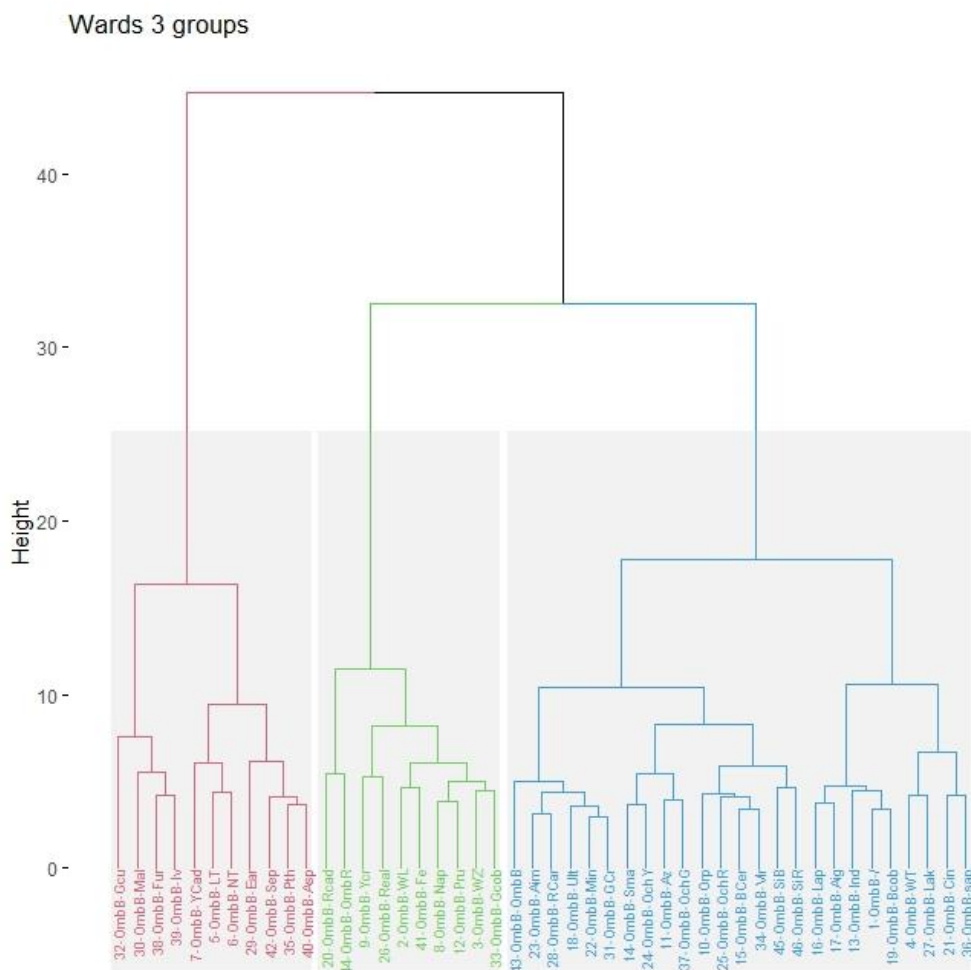
Ωχρα και αυτά με πράσινο Χρωμίου, κόκκινο Μίνιο, Καρμίνη και Αιματίτη και την Όμπρα Ψημένη. Τέλος ξεχωρίζουν και ρα χρυσή και κίτρινη Ωχρα με μπλε Αζουρίτη, Σμάλτο και Cerulean, πράσινο Viridian και κίτρινο Orpiment.



ΦΩΤΟ 3. 185: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Όμπρα Ψημένη

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.186) η μία ομάδα που ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα), περιλαμβάνει τα μαύρα, με πράσινα Χαλκού, Γης, Φθαλικό και Μαλαχίτη, κίτρινο Καδμίου, Νικελίου Τιτανίου και καφέ Σέπια. Η δεύτερη ομάδα αφορά (με πράσινο χρώμα) στα πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου, μπλε Πρωσίας, κίτρινο Νάπολης και Χρωμίου, καφέ Σιδήρου, κόκκινα Καδμίου και Realgar και Όμπρα Ωμή. Αυτά τα ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα (με μπλε χρώμα) που ανήκουν σε δύο υποομάδες. Η

μία ενώνει τα πράσινα Sap, κόκκινα Κιννάβαρι και Λάκα και λευκό Τιτανίου και αυτά με μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό, Αιγυπτιακό, Λαζούρι και το μονό. Η άλλη τις σιένες, πράσινο Viridian, μπλε Cerulean, κόκκινη Ωγρα, κίτρινο Orpiment με χρυσή και κίτρινη Ωγρα, μπλε Αζουρίτη και Σμάλτο και όλα αυτά με τα πράσινο Χρωμίου, κόκκινο Μίνιο, Καρμίνα και Αιματίτη, μπλε Ουλτραμαρίνη και Όμπρα Ψημένη.

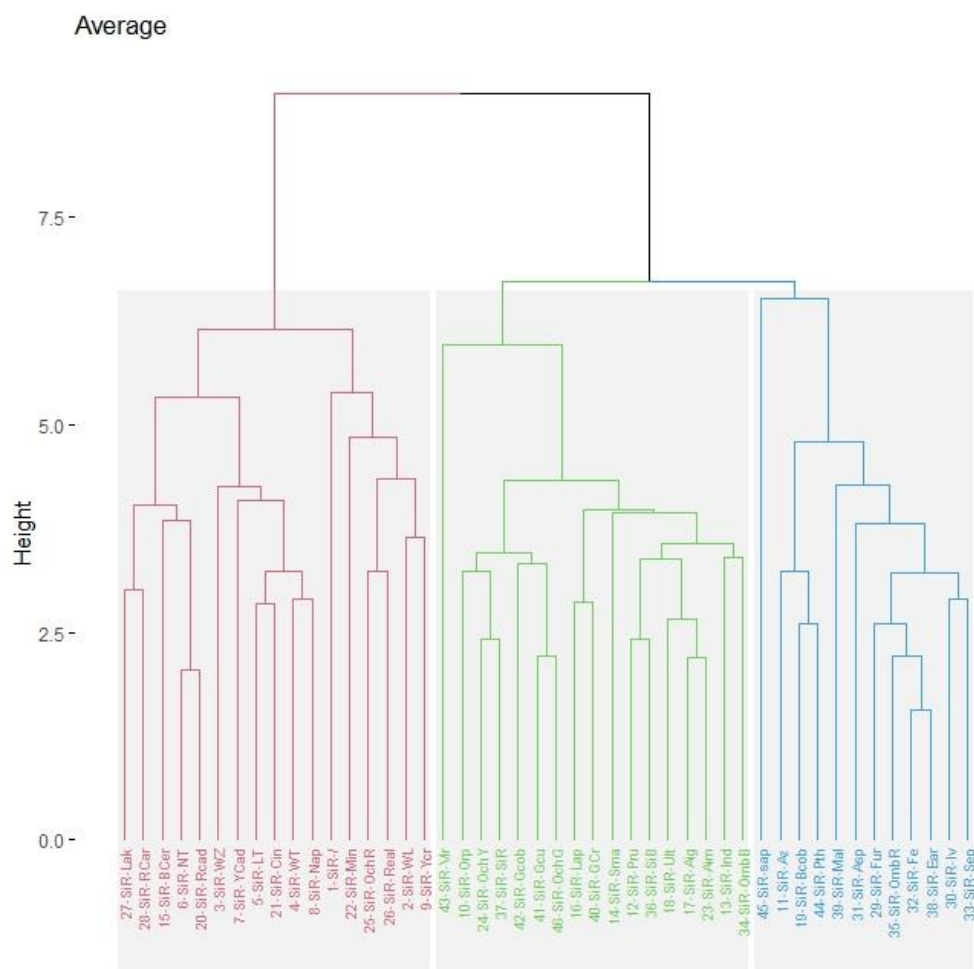


ΦΩΤΟ 3. 186: η μέθοδος Ward inkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Όμπρα Ψημένη

Σιένα Ωμή:

Στις δύο αρχικές ομάδες της μεθόδου Average (ΦΩΤΟ 3.187), ξεχωρίζουν (με κόκκινο χρώμα) τα κίτρινα Χρωμίου, λευκό Μολύβδου, κόκκινο Realgar και Μίνιο, κόκκινη Ωγρα και ακραίο το μονό και αυτά μαζί με κίτρινο Νάπολης,

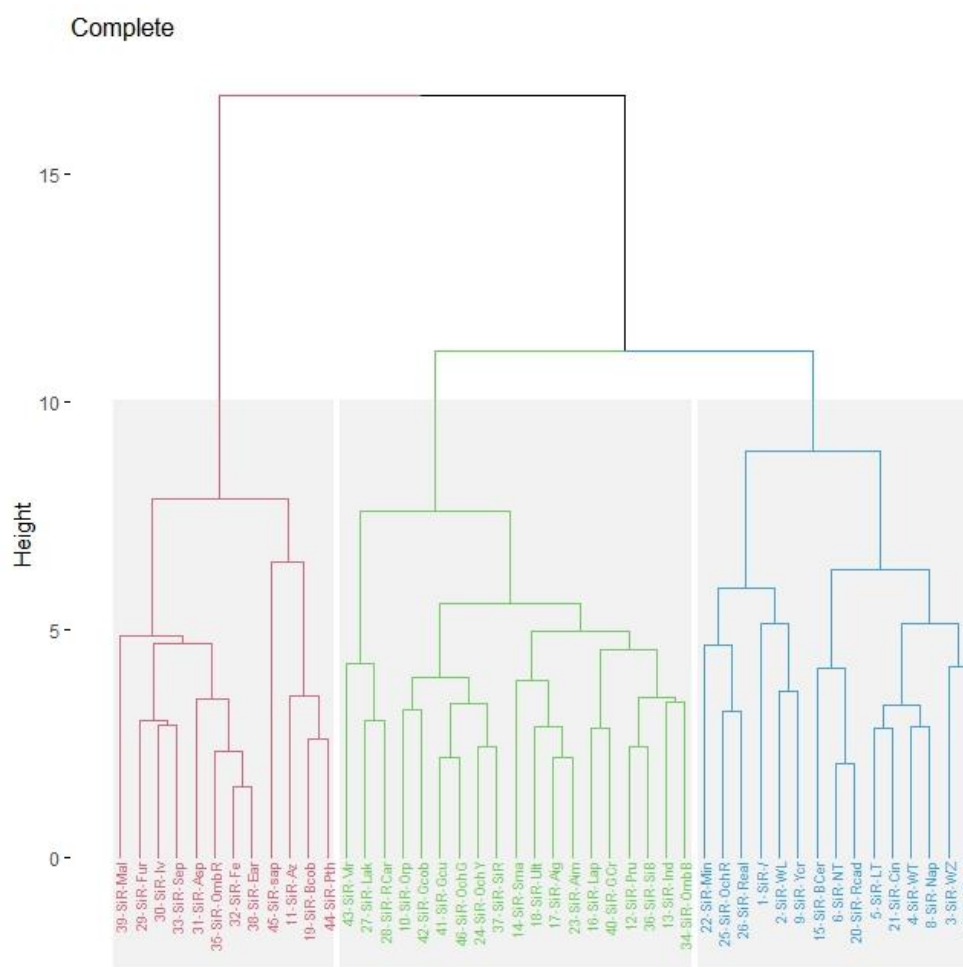
Lead Tin, Καδμίου, λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου, κόκκινο Κιννάβαρι, αλλά και κόκκινο Καδμίου, Καρμίνια και Λάκα, μπλε Cerulean και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Η δεύτερη ομάδα χωρίζεται σε δύο μεγάλες υποομάδες τα χρώματα. Η μία (με πράσινο χρώμα), με ακραία τιμή το πράσινο Viridian, περιλαμβάνει τα κίτρινο Ochrine, χρυσή και κίτρινη Ωχρα, Σιένα Ωμή, πράσινο Κοβαλτίου και αυτά με τα κόκκινο Αιματίτη, Σιένα Ψημένη, μπλε Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη και Πρωσίας μαζί με τα μπλε Ινδικό και Ψημένη Όμπρα, με ακραία τομή το Σμάλτο και αυτά με τα πράσινο Χρωμίου και μπλε Λαζούρι. Η δεύτερη υποομάδα (με μπλε χρώμα), με ακραία τιμή το πράσινο Sap, περιλαμβάνει τα μαύρα, την Ωμή Όμπρα, τα καφέ, τα πράσινα Γης, Μαλαχίτη, Φθαλικό και μπλε Κοβαλτίου και Αζουρίτη.



ΦΩΤΟ 3. 187: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Σιένα Ωμή

Η μία ομάδα στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.188), αποτελείτε (με κόκκινο χρώμα) από τα μαύρα, τα καφέ, Όμπρα Ωμή, πράσινα Γης και Μαλαχίτης και αυτά με μπλε Κοβαλτίου και Αζουρίτη και πράσινο Φθαλικό με ακραίο το Sap. Η δεύτερη ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Η πρώτη (με μπλε χρώμα) ενώνει τα κίτρινο Καδμίου με λευκό Ψευδαργύρου και αυτά με λευκό Τιτανίου, κίτρινα Νάπολης και Lead Tin, κόκκινο Κιννάβαρι αλλά και μπλε Cerulean, κόκκινο Καδμίου και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Αυτά ομαδοποιούνται και με τα κίτρινο Χρωμίου και λευκό Μολύβδου με ακραίο το μονό και κόκκινο Realgar και Μίνιο και κόκκινη Ώγρα. Η δεύτερη υποομάδα (με πράσινο χρώμα), αποτελείτε από ψημένη σιένα και όμπρα, μπλε Ινδικό, Πρωσίας, Λαζούρι, Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη και Σμάλτο, κόκκινο Αιματίτη, πράσινο

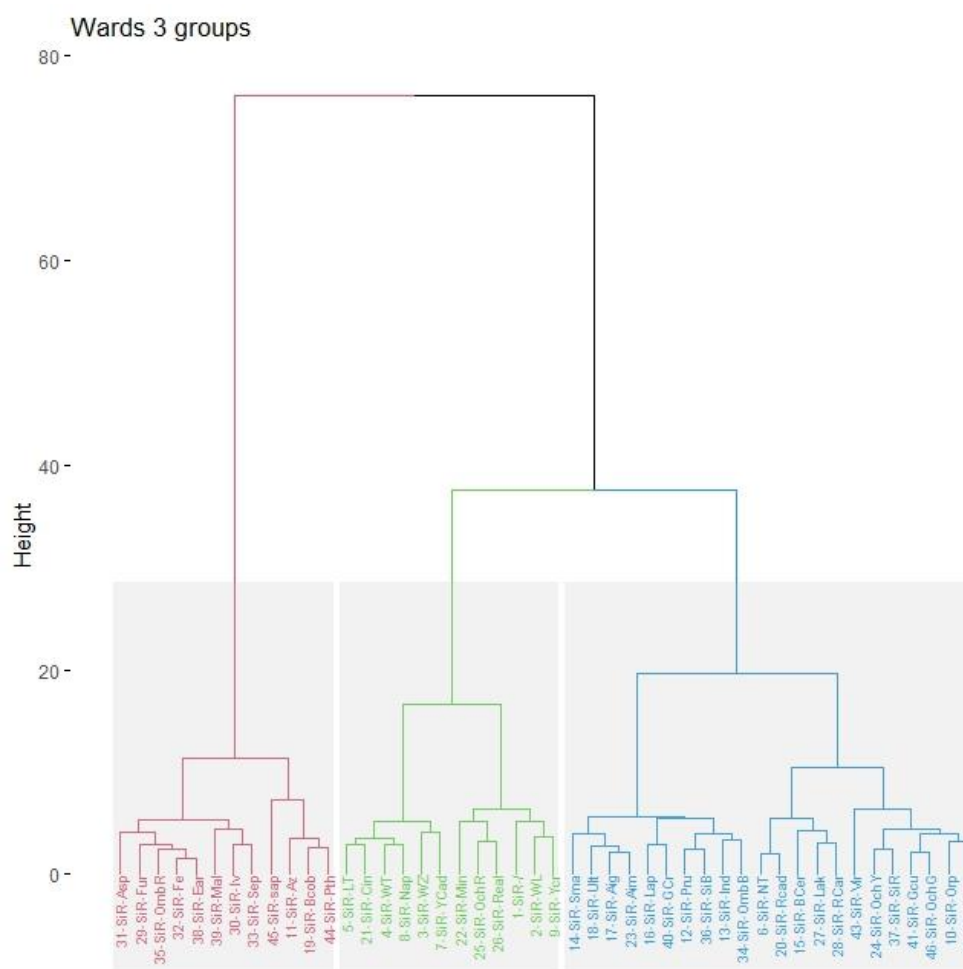
Χρωμίου και αυτά με Σιένα Ωμή, κίτρινη και χρυσή Ώγρα πράσινο Χαλκού, Κοβαλτίου, κίτρινο Οργιμεντ και αυτά με κόκκινα Καρμίνα και Λάκα και πράσινο Viridian.



ΦΩΤΟ 3. 188: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Σιένα Ωμή

Στη μέθοδο Ward (ΦΩΤΟ 3.189), η μία από τις δύο ομάδες που ξεχωρίζει, αφορά (με κόκκινο χρώμα) και πάλι στα μαύρα, καφέ, Όμπρα Ωμή και πράσινο Μαλαχίτης και αυτά με μπλε Κοβαλτίου και Αζουρίτη και πράσινο Φθαλικό με ακραίο το Sap. Η δεύτερη ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες τα χρώματα. Η μία περιλαμβάνει (με πράσινο χρώμα) τα κίτρινο Χρωμίου, λευκό Μολύβδου, το μονό και τα κόκκινα Realgar και Μίνιο και κόκκινη Ώγρα και αυτά με κίτρινο Καδμίου, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Νάπολης και Lead Tin,

λευκό Τιτανίου και κόκκινο Κιννάβαρι. Η δεύτερη (με μπλε χρώμα) χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Η μία με τα πράσινο Κοβαλτίου, Χαλκού, κίτρινο Οργιμεντ, χρυσή και κίτρινη Ωχρα, Σιένα Ωμή και ακραίο το Viridian και αυτά με τα κόκκινα Καρμίνια, Λάκα, Καδμίου, μπλε Cerulean και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Η δεύτερη υποομάδα αφορά στις ψημένες όμπρα και σιένα, πράσινο Χρωμίου και μπλε Λαζούρι, Πρωσίας και Ινδικό και με τα κόκκινο Αιματίτη και μπλε Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη και Σμάλτο.

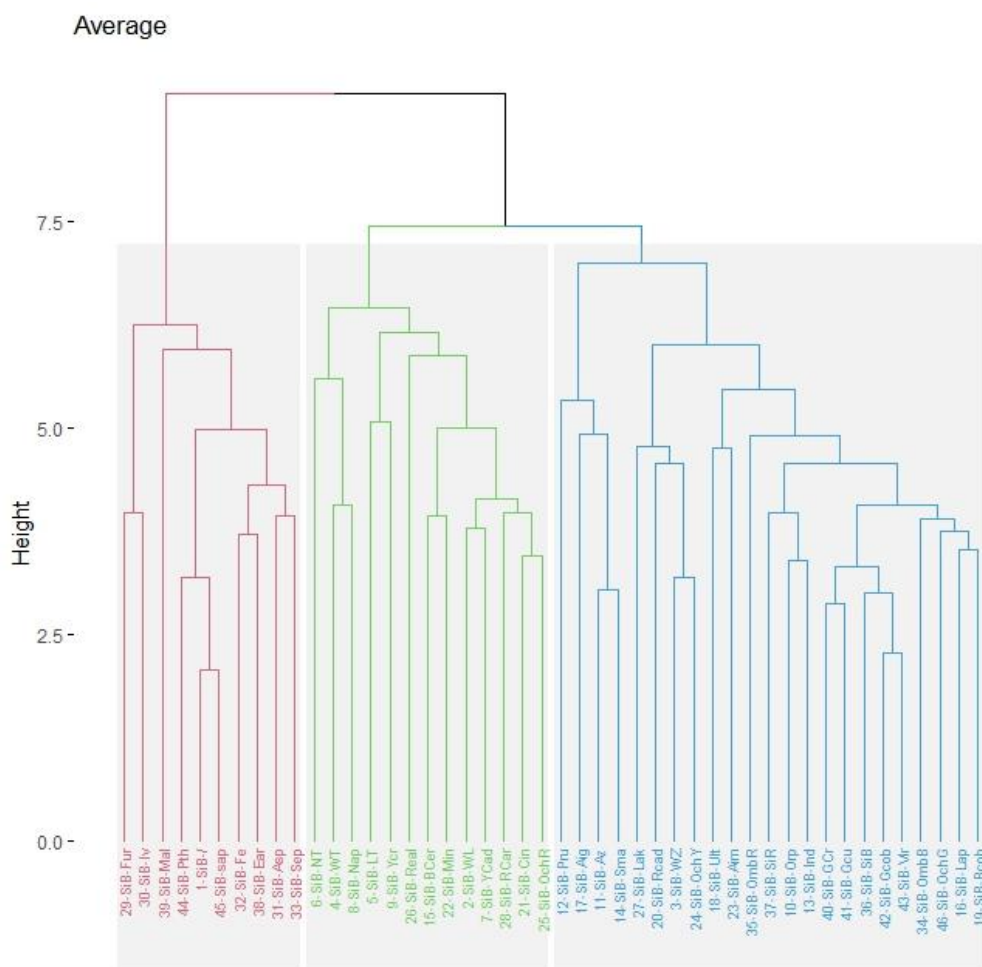


ΦΩΤΟ 3. 189: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Σιένα Ωμή

Σιένα Ψημένη:

Η μία ομάδα (με κόκκινο χρώμα) στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.190) περιλαμβάνει τα καφέ, μαύρο Ασφάλτου και πράσινο Γης, μαζί και με πράσινο

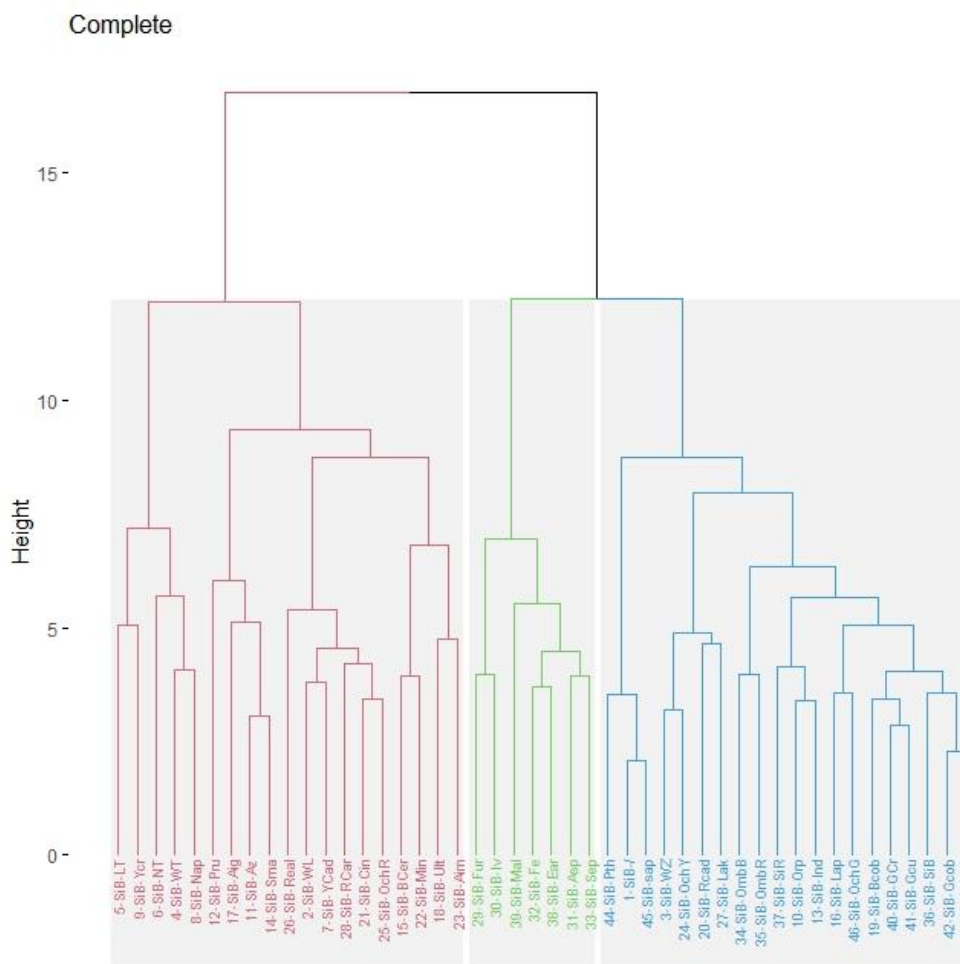
Sap, Φθαλικό και το μονό και σε αυτά ακραίος ο πράσινος Μαλαχίτης και τα μαύρα Φούρνου και Inogy. Η δεύτερη ομάδα χωρίζεται σε δύο μεγάλες υποομάδες τα χρώματα. Η μία (με πράσινο χρώμα) ξεχωρίζει τα λευκό Τιτανίου με κίτρινα Νάπολης και Νικελίου Τιτανίου, αλλά και τα κίτρινο Χρωμίου με Lead Tin και περιλαμβάνει τα κόκκινη Ωχρα με κόκκινα Κιννάβαρι, Καρμίνη, τα κίτρινο Καδμίου με λευκό Μολύβδου και αυτά με τα κόκκινο Μίνιο και μπλε Cerulean και σε όλα ακραίο το κόκκινο Realgar. Η τελευταία υποομάδα (με μπλε χρώμα) αφορά στα μπλε Κοβαλτίου, Λαζούρι, χρυσή Ωχρα, Όμπρα Ψημένη και με πράσινα Viridian, Κοβαλτίου, Χαλκού, Χρωμίου και Σιένα Ψημένη και αυτά με Σιένα Ωμή, μπλε Ινδικό και κίτρινο Orpiment και ακραία την Ωμή Όμπρα αλλά και τα κόκκινα Αιματίτη και μπλε Ουλτραμαρίνη. Αυτά ομαδοποιούνται με τα κίτρινη Ωχρα, λευκό Ψευδαργύρου, κόκκινο Καδμίου και Λάκα και σε όλη την υποομάδα ξεχωρίζουν τα μπλε Σμάλτο, Αζουρίτης, Αιγυπτιακό και Πρωσίας.



ΦΩΤΟ 3. 190: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Σιένα Ψημένη

Στην μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.191) έχουμε τη μία ομάδα να περιλαμβάνει (με κόκκινο χρώμα) τα κόκκινα Αιματίτη και Μίνιο με μπλε Ουλτραμαρίνη και Cerulean, αλλά και τα κόκκινη Ώγρα με κίτρινο Καδμίου, λευκό Μολύβδου και τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καρμίνα, και ακραίο το Realgar και σε όλα τα παραπάνω τα μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό, Αζουρίτη και Πρωσίας, ενώ μικρή ομαδοποίηση παρουσιάζουν τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου, Χρωμίου, Lead Tin και λευκό Τιτανίου. Η δεύτερη ομάδα, χωρίζεται σε δύο υποομάδες με τη μία να περιλαμβάνει (με πράσινο χρώμα) τα μαύρα, καφέ, πράσινο Γης και Μαλαχίτη. Η δεύτερη υποομάδα (με μπλε χρώμα) αφορά στα πράσινα Κοβαλτίου, Viridian, Χαλκού, Χρωμίου και Σιένα Ψημένη, με τα χρυσή Ώγρα και μπλε Λαζούρι και αυτά με τα μπλε Ινδικό, κίτρινο Ogriment και Σιένα Ωμή,

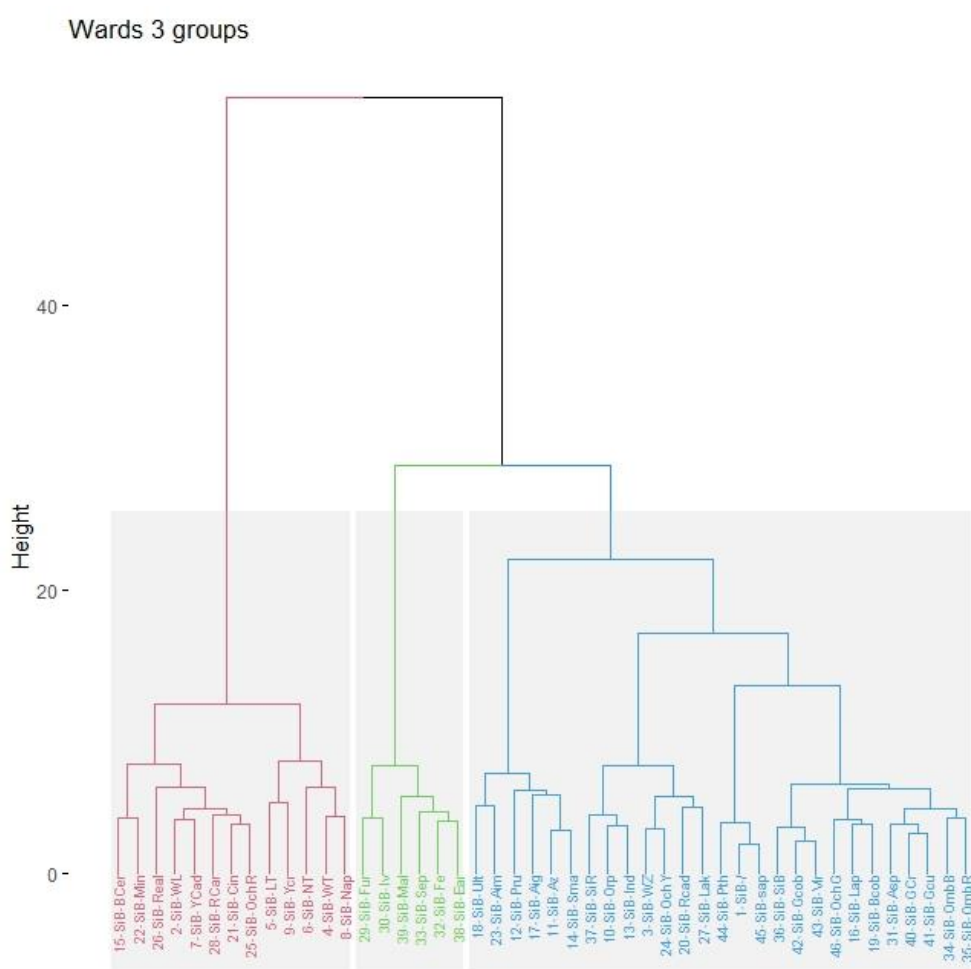
και αυτά με τις δύο όμπρες. Στη συνέχεια τα κόκκινα Λάκα, Καδμίου, κίτρινη Ώχρα και λευκό Ψευδαργύρου και τέλος το μονό με το πράσινο Sap και ακραίο το Φθαλικό.



ΦΩΤΟ 3. 191: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Σιένα Ψημένη

Στην τελευταία μέθοδο την Ward (ΦΩΤΟ 3.192), η μία ομάδα που ξεχωρίζει (με κόκκινο χρώμα), είναι αυτή με τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου, Χρωμίου και Lead Tin με λευκό Τιτανίου και αυτά με κόκκινη Ώχρα, κόκκινα Κιννάβαρι, Καρμίνια, κίτρινο Καδμίου, λευκό Μολύβδου και ακραία το Realgar αλλά και τα Μίνιο και μπλε Cerulean. Η δεύτερη ομάδα, χωρίζεται σε δύο υποομάδες εν των οποίων η μία (με πράσινο χρώμα) με τα μαύρα, καφέ και

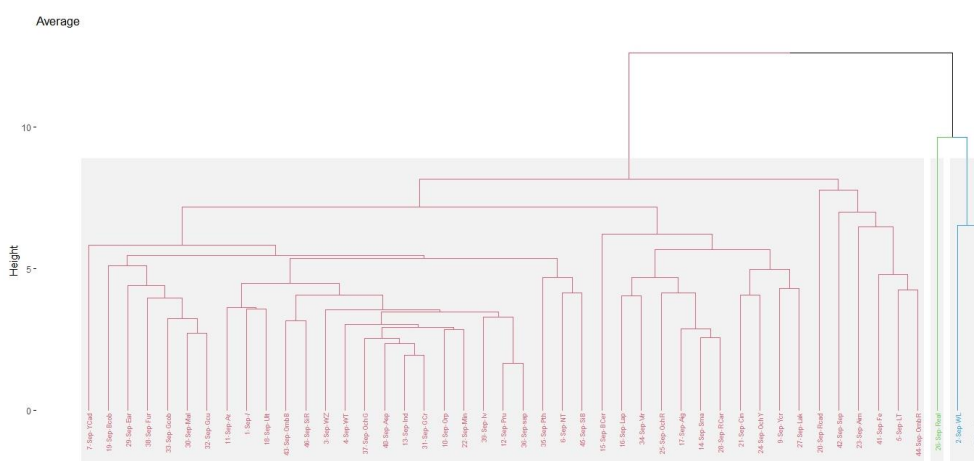
πράσινο Μαλαχίτη και η δεύτερη (με μπλε χρώμα), πάλι σε δύο μικρότερες ομάδες με τη μία να περιλαμβάνει τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Πρωσίας, Αιγυπτιακό, Αζουρίτη, Σμάλτο με κόκκινο Αιματίτη. Τέλος ομαδοποιούνται τα όμπρες, πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, μαύρο Ασφάλτου και τα μπλε Κοβαλτίου, Λαζούρι και χρυσή Ωγρα, με τα πράσινα Viridian, Κοβαλτίου και Σιένα Ψημένη και ακραία τα πράσινα Φθαλικό και Sap με το μονό και όλα αυτά με τα κόκκινα Λάκα, Καδμίου, κίτρινη Ωγρα, λευκό Ψευδαργύρου, μπλε Ινδικό, κίτρινο Orpiment και Σιένα Ωμή



ΦΩΤΟ 3. 192: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη την Σιένα Ψημένη

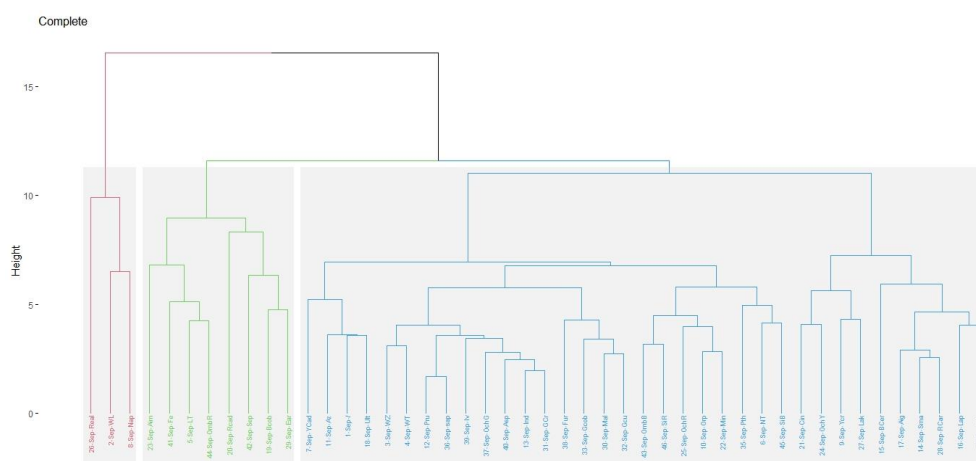
Καφέ Σέπια:

Αυτά που ξεχωρίζουν ως ακραίες τιμές στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.193), είναι (με μπλε χρώμα), το κόκκινο αρσενικού και τα κίτρινο Νάπολης μαζί (με κόκκινο χρώμα) με το λευκό Μολύβδου. Τα υπόλοιπα ομαδοποιούνται (με κόκκινο χρώμα) σε δύο υποομάδες. Η μία η μικρότερη, περιλαμβάνει τα Όμπρα Ωμή και κίτρινο Μολύβδου και σε αυτά σαν ακραίες τιμές εμφανίζονται τα καφέ Σιδήρου, στη συνέχεια ο κόκκινος Αιματίτης μετά η Σέπια και σε αυτά το κόκκινο Καδμίου. Η δεύτερη υποομάδα, παρουσιάζει δύο μικρότερες ομαδοποιήσεις, η μία με τα κόκκινα Λάκα και Κιννάβαρι, μαζί με κίτρινη Ώχρα και κίτρινο Χρωμίου και αυτά μαζί με τα κόκκινη Καρμίνη, μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό, Λαζούρι, πράσινο Viridian και κόκκινη Ώχρα, έχουν ακραία τιμή το μπλε Cerulean. Στην τελευταία ομαδοποίηση παρουσιάζεται ακραίο το κίτρινο Καδμίου και περιλαμβάνει δύο πάλι υποομάδες. Η μία με τα πράσινα Μαλαχίτη και Χαλκού παρουσιάζει συνεχείς ακραίες τιμές το μαύρο Φούρνου, πράσινο Γης, μπλε Κοβαλτίου. Στην άλλη ξεχωρίζουν τα Σιένα Ψημένη με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και ακραίο το πράσινο Φθαλικό και περιλαμβάνει τα πράσινο Sap, Χαλκού, μπλε Πρωσίας, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη και Αζουρίτη, μαύρο Ivory και Ασφάλτου, κόκκινο Μίνιο, κίτρινο Ochriment, χρυσή Ώχρα, λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου, Σιένα Ωμή, Όμπρα Ψημένη και το μονό



ΦΩΤΟ 3. 193: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη το καφέ Σέπια

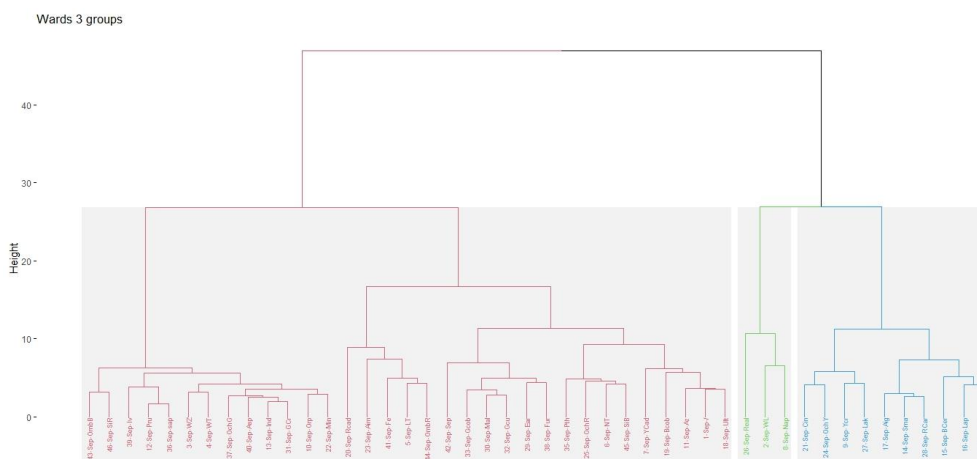
Στη μέθοδο Complete (ΦΩΤΟ 3.194) ομαδοποιούνται και πάλι (με κόκκινο χρώμα) το κόκκινο αρσενικού ως ακραία τιμή στα κίτρινο Νάπολης και λευκό Μολύβδου. Η επόμενη ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες τα χρώματα, με τη μία μικρότερη να περιλαμβάνει (με πράσινο χρώμα) τα πράσινο Γης, μπλε Κοβαλτίου με ακραία τη Σέπια και το αυτό για το κόκκινο Καδμίου και αυτά μαζί με Όμπρα Ωμή με κίτρινο Lead Tin με ακραία το καφέ Σιδήρου και μετά τον κόκκινο Αιματίτη. Η τελευταία υποομάδα (με μπλε χρώμα) χωρίζεται σε δύο ομαδοποιήσεις, η μία με το πράσινο Viridian, με κόκκινη Καρμίνη και τα μπλε Λαζούρι, Σμάλτο, Αιγυπτιακό και ακραίο το Cerulean. Η άλλη ξεχωρίζει τα μπλε Ουλτραμαρίνη και Αζουρίτη, το μονό και ακραίο το κίτρινο Καδμίου. αυτά τα ενώνει με δύο μικρότερες ομαδοποιήσεις. Η μία με τα Σιένα Ψημένη με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, πράσινο Φθαλικό και αυτά με κόκκινο Μίνιο, κίτρινο Ogriment, κόκκινη Ώχρα, Σιένα Ωμή και Όμπρα Ψημένη. Τέλος παρουσιάζεται το πράσινο Χαλκού με μπλε Ινδικό, μαύρο Ασφάλτου και Ivory, χρυσή Ώχρα, πράσινο Sap και μπλε Πρωσίας με τα λευκά Ψευδαργύρου και Τιτανίου και όλα αυτά με τα πράσινο Χαλκού, Μαλαχίτη και Κοβαλτίου αι μαύρο Φούρνου.



ΦΩΤΟ 3. 194: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη το καφέ Σέπια

Στην τελευταία μέθοδο την Ward (ΦΩΤΟ 3.195), έχουμε δύο ομάδες με δύο υποομάδες αρχικά η καθεμία. Η πρώτη περιλαμβάνει (με πράσινο χρώμα) τα κίτρινο Νάπολης με λευκό Μολύβδου και κόκκινο Realgar. Αυτά με δεύτερη

υποομάδα (με μπλε χρώμα) τα κόκκινα Λάκα και Κιννάβαρι κίτρινο Χρωμίου και κίτρινη Ώχρα και αυτά με τα κόκκινη Καρμίνια, μπλε Σμάλτο και Αιγυπτιακό αλλά και τα πράσινο Viridian, μπλε Λαζούρι και Cerulean. Η δεύτερη ομάδα (με κόκκινο χρώμα), περιλαμβάνει την υποομάδα με τα κόκκινο Μίνιο, κίτρινο Ogriment, πράσινο Χρωμίου, μπλε Ινδικό, μαύρο Ασφάλτου και χρυσή Ώχρα με τα λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου και αυτά με τα πράσινο Sap, μπλε Πρωσίας, μαύρο Ivoxy και όλα τα παραπάνω με τα Όμπρα Ψημένη και Σιένα Ωμή. η τελευταία υποομάδα ξεχωρίζει τα Όμπρα Ωμή, κίτρινο Lead Tin, καφέ Σιδήρου, κόκκινος Αιματίτης και Καδμίου και ομαδοποιεί τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Αζουρίτη, Κοβαλτίου, με το μονό, το κίτρινο Καδμίου αλλά και τα Σιένα Ψημένη με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, κόκκινη Ώχρα και πράσινο Φθαλικό και όλα αυτά με τα μαύρο Φούρνου, πράσινο Γης, Χαλκού, Μαλαχίτη, Κοβαλτίου και καφέ Σέπια.

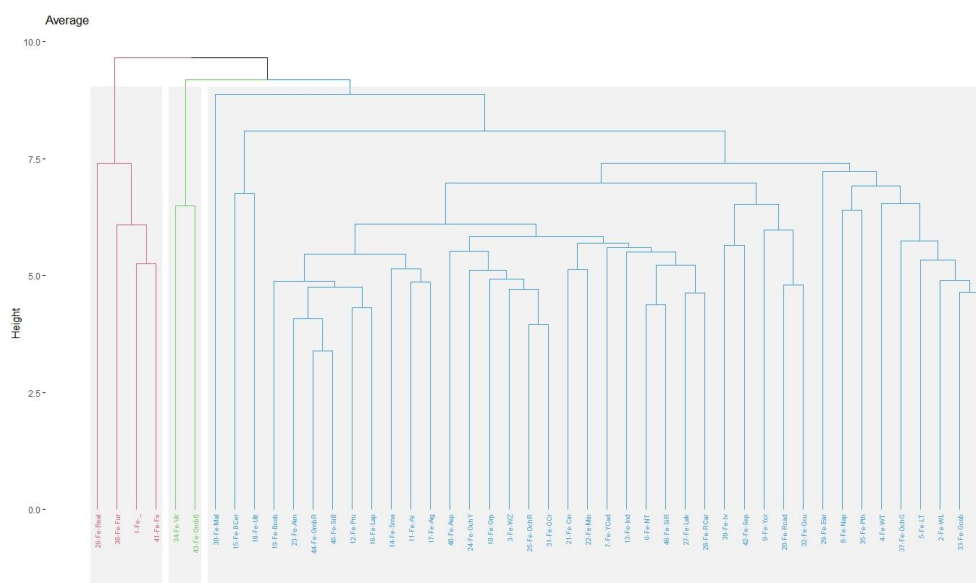


ΦΩΤΟ 3. 195: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη το καφέ Σέπια

Καφέ Σιδήρου:

Ιδιαίτερες υποκείμενες αποχρώσεις αποτελούν (με κόκκινο χρώμα) το καφέ Σιδήρου, το μαύρο Φούρνου και το κόκκινο Realgar, μαζί με το μονό στρώμα στη μέθοδο Average (ΦΩΤΟ 3.196) για το γκρουπ με το καφέ Σιδήρου ως υπερκείμενο χρώμα.. Επίσης (με πράσινο χρώμα) η Όμπρα Ψημένη με το πράσινο Viridian ομαδοποιούνται. Στα υπόλοιπα χρώματα (με μπλε χρώμα)

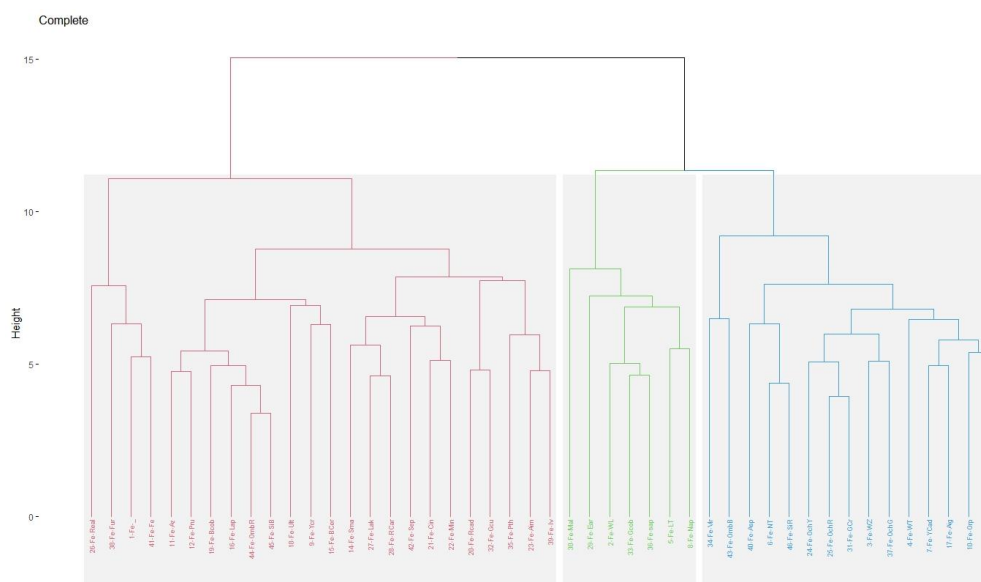
ξεχωρίζει ο πράσινος Μαλαχίτης, ενώ από τα υπόλοιπα διαφοροποιούνται τα μπλε Cerulean και Ultramarine. Τα υπόλοιπα χρώματα ομαδοποιούνται σε δύο μεγάλες ομάδες με πολλές ωστόσο ακραίες τιμές. Η μία περιλαμβάνει τα πράσινα Sap με Κοβαλτίου, με το λευκό Μολύβδου και αυτά με το κίτρινο Lead Tin, τη χρυσή Ώχρα, το λευκό Τιτανίου, πράσινο Φθαλικό και κίτρινο Νάπολης με ακραίο το πράσινο Γης. Στη συνέχεια ξεχωρίζουν και πάλι τα πράσινο Χαλκού, κόκκινο Καδμίου, κίτρινο Χρωμίου και καφέ Σέπια με μαύρο Ivory. Άλλη μια ομαδοποίηση προκύπτει για τα μπλε Κοβαλτίου με κόκκινο Αιματίτη, Όμπρα Ωμή και Σιένα Ψημένη, μαζί με μπλε Πρωσίας και Λαζούρι και αυτά με μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο και Αζουρίτη. Τέλος ομαδοποιούνται τα κόκκινη Καρμίνια, Λάκα, Σιένα Ωμή, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, μπλε Ινδικό, κίτρινο Καδμίου και κόκκινα Μίνιο με Κιννάβαρι και αυτά με πράσινο Χρωμίου, κόκκινη Ώχρα, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Orpiment, κίτρινη Ώχρα και μαύρο Ασφάλτου.



ΦΩΤΟ 3. 196: η μέθοδος Average linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη το καφέ Σιδήρου

Η Complete Linkage (ΦΩΤΟ 3.197) εν συνεχεία χωρίζει τα χρώματα σε δύο μεγάλες ομάδες με αρχικά δύο υποομάδες η καθεμία. Τη μία αποτελούν (με κόκκινο χρώμα) με ακραίο το κόκκινο Realgar, τα μαύρο Φούρνου, καφέ Σιδήρου και το μονό. Η δεύτερη υποομάδα περιλαμβάνει τα Σιένα Ψημένη,

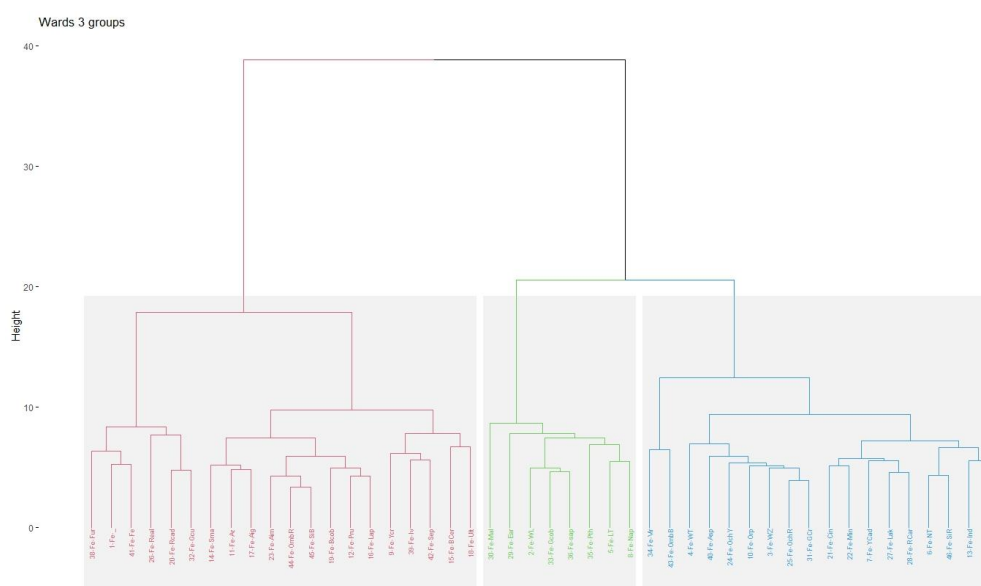
Όμπρα Ωμή, μπλε Λαζούρι, Κοβαλτίου, Πρωσίας και Αζουρίτη, με μπλε Ουλτραμαρίνη, Cerulean και κίτρινο Χρωμίου και όλα αυτά με τα κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, καφέ Σέπια και τα κόκκινα Λάκα και Καρμίνια με μπλε Σμάλτο, μαζί με τα μαύρο Ivory, κόκκινο Αιματίτη, πράσινα Φθαλικό και Χαλκού και κόκκινο Καδμίου. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα, ξεχωρίζει (με πράσινο χρώμα) τα κίτρινα Νάπολης, Lead Tin, πράσινο Sap, Κοβαλτίου, λευκό Μολύβδου και αυτά με πράσινο Γης και ακραία τιμή ο Μαλαχίτης. Ομαδοποιεί στη συνέχεια (με μπλε χρώμα) με ακραία τα πράσινο Viridian και Όμπρα Ψημένη, τα μπλε Ινδικό, Αιγυπτιακό με κίτρινα Ogriment, Καδμίου και το λευκό Τιτανίου, αλλά και ώχρες με πράσινο Χρωμίου και λευκό Ψευδαργύρου, μαζί με τα Σιένα Ωμή, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και μαύρο Ασφάλτου.



ΦΩΤΟ 3. 197: η μέθοδος Complete linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη το καφέ Σιδήρου

Η μέθοδος Ward (ΦΩΤΟ 3. 198) χωρίζει (με κόκκινο χρώμα) τα μαύρο Φούρνου με το μονό και το καφέ Σιδήρου, μαζί και με πράσινο Χαλκού και κόκκινα Καδμίου και Realgar και αυτά με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Cerulean, καφέ Σέπια, μαύρο Ivory, κίτρινο Χρωμίου, αλλά και τα μπλε Λαζούρι, Πρωσικό, Κοβαλτίου, Σιένα Ψημένη, Όμπρα Ωμή και κόκκινο Αιματίτη και τα μπλε Αιγυπτιακό, Αζουρίτη και Σμάλτο. Η δεύτερη μεγάλη ομάδα χωρίζει σε μία υποομάδα (με πράσινο χρώμα), τα κίτρινα Νάπολης, Lead Tin, πράσινο

Φθαλικό, Sap και Κοβαλτίου και λευκό Μολύβδου και ακραία το πράσινο Γης και τον πράσινο Μαλαχίτη. Η τελευταία υποομάδα (με μπλε χρώμα), με ακραίες τιμές τα πράσινο Viridian και Ψημένη Όμπρα, αφορά στα πράσινο Χρωμίου, Ώχρα κόκκινη και κίτρινη, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Ogriment, μαύρο Ασφάλτου και λευκό Τιτανίου και αυτά με τα χρυσή Ώχρα, μπλε Ινδικό, Σιένα Ωμή, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και κόκκινη Καρμίνη, Λάκα, Μίνιο και Κιννάβαρι και κίτρινο Καδμίου.



ΦΩΤΟ 3. 198: η μέθοδος Ward linkage για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενη το καφέ Σιδήρου

3.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Τα 2070 φάσματα που προέκυψαν μέσα από τις μετρήσεις των δειγμάτων που παρασκευάστησαν, κρίθηκε αναγκαίο εν συνεχεία να υπάρξει κάποιος τρόπος, αυτά τα δεδομένα να διοχετευτούν στην επιστημονική κοινότητα για απλή και άμεση χρήση τους. Δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό ένα πρόγραμμα πρόβλεψης των χρωματικών στρωμάτων, το οποίο διασταυρώνει μετρήσεις που εισάγει ο χρήστης στα διάφορα μήκη κύματος, με τις μετρήσεις των φασμάτων

της μελέτης της παρούσας διατριβής, με απόκλιση $\pm 3\%$ (που αφορά στο σφάλμα της κάμερας, όπως προαναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 2.4). Εμφανίζονται στη συνέχεια υπό μορφή πίνακα οι αντίστοιχοι συνδυασμοί άνω και κάτω χρωστικής (με την προετοιμασία για την περίπτωση της μονής χρωστικής), οι οποίοι αφορούν στα υποκείμενο και υπερκείμενο χρώμα.

Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε ως διαδικτυακή εφαρμογή συνειδητά, εξαιτίας σειράς πλεονεκτημάτων που παρουσιάζονται, ήτοι δεν χρειάζεται κάποια εγκατάσταση εξειδικευμένου λογισμικού στον υπολογιστή του χρήστη, εκτός του περιηγητή ιστού (πχ. Mozilla Firefox, Google Chrome κλπ) και φυσικά πρόσβαση στο διαδίκτυο. Ταυτόχρονα υπάρχει άμεση πρόσβαση από όλη την επιστημονική κοινότητα παγκόσμια, με άμεση ενημέρωση οποιασδήποτε παλαιότερης έκδοσης από αλλαγές και προσθήκες της εφαρμογής. Επιπλέον οι απαιτούμενοι υπολογιστικοί πόροι από πλευράς χρήστη (client) είναι μηδενικοί, αφού ο κύριος φόρτος εργασίας πραγματοποιείται από τον υπολογιστή με τον ρόλο του διακομιστή-εξυπηρετητή (server) στον οποίο υπάρχει πλήρης έλεγχος. Τέλος η ευκολία χρήσης και προσβασιμότητας, αλλά και η αμεσότητα βοηθά την εφαρμογή να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο συνεργασιών και ερευνών στο πλαίσιο της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας ιδίων ερευνητικών ενδιαφερόντων (Darie et al 2006).

Με κριτήριο τον κύριο σκοπό λειτουργίας της, η εφαρμογή διαιρείται σε έναν αριθμό βασικών, διακριτών και αυτόνομων υποενότητων. Τη διαχείριση χρηστών, την ελεγχόμενη πρόσβαση, την καταχώρηση των δεδομένων του κάθε χρήστη, τον έλεγχο και την επεξεργασία των δεδομένων του, καθώς και την εύρεση και απεικόνιση των επιθυμητών πληροφοριών από τη βάση δεδομένων. Κάθε μία από τις υποενότητες αυτές, αποτελεί στην ουσία ένα υποσύστημα αποκλειστικά υπεύθυνο για την επιτέλεση της εκάστοτε δικής του λειτουργίας και δυνητικά εξολοκλήρου αυτόνομο αν εξαιρέσουμε κάποιες κοινές βασικές λειτουργίες για τις οποίες χρησιμοποιούμε τα ίδια κομμάτια κώδικα. Δεν θα είχε κανένα πλεονέκτημα το ίδιο κομμάτι κώδικα για κάποια βασική λειτουργία (όπως π.χ. την σύνδεση με την βάση δεδομένων -που γίνεται από τον κώδικα στο αρχείο *maria_config.php*) να υπάρχει σε πολλαπλά σημεία. Αντιθέτως θα

μεγάλωνε το μέγεθος του κώδικα (συνεπώς και τις απαιτήσεις σε αποθηκευτικό χώρο) καθώς και την πολυπλοκότητά του. Επιπλέον όποτε χρειαζόταν μια αλλαγή (π.χ. του κωδικού πρόσβασης στην βάση δεδομένων -κάτι που γίνεται κατά διαστήματα για λόγους ασφαλείας) θα έπρεπε να πραγματοποιηθεί η ίδια ενέργεια σε πολλαπλά σημεία (αυξάνοντας έτσι τον απαιτούμενο χρόνο και την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους). Ο κώδικας υπάρχει στο παράρτημα (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI) στο τέλος της διατριβής.

Διαχείριση χρηστών: Στο παρόν υποσύστημα δεν έχουν όλοι οι χρήστες τις ίδιες δυνατότητες και δικαιώματα. Για το λόγο αυτό, πέρα από κάποιες κοινές βασικές λειτουργίες, όπως είναι η είσοδος στην εφαρμογή, απαιτείτε η δημιουργία και διαχείριση ενός συστήματος «λογαριασμός χρηστών», ούτως ώστε να μπορεί η εφαρμογή να παρέχει μια εξατομικευμένη και προσωποποιημένη εμπειρία στον κάθε χρήστη. Με κριτήριο τα δικαιώματα χρήσης, διακρίνονται δύο επίπεδα χρηστών: τον «υπερχρήστη» (superuser) που έχει τον ρόλο του διαχειριστή της εφαρμογής και τους απλούς χρήστες. Ακόμα και μεταξύ των απλών χρηστών όμως μπορεί να υπάρχουν ορισμένα διαφορετικά δικαιώματα, όπως π.χ. στον αριθμό αναζητήσεων/χρήσεων. Φυσικά ο διαχειριστής, είναι ο χρήστης με όλα τα δικαιώματα και τις δυνατότητες, οπότε και έχει άπειρο αριθμό αναζητήσεων/χρήσεων. Ο διαχειριστής κατέχει επίσης την αποκλειστική πρόσβαση στο υποσύστημα διαχείρισης χρηστών (ΦΩΤΟ 3.199). Μόνο αυτός έχει το δικαίωμα χρήσης του, ενώ μέσω αυτού, αποφασίζει για την δημιουργία, επεξεργασία και διαγραφή λογαριασμών απλών χρηστών, καθώς και των επιμέρους πληροφοριών αυτών, όπως «email» (διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου), «κωδικό πρόσβασης» (password) και επιτρεπόμενο αριθμό αναζητήσεων/χρήσεων. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται ο έλεγχος προέλευσης του κάθε χρήστη, και η χρήση και συμπεριφορά του στην εφαρμογή.

Διαχείριση Χρηστών
Πρόβλεψη Χρωματικών Στρωμάτων Προσθήκη Χρήστη
Επεξεργασία Χρήστη Επιτυχής

A/A	Όνομα	Επώνυμο	Email	Αναζητήσεις	Ασπυργίες
1	Mary	Bra	maria.brattisi@yahoo.com	6	

ΦΩΤΟ 3. 199: η σελίδα του διαχειριστή, που έχει τον έλεγχο της δημιουργίας καινούργιου χρήστη, τον ορισμό του κωδικού και τη δυνατότητα αλλαγής του αριθμού των αναζητήσεων

Ελεγχόμενη Πρόσβαση: Αφορά στο υποσύστημα που επιτρέπει τον καθορισμό των ατόμων που θα έχουν πρόσβαση στα υπόλοιπα κομμάτια/υποσυστήματα της εφαρμογής. Ο έλεγχος αυτός, προαπαιτεί τη σύνδεση του εκάστοτε χρήστη, χρησιμοποιώντας έναν «λογαριασμό χρήστη», όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.200 που ακολουθεί. Προϋποθέτει την χρήση ενός έγκυρου «email» (διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) και «κωδικού πρόσβασης» (password), ζεύγος στοιχείων που ο κάθε εξουσιοδοτημένος χρήστης προπαραλαμβάνει από τον διαχειριστή της εφαρμογής (που είναι και ο υπεύθυνος για την καταχώρισή τους στην εφαρμογή). Επιπλέον χαρακτηριστικά ασφαλείας αυτού του υποσυστήματος, αποτελούν ο «κωδικός ασφαλείας» για την αποτροπή εισόδου σε αυτοματοποιημένα προγράμματα (scripts/bots), η αποθήκευση μόνο κρυπτογραφημένων κωδικών και η ανακατεύθυνση ενεργειών απευθείας προσπέλασης άλλων υποσυστημάτων από μη συνδεδεμένους στην εφαρμογή χρήστες (Snyder et al 2010).

 **Φασματική Εύρεση Χρωμάτων**

Email:

Κωδικός:

 Κωδικός Ασφάλειας:

4nVes

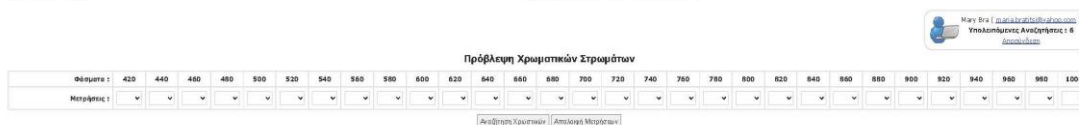
Ταυτοποίηση

ΦΩΤΟ 3. 200: Η περιοχή ελεγχόμενης πρόσβασης στην πλατφόρμα. Περιλαμβάνει το Email, τον κωδικό και τον κωδικό ασφαλείας

Καταχώρηση Δεδομένων Χρήστη: Το κομμάτι αυτό της εφαρμογής είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση της «φόρμας αναζήτησης», υπό μορφή πίνακα με τις τιμές των φασμάτων στην πρώτη γραμμή και «αναδιπλωμένα πεδία επιλογής» (select boxes) με τις επιτρεπόμενες τιμές/μετρήσεις (από 0 έως 255) για το εκάστοτε φάσμα στην δεύτερη γραμμή (ΦΩΤΟ 3.201). Με τη χρήση των πεδίων αυτών, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τις επιθυμητές του τιμές. Στη συνέχεια με την επιλογή «Αναζήτηση Χρωστικών» πραγματοποιείτε από την εφαρμογή η αναζήτηση και εύρεση αποτελεσμάτων στη βάση δεδομένων, ενώ με την επιλογή «Απαλοιφή Μετρήσεων» διαγράφονται οι τιμές/μετρήσεις που έχει εισάγει μέχρι εκείνη την ώρα ο χρήστης για διευκόλυνση εισαγωγής νέων δεδομένων.

12/8/23, 5:21 μ.μ.

Πρόβλεψη Χρωματικών Στρωμάτων



ΦΩΤΟ 3. 201: κάθε κενό κουτάκι αποτελεί αναδιπλούμενο πεδίο επιλογής των τιμών 0-255 του εκάστοτε φάσματος που φαίνεται στην πρώτη γραμμή. Μετά την εισαγωγή των τιμών, υπάρχουν οι επιλογές “Αναζήτηση Χρωστικών” και “Απαλοιφή Μετρήσεων”. Στο δεξί πάνω άκρο το εικονίδιο του χρήστη με το χαρακτηριστικό μπλε χρώμα, το όνομα, το Email και ο αριθμός υπολοίπων αναζητήσεων

Επιπλέον λειτουργίες αφορούν, στην απεικόνιση πλαισίου στο πάνω δεξιά μέρος της εφαρμογής με πληροφορίες χρήστη (όνομα, επώνυμο, διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, αριθμό υπολειπόμενων αναζητήσεων και εικονίδιο που δηλώνει το επίπεδο χρήστη (πορτοκαλί για τον διαχειριστή και μπλε για τον απλό χρήστη) και δυνατότητες όπως η «αποσύνδεση χρήστη» και η «διαχείριση χρηστών» (επιλογή διαθέσιμη μόνο για τον λογαριασμό του διαχειριστή), καθώς και εμφάνισης μηνυμάτων πληροφοριών/λάθους. Μηνύματα λάθους συμπεριλαμβάνουν την μη καταχώριση του ελαχίστου αριθμού φασματικών τιμών/μετρήσεων όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.202 (ο οποίος είναι ορισμένος στις ελάχιστες πέντε, χωρίς να απαιτείται καταχώριση τιμών σε συνεχόμενα μήκη κύματος. Ο αριθμός αυτός βέβαια μπορεί πολύ εύκολα να αλλάξει), ή την εξάντληση του αριθμού των υπολειπόμενων αναζητήσεων/χρήσεων (αριθμός

που καθορίζεται για τον κάθε χρήστη από τον διαχειριστή). Μηνύματα πληροφοριών ταυτόχρονα, συμπεριλαμβάνουν την ειδοποίηση των υπολειπόμενων αναζητήσεων του χρήστη, ή ότι δεν βρέθηκαν αποτελέσματα για τις τιμές/μετρήσεις που εισήγαγε. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η λειτουργία διατήρησης των καταχωρημένων τιμών/μετρήσεων μετά από απόπειρα καταχώρησης/αναζήτησης.



ΦΩΤΟ 3. 202: εμφανίζεται το μήνυμα λάθους που αφορά στην εισαγωγή μικρότερου αριθμού δεδομένων προς αναζήτηση.

Έλεγχος και Επεξεργασία Δεδομένων Χρήστη: Ευθύνη αυτού του υποσυστήματος είναι ο έλεγχος και η προετοιμασία όλων των προαπαιτούμενων διαδικασιών πριν την αναζήτηση στην βάση δεδομένων.

Αρχικά ελέγχονται οι απαιτούμενες παράμετροι της εφαρμογής και του λογαριασμού χρήστη (π.χ. υπολειπόμενος αριθμός αναζητήσεων/χρήσεων-εφόσον πρόκειται για απλό χρήστη) και έπειτα ελέγχονται οι καταχωρημένες από τον χρήστη τιμές/μετρήσεις ως προς το πλήθος (λόγω του ελάχιστου επιτρεπόμενου αριθμού καταχωρημένων φασματικών μετρήσεων, οι οποίες είναι 5) και ως προς τις τιμές (να είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων, από 0 έως 255). Η υλοποίηση αυτών των ελέγχων δίνει τη δυνατότητα στον διαχειριστή να ορίσει εξατομικευμένες παραμέτρους (όπως τον αριθμό των αναζητήσεων/χρήσεων) ανάλογα την έρευνα που ο κάθε χρήστης εκτελεί, τη σημαντικότητα της και τη διάθεση για συνεργασία.

Σε περίπτωση οποιουδήποτε σφάλματος ο χρήστης επιστρέφει στην προηγούμενη υποενότητα με το αντίστοιχο μήνυμα λάθους. Σε διαφορετική περίπτωση οι καταχωρημένες φασματικές μετρήσεις ενσωματώνονται ως κριτήρια αναζήτησης σε ένα ερώτημα που δημιουργείται, για να υποβληθεί στη βάση δεδομένων, με σκοπό την εύρεση των επιθυμητών πληροφοριών.

29/8/23, 11:07 μ.μ.

Πρόβλεψη Χρωματικών Στρωμάτων

Αποθήκευση

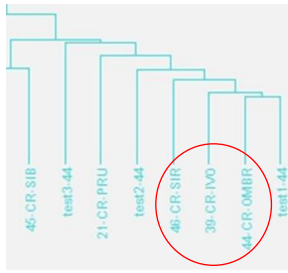
Φάσμα :		420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	
Περίοδοι :																	85	84	79	76	76	82										
Εύρος Στρωμάτων		Από κάτω Μπλε/Μαύρο																														
SELECT * FROM spectra WHERE (S20=82.45 and S70=47.51 AND S740=81.48 and S740<=85.52 AND S760=76.63 and S760<=81.37 AND S760<=73.72 and S760<=78.28 AND S800=79.54 and S800<=84.46 ORDER BY under_layer ASC, upper_layer ASC	Πάνω χρωστική	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	
μικ. σπειρώμα	έπιπλα rickel	22	32	28	28	55	59	56	57	46	38	31	27	26	34	42	79	83	82	77	78	81	93	105	124	148	161	165	166	162	168	162
έπιπλα rickel	Star																															

ΦΩΤΟ 3. 205: με τις τιμές 85 για τα 720 nm, 84 για 740 nm, 79 για τα 760 nm, 76 για τα 780 nm και 82 για τα 800 nm, που αντιστοιχούν στο 15test1, προέκυψε η επιλογή, η πάνω χρωστική μπλε Αιγυπτιακό και κάτω χρωστική κίτρινο Νικελίου Τιτανίου που αφορά στο αντίστοιχο μετρηθέν.

Ένα ακόμα παράδειγμα φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.206, όπου παραθέτοντας τις τιμές 13 για τα 520nm, 167 για το 660nm, 169 για τα 720nm, 161 για τα 880nm και 159 για τα 900nm, που αντιστοιχούν στο test1-44, προκύπτουν δύο επιλογές, το κόκκινο Σιδήρου ως υπερκείμενο χρώμα και η Όμπρα Ωμή ως υποκείμενο, αλλά και το κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα και Σιένα Ωμή ως υποκείμενο, τα οποία όπως φαίνεται στη ΦΩΤΟ 3.207 που αποτελεί λεπτομέρεια της ΦΩΤΟ ανήκουν στην ίδια ομάδα. Παραθέτοντας περισσότερες τιμές στην πλατφόρμα, απομένει μόνο η επιλογή που αφορά στο κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα και Όμπρα Ωμή ως υποκείμενο, που είναι το αντίστοιχο μετρηθέν του test1-44

Φάσμα :		420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	
Περίοδοι :							13						167			169									161		159					
Εύρος Στρωμάτων		Όμπρα Ωμή/Κόκκινο																														
SELECT * FROM spectra WHERE (S20=12.61 and S70=13.28 AND S660=161.99 and S660<=172.01 AND S720=163.93 and S720<=174.07 AND S880=156.17 and S880<=165.83 AND S900=154.23 and S900<=163.77 ORDER BY under_layer ASC, upper_layer ASC	Πάνω χρωστική	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	
έπιπλα καδμίου	Όμπρα ωμή	13	12	12	12	13	13	13	16	19	44	123	157	165	161	176	164	169	169	160	160	165	164	169	159	160	160	163	159	159	166	
έπιπλα καδμίου	όμπρα ωμή	12	12	12	13	13	13	13	16	17	40	121	150	162	166	176	170	167	176	173	173	172	166	168	163	161	167	166	161	166	162	

ΦΩΤΟ 3. 206: με τις τιμές 13 για τα 520nm, 167 για το 660nm, 169 για τα 720nm, 161 για τα 880nm και 159 για τα 900nm, που αντιστοιχούν στο test1-44, προέκυψαν δύο επιλογές, η πάνω χρωστική κόκκινο Καδμίου και κάτω χρωστική Όμπρα Ωμή, αλλά και η πάνω χρωστική κόκκινο Καδμίου και κάτω χρωστική Σιένα Ωμή.



ΦΩΤΟ 3. 207: λεπτομέρεια της ΦΩΤΟ 3.15, που αντιστοιχεί στη μέθοδο *Average linkage* για το γκρουπ με κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο και τα τρία τεστ που δημιουργήθηκαν για το 44 με Όμπρα Ωμή ως υποκείμενο και κόκκινο Καδμίου ως υπερκείμενο χρώμα

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι επιζωγραφήσεις των ζωγραφικών έργων και δη των φορητών εικόνων, είναι ένα πεδίο έρευνας που ξεκίνησε να μελετάται τα τελευταία χρόνια, με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας στον τομέα αυτό να είναι ραγδαία. Η παρούσα διατριβή προσέγγισε το συγκεκριμένο θέμα από μία αρχική διάσταση, καθώς πρόκειται για έρευνα που οφείλει να συνεχιστεί.

Μελετήθηκε ο τρόπος που οι υποκείμενες χρωστικές επηρεάζουν τις υπερκείμενες, μέσα από τη μελέτη φασμάτων που προέκυψαν, από πειραματικά δείγματα που παρασκευάστηκαν με αλληπάλληλα χρωματικά στρώματα και αποκτήθηκαν με χρήση πολυφασματικού ανιχνευτή.

Παρατίθεται στο θεωρητικό μέρος (1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ), ιστορική αναδρομή από κατασκευής των φορητών εικόνων, που από τον 4^ο μ.Χ. αιώνα, σύμφωνα με την αναφορά του ιστορικού Ευσέβιου τον Καισαρείας στην Εκκλησιαστική του Ιστορία, καταμαρτυράται η ύπαρξη τους, με παλαιότερες ωστόσο σωζόμενες μέχρι και σήμερα αυτές του 6^{ου} αιώνα, φυλασσόμενες στην Ιερά Μονή Αγίας Αικατερίνης του όρους Σινά. Η περίοδος της εικονομαχίας συντάραξε τη Βυζαντινή Αυτοκρατορία τον 8^ο και 9^ο μ.Χ. αιώνα με τρομακτικό απολογισμό εκτός των άλλων για τις Ιερές Εικόνες. Αποτέλεσε ταυτόχρονα το πέρασμα από την έγκausτο ζωγραφική τέχνη στην τεχνική της αυγοτέμπερας, που με τα βασικά τεχνικά και τεχνοτροπικά χαρακτηριστικά της, αποκρυσταλλώθηκε στη Μεταβυζαντινή περίοδο και μεταλαμπαδεύτηκε μέχρι και σήμερα χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές. Την εξαιρετη τεχνική κατασκευής των φορητών Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών εικόνων, αποτελεί η ζωγραφική με αυγοτέμπερα από χρωστικές και κρόκο αυγού, σε προετοιμασμένο ξύλινο υποστήριγμα, προστατευμένη από διάφανο στρώμα βερνικιού. Σε αυτά τα διαφορετικά υλικά κατασκευής, αναπτύσσονται φθορές στη διάρκεια των ετών, που καταστούν τις εικόνες, σκούρες, δυσανάγνωστες, με απώλειες, ενώ ταυτόχρονα με το πέρασμα των αιώνων και τα διαφορετικά πρότυπα, δέχονται πλήθος συνεχών και εκτεταμένων επεμβάσεων, μέσα σε αυτές και επιζωγραφίσεις, που αποτελούν την πλήρη ή τη μερική κάλυψη της επιφάνειας

με νέο ζωγραφικό στρώμα. Καταγράφηκαν οι λόγοι που οδήγησαν όλα τα χρόνια μέχρι και πρόσφατα στην ανάγκη επιζωγραφίσεων των φορητών εικόνων, μέσα από την παράθεση των φθορών που παρουσιάζουν και τον τρόπο που γίνονται αντιληπτές μέσα από τη συντήρησή τους. Ταυτόχρονα, καταγράφηκαν οι ιδιαιτερότητες στην αποκατάσταση τέτοιων εικόνων, αλλά και οι μέχρι σήμερα προσπάθειες μελέτης επιζωγραφισμένων έργων ζωγραφικής.

Η ανάγκη της μελέτης των επιζωγραφίσεων, οδήγησε στην παρασκευή πειραματικών δειγμάτων, όπου περιγράφησαν αναλυτικά στο πειραματικό μέρος (2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ), οι τεχνικές και τα υλικά κατασκευής τους, οι συνθήκες και η διαδικασία λήψεων, η κανονικοποίηση τους και η μέτρηση του σφάλματος της κάμερας, που τελικά οδήγησαν στη λήψη των δεδομένων των δειγμάτων. Ακολουθήθηκαν τα πρότυπα κατασκευής πειραματικών πινάκων για λήψη με υπέρυθρο ανιχνευτή, όπως αυτά προέκυψαν μέσα από βιβλιογραφική μελέτη, ενώ ταυτόχρονα συμφωνούν με τις παραδοσιακές συνταγές κατασκευής των φορητών εικόνων, που αφορούν στα υλικά και στον τρόπο κατασκευής και στα βασικά χρώματα που αποτέλεσαν την παλέτα των Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών αιογράφων, όπως διερευνήθηκαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Δημιουργήθηκαν συνολικά τριάντα (30) πάνελς, σε ξύλινο υποστήριγμα, με προετοιμασία από μείγμα Gesso di Bologna και κιμωλίας σε κουνελόκολλα, σε αλληπάλληλες στρώσεις, χωρισμένα σε ογδόντα ένα (81) τετράγωνα το καθένα, διαστάσεων 3Χ3εκ, που περιλαμβάνουν από πέντε (5) προσχέδια σε παράλληλες γραμμές, από γραφίτη, κάρβουνο, εγχάρακτο και πινελιές με μαύρο φούρνου και σιένα ωμή. Τα τετράγωνα αυτά καλύφθηκαν με σαράντα πέντε (45) χρωστικές, ίδιας κατ' όγκο συγκέντρωσης με συνδετικό κρόκο αυγού, με πινελιές παράλληλες με τα προσχέδια, δημιουργώντας τα πέντε (5) πάνελ αναφοράς, χωρισμένα σε λευκές και κίτρινες, κόκκινες και ώχρες, μπλε, πράσινες και μαύρες και γαιώδης χρωστικές, με ταυτόχρονη δημιουργία ακόμα εικοσιπέντε (25) ίδιων πάνελ, τα οποία καλύφθηκαν κάθετα με τις ίδιες σαράντα πέντε (45) χρωστικές. Δημιουργήθηκε έτσι ένα πλήθος 2070 μονών

και διπλών χρωστικών, με ακριβώς τις ίδιες αναλογίες υλικών και διαδικασίας παρασκευής, ώστε να είναι συγκρίσιμα όλα μεταξύ τους.

Μέχρι πρόσφατα οι τεχνικές που μπορούσαν να εξετάσουν υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα σε επιζωγραφισμένες εικόνες, ήταν οι περιοχές της υπέρυθρης ακτινοβολίας και των ακτίνων X, αλλά με πολλούς περιορισμούς, στα παχύτερα χρωματικά στρώματα και στις χρωστικές με βάση τον άνθρακα. Περιπτώσεις σύμφωνα με βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, που αφορούν σε μελέτη υποκείμενων στρωμάτων επιζωγραφισμένων έργων, ελάχιστα έχουν παρατηρηθεί και αφορούν σε ελαιογραφίες, ενώ οι διάφοροι ερευνητές ξοδεύουν κόπο και χρόνο να τα μελετήσουν, με τη δημιουργία δύσχρηστων και στατικών μηχανημάτων, κάνοντας αναγκαία τη μεταφορά του έργου, διαδικασία επίφοβη για την ασφάλεια του, με μεγάλα ρίσκα και δυσκολίες, χρονοτριβώντας σε διαδικασίες αδειών και μεταφοράς.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος με την οποία μπορεί ένα έργο να αναλυθεί μέχρι τα βαθύτερα στρώματα του, αφορά σε πολυφασματικούς ανιχνευτές, μηχανήματα εύχρηστα, σε διαστάσεις τέτοιες όσο μια απλή κάμερα, που πλέον τα περισσότερα εργαστήρια συντήρησης και αρχαιομετρίας έχουν στην κατοχή τους. Προκύπτουν ωστόσο ασπρόμαυρες εικόνες, που φυσικά μπορούν να αποδώσουν το σχέδιο της υποκείμενης ζωγραφικής και είναι κάτι που έχει μελετηθεί πολλάκις, ωστόσο η δυνατότητα να βρεθεί το χρώμα που υπάρχει στο υποκείμενο ζωγραφικό στρώμα αφορά σε πρωτόλειο πεδίο μελέτης γι' αυτό σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής αποτέλεσε ακριβώς αυτό.

Πραγματοποιήθηκαν λήψεις με πολυφασματικό ανιχνευτή misis, τύπου CCD, με ανιχνευτική ικανότητα μέχρι τα 1000nm και οθόνη υψηλής διακριτής ικανότητας, που χρησιμοποιεί αισθητήρες ημιαγωγών πυριτίου με ευαισθησία ανίχνευσης από 420 έως 1000 nm σε B&W. Οι δοκιμές ήταν συνεχείς πριν την έναρξη της διαδικασίας των λήψεων και φυσικά όλες οι συνιστώσες καταγράφηκαν, και επαναλήφθηκαν ακριβώς ίδιες, σε όλες τις επόμενες ημέρες των λήψεων. Το κάδρο της λήψης περιελάμβανε την ασπρόμαυρη περιοχή κλίμακας color checker, μέρος από το λευκό στόχο spectralon και μια τριάδα

χρωμάτων διπλής ή μονής στρώσης. Το καρέ λήψης οριοθετήθηκε από γκρι ουδέτερο φωτογραφικό χαρτί το οποίο ταυτόχρονα απομόνωνε την τριάδα των χρωμάτων από τα διπλανά για αποφυγή επιρροής στο φασματικό αποτέλεσμα.

Μετά το στήσιμο της διάταξης πραγματοποιήθηκε καλιμπράρισμα στο μηχάνημα, όπως προκύπτει από το δελτίο κατασκευής του με τις ίδιες ακριβώς ενδείξεις ανά ημέρα λήψεων. Στην αρχή της διαδικασίας πραγματοποιήθηκε λήψη μιας αρχικής φωτογραφίας, που λειτούργησε ως κάρτα αναφοράς και αφορά στην κλίμακα και σε γκρι φωτογραφικό χαρτί, ώστε να μην φαίνεται κανένα χρώμα. Οι ρυθμίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τη λήψη της κάρτας αναφοράς, που αποτέλεσαν πρότυπο για όλες τις λήψεις που ακολούθησαν, αφορούσαν στην μέτρηση της ένδειξης των διαβαθμίσεων της γκρι κλίμακας του color checker, ώστε να είναι η επόμενη διαβάθμιση ίση με τη διπλάσια ένδειξη της προηγούμενης και τον λευκό στόχο spectralon λίγο κάτω από την ένδειξη 250 (τιμή απόλυτου άσπρου) ώστε να μην προκύψει υπερεκτεθειμένη λήψη. Οι συνθήκες που επικρατούσαν ήταν κατά το δυνατό σταθερές, με συνεχή χρήση air condition για διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στο δωμάτιο και στην κάμερα, με το σκέπαστρο στα παράθυρα συνεχώς κλειστό, με τα φώτα του δωματίου διαρκώς σβηστά και με μεγάλη προσπάθεια μετά από πολλές δοκιμές για ελαχιστοποίηση της όλης διαδικασίας και του χρόνου λήψης, ώστε να γίνουν συνεχόμενες για να μην υπάρξει διαφορά αποτελεσμάτων εξαιτίας αλλαγής σε εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες που αφορούν σε εποχή, θερμοκρασία και φως.

Κατέσται έτσι δυνατή η απόκτηση φασματικών κύβων, που αφορούν σε αυτόματη διαδοχική αποθήκευση φασματικής εικόνας ανά 20 nm, με ταυτόχρονο υπολογισμό του πλήρους φάσματος ανά εικονοστοιχείο, για το σύνολο των 2070 μονών και διπλών χρωματικών στρωμάτων των δειγμάτων, σε γράφημα και σε αριθμητικά δεδομένα. Όλες οι λήψεις με το έγχρωμο στο ορατό και τις τριάντα (30) απεικονίσεις του φασματικού κύβου, έδωσαν εξακόσια ενενήντα (690) φακέλους με τριάδες τετραγώνων με χρώματα μονής ή διπλής στρώσης.

Τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διαδικασία των λήψεων, αφορούν αρχικά στο μεγάλο πάχος της ζωγραφικής επιφάνειας που αποτελούν οι διπλές στρώσεις χρωστικών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στις διάφορες περιοχές του φάσματος, να χρειάζεται ρύθμιση του εστιακού επιπέδου του φακού για καθάρισμα της ευκρίνειας του, οπότε σύμφωνα με τον τρόπο λειτουργίας της κάμερας για τη λήψη κύβων, προέκυψαν αρκετές θολές εικόνες. Επαναλήφθηκαν συνεπώς κάποιες λήψεις σε μεμονωμένα μήκη κύματος που αντικατέστησαν τις αντίστοιχες θολές στο φάκελο του κύβου, με μεγάλη προσοχή στη μετονομασία, η οποία έπρεπε να είναι ακριβής, για να μπορεί να αναγνωρίσει το πρόγραμμα της κάμερας τις λήψεις και να προκύψει το φάσμα ανάκλασης. Ταυτόχρονα παρά την προσπάθεια που έγινε να κρατηθούν σταθερές οι λήψεις σε όλη την έκταση τους μέσα από ελεγχόμενο περιβάλλον, υπήρξαν αρκετοί παράγοντες που οδήγησαν σε σημαντικές αποκλίσεις. Αυτό κατέστη προφανές, από τη μέτρηση των περιοχών των τετραγώνων της κλίμακας color-checker, αφού οι τιμές ήταν πολύ διαφορετικές στις διάφορες λήψεις, τη στιγμή που οι ρυθμίσεις στο καλιμπράρισμα του πολυφασματικού ανιχνευτή προσέδιδε αυτή ακριβώς τη δυνατότητα και γι' αυτό ήταν αναγκαίο πριν από κάθε έναρξη λήψεων. Αυτά τα προβλήματα αφορούν τελικά, στην αλλαγή συνθηκών κατά τη διάρκεια της ημέρας, στην είσοδο επισκεπτών στο χώρο πραγματοποίησης λήψεων, στη θερμότητα των φώτων και στην παλαιότητα της κάμερας, δημιουργώντας προβλήματα στην ομοιομορφία της εικόνας. Σε κάθε νέα μέρα λήψεων υπήρξε μεγάλη δυσκολία στην επανάληψη του καλιμπραρίσματος της κάμερας με τα ίδια ακριβώς δεδομένα και φυσικά το τεράστιο πλήθος των λήψεων δημιουργούσε μεγάλη κόπωση, καθώς έγινε προσπάθεια να γίνουν όσο το δυνατόν συνεχόμενα. Για να είναι συνεπώς εφικτή η επεξεργασία των δεδομένων, έπρεπε οι απεικονίσεις να κανονικοποιηθούν, δηλαδή, να βρεθεί τρόπος οι εικόνες αυτές να μετατραπούν, ώστε τα αντίστοιχα σημεία διαβαθμίσεων γκρίζου στην κλίμακα για όλες τις λήψεις, να είναι σε κοντινές τιμές, αλλά φυσικά όχι αντιγραφή των μετρήσεων. Αυτή πραγματοποιήθηκε μέσα από ειδικό κώδικα (χρήση γλώσσας προγραμματισμού action script) στο πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας Photoshop, με τη χρήση της αρχικής κάρτας αναφοράς. Πηγή δεδομένων της

διαδικασίας ήταν τα επτά (7) σημεία (source) της κάρτας αναφοράς στο κέντρο της κάθε περιοχής της κάθε τονικότητας της γκρι κλίμακας και του spectralon, οπότε αφού ορίστηκαν οι συντεταγμένες των αντίστοιχων επτά (7) σημείων (target) των φωτογραφιών που έπρεπε να αλλαχθούν ($2070 \times 30 = 62100$), δημιουργήθηκε ένα gradient map σε κάθε λήψη, που σε κάθε luma (λαμπρότητα) αντιστοιχίσει τη σωστή τονικότητα του γκρι που αντιστοιχεί σε αυτήν της κάρτας αναφοράς. Ένα ακόμα πρόβλημα που δημιουργήθηκε, αφορά στο ότι κατά τη διάρκεια των φωτογραφήσεων, να μεν το κάδρο για την κάθε λήψη ήταν ίδιο, αλλά μικρές αποκλίσεις στη θέση της κάθε εικόνας, είχαν σαν αποτέλεσμα τα σημεία της κλίμακας των εικόνων που θα έπρεπε να αλλαχθούν να είναι σε διαφορετικά σημεία. Έτσι ορίστηκαν χάρακες περιμετρικά ώστε η κάθε τριάδα χρωμάτων να είναι ακριβώς στην ίδια θέση κάθε φορά και κατά συνέπεια ίδια θέση θα είχαν και τα σημεία των τετραγώνων της κλίμακας.

Στην συνέχεια παρατηρήθηκε ότι σε διαφορετικές σημειακές περιοχές στην έκταση του ίδιου τετραγώνου, εμφανίζεται διαφορά στις τιμές του φάσματος που προκύπτουν, οπότε θα έπρεπε να μετρηθεί αυτό το σφάλμα που προκύπτει και αφορά στο σφάλμα της κάμερας. Έτσι μέσα από δέκα διαφορετικά σημεία σε περιοχή χρώματος που δεν περιέχεται φυσικά προσχέδιο, λήφθηκαν οι μετρήσεις φάσματος, και το αυτό και στα ακριβώς ίδια σημεία, αλλά αυτή τη φορά στην αντίστοιχη κανονικοποιημένη εικόνα. Μετρήθηκαν η μέση τιμή και οι τυπικές αποκλίσεις πριν και μετά την κανονικοποίηση, ενώ εξαιρετική βελτίωση υπήρξε στη διακύμανση μετά την κανονικοποίηση των τιμών των φασμάτων, που από 1,84 σε ελάχιστη τιμή και 10,49 σε μέγιστη έγινε 0.64 σε 4,6. Το σφάλμα της κάμερας παρέμεινε το ίδιο πριν και μετά την κανονικοποίηση, μικρότερο του 3%.

Η διείσδυση της υπέρυθρης ακτινοβολίας στις στρώσεις των χρωστικών, εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, Καθώς η ακτινοβολία διεισδύει, απαντώνται φαινόμενα σκέδασης και απορρόφησης, έως το σημείο που θα φτάσει στην εσωτερική διεπαφή στρώματος χρωστικής ή βαφής και προετοιμασίας, πραγματοποιείται εσωτερική ανάκλαση και τελικά η ακτινοβολία εξέρχεται από το ίδιο σημείο εισόδου της. Παρατηρείται έτσι το

φαινόμενο της διαφάνειας, ο βαθμός της οποίας είναι ανάλογος της σκέδασης και απορρόφησης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας από τα σωματίδια της χρωστικής μέσα στον οργανικό φορέα (Johnston-Feller 2001). Η σκέδαση είναι ανάλογη του βαθμού συγκέντρωσης του όγκου της χρωστικής, ενώ η απορρόφηση συνδέεται άμεσα με το βαθμό συγκέντρωσης της χρωστικής και εξαρτάται έντονα από τη χημική σύσταση της. Επιπλέον, η διείδυση του εγγύς υπέρυθρου φάσματος, εξαρτάται από το πάχος της χρωστικής (Persoz 1962). Η διαφάνεια συνεπώς των χρωστικών στην περιοχή του κοντινού υπέρυθρου, μπορεί να προκαλέσει διακυμάνσεις στη τελική λήψη αλλά και στα φάσματα που προσδίδει ο φασματικός κύβος.

Υπολογίστηκαν 2070 φάσματα μονών και αλληπάλληλων χρωστικών και προσέδωσαν ένα πλήθος δεδομένων για μελέτη του τρόπου που οι υποκείμενες χρωστικές επηρεάζουν τις υπερκείμενες και τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων με την οποία θα μπορεί να πραγματοποιηθεί αναγνώριση υποκείμενων χρωστικών σε επιζωγραφισμένη εικόνα (3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ).

Τα φάσματα αυτά προσεγγίστηκαν με μεθόδους ομαδοποιήσεων, οπότε και προέκυψαν τα χρώματα που έχουν κοινή απόδοση, ανάλογη με το καλύπτων κάθε φορά χρώμα. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία, που αφορά σε τρεις ομάδες χρωμάτων με κοινό υπερκείμενο χρώμα και συγκεκριμένα το μπλε Αιγυπτιακό, το κόκκινο Καδμίου και το κίτρινο Καδμίου και υποκείμενα κάθε φορά τα σαράντα πέντε χρώματα της μελέτης μαζί με το μονό χρώμα απευθείας στην προετοιμασία. Με επιλογή ενός τετραγώνου για καθεμία από τις ομάδες αυτές, δημιουργήθηκαν από τρία τεστ, που αφορούν σε πλασματικά δείγματα με τιμές φασμάτων σε απόσταση $\pm 3\%$ (όση και το σφάλμα της κάμερας) από το αντίστοιχο τους μετρηθέν, οπότε μελετήθηκε το κατά πόσο αυτά ομαδοποιούνται μεταξύ τους

Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές μέθοδοι ομαδοποιήσεων. Η πρώτη αφορά στην ανάλυση κατά συστάδες και περιελάμβανε τις ιεραρχικές μεθόδους για τυποποιημένα δεδομένα, χρησιμοποιώντας την Ευκλείδεια απόσταση με τη χρήση της Complete, Average, Ward και ward D2 linkage, αλλά και τη μέθοδο

K-means και αυτή των κύριων συνιστωσών (PCA), λειτουργώντας συνδυαστικά, για επιβεβαίωση του αποτελέσματος που αφορά στην πλήρη ομαδοποίηση των τριών τεστ μεταξύ τους και με το αντίστοιχο μετρηθέν τους. Φάνηκε ξεκάθαρα έτσι ότι τα χρώματα με κοντινά φάσματα που παρουσιάζουν συγγένεια ομαδοποιούνται απόλυτα. Η δεύτερη μέθοδος αποτελείται από έξι αλγόριθμους Φράκταλ, τους Allometric Scaling Dimension, Higuchi Dimension, Tug of war Dimension, Katz Dimension, Petrosian Dimension και Sevcik Dimension, επίσης τέσσερις διαστάσεις Εντροπίας, τις Shannon Entropy, Approximative entropy, Sample Entropy και Permutation entropy και τέλος τέσσερις διαστάσεις πολυπλοκότητας που αφορούν σε Kolmogorov complexity με ZLIB και GZIB, το συντελεστή Hurst, την ανάλυση διακύμανσης Detrendet και τον εκθέτη Lyapunov. Πραγματοποιήθηκαν μετασχηματισμοί στις τιμές, με διαμοιρασμό ολόκληρης της ακολουθίας των φασμάτων σε μη επικαλυπτόμενα πλαίσια στα μετρηθέντα φάσματα των τριών γκρουπ, αλλά και σε παρεμβαλλόμενες (Interpolation) τιμές αυτών. Το αποτέλεσμα τους ήταν αρνητικό, καθώς τα τεστ που δημιουργήθηκαν από τα τυχαία μετρηθέντα, είτε δεν ομαδοποιούνται μεταξύ τους, είτε δεν υπάρχει κάποια μέθοδος που να λειτουργεί για όλα τα γκρουπ.

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τρεις μεθόδους ιεραρχικών κλάστερ (Average, Complete και Ward linkage), καθώς όπως προέκυψε από την προηγούμενη πειραματική διαδικασία, ομαδοποιούν απόλυτα τα συγγενή φάσματα των χρωστικών, πραγματοποιήθηκε εκτενή μελέτη για το σύνολο των 2070 μετρήσεων, χωρισμένα σε σαράντα πέντε (45) ομάδες, με υπερκείμενο κάθε φορά ένα από τα χρώματα της πειραματικής διαδικασίας, οπότε και προέκυψαν οι ομαδοποιήσεις ανάμεσα στα σαράντα πέντε (45) υποκείμενα χρώματα και τεσσαρακοστό έκτο (46) το μονό απευθείας στην προετοιμασία. Βρέθηκε έτσι με βάση τα φάσματα τους, ποιες χρωστικές ως υποκείμενες, έχουν μεταξύ τους παρόμοια συμπεριφορά όταν καλύπτονται από το ίδιο χρώμα, καθώς κατέγραψε τις κοινές ομάδες, αλλά και τις ακραίες τιμές που προέκυψαν ότι ισχύουν ταυτόχρονα και στις τρεις διαφορετικές linkage.

Αυτά περιγράφονται παρακάτω ανά κατηγορία χρωμάτων ξεχωριστά για το καθένα.

Λευκές χρωστικές: Στις λευκές χρωστικές οι κοινές ομαδοποιήσεις που προέκυψαν έχουν ως εξής. Για το **λευκό Μολύβδου**, ακραίες τιμές το κόκκινο Realgar, το πράσινο Γης με το μαύρο Ασφάλτου και το μπλε Πρωσίας. Κοινή απόδοση παρουσιάζουν τα φάσματα των λευκών με το μονό, το κίτρινο Lead Tin αλλά και τα κόκκινα Καδμίου, Κιννάβαρι και Μίνιο και τα κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης, Καδμίου με ακραίο το Νικελίου Τιτανίου. Άλλη ομάδα περιλαμβάνει τα κόκκινα Καρμίνια και Λάκα μαζί και με το μπλε Cerulean. Τα πράσινα Sap και Viridian, κίτρινο Orpiment και μπλε Ινδικό ανήκουν στην ίδια ομάδα, όπως και τα πράσινο Κοβαλτίου, Χαλκού, Χρωμίου, με μπλε Αιγυπτιακό, Λαζούρι και τις ώχρες. Τέλος τα μπλε Κοβαλτίου, Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Φθαλικό πράσινο και σιένες, πράσινο Μαλαχίτη, μπλε Αζουρίτη και κόκκινο Αιματίτη. Και οι όμπρες όμως είναι κοντά με το καφέ Σιδήρου, αλλά και η καφέ Σέπια με τα μαύρα Φούρνου και Ivory. Στο **λευκό του Ψευδαργύρου** ως υπερκείμενο χρώμα, ακραία συμπεριφορά παρουσιάζουν τα κίτρινο Καδμίου, Νικελίου Τιτανίου, Orpiment το μπλε Cerulean, τα κόκκινα Λάκα και Καρμίνια το πράσινο Φθαλικό και Φούρνου και το πράσινο Γης. Οι ομάδες που σχηματίζονται αφορούν τα λευκά μαζί με το μονό χρώμα και ακραία τα πράσινο Sap και το κίτρινο Lead Tin. Μικρές ομαδοποιήσεις δίνουν τα κόκκινο Realgar με τα κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και Καδμίου. Το αυτό και το Μίνιο με το Κιννάβαρι και μόνες τους ξεχωριστά οι ώχρες. Στη συνέχεια οι όμπρες ομαδοποιούνται με το Μαλαχίτη και το μαύρο Ασφάλτου, ενώ τα καφέ με τα μαύρα Ivory και μπλε Πρωσίας. Μια μάδα περιλαμβάνουν τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Λαζούρι, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου όπως και το πράσινο Κοβαλτίου. Μικρότερες ομαδοποιήσεις δίνουν τα μπλε Αζουρίτη, σιένες και κόκκινο Αιματίτη αλλά και τα πράσινο Viridian, Χαλκού, Χρωμίου και μπλε Ινδικό. Για το **Λευκό του Τιτανίου**, ακραίες τιμές παρουσιάζουν τα πράσινο Sap, το κόκκινο Καδμίου πράσινο Γης, Κοβαλτίου και Viridian. Οι ομαδοποιήσεις που προκύπτουν αφορούν στις όμπρες και τα μαύρα με ακραίο το Ασφάλτου. Άλλη ομάδα αφορά στα λευκά, με το μονό ως ακραίο, τα κίτρινα

Lead Tin, Νάπολης, Χρωμίου, με το μπλε Cerulean και κόκκινο Κιννάβαρι. Εν συνεχεία τα μπλε Σμάλτο, Χαλκού με χρυσή Ώχρα και κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και αρσενικού. Ακόμα οι πράσινοι Μαλαχίτης, κόκκινη Λάκα και Καρμίνια και μπλε Ινδικό. Μια μικρότερη ομάδα αφορά στα καφέ Σιδήρου, πράσινο Φθαλικό και κίτρινη Ώχρα. Τέλος ομαδοποιούνται τα καφέ Σέπια, μπλε Ουλτραμαρίνη, Αζουρίτη, Πρωσίας, σιένες, κόκκινος Αιματίτης, μαζί με τα πράσινο Χρωμίου, Ώχρα κόκκινη και μπλε Λαζούρι, Αιγυπτιακό και Κοβαλτίου.

Μαύρες χρωστικές: Στο **μαύρο Φούρνου** ως υπερκείμενο χρώμα, σε κάθε περίπτωση, ιδιαιτερότητα εμφανίζεται στο μπλε Πρωσίας, κόκκινο Καδμίου και Αιματίτη, μπλε Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Ομαδοποιήσεις εμφανίζουν τα μαύρο Φούρνου, καφέ Σιδήρου. Ακόμα τα Λαζούρι και κόκκινη Λάκα, αλλά και τα μαύρο Ivory, κίτρινο Lead Tin. Άλλη μια μικρή ομαδοποίηση αφορά στα Σιένα Ψημένη, κόκκινο Κιννάβαρι και στα πράσινο Sap και μπλε Αζουρίτη. Μεγάλες ομάδες παρουσιάζουν τα κόκκινη Ώχρα, μπλε Ινδικό, Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη, Cerulean και κόκκινο Μίνιο, αλλά και τα Ωμή Όμπρα, πράσινο Χαλκού και Γης, κίτρινο Χρωμίου, μπλε Αιγυπτιακό και ακραίο το μαύρο Ασφάλτου. Από τα υπόλοιπα χρώματα, ξεχωρίζουν τα κίτρινο Νάπολης, πράσινο Κοβαλτίου και Φθαλικό, λευκό Μολύβδου, ακραίο το μονό και αυτά με μπλε Λαζούρι και κόκκινη Λάκα. Εν συνεχεία τα χρυσή Ώχρα, κίτρινο Orpiment, λευκό Τιτανίου, κίτρινο Καδμίου, αλλά και τα καφέ Σέπια, πράσινο Μαλαχίτη και κόκκινη Καρμίνια. Ακόμα τα λευκό Ψευδαργύρου, πράσινο Χρωμίου, ενώ τα Όμπρα Ψημένη, πράσινο Viridian, κόκκινο Realgar και Σιένα Ωμή παρουσιάζουν συγγένεια. Στο **μαύρο Ivory**, ακραίες τιμές εμφανίζονται στα φάσματα πολλών χρωμάτων. Τα μαύρο Φούρνου και Ivory, το μπλε Λαζούρι, Ουλτραμαρίνη, Πρωσίας, το λευκό Μολύβδου, η Όμπρα Ωμή, τα πράσινα Χαλκού και Χρωμίου, τα κόκκινα Αιματίτης, Μίνιο και Λάκα, το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, η Σιένα Ωμή, η κόκκινη Ώχρα, τα μπλε Αιγυπτιακό με Αζουρίτη και Ινδικό. Μικρές ομαδοποιήσεις εμφανίζουν τα πράσινο Γης, τα καφέ, το κίτρινο Νάπολης και το κόκκινο Realgar, αλλά και τα πράσινο Φθαλικό, Μαλαχίτη, Κοβαλτίου και το μονό. Ακόμα τα κίτρινη Ώχρα, κίτρινο

Χρωμίου και κόκκινη Κιννάβαρι, ενώ το κόκκινο Καδμίου ομαδοποιείται με το κίτρινο Lead Tin και το μπλε Cerulean με Σμάλτο. Εν συνεχεία ομάδα σχηματίζουν τα Όμπρα Ψημένη με πράσινο Sap, χρυσή Ώχρα, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Καδμίου και Orpiment και τα Σιένα Ψημένη, μαύρο Ασφάλτου και κόκκινη Καρμίνια και τέλος τα μπλε Κοβαλτίου, λευκό Τιτανίου και πράσινο Viridian. Στο **μαύρο Ασφάλτου** ως υπερκείμενο, τα χρώματα που ξεχωρίζουν ως ακραίες τιμές, όπως προκύπτει από τις τρεις μεθόδους είναι το λευκό Μολύβδου και τα κόκκινο Καδμίου, Αιματίτη και Realgar, το μονό χρώμα, το κίτρινο Καδμίου και το μπλε Cerulean. Μικρές ομαδοποιήσεις δημιουργούνται με τα κίτρινο Νάπολης με την Ωμή Όμπρα, αλλά και Σιένα Ωμή με κίτρινη Ώχρα. Οι μεγάλες ομάδες που σχηματίζονται είναι για τα πράσινα Γης και Μαλαχίτη, μαύρα Φούρνου και Ivory και καφέ Σιδήρου, αλλά και για τα πράσινα Κοβαλτίου και Χαλκού, τα μπλε Ινδικό και Λαζούρι και την κόκκινη Λάκα. Ακόμα μια ομάδα σχηματίζουν τα Όμπρα Ψημένη, μαύρο Ασφάλτου, αλλά και πράσινο Φθαλικό με μπλε Αζουρίτη και Κοβαλτίου και σε όλα ακραία τα μπλε Πρωσίας και καφέ Σέπια. Στη συνέχεια η Σιένα Ψημένη, κίτρινα Lead Tin και Νικελίου Τιτανίου και κόκκινη Καρμίνια, αλλά και τα πράσινο Sap, λευκό Ψευδαργύρου, κόκκινο Μίνιο, χρυσή Ώχρα, πράσινο Χρωμίου, κίτρινο Orpiment και τα κόκκινο Κιννάβαρι, λευκό Τιτανίου και κόκκινη Ώχρα. Τέλος ομαδοποιούνται τα πράσινο Viridian, μπλε Σμάλτο και κίτρινο Χρωμίου και ακραία τα μπλε Αιγυπτιακό και Ουλτραμαρίνη.

Κίτρινες χρωστικές: Στο **κίτρινο Lead Tin** ακραίες τιμές παρουσιάζουν το κόκκινο Realgar, το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου το μπλε Cerulean και το Αιγυπτιακό. Ομαδοποιούνται τα μπλε Αζουρίτης, Πρωσίας και Όμπρα Ψημένη, αλλά και τα μαύρο Ασφάλτου και κόκκινη Ώχρα με ακραίο το πράσινο Sap. επίσης τα Κιννάβαρι, τα κόκκινο Καδμίου και Μίνιο με κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου και Καδμίου. μικρή ομαδοποίηση δίνουν τα τρία λευκά με το μονό και το κίτρινο Lead Tin. Στη συνέχεια οι σιένες, τα μαύρα Ivory και Φούρνου, κόκκινο Αιματίτη, πράσινο Φθαλικό και μπλε Σμάλτο και Ουλτραμαρίνη, μαζί και με τα καφέ και την Ωμή Όμπρα. Μικρές ακόμα ομαδοποιήσεις αφορούν στα κίτρινα Orpiment και κόκκινη Λάκα. Επίσης στα πράσινο Κοβαλτίου, Γης,

κίτρινη και χρυσή Ώχρα, μπλε Λαζούρι. Τέλος ομαδοποιούνται τα μπλε Κοβαλτίου με πράσινα Χαλκού και Χρωμίου, αλλά και τα πράσινα Viridian, Μαλαχίτη και κόκκινη Καρμίνια. Για το **κίτρινο Nickel Titan** ακραία εμφανίζονται τα μαύρο Ασφάλτου, ο πράσινος Μαλαχίτης, η κίτρινη Ώχρα και το πράσινο Sap. Μικρές ομαδοποιήσεις δίνουν τα μπλε Πρωσίας και Αζουρίτης, τα μπλε Ινδικό και κίτρινο Orpiment, αλλά και τα κόκκινα Καρμίνια και Λάκα. Ομάδα αποτελούν τα κίτρινα Νάπολης Χρωμίου και Lead Tin, τα μονό και το λευκό Μολύβδου με ακραίο το Ψευδαργύρου. Μια μεγάλη ομάδα σχηματίζουν τα πράσινα Χαλκού, κόκκινο Καδμίου, μπλε Cerulean με τα πράσινο Viridian και κίτρινο Καδμίου και αυτά με τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι, αλλά και τα πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Τιτανίου και χρυσή Ώχρα και σε όλα ακραίο το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, το κόκκινο Realgar και ακραία τα πράσινο Χρωμίου και Γης. Ακόμα τα καφέ Σιδήρου, μπλε Σμάλτο και Κοβαλτίου, πράσινο Φθαλικό και τα μαύρα Ivoire και Φούρνου και κόκκινο Αιματίτη με ακραία την όμπρα. Ομαδοποιούνται τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, Αιγυπτιακό, Σιένα Ωμή, Ώχρα κόκκινη και Όμπρα Ψημένη και τέλος τα Σιένα Ψημένη και καφέ Σέπια. Για το **κίτρινο Καδμίου**, ακραία τιμή παρουσιάζει ο Μαλαχίτης, το Πρωσίας, η Σιένα Ωμή με μπλε Κοβαλτίου, το κόκκινο Καρμίνια. Ομάδα αποτελούν τα τρία μαύρα, τα μπλε Αζουρίτης, πράσινο Φθαλικό, οι όμπρες και το καφέ Σιδήρου,. Ακόμα τα κόκκινο Κιννάβαρι, Καδμίου και Realgar με λευκό Τιτανίου και τα μπλε Cerulean, κίτρινο Καδμίου, Νικελίου Τιτανίου και σε όλα ακραίο το μονό. Στη συνέχεια τα κίτρινο Lead Tin, λευκό Μολύβδου, κίτρινο Χρωμίου και Νάπολης και ακραίο το λευκό Ψευδαργύρου. Μικρές ομαδοποιήσεις εμφανίζουν τα καφέ Σέπια, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Σμάλτο. Ακόμα τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, πράσινο Κοβαλτίου, Σιένα Ψημένη, πράσινο Γης. Τα πράσινο Sap και μπλε Ινδικό, αλλά και τα χρυσή και κόκκινη Ώχρα. Μικρές επίσης συγγένειες εμφανίζουν τα μπλε Αιγυπτιακό, κίτρινο Orpiment, πράσινο Χαλκού, αλλά και τα πράσινο Χρωμίου και κίτρινη Ώχρα και τέλος τα πράσινο Viridian, κόκκινα Μίνιο και Λάκα. Στο **κίτρινο Νάπολης**, ακραία τιμή για το μαύρο Ασφάλτου. την κόκκινη Καρμίνια, το μπλε Ινδικό και Orpiment και το λευκό Μολύβδου. Ομαδοποιούνται τα κόκκινα Κιννάβαρι. Καδμίου, Μίνιο με κίτρινο Νάπολης και τα κίτρινα Χρωμίου και Lead Tin, μαζί

με τα κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και το μπλε Cerulean. Επίσης τα δύο λευκά, Τιτανίου και Ψευδαργύρου, το κίτρινο Καδμίου. συγγένεια και για τα πράσινο Sap, κόκκινο Realgar και Λάκα. Ακολουθούν τα Σιένα Ωμή, μπλε Κοβαλτίου, πράσινο Χαλκού, μπλε Λαζούρι και ακραίο το μονό. Επίσης τα πράσινο Viridian και Χρωμίου και μπλε Ουλτραμαρίνη και με τα μπλε Σμάλτο, πράσινο Κοβαλτίου και τις τρεις ώχρες. Τα καφέ ομαδοποιούνται με μπλε Πρωσίας, Όμπρα Ψημένη, πράσινο Φθαλικό και Γης, Αιματίτη και ακραίο το μαύρο Ivory και τέλος τα πράσινο Μαλαχίτη, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου, αλλά και τα μπλε Αιγυπτιακό και Αζουρίτη και Σιένα Ψημένη. Ακολουθεί το **κίτρινο Χρωμίου** με ακραία το κίτρινο Lead Tin, το κόκκινο Realgar και το πράσινο Χαλκού. Μικρές ομαδοποιήσεις για τα πράσινο Κοβαλτίου και μπλε Κοβαλτίου, Λαζούρι. Επίσης για τα πράσινο Γης και Φθαλικό, μπλε Αζουρίτη και ακραίο το μαύρο Ασφάλτου. Ακολουθούν τα λευκά, τα κίτρινα Νάπολης και Χρωμίου, μπλε Cerulean και κόκκινα Καδμίου και Κιννάβαρι και ακραίες τιμές τα μπλε Ινδικό και Μίνιο. Στη συνέχεια τα κόκκινα Λάκα και Καρμίνια, κόκκινη Ώχρα και πράσινο Sap. Άλλη ομάδα αφορά στα όμπρες, κόκκινο Αιματίτη, καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας και τα μαύρα Φούρνου και Ivory και καφέ Σιδήρου, ενώ μικρότερες ομαδοποιήσεις για τα πράσινο Viridian, κίτρινο Καδμίου, Orpiment και το μονό, ακόμα για τα χρυσή και κίτρινη Ώχρα, πράσινο Χρωμίου, τις σιένες. Συγγένεια στα φάσματα των πράσινο Μαλαχίτη, μπλε Σμάλτο, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και τέλος στα μπλε Ουλτραμαρίνη και Αιγυπτιακό. Τα φάσματα που ομαδοποιούνται με το **κίτρινο Orpiment** ως υπερκείμενο χρώμα, αφορούν στα πράσινα Γης, μαύρο Ivory, καφέ Σέπια, μπλε Πρωσίας και τα Όμπρα Ψημένη, καφέ Σιδήρου και μαύρο Φούρνου και αυτά με τα Όμπρα Ψημένη και κόκκινο Αιματίτη αλλά και στα κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, κίτρινα Orpiment, Χρωμίου και τα κόκκινα Realgar, Καδμίου και λευκό Ψευδαργύρου. Μικρές ομαδοποιήσεις παρουσιάζονται για τα Αζουρίτης, Μαλαχίτης, λευκό Μολύβδου, για τα πράσινο Sap και το κίτρινο Lead Tin, αλλά και τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Ουλτραμαρίνη, Σιένα Ωμή, κίτρινη Ώχρα. Ακραίες τιμές εμφανίζουν τα λευκό Τιτανίου, το μπλε Σμάλτο, το κίτρινο Καδμίου, το κίτρινο Orpiment, το κίτρινο Καδμίου, το πράσινο Χρωμίου και το μπλε Λαζούρι. Μικρές ομάδες σχηματίζουν τα πράσινο Χαλκού, μπλε

Αιγυπτιακό, μαύρο Ασφάλτου, αλλά και τα χρυσή Ώχρα, πράσινο Κοβαλτίου και Σιένα Ψημένη. Επίσης τα κόκκινη Ώχρα, κίτρινο Νάπολης, αλλά και τα κόκκινη Λάκα και Καρμίνα, μπλε Cerulean και τέλος τα μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό και πράσινο Viridian.

Κόκκινες χρωστικές: Για το **κόκκινο Καδμίου**, ακραία εμφανίζονται τα καφέ Σέπια, η Όμπρα Ψημένη, το μπλε Κοβαλτίου, το πράσινο Κοβαλτίου και το μπλε Ινδικό. Μικρές ομαδοποιήσεις για τα μπλε Αζουρίτη μαζί με τον πράσινο Μαλαχίτη, αλλά και τα λευκό Ψευδαργύρου με το κίτρινο Lead Tin. Ακόμα τα σιένες, Όμπρα Ωμή, μαύρο Ivory και Ασφάλτου, μπλε Πρωσίας και τα καφέ Σιδήρου, μαύρο Φούρνου, κόκκινο Αιματίτη, μπλε Αιγυπτιακό και μπλε Σμάλτο. Μεγαλύτερη ομάδα σχηματίζουν τα λευκά Τιτανίου και Μολύβδου, το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, και αυτά με κίτρινο Νάπολης, το κόκκινο Καδμίου και το πράσινο Χαλκού και Γης και τν κίτρινη Ώχρα και μπλε Ουλτραμαρίνη. Ακόμα τα κόκκινα Realgar, Κιννάβαρι, Καρμίνα και Λάκα, τα κίτρινα Καδμίου και Χρωμίου, αλλά και τα κόκκινη και χρυσή Ώχρα μαζί ο Λαζουρίτης και το Ogriment και τέλος τα πράσινα Χρωμίου, Viridian και τα Φθαλικό με Sap. Στο **κόκκινο Κιννάβαρι** ως υπερκείμενο χρώμα, η ομαδοποιήσεις δεν είναι πολύ ξεκάθαρες, καθώς υπάρχουν πολλές ακραίες τιμές με τις οποίες ενώνονται ομάδες χρωμάτων κι αυτές με ακραίες τιμές και ούτω καθεξής. Σε γενικές γραμμές ξεχωρίζουν σε μια ομάδα, τα Όμπρα Ωμή και Αζουρίτη με κόκκινη Ώχρα και τα πράσινο Γης και μαύρο Φούρνου, τον πράσινο Μαλαχίτη, το Sap και ακραίο το καφέ Σιδήρου. Η άλλη περιλαμβάνει τις σιένες με το Λαζούρι, την άσφαλο και ξεχωριστά την Όμπρα Ψημένη με Σέπια και Ivory. Ομαδοποιούνται επίσης τα μπλε Κοβαλτίου με Ogriment, με χρυσή Ώχρα, με Ουλτραμαρίνη, με Viridian, πράσινο Χρωμίου και κόκκινη Καρμίνα. Το **κόκκινο Μίνιο**, ομαδοποιεί τα πράσινο Viridian το καφέ Σιδήρου το μπλε Cerulean και μπλε Αιγυπτιακό, κόκκινη Καρμίνα και Λάκα και πράσινο Sap, αλλά και τα κίτρινη και χρυσή Ώχρα με πράσινο Μαλαχίτη και τα μαύρο Ivory με μπλε Λαζούρι, πράσινο Κοβαλτίου και οι σιένες. Επίσης τα Όμπρα Ωμή, κόκκινο Αιματίτη, μαύρο Φούρνου και μπλε Ουλτραμαρίνη αλλά και τα κίτρινο Ogriment, πράσινο Χαλκού και μπλε Πρωσίας, αλλά και τα μπλε Κοβαλτίου

και Ινδικό και πράσινο Χρωμίου. Τέλος τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καδμίου και λευκό Ψευδαργύρου +++ τα κίτρινο Χρωμίου, το μονό, κόκκινο Μίνιο, λευκό Τιτανίου και κίτρινο Καδμίου, αλλά και τα μπλε Σμάλτο και Αζουρίτης, όπως και τα κόκκινο Realgar, λευκό Μολύβδου, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Lead Tin Νάπολης. Ακολουθεί ο **κόκκινος Αιματίτης** με ακραία τιμή το μπλε Cerulean, κίτρινο Lead Tin και κόκκινο Καδμίου ομαδοποιήσεις προκύπτουν για τα μπλε Αζουρίτης, κόκκινο αρσενικού, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και πράσινο Χαλκού, αλλά και για τα σιένες, μπλε Κοβαλτίου, Πρωσίας και Ινδικό, κόκκινη Καρμίνια και με τα καφέ Σιδήρου και μπλε Σμάλτο ενώνονται με τα μαύρα Ασφάλτου και Inogy και τα Όμπρα Ψημένη και μπλε Λαζούρι και ακραία τα πράσινο Μαλαχίτη και καφέ Σέπια. Εν συνεχεία τα κόκκινη Ώχρα κα μπλε Ουλτραμαρίνη, με Όμπρα Ωμή, κίτρινο Χρωμίου και κίτρινη Ώχρα, αλλά και τα πράσινα Sap και Φθαλικό με κίτρινο Ogriment, αλλά και τα χρυσή Ώχρα, πράσινο Viridian, Χρωμίου και κίτρινο Καδμίου και με ακραία τιμή τους το λευκό Τιτανίου. Ακολουθούν τα μονό με το Μίνιο τη Λάκα και το κόκκινο Κιννάβαρι. Τέλος τα κόκκινο Αιματίτη, πράσινο Γης, Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου, κίτρινο Νάπολης και ακραίο το μαύρο Φούρνου. Για υπερκείμενο χρώμα το **κόκκινο Realgar**, ομάδα αποτελούν τα πράσινο Γης, Φθαλικό και μαζί τα μαύρο Φούρνου με χρυσή Ώχρα, αλλά και τα κόκκινη Λάκα, μπλε Ινδικό, Cerulean με ακραία την Καρμίνια, αλλά και κίτρινα Νάπολης και Lead Tin, τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι και ακραίο το Καδμίου. εν συνεχεία τα κίτρινα Χρωμίου, Καδμίου και τα λευκά Τιτανίου και Ψευδαργύρου και τα κόκκινο Realgar, κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Ogriment και το μονό. Ακολουθούν τα μαύρο Ασφάλτου, μπλε Αζουρίτη και τα μαύρο Inogy, μπλε Πρωσίας, όμπρες και πράσινο Μαλαχίτη. Συγγένεια εμφανίζουν τα μπλε Σμάλτο, πράσινο Sap και λευκό Μολύβδου, αλλά και τα σιένες, κίτρινη Ώχρα και κόκκινο Αιματίτη. Τέλος τα κόκκινη Ώχρα, πράσινο Χρωμίου, Κοβαλτίου, Χαλκού, μπλε Κοβαλτίου, Viridian, Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, Λαζούρι. Με υπερκείμενο χρώμα το **κόκκινο Lake** ακραία τιμή είναι ο Μαλαχίτης και το κίτρινο Lead Tin το μπλε Cerulean, τα μπλε Κοβαλτίου και πράσινο Viridian. Ομαδοποιούνται τα καφέ, μαύρα, όμπρες, σιένες, μπλε Πρωσίας και κόκκινος Αιματίτης και αυτά με μπλε Αζουρίτη και πράσινα Γης

και Φθαλικό και στη συνέχεια τα λευκά, το μονό και τα κίτρινα Lead Tin, Χρωμίου, Νάπολης, Καδμίου και Orpiment και κόκκινα Μίνιο και Καδμίου. μικρές ομαδοποιήσεις εμφανίζονται για τα κόκκινα Καρμίνια, Λάκα και Realgar, αλλά και για τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και το μπλε Λαζούρι. Οι ώχρες ομαδοποιούνται με το Κιννάβαρι. Επίσης τα πράσινα Sap, πράσινο Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου ομαδοποιούνται όπως και τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Ινδικό Τελευταίο από τα κόκκινα χρώματα είναι το **κόκκινο Καρμίνια**, το οποίο εμφανίζει ακραίες τιμές το μαύρο Ivory το πράσινο Γης και το Χρωμίου. Μικρές ομάδες σχηματίζουν τα μπλε Πρωσίας, πράσινο Μαλαχίτη και Φθαλικό με όμπρες, αλλά και τα καφέ, μαύρο Ασφάλτου, κόκκινο Αιματίτη και μπλε Αζουρίτη. Επίσης τα ψημένα σιένα και το μαύρο Φούρνου. Ακόμα τα λευκά με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin, αλλά και τα κόκκινα Καδμίου, Λάκα, Κιννάβαρι, κίτρινα Νάπολης, Χρωμίου, το μονό και Μίνιο. Ομαδοποιούνται ακόμα τα μπλε Cerulean και την κόκκινη Καρμίνια και όλα αυτά με κίτρινα Orpiment και Καδμίου. Επίσης τα πράσινα Sap, Χαλκού και κίτρινη Ώχρα και όλα αυτά με μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο και Λαζούρι. Τα παραπάνω έχουν ακραία τιμή την ωμή σιένα, και το αυτό για τις δύο ώχρες κόκκινη και χρυσή. Τέλος τα πράσινα Viridian, Κοβαλτίου με μπλε Ινδικό, Κοβαλτίου και Ουλτραμαρίνη

Μπλε χρωστικές: Στον **μπλε Αζουρίτη** ως υπερκείμενο χρώμα, ακραίες τιμές παρουσιάζουν η κόκκινη Καρμίνια και μικρή ομαδοποίηση δημιουργούν τα κόκκινα Κιννάβαρι, Realgar και την κίτρινη Ώχρα. Επίσης ακραία τιμή αποτελεί το πράσινο Sap αλλά και το κόκκινο Καδμίου. Ομαδοποιήσεις δημιουργούν σε όλες τις μεθόδους τα μονό με σιένες, όμπρες, μπλε Πρωσίας και κίτρινο Lead Tin. Τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Λαζούρι και Cerulean με τα κόκκινα Μίνιο, Λάκα και Αιματίτη, τα πράσινα Sap, Viridian. Άλλη ομάδα αποτελούν τα λευκά, με τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου, Orpiment, τα πράσινα Χρωμίου, Χαλκού, Φθαλικό και Κοβαλτίου και τα μπλε Ινδικό, Αζουρίτη, καθώς και η χρυσή Ώχρα. Τα τρία μαύρα τέλος ομαδοποιούνται με τα καφέ και κίτρινο Καδμίου. Για το **μπλε Πρωσίας** ως υπερκείμενο χρώμα, έχουμε πολλές ακραίες τιμές που ομαδοποιούνται με μια

κεντρική ομάδα των κίτρινο Νάπολης, Ogriment, Νικελίου Τιτανίου, Σιένα Ωμή, κόκκινα Λάκα, το μονό, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου, πράσινο Χρωμίου και λευκό Μολύβδου. Ακραίες τιμές όλων αποτελούν τα πράσινο Sap, μπλε Αιγυπτιακό, πράσινο Μαλαχίτης. Μικρές ομαδοποιήσεις έχουμε στα Φθαλικό με Cerulean, Σμάλτο με Αζουρίτη και κόκκινα Αιματίτης και Realgar. Τα μαύρα, καφέ με Όμπρα Ψημένη και μπλε Πρωσίας αποτελούν μια ομάδα. Στο **μπλε Ινδικό** ως υπερκείμενο χρώμα, οι ομαδοποιήσεις που προκύπτουν σε όλες τις μεθόδους αποτελούν τα λευκά Μολύβδου και Ψευδαργύρου, αλλά και το κίτρινο Νάπολης και τα κόκκινο Καδμίου και Realgar ως ακραίες τιμές. Τα κόκκινη Ώχρα με την Κιννάβαρι και με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Ινδικό, τις σιένες, Όμπρα Ωμή, πράσινο Κοβαλτίου, Χαλκού αποτελούν μια ομάδα. Τα Κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, Ogriment, Χρωμίου, Καδμίου, Lead Tin, το μονό, κόκκινα Καδμίου, Λάκα, Μίνιο, πράσινο Viridian και Χρωμίου λευκό Τιτανίου και μπλε Cerulean. Μικρή ομαδοποίηση έχουμε για τα μπλε Αζουρίτη, πράσινα Γης, Μαλαχίτη και Φθαλικό και τέλος τα μπλε Λαζουρί, Σμάλτο και Αιγυπτιακό με πράσινο Sap, κόκκινο Αιματίτη και κίτρινη Ώχρα. Με υπερκείμενο χρώμα το **μπλε Σμάλτο**, οι ομαδοποιήσεις είναι πολύ ξεκάθαρες σε γενικές γραμμές. Τα τρία λευκά μόνα τους, τα κίτρινα με το μονό, τις ώχρες με τα κόκκινα σε μια ομάδα. Τα μαύρα με καφέ, όμπρες και μαζί τους πράσινα Μαλαχίτης, Γης με μπλε Πρωσικό και τέλος τα κόκκινο Αιματίτης, σιένες και τα μπλε εκτός Πρωσικό, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη και Cerulean, που αυτά ομαδοποιούνται με τα υπόλοιπα πράσινα. Ακραίες τιμές εμφανίζονται σε πράσινο Viridian, Φθαλικό και κόκκινο Καδμίου. Για το **μπλε Cerulean** ως υπερκείμενη ομάδα, οι ομάδες που σχηματίζονται σε όλες τις μεθόδους είναι τέσσερις. Η μία περιλαμβάνει τα μαύρα, όμπρες, καφέ, πράσινα Φθαλικό, Γης και Μαλαχίτης και μπλε Πρωσίας. Η άλλη τα μπλε Αιγυπτιακό, Αζουρίτη, ινδικό, Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο, Λαζουρίτη, τα πράσινα Χαλκού, Κοβαλτίου και Φθαλικό, τον κόκκινο Αιματίτη, τις σιένες και τις δύο ώχρες κίτρινη και κόκκινη. Στη συνέχεια το μονό μαζί με τα δύο λευκά Ψευδαργύρου και Μολύβδου, καθώς και το κίτρινο Νάπολης ομαδοποιούνται και τέλος τα κίτρινα Καδμίου, Χρωμίου, Lead Tin, Nickel Titan, το λευκό Τιτανίου και το μπλε Cerulean, αλλά και τα κόκκινα Κιννάβαρι, Realgar, Καδμίου και Λάκα.

Ακραίες τιμές αποτελούν το μαύρο Ασφάλτου και το κόκκινο Μίνιο. Με το **Μπλε Lapis Lazuli** ως υπερκείμενο χρώμα, το πράσινο Γης αποτελεί ακραία τιμή, το μπλε Cerulean και το λευκό Μολύβδου. Οι ομαδοποιήσεις που εμφανίζονται σε όλες τις μεθόδους είναι τα μαύρα με το μπλε Πρωσίας, Σέπια και Ψημένη Όμπρα, αλλά και το μονό με τα κίτρινα Νάπολης, Νικελίου Τιτανίου και Χρωμίου. Επίσης οι τρεις ώχρες ομαδοποιούνται με κόκκινα Λάκα, Realgar, Καρμίνια και κίτρινο Καδμίου. Μικρή ομαδοποίηση παρουσιάζουν τα μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, και Κοβαλτίου, μαζί με το πράσινο Sap, αλλά και τα πράσινα Μαλαχίτης, Όμπρα Ωμή και σιένες, τα καφέ Σιδήρου, καθώς και ο κόκκινος Αιματίτης. Για το **μπλε Αιγυπτιακό**, ακραία είναι ο κόκκινος Αιματίτης, πράσινο Γης, μπλε Cerulean. Ομάδες αποτελούν οι σιένες και το μπλε Αιγυπτιακό. Επίσης τα λευκά Ψευδαργύρου και Τιτανίου ως ακραίες τιμές για τα κίτρινα όλα εκτός του αρσενικού, με ακραία τιμή τους όμως, το Καδμίου, αλλά και τα μαύρα, τα καφέ, τις όμπρες, τα πράσινα Φθαλικό και Μαλαχίτης, και τα μπλε Πρωσίας και Αζουρίτη. Επίσης τα κόκκινα Realgar, Μίνιο, Καδμίου, Καρμίνια, Κιννάβαρι και Λάκα και τις δύο ώχρες κίτρινη και κόκκινη και αυτά με κίτρινο Orpiment το μονό και λευκό Μολύβδου. Τέλος τα μπλε Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη, Σμάλτο, Ινδικό και πράσινο Sap και αυτά με πράσινο Χαλκού, Χρωμίου, Viridian, Κοβαλτίου, χρυσή Ώχρα και το μπλε Λαζούρι. Για το **μπλε Ουλτραμαρίνη** ακραίες τιμές είναι τα μπλε Λαζούρι, πράσινο Χρωμίου και κόκκινη Λάκα. Ομαδοποιούνται τα κόκκινα Μίνιο, κίτρινο Orpiment, πράσινο Sap και τα κόκκινη Ώχρα, κίτρινα Lead Tin και Νικελίου Τιτανίου και κόκκινη Κιννάβαρι και αυτά με τα κόκκινα Καρμίνια, πράσινο Viridian και κίτρινο Χρωμίου. Μεγάλη ομάδα αποτελούν τα κόκκινο Καδμίου και Realgar, χρυσή Ώχρα, Σμάλτο και ακραίο το Ινδικό, μαζί και με τα μπλε Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, πράσινο Κοβαλτίου, κόκκινο Αιματίτη και πράσινο Χαλκού, μπλε Ουλτραμαρίνη. Επίσης τα σιένες, μπλε Αζουρίτη και πράσινα Γης και Φθαλικό και ακραία τιμή σε όλα την κίτρινη Ώχρα. Με αυτήν την υποομάδα ενώνεται η δεύτερη με τα Όμπρα Ωμή, μαύρα, καφέ Σέπια και μπλε Πρωσίας και με τις δύο παραπάνω η τρίτη με τα Όμπρα Ψημένη, καφέ Σιδήρου, πράσινο Μαλαχίτη. Ακόμα τα δύο λευκά Τιτανίου και Μολύβδου, μαζί με το μονό. Συγγένεια παρουσιάζουν και τα μπλε Cerulean και το λευκό

και τέλος τα κίτρινα Καδμίου και Νάπολης. Το τελευταίο χρώμα από τα μπλε, είναι το **μπλε Κοβαλτίου**, με ακραία τιμή το μπλε Σμάλτο και το αυτό για το Αιγυπτιακό. Ομαδοποιήσεις εμφανίζουν τα κόκκινο Realgar, με καφέ Σιδήρου με Όμπρα Ωμή. Ακραία τιμή αποτελεί και το μαύρο Ασφάλτου, αλλά και το μονό. Συγγένεια στα φάσματα για τα πράσινο Γης, Φθαλικό και σιένες, με τα κόκκινα Αιματίτη και καφέ Σέπια και όλα αυτά με Όμπρα Ψημένη, μπλε Πρωσίας, Αζουρίτη, μαύρο Ivory και πράσινο Μαλαχίτη και το μαύρο Φούρνου. Επίσης τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Λαζούρι, Κοβαλτίου, κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης και χρυσή Ώχρα. Μικρότερες ομαδοποιήσεις για τα κόκκινη Καρμίνια, κίτρινη Ώχρα, επίσης τα πράσινα Viridian και Χαλκού, το κόκκινο Κιννάβαρι, αλλά και τα κίτρινο Καδμίου, Lead Tin, Orpiment, Νικελίου Τιτανίου, μπλε. Τέλος τα μπλε Cerulean και τα τρία λευκά και τα κόκκινο Μίνιο, Καδμίου, Λάκα, κόκκινη Ώχρα, πράσινο Sap, Κοβαλτίου και Χρωμίου.

Πράσινες χρωστικές: Για το **πράσινο Γης** ως υπερκείμενο χρώμα, ακραία εμφανίζονται τα κόκκινη Καρμίνια, ο Αζουρίτης, η Ουλτραμαρίνη και το μπλε Σμάλτο. Ομάδες σχηματίζουν τα τρία λευκά με τα κίτρινα Lead Tin, Καδμίου και Νάπολης. Επίσης τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Αιγυπτιακό και Cerulean, αλλά και τα μαύρα, όμπρες, μπλε Πρωσίας, πράσινα Γης και Μαλαχίτη και τα καφέ. Μικρότερες ομαδοποιήσεις για τα πράσινα Χαλκού, μπλε Λαζούρι, αλλά και τα πράσινο Sap, Χρωμίου, Κοβαλτίου. Ακόμα τα χρυσή και κίτρινη Ώχρα με κόκκινο Αιματίτη, Λάκα και σιένες και τα μπλε Ινδικό, πράσινο Viridian, μπλε Κοβαλτίου. Τέλος τα κόκκινη Ώχρα, κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, αλλά και τα κίτρινα Χρωμίου και Orpiment με Νικελίου Τιτανίου, το μονό και κόκκινο Realgar. Στον **πράσινο Μαλαχίτη**, ακραίες τιμές τα λευκό Ψευδαργύρου πράσινο Sap με κόκκινο Realgar, αλλά και τα Αζουρίτης με Μίνιο και μόνο του το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Κοντινά είναι τα μπλε Αιγυπτιακό, Λαζουρίτη και κόκκινη Λάκα, αλλά και τα λευκά Τιτανίου και Μολύβδου και το κίτρινο Νάπολης, μαζί με κόκκινο Κιννάβαρι και Αιματίτη. Ομαδοποιούνται τα μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη, Κοβαλτίου, Σμάλτο με Σιένα Ωμή και κόκκινη Καρμίνια. Μεγάλες ομάδες αποτελούν τα πράσινα Μαλαχίτη, Γης, Κοβαλτίου, Χαλκού, Φθαλικό, τις ώχρες κίτρινη και κόκκινη, κίτρινο Χρωμίου, Καδμίου

και Orpiment, μονό, μπλε Cerulean, μαύρο Ivory και Σιένα Ψημένη, αλλά και τα καφέ, Όμπρα Ψημένη, κίτρινο Lead Tin, κόκκινο Καδμίου, πράσινο Χρωμίου και χρυσή Ώχρα και μαύρο Φούρνου με ακραίες τιμές μπλε Πρωσίας και αυτά με μαύρο Ασφάλτου. Ακολουθεί το **πράσινο Χρωμίου**, που παρουσιάζει τα λευκό Μολύβδου, κόκκινο Realgar, κόκκινο Καδμίου, μπλε Λαζούρι, τον Αζουρίτη, το λευκό Ψευδαργύρου, το κόκκινο αρσενικού το πράσινο Sap, το μαύρο Ασφάλτου, το πράσινο Χαλκού, την κόκκινη Καρμίνη, το κίτρινο Καδμίου με λευκό Τιτανίου και κίτρινο Χρωμίου. Μικρές ομάδες για τα , κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, Λάκα και Καδμίου., αλλά και τα μαύρα Φούρνου και Ivory με όμπρες. Ομαδοποιούνται τα μπλε Πρωσίας, Σμάλτο, με καφέ Σιδήρου, αλλά και κόκκινο Αιματίτη και κίτρινη Ώχρα, και Αιγυπτιακό. Στη συνέχεια το μονό με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Νάπολης και Lead Tin, τα μπλε Ουλτραμαρίνη και Cerulean. Τέλος τα σιένες, πράσινα Γης, Μαλαχίτης και Φθαλικό, καφέ Σέπια και κόκκινη Ώχρα, αλλά και τα κίτρινο Orpiment, χρυσή Ώχρα, πράσινα Χρωμίου, Viridian και Κοβαλτίου και μπλε Ινδικό και Κοβαλτίου. Στο **πράσινο Χαλκού**, ακραίες τιμές για το Φθαλικό πράσινο, το Cerulean, το μονό, κόκκινο Μίνιο, το Λαζούρι, το Viridian. Μικρές ομαδούλες για τα κόκκινα Λάκα και Καρμίνη, τα πράσινου Sap και Ινδικού μπλε. Επίσης τα μαύρα Φούρνου και Ασφάλτου αλλά και α τα μαύρο Ivory, καφέ Σέπια, πράσινα Γης, Μαλαχίτη, μπλε Πρωσίας. Ακολουθούν τα Όμπρα Ψημένη και Σιένα Ωμή. Ομαδοποιήσεις μεγαλύτερες εμφανίζουν τα κόκκινα Realgar, Καδμίου και Κιννάβαρι, κίτρινα Νάπολης και Lead Tin και λευκά Ψευδαργύρου και Μολύβδου και μπλε Αιγυπτιακό, αλλά και τα λευκό Τιτανίου, πράσινα Χαλκού, Χρωμίου και, μπλε Κοβαλτίου, κίτρινα Καδμίου, Χρωμίου και Orpiment, χρυσή Ώχρα. Τέλος τα Αζουρίτης, Αιματίτη, κόκκινη Ώχρα, Σιένα Ψημένη και Όμπρα Ωμή, μαζί με τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη αλλά και τα πράσινο Κοβαλτίου, κίτρινη Ώχρα και ακραία τιμή το κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Για το **πράσινο Κοβαλτίου** ως υπερκείμενο χρώμα, οι ακραίες τιμές αφορούν στα πράσινο Sap και μαύρο Ασφάλτου, Αζουρίτης, λευκό Μολύβδου, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Χρωμίου και Καδμίου και λευκό Τιτανίου Realgar και λευκό Μολύβδου. Οι ομάδες είναι τα κόκκινα Καδμίου, Μίνιο, Κιννάβαρι και Λάκα. Επίσης τα μαύρα Φούρνου και Ivory με τις όμπρες, αλλά και τα

μπλε Πρωσίας και Σμάλτο, με καφέ Σιδήρου. Μεγαλύτερες ομάδες τα Αιγυπτιακό κόκκινο Αιματίτη και αυτά με τα κίτρινα Νικελίου Τιτανίου, Νάπολης, Lead Tin, το μονό, μπλε Cerulean, Ουλτραμαρίνη, κίτρινη Ώχρα, κόκκινη Καρμίνα, και ακραία τιμή το πράσινο Χαλκού και τέλος οι σιένες, καφέ Σέπια, πράσινα Φθαλικό, Viridian, Γης, κόκκινη και χρυσή Ώχρα, μπλε Ινδικό και Κοβαλτίου μπλε και πράσινο και ακραίο το μπλε Λαζούρι. Στο **πράσινο Viridian**, ακραία είναι τα κόκκινο Καδμίου, και Realgar και πράσινο Φθαλικό, τα κίτρινα Orpiment και Νάπολης και μπλε Cerulean. Τα λευκά μαζί με το κίτρινο Μολύβδου. Επίσης τα μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο και Αζουρίτη με κόκκινο Αιματίτη και κόκκινη Ώχρα. Ομαδοποιούνται τα μαύρα, καφέ, πράσινα Μαλαχίτη, μπλε Πρωσίας και Όμπρα Ψημένη, αλλά και τα κόκκινο Μίνιο με πράσινο Viridian, κόκκινη Καρμίνα Λάκα και Κιννάβαρι, το μονό, κίτρινο Χρωμίου και Καδμίου. Τέλος οι ώχρες, πράσινα Χρωμίου, Κοβαλτίου, μπλε Ινδικό, Ουλτραμαρίνη Κοβαλτίου και Λαζούρι με πράσινο Sap και σιένες με πράσινο Γης. Για το **πράσινο Φθαλικό**, ακραία τιμή αποτελεί ο πράσινος Μαλαχίτης το κόκκινο Μίνιο. Ομάδες σχηματίζουν τα κίτρινα Χρωμίου, Καδμίου και αρσενικό, αλλά και τα ωμή σιένα, Όμπρα Ψημένη, καφέ Σέπια και μπλε Λαζούρι. Επίσης τα τρία μαύρα και το μπλε Πρωσίας, αλλά και τα μπλε Cerulean, Κοβαλτίου, Ινδικό πράσινα Χρωμίου, κόκκινα Κιννάβαρι, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Lead Tin, τα λευκά και το μονό Ακόμα ομαδοποιούνται τα κίτρινα Νάπολης, πράσινο Viridian και Sap και κόκκινο Καδμίου. συγγένεια στα φάσματα τους εμφανίζουν τα πράσινα Κοβαλτίου και Φθαλικό, Σιένα Ψημένη και κόκκινη και χρυσή Ώχρα, αλλά και τα Ωμή Όμπρα, πράσινο Γης, μπλε Αζουρίτη και καφέ Σιδήρου αλλά και τα κίτρινη Ώχρα, πράσινο Χαλκού, κόκκινα Λάκα, Realgar, Καρμίνα, Αιματίτη και τα μπλε Αιγυπτιακό και Σμάλτο και ακραία τιμή το Ουλτραμαρίνη. Για το **πράσινο Sap**, ακραία τιμή το πράσινο Κοβαλτίου, το μπλε Λαζούρι, η Μπλε Ουλτραμαρίνη. Ομάδες αποτελούν τα λευκό Μολύβδου και κόκκινη Ώχρα, αλλά και τα πράσινα Χαλκού, Χρωμίου, μπλε Σμάλτο και Αιγυπτιακό, χρυσή και κίτρινη Ώχρα. Επίσης τα μπλε Ουλτραμαρίνη, Ινδικό και Κοβαλτίου αλλά και το πράσινο Viridian, αλλά και τα κόκκινος Αιματίτης, Σιένα Ωμή, Όμπρα Ωμή και λευκό Ψευδαργύρου. Ομαδοποιούνται και τα μαύρα, καφέ μπλε Πρωσίας και

Αζουρίτη, πράσινα Μαλαχίτη, Γης πράσινο Φθαλικό, αλλά και τα κίτρινα Orpiment, Νικελίου Τιτανίου, Lead Tin, Χρωμίου, Καδμίου και κίτρινο Νάπολης, το μονό και το λευκό Τιτανίου. Τέλος τα μπλε Cerulean, τα κόκκινα Μίνιο, Κιννάβαρι, Realgar, Καδμίου, Καρμίνια, Λάκα με και πράσινο Sap.

Γαιώδης χρωστικές: Αυτά αποτελούνται από τις τρεις ώχρες, τις όμπρες και σιένες και τα δύο καφέ.

Για τη **Ώχρα χρυσή**, ακραία τιμή αποτελεί το Lead Tin, κίτρινο Χρωμίου Orpiment και Νικελίου Τιτανίου το Καδμίου κόκκινος Αιματίτης Αζουρίτης και πράσινο Sap και Realgar. συγγένεια εμφανίζουν τα λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου, αλλά και τα τρία μαύρα και το καφέ Σιδήρου, όπως και τα λευκό Μολύβδου με κίτρινο Νάπολης και τα μπλε Αιγυπτιακό με Σμάλτο. Τα κίτρινα όλα μαζί ομαδοποιούνται πολύ καλά μαζί με το λευκό Μολύβδου, αλλά όχι στην Complete μέθοδο. Ομάδες αποτελούν τα όμπρες με Σέπια, πράσινο Μαλαχίτη, Φθαλικό, Γης και μπλε Πρωσίας και τα πράσινα Χρωμίου και Χαλκού, με χρυσή Ώχρα και μπλε Ινδικό, αλλά και τα κόκκινη και κίτρινη Ώχρα, μπλε Λαζούρι και Σιένα Ωμή. Κοντινά φάσματα έχουν τα Κοβαλτίου μπλε και πράσινο, αλλά και τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καρμίνια και τα Μίνιο με μπλε Cerulean και τέλος το μονό με τα μπλε Ουλτραμαρίνη, κόκκινο Καδμίου και Λάκα. Στην **Ώχρα κίτρινη**, ακραίες τιμές παρουσιάζουν τα κόκκινο Realgar με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, πράσινο Μαλαχίτης και μπλε Αζουρίτης, το πράσινο Sap με κόκκινα Καδμίου. Ομαδοποιήσεις εμφανίζουν τα καφέ, όμπρες, μαύρα, μπλε Πρωσίας, Αζουρίτη και τον Μαλαχίτη που μαζί με το μαύρο Ασφάλτου αποτελούν ακραίες τιμές. Επίσης τα κόκκινα Καρμίνια, Καδμίου, Κιννάβαρι και Λάκα, κίτρινη Ώχρα, λευκό Ψευδαργύρου, το μονό, τα κίτρινα Orpiment, Χρωμίου, Νικελίου Τιτανίου και τα Νάπολης, lead tin και το μπλε Cerulean. Ακολουθούν τα πράσινα Sap, Viridian, Χαλκού Χρωμίου και Κοβαλτίου και αυτά με τις ώχρες κόκκινη και χρυσή, το λευκό Τιτανίου και το μπλε Λαζούρι και αυτά πάλι με τα σιένες, κόκκινα Αιματίτη και Μίνιο, πράσινο Γης, Φθαλικό, και τα μπλε Σμάλτο, Κοβαλτίου, Αιγυπτιακό, Ινδικό. Το αυτό για τα λευκά με το μονό, τα κίτρινα Νάπολης και Καδμίου και τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι. Ακόμα τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Πρωσίας, μαύρα Ασφάλτου

και Inogy, Όμπρα Ψημένη και καφέ Σέπια, αλλά και τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, πράσινο Γης, κόκκινος Αιματίτης, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου και καφέ Σιδήρου. Τέλος ομάδα αποτελούν τα μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό, κόκκινη Ώχρα, μπλε Λαζούρι, κόκκινα Καρμίνια, πράσινο Χρωμίου, σιένες και αυτά με τα κίτρινη Ώχρα, μπλε Cerulean, κόκκινη Λάκα, κίτρινο Orpiment, χρυσή Ώχρα και κίτρινο Χρωμίου και μια μικρότερη με τα Lead Tin με πράσινο Χαλκού και μετά τα πράσινα Κοβαλτίου και Viridian. Η **κόκκινη Ώχρα** τέλος εμφανίζει ακραίες τιμές για τα πράσινο Sap, κόκκινο Καδμίου και Realgar με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και πράσινο Μαλαχίτη με μπλε Αζουρίτη. Ομαδοποιούνται τα λευκά με το μονό, τα κίτρινα Νάπολης και Καδμίου και τα κόκκινα Μίνιο και Κιννάβαρι. Επίσης τα πράσινο Φθαλικό, μπλε Πρωσίας, μαύρα Ασφάλτου και Inogy, Όμπρα Ψημένη και καφέ Σέπια. Ακόμα τα μπλε Σμάλτο, Ουλτραμαρίνη, Αιγυπτιακό, πράσινο Γης, κόκκινος Αιματίτης, Όμπρα Ωμή, μαύρο Φούρνου και καφέ Σιδήρου. Μικρή ομάδα αποτελούν τα κίτρινο Lead Tin με πράσινο Χαλκού και μετά τα πράσινα Κοβαλτίου και Viridian. Τέλος ομαδοποιούνται τα μπλε Κοβαλτίου, Ινδικό, κόκκινη Ώχρα, μπλε Λαζούρι, κόκκινα Καρμίνια, πράσινο Χρωμίου, σιένες και αυτά με τα κίτρινη Ώχρα, μπλε Cerulean, κόκκινη Λάκα, κίτρινο Orpiment, χρυσή Ώχρα και κίτρινο Χρωμίου.

Η **Όμπρα Ωμή**, έχει ακραία τιμή το πράσινο Viridian, το κίτρινο Lead Tin, τα πράσινα Μαλαχίτης και Φθαλικό, τα πράσινα Κοβαλτίου και Sap και τα μπλε Σμάλτο και καφέ Σέπια. πράσινο Γης,, μπλε Πρωσίας. Ομαδοποιήσεις παρουσιάζουν τα πράσινο Χαλκού, κίτρινο Χρωμίου, Νάπολης και Καδμίου, κόκκινη και χρυσή Ώχρα, λευκό Τιτανίου και μπλε Ινδικό και Cerulean., αλλά και τα μπλε Αιγυπτιακό και Κοβαλτίου και κίτρινο Orpiment, καθώς και τα κόκκινα Λάκα, Realgar, Καρμίνια. Επίσης συγγένεια φασμάτων για τα Αιματίτη, Μίνιο, Καδμίου, το μονό, κίτρινη Ώχρα, σιένες και πράσινο Χρωμίου, το μονό και Όμπρα Ωμή. Τα μαύρα ομαδοποιούνται με την Όμπρα Ωμή και τα ,καφέ Σιδήρου με κόκκινο Κιννάβαρι Λαζούρι και λευκό Μολύβδου,, ενώ το Ψευδαργύρου με μπλε Αζουρίτης, Ουλτραμαρίνη. Η **Όμπρα Ψημένη**, ομαδοποιεί τα πράσινο Χαλκού και Μαλαχίτης, μαύρο

Φούρνου και Ivory από τη μία και τα κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και Μολύβδου, μαύρο Ασφάλτου, Σέπια και πράσινα Φθαλικό και Γης με ακραία τιμή το κίτρινο Καδμίου. επίσης τα πράσινο Κοβαλτίου, λευκό Ψευδαργύρου και Μολύβδου, μπλε Πρωσίας, Αζουρίτης, κίτρινο Νάπολης, κόκκινη Ώχρα, καφέ Σιδήρου και ακραία τιμή το κίτρινο Χρωμίου και αυτά με πράσινο Sap, κόκκινα Realgar, Κιννάβαρι, Λάκα και λευκό Τιτανίου. Η τελευταία ομάδα, αποτελείτε από πράσινο Viridian, μπλε Cerulean και Σμάλτο, κόκκινη και κίτρινη Ώχρα, και κίτρινο Orpiment και αυτά με πράσινο Χρωμίου με κόκκινο Μίνιο, Καρμίνια και Αιματίτη και Όμπρα Ψημένη, ξεχωρίζουν οι δύο σιένες και τέλος τα μπλε Αιγυπτιακό και Λαζούρι, με Κοβαλτίου, Ουλτραμαρίνη και Ινδικό και το μονό. Τέλος η Ωμή Όμπρα με το κόκκινο Καδμίου

Για τη **Σιένα Ωμή**, ακραίες τιμές αποτελούν το πράσινο Sap, το πράσινο Viridian και το μονό χρώμα. Ομαδοποιήσεις δίνουν τα κίτρινα Χρωμίου, λευκό Μολύβδου, κόκκινο Realgar και Μίνιο, κόκκινη Ώχρα και το μονό. Επίσης τα κίτρινο Νάπολης, Lead Tin, Καδμίου, λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου, κόκκινο Κιννάβαρι,. Το αυτό για τα κόκκινο Καδμίου, Καρμίνια και Λάκα, μπλε Cerulean και κίτρινο Νικελίου Τιτανίου. Με ακραία τιμή το πράσινο Viridian, ομαδοποιούνται τα κίτρινο Orpiment, χρυσή και κίτρινη Ώχρα, Σιένα Ωμή, πράσινο Κοβαλτίου. Τέλος τα κόκκινο Αιματίτη, Σιένα Ψημένη, μπλε Αιγυπτιακό, Ουλτραμαρίνη και Πρωσίας μαζί με τα μπλε Ινδικό και Ψημένη Όμπρα, με ακραία τομή το Σμάλτο και αυτά με τα πράσινο Χρωμίου και μπλε Λαζούρι, αλλά και τα πράσινο Sap, περιλαμβάνει τα μαύρα, την Ωμή Όμπρα, τα καφέ, τα πράσινα Γης, Μαλαχίτη, Φθαλικό και μπλε Κοβαλτίου και Αζουρίτη. Στην **Σιένα Ψημένη**, ακραία τιμή για το μαύρο Ασφάλτου, Ωμή Όμπρα, μαύρο Φούρνου και Ivory, καφέ Όμπρα Ψημένη πράσινα Viridian, Κοβαλτίου Σιένα Ψημένη. Μικρές ομάδες για τα πράσινο Γης και Μαλαχίτη, αλλά και πράσινο Sap με Φθαλικό και πράσινα Χαλκού με Χρωμίου. Επίσης μπλε Κοβαλτίου, Λαζούρι και χρυσή Ώχρα, αλλά και κόκκινα Αιματίτη και μπλε Ουλτραμαρίνη. Ομαδοποιήσεις για τα λευκό Τιτανίου με κίτρινα Νάπολης και Νικελίου Τιτανίου, αλλά και τα κίτρινο Χρωμίου με Lead Tin. Επίσης τα κόκκινη Ώχρα με κόκκινα Κιννάβαρι, Καρμίνια, τα κίτρινο Καδμίου με λευκό

Μολύβδου και αυτά με τα κόκκινο Μίνιο και μπλε Cerulean και σε όλα ακραίο το κόκκινο Realgar. μικρότερες ομάδες αποτελούν τα Σιένα Ωμή, μπλε Ινδικό και κίτρινο Orpiment, επίσης τα κίτρινη Ώχρα, λευκό Ψευδαργύρου, κόκκινο Καδμίου και Λάκα και τέλος τα μπλε Σμάλτο, Αζουρίτης, Αιγυπτιακό και Πρωσίας.

Στη συνέχεια η **καφέ Σέπια**, εμφανίζει ακραία τιμή για την κόκκινη Ώχρα, το κίτρινο Καδμίου, την Σέπια. Ομαδοποιεί τα κόκκινο αρσενικού και τα κίτρινο Νάπολης μαζί με λευκό Μολύβδου. Μεγάλη ομάδα αποτελούν τα Όμπρα Ωμή και κίτρινο Μολύβδου και σε αυτά σαν ακραίες τιμές εμφανίζονται τα καφέ Σιδήρου, στη συνέχεια ο κόκκινος Αιματίτης μετά η Σέπια και σε αυτά το κόκκινο Καδμίου, αλλά και τα πράσινο Sap, Χαλκού, μπλε Πρωσίας, Ινδικό, Ουλτραμαρίνη και Αζουρίτη, μαύρο Ivory και Ασφάλτου, κόκκινο Μίνιο, κίτρινο Orpiment, χρυσή Ώχρα, λευκό Τιτανίου και Ψευδαργύρου, Σιένα Ωμή, Όμπρα Ψημένη και το μονό. Μικρότερες ομαδοποιήσεις για τα πράσινα Μαλαχίτη και Χαλκού παρουσιάζει συνεχείς ακραίες τιμές το μαύρο Φούρνου, πράσινο Γης, μπλε Κοβαλτίου, αλλά και τα κόκκινη Καρμίνια, μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό, Λαζούρι, πράσινο Viridian και το μπλε Cerulean. Τέλος τα κόκκινα Λάκα και Κιννάβαρι, μαζί με κίτρινη Ώχρα και κίτρινο και τα Σιένα Ψημένη με κίτρινο Νικελίου Τιτανίου και ακραίο το πράσινο Φθαλικό. Στο **καφέ Σιδήρου**, ακραία τα κόκκινο Realgar πράσινος Μαλαχίτης τη χρυσή Ώχρα, το λευκό Τιτανίου, χρυσή Ώχρα. Ομαδοποιήσεις για τα καφέ Σιδήρου, το μαύρο Φούρνου και το μονό στρώμα, αλλά και τα Όμπρα Ψημένη με το πράσινο Viridian και Cerulean με Ultramarine. Συγγένεια φασμάτων για τα πράσινα Sap με Κοβαλτίου, με το λευκό Μολύβδου και αυτά με το κίτρινο Lead Tin, πράσινο Φθαλικό και κίτρινο Νάπολης με ακραίο το πράσινο Γης. Επίσης για τα μπλε Κοβαλτίου με κόκκινο Αιματίτη, Όμπρα Ωμή και Σιένα Ψημένη, μαζί με μπλε Πρωσίας και Λαζούρι και αυτά με μπλε Αιγυπτιακό, Σμάλτο και Αζουρίτη, αλλά και κόκκινη Καρμίνια, Λάκα, Σιένα Ωμή, κίτρινο Νικελίου Τιτανίου, μπλε Ινδικό, κίτρινο Καδμίου και κόκκινα Μίνιο με Κιννάβαρι. Τέλος ομαδοποιούνται τα πράσινο Χαλκού με κόκκινο Καδμίου, τα κίτρινο Χρωμίου και καφέ Σέπια με μαύρο Ivory και τα πράσινο Χρωμίου,

κόκκινη Ωχρα, λευκό Ψευδαργύρου, κίτρινο Orpiment, κίτρινη Ωχρα και μαύρο Ασφάλτου.

Τέλος, δημιουργήθηκε μια διαδικτυακή εφαρμογή, στην οποία προστέθηκε βάση δεδομένων, που περιλαμβάνει τα 2070 μετρηθέντα φάσματα, με διακριτές και αυτόνομες υποενότητες, που αφορούν στη Διαχείριση Χρηστών, την Ελεγχόμενη Πρόσβαση, την Καταχώρηση των Δεδομένων του κάθε Χρήστη, στον Έλεγχο κι Επεξεργασία Δεδομένων Χρήστη και την Εύρεση και Απεικόνιση των Επιθυμητών Πληροφοριών από τη βάση δεδομένων. Σε αυτήν την εφαρμογή, οιοσδήποτε τοποθετήσει σειρά αριθμητικών δεδομένων (με εύρος από ελάχιστο 5 έως μέγιστο 30), που θα προκύψουν από μέτρηση του φασματικού κύβου οποιασδήποτε εικόνας με πολυφασματική κάμερα, να μπορεί να αντιστοιχηθεί στο χρώμα των μετρηθέντων φασμάτων με απόκλιση $\pm 3\%$, όπως προκύπτει από το σφάλμα της κάμερας. Πραγματοποιήθηκε έτσι τη δυνατότητα πρόβλεψης του χρώματος με το οποίο κατασκευάστηκε η κάθε εικόνα και αν αυτό περιλαμβάνει μονή στρώση χρώματος απευθείας σε προετοιμασία, ή αν υπάρχει επιζωγραφισμένη περιοχή και ποιο είναι το υποκείμενο χρώμα χωρίς φυσικά την αφαίρεση του υπερκείμενου.

5. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Στα έργα ζωγραφικής και ειδικά στις φορητές εικόνες με την τεχνική της αυγοτέμπερας, οι επιζωγραφήσεις αποτέλεσαν κύριο τρόπο κάλυψης των φθορών τους, χωρίς φυσικά να περιορίζονται μόνο σε αυτά τα σημεία, αλλά επεκτείνονταν προς ενοποίηση τους με το σύνολο και μάλιστα σε σκουρότερες αποχρώσεις λόγω της σκοτεινότητας του παλαιού βερνικιού. Ταυτόχρονα όμως, αποτέλεσαν μέθοδο συνειδητής παραχάραξης έργων μέσα από προσθήκες υπογραφών για αύξηση της αξίας τους, αλλά και τρόπο εκσυγχρονισμού ενδυμασιών ή αλλαγών λόγω προτύπων που επέβαλαν οι διαφορετικές εποχές. Ηθελημένες αλλαγές μορφών επίσης αποτέλεσαν βασικό λόγο επιζωγράφησης, ενώ ημερομηνίες, υπογραφές και ολόκληρα κείμενα αλλάχθησαν ή ξαναγράφηκαν σε παλαιές εικόνες. Και στους χρυσούς κάμπους όμως, καλύπτονταν ακόμα και φύλλα χρυσού εξαιρετικής ποιότητας με μπρουντζίνες. Πολλές φορές παρέμενε το παλιό βερνίκι ανάμεσα στα δύο ζωγραφικά στρώματα, ενώ άλλες φορές έλειπε λόγω επεμβάσεων αφαίρεσης τους, κυρίως ακούσιες. Έντονες επεμβάσεις επισκευής των κατεστραμμένων εικόνων εμφανίζονται πολλές φορές σε διάφορους ναούς, και επεμβάσεις κάλυψης.

Η συντήρηση μιας επιζωγραφισμένης εικόνας είναι μια δύσκολη διαδικασία, καθώς οποιαδήποτε επέμβαση στο υπερκείμενο στρώμα θα επηρεάσει το υποκείμενο. Βιβλιογραφικά η αντιμετώπιση επιζωγραφισμένων εικόνων αφορά, είτε στην παραμονή της υπερκείμενης ζωγραφικής για περαιτέρω αντιμετώπιση, είτε στην ολοκληρωτική αφαίρεση της, κάτι που συνήθως γινόταν τα προηγούμενα χρόνια και μάλιστα χωρίς να έχουν αποτυπωθεί φωτογραφικά, με αποτέλεσμα να χαθούν σημαντικά στοιχεία.

Μέχρι πρόσφατα οι τεχνικές που μπορούσαν να εξετάσουν υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα σε επιζωγραφισμένες εικόνες, ήταν οι περιοχές της υπέρυθρης ακτινοβολίας και των ακτίνων X, ωστόσο με πολλούς περιορισμούς, στα παχύτερα χρωματικά στρώματα και στις χρωστικές με βάση τον άνθρακα.

Περιπτώσεις σύμφωνα με βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, που αφορούν σε μελέτη υποκείμενων στρωμάτων επιζωγραφισμένων έργων, ελάχιστα έχουν παρατηρηθεί και αφορούν σε ελαιογραφίες (όπως φαίνεται στον πίνακα στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι), ενώ οι διάφοροι ερευνητές ξοδεύουν κόπο και χρόνο να τα μελετήσουν, με τη δημιουργία δύσχρηστων και στατικών μηχανημάτων, κάνοντας αναγκαία τη μεταφορά του έργου, διαδικασία επίφοβη για την ασφάλεια του, με μεγάλα ρίσκα και δυσκολίες, χρονοτριβώντας σε διαδικασίες αδειών και μεταφοράς. Ωστόσο ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει σε μια απεικονιστική μέθοδος μελέτης που εμφανίστηκε από το 2008 (και τα αποτελέσματα της φαίνονται στον πίνακα στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι στην τρίτη γραμμή), με χρήση Φθορισμού Ακτίνων Χ βασισμένο σε Σύγχροτρο, στο Αμβούργο της Γερμανίας, καθώς είναι η μόνη που όπως φαίνεται στα έργα που μελετήθηκαν δίνει κάποιο έγχρωμο αποτέλεσμα.

Η παρούσα διατριβή προσπάθησε να μελετήσει τις επιζωγραφήσεις, ρίχνοντας φως στην αναγνώριση των χρωμάτων των υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων και στον τρόπο που οι υποκείμενες χρωστικές επηρεάζουν το φάσμα των υπερκείμενων. Χρησιμοποιήθηκαν πολυφασματικοί ανιχνευτές, καθώς είναι φορητοί, εύχρηστοι, σε μικρές διαστάσεις και απαντώνται σε πολλά πλέον εργαστήρια συντήρησης και αρχαιομετρίας. Τα 2070 φάσματα που λήφθηκαν από τα δείγματα που παρασκευάστηκαν, έδειξαν ότι η διαδικασία των λήψεων είναι δύσκολο να προσδώσει δεδομένα συγκρινόμενα μεταξύ τους, παρά τη διαδικασία καλιμπραρίσματος που επιβάλλεται από το δελτίο κατασκευής του μηχανήματος και την απόλυτα ελεγχόμενη διαδικασία συνθηκών λήψεων. Γι' αυτό σε μια ερευνητική διαδικασία όπως της παρούσας διατριβής, η διαδικασία της κανονικοποίησης των λήψεων ήταν αναγκαία, όπως και η χρήση ασπρόμαυρης κλίμακας, αλλά και η λήψη αρχικής κάρτας αναφοράς που λειτούργησε ως οδηγός. Βέβαια σημαντικό είναι το γεγονός ότι το σφάλμα της κάμερας δεν επηρεάζεται από την κανονικοποίηση.

Οι ιεραρχικές αλλά και όλες οι άλλες μέθοδοι της ανάλυσης κατά συστάδες έδειξαν απόλυτη επιτυχία στην ομαδοποίηση συγγενών φασμάτων υποκείμενων χρωματικών στρωμάτων όταν αυτά καλύπτονται από κάποιο υπερκείμενο, ενώ

οι αλγόριθμοι Φράκταλ και οι διαστάσεις Εντροπίας και Πολυπλοκότητας δεν ομαδοποιούν τα κοντινά φάσματα μεταξύ τους.

Η μελέτη των ομαδοποιήσεων των φασμάτων της παρούσας διατριβής, έδειξε ότι η επίκτητη ανακλαστογράφηση στην περίπτωση διπλών στρώσεων διαφορετικών χρωστικών, δημιουργεί ιδιαίζουσες συμπεριφορές των φασμάτων σε σχέση με αυτά των αντίστοιχων μονών, γι'αυτό καταγράφηκαν οι ομαδοποιήσεις που προέκυψαν από όλους τους συνδυασμούς. Για παράδειγμα το κόκκινο Χρωμίου με το κίτρινο Χρωμίου δεν ομαδοποιούνται μαζί, ή αντίστοιχα του αρσενικού ή του Καδμίου. Επίσης το μονό ομαδοποιείται με διαφορετικά κάθε φορά υποκείμενα χρώματα.

Κάποιες γενικές παρατηρήσεις όπως προέκυψαν από το κεφάλαιο των ομαδοποιήσεων, παρουσιάζουν τις **λευκές** χρωστικές (Μολύβδου, Ψευδαργύρου και Τιτανίου), να ομαδοποιούνται μαζί τα λευκά με το μονό χρώμα. Το αυτό και οι σιένες και οι όμπρες. Μια μικρή διαφοροποίηση παρατηρείται στην απόδοση του λευκού Τιτανίου, καθώς στα Μολύβδου και Ψευδαργύρου, ομαδοποιούνται οι ώχρες, τα καφέ και τα κίτρινα Χρωμίου, Νάπολης και Καδμίου, αλλά και τα μπλε Κοβαλτίου, Σμάλτο και Ουλτραμαρίνη. Στις **μαύρες** χρωστικές εμφανίζονται πολύ μεγάλες οι αποστάσεις των ομάδων στον άξονα Y των γραφημάτων στις Linkage, με πολλές ακραίες τιμές, γεγονός που εξηγείται από την πλήρη καλυπτικότητα τους. Σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι και στις τρεις μαύρες χρωστικές (Φούρνου, Ivory και Βιτούμιο), το μονό αποτελεί ακραία τιμή καθώς συμπεριφέρεται διαφορετικά, όπως και τα μπλε Πρωσίας και κόκκινος Αιματίτης. Οι **κίτρινες** χρωστικές (Lead Tin, Nickel Titan, Καδμίου, Νάπολης, Χρωμίου και Orpiment), δεν παρουσιάζουν όλες κάποια κοινή συμπεριφορά, ενώ το πιο ομαλό σε ομαδοποιήσεις ανά απόχρωση, αποτελεί το Lead Tin. Το μονό παρουσιάζεται ως ακραία τιμή για τα Χρωμίου και Orpiment, καθώς στα άλλα ομαδοποιείται με λευκές ή κίτρινες χρωστικές. Στα λευκά ως υποκείμενα, ιδιαίτερη συμπεριφορά έχει αυτό του Τιτανίου. Στις **κόκκινες** χρωστικές (Καδμίου, Κιννάβαρι, Μίνιο, Αιματίτης, Realgar, Lake και Καρμίνια), τα Μίνιο, Καδμίου και Καρμίνια ομαδοποιούν το μονό με το κίτρινο Χρωμίου, ενώ

στα Κιννάβαρι και Αιματίτης ομαδοποιείται με το Κιννάβαρι. Το μαύρο Φούρνου αποτελεί ακραία τιμή για Αιματίτη, Καρμίνια, Κιννάβαρι και Realgar, ενώ το λευκό Τιτανίου ξεχωριστή συμπεριφορά από τα άλλα λευκά για τα Κιννάβαρι και Αιματίτη. Ομαλή κατανομή αποχρώσεων παρουσιάζεται για τη Λάκα, το Καδμίου και το Μίνιο. Για τις **μπλε** χρωστικές (Αζουρίτης, Πρωσίας, Ινδικό, Σμάλτο, Cerulean, Lapis Lazuli, Αιγυπτιακό και Ουλτραμαρίνη) το μονό ομαδοποιείται με λευκές ή κίτρινες αποχρώσεις, εκτός του Αζουρίτη και του Πρωσικού, που ομαδοποιείται με πιο σκούρες, ενώ στο Κοβαλτίου αποτελεί ακραία τιμή. Σε γενικές γραμμές εμφανίζονται αναμειξίσεις στις ομαδοποιήσεις σε σκουρόχρωμες και ανοικτόχρωμες χρωστικές. Οι **πράσινες** χρωστικές (Γης, Μαλαχίτης, Χρωμίου, Χαλκού, Κοβαλτίου, Viridian, Φθαλικό και Sap), ομαδοποιούν τα μαύρα με το μπλε Πρωσίας έκτος από το Κοβαλτίου. Το μονό αποτελεί ακραία τιμή στο Χαλκού, ενώ στα άλλα ομαδοποιείται με κίτρινες χρωστικές. Τα λευκά ομαδοποιούνται μαζί εκτός από το Κοβαλτίου ως υπερκείμενο. Τέλος αναφορικά με τις **γαιώδης** χρωστικές, αυτές χωρίζονται σε ώχρες, καφέ, όμπρες και σιένες. Συγκεκριμένα, οι τρεις **ώχρες** (Κόκκινη, Κίτρινη και Χρυσή), παρουσιάζουν ίδιες ακραίες τιμές για πράσινο Sap η κόκκινη και η χρυσή και για κόκκινο realgar η κίτρινη και η χρυσή. Τα μαύρα χρώματα ομαδοποιούνται μαζί, εκτός από το Βιτουμίου που αποτελεί ακραία τιμή για την κόκκινη ώχρα. Τέλος το μονό ομαδοποιείται με τα κόκκινα Κιννάβαρι, Καδμίου και Μίνιο και το κίτρινο Νάπολης, εκτός από την χρυσή ώχρα. Στις **σιένες** (Ωμή Σιένα και Ψημένη Σιένα) ιδιαιτερότητα παρουσιάζεται ως προς την ομαδοποίηση της μονής χρωστικής, μαζί με τις Σιένες. Στις **όμπρες** (Ωμή Όμπρα και Ψημένη Όμπρα) ακραία τιμή αποτελεί και στις δύο το πράσινο Viridian, ενώ το μονό ομαδοποιείται εντελώς διαφορετικά. Ομαδοποιούνται μαζί τα μαύρα με τα καφέ, τον μπλε Αζουρίτη και με τα πράσινα Μαλαχίτη, Φθαλικό και Sap. Τα κόκκινα ομαδοποιούνται μαζί με διαφορετική συμπεριφορά να παρουσιάζει ο Αιματίτης. Παρόμοια συμπεριφορά παρουσιάζουν και τα λευκά με τα κίτρινα εκτός του Orpiment. Τέλος στις **καφέ** χρωστικές (Σιδήρου και Σέπια), ομαδοποιούνται μαζί τα μπλε Σμάλτο, Αιγυπτιακό και Λαζούρι και μαζί τα κόκκινα Λάκα και Κιννάβαρι, γενικά όμως το Σιδήρου παρουσιάζει

διαφορετική συμπεριφορά ως προς τις ακραίες τιμές και τις αποστάσεις των υποκείμενων χρωστικών που αφορά στον άξονα Υ των γραφημάτων.

Είναι προφανές ότι αυτές οι συμπεριφορές, θα πρέπει να εξεταστούν διεξοδικά σε επόμενη ερευνητική φάση, καθώς ο μεγάλος αριθμός χρωστικών και όγκος δεδομένων, δεν επέτρεψε την λεπτομερέστερη μελέτη τους. Επιλέχθηκε ωστόσο η χρήση των ομαδοποιήσεων, για να καταγραφούν τα συγγενή φάσματα των υποκείμενων χρωστικών.

Η διαδικτυακή πλατφόρμα στη συνέχεια που δημιουργήθηκε (Υποκεφάλαιο 3.3), έκανε εφικτή τη δυνατότητα πρόβλεψης/ταυτοποίησης υποκείμενου χρώματος με την πληθώρα των συγκεκριμένων δεδομένων που αποκτήθηκαν, που αποτελούν το σύνολο των χρωστικών της παλέτας των Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών αγιογράφων, εύκολα, άμεσα, χωρίς ιδιαίτερες εγκαταστάσεις προγραμμάτων, online και ελεγχόμενα ως προς τον κάθε χρήστη. Πρόκειται για μια βάση δεδομένων, που θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πολύ δυνατό εργαλείο ταυτοποίησης χρωστικών σε φορητές εικόνες, είτε αποτελούνται από ένα χρώμα, είτε αποτελούν συνδυασμό υποκείμενης και υπερκείμενης χρωστικής στην περίπτωση επιζωγραφίσεων, χωρίς φυσικά την αφαίρεση των πάνω στρωμάτων, μέθοδο καινοτόμα με αναρίθμητες δυνατότητες για την ερευνητική κοινότητα στις απεικονιστικές τεχνικές.

Υπάρχουν σαφώς αρκετές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν την έκθεση της στον παγκόσμιο ιστό. Είναι προφανές πως λήψεις στα δείγματα πραγματοποιήθηκαν με συγκεκριμένη κάμερα, από την οποία δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων με τα 2070 μετρηθέντα χρώματα μονά ή διπλά. Για να ισχυριστεί κανείς ότι αυτή η βάση δεδομένων λειτουργεί για την κάθε εικόνα, θα πρέπει να γίνουν αντίστοιχες λήψεις με άλλο πολυφασματικό ανιχνευτή, ώστε να εξεταστεί το ενδεχόμενο, όλες αυτές οι κάμερες να δίνουν τα ίδια φάσματα. Σημαντικό επίσης είναι να γίνουν λήψεις σε πραγματικές εικόνες, αφού μια εικόνα δεν είναι απλή κάλυψη μεμονωμένων χρωμάτων. Είναι αναμείξεις χρωμάτων, οπότε δεν ξέρει κανείς πως θα μπορούσε να λειτουργήσει η φασματική απόδοση σε μια πολυφασματική κάμερα. Επίσης οι συνθήκες

λήψεων στα δείγματα της παρούσας διατριβής, ήταν πολύ συγκεκριμένες, όπως περιγράφηκε στο πειραματικό μέρος (Υποκεφάλαιο 2.3.2) και τα χρώματα δεν επηρεάζονταν από εξωτερικούς παράγοντες. Εξάλλου στα φάσματα πραγματοποιήθηκε και κανονικοποίηση σύμφωνα με το κεφάλαιο 2.4, πέρα από το καλιμπράρισμα που προσφέρει η κάμερα. Σε μια εικόνα, η διαφάνεια στα χρώματα μπορεί να επηρεάσει την καμπύλη στο φάσμα της, λόγω του λευκού υποστρώματος της προετοιμασίας, είτε λόγω της συγκέντρωσης της διπλανής χρωστικής, γι' αυτό και στις λήψεις της παρούσας διατριβής, τα τρία κάθε φορά χρώματα της λήψης, ήταν καλυμμένα από γκρι φωτογραφικό χαρτί και τα χρώματα που επιλέχθηκαν για το κάθε πάνελ ήταν συγγενή μεταξύ τους. Τέλος το ποσοστό 3% που προέκυψε μέσα από το σφάλμα της κάμερας, είναι ικανό να δώσει τη σωστή απόκλιση, καθώς είναι το ίδιο για όλες τις πολυφασματικές κάμερες, αλλά και ποιος θα ήταν ο τρόπος να μειωθεί ο αριθμός των γειτονικών φασμάτων σε κάθε ομαδοποίηση.


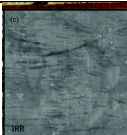

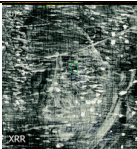



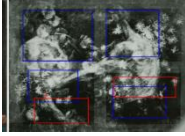
Εν κατακλείδι, πρόκειται για σημαντική και πρωτοπόρα προσέγγιση του θέματος των επιζωγραφήσεων, με ταυτόχρονη όμως λήψη ενός τεραστίου πλήθους δεδομένων, που μπορεί να μελετηθεί στη συνέχεια με πολλούς τρόπους, πεδίο έρευνας με πολλές δυνατότητες μέσα από συνέργειες με άλλους επιστημονικούς κλάδους (στατιστική, επεξεργασία εικόνας, AI), ως οφείλει να κάνει μια ορθή και εμπειριστατωμένη έρευνα. Ίσως γι' αυτό κανείς δεν πραγματοποίησε μέχρι τώρα κάποια παραπάνω μελέτη σε δείγματα. Ωστόσο η χρήση τόσο μεγάλου αριθμού χρωμάτων αποδείχτηκε αναγκαία και δημιούργησε υλικό για περαιτέρω διεξοδική μελέτη.




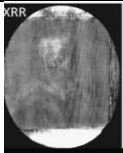



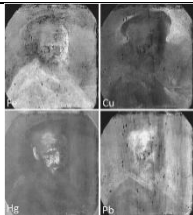


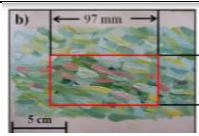



Στα πλαίσια μελλοντικής έρευνας συνεπώς, προτείνεται η λήψη φασμάτων με άλλη κάμερα, στα ίδια δείγματα για σύγκρισή, σε ίδιες ή διαφορετικές συνθήκες. Ταυτόχρονα λήψεις σε επιζωγραφισμένες εικόνες και μάλιστα διαφόρων αιώνων, ενώ είναι απαραίτητη η διεξοδική μελέτη καθενός χρώματος με τους συνδυασμούς του, μέσα από γραφικές παραστάσεις ή άλλες μεθόδους. Τέλος στην παρούσα μελέτη δεν έχουν συμπεριληφθεί καθόλου τα διαφορετικά προσχέδια, που θα μπορούσαν να δώσουν πλήθος ακόμα δεδομένων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας (Πηγή: Bratitsi et al 2019, 87) στον οποίο περιλαμβάνονται τα ζωγραφικά έργα που έχουν δεχτεί επιζωγραφήσεις και έχουν μελετηθεί με διάφορες μεθόδους, όπως αυτές περιγράφονται στο κεφ. 1.5.2. Στην πρώτη στήλη αναγράφεται ο τίτλος του έργου, το όνομα του καλλιτέχνη και η χρονολογία κατασκευής του και στη δεύτερη στήλη η τεχνική κατασκευής. Η τρίτη και η τέταρτη στήλη περιλαμβάνουν την υπερκείμενη και την υποκείμενη απεικόνιση όπως ακριβώς την αποτύπωσε η κάθε μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε και η οποία περιγράφεται στην πέμπτη στήλη.

Case studies	Τεχνική	Υπερκείμενο στρώμα	Υποκείμενο στρώμα	Μέθοδος
Patch of Grass Vincent Van Gogh 1887	Oil painting in canvas			IRR
Patch of Grass Vincent Van Gogh 1887	Oil painting in canvas			XRR
Patch of Grass Vincent Van Gogh 1887	Oil painting in canvas			Synchrotron Radiation Based X-ray Fluorescence DESY, Hamburg, Germany Dik et al. (2008)
Flower Life Meadow Flowers and Roses' Vincent van Gogh 1974	Oil painting in canvas			Synchrotron Radiation Based X-ray Fluorescence DESY, Hamburg, Germany Alfeld et al. (2013) Van der Loeff et al. (2012)

Old Man in Military Costume Rembrandt van Rijn, 1630	Oil painting on panel			Synchrotron Radiation Based X-ray Fluorescence DESY, Hamburg, Germany Dik et al. (2010)
An Old Man Rembrandt van Rijn 1630	Oil painting in canvas			XRR
An Old Man Rembrandt van Rijn 1630	Oil painting in canvas			IRR
An Old Man Rembrandt van Rijn 1630	Oil painting in canvas			synchrotron-based scanning macro-XRF NSLS, NY, USA Alfeld et al. (2013)
self-portrait Sir Arthur Streeton 1923	Oil painting in canvas			X-ray fluorescence microscopy using synchrotron radiation Melbourne, Australia HoWard et al. (2012)
Daubigny's Garden Vincent Van Gogh 1890	Oil painting in canvas			Confocal 3D micro-XRF Nakano et al. (2016)
Portrait of a Woman. Edgar Degas 1937	Oil painting in canvas			XRF fluorescence microscopy elemental maps Thurrowgood et al. (2016)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Οι τιμές των φασμάτων για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο χρώμα το μπλε Αιγυπτιακό και υποκείμενα τα 45 χρώματα και το μονό απευθείας στην προετοιμασία. Στην πρώτη στήλη φαίνονται τα αρχικά των ονομάτων με πρώτο συνθετικό το υπερκείμενο και δεύτερο το υποκείμενο, ενώ στις στήλες εμφανίζονται οι τιμές των 30 περιοχών των φασμάτων από 420 έως 1000nm, ανά 20.

CODE NO	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	
1-EGY-EAR	19	17	26	26	27	30	29	28	26	21	16	19	22	32	30	34	39	37	39	43	50	59	63	66	74	74	79	75	80	83	
2-EGY-MAL	21	27	34	34	37	36	31	27	24	18	15	14	22	20	29	28	30	31	31	28	32	36	39	47	45	50	56	54	57	63	
3-EGY-CYGRE	29	23	27	27	28	30	26	20	16	14	13	16	22	27	36	48	57	58	59	64	73	84	101	112	122	123	122	119	118	121	
4-EGY-CuGR	25	24	26	27	30	33	26	24	18	15	15	16	22	33	44	52	53	66	73	78	85	96	109	125	137	136	136	129	129	135	
5-EGY-CoBGR	29	35	37	36	38	34	29	27	18	18	16	15	21	29	29	37	47	54	55	61	69	81	99	117	128	127	129	122	123	110	
6-EGY-VIR	32	35	38	33	36	29	21	20	16	12	14	15	18	28	27	32	47	58	61	64	73	90	112	125	140	139	139	139	141	137	
7-EGY-PTH	19	28	36	34	31	18	13	16	13	13	13	12	14	17	19	20	22	27	27	30	34	39	54	59	75	79	90	97	101	107	
8-EGY-SAP	15	13	26	23	24	21	28	20	18	16	15	12	24	34	45	52	55	54	55	60	65	78	96	109	124	124	130	130	131	142	
9-EGY-GOLDOCH	27	34	35	34	31	28	26	26	24	15	16	16	28	34	50	59	63	58	57	63	69	85	97	111	118	121	125	121	123	126	
10-EGY-GRO	29	37	49	54	45	34	30	27	20	16	17	16	21	39	56	63	63	63	62	63	77	83	107	117	131	135	130	135	132	130	
11-EGY-LWH	30	39	59	57	55	42	33	31	27	19	17	19	30	50	60	75	78	73	73	82	89	103	123	140	149	143	153	146	147	149	
12-EGY-ZWH	44	56	75	74	67	55	49	41	33	29	21	27	43	55	88	102	105	96	97	100	103	120	139	163	173	169	173	166	166	163	
13-EGY-TIT	66	71	94	96	78	70	55	45	37	29	26	31	39	53	87	101	99	97	96	98	107	123	145	169	181	186	182	182	177	176	
14-EGY-LTIN	22	32	52	57	60	56	49	41	34	28	23	27	34	60	76	85	89	81	81	85	93	105	124	150	169	164	169	167	172	170	
15-EGY-NTIT	22	32	39	55	59	56	57	46	38	31	27	26	34	42	79	83	82	77	78	81	93	105	124	148	161	165	166	162	166	162	
16-EGY-YC	28	28	19	19	23	56	53	57	49	35	32	31	44	66	93	107	109	107	108	103	117	139	152	161	182	185	188	184	186	184	
17-EGY-NAP	18	21	30	36	43	40	35	42	31	30	22	31	46	72	81	85	88	89	90	92	100	115	131	144	171	171	169	166	163	163	
18-EGY-CRYEL	28	26	17	23	34	37	35	37	30	24	24	26	34	52	75	86	85	80	85	87	99	113	131	152	166	168	172	166	164	160	
19-EGY-ORP	30	38	39	43	35	35	30	29	23	15	14	16	29	41	60	69	72	66	66	70	78	97	116	130	150	148	153	148	149	148	
20-EGY-AZU	18	24	27	31	30	21	21	19	16	13	12	12	15	17	20	21	20	26	27	27	30	36	46	52	60	64	77	89	103	117	
21-EGY-PRU	20	27	31	31	29	21	21	17	16	13	14	15	19	22	30	32	28	30	32	32	35	34	44	55	58	54	55	54	57	53	
22-EGY-HND	19	20	15	16	17	21	16	15	12	14	13	15	12	14	15	20	26	32	50	59	64	69	75	90	116	125	141	142	155	153	158
23-EGY-SMA	18	20	28	31	25	18	17	17	14	13	13	14	18	26	37	47	45	49	50	55	62	80	97	106	123	122	126	126	126	124	
24-EGY-CBL	29	34	49	52	44	30	20	19	14	13	12	11	18	26	60	87	98	96	99	101	111	134	150	161	171	176	176	179	175	162	
25-EGY-LAP	28	34	37	37	33	26	17	20	15	13	13	13	19	28	38	49	56	57	59	60	68	81	98	113	119	120	123	123	121	124	
26-EGY-EGY	22	29	37	38	36	30	24	20	16	13	13	14	18	28	36	44	41	42	41	43	52	61	76	90	112	110	112	110	108	113	
27-EGY-ULT	25	34	42	36	26	17	15	14	12	13	13	11	14	14	20	29	45	53	57	63	69	77	94	102	117	122	130	132	137	150	
28-EGY-CoBL	27	33	30	26	26	21	15	14	13	12	13	14	17	24	19	24	26	30	37	55	75	103	121	140	143	146	155	152	156	128	
29-EGY-CaRED	27	26	20	23	21	18	20	16	17	19	19	24	38	47	64	74	77	78	78	77	93	116	114	128	137	135	139	137	137	128	
30-EGY-CIN	21	24	26	27	23	18	19	16	18	16	18	20	28	40	54	68	73	70	73	73	86	119	122	139	156	154	155	154	149	148	
31-EGY-MIN	21	34	32	29	27	24	19	19	20	18	21	23	36	55	73	83	86	82	75	80	91	125	126	141	162	158	163	160	158	155	
32-EGY-HEM	16	21	26	26	20	21	18	17	16	15	16	21	24	32	38	42	47	46	46	48	52	61	64	75	87	86	91	85	92	97	
33-EGY-YOCH	25	23	28	29	29	28	29	31	29	21	19	22	32	45	57	67	73	73	73	79	81	91	101	106	114	108	111	105	112	113	
34-EGY-ROCH	20	21	23	24	21	18	20	17	17	16	16	21	27	35	49	61	65	68	68	67	74	84	100	112	119	128	130	135	136	148	
35-EGY-RLG	22	23	28	28	27	27	24	28	22	18	22	42	56	68	76	75	79	77	81	94	108	128	153	161	162	163	158	155	163	163	
36-EGY-LAK	19	17	21	20	19	15	17	17	15	15	15	19	30	41	59	72	79	82	89	97	99	106	126	144	158	158	166	166	167	163	
37-EGY-CAR	17	28	20	20	23	24	19	16	16	16	16	15	22	35	51	63	68	68	68	70	81	101	116	131	141	149	153	153	149	152	
38-EGY-FUR	23	22	28	28	24	21	16	16	15	14	13	14	18	24	20	26	26	24	27	27	33	42	47	50	53	45	49	44	44	37	
39-EGY-IVQ	30	28	30	29	27	17	16	16	15	13	14	12	15	17	20	20	22	24	26	27	27	30	38	43	47	47	43	44	39	39	
40-EGY-ASP	13	12	12	12	13	13	12	12	13	12	13	14	13	15	15	18	14	17	18	18	22	22	27	29	29	40	37	39	35	37	
41-EGY-FE	24	21	23	22	23	18	18	18	17	15	17	15	17	21	30	35	31	34	31	31	35	37	43	54	53	58	57	52	44	53	
42-EGY-SEP	15	12	13	15	15	15	16	15	15	13	13	13	14	16	20	22	24	22	22	22	29	26	23	27	35	37	42	37	47	39	49
43-EGY-OMBB	38	18	28	28	24	26	26	18	17	14	14	12	20	21	29	31	28	34	34	40	43	44	55	61	69	68	76	82	70	80	
44-EGY-OMBR	23	27	27	23	27	26	21	21	18	18	18	18	26	26	30	32	33	32	32	31	34	37	53	52	55	56	58	58	59	59	
45-EGY-SIEB	26	26	30	35	31	29	26	21	18	16	17	15	22	31	41	50	52	50	52	52	56	63	69	81	89	99	98	98	97	103	
46-EGY-SIER	32	36	36	29	28	26	27	23	19	16	17	15	24	33	50	53	55	53	52	53	58	67	73	87	101	100	94	97	92	97	
15test-1	23	31	40	56	61	54	59	45	39	30	26	25	33	43	78	85	84	79	76	82	90	108	127	150	157	168	169	159	162	167	
15test-2	21	33	38	54	58	58	55	47	38	29	28	27	35	41	81	84	80	75	79	79	96	102	121	144	163	160	171	158	163	158	
15test-3	22	34	41	53	62	55	56	48	37	32	29	28	32	43	77	81	81	76	80	83	92	104	123	152	166	170	161	167	171	160	

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 1: τιμές φασμάτων για το γκρουπ με το μπλε Αιγυπτιακό ως υπερκείμενο χρώμα

Αντίστοιχα παρακάτω φαίνονται οι τιμές των φασμάτων για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο χρώμα το κόκκινο Καδμίου και υποκείμενα τα 45 χρώματα καθώς και το μονής στρώσης

code name	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000
1-CR-EAR	15	13	14	14	13	14	18	17	23	51	130	168	176	192	185	191	192	190	200	204	203	205	208	202	209	212	209	207	203	200
2-CR-MAL	11	12	11	12	12	12	13	13	17	44	78	84	91	88	86	94	87	91	82	88	78	84	78	82	77	78	73	77	67	66
3-CR-CrG	12	12	11	11	11	12	12	12	17	39	114	137	168	173	191	191	189	190	192	197	201	201	196	204	200	204	199	199	203	199
4-CR-CuG	15	13	14	14	13	14	18	17	23	51	130	168	176	192	185	191	192	190	200	204	203	205	208	202	209	212	209	207	203	200
5-CR-COG	11	12	12	13	12	13	13	14	16	32	129	168	178	190	202	202	202	204	202	209	206	201	210	209	213	213	207	207	208	202
6-CR-VIR	11	12	12	13	12	12	12	13	16	39	121	129	177	183	175	186	198	192	202	202	202	203	213	207	213	213	208	212	216	203
7-CR-PTH	15	12	12	14	12	12	13	14	17	45	122	160	163	176	173	183	186	191	194	191	184	186	191	194	201	202	198	202	204	195
8-CR-SAP	14	12	12	13	12	12	15	14	17	42	123	152	162	164	177	177	178	188	193	192	195	199	203	194	209	215	210	206	210	208
9-CR-GOCH	11	13	12	12	12	12	12	13	16	39	120	156	167	172	174	177	180	183	181	191	186	186	191	188	190	187	187	190	189	183
10-CR-GRO	13	13	13	13	12	13	14	14	18	42	127	173	181	192	208	204	209	210	209	211	212	216	217	217	223	219	217	218	221	217
11-CR-LW	20	12	14	15	13	14	14	16	20	44	122	171	191	179	189	208	200	210	206	212	205	207	205	213	203	202	207	212	206	214
12-CR-ZW	19	16	16	15	13	13	17	19	20	45	125	174	181	170	186	201	206	209	204	202	203	206	204	216	202	204	204	205	211	205
13-CR-TIT	16	13	13	14	13	15	15	17	19	41	116	155	181	177	194	195	200	203	204	203	199	204	206	204	204	201	198	205	200	210
14-CR-LTIN	13	15	15	16	16	17	19	19	21	49	131	174	195	198	215	212	213	216	219	219	219	219	231	225	228	225	229	232	235	222
15-CR-NITIT	15	13	15	15	15	14	15	16	20	46	129	168	177	181	192	199	192	199	198	202	200	199	204	205	207	217	210	213	217	205
16-CR-CRYE	12	12	13	13	13	14	12	15	17	45	118	164	176	191	192	201	200	202	208	210	209	209	220	214	216	221	215	215	221	218
17-CR-NAP	15	13	14	13	13	15	16	19	20	49	128	174	189	195	203	205	208	208	210	211	205	210	217	215	212	213	215	214	209	211
18-CR-CYE	13	12	13	12	12	12	14	14	16	41	128	167	176	188	200	202	200	204	207	207	211	213	212	214	216	219	221	215	217	212
19-CR-ORP	11	12	12	12	12	12	13	14	16	41	116	167	171	185	192	195	188	189	191	197	196	193	203	197	202	202	202	200	201	200
20-CR-AZU	13	12	12	12	14	13	14	17	21	40	67	77	81	82	80	82	79	79	75	76	77	74	73	68	69	68	65	67	63	60
21-CR-PRU	12	13	12	12	12	12	13	15	19	48	127	160	168	180	180	183	177	169	172	172	170	166	170	167	168	168	168	170	168	160
22-CR-IND	12	11	12	12	12	11	14	16	41	115	149	149	159	155	160	160	166	177	178	180	185	194	195	204	206	207	211	214	214	214
23-CR-SMA	12	13	13	16	14	15	15	18	21	43	120	156	167	173	165	167	172	174	172	177	178	175	183	173	176	179	177	179	177	175
24-CR-CBL	13	13	13	13	13	12	13	15	19	47	125	163	169	184	190	188	195	201	206	207	212	206	214	215	210	217	207	211	213	202
25-CR-LAP	12	13	12	12	12	12	15	17	45	122	162	172	183	184	180	177	185	185	193	189	184	191	187	196	191	192	186	196	191	191
26-CR-EGV	12	15	14	13	14	14	16	17	23	48	115	140	150	162	158	161	156	162	160	158	157	153	158	153	152	155	151	156	147	151
27-CR-ULT	13	12	13	12	14	12	16	16	19	52	133	168	172	184	189	190	188	189	195	197	196	197	200	197	202	202	201	199	212	199
28-CR-CoBL	11	12	14	14	12	12	14	14	17	51	121	159	170	185	179	185	184	184	184	190	194	199	195	205	205	206	206	212	203	203
29-CR-CaRED	13	13	14	13	12	13	15	16	20	52	127	177	192	191	201	208	207	211	214	217	217	219	222	230	220	225	223	222	225	226
30-CR-CIN	12	13	12	12	12	12	13	13	17	47	130	172	185	198	211	210	205	211	213	208	216	209	215	221	218	221	221	218	217	210
31-CR-MIN	11	12	12	12	12	12	13	13	18	45	119	164	178	187	196	194	191	202	206	207	212	207	216	211	213	211	215	217	222	216
32-CR-HEM	15	13	14	14	13	15	16	17	23	50	125	156	168	168	174	177	168	172	170	167	167	167	168	165	160	171	166	163	167	167
33-CR-VOCH	14	13	13	13	13	14	17	16	18	47	127	171	183	185	184	195	189	195	194	196	197	196	195	194	196	200	196	189	197	191
34-CR-ROCH	13	13	12	13	12	12	13	14	18	40	117	166	174	185	192	190	185	184	190	192	191	197	200	195	195	201	195	195	201	200
35-CD-RLG	11	12	12	13	13	14	14	15	19	46	129	172	193	195	205	206	208	213	212	215	215	218	217	220	220	221	218	218	212	216
36-CR-LAK	12	11	12	12	12	12	12	14	17	43	125	158	173	173	192	188	190	201	205	208	211	212	215	219	217	219	219	218	219	216
37-CR-CAR	11	13	12	12	13	12	13	15	17	44	122	156	170	180	197	194	192	200	203	209	210	208	213	214	211	218	214	215	218	218
38-CR-FUR	13	13	14	13	13	14	13	16	20	52	123	164	168	173	181	181	178	173	175	181	171	175	164	169	170	166	165	165	158	158
39-CR-IVQ	12	12	12	12	12	13	13	14	18	44	123	151	167	166	173	168	166	167	167	172	170	167	163	167	167	167	169	166	163	154
40-CR-ASPH	12	13	11	13	12	13	13	15	18	42	112	139	147	155	153	157	156	152	154	156	159	152	160	156	156	159	159	156	159	153
41-CR-FE	12	15	15	12	13	15	15	17	19	50	122	162	172	174	179	178	175	172	166	171	170	169	177	168	171	157	165	166	166	159
42-CR-SEP	15	12	12	14	12	14	15	16	16	46	118	156	169	172	177	177	171	176	181	182	180	182	179	180	170	175	178	162	162	162
43-CR-OMBB	11	11	11	12	12	11	14	13	16	39	108	143	143	146	150	149	139	152	146	145	153	151	147	152	152	157	147	153	152	139
44-CR-OMBR	13	12	12	12	13	13	13	16	18	44	123	157	165	161	175	164	169	169	168	168	165	164	168	159	160	168	163	159	159	146
45-CR-SIB	14	12	12	13	13	13	13	15	20	44	119	142	151	153	162	156	155	157	157	159	154	155	157	157	155	165	161	159	155	157
46-CR-SIR	12	12	12	13	13	13	13	15	17	40	121	150	162	166	176	170	167	175	173	173	172	166	168	163	161	157	166	161	166	162
test1-44	12	12	13	12	12	13	13	16	19	45	126	160	167	164	179	169	169	173	163	172	166	159	165	161	159	172	160	162	159	150
test2-44	13	11	12	13	13	14	12	17	18	43	122	153	162	158	177	162	174	170	169	165	161	162	163	157	159	170	168	160	158	143
test3-44	14	13	11	12	14	12	14	15	17	44	120	158	161	166	172	168	168</													

Το αυτό παρακάτω και για τις τιμές των φασμάτων για την ομάδα χρωμάτων με υπερκείμενο χρώμα το κίτρινο Καδμίου και υποκείμενα τα 45 χρώματα και το μονό απευθείας στην προετοιμασία.

CODE NO	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000
1-YC-LWH	13	15	13	15	25	129	184	193	199	207	221	210	213	212	217	222	221	219	224	227	221	222	232	228	223	226	222	228	223	221
2-YC-ZWH	17	12	13	15	26	127	192	187	199	213	227	209	206	213	220	218	213	214	221	223	221	222	222	228	234	233	222	230	218	
3-YC-TIT	12	12	13	13	22	116	162	188	196	195	217	210	212	217	209	217	204	206	217	210	216	210	218	214	216	222	220	214	219	217
4-YC-LTN	15	15	13	14	23	125	174	197	197	205	214	210	212	209	219	221	210	214	216	218	215	216	220	220	222	218	217	222	218	219
5-YC-NTIT	14	14	13	12	22	121	176	184	195	201	214	198	197	195	193	199	191	192	193	191	194	192	200	201	203	210	204	206	212	198
6-YC-YC	14	12	12	12	22	117	167	177	190	192	203	199	195	205	212	206	200	204	205	209	207	208	217	209	210	215	205	210	216	205
7-YC-NAP	14	14	13	15	26	123	161	174	174	189	197	196	198	206	212	208	209	211	208	214	205	203	216	216	213	209	213	208	215	205
8-YC-CYEL	14	14	13	15	25	119	173	183	187	202	213	200	200	204	209	210	209	207	208	213	212	216	217	216	216	220	215	216	218	207
9-YC-ORP	12	12	12	13	22	116	163	171	181	181	192	189	194	197	203	199	192	192	194	200	194	192	200	195	198	195	197	198	206	194
10-YC-AZU	17	13	14	12	23	107	132	139	142	147	150	153	143	135	148	140	137	134	134	133	127	120	128	123	119	117	114	121	114	113
11-YC-PRU	12	13	12	12	20	110	152	155	159	167	173	166	162	175	167	164	155	162	159	163	161	160	161	164	155	157	155	153	157	153
12-YC-IND	11	12	12	12	21	106	138	151	154	160	167	168	162	167	172	170	167	177	179	190	186	184	193	191	205	201	204	200	208	209
13-YC-YSM	14	15	14	13	24	117	161	170	166	176	178	179	176	184	180	177	175	182	182	183	184	183	192	190	192	188	195	191	191	183
14-YC-CBLU	15	13	12	12	23	119	169	175	179	182	199	182	183	195	190	200	202	211	213	218	214	214	217	225	221	227	227	217	220	205
15-YC-IAP	13	13	12	12	23	115	154	161	165	162	179	166	163	169	172	175	173	170	170	173	173	174	181	167	172	173	170	168	171	178
16-YC-EGY	12	13	12	13	24	123	163	173	176	181	194	193	187	195	195	192	195	192	193	191	196	190	198	201	200	200	200	201	196	200
17-YC-ULT	12	13	12	12	23	119	164	168	174	181	190	176	174	180	181	177	175	176	177	175	180	178	182	182	174	187	181	181	183	181
18-YC-CoBL	11	11	11	11	19	112	155	162	162	169	174	164	166	172	174	167	160	160	167	167	168	172	183	184	187	190	192	191	189	187
19-YC-CRED	14	12	14	14	21	120	158	164	161	173	190	202	200	205	213	213	204	215	212	216	215	216	220	227	217	221	218	215	222	217
20-YC-CIN	13	12	13	14	23	124	172	175	176	184	209	205	208	208	220	212	206	208	209	215	210	211	213	213	212	218	214	212	215	212
21-YC-MIN	11	12	13	12	20	104	151	160	166	176	195	191	188	199	200	192	193	194	199	203	203	205	216	204	211	209	211	209	214	209
22-YC-HEM	17	12	14	13	21	117	163	167	165	176	189	191	185	194	193	196	192	190	191	189	185	190	188	187	182	183	182	183	179	181
23-YC-VOCH	12	12	12	13	21	114	168	161	176	181	198	172	179	190	197	194	188	195	192	195	193	188	189	189	183	188	185	189	184	177
24-YC-ROCH	12	11	12	12	19	110	155	164	168	185	187	181	179	193	190	182	180	182	185	183	178	176	183	188	177	181	185	180	186	185
25-YC-RLG	12	14	14	13	23	117	143	158	171	195	204	206	201	204	203	213	216	214	213	214	212	216	215	214	218	213	209	220	212	214
26-YC-LAK	12	12	12	12	23	106	145	151	158	173	184	177	172	192	181	191	197	205	209	205	214	213	213	222	208	209	204	212	214	191
27-YR-CAR	12	13	12	12	19	116	153	169	172	177	186	183	183	190	186	190	188	189	184	199	192	192	206	205	202	196	196	201	203	201
28-YC-FUR	13	12	14	15	26	120	153	156	161	156	161	149	137	144	155	143	154	149	148	149	146	144	145	140	143	139	143	142	137	136
29-YC-IVO	13	13	13	12	22	116	143	159	160	165	176	166	158	162	160	156	154	152	149	147	146	147	142	145	138	149	140	136	140	127
30-YC-ASP	13	12	11	13	19	90	112	113	114	125	130	122	123	126	137	137	148	146	152	154	148	155	159	154	160	162	155	158	158	150
31-YC-FE	15	14	13	13	21	120	158	157	163	166	171	166	158	165	157	164	165	164	164	159	157	161	160	157	155	150	155	148	141	141
32-YC-SEP	20	13	14	15	24	123	164	173	181	190	198	181	179	186	184	174	182	181	180	175	176	171	172	175	176	172	171	171	162	162
33-YC-OMBB	11	11	12	11	21	118	150	156	157	158	162	154	157	156	157	155	153	146	146	148	139	151	155	145	134	143	143	135	142	146
34-YC-OMBR	12	14	13	14	24	116	146	141	148	147	153	143	140	144	157	147	151	151	154	149	147	152	149	145	138	145	141	146	141	146
35-YC-SIEB	11	13	13	14	22	113	165	163	168	169	185	177	172	176	179	172	167	172	173	168	172	163	171	169	175	171	171	169	169	167
36-YC-SIER	13	11	12	12	19	112	158	150	162	153	183	182	179	174	183	175	160	171	168	162	169	156	158	165	176	171	171	174	170	169
37-YC-EAR	15	12	12	14	20	118	157	168	170	180	180	182	173	170	175	173	170	170	170	172	168	169	172	170	165	166	162	162	159	160
38-YC-MAL	12	12	12	13	21	83	100	102	105	106	109	102	100	99	101	100	96	94	87	80	84	70	70	70	72	73	64	66	64	62
39-YC-CiGRE	14	12	12	13	21	121	161	172	177	179	191	187	182	182	180	187	187	189	193	201	195	191	197	192	193	196	197	191	190	185
40-YC-CuGR	14	13	12	14	23	117	163	178	177	188	183	184	181	187	196	185	186	196	196	196	198	197	197	200	200	197	201	195	199	197
41-YC-CoGRE	14	12	12	13	20	116	165	165	167	168	181	177	166	166	173	169	166	171	177	181	185	181	189	189	193	195	191	184	184	168
42-YC-VIR	12	11	12	13	22	114	151	170	171	191	197	196	189	187	196	188	189	192	200	207	208	206	215	212	210	217	217	208	215	216
43-YC-PTH	12	14	13	13	20	106	137	141	143	153	147	146	142	141	146	145	142	144	147	140	139	142	147	156	150	151	158	161	162	162
44-YC-SAP	12	13	12	12	21	99	132	140	146	160	170	162	167	174	178	190	181	190	191	194	191	190	201	201	203	210	207	207	209	204
45-YC-GOLDDOCH	12	12	12	11	19	113	158	178	178	184	193	185	190	180	186	186	184	189	189	190	188	184	186	182	185	190	183	184	192	186
46-YC-GRO	11	15	13	12	22	114	171	189	199	201	210	203	206	218	221	209	217	213	210	211	218	214	223	219	222	218	220	214	222	217
test1-27	12	12	13	13	20	118	150	174	167	172	190	180	178	185	182	196	191	188	180	200	198	195	204	200	198	197	192	205	198	207
test2-27	11	14	12	11	18	113	156	170	170	179	182	188	180	192	191	190														

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Ο κώδικας (script) που χρησιμοποιήθηκε για την κανονικοποίηση των λήψεων μέσα από το πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας Photoshop, όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 2.4.

```

var originalRulerUnits=app.preferences.rulerUnits;
app.preferences.rulerUnits=Units.PIXELS;
var sampler, sampledColors, sourceCoords, targetCoords;
sourceCoords = [
  [130, 26],
  [150, 244],
  [407, 244],
  [655, 244],
  [908, 244],
  [1160, 244],
  [1415, 244]
];
targetCoords = [
  [167, 66],
  [158, 303],
  [412, 303],
  [664, 303],
  [917, 303],
  [1163, 303],
  [1428, 303]
];
var Utils = Utils |
{
  addSample: function(coord)
  {
    return app.activeDocument.colorSamplers.add(coord);
  },
  readSample: function(sample)
  {
    return sample.color;
  },
  getSamplers: function()
  {
    return app.activeDocument.colorSamplers;
  },
  deleteSample: function(sample)
  {
    sample.remove();
  },
  rgb2yuv: function(rgb)
  {
    var r = rgb[0] / 255,
        g = rgb[1] / 255,
        b = rgb[2] / 255;

    var y = (r * 0.299) + (g * 0.587) + (b * 0.114);
    var u = (r * -0.14713) + (g * -0.28886) + (b * 0.436);
    var v = (r * 0.615) + (g * -0.51499) + (b * -0.10001);
    return [y, u, v];
  },
  linear: function(X, A, B, C, D, _cut)
  {
    var _cut = _cut !== undefined ? _cut : false;
    var Y = (X - A) / (B - A) * (D - C) + C;
    if (_cut)
    {
      if (Y > D) Y = D;
      if (Y < C) Y = C;
    }
    return Y;
  },
  docToRgb: function()
  {
    var desc16 = new ActionDescriptor();
    desc16.putClass(charIDToTypeID('T '), charIDToTypeID('RGBM'));
    desc16.putBoolean(charIDToTypeID('FItt'), false);
    desc16.putBoolean(charIDToTypeID('Rstr'), false);
    executeAction(charIDToTypeID('CnvM'), desc16, DialogModes.NO);
  },
  rectangleSelection: function(coord)
  {
    {
      var delta = 7;
      var descRectangleSelection = new ActionDescriptor();
      var rectSelectionRef = new ActionReference();
      rectSelectionRef.putProperty(charIDToTypeID('Chnl'), charIDToTypeID('fsel'));
      descRectangleSelection.putReference(charIDToTypeID('null'), rectSelectionRef);
      var descCoords = new ActionDescriptor();
      descCoords.putUnitDouble(charIDToTypeID('Top '), charIDToTypeID('#Pxl'), coord[1] - delta);
      descCoords.putUnitDouble(charIDToTypeID('Left'), charIDToTypeID('#Pxl'), coord[0] - delta);
      descCoords.putUnitDouble(charIDToTypeID('Btom'), charIDToTypeID('#Pxl'), coord[1] + delta);
      descCoords.putUnitDouble(charIDToTypeID('Right'), charIDToTypeID('#Pxl'), coord[0] + delta);
      descRectangleSelection.putObject(charIDToTypeID('T '), charIDToTypeID('Rctn'), descCoords);
      executeAction(charIDToTypeID('setd'), descRectangleSelection, DialogModes.NO);
    },
    saveBMP: function(data)
    {
      if (!new Folder(data.path).exists) new Folder(data.path).create();
      var desc = new ActionDescriptor();
      var descOptions = new ActionDescriptor();
      descOptions.putEnumerated(charIDToTypeID('BytO'), charIDToTypeID('PIf#'), charIDToTypeID('Mcmt'));
      descOptions.putEnumerated(stringIDToTypeID('layerCompression'), charIDToTypeID('Encd'), stringIDToTypeID('RLE'));
      desc.putObject(charIDToTypeID('As '), charIDToTypeID('BMPF'), descOptions);
      desc.putPath(charIDToTypeID('In '), new File(data.path + "/" + data.name));
      //desc.putObject(charIDToTypeID('As '), charIDToTypeID('TIFF'), descOptions);
      //desc.putPath(charIDToTypeID('In '), new File(data.path + "/" + data.name));
      //desc.putPath(charIDToTypeID('In '), new File(data.path + "/" + data.name + ".tif"));
      executeAction(charIDToTypeID('save'), desc, DialogModes.NO);
    },
    getSamplersData: function(coordinates)
    {
      var colors = [];
      var color, sampler;
      Utils.docToRgb();
      for (var i = 0; i < coordinates.length; i++)
      {
        Utils.rectangleSelection(coordinates[i]);
        e for Color Samplers
        activeDocument.activeLayer.applyAverage();
        activeDocument.selection.deselect();
        sampler = Utils.addSample(coordinates[i]);
        color = Utils.readSample(sampler);
        colors.push(color);
        Utils.deleteSample(sampler);
      }
      return colors;
    },
    setSamplerData: function()
    {
      var workFolder;
      var controller = function(originalColors)
      {
        var docs, doc, docSampler, sampledColors, gradientColors;
        try
        {
          docs = getDocs();
        }
        catch (e)
        {
          return false;
        }
        for (var i = 0; i < docs.length; i++)
        {
          try
          {
            doc = openDocument(docs[i]);
          }
        }
      }
    }
  }
}

```

```

    catch (e)
    {
        return false;
    }
    sampledColors = getSamplersData(targetCoords);
    gradientColors = createGradientDataFromColors(originalColors,
    sampledColors);
    createGradient(gradientColors);
    Utils.saveBMP(
    {
        path: workFolder + "/export",
        name: activeDocument.name
    });
    });
    var getDocs = function()
    {
        var docs;
        workFolder = Folder.selectDialog();
        if (workFolder == null) throw 'cancelled';
        docs = workFolder.GetFiles('*');
        for (var i = docs.length - 1; i >= 0; i--)
        {
            if (docs[i] instanceof Folder) docs.splice(i, 1);
        }
        if (docs.length == 0) throw 'no files in the folder';
        return docs;
    };
    var openDocument = function(path)
    {
        var doc;
        try
        {
            doc = app.open(new File(path));
            Utils.docToRgb();
            return doc;
        }
        catch (e)
        {
            alert("can't open " + path + "\nAborting");
            throw e;
        }
    };
    var createGradientDataFromColors = function(original, sampled)
    {
        var colors = [];
        var rgbOriginal, rgbSampled, positionSampled;
        for (var i = 0; i < original.length; i++)
        {
            rgbOriginal = getRGB(original[i]);
            rgbSampled = getRGB(sampled[i]);
            positionSampled = Math.round(Utils.rgb2yuv(rgbSampled)[0] * 10000) /
100;
            colors.push(
            {
                color: rgbOriginal,
                pos: positionSampled
            });
        }
        return colors;
    };
    var getRGB = function(color)
    {
        return [color.rgb.red, color.rgb.green, color.rgb.blue];
    };
    var createGradient = function(data)
    {
        var descGradMap = new ActionDescriptor();
        var referenceMap = new ActionReference();
        referenceMap.putClass(charIDToTypeID('AdjL'));
        descGradMap.putReference(charIDToTypeID('null'), referenceMap);
        var desc5 = new ActionDescriptor();
        var desc6 = new ActionDescriptor();
        var desc7 = new ActionDescriptor();
        desc7.putEnumerated(charIDToTypeID('GrdF'), charIDToTypeID('GrdF'),
        charIDToTypeID('CstS'));
        desc7.putDouble(charIDToTypeID('Intr'), 4096.000000);
        var list1 = new ActionList();
        var el;
        for (var i = 0; i < data.length; i++)
        {
            el = data[i];
            var descTemp = new ActionDescriptor();
            var descColor = new ActionDescriptor();
            descColor.putDouble(charIDToTypeID('Rd '), el.color[0]);
            descColor.putDouble(charIDToTypeID('Grn '), el.color[1]);
            descColor.putDouble(charIDToTypeID('Bl '), el.color[2]);
            descTemp.putObject(charIDToTypeID('Clr '), charIDToTypeID('RGBC'),
            descColor);
            descTemp.putEnumerated(charIDToTypeID('Type'),
            charIDToTypeID('Clry'), charIDToTypeID('UsrS'));
            descTemp.putInteger(charIDToTypeID('Lctn'), Utils.linear(el.pos, 0, 100,
            0, 4096));
            descTemp.putInteger(charIDToTypeID('Mdpn'), 50);
            list1.putObject(charIDToTypeID('Clrt'), descTemp);
        }
        desc7.putList(charIDToTypeID('Clrs'), list1);
        var list2 = new ActionList();
        var desc12 = new ActionDescriptor();
        desc12.putUnitDouble(charIDToTypeID('Opct'), charIDToTypeID('#Prc'),
        100.000000);
        desc12.putInteger(charIDToTypeID('Lctn'), 0);
        desc12.putInteger(charIDToTypeID('Mdpn'), 50);
        list2.putObject(charIDToTypeID('Trns'), desc12);
        var desc13 = new ActionDescriptor();
        desc13.putUnitDouble(charIDToTypeID('Opct'), charIDToTypeID('#Prc'),
        100.000000);
        desc13.putInteger(charIDToTypeID('Lctn'), 4096);
        desc13.putInteger(charIDToTypeID('Mdpn'), 50);
        list2.putObject(charIDToTypeID('Trns'), desc13);
        desc7.putList(charIDToTypeID('Trns'), list2);
        desc6.putObject(charIDToTypeID('Grad'), charIDToTypeID('Grdn'), desc7);
        desc5.putObject(charIDToTypeID('Type'), charIDToTypeID('GdMp'),
        desc6);
        descGradMap.putObject(charIDToTypeID('Usng'), charIDToTypeID('AdjL'),
        desc5);
        executeAction(charIDToTypeID('Mk '), descGradMap, DialogModes.NO);
    };
    return controller;
};
sampledColors = getSamplersData(sourceCoords);
sampler = setSamplerData();
sampler(sampledColors);
app.preferences.rulerUnits = originalRulerUnits;

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Τα τεχνικά δελτία των χρωστικών που προμηθεύτηκαν από την εταιρία KREMER®.



46300 Zinc Oxide

Chemical structure: ZnO
 CAS No.: 1314-13-2
 EINECS No.: 215-222-5
 Appearance: Typically white free flowing powder.

Chem. / Physical Properties

ZnO	99.8 % min.
Copper	1 mg/kg max.
Manganese	1 mg/kg max.
Iron (Fe)	2 mg/kg max.
Lead (Pb)	15 mg/kg max.
Cadmium	10 mg/kg max.
Arsenic	5 mg/kg
Ignition loss (105°C)	0.25 % max.
BET-Surface 5.5 mg ² /g	min. - 6.5 max.
Sieve Residue (0,045 mm)	0.02 % max.

Eluate testing according to ASTM-D 5517 – 01/2009

Digestion Method:
 EPA 3050 (Performed on samples in the form in which they were received)

Analysis Method:
 EPA 7421 (Graphite Furnace AA)

Total Lead (µg/g): 11

Preparation Method:
 ASTM D5517-03 (0.1 grams of sample per 100 ml 0.07 N HCl)

Analysis Method:
 EPA 200.8 (ICP-MS)

Soluble Zinc (µg/g): 740,740 (74.1%)



26000 XSL Titanium White

Product Information

Delivery form:	Granules
Chemical structure:	Titanium dioxide (rutile)
Color Index:	Pigment White 6, C.I. 77891

Specification

Color hue dH*:	± 0.7
Chroma dC*:	± 0.7
dE*:	≤ 1.0
dL*:	± 0.5
da*:	± 0.7
db*:	± 0.7
Tinting equivalent FAE:	100 ± 5 %

Physical Data

pH-Value:	8 – 10
Bulk density (20°C)	800 kg/m ³

Fastness to Weathering

Pure shade	5
------------	---

Transport and storage

Protect against weathering. Store in a dry place and avoid extreme fluctuations in temperature. Special conditions for opened packaging: Close bags after use to prevent the absorption of moisture and contamination.

Safety:

The product is not classified as dangerous under the relevant EC Directives and corresponding national regulations valid in the individual EU member states. It is not dangerous according to transport regulations. In countries outside the EU, compliance with the respective national legislation concerning the classification, packaging, labelling and transport of dangerous substances must be ensured. The information contained in the safety data sheet must be observed. This contains information on handling, product safety and ecology.

Page 1 of 1

Kremer Pigmente GmbH & Co. KG • Hauptstrasse 41–47 • 88317 Aichstetten, Germany • Tel. 0049 7565 914480 • Fax 0049 7565 1606
 • www.kremer-pigmente.de • info@kremer-pigmente.de



46000 Lead White, Cremnitz White

Color Index: C.I. PW 1, No. 77597
 English: lead white, flake white
 German: Bleiweiß, Kremserweiß
 French: blanc de plomb, blanc d'argent

Technical Data:

basic lead carbonate (lead carbonate and lead hydroxide)

2PbCO ₃ * Pb(OH) ₂	ca. 99 %
Lead as Pb	ca. 81 %
Lead as PbO	ca. 87.4 %
Lead carbonate PbCO ₃	ca. 60 – 66 %
Lead hydroxide Pb(OH) ₂	ca. 33 – 39 %
Carbon dioxide CO ₂	ca. 9.9 – 10.7 %
Spec. weight	ca. 6.8 – 7.0 %
Density:	ca. 0.4 – 0.52 g/ml
Bulk density:	ca. 1.36 – 1.45 g/ml
Bulk volume:	ca. 0.17 ml/g
Oil value (ASTM):	< 20
Decomposition temperature:	ca. 200°C
Sieve residue (wet) 44 μ / 325 mesh	ca. 0.1 %
Traces:	
Ag ₂ O + Cu ₂ O	ca. 0.0020 %
As ₂ O ₃ + Sb ₂ O ₃ + SnO ₂	ca. 0.0015 %
Bi ₂ O ₃	ca. 0.0056 %
Cd	ca. 0.0010 %
Co/Ni/Cr/V	traces, not determinable
Fe ₂ O ₃	ca. 0.0070 %
W/Th/Se/Mn	traces, not determinable



43200 Nickel Titanium Yellow PY 53

Universally suitable rutile pigment with maximum fastness properties.

Color Index: Pigment Yellow 53, C.I. 77788
 Chemical composition: (Ti, Ni, Sb)-Oxide

Technical Information

Physical Data:

Storage: unlimited storage at dry conditions
 pH-Value: 7 - 9
 Conductivity: < 300 μ S/cm
 Specific surface: 3 m²/kg
 Density: 4.5 g/cm³ (20°C/68°F)
 Bulk volume: 1.7 l/kg
 Oil absorption: 14 g/100 g Pigment
 Dry content: > 99.8 %

Heat resistance: 500°C (932°F)

Chemical Resistance:

Acid (HCl, 2 %): 5
 Alkali (NaOH, 2 %): 5

Fastness to overcoating: 5

Fastness to weathering:

Alkyd/Melamine: 4-5

Resistance to solvents (powder):

Ethanol: 5
 Butyl acetate: 5
 Methyleneethyl ketone: 5
 Xylene: 5
 White spirit: 5
 Methoxy-1,2-propanol: 5

Fields of Application:

Baking systems, aqueous systems, acrylic/isocyanate systems, acid-curable systems, amine-curable systems, air-drying systems.

Nickel titanium yellow meets the following regulations:

- CONEG: CONEG Regulations (USA)
- EN: European Toy Regulation EN 71, Part 3 (Type 8081)
- FDA: Food and Drug Administration (USA) 178.3297: 21 CFR § 178.3297 "Colorants for Polymers" (max. amount in polymers 1%).
- FDA: Food and Drug Administration (USA) 170.39: 21 CFR § 170.39 "Threshold of regulations for substances used in food-contact articles" (max. amount in polymers 2%).



10700 Orpiment, King's Yellow PY 39

Chemical composition: yellow sulphide of arsenic As_2S_3

The origin of the modern name is derived from the Latin term *auripigmentum* or *auripigmento*, literally meaning gold paint. Orpiment was once widely used, particularly in the East, but has now fallen into disuse because of its limited supply and because of its poisonous character.

The principal sources in ancient times appear to have been in Hungary, Macedonia, Asia Minor and perhaps in various parts of Central Asia. There was a large deposit near Julamerk in Kurdistan. Current deposits of orpiment are in Romania, Hungary, Germany, Greece, France, Italy, Iran, Peru, China, Japan and the western United States. Orpiment occurs as a low temperature product in hydrothermal veins, as a volcanic sublimation product, as a hot spring deposit and in fire mines. It is often associated with stibnite, pyrite, realgar, calcite and gypsum. Orpiment occurs in many places but not in large quantities.

Orpiment is usually described as a lemon or canary yellow or sometimes as a golden or brownish yellow with a fair covering power. Microscopically, orpiment is crystalline and may contain orange-red particles of realgar, to which it is closely related. The larger particles glisten by reflected light and have a waxy-looking surface. The toxicity of the arsenic sulfide pigments has been known since early times. The toxic properties of orpiment have been used to advantage to repel insects.

Orpiment is said to be incompatible with lead- or copper-containing pigments. Orpiment is not stable in lime and therefore can not be used for fresco, a fact noted by Cennino Cennini in the fifteenth century. A mixture of orpiment and indigo to produce green was known to an eleventh-century Arab writer and Cennini also noted this mixture.

Tintoretto (Jacopo Robusti) and other Venetian painters of the sixteenth-century made extensive use of both orpiment and realgar on their paintings. They were used in their pure form or mixed with each other to obtain vivid color effects. Orpiment can be made artificially by sublimation. This is a process in which sulfur and arsenic are fused to produce artificial "dry-process" orpiment. Our supply of orpiment is from the natural mineral and is prepared by grinding, sieving and levigation.

Excerpts from:

Artist's Pigments Vol.3 Elisabeth West Fitzhugh (editor) and
Painting Materials Rutherford J. Gettens and George L. Stout



43121 – 43130 Naples yellow

Naples yellow is essentially lead antimonate $Pb_3(SbO_4)_2$. It is a chemical combination of lead and antimony oxides and may vary in color from sulphur-yellow to orange yellow, depending on the proportion of the two materials.

The pigment is homogeneous and finely divided, and has good hiding power. Naples yellow does not have a crystalline form and resembles massicot (yellow lead oxide) in its microscopic character. Chemically it is quite stable, but because of the presence of lead, it is darkened by atmospheric hydrogen sulfide, thus it is more useful in an oil-medium than an aqueous binder. Naples yellow is compatible with all pigments and all vehicles. It requires very little oil, between 15-35 %, and has a strong drying effect on oil vehicles.

The history of Naples yellow is rather obscure. Compounds of lead and antimony are known to have been used in Babylonia and Assyria in the production of yellow ceramic glazes. From about the fifteenth century B.C. on, it was the only yellow colorant and opacifier in ancient Egyptian and Mesopotamian glass and glazes.

Little is known about its early history in Europe. The earliest recipes for the pigment are those of Cipriano Piccolpasso, who gives seven variations for its production in his *Li tre libri dell'arte del Vasaio* written between 1556 and 1559.

Since the 1940's, when lead-tin yellow was rediscovered, it was thought that lead-tin yellow replaced Naples yellow in various parts in Europe between ca. 50 to 350 A.D. This change was thought to coincide with the change from calcium antimonate white ($Ca_2Sb_2O_7$) to tin oxide (SnO_2 , also used in the production of lead-tin yellow), both of which were used as white opacifiers. The belief was held that Naples yellow then replaced lead-tin yellow around the end of the 17th century as the opaque yellow pigment in European easel painting.

Current investigation is discovering traces of both antimony and tin with lead in areas of yellow paint on old paintings. Thus, it is possible that both pigments never came out of use but were used simultaneously and interchangeably or in a specially prepared, chemically combined form consisting of the three compounds.

Excerpts from:

Artist's Pigments Vol.1 Robert L. Feller (editor) and

Painting Materials Rutherford J. Gettens and George L. Stout



10100 & 10110 Lead-tin yellow, type I

Chemical composition : Pb_2SnO_4

Although lead-tin yellow frequently occurs in European painting before the eighteenth century, there is little evidence of its use from the older literature on painting techniques. The earliest recipes for a yellow pigment from lead and tin was found in the Bolognese manuscript from the first half of the fifteenth century.

Confusingly, current terminology differs from historic names given to yellow lead-tin compounds. In old Italian manuscripts reference is made to a pigment of pale yellow color called *giallolino* or *giallorino* while northern manuscripts use the term *massicot* (now designated as yellow lead oxide, PbO) to describe a pigment prepared from lead and tin.

The bright yellow on old paintings was long thought to be Naples yellow lead-antimony oxide ($\text{Pb}_3(\text{SbO}_4)_2$) or yellow lead oxide, partly due to the fact that its preparation is hardly mentioned in written sources. In 1941 lead-tin yellow was rediscovered by Jacobi at the Doerner Institute in Munich. Jacobi's attention was drawn to the high tin content in yellow paint samples. Since a yellow pigment based on lead and tin was unknown to analysis before Jacobi's publication, there was thought to be no reason to carry out micro-chemical tests for tin in yellow paint samples. Thus, up until then yellow paint samples of paintings were tested only for lead. Therefore, it can be assumed that yellow pigments formerly recognized as yellow lead oxide and Naples yellow are actually lead-tin yellow.

There are, in fact, two types of lead-tin yellow, designated by Kühn (1968) as types I and II. Type I is lead-tin oxide and is most frequently found on old paintings. Type II is a second variety of lead-tin oxide that may contain free tin oxide and additional silicon. Possibly both types were used as opacifiers in ancient glasses.

Lead-tin yellow I and II consist of fine particles with a sharp-edged concoidal fracture. In samples of lead-tin yellow (type II) larger lemon-yellow crystalline particles may be present.

Lead-tin yellow is not affected by light and is stable under normal atmosphere. On paintings, lead-tin yellow (type I) has been found mixed with lead white, vermilion, yellow lakes, ochres, verdigris, indigo and azurite. It can be found in the bright green underpaints in the foliage and landscapes of Early Netherlandish School paintings. Often there is to be found a surface glaze of copper resinate. Compared to lead-tin yellow (type I), there have been relatively few occurrences of type II. Lead-tin yellow II has been found principally in Florentine, Bohemian and Venetian paintings. For example, two paintings of the Gonzaga Cycle painted around the mid 1570's by Tintoretto have been shown to contain type II. Lead-tin yellow has been identified on European easel paintings in oil, oil-resin, and tempera media, as well as mural paintings done with lime. No suggestion of alteration has been found in any of these cases. In pure aqueous media (e.g. gum arabic) however, the possibility of formation of black lead sulfide exists.

Lead-tin yellow (type I) is prepared by heating in a crucible a mixture of lead dioxide and tin dioxide to a temperature of about 800° C. Warmer hues of yellow appear at lower temperatures and at about 700-800°C, the more lemon-colored hues develop.

Currently, research is in progress on the simultaneous use of lead-tin yellow with Naples yellow in paintings from the 13th to 18th century, and a lead-tin yellow pigment made with antimony.

Lead-tin yellow (type I) contains lead and is toxic!

Excerpts from:

Artist's Pigments Vol.2 Ashok Roy (editor)



47250 Lamp black

The preparation for Lamp black has been known since classical times. Lamp black is nearly pure amorphous carbon. It is collected in brick chambers from the condensed smoke of a luminous flame, burning mineral oil, tar, pitch or resin.

It is slightly bluish in color, thus making good neutral greys when mixed with white. Microscopically, it is finely divided, uniform and homogeneous. It does not wet well with water, because it still contains a slight amount of unburnt oil.



47600 Asphaltum

Product Data Sheet

Color:	brown
Structure of the fracture:	like a shell
Appearance of the fracture:	glossy
Melting point (Ring & Ball ASTM E28-42T):	143 – 152°C
Depth of indentation:	< 1
Specific weight (25°C):	1.04
Bound amount of hydrocarbon:	10 – 15 %
Soluble amount of bitumen in tetracarbon:	99.8
N-Pentane, soluble:	37 %
Sulphur:	0.3 %
Ashes:	traces
Solubility and compatibility :	In aliphatic, aromatic and chlorated hydrocarbons, all asphaltene, vegetable oils and pitches, butyl and SBR-gums. Limited solubility in coal-tar pitches.



23000 Phtalo Green & 23010 Phtalo Green yellowish

23000 C.I. Number: PG 7.74260

23010 C.I. Number: PG 36.74256

One might simply call the color of Phthalo Green dark cyan. It corresponds to a large extent to that of chrome oxide hydrate green, however it is darker and purer, and can be more bluish in tone. Phthalo Green mixed with white is more brilliant than chrome oxide hydrate green. For some time now we also offer a somewhat yellowish variant with the number PG 36.

Like Phthalo Blue the appropriate green belongs to the group of the Phthalo pigments. They are derived from the Phthalo acid, a complex circular organic compound, halogenated, with a copper atom in an extremely stable position. Phthalo Green PG 7 additionally contains chlorine in the molecule, PG 36 chlorine and bromine. The halogenation causes the green colour (Phthalo Blue contains no halogens). With more bromine, the pigment is more yellow. Since the central copper atom is firmly built into the structure, the restrictions which apply otherwise to cupreous pigments do not apply to these pigments.

In order to find out whether it actually is a Phthalo color you can use a simple method. Take a knife tip of the pigment and add a drop hydrochloric acid. Put this mixture into the flame of a blowtorch or a Bunsen burner. If the material contains copper, the flame shows an intensive turquoise color.

Phthalo green is absolutely light-fast, solvent steady and weatherproof, has strongly glazing characteristics and is suitable for all techniques. It is stable in acid, lime and alkali. Phthalo green is sold under different designations as finished artist color. The higher the grade, the less additives it contains. If one buys the pigment from a manufacturer of artist color, then it is usually mixed with Barite. This happens surely from cost reasons, on the other hand for reasons of easier workability.

To process pure pigment requires special guidelines. A previous moistening with isopropyl alcohol is recommended for the production of colors on aqueous basis. The production of oil color does not need a previous moistening. In each case after the mixing it must be made smooth with the glass muller, or by grinding in a mortar. The pigment is very intensive. By addition of smaller quantities of white the opacity is ensured, and the colour changes only imperceptibly.



37391 Sap Green, made of unripe buckthorn berries

This pigment with its greenish, dark ochre yellow colour is translucent. This lake pigment is made from unripe buckthorn berries and reseda.

Das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. hat im Dezember 2007 eine Lichtechtheitsuntersuchung an folgenden Produkten durchgeführt:

The Sächsische Textilforschungsinstitute e.V. performed lightfastness-tests on the following products:

Bestell-Nr. - Product No.	Produktname	Product Name	in Aquealmed ium - in watercolor medium	in 75075 Dispersion K 52
37391	Saftgrün aus unreifen Kreuzdornbeeren	Sap Green, made from unripe buckthorn berries	4	5
37217	Krapplack violett-braun aus Wurzeln	Madder Lake violet-brown	1-2	3-4
37202	Krapplack aus Wurzeln	Madder Lake, genuine, made of natural root	4	4-5
37203	Krapplack aus Wurzeln, gelbstichig	Madder Lake, made of roots, yellowish	3	1-2
372141	Krapplack aus Wurzeln, dunkelrot	Madder Lake, brilliant dark red	4	3
372142	Madder Lake, brillantes bordeaux-rot	Madder Lake, brilliant bordeaux red	5	2
37394	Stil de Grain	Stil de grain E, yellow lake	1	1
SA	Krapplack II KREMER	MADDERLAKE II KREMER	3	1-2
SA	Krapplack I KREMER	MADDERLAKE I KREMER	2	1

1 =
schlecht / poor
8 =
sehr gut / very lightfast

TEST: DIN EN ISO 105 B 02

- Xenotest Beta LM
- medium effective humidity
- max. 50° C (SST)
- (33+/- 2) ° C (PRT)
- Xenochrom 320 (filter system)
- 42 W/m2 (measured between a spectrum of between 300 and 400 nm)

Page 1 von 1

Dr. Georg Kremer, Dipl.-Chemiker, Farbmühle, D-88317 Aichstetten/Allgäu, Telefon +49-7565-91120, Telefax +49-7565-1606
kremer-pigmente@t-online.de, www.kremer-pigmente.com



44250 Viridian Green

Chemical composition:	$\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, B_2O_3 Chromium Hydroxide, Hydrated Chrome Oxide
Color Index:	Pigment Green 18, C.I. 77298
CAS Number:	12001-99-9
REACH Registration No.:	01-2119433951-39-0002

Viridian Green is a blue green hydrated oxide specifically manufactured for use in artists' materials and catalysts.

The material is produced to an extremely high purity and meets the specifications of the Food and Drug Administration (FDA), and the former Cosmetic, Toiletry and Fragrance Association (CTFA).

Viridian green can react with molten alkali at very high temperatures, specifically under oxidizing conditions.

Typical Analysis:

Chromium oxide:	75 wt%
Boron as B_2O_3 :	5 wt%
Specific surface area:	125 m^2/g (BET)
Oil absorption:	55 g / 100 g
Water soluble salts:	1.5 %
Retention on 53 μ (325 mesh) screen:	0.1 %
Average particle size:	2.5 μm
pH:	8.0
Lead (Pb):	< 20 ppm
Arsenic (As):	< 3 ppm
Mercury (Hg):	< 1 ppm



17410 Green Earth Bluish, from Cyprus

Special selected green earth with a bluish quality. Green earth from Cyprus is found while farming the fields of the north-west highlands. As agriculture declined during and after the Turkish-Greek war, the source was lost. A geologist on Cyprus is now finding small amounts of this rare mineral, most of which has a light to medium green hue. Only a few rocks are of this blue-green quality (increased price).



44101 Cobalt Green

Color Index: Pigment Green 50, C.I. 77377
Co-Li-Zn-titanate

CAS No.: 68186-85-6
EINECS: 269-047-4

A medium green powder produced by high temperature calcination. This pigment has good UV and visible opacity, is chemically inert, heat resistant and stable to ultraviolet light. It is non-bleeding and non-migratory. It has exceptional durability and hiding power, and is generally used in applications where resistance to heat, light and weather are required. It is compatible with most resin systems and polymers, and is non-warping and has a wide array of regulatory approvals. Typical applications (non inclusive) are liquid and powder coatings, inks, dispersions, plastics, concrete, and other applications where equivalent pigment chemistry is used.

Physical Properties:

Density	5.4 g/cm ³
Bulk Density	0.5 kg/l
Oil Absorption	11 g / 100 g
Mean Particle Size	1.3 μm
pH Value	6.6
Heat Stability	800°C / 1500°F
Conductivity	180 μS/cm
Surface Area (BET)	2.5 m ² /g
Sieve Residue (323 mesh / 45 μm)	0.01 %
Percent moisture	0.3 %



10300 and more - Malachite

Chemical composition : $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

10300	Malachite, 0 - 120 μ
10310	Malachite, 0 - 80 μ
10341	Malachite MP, 100 - 125 μ
10343	Malachite MP, 80 - 100 μ
10344	Malachite MP, 63 - 80 μ
10345	Malachite MP, 0 - 63 μ
10346	Malachite MP, 0 - 20 μ
103600	Malachite fibres, 0 - 120 μ
103601	Malachite fibres, 0 - 80 μ
103700	Malchite, Arabian, 0 - 120 μ
103701	Malchite, Arabian, 0 - 80 μ
1674108	Malachite MATSUBA-ROKUSYOU, Nr. 8
1674110	Malachite MATSUBA-ROKUSYOU, Nr. 10
1674112	Malachite MATSUBA-ROKUSYOU, Nr. 12
1674114	Malachite MATSUBA-ROKUSYOU, Nr. 14
44400	Malachite synthetic

Malachite is perhaps the oldest known bright green pigment. It is the natural basic copper carbonate and is similar in composition to the blue basic copper carbonate, azurite, except that it contains a greater amount of combined water. Like azurite it occurs in many parts of the world and is associated with secondary copper ore deposits.

Malachite was used in ancient Egypt for eye-paint as early as predynastic times and was found on Fourth Dynasty tomb paintings. Curiously, malachite was not used in paintings extensively as azurite in Europe. It is also less frequently mentioned in written sources. Malachite was found to be used extensively along with azurite in Western Chinese paintings of the ninth to the tenth centuries. It was also reported on seventh- to eight-century Buddhist wall paintings in Japan.

Classical and medieval writings refer to malachite as "chrysocolla", a word derived from the Greek words for *gold* and *glue* because the ancients used it in soldering gold. The current term chrysocolla was given by mineralogists to the blue-green natural cryptocrystalline hydro silicate of copper (see chrysocolla). Malachite is prepared as a pigment by careful selection, grinding and sieving. In transmitted light coarse particles are dark green and fine particles are a pale green. If the particles are too finely ground it becomes too pale for practical use. Because malachite is produced by crushing and grinding, all the particles have a fractured appearance. Many larger particles have a fibrous structure and it is not uncommon to find particles of associated minerals such as azurite, chrysocolla and cuprite. Under the microscope malachite particles show a pale greenish color by transmitted light.

Malachite is stable to light and normal atmosphere. Malachite has a moderately low refractive index, and is thus more satisfactory in tempera and in an oil-medium.

Malachite is also suitable for the technique of true fresco. It is the most important green up until the 18th century. Its properties are similar to azurite: it turns yellowish green in oil, is permanent in frescos when mixed up fresh with lime, and is suitable for tempera.

Our raw malachite is from eastern Congo in Africa.

This is a very crude ore. We first separate by hand, then we separate by shaking table method, and finally by levitation. The MP-process is orientated on old recipes of European and Chinese treatments of mineral pigments. This process inactivates the reactivity of the minerals – to a certain extent – and "cleans" the surface.

On every crystal there are points of lower perfection. These points have a higher reactivity. The MP-process covers and reduces the reactivity at these areas. Little particles are attached to bigger particles, making the separation of different size particles difficult. The MP-process facilitates this separation.



40391 Raw Sienna, from England

Product Code: Raw Sienna
 C.I. Index No.: PY 43.77492
 Appearance: Powder

Typical Chemical Analysis	Reference Values
Total Iron as Fe ₂ O ₃	45.1 %
Matter Volatile at 105°C	0.7 %
Acid insoluble matter	26.7 %
Loss on ignition at 1000°C	14.7 %
Water soluble salts	3.8 %

Typical physical properties	Value
Loose bulk density	0.6 kg/l
Compressed bulk density	1.1 kg/l
Oil absorption	38 ml / 100 g
Specific gravity	3.3
pH of a 5 % aqueous suspension	3 - 5
Residue on a 75 micron sieve	0.5 %
Residue on a 45 micron sieve	2.4 %
Maximum stable temperature	160°C
Light resistance *	5
Alkali resistance *	5

* on a scale of 1 to 5 (1 = poor; 5 = excellent)

Although the information given herein is based on our general experience, many factors which are beyond our control and knowledge make that we cannot accept liability for any damage resulting from reliance upon such information.



48320 Iron Oxide Brown 640, medium

Product Information

Type:	Brown pigment
Delivery form:	Powder
Chemical class:	Synthetic iron oxide
Color Index:	Pigment Red 101 (77491) Pigment Black 11 (77499)
CAS No.:	1309-37-1, 1317-61-9
REACH:	All components are registered

Specification

Color values and tinting strength	<u>min.</u>	<u>max.</u>	<u>Test method</u>
Binder: test paste based on a non drying alkyd resin			
Full shade			No. 001
ΔL^*	-0.5	0.5	
Δa^*	-1.2	1.2	
Δb^*	-1.3	1.3	
ΔE_{ab}^*		1.5	
Reduced shade with titanium dioxide (1:5)			
Color values after matching of the tinting strength parameter Y, d.h. $\Delta L^*=0$			
Δa^*	-1.2	1.2	
Δb^*	-1.3	1.3	
ΔE_{ab}^*		1.5	
Binder: Barytes			
Relative tinting strength (%)	95	105	No. 003

Technical Data:

	<u>min.</u>	<u>max.</u>	<u>Test method</u>
Water-soluble content (%)		0.5	similar to DIN EN ISO 787-3:2000
Sieve residue (0.045-mm-sieve) (%)		0.1	DIN EN ISO 787-7:2009
pH-value	5	8	DIN EN ISO 787-9:1995



12400 - 12402 **Sepia**

Sepia C.I. Natural Brown 9, frz.: sépia, from the sepia or cuttlefish

The ink sac of *Sepia officinalis* from the family of the Sepiidae supplies a brown dye called Sepia.

Whenever the Sepia (fish) feels threatened it releases the dark inky fluid.

The complete ink sac can either be dried or the ink can be pressed out of the still living squid. The fluid then is dried and ground to powder.

Dried sepia contains approx.
 78% melanin
 10% calcium carbonate
 7% magnesium carbonate
 2% alkaline sulphates and chlorides and
 0.8% miscellaneous compounds.

Melanin consists of a group of black pigments widely distributed in the animal and vegetable kingdoms, e.g. in hair. The constitution of these pigments has yet to be determined. The sepiomelanin present in sepia is soluble in warm caustic potash to a brown solution from which it is precipitated by hydrochloric acid or sulphuric acid, but not by nitric acid, it is soluble in ammonia. It is a macromolecule (probably a mixture of macromolecules).

Seydelmann (1750-1829) – a German painter - of Dresden is said to have been the first to extract the dye with potassium hydroxide, filter it, and precipitate it with hydrochloric acid, thereby achieving a higher concentration.

The colour of the pigment is brown-black.

The pigment is mainly used for water-colors, because of its translucency. It may fade after two year's exposure to light and air.

Sepia – The Ink

The Sepia pigment is ground in shellac soap according to an historic recipe. The shellac soap makes the ink waterproof on drying.

Sepia is a very dark brown, almost black in full strength.

Nowadays many "Sepia"-products are made of synthetic material due to the fact that the genuine, natural Sepia is not very lightfast.



12480, 40503, 40520 - **Red Bole**

Red bole is a natural, ferruginous aluminium silicate. It is similar to ochres in its chemical composition, but is softer and more unctuous.

It is capable of receiving a high polish, thus it was used in early medieval times as a ground for gilding. This type of earth was formerly mined in Armenia and exported into Europe.

Excerpts from: *Painting Materials* by Rutherford J. Gettens and George L. Stout



40030 French Ochre JOLES, yellow

Type:	yellow pigment
Delivery form:	powder
Chemical designation:	Natural yellow earth color from France
Color Index:	Pigment Yellow 43, C.I. 77492

Specification:

Color:	yellow
Composition:	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$
Humidity:	max. 0.5 – 1 %
pH-Value:	6 – 8
Color tolerance, delta E:	max. 2.5
Sieve residue (70 μ):	max. 1 %

Soluble Metals:

Antimony:	0 %
Arsenic:	0 %
Lead:	0 %



40220 Italian Gold Ochre Light

Type:	yellow pigment
Delivery form:	powder
Chemical designation:	Natural earth color from Italy
Color Index:	Pigment Yellow 43, C.I. 77492
CAS No.:	64294-91-3
EINECS:	310-127-6
Origin:	Venice / Italy

Specification:

Color:	yellow
Composition:	Fe ₂ O ₃ · H ₂ O: 9 – 10.5 % CaSO ₄ : 70 – 75 %
Characteristics:	transparent granules
Refraction:	mono and birefringent using crossed Nicols
Specific weight:	2.60
Opacity:	good
Light fastness:	8 (scale 1 – 8)
Humidity stability:	good
Alkali fastness:	very good
Chemical stability:	good
Field of application:	fresco, tempera, oil, encaustic
Historic references:	Roman



10800 Realgar

Chemical composition : As_4S_4
C.I. 77085, Pigment Yellow 39

Realgar is the natural orange-red sulphide of arsenic. It is closely related chemically and associated in nature with orpiment. The two minerals are often found in the same deposits. Realgar occurs as a minor constituent in certain ore veins associated with orpiment and other arsenic minerals, with stibnite, lead, gold and silver. It is found in Romania, the former Czechoslovakia, and the former Yugoslavia, Greece, Germany, Italy, Corsica and the western United States.

The name is derived from the Arabic *rahj al ghar*, powder of the mine. The Latin term was *sandarach* and De Mayerne who was writing in the seventeenth-century referred to it as *rubis d'orpiment*. Realgar has been found on a few works by Tintoretto and from Bulgarian icons dating from the Middle Ages to the Renaissance. Realgar has also been reported on Indian sixteenth- to seventeenth-century paintings and an eleventh- to thirteenth-century manuscript from Central Asia.

Realgar appears to be less permanent and is known to change to orpiment after long exposure to light. Chinese realgar figurines from the eighteenth-century had oxidized to orpiment and arsenious oxide (Daniels).

The chemical and physical properties are similar to orpiment. It belongs to the same crystal system (monoclinic). Its color is orange or an orange-red by transmitted light but usually many yellow particles of orpiment can also be seen. The particles of mineral realgar are usually granular, coarse to fine and have a resinous to greasy luster.

Excerpts from:
Artist's Pigments Vol.3 Elisabeth West Fitzhugh (editor) and
Painting Materials Rutherford J. Gettens and George L. Stout



48651 Haematite, very intensive

Product type: Iron oxide, red pigment

Properties:

Haematite is a micronized, natural iron oxide pigment with an intensive coloring effect. Used in corrosion-protective paints haematite absorbs the UV-rays and thus protects the binding agent.

The following effects are reached:

- an excellent corrosion protection
- a good dispersibility

Typical fields of application:

- Corrosion-protective paints
- Priming coat
- Varnishes
- Building material

Haematite can be used in systems which contain solvents as well as those which are solvent free and in aqueous systems.

Technical Data

Type	natural iron oxide
Density	4.6 ± 0.1 g/cm ³
Apparent density	0.9 ± 0.1 g/cm ³
pH-Value	8.0 ± 1
Specific surface area	15 ± 0.5 m ² /g
Oil absorption	22 ± 1 g/100 g
Conductivity	225 (± 75) μS/cm
Humidity	0.2 ± 0.15 wt. %
Loss on ignition (1000°C)	5.0 ± 1.5 wt. %
Water soluble salts (Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻)	≤ 0.1 wt. %
Opacity	100 %
Relative tinting strength	100 ± 5 %
ΔE* CIELab parameter	< 0.5

Particle Size

Average particle size	1.25 ± 0.15 μm
Maximum particle size	10 ± 1 μm
Residue on sieve of 45 μm	< 0.01 wt. %
< 10 μm	100 %
< 8 μm	> 99.7 %
< 6 μm	> 98 %
< 4 μm	> 93 %
< 2 μm	> 79 %
< 1 μm	> 61 %

Page 1 of 2

Kremer Pigmente GmbH & Co. KG • Hauptstrasse 41-47 • 88317 Aichstetten, Germany • Tel. 0049 7565 914480 • Fax 0049 7565 1606
 • www.kremer-pigmente.de • info@kremer-pigmente.de



48651 Haematite, very intensive

Product type: Iron oxide, red pigment

Properties:

Haematite is a micronized, natural iron oxide pigment with an intensive coloring effect. Used in corrosion-protective paints haematite absorbs the UV-rays and thus protects the binding agent.

The following effects are reached:

- an excellent corrosion protection
- a good dispersibility

Typical fields of application:

- Corrosion-protective paints
- Priming coat
- Varnishes
- Building material

Haematite can be used in systems which contain solvents as well as those which are solvent free and in aqueous systems.

Technical Data

Type	natural iron oxide
Density	4.6 ± 0.1 g/cm ³
Apparent density	0.9 ± 0.1 g/cm ³
pH-Value	8.0 ± 1
Specific surface area	15 ± 0.5 m ² /g
Oil absorption	22 ± 1 g/100 g
Conductivity	225 (± 75) μS/cm
Humidity	0.2 ± 0.15 wt. %
Loss on ignition (1000°C)	5.0 ± 1.5 wt. %
Water soluble salts (Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻)	≤ 0.1 wt. %
Opacity	100 %
Relative tinting strength	100 ± 5 %
ΔE* CIELab parameter	< 0.5

Particle Size

Average particle size	1.25 ± 0.15 μm
Maximum particle size	10 ± 1 μm
Residue on sieve of 45 μm	< 0.01 wt. %
< 10 μm	100 %
< 8 μm	> 99.7 %
< 6 μm	> 98 %
< 4 μm	> 93 %
< 2 μm	> 79 %
< 1 μm	> 61 %

Page 1 of 2

Kremer Pigmente GmbH & Co. KG • Hauptstrasse 41-47 • 88317 Aichstetten, Germany • Tel. 0049 7565 914480 • Fax 0049 7565 1606
 • www.kremer-pigmente.de • info@kremer-pigmente.de



Chemical composition (%)	
Fe ₂ O ₃	80.0
SiO ₂	7.8
Al ₂ O ₃	3.2
CaO	2.1
MgO	1.5
K ₂ O	1.0
TiO ₂	< 0.1
P ₂ O ₅	< 0.1
MnO	< 0.1
Na ₂ O	< 0.05
CO ₂	3.4
H ₂ O (struct.)	0.9
SO ₃	< 0.05

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
according to 91/155/EC



10200 - 10280 AZURITE

Updated Edition: 26.09.2003

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND COMPANY

Product Information:

Product Name: Azurite
Article No. 10200 - 10280
Application: Artists' and Restauration Material

Company: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
Hauptstrasse 41-47, D - 88317 Aichstetten
Tel. +49 7565 91120 Fax. +49 7565 1606
www.kremer-pigmente.de, kremer-pigmente@t-online.de

2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

Synonyms: Hydroxo-copper-carbonate, copper ore: $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Content: Contains 2200 mg/ml copper

CAS No.	Designation	Hazardous Symbol	R-Phrases	EINECS No.
12069-69-1	Copper(II)-hydroxide carbonate	Xn	22	235-113-6

3. HAZARD IDENTIFICATION



Xn Harmful

May be harmful if swallowed. May be harmful by breathing dusts or mists. Exposure may cause damage to the kidneys or liver. Exposure may cause anemia.

4. FIRST AID MEASURES

After inhalation: If inhaled, move to fresh air. In case of discomfort get medical help.
After skin contact: Remove contaminated clothing. Wash affected skin with soap and water.
After eye contact: Rinse open eye for several minutes under running water. If symptoms persist, consult physician.
After ingestion: Immediately get medical help.



10060 Egyptian blue

Chemical composition: $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$

The blue copper silicate which is called Egyptian blue is made in a similar way to smalt, by boiling quartz with copper and calcium at temperatures of up to 1000°C.

It is the first synthetic pigment that we know of and it was popular during the ancient cultures of Babylon and Egypt until the end of the Roman period in Europe. Egyptian blue was last mentioned in A.D. 636 by Isidore Sevilla and there are a few occurrences on wall paintings from the early Middle Ages.

Being a pigment based on glass frit, it is stable in lime and very fade-resistant. Because of its composition Egyptian blue shows no reaction with other pigments. It was found to be mixed with glaucophane and green earth.

The color of Egyptian blue can vary considerably, depending on its composition, process of manufacture, and grain size from a dark blue to a whitish blue. A lighter color is often obtained by reducing the grain size through grinding. Egyptian blue can also be produced with a violet tone, a manufacturing process that was known to the Assyrians who prepared a purple frit.

The accepted chemical formula for Egyptian blue ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$) is that of the mineral cuprorivaite. Egyptian blue however was certainly always a manufactured product, for cuprorivaite is scarce in nature, so that it could not be collected in big enough quantities to be prepared as a pigment.

Egyptian blue is stable in all media and no color change has been observed when it is applied with various organic media. Strong light also does not influence its color, as can be seen by Egyptian blue that has been exposed for thousands of years to sun and heat on monuments in Egypt.

For more information read "Egyptian Blue" by Josef Riederer, in: *Artist's Pigments Vol.3*, ed. by E. W. Fitzhugh

Excerpts from:

Artist's Pigments Vol.3 E. W. Fitzhugh (editor)

Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**36004 Indigo, Japanese polygonum**

Page 2

Revised edition: 12.07.2022

Version: 3.0

Printed: 13.07.2022

H373 exposure.

Safety designation:

P260a Do not breathe dust.
 P314 Get medical advice/attention if you feel unwell.

*Hazardous components for labelling:***2.3. Other Hazards****3. Composition/Information on Ingredients****3.1. Substance****3.2. Mixture***Chemical Characterization:* Natural organic product*Information on Components / Hazardous**Ingredients:*

2-(1,3-Dihydro-3-oxo-2H-indol-2-ylidene)-1,2-dihydro-3H-indol-3-one (STOT RE2; H373)	ca. 95 %	CAS-Nr: 482-89-3 EINECS-Nr: 207-586-9 EC-Nr:
--	----------	--

*Additional information:***4. First Aid Measures****4.1. Description of the First Aid Measures***General information:*

No special measures required.

After inhalation:

Supply fresh air. Consult physician if symptoms persist.

After skin contact:

Wash off immediately with soap and plenty of water.

After eye contact:

Rinse open eyes with plenty of water for at least 15 minutes.
 Seek medical attention if irritation persists.

After ingestion:

Rinse mouth with plenty of water and give 1 - 2 glasses of water to drink.
 If symptoms persist consult physician.

4.2. Most important Symptoms and Effects, both Acute and Delayed*Symptoms:*

No further information available.

*Effects:***4.3. Indication of any Immediate Medical Attention and special Treatment needed***Treatment:*

No information available.

5. Fire-Fighting Measures**5.1. Extinguishing Media**

next page: 3

Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**36004 Indigo, Japanese polygonum**

Page 1

Revised edition: 12.07.2022

Version: 3.0

Printed: 13.07.2022

1. Identification of the Substance/Mixture and of the Company/Undertaking**1.1. Product Identifier***Product Name:* Indigo, Japanese polygonum*Article No.:* 36004*UFI:* --**1.2. Relevant identified Uses of the Substance or Mixture and Uses advised against***Identified uses:*
Pigment in artists colors.*Uses advised against:*
Not for foods or feed**1.3. Details of the Supplier of the Safety Data Sheet (Producer/Importer)***Company:* Kremer Pigmente GmbH & Co. KG*Address:* Hauptstr. 41-47, 88317 Aichstetten, Germany*Tel./Fax.:* Tel +49 7565 914480, Fax +49 7565 1606*Internet:* www.kremer-pigmente.com*E-Mail:* info@kremer-pigmente.com*Importer:* --**1.4. Emergency No.***Emergency No.:* +49 7565 914480 (Mon-Fri 8:00 - 17:00)**1.4.2 Poison Center:****2. Hazards Identification****2.1. Classification of the Substance or Mixture***Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 (CLP/GHS)*H373
Cat.: 2*Specific target organ toxicity (repeated exposure), hazard category 2*

May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure.

*Possible Environmental Effects:***2.2. Label Elements***Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 (CLP/GHS)**Hazard designation:*

GHS08-1

Signal word:

Warning

Hazard designation:

May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure. 2



Natural ultramarine has a very high stability to light. Although it is a sulfur-containing compound, it was regularly mixed with lead white with no reported occurrence of blackening of the lead white pigment to lead sulfide.

The blue particles of natural ultramarine are of irregular size and angular in shape. The particles are rarely crystalline, but often flattish with a conchoidal fracture. There are usually varying amounts of crystalline mineral impurities, mainly colorless, mixed with the blue particles. The particles are of a translucent pure blue by transmitted light, and deep opaque blue by reflected light.

Excerpts from:
Artist's Pigments Vol.2 Ashok Roy (editor) and
Painting Materials Rutherford J. Gettens and George L. Stout

Lapis Lazuli, Lasurite

$(\text{Na, Ca})_8[(\text{SO}_4, \text{S, Cl})_2(\text{AlSiO}_4)_6]$

Density: 2.4 (Raw material: approx. 2.9 g/cm³)
 Particle shape: sharp-edged chips, relatively coarse
 Refraction index: n = 1.5

Relative X-Ray Absorption:

Color: From pale blue to deep blue, rarely violet blue.

Colorimetry:
 Possible coloring techniques: Fresco, oil, tempera, watercolor, encaustic.

Stability towards coloring media: Good (except: possible decoloration by free-oil acids from the coloring oils)

Compatibility with other pigments: Ultramarine should not be mixed with colors containing copper or lead.

Covering power: Between average and good; Lapis lazuli is rather a scumbling pigment.

Solubility: Insoluble in water and organic solvents; reacts with acids, molten salt, organic halogenides, etc. (totally insensitive towards alkalis; important for the processing).

Artistic application: Lapis lazuli is a scumbling pigment (refraction index ≈ linseed oil; n = 1.50 - 1.54), miscible with white and colored pigments in any proportions.

Toxicity: Non-toxic product.

Stability:

Fastness to lime: good
 Lightfastness: very good
 Temperature stability: with nitrogen up to 950°C, at air decomposition above 150°C.
 Air humidity: not completely fast to water.

Below layers of oil, it is possible that the pigment particles absorb humidity, swell and thereby affect the adhesive force of the binding agent. Acid gases (e.g. in industrial cities or areas) can cause sulfuric acids which can decolor the pigment. This phenomenon is also called the "Ultramarine disease".



10500 - 10580 Lapis Lazuli, natural ultramarine

Chemical composition : $(\text{Na}, \text{Ca})_8[(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2(\text{AlSiO}_4)_6]$
 Sodium calcium aluminum silicate
 Color index: Ultramarine Blue Pigment 29, C.I. 77007
 CAS Number: 57455-37-5

Genuine ultramarine blue pigment is made from the semi-precious stone, lapis lazuli, which is a mixture of the blue mineral lazurite, with calcspar and iron pyrites.

Lapis lazuli was brought to Europe in medieval times from mines located in Badakshan, which is now a province of north-east Afghanistan. The famous Badakshan mines lie in a most inaccessible region at the headwaters of the Oxus near Firgamu, and appear to have been worked very early and possibly were the source of the lapis lazuli used in Mesopotamia and in classical times. The mines were visited by Marco Polo in 1271 in connection with the journey he made, and he stated that the mineral was used for the extraction of a blue pigment. The mineral was probably imported into Europe mainly by way of Venice, the principal port for trade with the East. In northern Europe, azurite is the more commonly encountered blue pigment in easel paintings while ultramarine was exploited on a more lavish scale in Italy, especially in Venetian paintings.

Unless the mineral is of very high quality, simple grinding, washing and sieving is carried out for its preparation as a pigment. This leads to a pale grayish blue powder. In Byzantine manuscripts dating from the sixth to twelfth century contained ultramarine of this description. It contained a high proportion of colorless material and may have been prepared in this simple way.

Soon after 1200, as is revealed in thirteenth-century references, a new and improved method of extraction came into use. There are numerous instructions for the preparation of ultramarine found in fourteenth century literature, one of the most detailed being by Cennino Cennini in the beginning of the fifteenth century.

The principle of the method was that the ground mineral was incorporated into a mixture of melted wax, resins and oils. The molten mass was wrapped around a cloth and kneaded under a dilute solution of lye (a solution of potassium carbonate prepared by extracting wood ashes with water). Our best quality lapis lazuli (Fra Angelico blue) is still made by this lavish procedure. Blue particles of lazurite are washed out by this process and collect by settling at the bottom of the vessel. Most of the colorless crystalline material and other impurities remain behind in the doughy mass. It is usually carried out in at least three separate extractions, offering several grades of diminishing quality. The largest and deepest-colored particles emerge in the first extraction

While the last extraction contains a high proportion of colorless material with only a few small blue particles. This product is known as ultramarine ash. It has a high degree of transparency and was valued as a blue glazing pigment.

Lapis lazuli has good tinting strength and hiding power, despite the low refractive index of the pigment. However, it can be regarded as a translucent glazing pigment when used in oil. The distinctive pure bright blue color of the dry pigment is retained when bound in an aqueous media such as egg tempera. In oil it is used to best effect either mixed with white to produce a brilliant opaque blue, or else as a thin translucent glaze over a lighter underpaint.

In the past, natural ultramarine is mainly seen unmixed with pigments other than white, but its slightly violet-blue hue made it more of value for producing purple colors by mixing it with crimson-colored lake pigments such as madder. However, more often a purple color was achieved by superimposing layers of ultramarine over an opaque body of pink or crimson body color or by a glaze of crimson over an opaque underpaint of ultramarine and white.

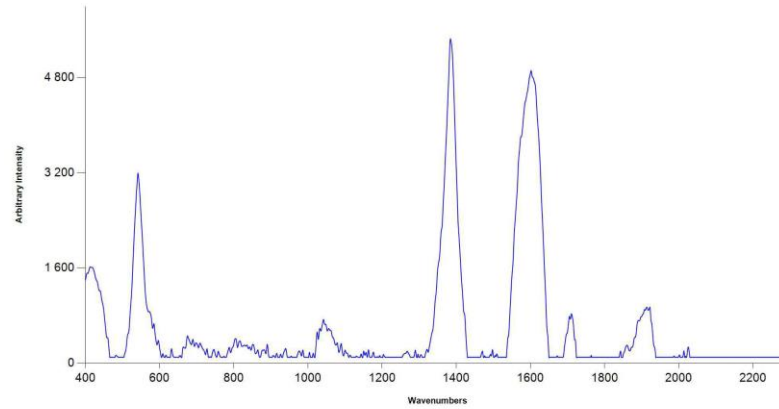
Page 1 of 3

Kremer Pigmente GmbH & Co. KG · Hauptstr. 41-47 · DE-88317 Aichstetten · Tel. 0049 7565 914480 · info@kremer-pigmente.com · www.kremer-pigmente.com

We do not assume any warranty for the guidance shown above. In any case, we recommend production and evaluation of samples.

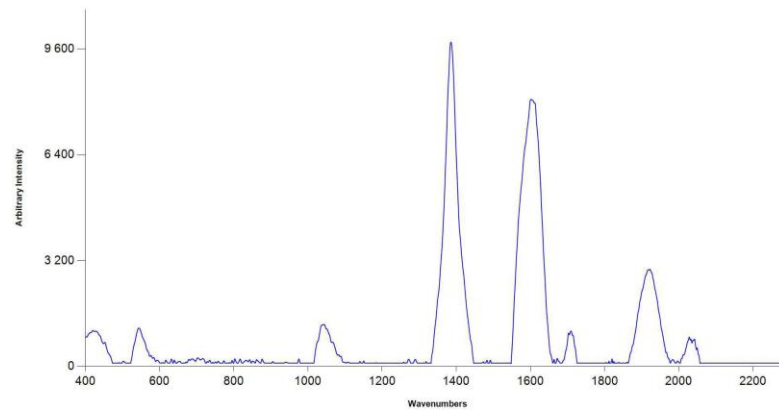


Raman spectrum of 10550:
(Source: MR PHSG, 2017)



— Sample Spectrum

Raman spectrum of 10562:
(Source: MR PHSG, 2017)



— Sample Spectrum



10010 Smalt

Chemical composition: Potassium silica glass, containing cobalt
Synonyms: Strew-blue, eschel, zaffer blue, Bohemian or Saxonian blue

Smalt is the oldest known cobalt pigment, not quite as brilliant as cobalt blue. It appeared for the first time in the 16th Century and played a significant role in the painting of the baroque, especially for the depiction of air. The old Egyptians used cobalt-containing glass powder as pigment. In the Middle Ages they produced blue glass in Venice. In Saxonia in the 16th Century the Saxonian elector almost had a Central European monopoly of smalt. This led to a particularly frequent use of smalt within the area of the early Protestant reformation. In former times smalt was used for the production of paper, as whitener; nowadays this is done with ultramarine pigments. Old names for smalt are also eschel or zaffer. Zaffer however is actually the name for an intermediate product in the production of smalt from speiss and gloss cobalt.

We produce smalt according to a recipe from the 19th century, by roasting a powder mixture of cobalt salts. At about 1150° C the powder melts forms a glass mass of a deep bluish black color. The glass melt is dettered and is ground into powder.

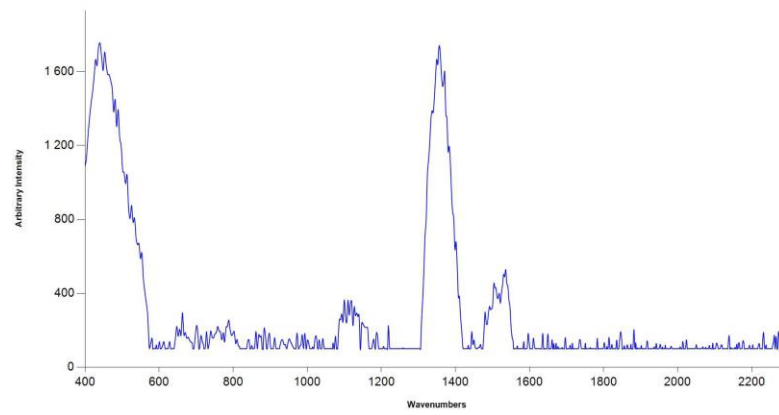
Basically this pigment is an intensively dark blue cobalt glass. The finer it is ground, the paler the colour. This can be compensated by the addition of oil and/or resin solution. In principle smalt is suitable for every technology, though the preparation of the color causes some work. One more advantage is the stability of most cobalt pigments!

Beside the use for restoration purposes smalt still is used as glaze pigment in ceramic techniques, when enamelling, and in glass painting.

Whoever cares for certain material effects can use it in different techniques of painting. As it is a so-called glass frit, colored with cobalt, you cannot expect the same intensity as from modern cobalt blue tones. The durability of smalt pigment in different bonding agents depends on the quality of the glass. Our colored glass flours (purchase number 57300-57500) is inferior cobalt-poor smalt. Further historical glasses are Egyptian blue, Han blue and lead-tin-yellow type II.



Raman spectrum of 10010:
(Source: MR PHSG, 2017)

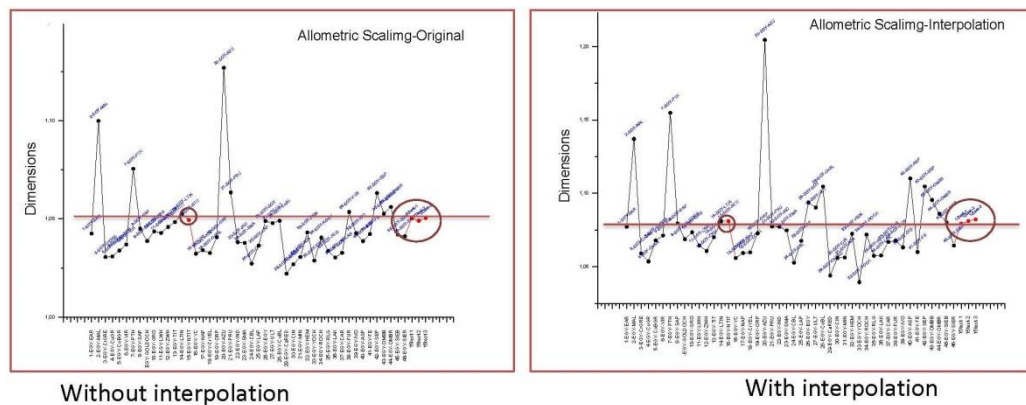


— Sample Spectrum

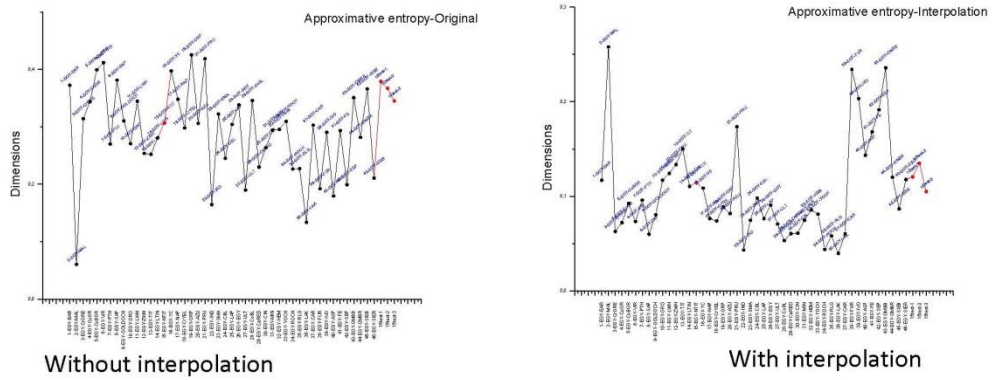
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Τα διαγράμματα για όλες τις διαστάσεις φράκταλ, εντροπίας και πολυπλοκότητας, με σειρά το κάθε γκρουπ. Εμφανίζεται όλο το πλήθος των διαγραμμάτων, με κόκκινο πλαίσιο αυτά που όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3.1. εμφανίζουν θετική απόδοση αλλά και αυτά που τα τεστ με τα αντίστοιχα μετρηθέντα είναι πολύ απομακρυσμένα. Στο κάθε ένα από αυτά, τα τεστ με τα μετρηθέν παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα, αριστερά μόνο το μετρηθέν και τα τρία τελευταία σφαιρίδια αφορούν τα τρία τεστ σε κάθε περίπτωση.

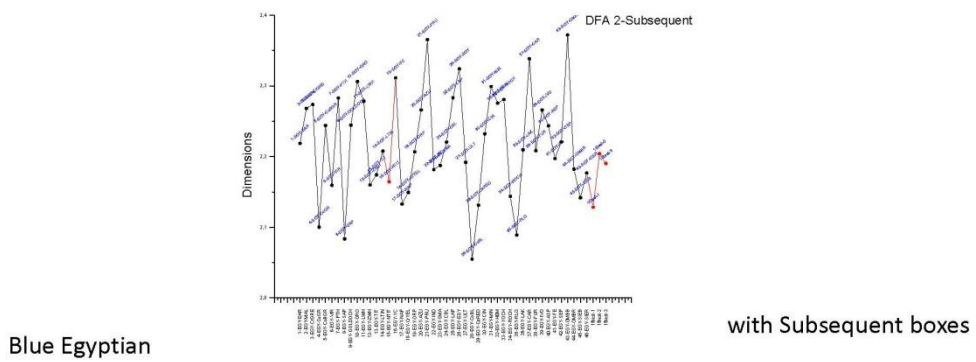
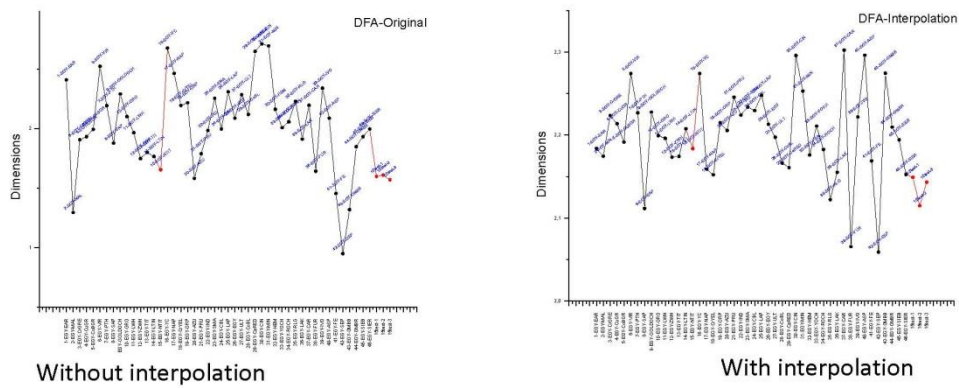
1. ΤΟ ΓΚΡΟΥΠ ΜΕ ΤΟ ΜΠΛΕ ΑΙΓΥΠΤΙΑΚΟ ΩΣ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΟ ΧΡΩΜΑ:



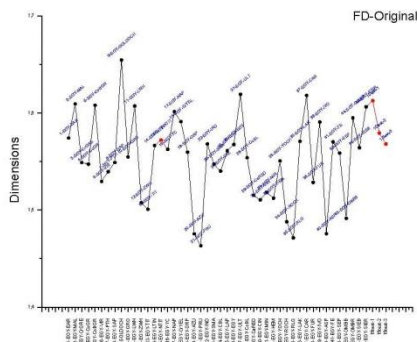
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 4: Allometric ScalingDimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



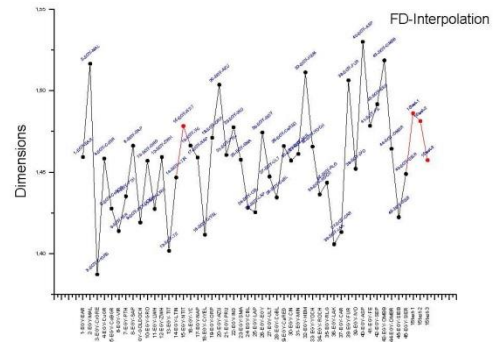
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 5: Approximative entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



ΦΩΤΟ ΠΑΡ 6: DFA στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

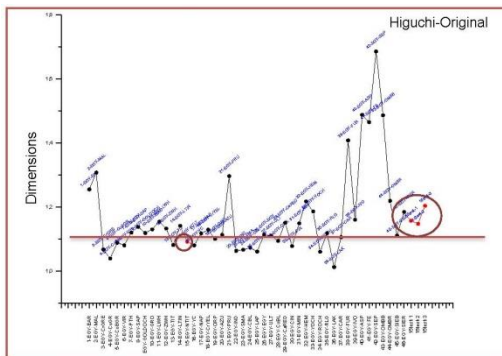


Without interpolation

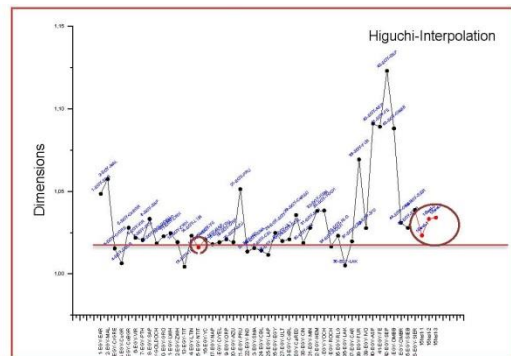


With interpolation

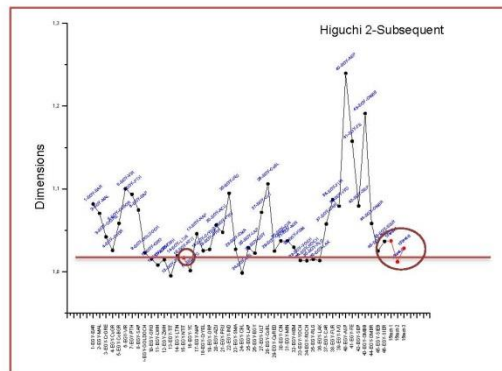
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 7: FD στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



Without interpolation



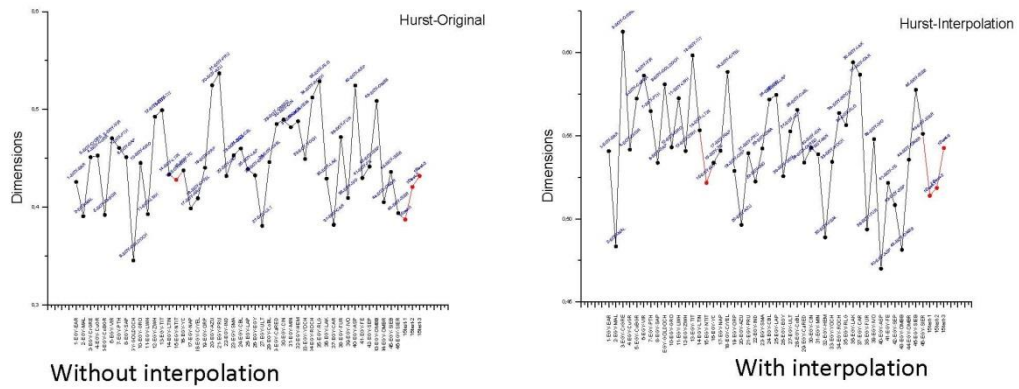
With interpolation



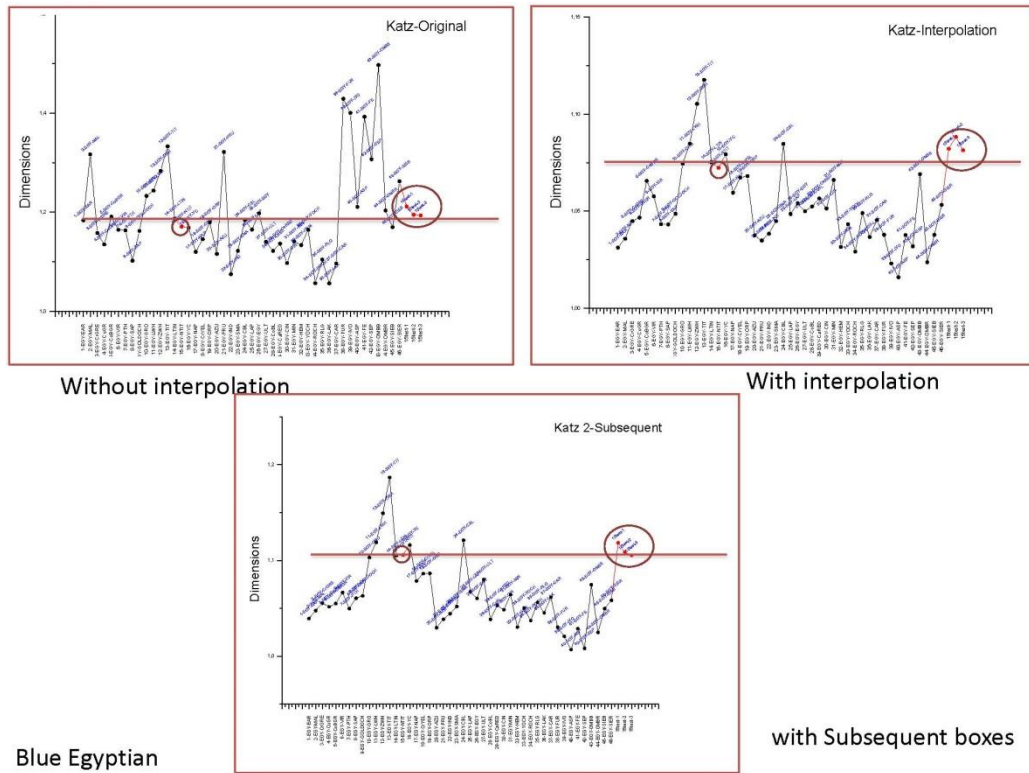
Blue Egyptian

with Subsequent boxes

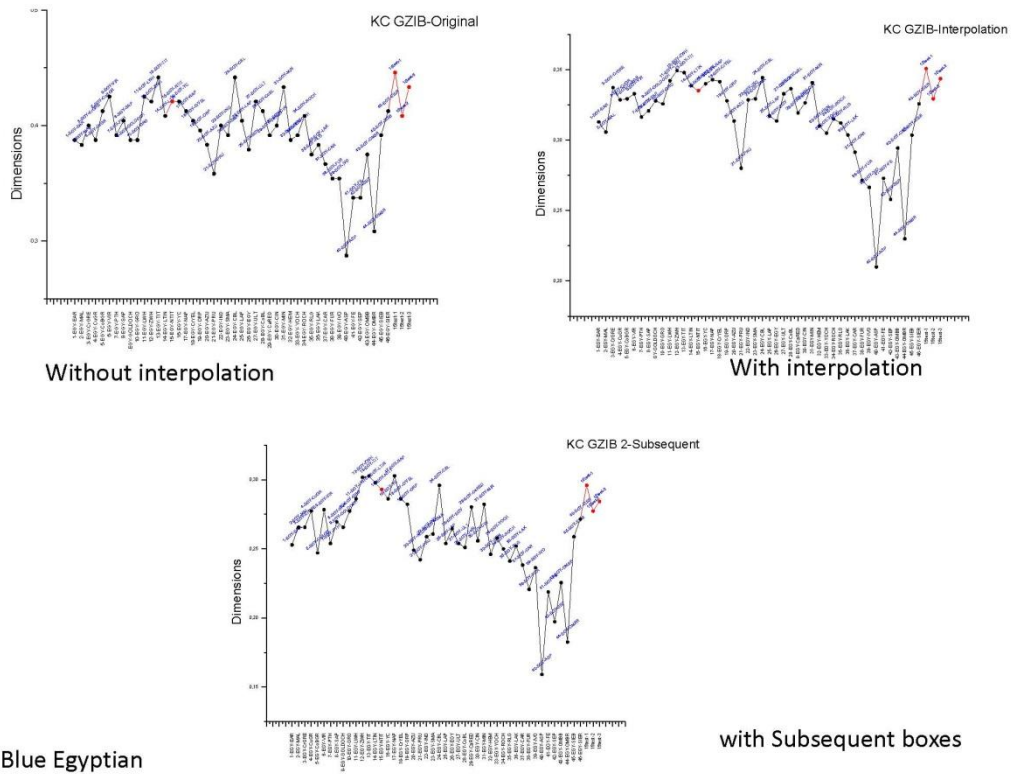
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 8: Higuchi Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



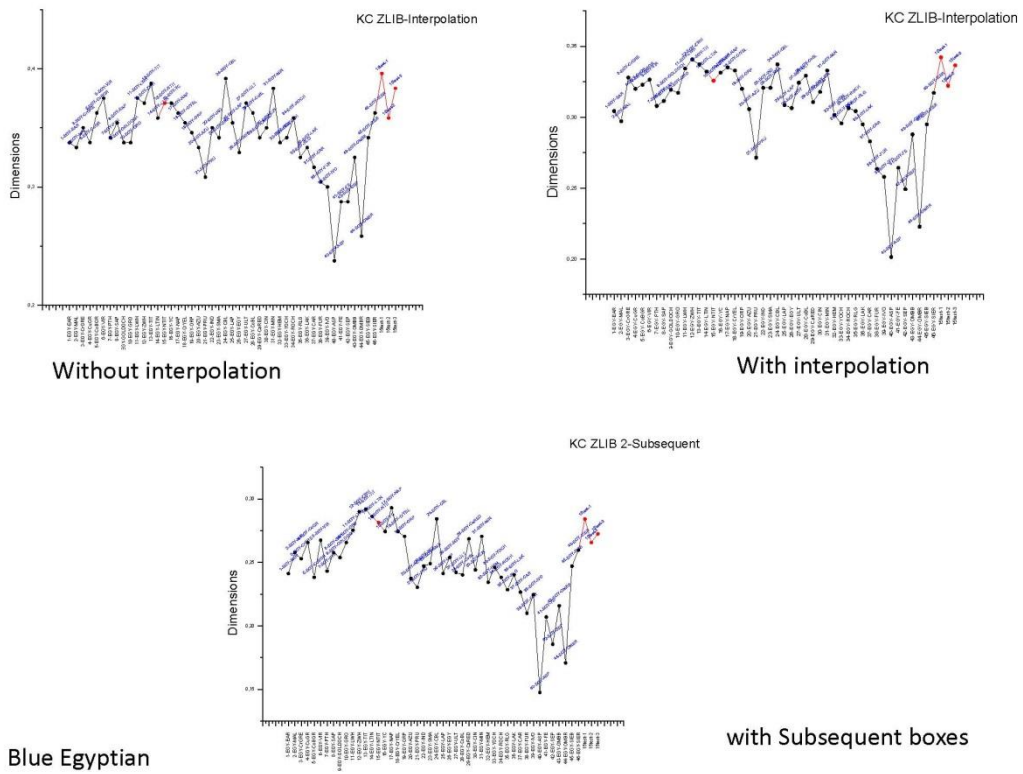
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 9: Hurst στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



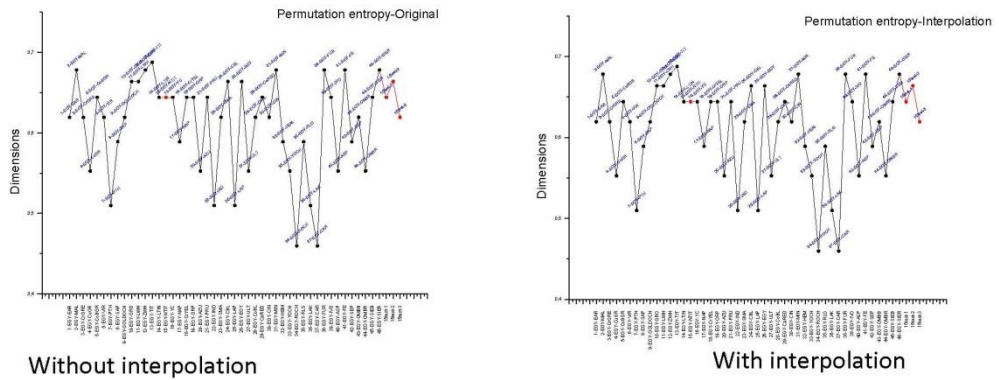
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 10: Katz Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



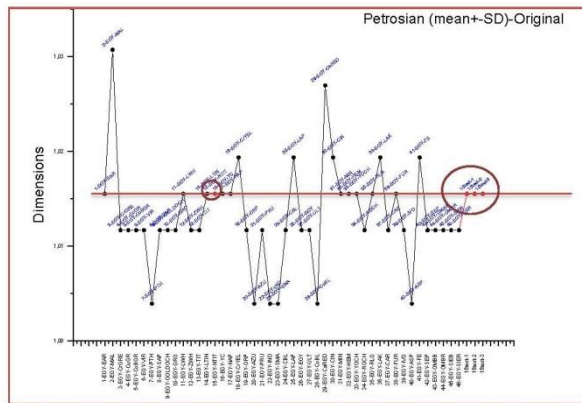
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 11: S-KC GZIB στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



ΦΩΤΟ ΠΑΡ 12: S-KC ZLIB στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

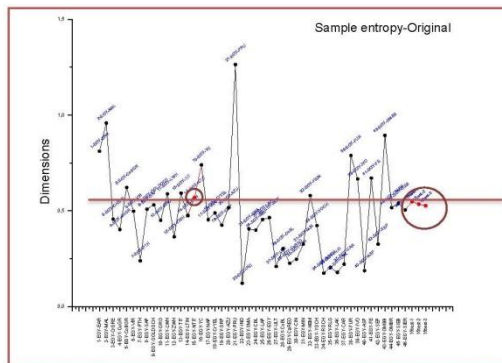


ΦΩΤΟ ΠΑΡ 13: Permutation entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

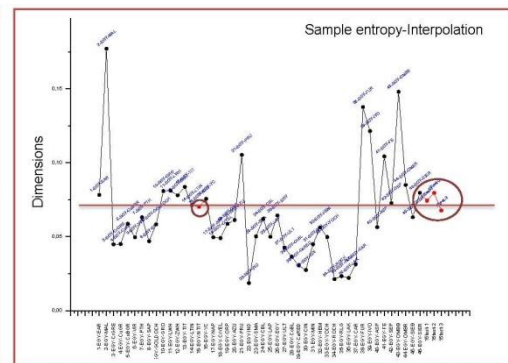


Without interpolation

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 14: Petrosian Dimension στα πρωτότυπα φάσματα

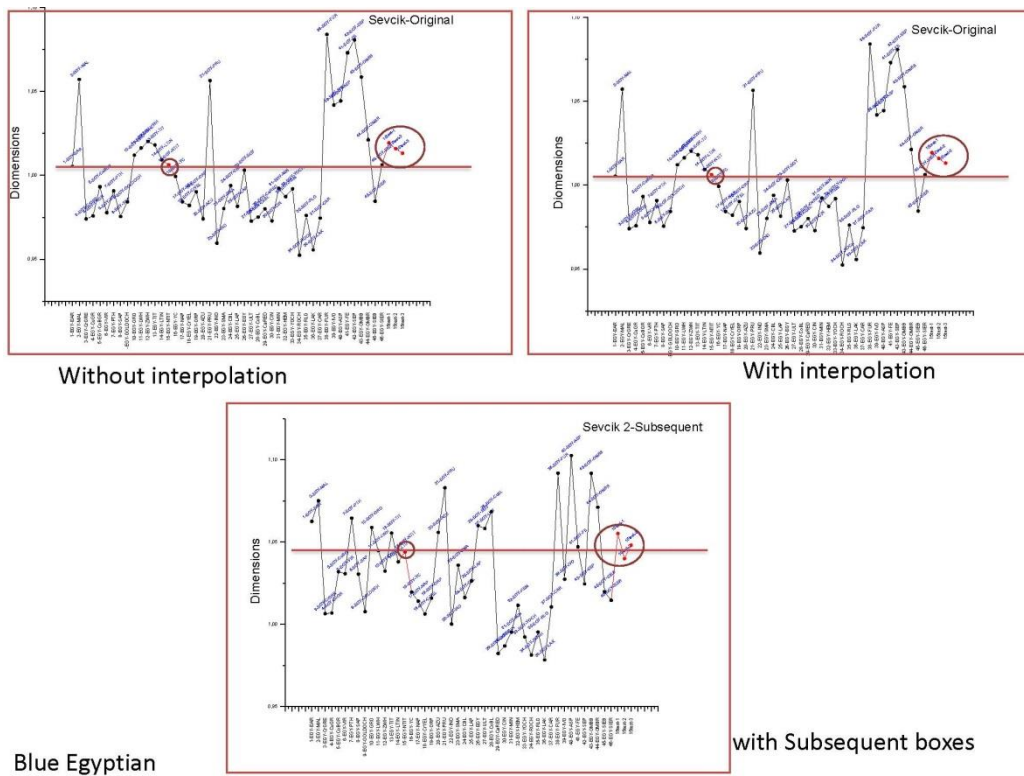


Without interpolation

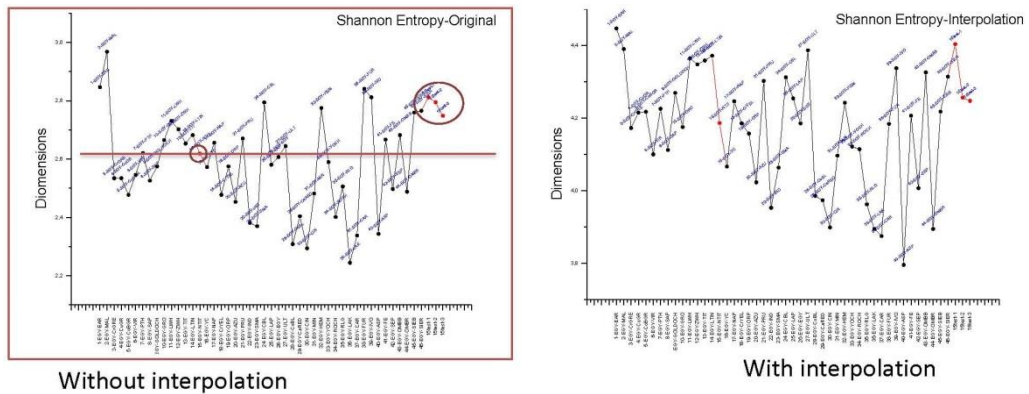


With interpolation

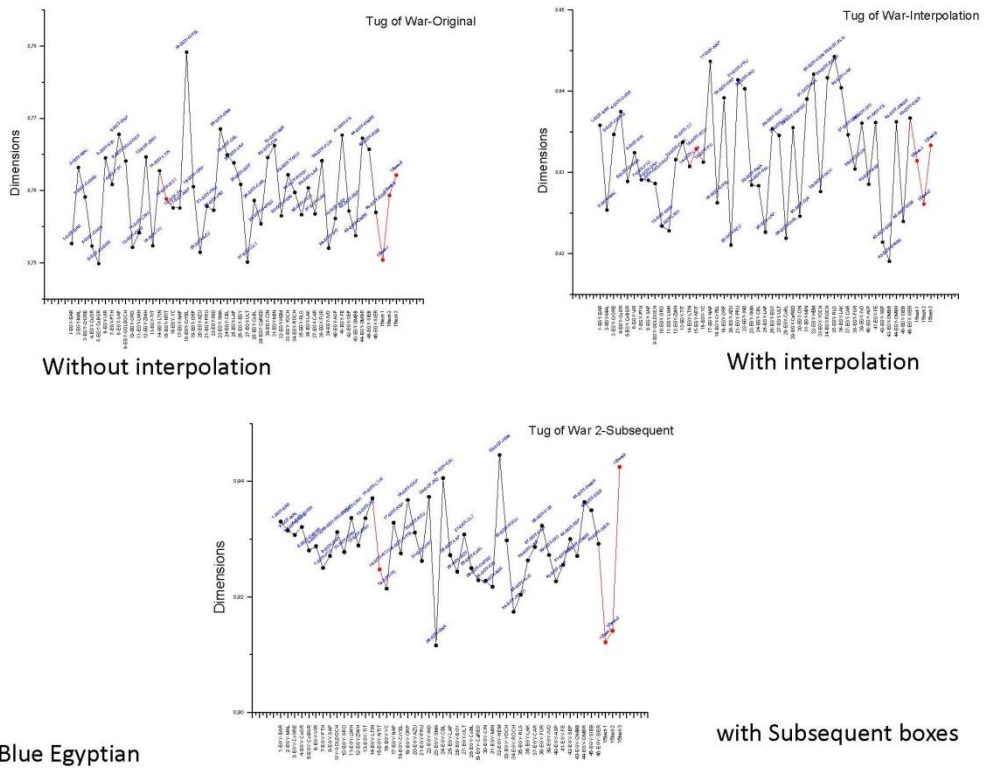
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 15: Sample Entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



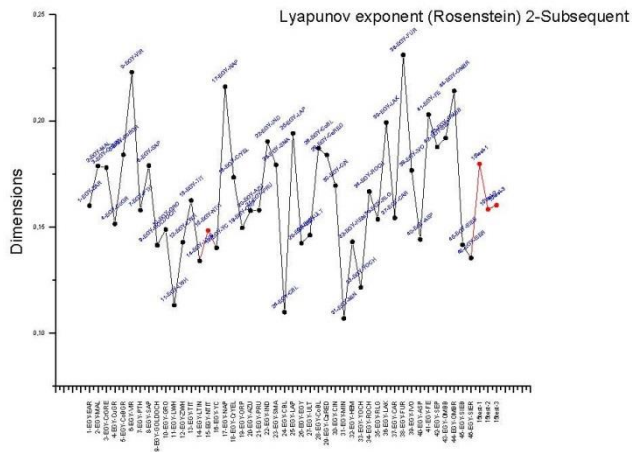
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 16: S-Sevcik Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



ΦΩΤΟ ΠΑΡ 17: Shannon Entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

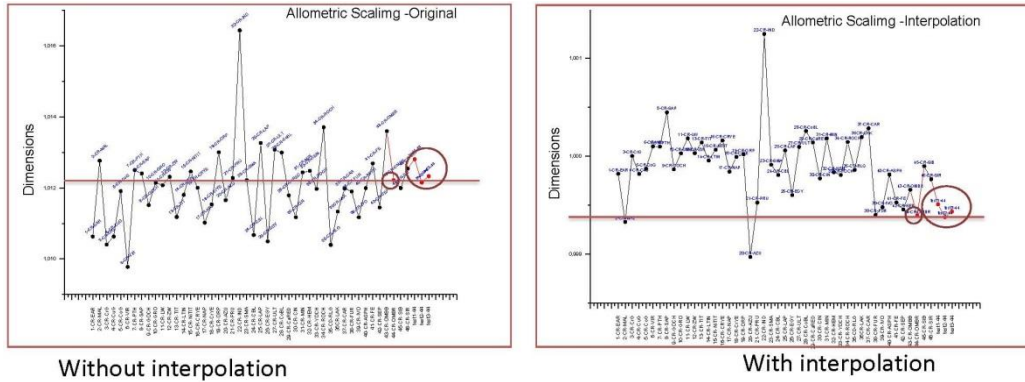


ΦΩΤΟ ΠΑΡ 18: Tug of war Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

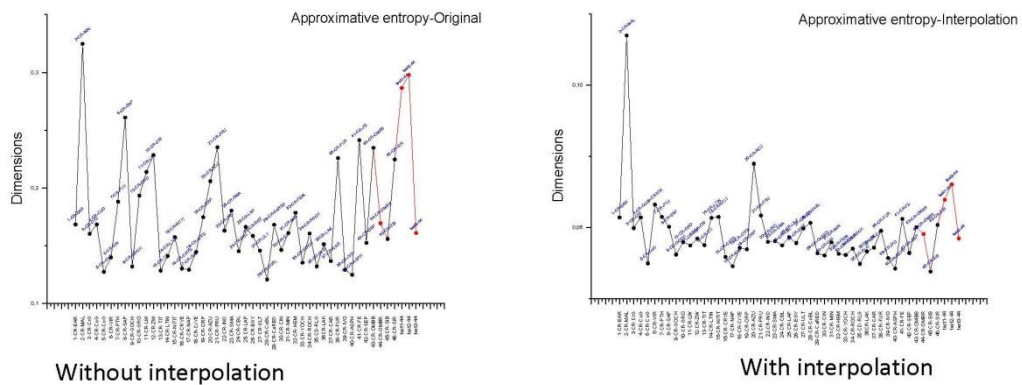


ΦΩΤΟ ΠΑΡ 19: S-Lyapunov exponent with subsequent boxes

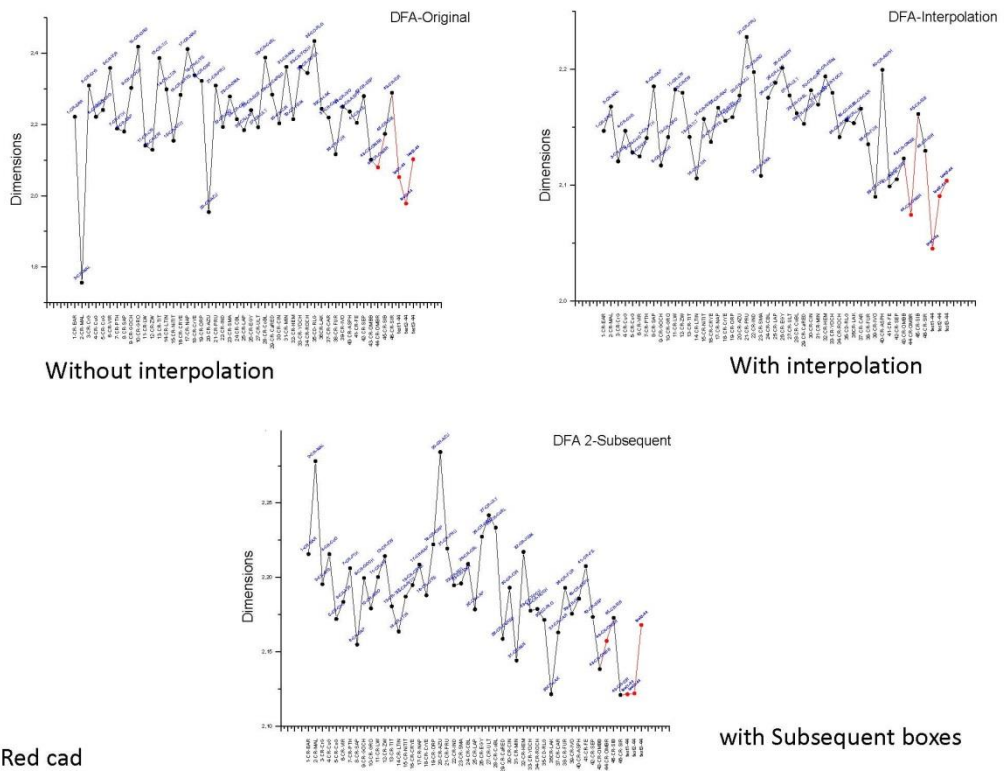
2. ΤΟ ΓΚΡΟΥΠ ΜΕ ΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΚΑΔΜΙΟΥ ΩΣ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΟ ΧΡΩΜΑ:



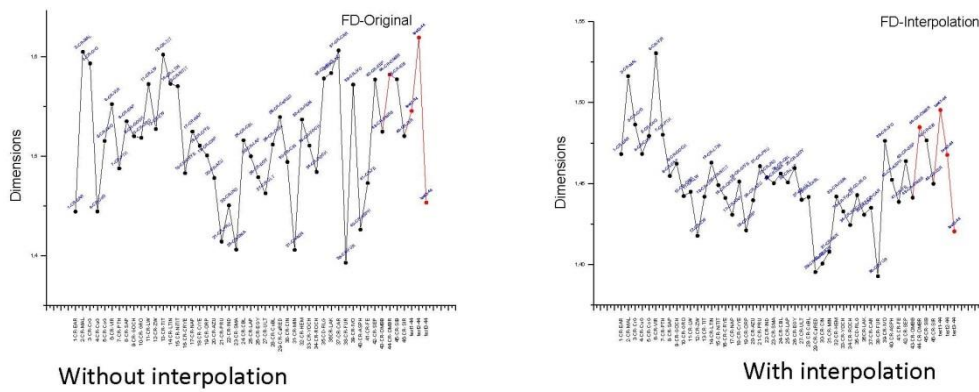
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 20: Allometric Scaling Dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



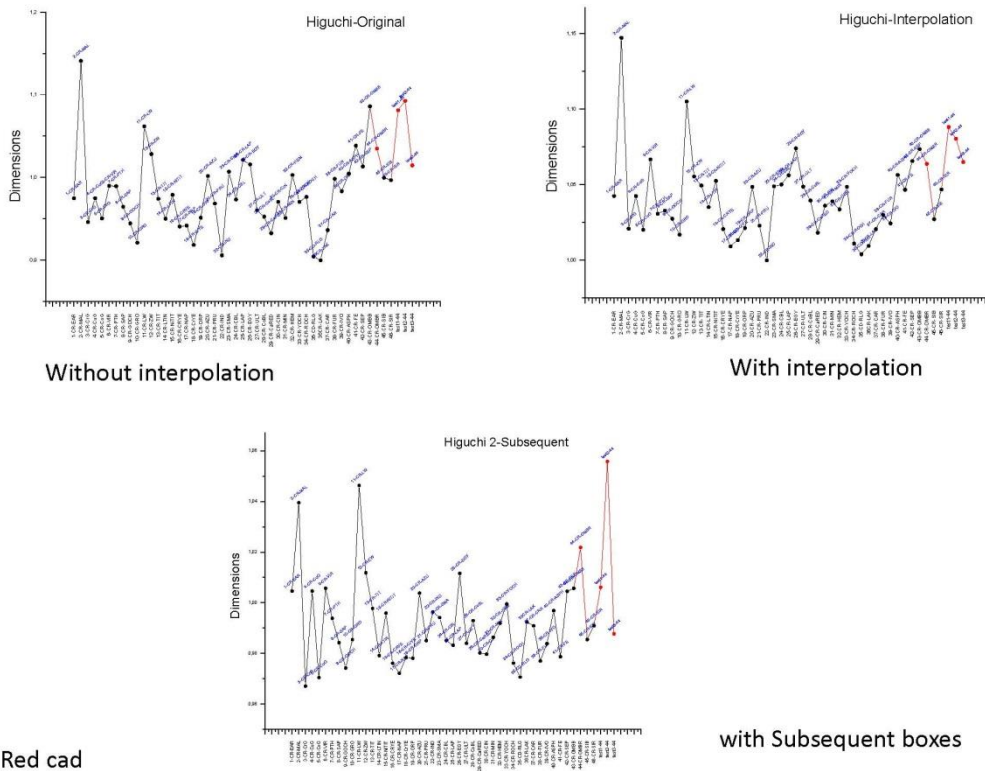
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 21: Approximative entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



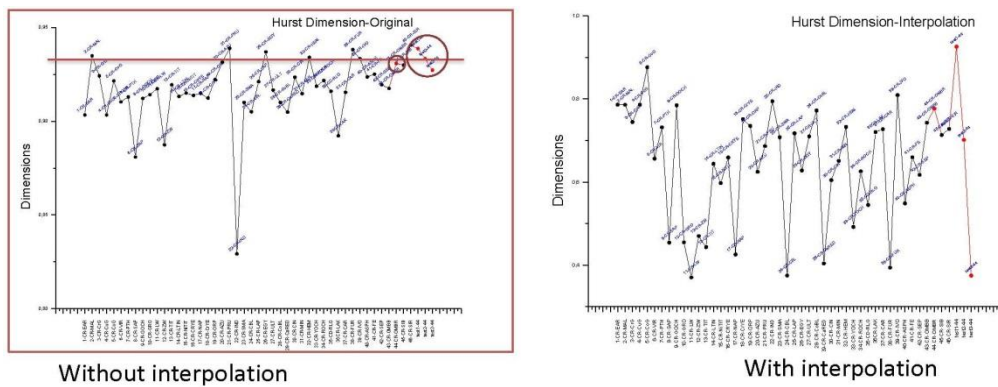
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 22: DFA στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



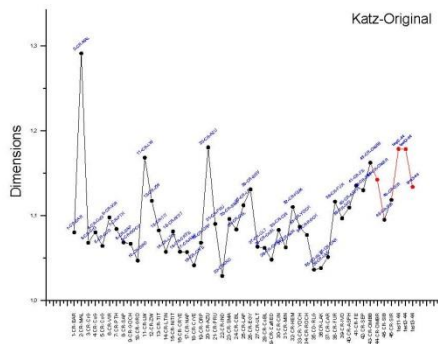
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 23: FD στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



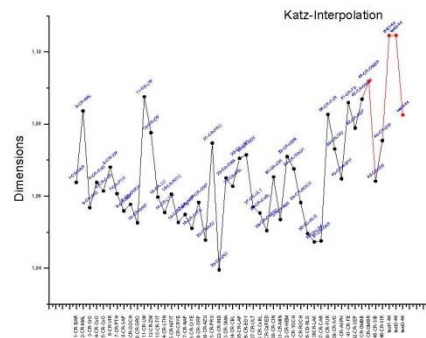
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 24: Higuchi dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



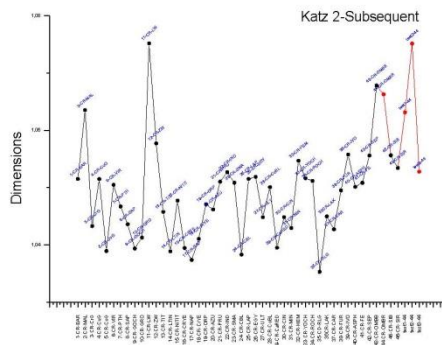
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 25: Hurst dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



Without interpolation



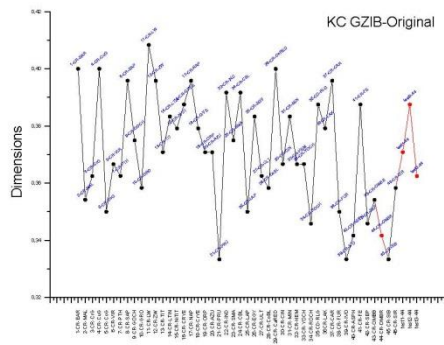
With interpolation



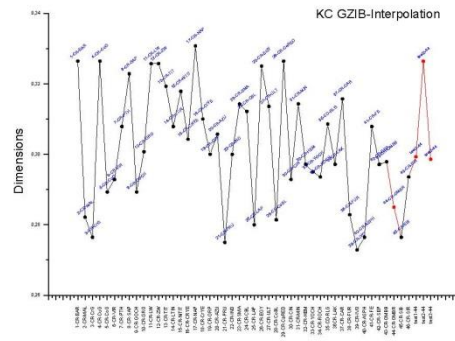
Red cad

with Subsequent boxes

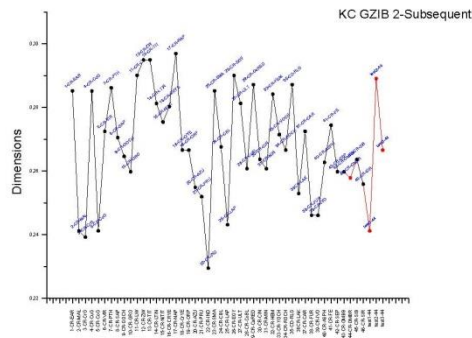
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 26: Katz dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



Without interpolation



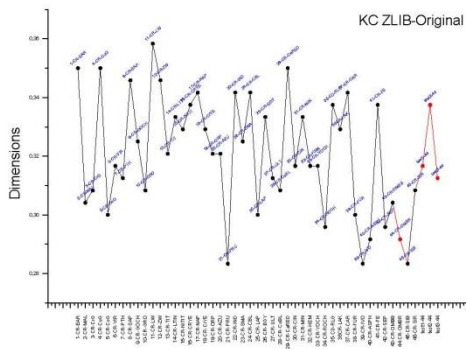
With interpolation



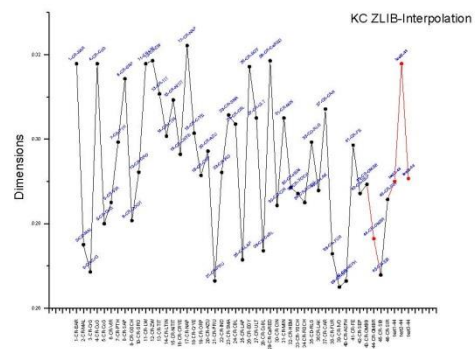
Red cad

with Subsequent boxes

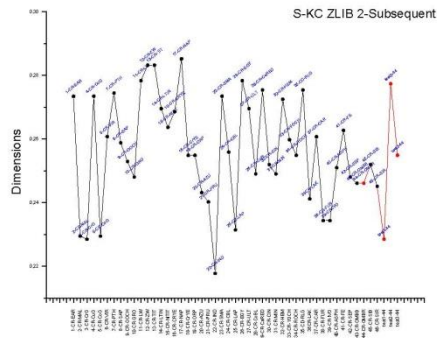
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 27: KC-GZIB στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



Without interpolation



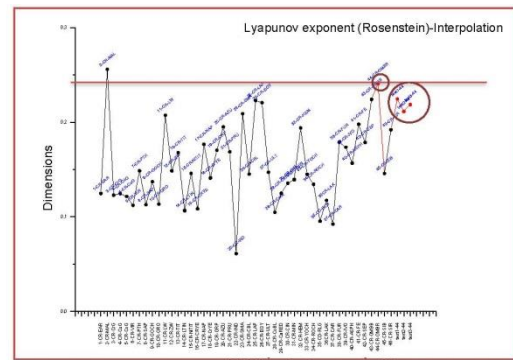
With interpolation



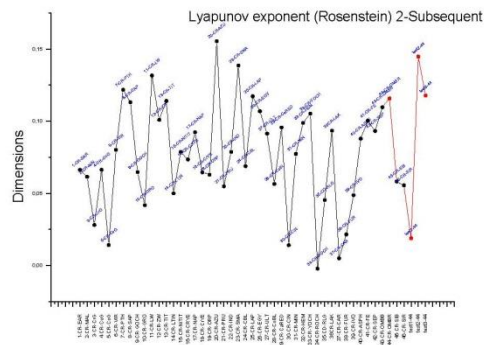
Red cad

with Subsequent boxes

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 28: KC ZLIB στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



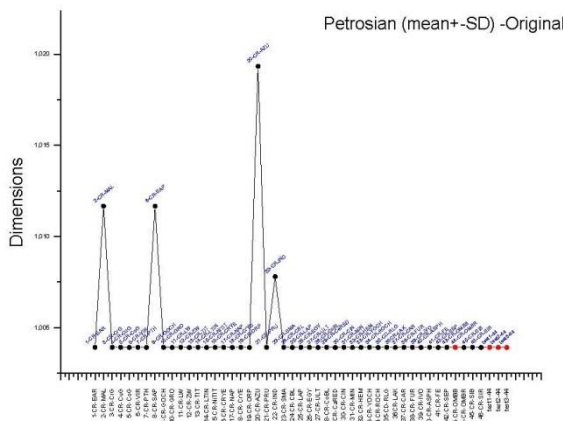
With interpolation



Red cad

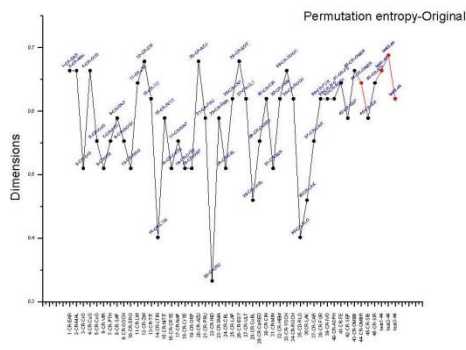
with Subsequent boxes

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 29: Lyapunov exponent στα φάσματα με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

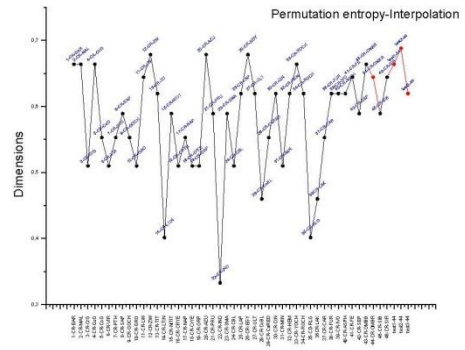


Without interpolation

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 30: Petrosian dimension στα πρωτότυπα φάσματα

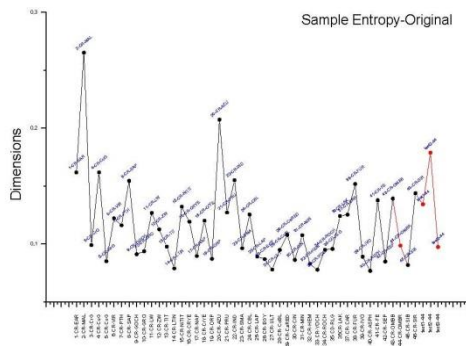


Without interpolation

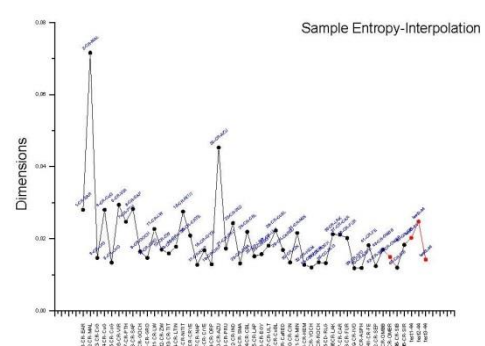


With interpolation

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 31: Permutation entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

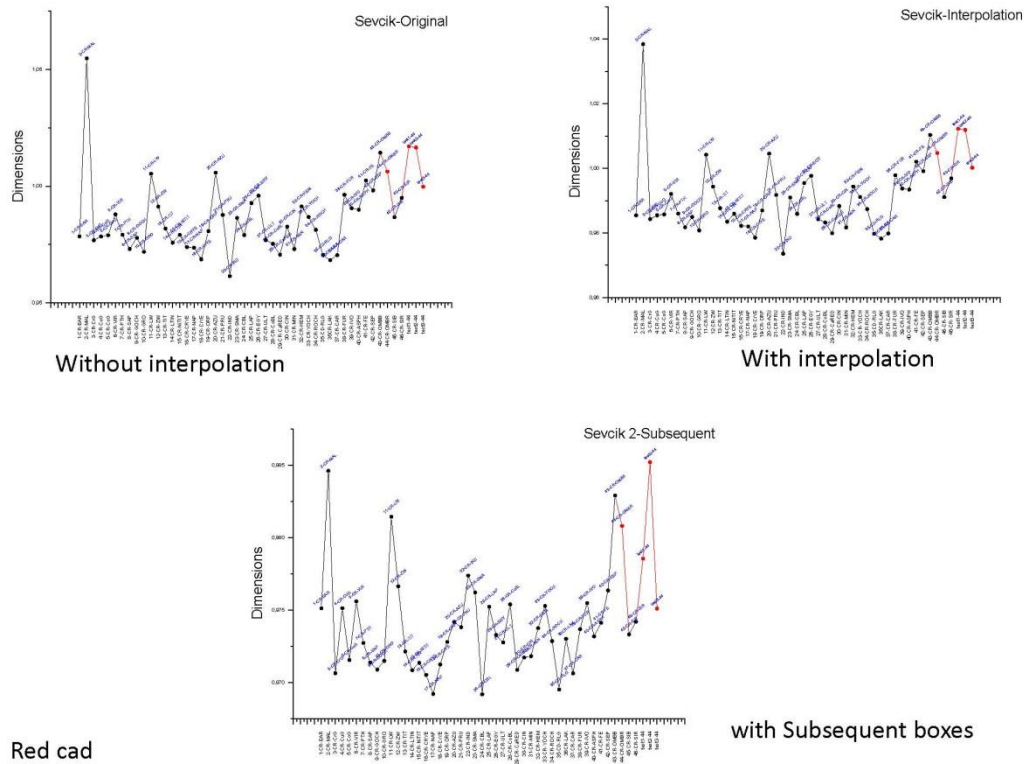


Without interpolation

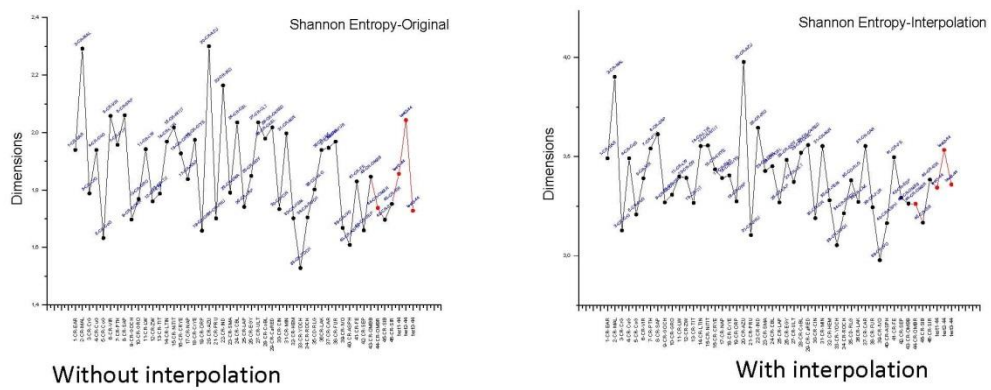


With interpolation

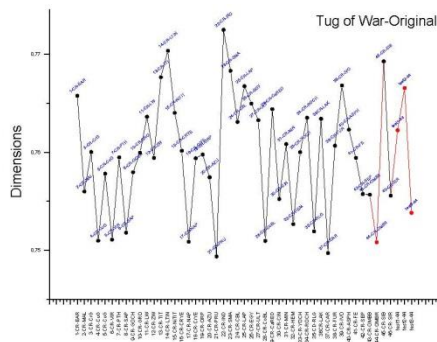
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 32: Sample Entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



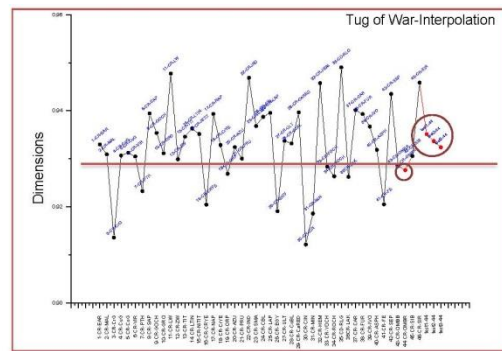
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 33: Sevcik dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



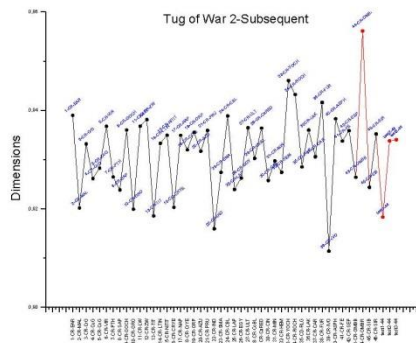
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 34: Shannon Entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



Without interpolation



With interpolation

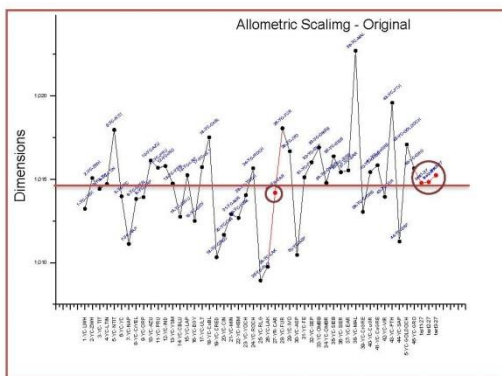


Red cad

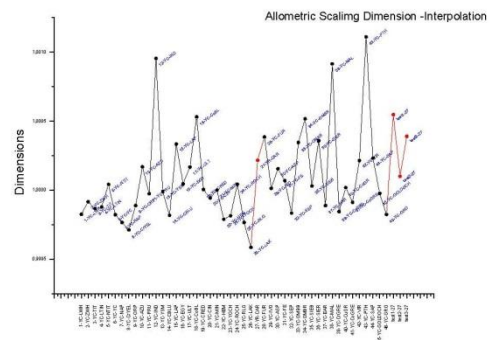
with Subsequent boxes

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 35: Tug of war dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

3. ΤΟ ΓΚΡΟΥΠ ΜΕ ΤΟ ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΑΔΜΙΟΥ ΩΣ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΟ ΧΡΩΜΑ:

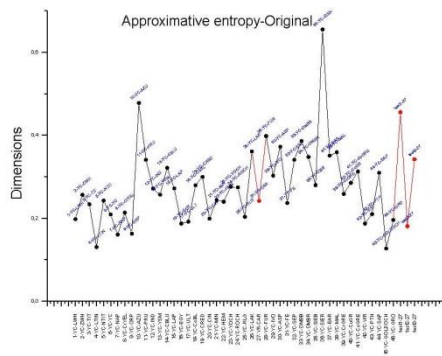


Without interpolation

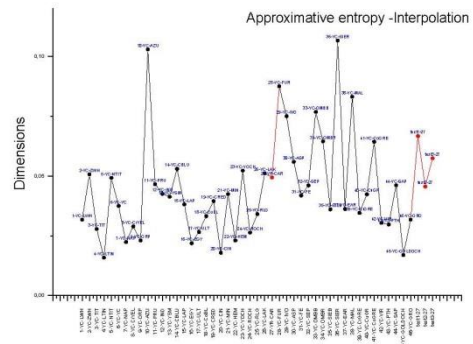


With interpolation

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 36: Allometric στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

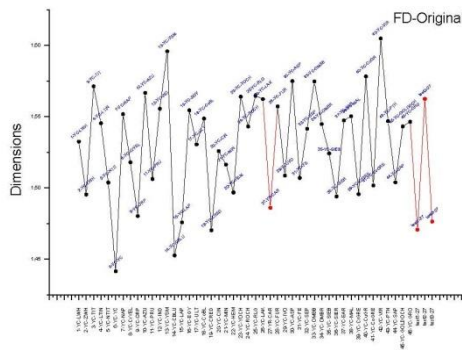


Without interpolation

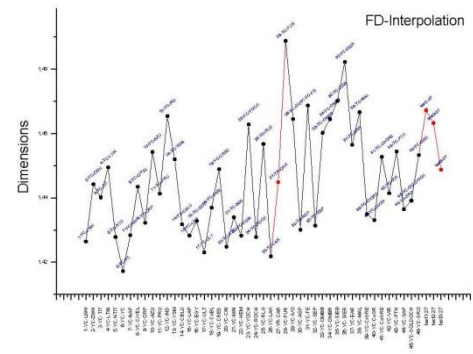


With interpolation

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 37: Approximative entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

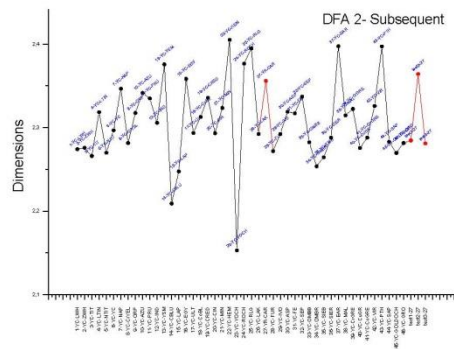
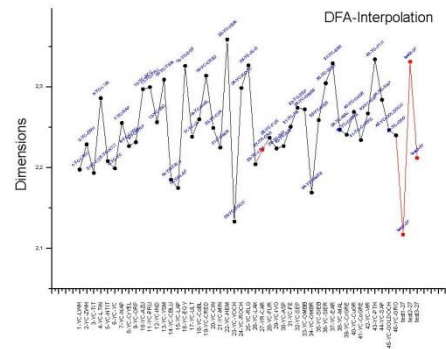
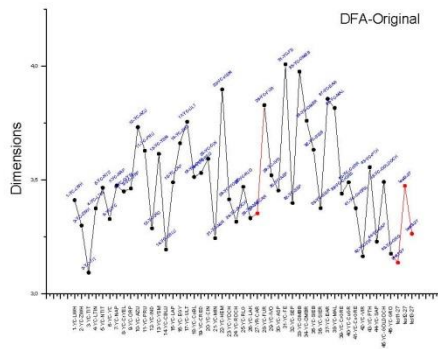


Without interpolation

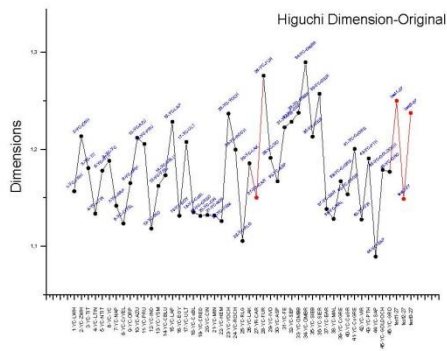


With interpolation

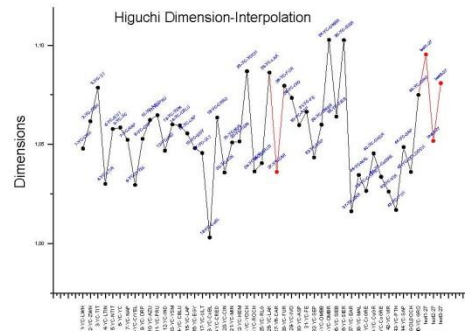
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 38: FD στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



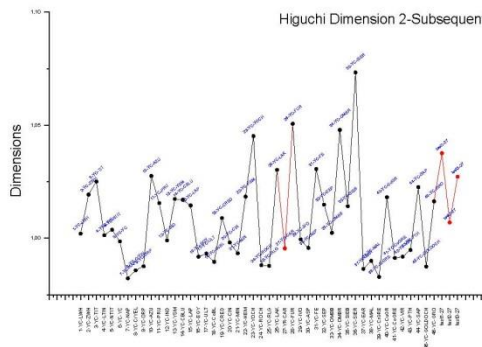
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 39: DFA στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



Without interpolation



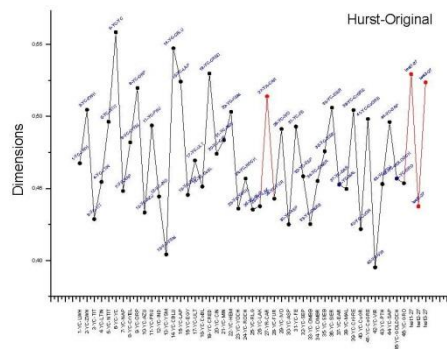
With interpolation



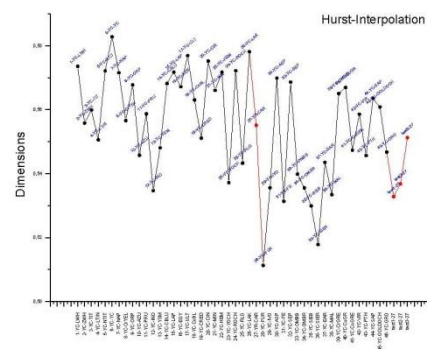
Yellow cad

with Subsequent boxes

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 40: Higuchi dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

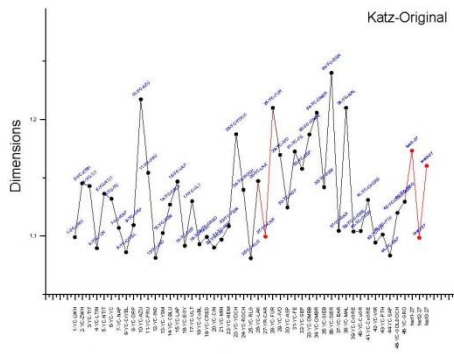


Without interpolation

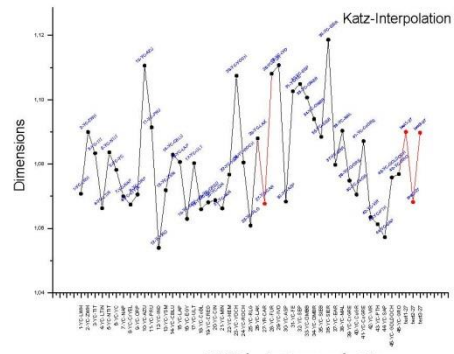


With interpolation

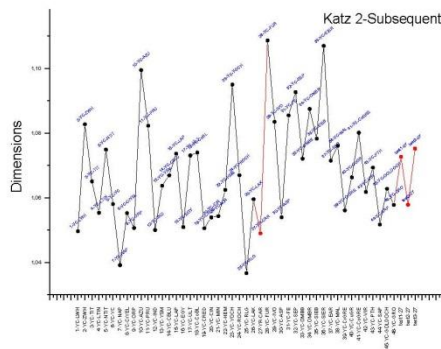
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 41: Hurst στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



Without interpolation



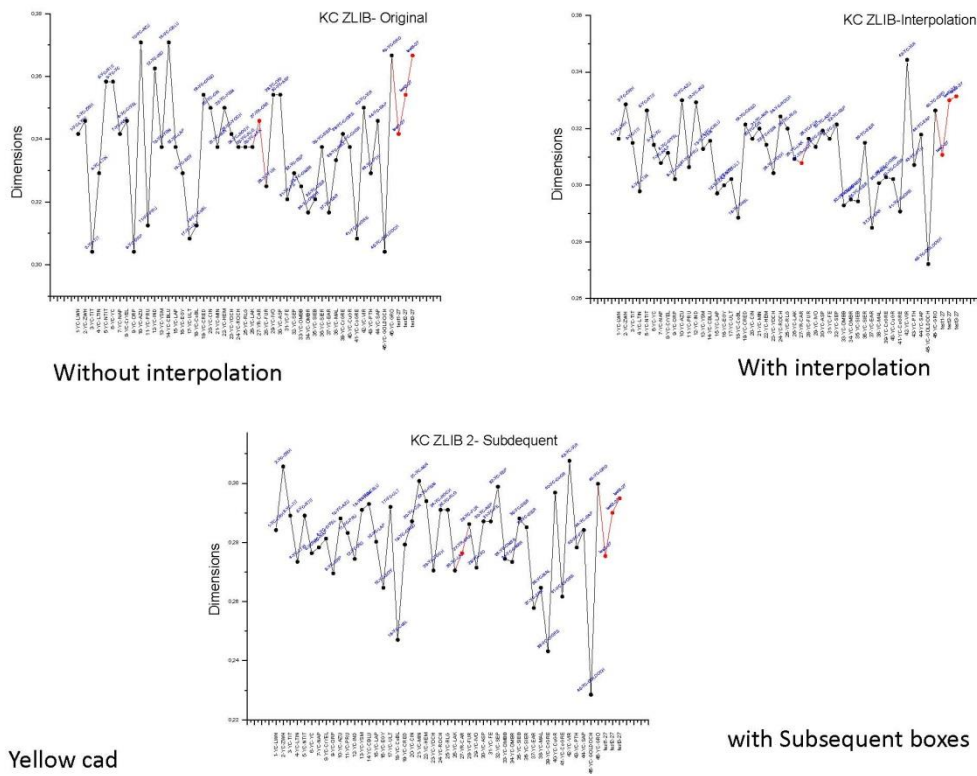
With interpolation



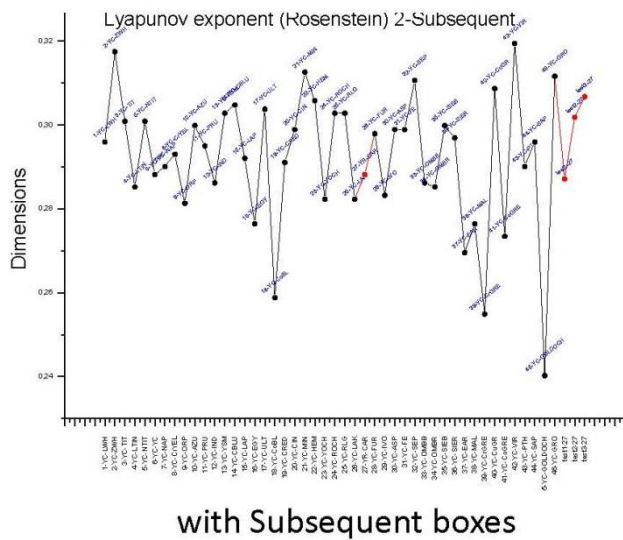
Yellow cad

with Subsequent boxes

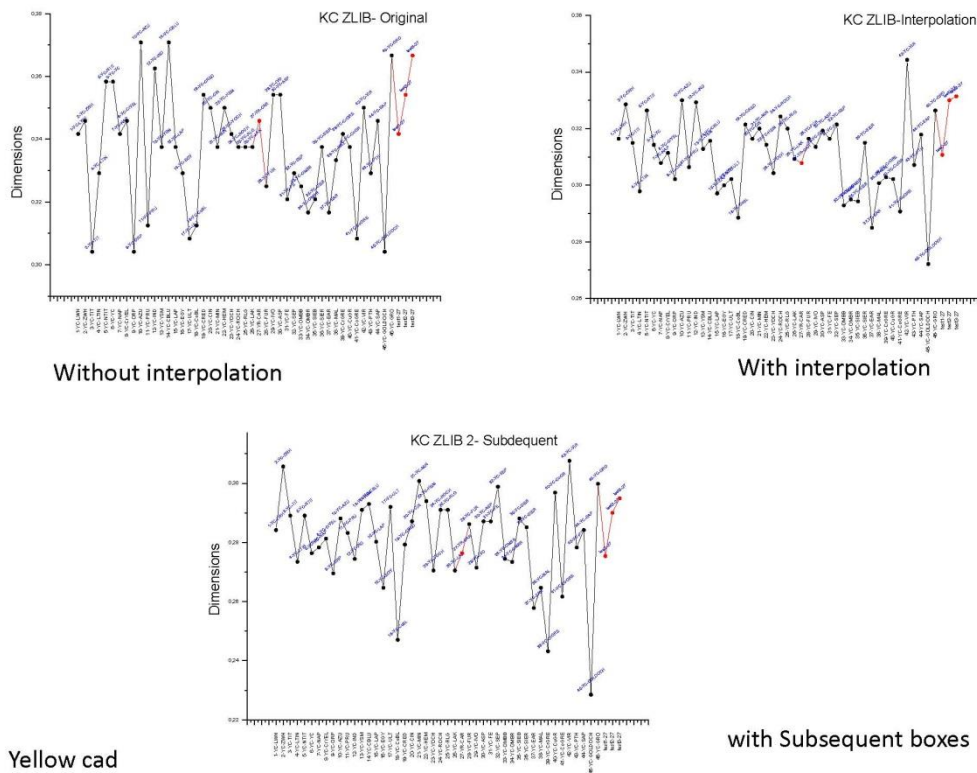
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 42: Katz dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



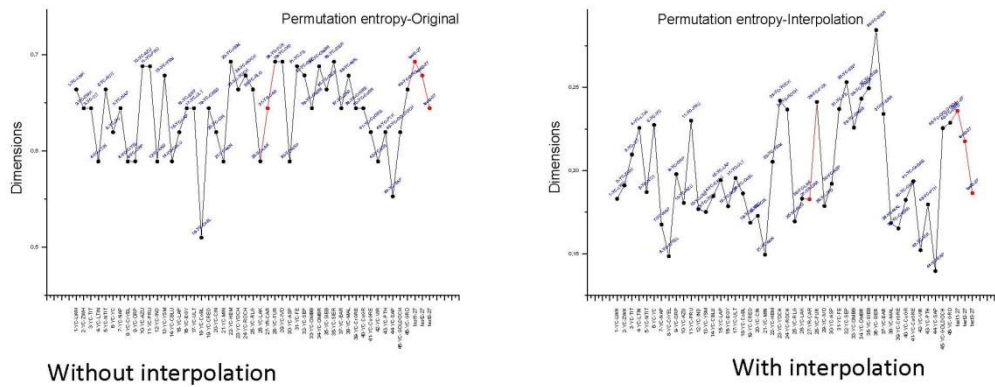
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 43: KC GZIB στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



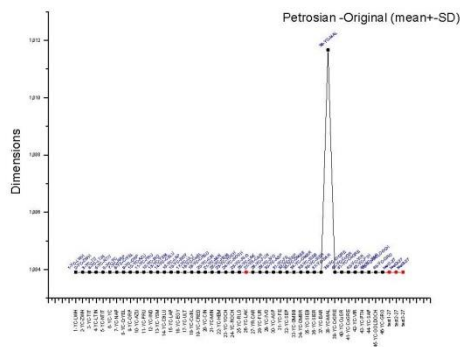
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 44: Lyapunov exponent στα φάσματα με subsequent boxes



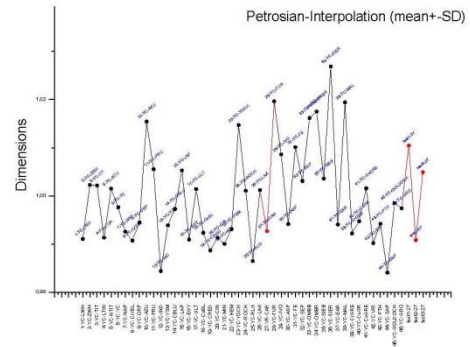
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 45: KC ZLIB στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



ΦΩΤΟ ΠΑΡ 46: Permutation entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

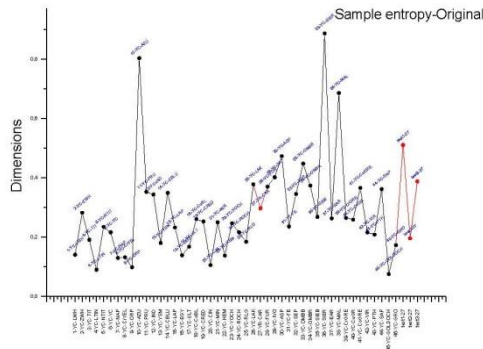


Without interpolation

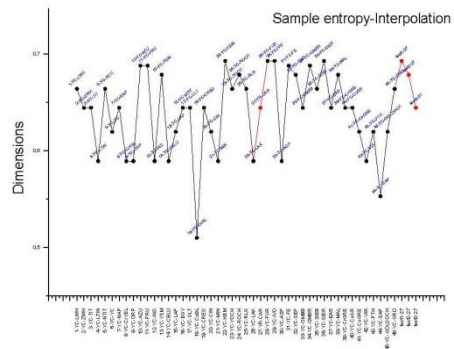


With interpolation

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 47: Petrosian dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

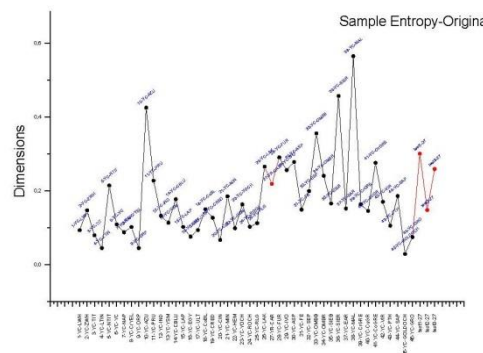


Without interpolation

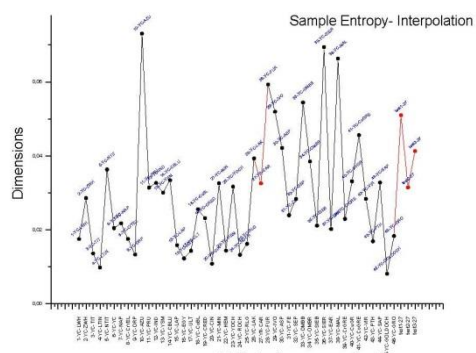


With interpolation

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 48: Sample entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)

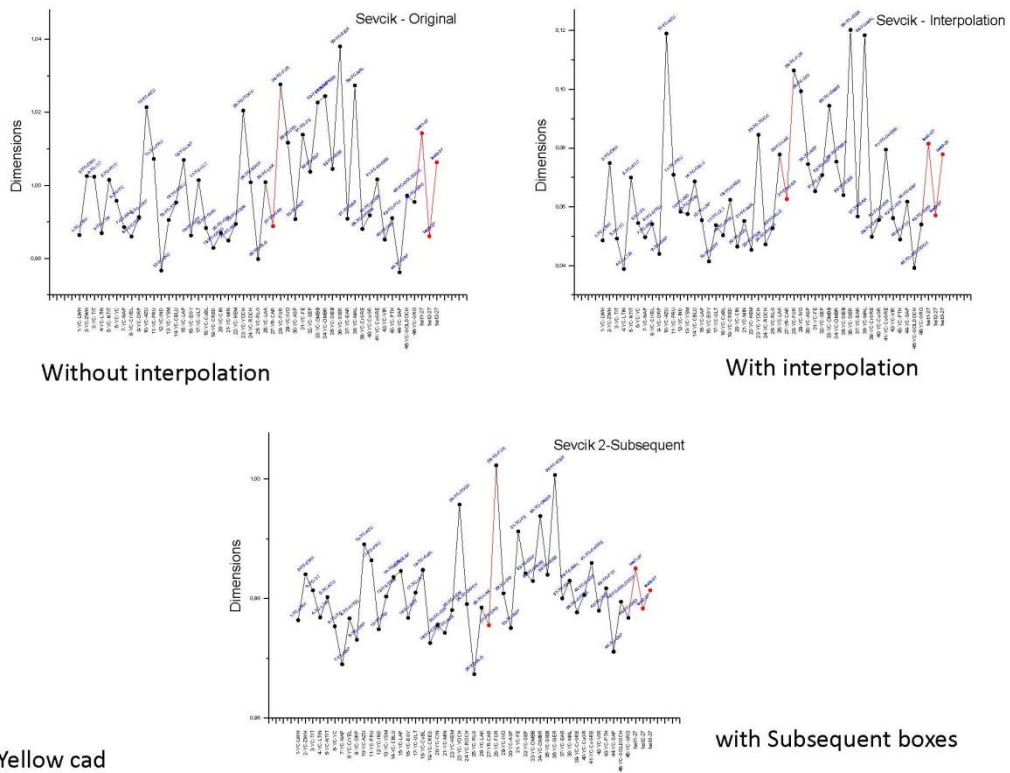


Without interpolation

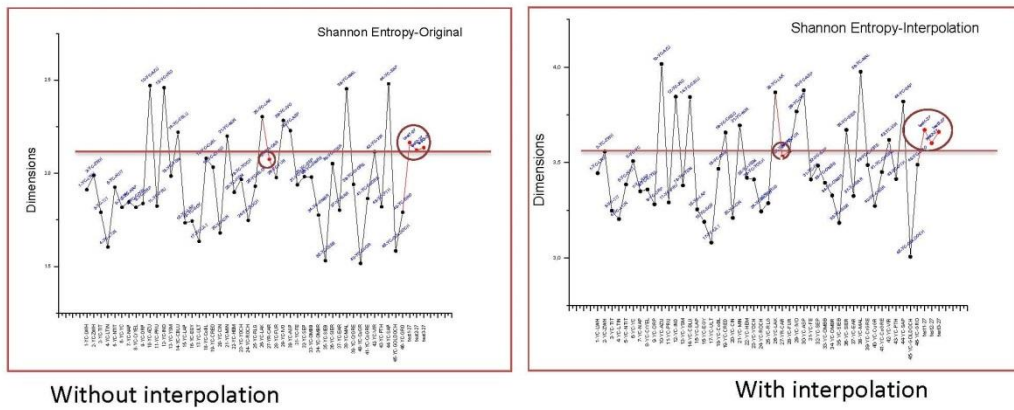


With interpolation

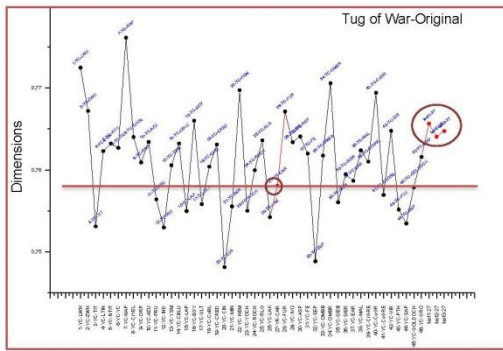
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 49: Sample entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



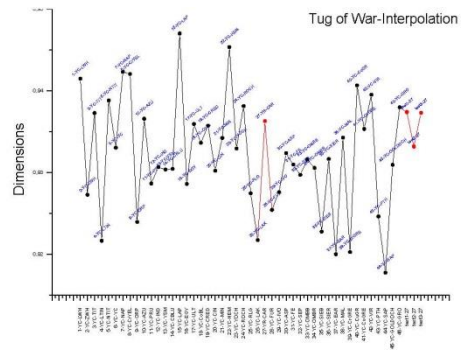
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 50: Sevcik dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes



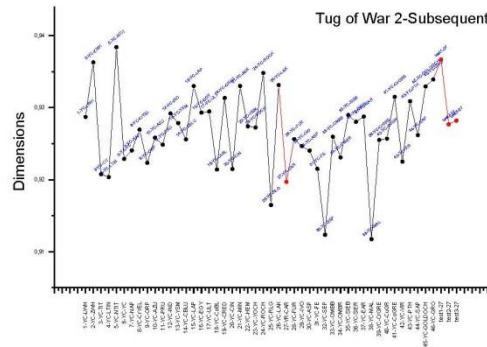
ΦΩΤΟ ΠΑΡ 51: Shannon entropy στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα)



Without interpolation



With interpolation



Yellow cad

with Subsequent boxes

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 52: Tug of war dimension στα πρωτότυπα φάσματα (αριστερό γράφημα) και σε αυτά με interpolation (δεξί γράφημα), ενώ στο κάτω γράφημα αυτά με subsequent boxes

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

```

1 <?php
2 session_start();
3 //capture all errors
4 error_reporting(E_ALL);
5 //ini_set('display_errors','on');
6 ini_set('display_errors','off');
7 $loc=$SERVER['SERVER_NAME'];
8 if ($loc=="17.0.0.1") include("maria_config.php");
9 else include("../maria_config.php");
10 include ("fonca.php");
11 //ensure only valid entry
12 if (empty($_SESSION['login_admin']) || $_SESSION['login_admin']!=1)
13 |
14 ?>
15 <script type="text/javascript">
16 window.location="index.php";
17 </script>
18 <?php
19 die();
20 |
21 //CONFIG VALUES
22 //wavelength min/max/step
23 $spec1=400;
24 $spec2=1000;
25 $inc=0.5;
26 //wavelength range min/max
27 $sum1=0;
28 $sum2=0;
29 //range of each wavelength in %
30 $range=1;
31 //minimum wavelength inputs
32 $minspec=5;
33 $w=0;
34 $sum=$status=$err=$q="";
35 $v = array();
36 if (isset($_POST['time'])) $time=$_POST['time'];
37 if (isset($_POST['status'])) $status=$_POST['status'];
38 //check for POST
39 if ($time=="")
40 |
41 |
42 |
43 |
44 |
45 |
46 |
47 |
48 |
49 |
50 |
51 |
52 |
53 |
54 |
55 |
56 |
57 |
58 |
59 |
60 |
61 |
62 |
63 |
64 |
65 |
66 |
67 |
68 |
69 |
70 |
71 |
72 |
73 |
74 |
75 |
76 |
77 |
78 |
79 |
80 |
81 |
82 |
83 |
84 <!DOCTYPE html>
85 <html>
86 <head>
87 <title>Αρχική Σελίδα Στοιχείων</title>
88 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles.css" />
89 </head>
90 <body>
91 <div id="main_div">
92 <div class="links_div"><a href="index.php?func=logout">Ανασύνδεση
93 Χρήστη</a></div>
94 <div class="head">Αρχική Σελίδα Στοιχείων</div>
95 <form id="f1" action="index2.php" method="post">
96 <input type="hidden" name="func" value="scale" />
97 <table class="form_table">
98 <tr>
99 <td><div class="form_label">Μέγεθος : </div></td>
100 <?php
101 |
102 |
103 |
104 |
105 </tr>
106 <tr>
107 <td><div class="form_label">Μετρήσεις : </div></td>
108 <?php
109 |
110 |
111 |
112 |
113 |
114 |
115 |
116 |
117 |
118 |
119 |
120 |
121 |
122 |
123 |
124 |
125 |
126 |
127 |
128 |
129 |
130 |
131 |
132 |
133 |
134 |
135 |
136 |
137 |
138 |
139 |
140 |
141 |
142 |
143 |
144 |
145 |
146 |
147 |
148 |
149 |
150 |
151 |
152 |
153 |
154 |
155 |
156 |
157 |
158 |
159 |
160 |
161 |
162 |
163 |
164 |
165 |
166 |
167 |
168 |
169 |
170 |
171 |
172 |
173 |
174 |
175 |
176 |
177 |
178 |
179 |
180 |
181 |
182 |
183 |
184 <script src="fonca.js"></script>
185 </html>

```

ΦΩΤΟ ΠΑΡ 53: ο κώδικας για τη δημιουργία της πλατφόρμας για την πρόβλεψη των χρωμάτων

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Abdel – Kareem O., (2010), *Conservation and Restoration of a Rare Large Persian Carpet*, e-conservation the online magazine, 17.

Alexopoulou A., (2004), *Comparative study of 12 icons of the Loverdos' Collection*, In the CD-ROM Di ARTgnosis: Study of European religious painting, Byzantine and Christian Museum, Edited by University of Westminster.

Alexopoulou A., Kaminari A., (2010), *Study and documentation of an icon of "Saint George" by Angelos using infrared reflectography" Icons by the hand of Angelos. The Painting Method of a fifteenth-century Cretan Painter*, Benaki Museum, 151-161.

Alexopoulou A., Kaminari A., Panagopoulos A., Poehlmann E., (2013), *Multispectral documentation and image processing analysis of the papyrus of Tomb II at Daphne*, (Greece), Journal of Archaeological Science, Elsevier Pub., 40 (2):1242-1249.

Alexopoulou A., Koutsouris A., Konstantios D., Mariolopoulou P., Gerakari K., Xatzistylianou A., Psalti E., (2005), *Non-Destructive documentation of 12 post Byzantine icons of the Loverdo's collection*, Proceedings of ART'05 8th International Conference on Non-Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage, Lecce 15-19 May, Italy.

Alexopoulou A., Moutsatsou A., Kaminari A., (2018), *Hyperspectral imaging studies on Greek monuments, archaeological objects and paintings on different substrates: Achievements and limitations*, 1st International Conference on "Transdisciplinary Multispectral Modelling and Cooperation for the Preservation of Cultural Heritage" [TMM_CH] October 18 -21, 2018, Athens, Greece, Proceedings: J. Communications in Computer and Information Science, Springer, Vol.962 .

Alfeld M., Janssens K., Appel K., Thijsse B., Dik J., (2011), *A portrait by Philip Otto Runge, Visualizing modifications to the painting using synchrotron-based scanning X-ray Fluorescence elemental Imaging*, *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 25:157-163.

Alfeld M., Janssens K., Dik J., De Nolf W., Van der Snickt G., (2011), *Optimization of mobile scanning macro-XRF systems for the in-situ investigation of historical paintings*, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 25-26:899-909.

Alfeld M., Van der Snickt G., Vanmeert F., Janssens K., Dik J., Appel K., Van der Loeff L., Chavannes M., Meedendorp T., Hendriks E., (2013), *Scanning XRF investigation of a Flower Still Life and its underlying composition from the collection of the Kroller-Muller-Museum*, *Appl. Phys. A: Mater. Sci. Process.* 111: 165-175.

Amineddoleh L., (2016), *Are You Faux Real? An Examination of Art Forgery and the Legal Tools Protecting Art Collectors*, *Cardozo Arts & Entertainment Law Journal*, 34 (1): 61-111.

Aubert M., Brumm A., Ramli M., Sutikna, T., Saptomo E. W., Hakim B., Morwood M. J., Van den Bergh G. D., Kinsley L., Dosseto A., (2014), *Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia*, *Nature*, 514: 223–227.

Azemard C., Menager M., Vieillescazes C., (2014), *Study of Egyptian mummification balms by FT-IR spectroscopy and GC-MS*, *Microchemical Journal*, 114:32-41.

Balas, C., Epitropou, G., Tsapras, A., Hadjinicolaou, N., (2018), *Hyperspectral imaging and spectral classification for pigment identification and mapping in paintings by El Greco and his workshop*, *Multimed Tools Appl.* <https://doi.org/10.1007/s11042-017-5564-2>

Balas C., Papadakis V., Papadakis N., Papadakis A., Vazgiouraki E., Themelis G., (2003), *A novel hyper-spectral imaging apparatus for the non-destructive*

analysis of objects of artistic and historic value, Journal of Cultural Heritage, 4:330–337.

Baldelli P., Bonizzoni L., Gambaccini M., Gargano M., Ludwig L., Milazzo M., Pasetti L., Petrucci F., Prino F., Ramello L., Scotti M., (2006), *Application of the K-edge X-ray technique to map pigments of art paintings: preliminary results*, Nuovo Cimento, 29:663-672.

Bearn, J.G., (1923), *The Chemistry of Paints, Pigments, and Varnishes* Ernest Benn Ltd, London (1923)

Bomford D., Dunkerton J., Gordon D., Roy A., (1990), *Art in the Making: Italian painting before 1400*, National Gallery London, England.

Bratitsi M., Liritzis I., Alexopoulou A., Makris D., (2019), *Visualizing underpainted layers via spectroscopic techniques: a brief review of case studies*, Scientific Culture, 5(3):79-92.

Bratitsi M., Liritzis I., Vafiadou A., Xanthopoulou V., Palamara E., Iliopoulos I., Zacharias N., (2018), *Critical Assessment of Chromatic Index In Archaeological Ceramics by Munsell and RGB: Novel Contribution to Characterization and Provenance Studies*, MAA, 18(2):175-212

Bridgman C.F., Keck S., Sherwood H.F., (1958), *The radiography of panel paintings by electron emission*, Studies in Conservation, 3:175-182.

Bronk H., Rohrs S., Bjeoumikhov A., Langhoff N., Schmalz J., Wedell R., Gorny H.E., Herold A., Waldschlager U., (2001), *Art TAX a new mobile spectrometer for energy- dispersive micro-X-ray fluorescence spectrometry on art and archaeological objects*, Fresenius Journal of Analytical Chemistry, 371: 307-316.

Bugini, R., Folli, L., (1997), *Materials and making techniques of Roman Republican wall paintings (Capitolium, Brescia, Italy)*, in Roman Wall Painting: Materials, Techniques, Analyses and Conservation, Proceedings of the

International Workshop (eds. Bearat A, Fuchs M, Maggetti M, Paunier D.), Fribourg, Germany, 121-130.

Bull D., Krekeler A., Alfeld M., Dik J., Janssens K., (2011), *An intrusive portrait by Goya*, Burlington Magazine, 153:668-673.

Burges D., (1990), *Chemical Science and Conservation*, MacMillan Education LTD, England.

Burgio L., Clark R.J.H., Theodoraki K., (2003), *Roman microscopy of Greek icons: identifications of unusual pigments*, Spectrochimica Acta, 56(B):905-913.

Burnstock A., White R., (1990), *The effects of selected solvents and soaps on a simulated canvas painting*, In Mills J.S. & Smith P. (Eds), *Cleaning Retouching and Coatings*, International Institute for Conservation, 111-118.

Cabal Rodriguez A.E., Pernia D.L., Schalm O., Van Espen P.J.M., (2012), *Possibilities of energy-resolved X-ray radiography for the investigation of paintings*, Analytical and Bioanalytical Chemistry, 402:1471-1480.

Caley E., (1946), *Ancient Greek Pigments*, Journal of Chemical Education, 23:314-316

Carlyle, L., (2001), *The Artist's Assistant. Oil Painting Instruction Manuals and Handbooks in Britain 1800-1900 With Reference to Selected Eighteenth-century*, Sources Archetype Publications, London

Cennini C., (1960), *The Craftsman's Handbook*, trans. Thompson D.V., Dover, New York.

Chilvers I., (1996), *The Concise Oxford Dictionary of Art & Artists*, Columbia Books, Missouri, United States.

Christoph B. and Bernd P. (2002), *Permutation Entropy: A Natural Complexity Measure for Time Series*, Phys. Rev. Lett. 88, 174102

Church, A.H., (1901), *The Chemistry of Paints and Painting* 3rd ed., Seeley & Co, Ltd., London

Clarke H.S, (1979), *Cadmium Pigments: A Non-toxic Group of Pigments*, Proceedings Society of Plastics Engineers Annual Technical Conference New Orleans, 300- 306.

Coffignier, C., (1924), *Couleurs et Peintures* J-B Baillièrè et Fils, Paris

Curtis G., (2006), *The Cave Painters: Probing the Mysteries of the World's First Artists*, Anchor Books, New York.

Dana E.S., Ford W.E., (1952), *Dana's Manual of Mineralogy*, 16th ed. rev., New York.

Daniela F., Mouniera A., Pérez-Aranteguib J., Pardosb C., Prieto-Taboadac N., Fdez-Ortiz de Vallejueloc S., Castroc K., (2015), *Hyperspectral imaging applied to the analysis of Goya paintings in the Museum of Zaragoza (Spain)*, Science Direct, Elsevier, 126:113-120.

Daniilia Sr., Andrikopoulos K.S., Sotiropoulou S., Karapanagiotis I., (2008a), *Analytical study into El Greco's baptism of Christ: clues to the genius of his palette*, Applied Physics A, 90:565-575.

Daniilia Sr., Bikiaris D., Burgio L., Clark R.J.H., Chryssoulakis Y., (2002), *An extensive non-destructive and micro-spectroscopic study of two post-Byzantine overpainted icons of the 16th century*, Journal of Roman Spectroscopy, 33:807-833

Daniilia Sr., Bikiaris D., Burgio L., Gavala P., Clark R.J.H., Chryssoulakis Y., (2002), *An extensive non-destructive and micro-spectroscopic study of two post-Byzantine overpainted icons of the 16th century*, Journal of Raman Spectroscopy, 33:807-814.

Daniilia Sr., Minopoulou E., Andrikopoulos K.S., Tsakalof A., Bairachtari K., (2008b), *From Byzantine to post-Byzantine art: the painting technique of St.*

Stephen's wall paintings at Meteora (Greece), Journal of Archaeological Science, 35:2474-85 .

Darie C., Chereches-Tosa F., Brinzarea B., Bucica M., (2006), *Building Responsive Web Applications Ajax and PHP*, Packt publ., Birmingham Mumbai.

De la Rie E. R., (1987), *The influence of varnishes on the appearance of paintings*, Studies in Conservation, 32:1-13.

De Wild A. M., (1929), *The Scientific Examination of Pictures*, G. Bell and Sons, London

Degano A.L., Pasterkamp R.J., Ronnett G.V., (2009), *MeCP2 deficiency disrupts axonal guidance, fasciculation, and targeting by altering Semaphorin 3F function*, Mol Cell Neurosci, 42(3):243-254.

Delaney J.K., Metzger C., Walmsley E., Fletcher C., (1993), *Examination of the visibility of underdrawing lines as a function of wavelength*, in: J. Bridgland (Ed.), ICOM 10th Triennial Meeting, ICOM Committee for conservation, Washington D.C., USA, 15-19.

Delaney, J.K., Dooley, K.A., Radpour, R., Kakoulli, I., (2017), *Macroscale multimodal imaging reveals ancient painting production technology and the vogue in Greco-Roman Egypt*, Sci Rep 7, 15509. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15743-5>

Dik J., Janssens K., Van Der Snickt G., Van der Loeff L., Rickers K., Cotte M., (2008), *Visualization of a Lost Painting by Vincent van Gogh Using Synchrotron Radiation Based X-ray Fluorescence Elemental Mapping*, Analytical Chemistry, 80: 6436-6442.

Dyer J, Verri G., Cupitt J., (2013), *Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes: A User Manual.*, The British Museum

Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R., (2008), *Pigment Compendium*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

Eke P. I., Wei L., Borgnakke W. S., Thornton-Evans G., Zhang X., Lu H., McGuire L. C., Genco R. J., (2016), *Periodontitis prevalence in adults \geq 65 years of age, in the USA*, *Periodontol* 2000. 72(1): 76–95.

Emile G., (1976), *The Restorer's Handbook of Easel Painting*, New York, Van Nostrand Reinhold Company.

Espinola B., Beaver V., (1992), Russian Icons: Spiritual and Material Aspects, *Journal of the American Institute for Conservation*, 31:17-22.

Fairchild R.J., (2005), *The Effect of Managerial Overconfidence, Asymmetric Information, and Moral Hazard on Capital Structure Decisions*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.711845>

Falco C.M., (2009), *Invited article: high resolution digital camera for infrared reflectography*, *Review of Scientific Instruments*, 80

Feller R.L., Stolow N., Jones E. H., (1985), *On picture varnishes and their solvents*, National Gallery of Art, Washington.

Field G., (1835), *Chromatography: or a Treatise on Colors and Pigments, and of their Powers in Painting*, Charles Tilt, London.

Fielder I., Bayard M.A., (1997), *Emerald Green and Sheele's Green, Artist's pigments: A handbook of their history and characteristics*, Fitzhugh E.W., National Gallery of Art, Washington, 3:157-190.

Francisco D.C., Imai H., Rosen M., Berns R.S., (2001), *Multi-spectral imaging of van Gogh's Self-portrait at the National Gallery of Art*, Washington, *Proceedings of the IS&T's 2001 PICS Conference*, 185-189.

Gargano M., Ludwig N., Poldi G., (2007), *A new methodology for comparing IR reflectographic systems*, *Infrared Physics and Technology*, 49:249-253.

Geoffrey B. W., Brown J., Enquist B. J., (1999), *A general model for the structure and allometry of plant vascular systems*, *Nature* 400(6745):664-667

Gettens R.J., Fitzhugh E.W., (1993a), *Azurite and Blue Verditer*, *Artist's Pigments: A handbook of their history and characteristics*, Roy A., National Gallery of Art, Washington, 2:23-35.

Gettens R.J., Fitzhugh E.W., (1993b), *Malachite and Green Verditer*, *Artist's Pigments: A handbook of their history and characteristics*, Roy A., National Gallery of Art, Washington, 2:183-201.

Gettens R.J., Stout G.L., (1966), *Painting Materials: A short encyclopedia*, Dover, New York.

Guthrie R. Dale., (2006), *The Nature of Prehistoric Art*, University of Chicago Press, Chicago.

Hameau, P., Cruz, V., Laval, E., Menu, M.; Vignaud, C., (2001), *Paint analysis of some post-glacial sites in southeastern France*, *Anthropologie* 105: 611–626

Harley R. D., (1982), *Artists' Pigments c.1600–1835*, Butterworth Scientific, London

Hartigan J.A. and Wong M.A., (1979), *Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm*, *Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics)*, 28:100-108. <http://dx.doi.org/10.2307/2346830>

Higuchi T., (1988), *Approach to an Irregular Time-Series on the Basis of the Fractal Theory*, *Physica D* 31(2):277–83. [https://doi.org/10.1016/0167-2789\(88\)90081-4](https://doi.org/10.1016/0167-2789(88)90081-4).

Hocquet F.P., del Castillo H.C., Xicotencatl A.C., Bourgeois C., Oger C., Marchal A., Clar M., Rakkaa S., Micha E., Strivay D., (2011), *Elemental 2D imaging of paintings with a mobile EDXRF system*, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 399:3109-3116.

Howard D.L., de Jonge M.D., Lau D., Hay D., Varcoe-Cocks M., Ryan R., Kirkham C.G., Moorhead G., Paterson D., Thurrowgood D., (2012), *High-definition X-ray fluorescence elemental mapping of paintings*, Analytical Chemistry, 84:3278-3286.

Hugh G. Gauch, Jr. and Robert H. Whittaker, (1981), *Hierarchical Classification of Community Data*, Journal of Ecology, British Ecological Society, 69(2):537-557

Iordanidis A., Garcia-Guinea J., Strati A., Gkimoutzina A., (2013), *Gold gilding and pigment identification on post-byzantine icon from Kastoria (northern Greece)*, Analytical Letters, 46:936-945.

Janssens K., Adams F., (2000), *Application in art and archaeology*. In: K.H.A. Janssens, F.C.V. Adams, A. Rindby (Eds.), Microscopic X-ray Fluorescence Analysis, Wiley, Chichester, 291-314.

Johnson D.H, Johnson C.R, Hendriks E., (2010), *Signal processing and analyzing works of art*, Proc. SPIE 7798, Applications of Digital image processing XXXIII, 77980G doi.org./10.1117/12.862994.

Johnson D.H., Johnson C.R., Erdmann R.G., (2013), *Weave analysis of paintings on canvas from radiographs*, Signal Process., 93: 527-540.

Johnston-Feller R., (2001), *Tools for Conservation, Color Science in the examination of Museum Objects - Nondestructive Procedures*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

Kanngießner B., Malzer W., Reiche I., (2013), *A new 3D micro X-Ray fluorescence analysis set-up-First archaeometric applications*, Beam Interactions with Materials and Atoms, 211(2): 259-264.

Karapanagiotis I., Lampakis D., Konstanta A., Farmakalidis H., (2013), *Identification of colourants in icons of the Cretan School of iconography using Raman spectroscopy and liquid chromatography*, Journal of Archaeological Science, 40:1471-1478.

Karapanagiotis I., Valianou L., Daniilia Sr., Chryssoulakis Y., (2007), *Organic dyes in Byzantine and post-Byzantine icons from Chalkidiki (Greece)*, Journal of Cultural Heritage, 8:294-298.

Karydis, C. (2006), *Fabric Support in Portable Icons: Investigation, Documentation & Conservation*. Στο: *ICOM-CC Διεθνές Συνέδριο Εικόνες. Έρευνα, Συντήρηση & Θέματα Δεοντολογίας*, Μουσείο Μπενάκη, ICOM-Ελληνικό Τμήμα, 3-7 Δεκεμβρίου, Αθήνα, 1-24.

Katz, M. J. „*Fractals and the Analysis of Waveforms*“, (1988), Computers in Biology and Medicine 18(3): 145–56.

Kouloumpi E., Vandenabeele P., Lawson G., Pavlidis V., Moens L., (2007b), *Analysis of post-Byzantine icons from the Church of Assumption in Cephalonia (Ionian Islands, Greece): A multi method approach*, Analytica Chimica Acta, 598: 169-179.

Krug K., Dik J., Den Leeuw M., Whitson A., Tortora J., Coan P., Nemoz C., Bravin A., (2006), *Visualization of pigment distributions in paintings using synchrotron K-edge imaging*, Applied Physics A: Mater. Sci. Process., 83:247-251

Kuhn H., (1986), *Zinc white, Artist's pigments: Artist's Pigments: A handbook of their history and characteristics*, Feller R.L., National Gallery of Art, Cambridge University Press, 1:169-186.

Kühn H., (1993b), *Verdigris and Copper Resinate, Artist's pigments: A handbook of their history and characteristics*, Roy A., National Gallery of Art, Washington, 2:131-158.

Laurie A.P., (1914), *The Pigments and Mediums of the Old Masters*, London.

Laurie A.P., (1967), *The painter's methods and materials*, Dover, New York.

Laver M., (1997), *Titanium dioxide whites, Artist's Pigments: A handbook of their history and characteristics*, FitzHugh E.W., National Gallery of Art, Washington, 3:295-355.

Liang H., (2012), *Advances in multispectral and hyperspectral imaging for archaeology and art conservation*, Appl Phys A.106:309–323, DOI: <https://doi.org/10.1007/s00339-011-6689-1>

Liddel G., Scott R., (2007), *Επιτομή του Μεγάλου Λεξικού της Ελληνικής Γλώσσας*, εκδ Πελεκάνος, Αθήνα.

Lucas, A., (1962), *Ancient Egyptian Materials and Industries* 4th ed., M. Harris (ed.) Edward Arnold, London.

Mairinger F., (2004), *UV, IR and X-ray imaging*, in: Janssens K., Van Grieken R., (Eds.), *Non-destructive Microanalysis of Cultural Heritage Materials*, Elsevier, Amsterdam, 15-72.

Mantler M., Schreiner M., Weber F., Ebner R., Mairinger F., (1992), *An X-ray spectrometer for pixel analysis of art objects*, *Advances in X-ray Analysis*, 35:987-993.

Margaritof T., (1999), *The Problems of Conservating Icons in the Past and Today. Proceedings of the International Meeting of the Icons' Working Group*, Athens, Greece, 23-26.

Mary Elvira Weeks M. E., (1934), *The Discovery of the elements*, Easton, Pa: Mack.

Mass J.L., Bisulca C., (2010), *Revealed a lost illustration by N.C. Wyeth*, *Antiques and Fine Art Summer/Autumn*, 222-223.

Mastrotheodoros G., Beltsios K.G., Zacharias N., (2010), *Assessment of the production of antiquity pigments through experimental treatment of ochres and other iron-based precursors*, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 10(1):37-59.

- Mayer R., (1991), *The Artist's Handbook of Materials and Techniques*, Faber & Faber, Boston- London.
- Merrifield M.P., (1849), *Original treatises, dating from the XIIth to the XVIIIth Centuries, on the arts of painting*, Murray J., London, I&II.
- Merwin H.E., (1917), *Optical Properties and Theory of Color of Pigments and Paints*, Proceedings of the American Society for Testing Materials, 17:494-520.
- Methot L., (2005), *The Development of an X-Y Stepper for Application in X-ray Fluorescence Analysis of Paintings and Other Two-Dimensional Objects*, Department of Physics, University at Albany, State University of New York, Albany.
- Mills J.S.; White R., (1994), *The Organic Chemistry of Museum Objects* Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Monico L., Van der Snickt G., Janssens K., De Nolf W., Miliani C., Verbeeck J., Tian H., Tan H.Y., Dik J., Radepon M., Cotte M., (2011), *Degradation process of lead chromate in paintings by Vincent van Gogh studied by means of synchrotron X-ray*, Analytical Chemistry., 83:1214-1223.
- Moropoulou A., Labropoulos K., Delegou E., Karoglou M., Bakolas A., (2013), *Non-destructive techniques as a tool for the protection of built cultural heritage*, Construction and Building Materials, 48:1222–1239.
- Moutsatsou A., Alexopoulou A., (2014), *A note on the construction of reference samples for the multispectral study of paintings*, Studies in Conservation, 59(1): 3-9.
- Nakano K., Tabea A., Shimoyamab S., Tsujia K., (2016), *Visualizing a black cat drawing hidden inside the painting by confocal micro-XRF analysis*, Microchemical Journal, 126:496–500.
- Nicholson E.D., (1979), *The Ancient Craft of Gold Beating*, Gold Bulletin, 12(4):161-166.

Noble P., Van Loon A., Alfeld M., Janssens K., Dik J., (2012), *Rembrandt and/or Studio, Saul and David, c.1655: visualizing the curtain using cross-section analyses and X-ray fluorescence imaging*, *Techne*, 35:36-45.

Nunes F., (1615), *Arte poetica, e da pintura e symetria, com principios da perspectiva* Buxbaum, Lisbon 8.

Papageorgiou I., (2020), *Ceramic investigation: how to perform statistical analyses*, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12: 210.

Partngton J.R., (1934), *Chemical arts in the Mount Athos manual of Christian Iconography*, *Isis*, 22(1):136-149.

Patton, T.C., (1973), ‘*Hydrated Chromium Oxide Green*’, *Pigment Handbook 1* Patton, T.C. (ed.) John Wiley, New York 355–356.

Peng C.-K., Buldyrev S. V., Havlin S., Simons M., Stanley H. E., Goldberger A. L., (1994), *Mosaic organization of DNA nucleotides*, *Phys. Rev. E* 49, 1685

Perdikatsis, V., Kilikoglou, V., Sotiropoulou, S., Chryssikopoulou, E., (1997), *Physicochemical characterization of pigments from Thera wall paintings*, First international Symposium “The wall paintings of Thera”.

Persoz, B., (1962), *Aspect optique des peintures et vernis, Chapitre V*, In: Champetier, G., Rabaté, H. (Eds.), *Physique des peintures, vernis et pigments*. Dunod, Paris, 203- 398.

Petrosian A., (1995), *Kolmogorov complexity of finite sequences and recognition of different preictal EEG patterns*, In *Proceedings Eighth IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 212–17. <https://doi.org/10.1109/CBMS.1995.465426>.

Plenderleith H.J., Werner A.E.A., (1971), *The conservation of antiquities and works of art*, Oxford University Press, New York.

Popova O., (2005), *Byzantine icons of the 6th to 15th centuries*, “A history of icon painting”, Grand-Holding, Moscow.

Richman J.S., Moorman J.R., (2000), *Physiological Time-Series Analysis Using Approximate Entropy and Sample Entropy*, American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology ,278(6):2039–49.

Riederer J., (1997), *Egyptian Blue, Artist's Pigments: A handbook of their history and characteristics*, Fitzhugh E.W., National Gallery of Art, Washington, 3:23-45.

Rose F., (1916), *Die Mineralfarben und die durch Mineralstoffe Erzeugten Färbungen*, Verlag von Otto Spamer, Leipzig.

Rosenstein M.T., Collins J.J., De Luca C.J., Physica D., (1993), *A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets*, Nonlinear Phenomena, 65(1-2):117-134.

Salama K.K., Ali M.F., Moussa A.M., (2016), *Deterioration factors facing mural paintings in el Sakakeny palace (problems and solutions)*, Scientific Culture, 2(3):5-9 DOI: 10.5281/zenodo.44897

Salter T. W., (1869), *Field's Chromatography; or Treatise on Colours and Pigments as used by Artists Winsor and Newton*, London.

Saunders D., Billinge R., Cupitt J., Atkinson N., Liang H., (2006), *A new camera for high- resolution infrared imaging of works of art*, *Studies in Conservation.*, 51:277-290.

Schalm O., Cabal A., Van Espen P., Laquiere N., Storme P., (2011), *Improved radiographic methods for the investigation of paintings using laboratory and synchrotron X-ray sources*, Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 26:1068-1077.

Schreiner M., Mantler M., Weber F., Ebner R., Mairinger F., (1992), *A new instrument for the energy dispersive X-ray fluorescence analysis of objects of art and archaeology*, Advances in X-ray Analysis, 35:1157-1163.

Scott D.A., (2001), *The application of scanning X-ray fluorescence microanalysis in the examination of cultural materials*, *Archaeometry*, 43:475-482.

Sevcik, C., (2010) *A procedure to Estimate the Fractal Dimension of Waveforms*, arXiv:1003.5266 [nlin], 27. <http://arxiv.org/abs/1003.5266>.

Snyder C., Myer T., Southwell M., (2010), *Pro PHP Security from Application Security Principles to the Implementation of XSS Defenses*, 2nd ed., APRESS, USA.

Stork D.G., Kossolapov A.J., (2011), *X-ray image analysis of Lorenzo Lotto's Husband and Wife*, *Proc. SPIE* 7869 78690L.

Stratis J.A., Makarona C., Lazidou D., Sánchez E.G., Koutsoudis A., Pamplona M., Pauswein R., Pavlidis G., Simon S., Tsirliganis N., (2014), *Enhancing the Examination Workflow for Byzantine Icons: Implementation of Information Technology Tools in a Traditional Context*, *Journal of Cultural Heritage*, 15:85-91.

Strezova A., (2013), *Overview of Iconophile and Iconoclastic attitudes toward Images in early Christianity and late Antiquity*, *Journal for the Study of Religions and Ideologies*, 12(36):228-258.

Targowski P., Iwanicka M., (2012), *Optical Coherence Tomography: its role in the non-invasive structural examination and conservation of cultural heritage objects -a review*, *Applied Physics A*, 106:265-277.

Thompson D.V., (1997), *Αυγοτέμπερα Θεωρία και Πρακτική*, μετ. Σπανός, Αρμός, Αθήνα.

Thompson D.V., (1998), *Τα υλικά και οι τεχνικές της μεσαιωνικής ζωγραφικής*, μετ. Σπανός, Αρμός, Αθήνα.

Trentelman K., Bouchard M., Ganio M., Namowicz C., Patterson C.S., Walton M., (2010), *The examination of works of art using in situ XRF line and area scans*, X-Ray Spectrometry, 39:159-166.

Valianou L., Wei S., Mubarak M.S., Famakalidis H., Rosenberg E., Stassinopoulos S., Karapanagiotis I., (2011), *Identification of organic materials in icons of the Cretan School of iconography*, Journal of Archaeological Science, 38:246-254.

Van Asperen de Boer J.R.J., (1966), *Infrared reflectograms of panel paintings*, Studies in Conservation, 11:45-46.

Van Asperen de Boer J.R.J., (1974), *A note on the use of an improved infrared vidicon for reflectography of paintings*, Studies in Conservation, 19:97-99.

Van Asperen de Boer J.R.J., (1976), *An introduction to the scientific examination of paintings*. In: J.P. Filedt Kok, J.R.J. van Asperen de Boer (Eds.), Scientific Examination of Early Netherlandish Painting, Fibula-Van Dishoek, Bussum, The Netherlands, 1-40.

Van der Loeff L.S., Alfeld M., Meedendorp T., Dik J., Hendriks E., Van der Snickt G., Janssens K., Chavannes M., (2012), *Rehabilitation of a Flower Still Life in the Kroller-Muller Museum and a lost Antwerp painting by Van Gogh*. In: L. van Tilborgh, D. van Halsema, J. House, G. Weisberg (Eds.), Van Gogh Studies 4: New Findings, WBOOKS, Zwolle, 33-53.

Wainwright I.N.M., Taylor J.M., Harley R.D., (1986), *Lead Antimonate Yellow, Artis's Pigments: A handbook of history and characteristics*, Feller R.L., National Gallery of Art, Cambridge University Press, 1:219-254.

Walmsley E., Fletcher C., Delaney J., (1992), *Evaluation of system performance of near-infrared imaging devices*, Studies in Conservation., 37:120-131.

Walmsley E., Metzger C., Delaney J.K., Fletcher C., (1993), *Evaluation of platinum silicide cameras for the use in infrared reflectography*, in: J.

Bridgland (Ed.), ICOM 10th Triennial Meeting, ICOM Committee for conservation, Washington D.C., USA, 57-62.

Walsh, V., Siddall, R., Eastaugh, N., Chaplin, T., (2004) *Pigmenti di Pompei: verso la definizione di uno standard di riferimento per la ricerca sui pigmenti roman*, Giornata di Studio e Aggiornamento sulle Applicazioni delle Scienze chimiche e fisiche all'Archeologia Vesuviana, Atti dell' incontro del 19/novembre/2003 A cura di A. Ciarallo e P. Baraldi.

Watin J. F., (1778), *L 'art du peinture, doreur, vernisseur chez D. de Boubers*, Liege.

Wellington J., (2014), *Educational Research*, Bloomsbury Publishing, London.

West A. W., Prettyman S., (2018), *Practical PHP7, My SQL 8, and Maria DB Website Databases*, Apress, Un. Kingdom

Winter J., Fitzhugh E.W., (2007), *Pigments based on carbon, Artist's pigments: Artist's Pigments: A handbook of their history and characteristics*, Berrie B.H., National Gallery of Art, Washington & Archetype publications London, 4:1-37.

Wong A., Leejay Wu P.B., Gibbons Faloutsos C., (2005), *Fast estimation of fractal dimension and correlation integral on-stream data*, Information Processing Letters, 93(2): 91–97.

Zemlicka J., Jakubek J., Krejci F., Hradil D., Hradilova J., Mislérova H., (2012), *Mobile system for in-situ imaging of cultural objects*, J. Instrum., 7:1-7.

Zenil H., (2020), *A Review of Methods for Estimating Algorithmic Complexity: Options, Challenges, and New Directions*, *Entropy*, 22(6):612.

Αλεξοπούλου -Αγοράνου Α., Θεοδωροπούλου Ο., Τσαϊρης Γ., (1997), *Μελέτη των υλικών και της τεχνικής κατασκευής της μεταβυζαντινής εικόνας «Ο Δείπνος ο Μυστικός» του Μιχαήλ Δαμασκηνού*, Δελτίο της Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας, 19, 151-166.

Αλούπη Ε., Πασχάλης Β., Στασινόπουλος Σ., Τορνάρη Β., Άγγλος Δ., Καρύδας Α.Γ., Γκιώνης Β., Χρυσικός Γ., (2005), *Εξέταση, ανάλυση και τεκμηρίωση της Βάπτισης του Χριστού του Δομίνικου Θεοτοκόπουλου με μη καταστροφικές φυσικοχημικές τεχνικές*, Μουσείο Μπενάκη, 5:87-114.

Αχειμάστου-Ποταμιάνου Μ., (2002), *Τρόποι συντήρησης εικόνων στο Βυζάντιο, Βυζαντινές εικόνες τέχνη, τεχνική και τεχνολογία*, (Διεθνές Συμπόσιο, 20-21 Φεβρουαρίου 1998, Αθήνα), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 151-161.

Βασιλάκη Μ., (2015), *Σχέδια εργασία των ζωγράφων μετά την Άλωση ο φακελος Ανδρέα Ξυγγόπουλου του μουσείου Μπενάκη*, Μουσείο Μπενάκη, Αθήνα.

Βοκοτόπουλος Π., (1995), *Βυζαντινές εικόνες*, σειρά Ελληνική Τέχνη, εκδότες Χριστόπουλος Α. και Μπαστιάς Ι., Εκδοτική Αθηνών, Αθήνα..

Γκότσης Χ., (1995), *Ο Μυστικός Κόσμος των Βυζαντινών Εικόνων*, Αποστολική Διακονία, Αθήνα.

Διονύσιος εκ Φουρνά, (1997), *Ερμηνεία της ζωγραφικής τέχνης*, Παπαδοπούλου-Κεραμέως, Πετρούπολις 1909, Σπανός Κ., Αθήνα.

Διονύσιος εκ Φουρνά, (2007), *Ερμηνεία της ζωγραφικής τέχνης*, Ερμηνεία, Καρυές, Άγιο Όρος.

Δοξαράς Π., (1871), *Περί ζωγραφίας*, Λάμπρου Σ.Π., Εκάτη (1996).

Θεόφραστος, (1998), *Περί λίθων*, Θεόφραστος Άπαντα, Αρχαία Ελληνική Γραμματεία, Κάκτος, Αθήνα, 459.

Καρύδης Χ. (2019), *Τεχνικές & υλικά ζωγραφικών έργων τέχνης: φορητές εικόνες & πίνακες*, Γενικές αρχές προληπτικής συντήρησης, Αθήνα, Εκδόσεις Ίων.

Κόντογλου Φ., (1993), *Έκφρασις της ορθοδόξου εικονογραφίας*, vol.Α, 3^η έκδοση, Αστέρως, Αθήνα.

Λεβίδης Α., (1994), *Περί της αρχαίας Ελληνικής ζωγραφικής: 35^ο βιβλίο Φυσικής Ιστορίας, Πλίνιος ο Πρεσβύτερος*, Άγρα, Αθήνα.

Μιλάνου Κ., (2002 α), *Εικόνα Παναγίας Βρεφοκρατούσας με προτομές αγίων:Τεχνική εξέταση*, Μουσείο Μπενάκη, 1:41-58.

Πανσελήνου Ν., (1980), *Γλωσσάριο και σχόλια στο Διονυσίου εκ Φουρνά Ερμηνεία της ζωγραφικής τέχνης*, Αποσπάσματα: Προγυμνάσματα και Παιδαγωγία, ΑΣΚΤ, προκαταρκτικό εργαστήριο, Αθήνα.

Παπαδοπούλου Α., (2002), *Οι περιπέτειες μιας βυζαντινής εικόνας από τη Θεσσαλονίκη:ζητήματα συντήρησης*, Βυζαντινές εικόνες τέχνη,τεχνική και τεχνολογία (Διεθνές Συμπόσιο,20-21 Φεβρουαρίου 1998, Αθήνα), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 191-200.

Πλακωτάρης Κ., (1995), *Υλικά και Τεχνική στη Ζωγραφική και Διακοσμητική*, Φιλλιπότη, Γ' εκδ., Αθήνα.

Πλίνιος ο Πρεσβύτερος, (1998), *Περί της αρχαίας ελληνικής ζωγραφικής*, 35^ο βιβλίο της Φυσικής Ιστορίας, μετ. Τ. Ρούσσο, Α.Λεβίδης, Άγρα, Αθήνα.

Σιαμπακούλης Γ.Σ., (2004), *Εγκαυστική Αρχαία Τεχνική Ζωγραφικής-Αγιογραφίας*, Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα.

Φιλιπούση , Μ. (2013), *Η Επιστήμη της Προληπτικής Συντήρησης: Διατήρηση & Διαχείριση Συλλογών*, Αθήνα: Time Heritage, 159-171.

Χατζηδάκη Ν., Phillipon J., Ausset P., Χρυσουλάκης Ι., Αλεξοπολύλου Α., (1988), *Συμβολή των φυσικοχημικών μεθόδων ανάλυσης στη μελέτη 13 εικόνων του Βυζαντινού Μουσείου*, Δελτίον Χριστιανικής Αρχαιολογικής εταιρείας, 13:215-246.

Χατζηδάκης Μ., (1987), *Έλληνες ζωγράφοι μετά την Άλωση (1450-1830)*, Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών Ε.Ι.Ε., Αθήνα,1.

Χριστοφιλοπούλου Α., (1998), *Βυζαντινή Ιστορία*, Β1', 610- 867, εκδόσεις Βάνιας, Θεσσαλονίκη.