

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ
ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΛΙΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ



ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ
ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

Ερευνητική εργασία: Σ. Χονδράκη-Γ. Χαλακατεβάκη
Επιβλέποντες: Ν. Μαραβελάκη-Α. Τζομπανάκης

Εικόνα εξωφύλλου: αεροφωτογραφία από προσωπικό αρχείο
Χανιά, Ιούλιος 2017



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

~

Η παρούσα ερευνητική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς & Σύγχρονης Δόμησης (MaCHMoB), υπό την επιστημονική επιμέλεια της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών κ. Ν. Μαραβελάκη, την οποία εγκάρδια ευχαριστούμε για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, για την εξαιρετική συνεργασία μας, αλλά και για την πολύτιμη επιστημονική γνώση που μας προσέφερε σε αυτή μας την έρευνα.

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις εξέχουσες ευχαριστίες μας, στον Επίκουρο Καθηγητή Τζομπανάκη Αλέξιο και στην πρώην Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Φανή Μαλλούχου-Tufano, για την καθοδήγηση που μας έδωσαν στο εναρκτήριο λάκτισμα αυτής της έρευνας.

Ευχαριστούμε επίσης, τους πολύτιμους συνεργάτες μας, Χρύσα Καπριδάκη, Μεταδιδακτορική ερευνήτρια, Ειρήνη Βλαζάκη, υποψήφια διδάκτωρ και τους φοιτητές του Πολυτεχνείου Κρήτης: Αντώνη Θεολογίτη, Αμαλία Κασαμπαλή, Μαρία Ανδρουλάκη, Γιώργο Βιδάλη, Μανώλη Μαχμουτάκη, για την συνεργασία μας εντός του πεδίου του αρχαιολογικού χώρου και του εργαστηρίου.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε μέσα από την καρδιά μας, τις οικογένειές μας για αδιάλειπτη υπομονή και συμπαράσταση που μας προσέφεραν, σ' αυτή μας την προσπάθεια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|---------------|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ..... | - 1 - |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | - 7 - |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | - 9 - |
| ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ | - 13 - |
| ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ..... | - 17 - |
| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | - 25 - |
| ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... | - 31 - |
| 1. ΚΡΗΤΗ | - 34 - |
| 2. ΣΙΚΕΛΙΑ..... | - 43 - |
| 3. ΕΦΕΣΟΣ..... | - 46 - |
| 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | - 49 - |
| ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ..... | - 51 - |
| 1. ΚΟΝΙΑ | - 53 - |
| a. ΑΣΒΕΣΤΟΣ..... | - 55 - |
| b. ΠΟΖΟΛΑΝΕΣ..... | - 59 - |
| c. ΓΥΨΟΣ | - 59 - |
| d. ΤΣΙΜΕΝΤΟ | - 60 - |
| 2. ΑΔΡΑΝΗ | - 61 - |
| o ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ | - 62 - |

**ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ**

| | |
|--|----------------|
| ○ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ | - 72 - |
| ○ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ | - 73 - |
| ○ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ | - 75 - |
| ○ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ | - 76 - |
| ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ..... | - 85 - |
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ..... | - 91 - |
| 1. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ | - 92 - |
| 2. ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ [Φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF) και Περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (XRD)] | - 99 - |
| ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΩΝ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΩΝ | - 103 - |
| ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ..... | - 107 - |
| 1. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ | - 108 - |
| a. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ | - 110 - |
| b. ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΟΣ | - 112 - |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | - 121 - |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | - 125 - |
| ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΕΙΚΟΝΩΝ..... | - 131 - |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-ΔΕΛΤΙΑ ΔΕΓΜΑΤΩΝ | - 135 - |



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη αυτή εντάσσεται στο πλαίσιο του διεπιστημονικού ερευνητικού προγράμματος «ΚΟΜΜΟΣ ΚΡΗΤΗΣ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΦΘΟΡΩΝ – ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ– ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ». Στο πλαίσιο του παρόντος Ερευνητικού Προγράμματος, το εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς & Σύγχρονης Δόμησης (ΜαCHMoB) ανέλαβε την αναλυτική μελέτη των υλικών κατασκευής και συντήρησης των οικοδομημάτων του οικισμού του αρχαιολογικού χώρου και συγκεκριμένα των κονιαμάτων δομής και επιχρισμάτων αποκατάστασης, συμβατών με τα αρχαία κατάλοιπα.

Αναλυτικότερα η έρευνα ξεκίνησε αποτιμώντας την υφιστάμενη κατάσταση διατήρησης των αρχαίων δομών, μέσω της κατανόησης των διαφορετικών τύπων διάβρωσης επί των δομικών μερών, καθώς και με την εργαστηριακή ανάλυση των λίθων και των κονιαμάτων επεμβάσεων συντήρησης.

Ο αρχαιολογικός χώρος του Κομμού, μέσω των ευρημάτων του, έχει αναδειχθεί ιδιάζουσα περίπτωση αρχαιολογικού χώρου στην Κρήτη, διατηρώντας μια έντονη στρωματογραφία από τη Μινωική περίοδο έως τα Ελληνιστικά χρόνια. Η διατήρησή του αποτελεί επιβεβλημένη υποχρέωση όλων μας για την αειφόρο ανάπτυξη της πολιτιστική μας κληρονομιάς και απόδοσή της στις επερχόμενες γενεές.

Η ολιστική μελέτη των υλικών δόμησης, καθώς και των τεχνικών που εφαρμόστηκαν μέχρι σήμερα για την αποκατάσταση του χώρου, αποτελεί και την ασφαλέστερη οδό για την σύνθεση συμβατών και αποτελεσματικών επιχρισμάτων αποκατάστασης, όπως ακριβώς προτείνεται στην παρούσα εργασία. Η προσπάθεια που έγινε αποτελεί μια συμβολή τόσο στην διεπιστημονικότητα της προσέγγισης των ζητημάτων επεμβάσεων σε πολιτιστικά μνημεία από την σύγχρονη αρχιτεκτονική, όσο και στην διεύρυνση της γνώσης επάνω στα ιστορικά υλικά και τρόπους δόμησης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο παραλιακός αρχαίος οικισμός του Κομμού, Ηρακλείου Κρήτης, βρίσκεται στην ομώνυμη περιοχή του δήμου Φαιστού νοτιοδυτικά του Ηρακλείου. Η γενική εντύπωση του τόπου συνοψίζεται σε έναν ισχυρό διάλογο μεταξύ φύσης και ιστορίας, καθώς κατάλοιπα ιστορικών κτιρίων δεσπόζουν σε ένα επιβλητικό τοπίο, με έντονο ανάγλυφο και πανοραμική θέα, όπου το υγρό στοιχείο κάνει αισθητή την παρουσία του. Ωστόσο σε ένα δεύτερο επίπεδο ανάγνωσης, εμφανίζονται διάσπαρτα σπαράγματα τοίχων, τα οποία υπονοούν την παρουσία ενός ολόκληρου οικισμού.

Πρόκειται για μια διαφορετική περίπτωση στα δεδομένα των ανασκαφών προϊστορικών μνημείων. Οι ανασκαφείς, Joseph και Maria Shaw (1976-1994), έφεραν στο φώς οκτώ οικοδομικές φάσεις προϊστορικών, αλλά και ιστορικών περιόδων, από την προανακτορική έως και την ελληνιστική, όλες εξίσου σημαντικές.⁽¹⁾

Η επαλληλία των τοίχων, οι διαφορετικοί προσανατολισμοί, τα μεγάλα βάθη, τα ευάλωτα υλικά δόμησης και κυρίως οι διαφορετικές ιστορικές και πολιτισμικές ενότητες που απαντώνται εδώ, κάνουν πολύ δύσκολο το έργο της διατήρησης και ανάδειξης όλων των φάσεων. Τα δε έργα υποστήριξης των ανώτερων οικοδομικών λειψάνων, έτσι ώστε να μείνουν ορατά και τα υποκείμενα, προσθέτουν ένα ακόμη στοιχείο σύγχυσης στον χώρο.

(2)



Εικόνα 1_Βορειοδυτική άποψη νότιας περιοχής αρχαιολογικού χώρου.



Εικόνα 2_Βορειοανατολική άποψη νότιας περιοχής αρχαιολογικού χώρου.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

Σήμερα ο αρχαιολογικός χώρος δεν είναι επισκέψιμος στο ευρύ κοινό, ενώ στην πιο πρόσφατη ιστορία του έχει υποστεί αρκετές, σχετικά μη ολοκληρωμένες, με βάση την επιστημονική μεθοδολογία προσέγγισης, επεμβάσεις για τη συντήρηση και την ανάδειξή του. Στο πλαίσιο της διεπιστημονικής προσέγγισης για μια ολοκληρωμένη και αειφόρα διαχείρισή του χώρου, μελετήθηκαν τα αρχαία υλικά δόμησης, αλλά και εκείνα της μέχρι τώρα συντήρησής του, μέσω δειγμάτων που λήφθηκαν από τις τοιχοποιίες, σε διαφορετικά, χαρακτηριστικά σημεία του χώρου (νότια-κεντρική-βόρεια περιοχή, ναοί-νεώρια-μινωικές κατοικίες).

Η ολιστική ανάλυση των δειγμάτων επεμβάσεων συντήρησης και η θεωρητική προσέγγιση των υλικών και τεχνικών που εφαρμόστηκαν, είχε ως στόχο την εξαγωγή πορισμάτων τα οποία αξιοποιήθηκαν για την εργαστηριακή μελέτη και σύνθεση συμβατών επιχρισμάτων αποκατάστασης.

(1) J.W.Shaw, «Excavations at Kommos(Crete)», Hesperia 46(1977), σελ. 199

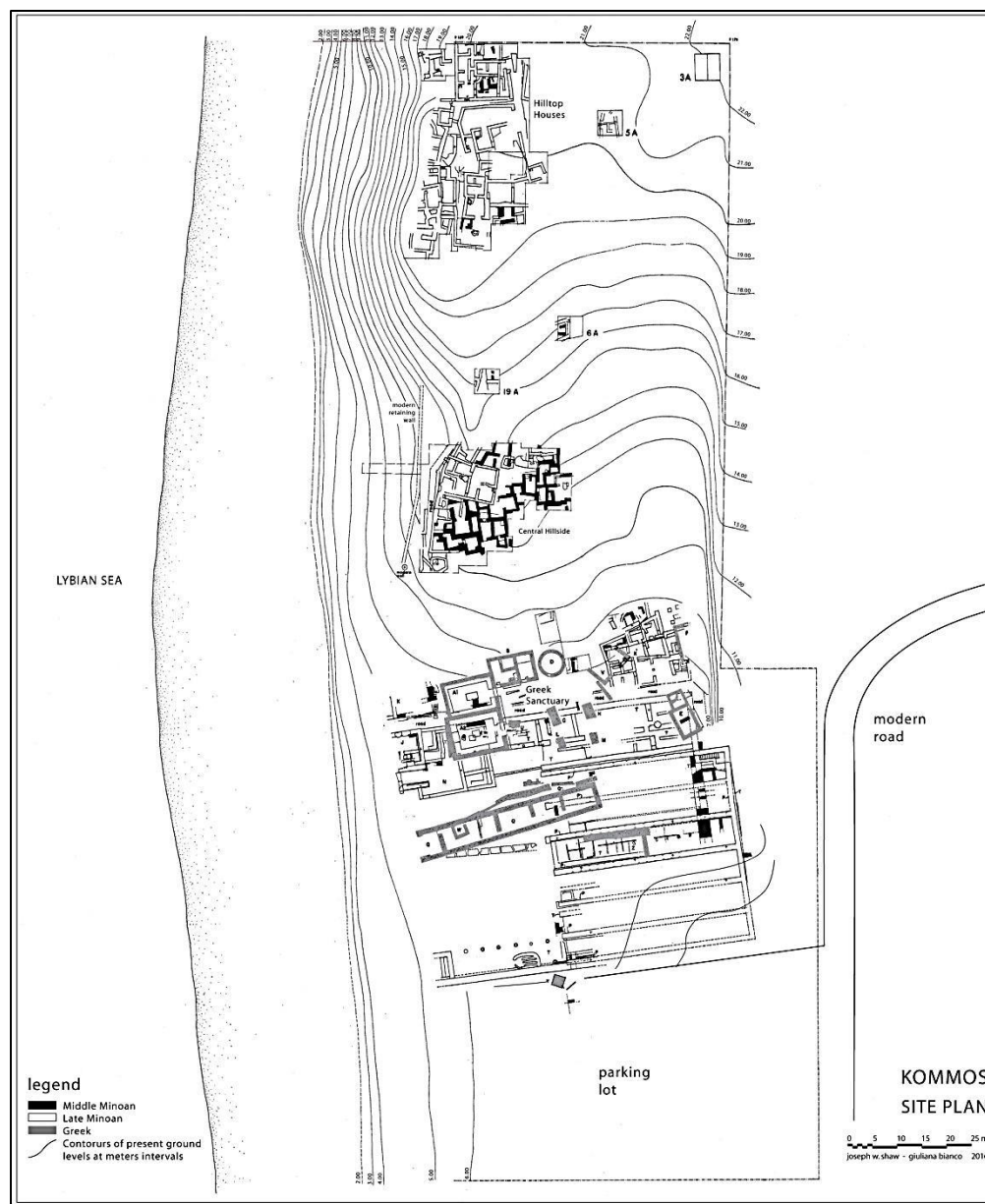
(2) Πολιτιστικό ίδρυμα ομίλου Πειραιώς, «Συντήρηση, αναστήλωση και αποκατάσταση μνημείων στην Ελλάδα, 1950-2000», 2010, σελ.95



ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στον Κομμό Ηρακλείου βρίσκεται ένας μεγάλος Μινωικός και Ελληνιστικός αρχαιολογικός χώρος, ο οποίος πλαισιώνεται από μια ακτή μεγάλου μήκους και φυσικού κάλλους στο Λιβυκό πέλαγος, βόρεια των Ματάλων στη Νότια-κεντρική Κρήτη.

Κατά τη διάρκεια της Μινωικής περιόδου (1750-1250 π.Χ.), χαρακτηρίστηκε ως μια πόλη περίπου 35.000 τετραγωνικών μέτρων. Η ίδια η πόλη ιδρύθηκε στην πλαγιά ενός λόφου καθώς και σε περιοχές μεγαλύτερου υψομέτρου στα βόρεια. Προς τα νότια, στην επίπεδη περιοχή που συνορεύει με την ακτή, υπήρχε μια σειρά από τρία διαδοχικά οικοδομήματα, εξαιρετικά μεγάλου μεγέθους, δύο εκ των οποίων ήταν μεγαλοπρεπή, ανακτορικού χαρακτήρα με πτέτυγες και μια κεντρική αυλή. Το τρίτο οικοδόμημα, ιδιαίτερο στα αρχαιολογικά δεδομένα, φαίνεται να αποτελείται από έξι μαζικά νεώρια, που σύμφωνα με τις έρευνες της αρχαιολόγου Maria Shaw, στέγαζαν τα πλοία του Κρητικού στόλου κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τους μήνες που παύει η



Εικόνα 3_Κάτοψη αρχαιολογικού χώρου Κομμού.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

ναυσυτλοΐα. Αποτελούσαν τα πρώτα Μινωικά νεώρια που έχουν βρεθεί, ενώ έπονται εκείνα που έχουν ανακαλυφθεί στο λιμάνι της Κνωσού και στα Γουρνιά. Η παράκτια θέση του Κομμού, με τον πλούτο των υλικών που μεταφέρονταν από την Κύπρο, την Αίγυπτο, την Συρία και αλλού, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ήταν μια πόλη-λιμάνι ή το επίνειο της γειτονικής Μινωικής Φαιστού και της Αγίας Τριάδος.

Κατά τη διάρκεια της Ελληνιστικής και Ρωμαϊκής περιόδου (1025 π.Χ. - 250 μ.Χ.) η νότια περιοχή χρησιμοποιήθηκε για θρησκευτικούς και όχι για εμπορικούς σκοπούς. Τρεις διαδοχικοί ναοί, που συνοδεύονταν από πολλά αφιερώματα, κτίστηκαν ο ένας πάνω στο άλλο, όλοι τοποθετημένοι πάνω στα ερείπια των προγενέστερων Μινωϊκών κτιρίων. Διάφορες κατασκευές κτίστηκαν γύρω από τους ναούς, μεταξύ των οποίων τέσσερις βωμοί από την τελευταία περίοδο, όταν ο Δίας και η Αθηνά λατρευόταν ακόμα. Οι ναοί και οι υποκείμενοι μινωικοί ανακτορικοί τοίχοι, αποτελούν μια αρχιτεκτονική συνάθροιση, ιδιαίτερη στην Κρήτη, η οποία πρέπει να διατηρηθεί ανέπαφη.

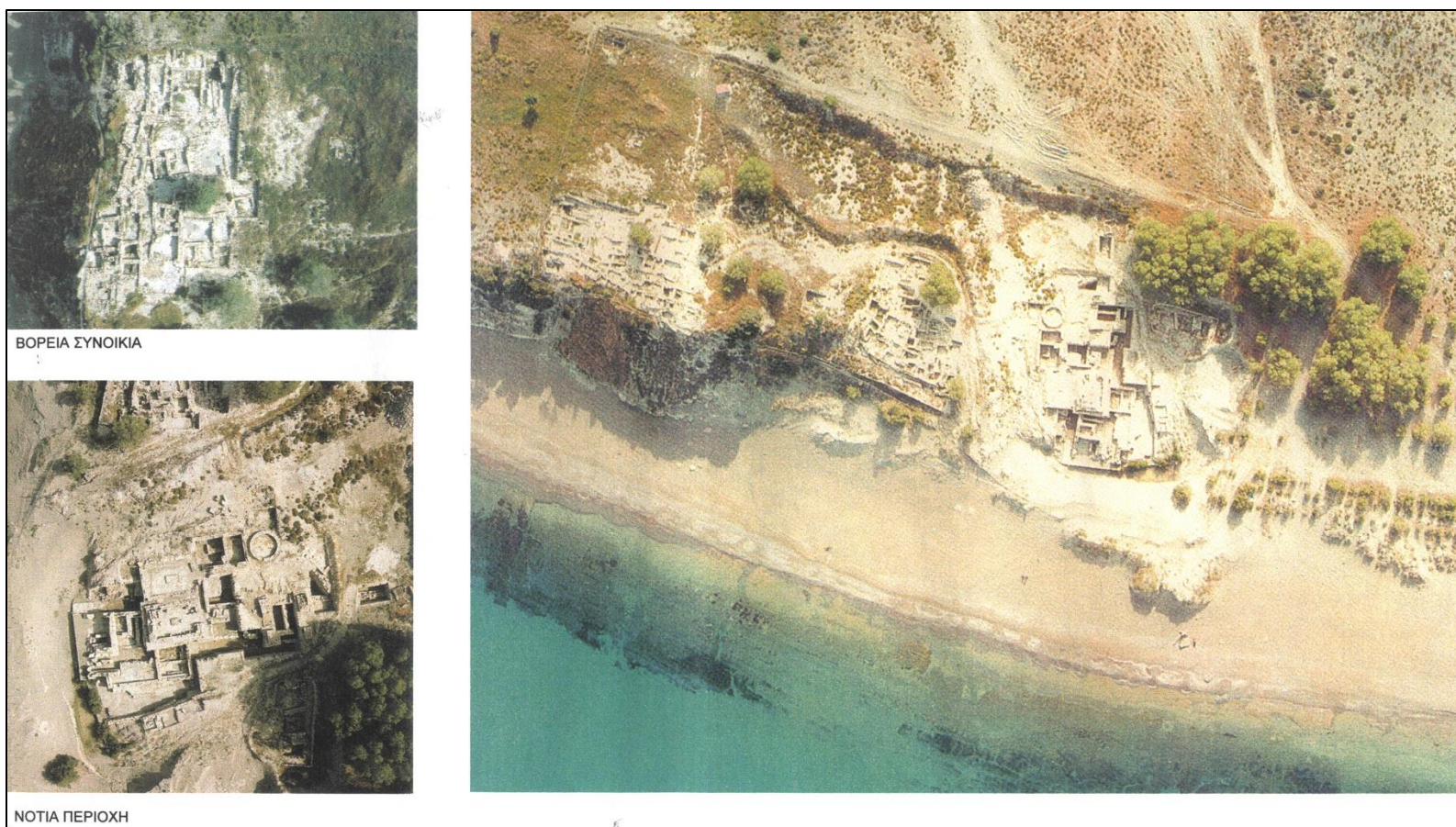
Κατά την Πρώιμη Ρωμαϊκή περίοδο άμμος παρασύρεται από την ακτογραμμή και αρχίζει να συσσωρεύεται στην περιοχή, η οποία είχε εγκαταλειφθεί. Τελικά ολόκληρη η περιοχή καλύφθηκε από άμμο, που σε κάποια σημεία είχε φτάσει σε βάθος οκτώ μέτρων, ιδιαίτερα στα νότια. Η περιοχή κείτεται έρημη μέχρι το 1976, όταν το Πανεπιστήμιο του Τορόντο ξεκίνησε ανασκαφές που συνεχίστηκαν για 30 χρόνια, υπό τη διεύθυνση των αρχαιολόγων Joseph και Maria Shaw. Τώρα η προσπάθεια γίνεται για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων (διάβρωση, συσσώρευση άμμου) και ταυτόχρονα για την διατήρηση και την προστασία των ερειπίων του συγκροτήματος των πολιτικών και θρησκευτικών κτιρίων, καθώς και των κατοικιών της Μινωικής πόλης.⁽³⁾

(3) J.W. Shaw, «Αρχαιολογικό πάρκο Κομμού, Μελέτη ανάπτυξης και συντήρησης», 1998, σελ. 1-3.



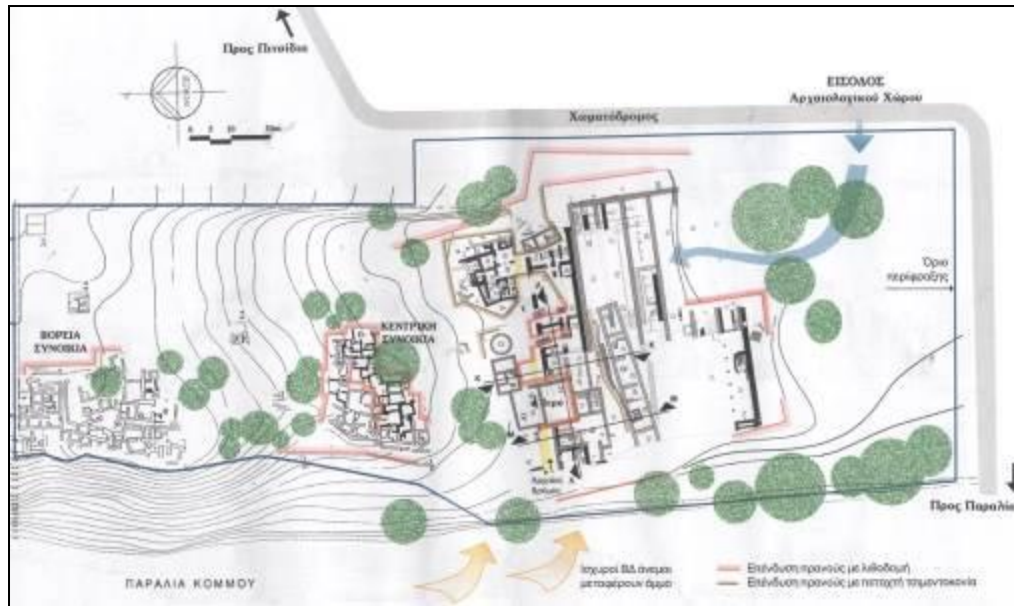
ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Η ανασκαφή στην περιοχή του Κομμού ξεκίνησε από το Πανεπιστήμιο του Τορόντο και βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη η συστηματική δημοσίευση των ευρημάτων (J.W. Shaw and M.C. Shaw, eds., 4 Kommos vols I-IV, published by Princeton University Press, 1990-2000). Τα ευρήματα κατατάσσονται στην Μινωική κυρίως περίοδο αλλά και στα ελληνορωμαϊκά χρόνια. Στη δεύτερη αυτή ιστορική περίοδο, η νότια περιοχή χρησιμοποιήθηκε για θρησκευτικούς σκοπούς, όπως υποδεικνύουν οι βωμοί, οι ναοί και τα προκτίσματά τους.

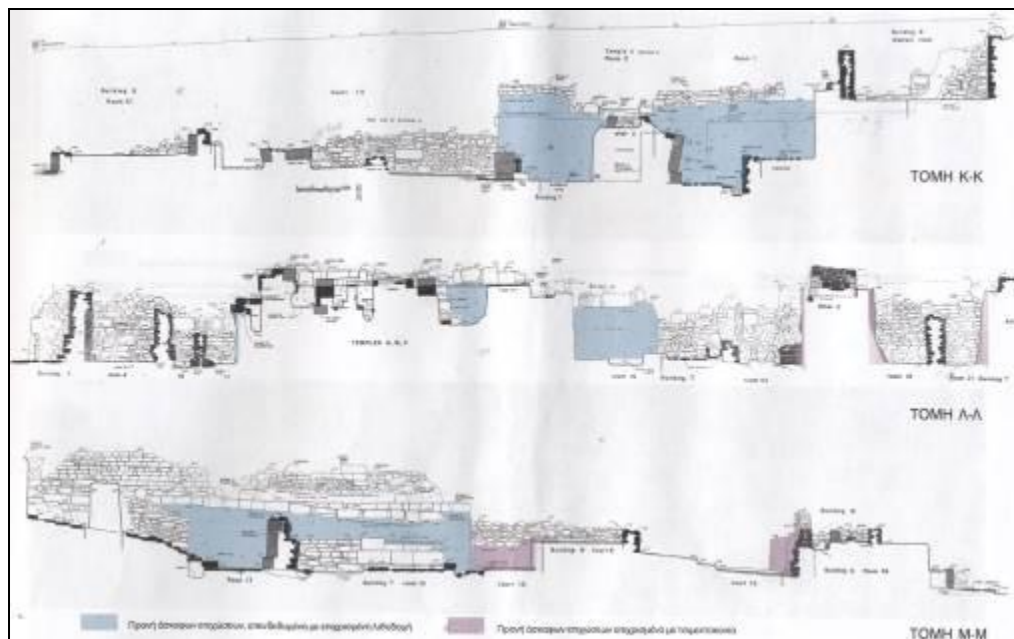


Εικόνα 4_Αεροφωτογραφίες αρχαιολογικού χώρου Κομμού.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ



Εικόνα 5_Γενικό τοπογραφικό αρχαιολογικού χώρου Κομμού.



Εικόνα 6_Τομές αρχαιολογικού χώρου Κομμού.

Κύρια χαρακτηριστικά του χώρου είναι η άμεση γεινίαση με την παραλία, το αμμώδες έδαφος και οι ισχυροί νοτιοδυτικοί άνεμοι. Μετά την εγκατάλειψη του χώρου, κατά την ρωμαϊκή περίοδο, η άμμος κάλυψε τα ερειπωμένα κτίρια. Το πάχος της άμμου έφτασε τα τρία έως οκτώ μέτρα, κυρίως στα νότια, όπου τα αρχαία κτίσματα βρίσκονται σε πολύ χαμηλή στάθμη (περ. +2,20 μ.). Βορειότερα, αντιθέτως, το έδαφος υψώνεται και αρχαίες γειτονιές των μινωικών χρόνων (Κεντρική και Βόρεια συνοικία) εκτείνονται στις

πλαγιές των λόφων. Το πρόβλημα εδώ είναι η σταθεροποίηση του πρανούς προς την παραλία.

Η απομάκρυνση της άμμου, κατά την περίοδο της ανασκαφής, υπήρξε έργο δύσκολο και χρονοβόρο, ιδιαίτερα όσον αφορά στην σταθεροποίηση των περιμετρικών πρανών.

Τα προβλήματα που προκύπτουν από τις ιδιομορφίες αυτές του χώρου είναι τα εξής:

1. Τα πρανή από άμμο είναι εξαιρετικά ασταθή και πρέπει αμέσως μετά την ανασκαφή να στερεωθούν κατά μόνιμο τρόπο.
2. Τα όμβρια ύδατα της ευρύτερης περιοχής υπερχειλίζουν και ρέουν πάνω στα πρανή αυτά με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν από διάβρωση και κατάρρευση.
3. Η αιολική ενέργεια αποτελεί μόνιμο παράγοντα διάβρωσης όλων των επιφανειών (σύγχρονων πρανών και αρχαίων τοίχων).
4. Η άμμος μεταφέρεται από τον αέρα, επιχώνοντας με το χρόνο περιοχές της ανασκαφής, ιδιαίτερα στα νοτιοδυτικά.
5. Σημαντική ιδιομορφία του χώρου, τέλος, είναι η ύπαρξη οικοδομικών καταλοίπων ποικίλων ιστορικών περιόδων, σε επάλληλα στρώματα. Οι ανασκαφείς έθεσαν εξ'αρχής ως βασική αρχή της έρευνάς τους, την διατήρηση όλων των περιόδων οίκησης του χώρου, παρά τις σημαντικές δυσκολίες που αυτό συνεπάγεται, τόσο στην ανασκαφή όσο και στην προστασία των οικοδομικών καταλοίπων.⁽⁴⁾



Άσκαφες επιχώσεις για την προστασία ανώτερων οικοδομικών φάσεων: τα πρανή έχουν επενδυθεί με επιφανειακή 'πέταχτη' τσιμεντοκονία.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

○ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ

Για την άμεση αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων οι ανασκαφείς έλαβαν μια σειρά μέτρων, ορισμένα εκ των οποίων είχαν προσωρινό χαρακτήρα. Τα μέτρα αυτά προστάτευσαν αποτελεσματικά το χώρο και τα ευρήματα. Λόγω της εκτεταμένης χρήσης τσιμεντοκονίας, ωστόσο, το αισθητικό αποτέλεσμα ορισμένων εξ'αυτών δεν είναι ικανοποιητικό, ενώ υπάρχουν και τοπικές κακοτεχνίες οι οποίες είναι ανατάξιμες.

- Διατήρηση και ανάδειξη υστερότερων οικοδομικών φάσεων



Οι άσκαφες επιχώσεις, στο κέντρο του χώρου, έχουν επενδυθεί με λιθοδομή, καλυμμένη μερικώς απο πεταχτή τσιμεντοκονία.



Εικόνα 8_Κεντρική συνοικία αρχαιολογικού χώρου Κομμού.

Η απόφαση να διατηρηθούν τα σημαντικά ευρήματα των ανώτερων στρωμάτων και ταυτόχρονα να προχωρήσει η ανασκαφή ως το φυσικό έδαφος, οδήγησε στη δημιουργία ορισμένων κατακόρυφων πρανών, εντός των ανασκαμμένων περιοχών. Τέτοιες περιπτώσεις είναι, για παράδειγμα, οι όγκοι στους οποίους στηρίζονται οι ναοί και οι βωμοί των ιστορικών χρόνων, καθώς και τμήμα της κεντρικής γειτονιάς, όπου διατηρήθηκαν οι δυο οικοδομικές φάσεις της μινωικής πόλης.

Τα πρανή αυτά για να προστατευθούν από τη διάβρωση και την κατάρρευση, έχουν επενδυθεί με δυο τρόπους:

1. Με λιθοδομή παρόμοιας κατασκευής με εκείνη που περιγράψαμε παραπάνω, η οποία φέρει πεταχτή τσιμεντοκονία.
2. Με λεπτό στρώμα τσιμεντοκονίας, απευθείας πάνω στην άσκαφη επίχωση.



Εικόνα 9_Βόρεια συνοικία αρχαιολογικού χώρου Κομμού.

Η πρώτη περίπτωση είναι αποτελεσματική από κατασκευαστικής απόψεως (οι κατακόρυφες επιφάνειες δεν έχουν δώσει κανένα δείγμα καταπόνησης). Το αισθητικό αποτέλεσμα, όμως, δεν είναι ικανοποιητικό λόγω της σύστασης και της απόχρωσης της τσιμεντοκονίας.⁽⁵⁾

Η δεύτερη λύση δεν έχει δώσει καλά αποτελέσματα από άποψη αντοχής: η τσιμεντοκονία έχει ρηγματωθεί σε πολλά σημεία και ήδη απολεπίζεται σε μεγάλη έκταση. Η επένδυση με τσιμεντοκονία δεν είναι αποτελεσματική μέθοδος προστασίας, δεδομένου ότι δεν εξασφαλίζει επαρκή συνοχή με το χώμα, ενώ το νερό που εισχωρεί έχει ως αποτέλεσμα την αποκόλληση και κατάρρευση της επιφανειακής στρώσης τσιμέντου. Επιπροσθέτως, από αισθητικής πλευράς, δεν είναι ικανοποιητική η εικόνα της αποσαθρωμένης τσιμεντοκονίας.

- Στερέωση-αποκατάσταση αρχαίων τοίχων.

Οι σωστικές, στερεωτικές επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στους τοίχους των αρχαίων οικοδομημάτων ως τώρα είναι ανισοβαρείς, όπως παρατηρούν και οι ανασκαφείς στην έκθεση του 1998, ιδιαίτερα όσον αφορά στον τρόπο αρμολόγησης και στερέωσης της στέψης των αρχαίων τοίχων με κοινή τσιμεντοκονία. Το χρώμα, οι πρώτες ύλες αλλά και η τελική επιτελεστικότητα της τσιμεντοκονίας δεν αρμόζουν στο αρχιτεκτονικό ύφος των αρχαίων τοίχων.⁽⁶⁾

(4) Κ. Παλυβού, « Αρχαιολογικός χώρος Κομμού Κρήτης, μελέτη αποκατάστασης και συντήρησης μνημείων», 2001, σελ.3

(5) Κ. Παλυβού, « Αρχαιολογικός χώρος Κομμού Κρήτης, μελέτη αποκατάστασης και συντήρησης μνημείων», 2001, σελ.4

(6) Κ. Παλυβού, « Αρχαιολογικός χώρος Κομμού Κρήτης, μελέτη αποκατάστασης και συντήρησης μνημείων», 2001, σελ.5



ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

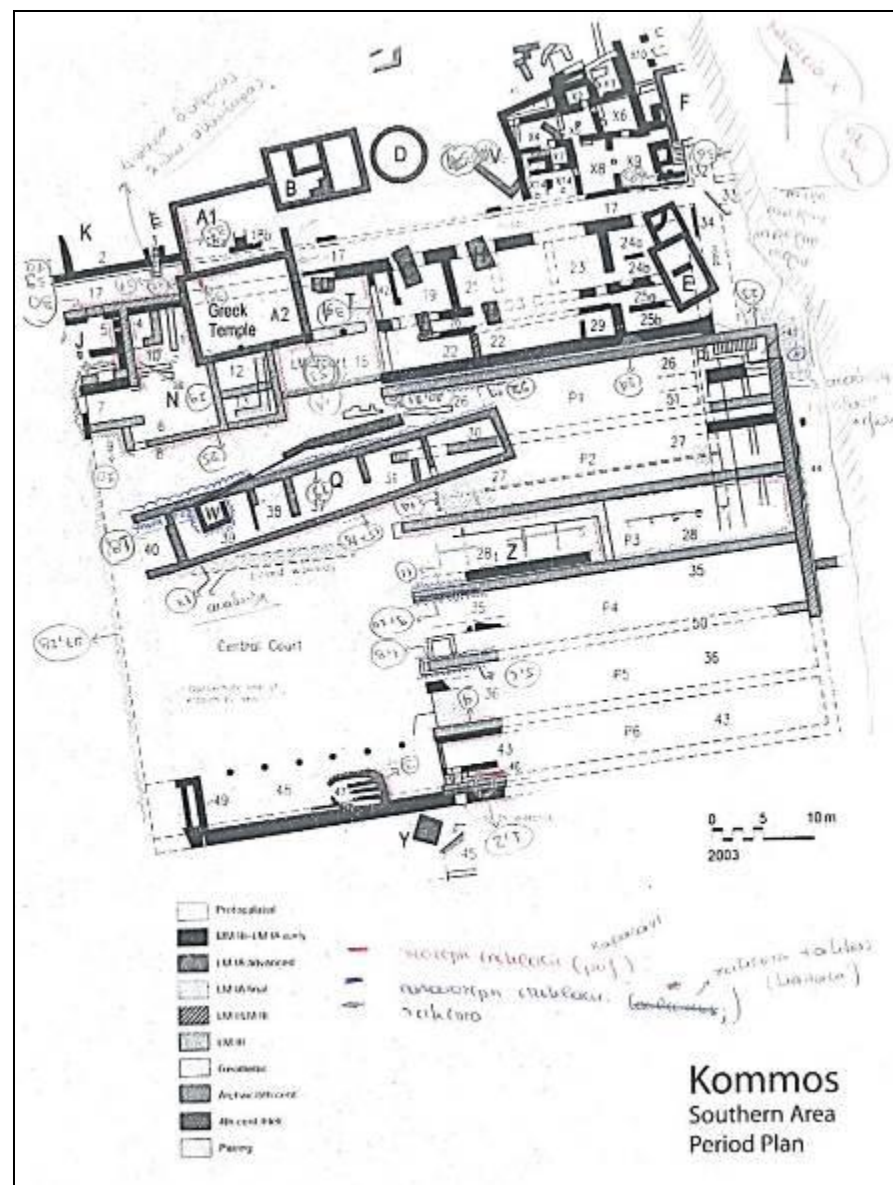
Αναφορά ομάδας καταγραφής φθορών κατά την επίσκεψη στις 27 - 28 Ιουνίου 2016

Κατά την επίσκεψη στον αρχαιολογικό χώρο του Κομμού έγινε μία πρώτη προσπάθεια καταγραφής των σημείων επικινδυνότητας και κατηγοριοποίησης των κονιαμάτων και της κατάστασής τους. Τα δεδομένα έφεραν ως αποτέλεσμα τη διαπίστωση ότι στον χώρο έχουν εκπονηθεί, ανά διαφορετικά χρονικά διαστήματα, αρκετές επεμβάσεις συντήρησης που αφορούν στην υποστήριξη των πρανών και στην ενίσχυση των υπαρχόντων κονιαμάτων στα αρχαιολογικά κατάλοιπα.

Πιο συγκεκριμένα:

1. Έγινε καταγραφή των σημείων που χρήζουν επείγουσας επέμβασης, είτε πρόκειται για αρχαιολογικά κατάλοιπα, είτε για νεώτερες επεμβάσεις.
2. Καταγράφησαν τα διαφορετικά κονιάματα.
3. Έγινε λήψη ενδεικτικών δειγμάτων από τα πιο χαρακτηριστικά κονιάματα.
4. Σημειώθηκαν τα προβλήματα του περιβάλλοντος χώρου.

Παρατηρήθηκε ύπαρξη αρκετών κονιαμάτων επισκευής, τα οποία μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες: (α) τα πλέον ανοιχτόχρωμα με μικρή περιεκτικότητα σε τσιμέντο που είναι αρκετά μαλακά, (β) το κουρασάνι με τσιμεντοκονία το οποίο περιέχει



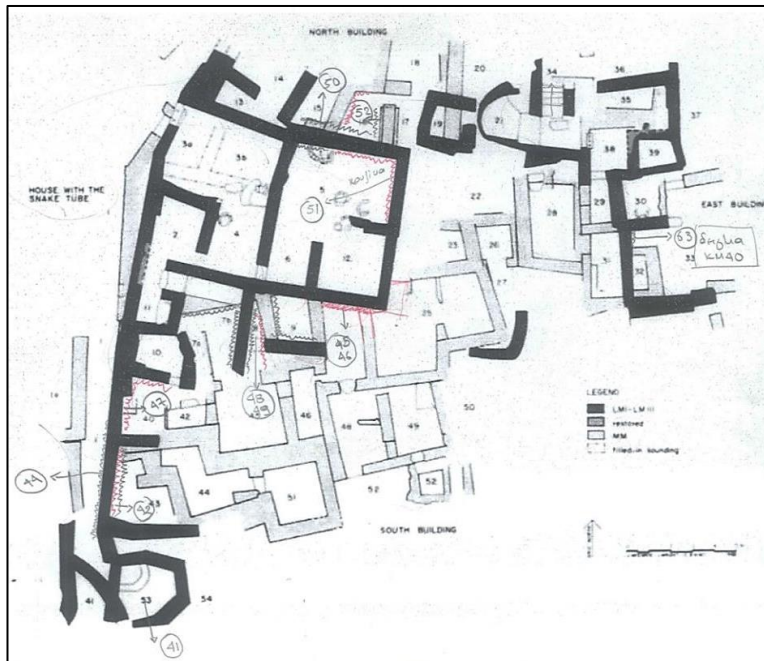
Εικόνα 10_Σκίτσο αναφοράς: Νότια περιοχή.

**ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ**

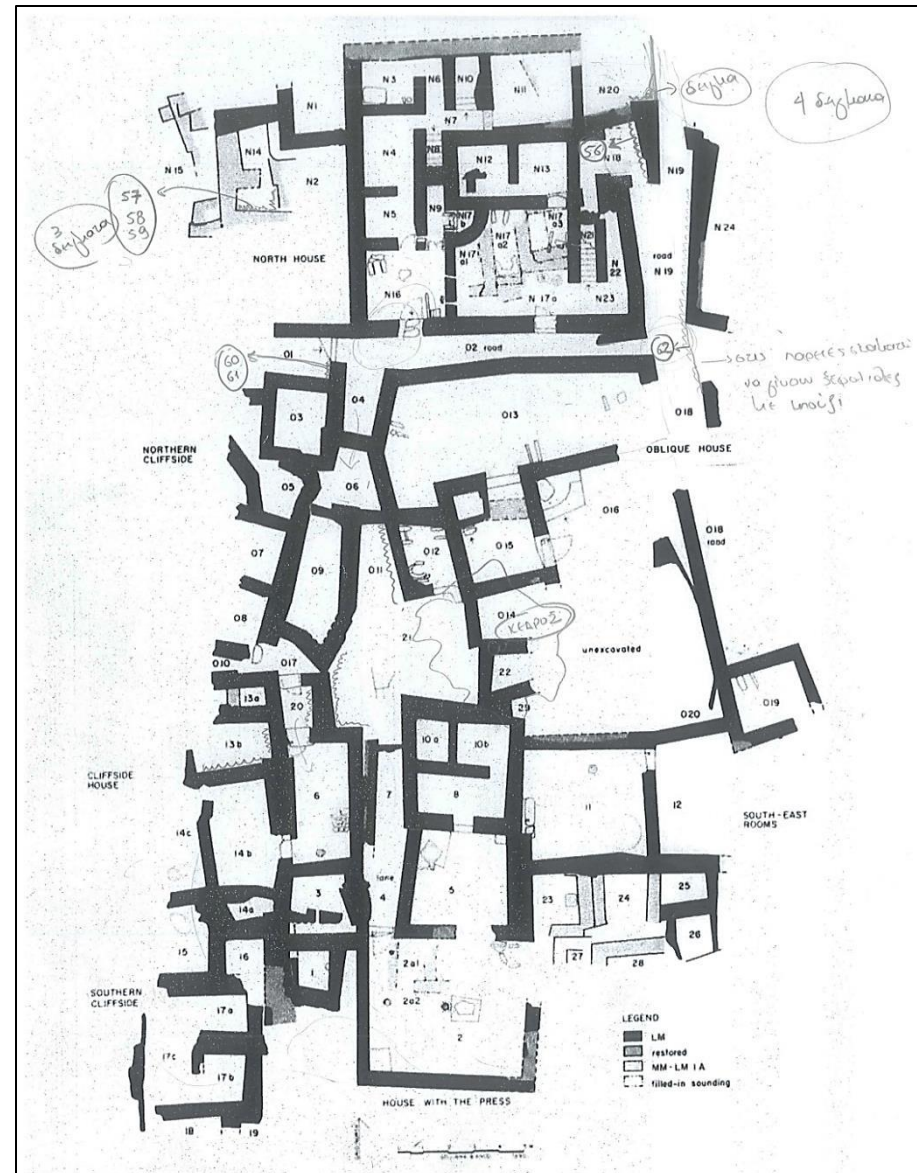
κεραμικό με διαφορετικές αναλογίες και κοκκομετρική διαβάθμιση και τέλος (γ) τα αμιγή τσιμεντοκονιάματα μαζί με πολύ σκληρή άμμο. Η τσιμεντοκονία έχει χρησιμοποιηθεί ως αρμολόγημα και ως επικάλυψη σε νεότερες λιθοδομές, αλλά και πετακτή, μπροστά από πρανή.

Στον τελευταίο βόρειο χώρο, στο Σ15, ίσως να είναι εμφανές το αυθεντικό κόνιαμα.(7)

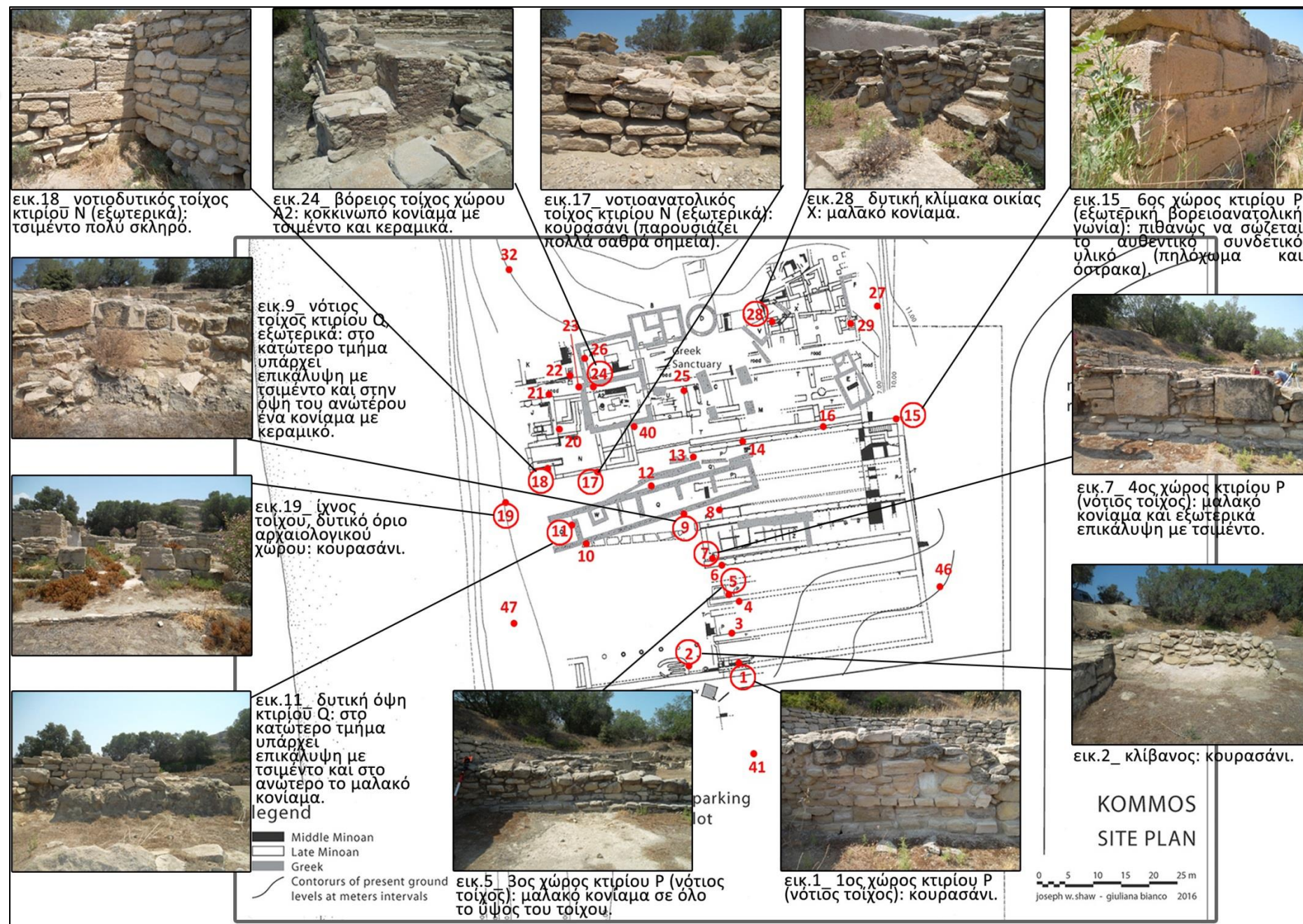
(7) Ε.Βλαζάκη, αναφορά ομάδας καταγραφής φθορών κατά την επίσκεψη στις 27 - 28 Ιουνίου 2016.



Εικόνα 11_Σκίτσο αναφοράς: Κεντρική περιοχή.

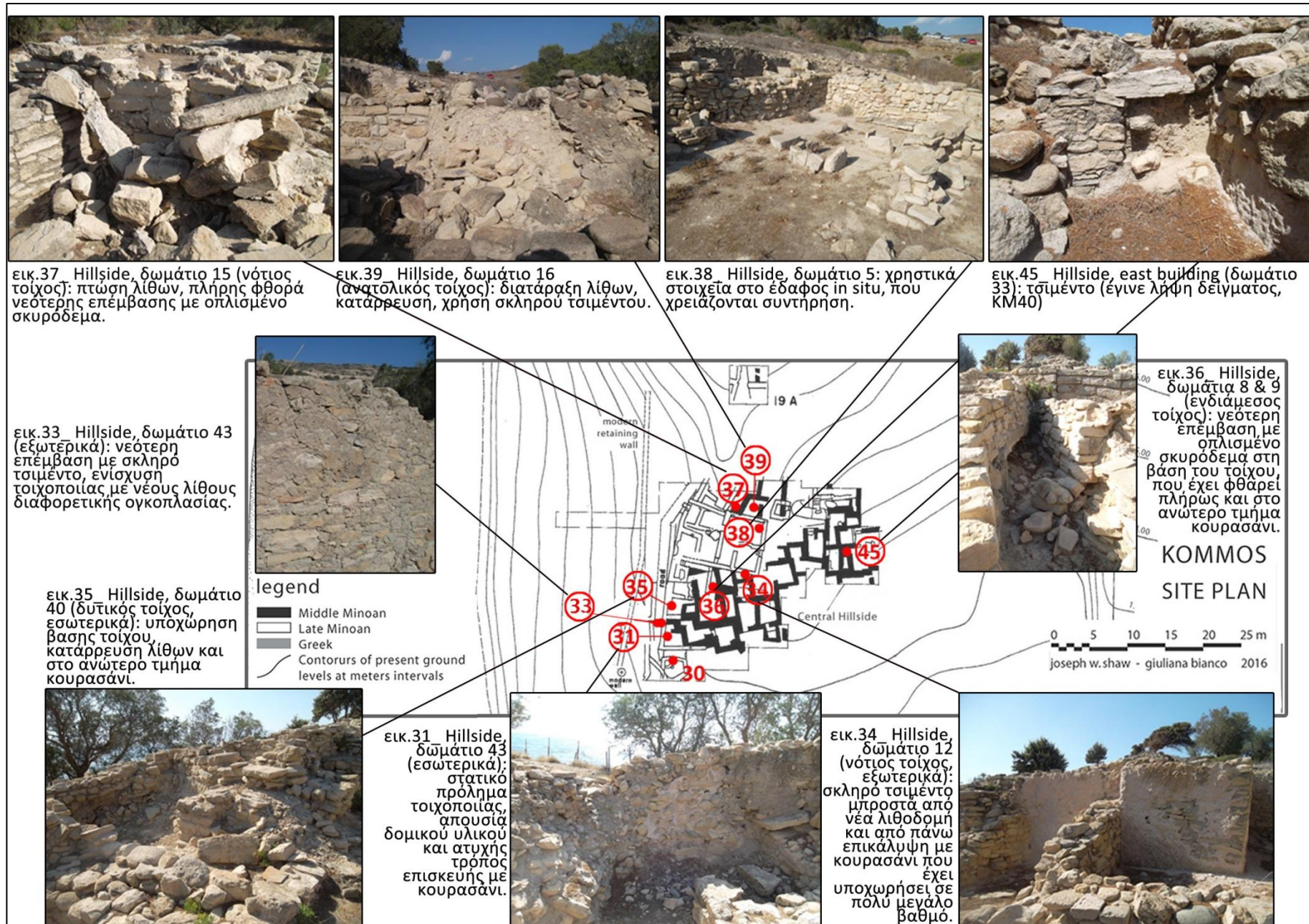


Εικόνα 12_Σκίτσο αναφοράς: Βόρεια περιοχή.



Εικόνα 13_φωτογραφική ανάλυση φθορών νότιας περιοχής.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ



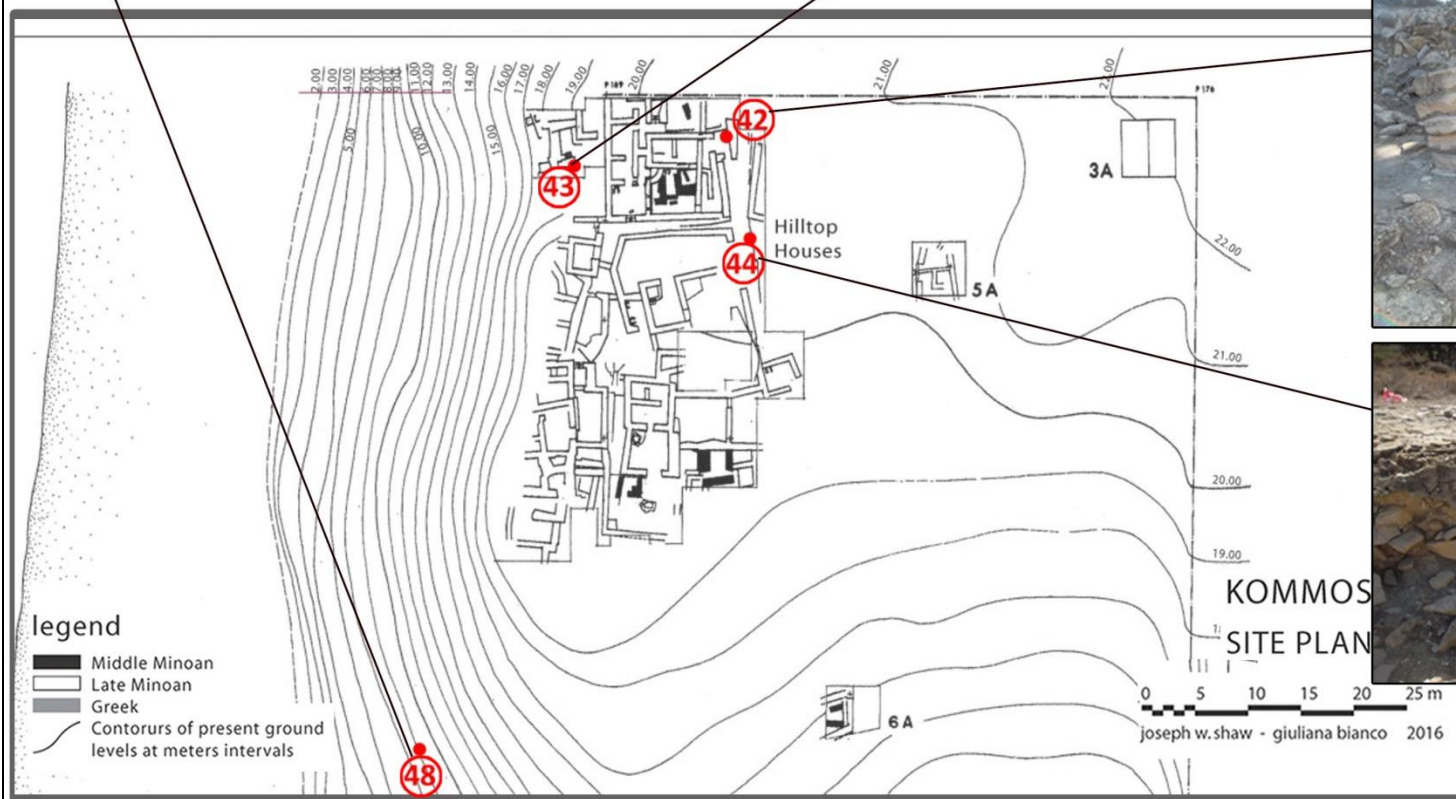
Εικόνα 14_φωτογραφική ανάλυση φθορών κεντρικής περιοχής.



εικ.48 Το κεντρικό και βόρειο τμήμα του δυτικού ορίου του αρχαιολογικού χώρου.



εικ.43 Hilltop, οικία N (δυτικά): διαταράξεις λίθων από πρόβλημα υποχώρησης εδάφους, επικαλύψεις με σκληρό τσιμέντο.



εικ.42 Hilltop, οικία N (ανατολικά): σκληρό τσιμέντο.



εικ.44 Hilltop, ανατολική παρειά σκάματος ανασκαφής: υποχώρηση πρανούς και επικαλύψεις με σκληρό τσιμέντο.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Τα προβλήματα διατήρησης και ανάδειξης αρχαιολογικών και αρχιτεκτονικών καταλοίπων, εκτεθειμένων στις περιβαλλοντικές συνθήκες είναι από τα πιο δύσκολα που αντιμετωπίζουν σήμερα οι αρχαιολόγοι και οι συντηρητές μνημείων.

Τα ερείπια είναι κατασκευές, οι οποίες σε γενικό βαθμό παρουσιάζουν προχωρημένο στάδιο φθοράς. Υπάρχει μεγάλη ποσότητα και ποικιλία ανοικτών αρχαιολογικών ανασκαφών και αρχιτεκτονικών λειψάνων σε όλο τον κόσμο, το καθένα με μια ξεχωριστή ιστορία, φυσικό πλαίσιο και δυνατότητες αποκατάστασης. Σε μια προσπάθεια μείωσης της διαδικασίας υποβάθμισής τους έχουν γίνει διάφορες παρεμβάσεις συντήρησης, μέσω διαρθρωτικών σταθεροποιήσεων, ανοικοδομήσεων, αποκαταστάσεων και προσθήκη προστατευτικών στεγάστρων, από τις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών. Σε πολλές περιπτώσεις, οι προσπάθειες συντήρησης που έχουν πραγματοποιηθεί για να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των κτιριακών καταλοίπων είναι παρόμοιες μεταξύ τους, ωστόσο τα προβλήματα δεν είναι ποτέ ακριβώς όμοια. Παρά τον μεγάλο αριθμό των μεταβλητών, έχουν εφαρμοστεί κάποιες βασικές προσεγγίσεις στα προβλήματα διατήρησης αρχαιολογικών χώρων. Τα ενδιαφερόμενα άτομα και οργανισμοί που συμμετέχουν στις αποκαταστάσεις σήμερα μπορούν να παραδειγματιστούν από τις, επιτυχημένες ή όχι, προσπάθειες διατήρησης αρχαιολογικών χώρων που έχουν δοκιμάστεί στο παρελθόν.

Μια εμπεριστατωμένη γνώση όλων των πτυχών ενός αρχαιολογικού χώρου και των εναπομείναντων δομών του, είναι απαραίτητη προϋπόθεση σε κάθε διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη διατήρηση και την ερμηνεία του χώρου αυτού. Είναι ζωτικής σημασίας η κατανόηση των σχεδιαστικών προθέσεων και των δομικών μεθόδων των αρχικών κατασκευαστών.

Στην προσπάθεια στερέωσης και προστασίας εκτιθέμενων δομών τοιχοποιίας από πέτρα, είναι απαραίτητη η χρήση παραδοσιακών τεχνικών κατασκευής, με ίσως κάποιες τροποποιήσεις, αλλά και υλικών συμβατών με τα αρχαία κατάλοιπα. Συνεπώς, τα κονιάματα που χρησιμοποιούνται στην συντήρηση και στερέωση ιστορικών τοιχοποιιών δεν επιτρέπεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερης αντοχής ή σκληρότητας ή με μεγαλύτερη ικανότητα συγκόλλησης από το μαλακότερο στοιχείο της υπάρχουσας τοιχοποιίας. Ωστόσο, πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για την ενίσχυση και

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

αδιαβροχοποίηση υλικών διαβρωμένων με τη χρήση χημικών σκευασμάτων και προσθέτων. Τα υλικά που περιλαμβάνονται στις λύσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την στερέωση και προστασία τοιχοποιιών είναι το τσιμέντο Portland, η υδράσβεστος, τα τσιμεντιτικά σκληρυντικά και οι κόλλες. Αν και φαινομενικά επιτυχημένα σε μερικές περιπτώσεις, τα αποτελέσματα χρήσης των ανωτέρω υλικών, στην πλειοψηφία αυτών των επεμβάσεων έχουν αξιολογηθεί ως αποτυχημένες. Οι εφαρμογές είναι δαπανηρές και σε αρκετές περιπτώσεις προκαλούν ανεπανόρθωτες βλάβες, μια μη αναστρέψιμη κατάσταση στην οποία εμπλέκονται αναντικατάστατοι πολιτιστικοί πόροι. Οι αποτυχίες οφείλονται γενικά στη συνύπαρξη νέων και παλαιών υλικών που έχουν διαφορετικές φυσικο-χημικές και μηχανικές ιδιότητες, όπως άλλους συντελεστές διαστολής, πορώδες, υδατοαπορροφητικότητα, χρώμα και αντοχές. (8)

Παρακάτω παρατίθενται κάποια σημαντικά παραδείγματα αποκαταστάσεων αρχαιολογικών χώρων που έλαβαν χώρα, παράλληλα σχεδόν με τις εργασίες επέμβασης στον αρχαιολογικό χώρο του Κομμού Ηρακλείου, στην Ελλάδα αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου, έχοντας παρόμοιους τρόπους αντιμετώπισης των προβλημάτων σε σχέση με τα υλικά αποκατάστασης.

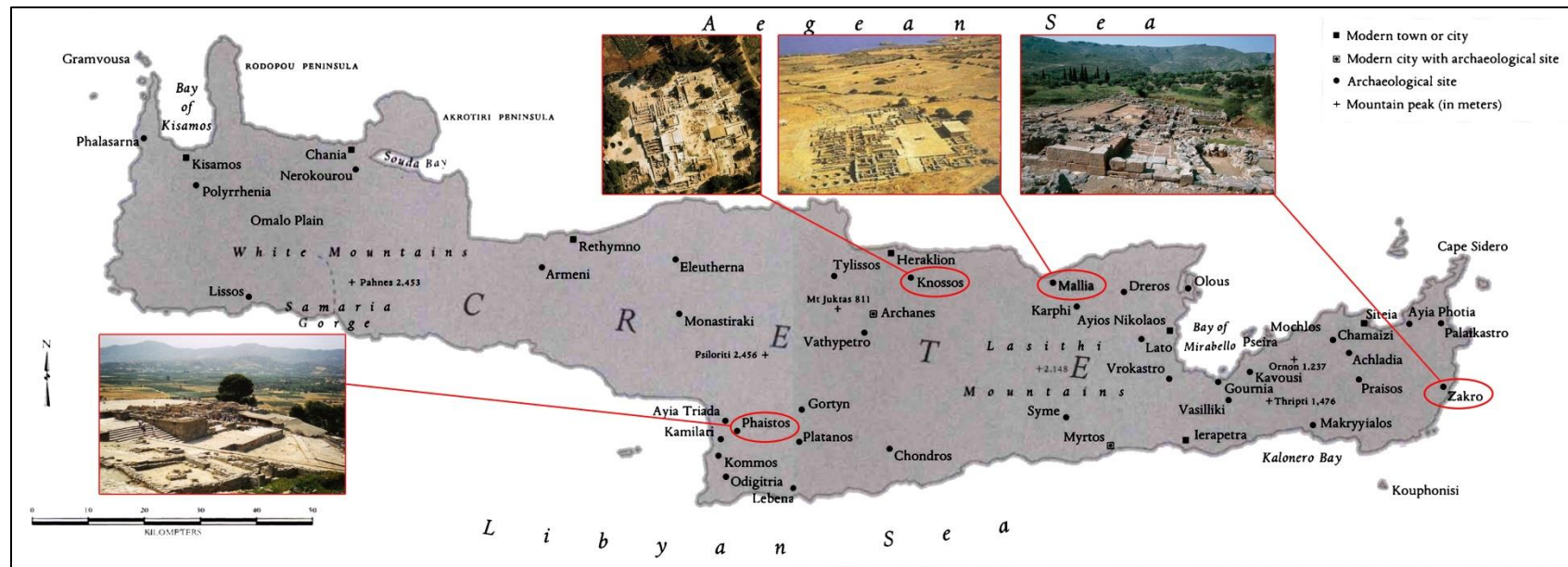
(8) N.P.Stanley Price, «Conservation on archaeological excavations, with particular reference to the Mediterranean area», ICCROM, Rome 1984, σελ.79-96.

1. ΚΡΗΤΗ

Οι πλέον γνωστές και με μεγάλη επισκεψιμότητα αρχαιολογικές τοποθεσίες του Μινωικού πολιτισμού στην Κρήτη είναι η Κνωσός, η Φαιστός, τα Μάλια και η Ζάκρος.

Τα ερείπια των τεσσάρων μεγάλων ανακτόρων έχουν αποκαλυφθεί σε διάφορα μέρη του νησιού:

- Η Κνωσός βρίσκεται 5 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά του σημερινού Ηρακλείου, στην κοιλάδα του ποταμού Καιράτου.
- Η Φαιστός βρίσκεται στο νότιο τμήμα της κεντρικής Κρήτης, κοντά στη θάλασσα, στην πεδιάδα της Μεσαράς.
- Τα Μάλια, βρίσκονται στη βόρεια ακτή της Κρήτης και απέχουν λιγότερο από 40 χιλιόμετρα ανατολικά του Ηρακλείου
- Η Ζάκρος, στο νοτιοανατολικό άκρο του νησιού, ήταν σε μια ιδανική θέση για το εξωτερικό εμπόριο με την Αίγυπτο και τη Μέση Ανατολή.



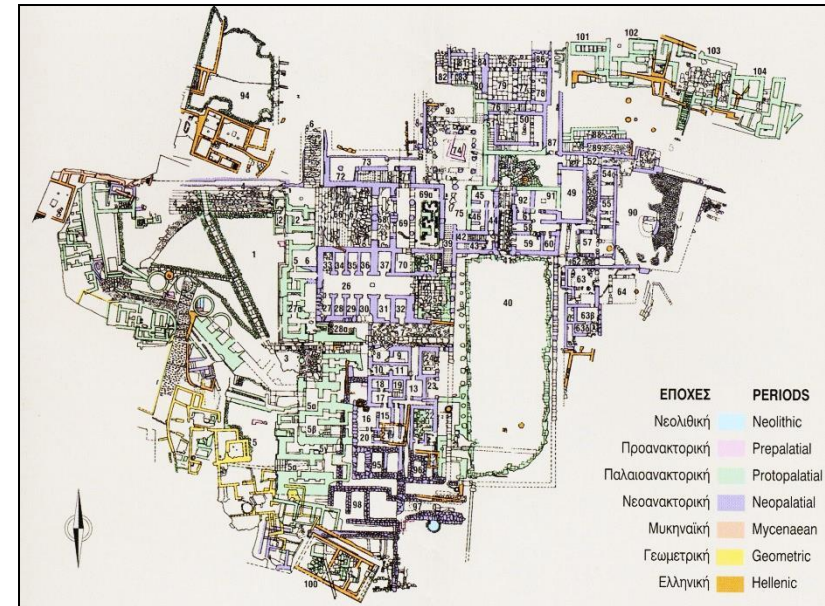
Εικόνα 16_Χάρτης της Κρήτης με τις τοποθεσίες των πιο σημαντικών αρχαιολογικών χώρων.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

Αυτά τα τέσσερα ανάκτορα έχουν ανασκαφεί από τέσσερις διαφορετικές αρχαιολογικές σχολές κατά τη διάρκεια όλων αυτών των ετών: Η Κνωσός από την Αγγλική Αρχαιολογική Σχολή, η Φαιστός από την Ιταλική Αρχαιολογική Σχολή, τα Μάλια από τη Γαλλική Αρχαιολογική Σχολή και τέλος, η Ζάκρος από την Αρχαιολογική Εταιρεία Αθηνών. Ως αποτέλεσμα αυτού, τα τέσσερα ανάκτορα έχουν ερμηνευθεί και παρουσιασθεί με έναν εντελώς διαφορετικό τρόπο.

Οι εργασίες αποκατάστασης των Μινωικών ανακτόρων διαφέρουν και δεν είναι ενιαίες. Η προσέγγιση για τη Φαιστό και τα Μάλια είναι αρκετά παρόμοια. Ωστόσο, η υπερανάπτυξη της Κνωσού είναι πολύ διαφορετική και σε πλήρη αντίθεση με την κατάσταση στη Ζάκρο, ενός εντελώς παραμελημένου αρχαιολογικού χώρου.

Το γεγονός ότι οι αποκαταστάσεις δεν ήταν τόσο εκτεταμένες στο ανάκτορο της Φαιστού, όπως στην περίπτωση της Κνωσού, αποκαλύπτει την αυθεντικότητα του αρχαιολογικού χώρου σήμερα, παρουσιάζοντας μια ρεαλιστική εικόνα για το πώς θα μπορούσαν να είναι τα ανάκτορα την Παλαιοανακτορική περίοδο, ιδιαίτερα στη δυτική πλευρά του. Η Ιταλική Αρχαιολογική Σχολή έκανε, μακράν, τις καλύτερες εργασίες στην διατήρηση της



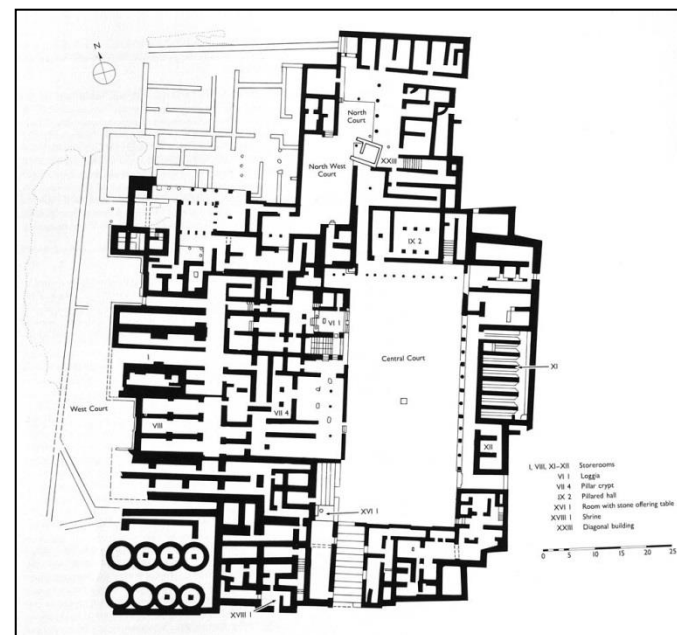
Εικόνα 17_Κάτοψη αρχαιολογικού χώρου Φαιστού.



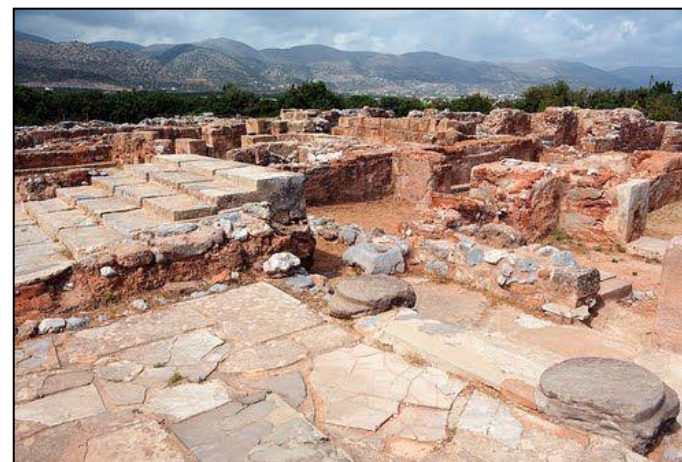
Εικόνα 18_Νοτιοδυτική αποψη κεντρικής αυλής αρχαιολογικού χώρου Φαιστού.

ατμόσφαιρας του χώρου. Ορισμένες πτυχές έχουν αλλάξει, αλλά με σεβασμό στις αρχαίες δομές, σταθεροποιώντας τις, αλλά όσον αφορά στην ολοκληρωμένη αποκατάσταση, δεν ήταν τόσο επεμβατική όσο αυτή της Κνωσού.

Η πρώτη ανασκαφή στο ανάκτορο των Μαλίων πραγματοποιήθηκε το 1915 από τον Ι.Χατζιδάκη. Ωστόσο, ο ίδιος έδωσε την άδειά του στη Γαλλική Αρχαιολογική Σχολή να συνεχίσει την ανασκαφή του χώρου, η οποία είχε τους απαραίτητους πόρους χρηματοδότησης. Το ανάκτορο στα Μάλια ακολουθεί αρχιτεκτονικά το γενικό σχέδιο του ανακτόρου της Κνωσού αν και είναι σημαντικά μικρότερο και απλούστερο. Κατά τη διάρκεια του 1990-1, ο αρχαιολογικός χώρος αναδιαμορφώθηκε μέσα από την ανάπτυξη ενός νέου στρατηγικού σχεδίου για την προστασία των μνημείων του. Το σχέδιο αυτό περιελάμβανε την αποκατάσταση των ερειπίων, καθώς και τη δημιουργία χώρων και στοιχείων για την ενίσχυση της ανάδειξής του (μονοπάτια με σήμανση, πάνελ προσανατολισμού, τουριστικό περιπτερό, χώρο στάθμευσης). Ο αρχαιολογικός χώρος στα Μάλια δεν έχει εκτεταμένες ανακατασκευές, σε αντίθεση με την Κνωσό, και μόνο η απαραίτητη αποκατάσταση πραγματοποιήθηκε, προκειμένου να διατηρηθεί ανέπαφος ο αρχαιολογικός χώρος. Για το λόγο αυτό, το 1990-1, τρία προστατευτικά στέγαστρα κατασκευάστηκαν μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο της νέας ανάπτυξης και παρουσίασης του χώρου, ο οποίος, στο σύνολό του, προσφέρει μια ευχάριστη περιήγηση στον επισκέπτη και χρήσιμες πληροφορίες για την καθημερινή ζωή των Μινωιτών.

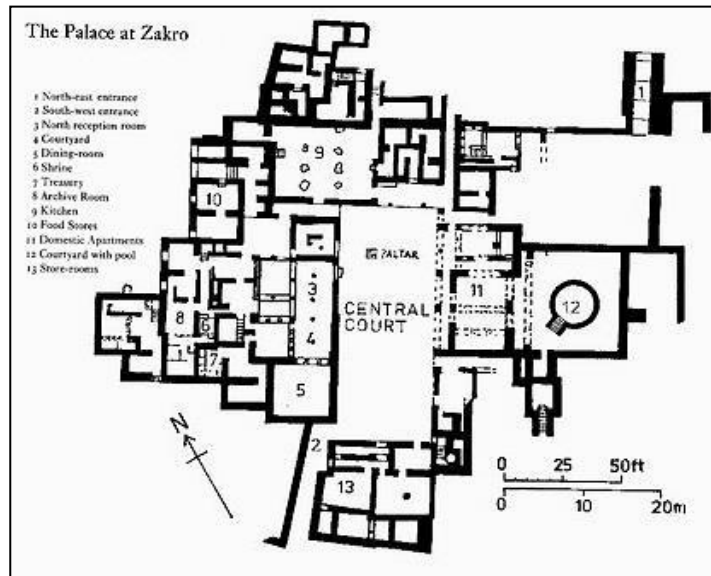


Εικόνα 19_Κάτοψη αρχαιολογικού χώρου Μαλίων.



Εικόνα 20_Βορειοδυτική αποψη αρχαιολογικού χώρου Μαλίων.

**ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ**

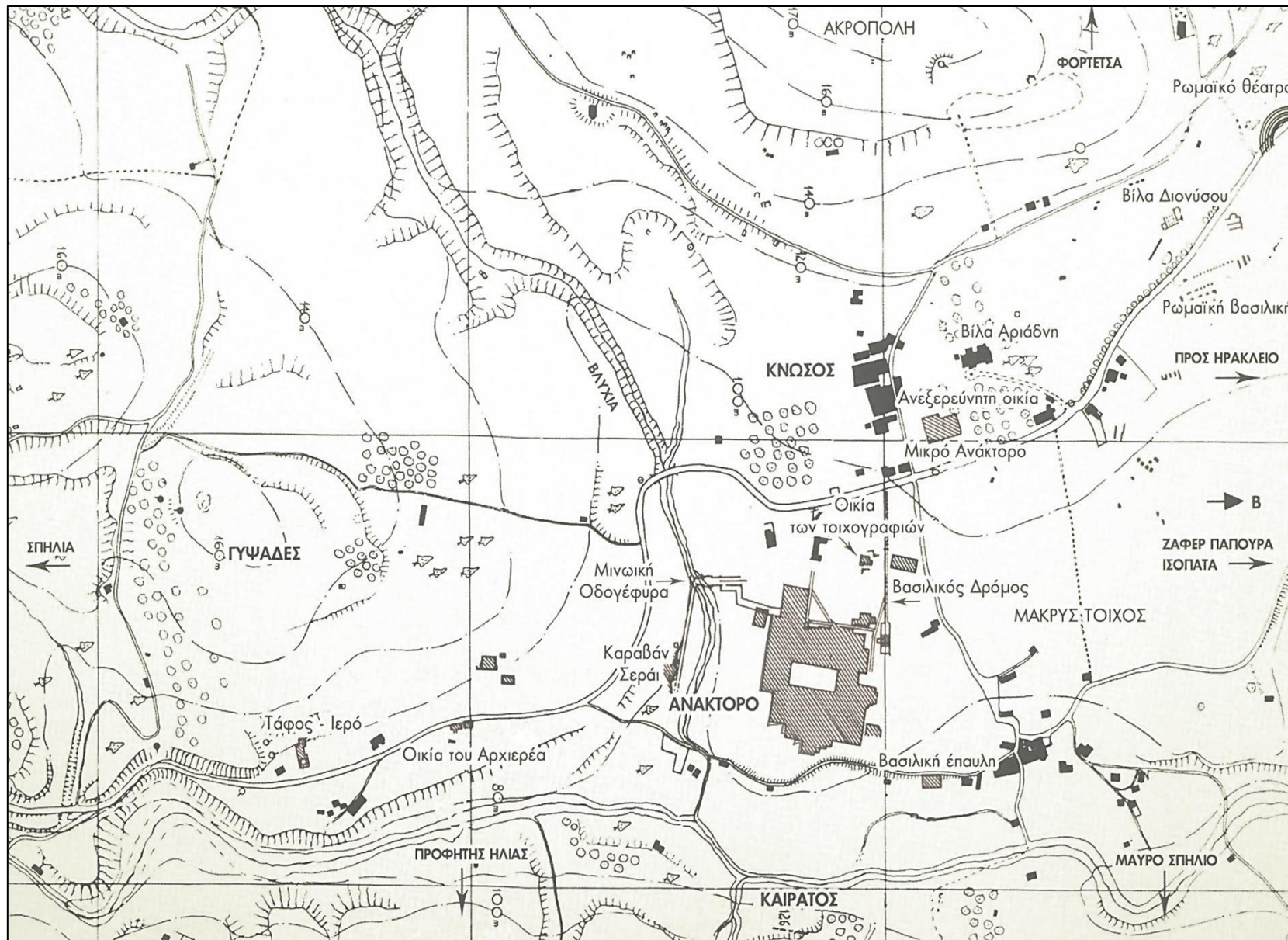


Εικόνα 21_Κάτοψη αρχαιολογικού χώρου Ζάκρου.



Εικόνα 22_Βορειοανατολική αποψη αρχαιολογικού χώρου Ζάκρου.

Το ανάκτορο της Ζάκρου κτίστηκε μεταξύ των δύο λόφων της κοιλάδας της Ζάκρου. Η προσβασιμότητα του ανακτόρου προς το λιμάνι υποδηλώνει την ανάπτυξή της, ως ναυτική εμπορική βάση, η οποία ήταν σε επαφή με την Αίγυπτο και την Ασία. Ο σχεδιασμός του ήταν γενικά σύμφωνα με την τυπική μινωική ανακτορική αρχιτεκτονική. Το 1894, ο Evans ταξίδεψε στην Ζάκρο και έκπληκτος από την δυναμική του τόπου, προέτρεψε τον D.G. Hogarth, διευθυντή της Βρετανικής Σχολής στην Αθήνα, να ανασκάψει την περιοχή, το οποίο συνέβη το 1901, για πρώτη φορά. Ωστόσο, παρά τα σημαντικά ευρήματα, η περιοχή παρέμεινε σε μια κατάσταση αδράνειας για τα επόμενα 60 χρόνια. Το 1961, ο Ν. Πλάτων άρχισε τη διεξαγωγή ανασκαφών με τη χρηματοδοτική συνεισφορά του L.Pomerance, όπου αποκαλύφθηκε το τέταρτο μινωικό ανάκτορο. Ο αρχαιολογικός χώρος είχε εν μέρει αποκατασταθεί κατά τις ανασκαφές του Πλάτωνα στη δεκαετία του '60. Τα επόμενα χρόνια μέχρι σήμερα δεν υπήρξαν πόροι για την περαιτέρω αποκατάσταση και ενίσχυση ανάδειξης του χώρου (προσβασιμότητα, σήμανση). ⁽⁹⁾



Εικόνα 23_Τοπογραφικό διάγραμμα της ευρύτερης περιοχής της Κνωσού.

- 39 -



Κατά την πρώτη προσπάθεια αναστήλωσης, στις αρχές του αιώνα, ο Evans περιορίστηκε στη χρήση υλικών ανάλογων με τα αρχαία (πωρόλιθο, γυψόλιθο, ξύλο). Μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο όμως, προχώρησε στη μεγαλύτερη επέμβαση που έχει πραγματοποιηθεί στο ανάκτορο, στην αναστήλωση ολόκληρων ορόφων με τη νέα τότε τεχνική του οπλισμένου σκυροδέματος.

Οι επεμβάσεις που ακολούθησαν αποτελούν μια νέα περίοδο στην ιστορία του μνημείου, άρρηκτα συνδεδεμένη με τη συνολική εικόνα του σήμερα. Προχώρησαν όχι μόνο στην προστασία των χώρων και των αρχαίων υλικών του ανακτόρου με τη στέγάσή τους, αλλά και σε μια «επιδεικτική αποκατάσταση του αρχιτεκτονικού συνόλου», αλλοιώνοντας συχνά τον χαρακτήρα των ερειπίων του ανακτόρου. (10)

Παρατηρήθηκε επίσης ότι μερικές φορές δεν είναι σαφή τα αρχαιολογικά στοιχεία, στα οποία στηρίχθηκε αυτή η αποκατάσταση, ενώ σε άλλες περιπτώσεις δεν ξεχωρίζουν τα αρχαία κατάλοιπα από τις επεμβάσεις. Ωστόσο, όπως συμπληρώνει ο ίδιος ο μελετητής, «χωρίς τις αναστηλώσεις του Evans, θα ήταν αδύνατο να αντιληφθούμε τη σοφία του μινωικού αρχιτέκτονα, τη λειτουργία των πολυθύρων και των φωταγωγών, την ισορροπία της σκιάς και του φωτός, του αερισμού και της προφύλαξης, της ζέστης και της δροσιάς».(11)

Μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, έγιναν εργασίες συντήρησης και στερέωσης στο ανάκτορο της Κνωσού από τους εφόρους Ν. Πλάτωνα και στη συνέχεια Στ. Αλεξίου, αλλά αφορούσαν κυρίως στη στερέωση των πηλόκτιστων μινωικών τοίχων με τσιμεντοκονίαμα, στη συμπλήρωση και στην αντικατάσταση κατεστραμμένων γυψολιθικών δαπέδων, βάσεων πεσσών και κίωνων, κονιαμάτων, στην κατασκευή στεγάστρων και στην προστασία κάποιων χώρων και όχι πλέον σε ανακατασκευές ή αναστηλώσεις.



Εικόνα 25_Αναστηλωτικές εργασίες στο «Μεγάλο Κλιμακοστάσιο» (φωτ. αρχείο Μουσείου Ashmolean).



Εικόνα 26_Η πρόσοψη του ανακτόρου προς την Κεντρική αυλή, πριν και μετά την αναστήλωση του Α.Εva ns. Διακρίνεται η «Αίθουσα του θρόνου» και η «Υπόσπηλη Κλίμακα» (1900 και 1923 αντίστοιχα), (φωτ. αρχείο Μουσείου Ashmolean).



Εικόνα 27_Αποκάλυψη πλακόστρωτου στη ΜΜΙΑ οικία Ν του «Νότιου Διαδρόμου» (φωτ. αρχείο Ν. Πλάτωνα, 1957).



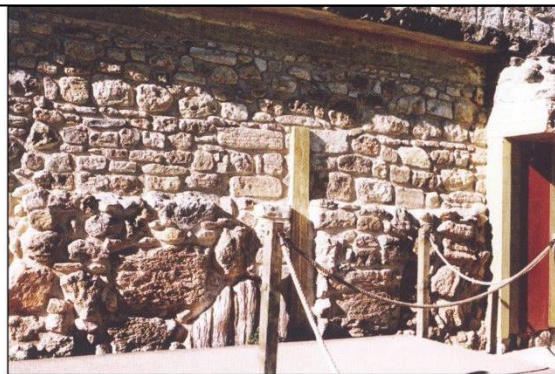
Εικόνα 28_Η περιοχή Α του «Ιερού των Διπλών Πελέκεων» κατά τις εργασίες αποκατάστασης (φωτ. αρχείο Ν. Πλάτωνα, 1955).

Πράγματι, η θεωρία «όπως ήταν, εκεί που ήταν» αποτελεί πλέον την άρνηση της ίδιας της αρχής της συντήρησης, εφόσον είναι προσβολή για την ιστορία και αυθαιρεσία για την αισθητική. Από ιστορική άποψη, τόσο η προσθήκη όσο και η ανακατασκευή, αποτελούν μια νέα μαρτυρία της ανθρώπινης πράξης και συνεπώς της ιστορίας. Αντίθετα, η αφαίρεση, αν και αποτελεί επίσης μέρος της ιστορίας, στην πραγματικότητα καταστρέφει μια ιστορική μετάβαση. Είναι θεμητή επομένως η διατήρησή τους, ενώ η αφαίρεσή τους πρέπει να είναι απόλυτα δικαιολογημένη και να γίνεται έτσι, ώστε να αφήνει ίχνη πάνω στο ίδιο το μνημείο. Το πρόβλημα γίνεται σοβαρότερο, εφόσον η ανακατασκευή δεν μπορεί να αφαιρεθεί, αφού έχει γίνει, για παράδειγμα, με υλικά μη αναστρέψιμα, όπως στην περίπτωση του ανακτόρου της Κνωσού με οπλισμένο σκυρόδεμα.

Στις αρχές της δεκαετίας του '80, το ΥΠ.ΠΟ., αναγνωρίζοντας τα κρίσιμα προβλήματα που παρουσίαζε το μνημείο και την ανάγκη της συνολικής αντιμετώπισής τους, προχώρησε στη σύσταση διεπιστημονικής Επιτροπής Κνωσού, για την εξέταση των προβλημάτων του ανακτόρου. Τα επόμενα χρόνια ως και τα μέσα της δεκαετίας του '90, εκπονήθηκαν όλες οι αναγκαίες μελέτες για το ανάκτορο και τον αρχαιολογικό χώρο. Οι εργασίες στερέωσης και αποκατάστασης των τοιχοδομιών περιλαμβάνουν την αφαίρεση της τσιμεντοκονίας, που είχε χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια παλαιότερων επεμβάσεων, υλικού βεβαίως μη συμβατού με τα αρχαία δομικά υλικά (πηλόκτιστοι, λιθόκτιστοι μινωικοί τοίχοι). Ακολουθεί ο καθαρισμός των αρμών και στη συνέχεια η στερέωση και αρμολόγηση με νέο συμβατό υλικό, το λεγόμενο «θηροκονίαμα», στη σύσταση του οποίου υπάρχει θηραϊκή γη (φυσική ποζολάνη), άμμος λατομείου και ασβέστης. Πρόκειται για την αποκατάσταση ιστορικά εξακριβωμένων τμημάτων και για τη εξυγίανση θεμελίων, ενώ παράλληλα



Εικόνα 29_Παλαιοανακτορικές «Αποθήκες Α, Β, C», τοιχοδομία «Αποθήκης Β» κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης.



Εικόνα 30_Η βόρεια τοιχοδομία της «Αίθουσας του Θρόνου». Διακρίνονται ο μινωικός τοίχος και η αναστήλωση Evans, όπου διαφοροποιούνται ο τρόπος αρμολόγησης και το βάθος των αρμών.



Εικόνα 31_Οικία των «Μονολιθικών Στύλων» μετά τις εργασίες συντήρησης.

επιχειρείται η διάκριση των οικοδομικών φάσεων των ίδιων των μινωικών τοιχοδομιών.

Με απόλυτη σαφήνεια καθορίζονται τα όρια της αναστήλωσης του Evans ή άλλων νεότερων επεμβάσεων, ιδιαίτερα στα σημεία επαφής με το αρχαίο, διαφοροποιώντας τον τρόπο αρμολόγησης και το βάθος των αρμών. Στόχος ήταν η επίτευξη μιας ισορροπίας μεταξύ της αποκατάστασης της ενότητας της μορφής του ανακτόρου χωρίς να αλλοιωθεί ο χαρακτήρας του, χωρίς να χαθούν τα ίχνη των παλαιότερων επεμβάσεων ή να υποβιβαστεί η αναστήλωση του A. Evans.⁽¹²⁾

Από μελέτες που εκπονήθηκαν για τη συμπεριφορά τσιμεντοκονιαμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στις αρχές του αιώνα για την αναστήλωση συγκροτημάτων του Ανακτόρου της Κνωσού από τον Evans, με δειγματοληψία που έγινε σε περιοχές με παρουσία σιδερένιων οπλισμών παρατηρήθηκε αρνητική επίδραση των τσιμεντοκονιαμάτων στους γυψόλιθους του μνημείου. Οι αναλύσεις στόχευαν στην μελέτη της τεχνολογίας παρασκευής και της σύνθεσης των τσιμεντοκονιαμάτων του Evans, καθώς και στην αξιολόγηση της φυσικο-χημικής αντοχής τους στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα αδρανή στα τσιμεντοκονιάματα είναι ασβεστόλιθοι, ενώ ορυκτολογική σύσταση των τσιμεντοκονιαμάτων εκτός από ασβεστίτη και χαλαζία έδειξε ενώσεις του τσιμέντου, όπως τομπερμορίτη και χλωρίτη και προσθήκη θηραϊκής γης. Το πορώδες των τσιμεντοκονιαμάτων είναι μεγαλύτερο από τις τιμές που συναντώνται σε σημερινά τσιμεντοκονιάματα, αλλά εάν ληφθεί υπόψη ότι τα εν λόγω κονιάματα παρασκευάστηκαν στις αρχές του αιώνα και έχουν υποστεί διάβρωση, θεωρείται ότι είναι ακόμα συμπαγή συστήματα με ικανοποιητικές τιμές.⁽¹³⁾

(9) Peter Kienzle, «Conservation and Reconstruction at the Palace of Minos at Knossos», 1998.

(10) Αλεξίου Στ., «Μινωικός πολιτισμός», Ηράκλειο, σελ. 149-153

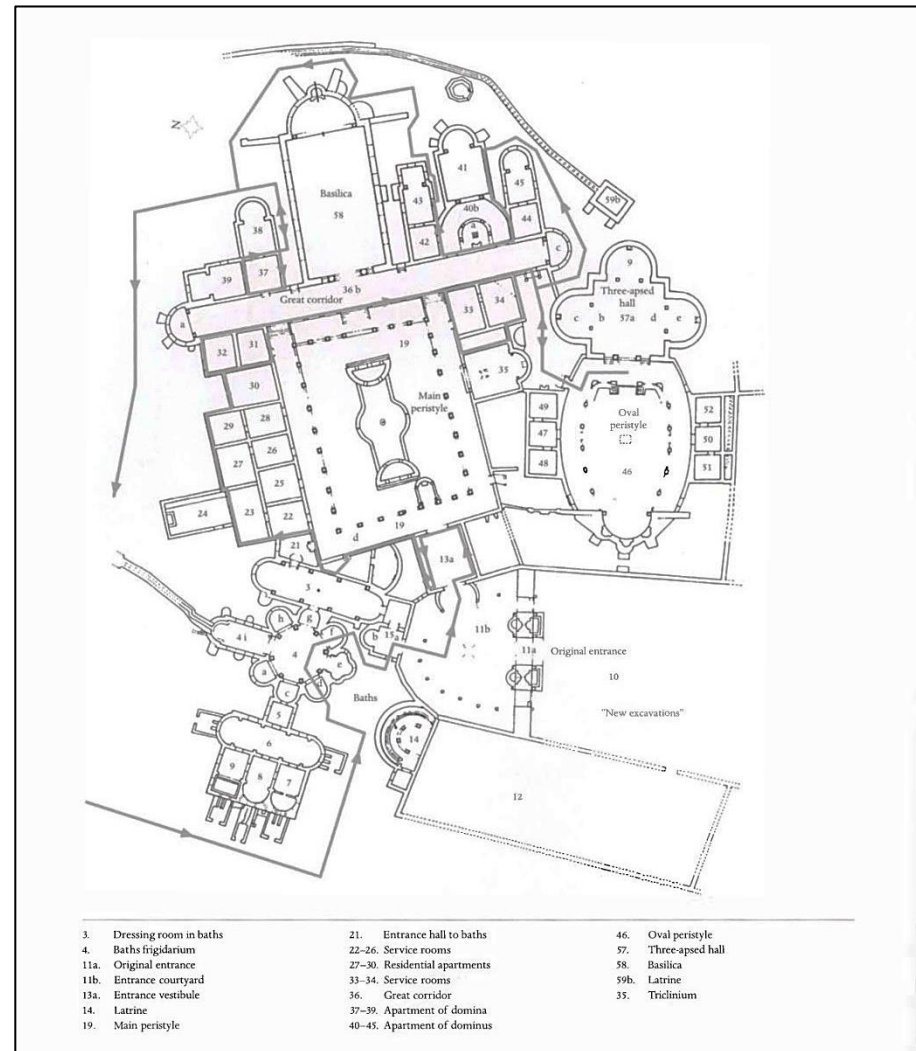
(11) Αλεξίου Στ., «SirArthurEvans: το έργο και η αντίστασή του στην κριτική», στο Knossos : Palace, City, State, σελ. 562

(12) ΥΠ.ΠΟ, Τ.Δ.Π.Ε.Α.Ε «Κνωσός 2000-2008, Συντήρηση, στερέωση και ανάδειξη του ανακτόρου και του αρχαιολογικού χώρου», σελ. 44-4

(13) A. Bakolas, G. Biscontin, Th. Markopoulos, P. Maravelaki, E. Repouskou, E. Zendri, "Indagini su calcestruzzi usati nell'area archeologica di Knossos", Scienza e Beni Culturali IX, edited by G. Biscontin, Publ. Libreria Progetto Editore Padova, 1993, pp. 403-414.

2. ΣΙΚΕΛΙΑ

Η Ύστερο-Ρωμαϊκή βίλα στην Piazza Armerina της Σικελίας είναι ιδιαίτερα γνωστή για τα εξαιρετικά ψηφιδωτά δάπεδα της. Ο αρχαιολογικός χώρος είναι γνωστός στην περιοχή ως Casale στην κεντρική, νότια Σικελία, περίπου τέσσερα χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της ιστορικής πόλης Piazza Armerina. Σε υψόμετρο 550 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, η βίλα Casale βρίσκεται βόρειο-ανατολικά στους πρόποδες των χαμηλών λόφων, ενώ στα βόρεια αποκαλύπτεται η κοιλάδα του ποταμού Nociara. Τα περισσότερα από τα ερείπια του αρχαιολογικού χώρου σήμερα στην περιοχή Casale, ανήκουν σε μια Ύστερο-Ρωμαϊκή βίλα, η οποία κατασκευάστηκε πιθανότατα κατά την περίοδο των 300-330 π.Χ. Μερικά από τα τείχη της ρωμαϊκής βίλας σώζονται σήμερα μέχρι το ύψος των οκτώ μέτρων περίπου και ήταν πιθανώς πάντα καλυμμένα από βλάστηση. Η μη ορθογώνια κάτοψη της βίλας, δεν είναι ασυνήθιστη για τις μεγάλες Ρωμαϊκές επαύλεις. Έχει εξηγηθεί ως αποτέλεσμα μιας

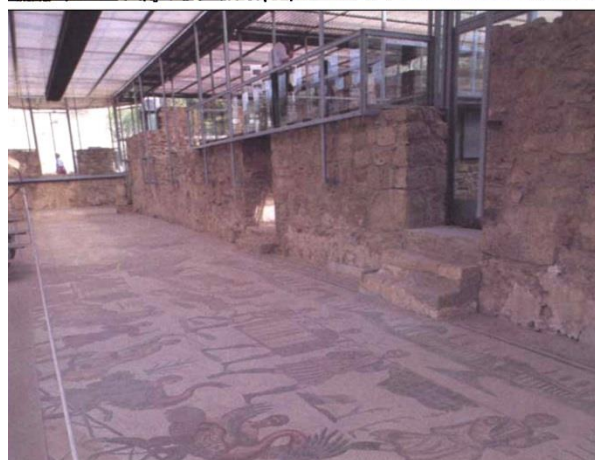


Εικόνα 32_ Κάτοψη αρχαιολογικού χώρου Casale.

ενιαίας σύλληψης με ένα σημείο φυγής εκτός του χώρου προς τα βόρεια, ως αποτέλεσμα της οργάνωσης, εκ προθέσεως ή όχι, «γύρω από μια γενικευμένη ακτινική σύνθεση έντονου εστιακού χαρακτήρα».

Το έδαφος του αρχαιολογικού χώρου αυξάνεται σταδιακά από τα δυτικά προς τα ανατολικά, βρίσκοντας τη βασιλική στο υψηλότερο σημείο της ανασκαφικής περιοχής. Επομένως, η περιήγηση στο χώρο ξεκινάει από τη μνημειακή είσοδο με τις τρεις αψίδες (αρ. 11α), σταδιακά ανεβαίνει, περνώντας μέσα από την κεντρική αυλή (αρ. 11b), την είσοδο του προθαλάμου (αρ.13α), το κύριο περιστύλιο (αρ. 19), και τομεγάλο διάδρομο (αρ. 36β), φτάνοντας τέλος στην βασιλική (αρ. 58).

Η βίλα, χτισμένη σαν ένα κτίριο με ενιαία ιστορία, κατασκευάστηκε κυρίως από κονίαμα ξερολιθιών με ακανόνιστα κομμάτια των τοπικού ψαμμόλιθου (κόκκινο τούβλο). Η πλειοψηφία των ανασκαφικών επιφανειών, αποτελείτο από ψηφιδωτά δάπεδα. Το δάπεδο της βασιλικής, αντιθέτως, είχε μια υπέροχη διακόσμηση με μάρμαρο, ενώ οι εξωτερικές αυλές ήταν συχνά στρωμένες με τούβλα. Εκτιμάται ότι περίπου τρεις χιλιάδες πεντακόσια τετραγωνικά μέτρα ψηφιδωτών δαπέδων έχουν αποκαλυφθεί στην περιοχή.



Εικόνα 33_Ρωμαϊκή έπαυλη της Piazza Armerina, Σικελία, Ιταλία. Η γενική άποψη των λουτρών δείχνει τα περιβλήματα για την προστασία των μωσαϊκών δαπέδων του αρχαιολογικού χώρου. Το ψηφιδωτό Great Hunt (B, γ) προστατεύεται από στέγες και είναι εμφανές τόσο από το επίπεδο του εδάφους όσο και από μία υπερυψωμένη διάβαση πεζών.

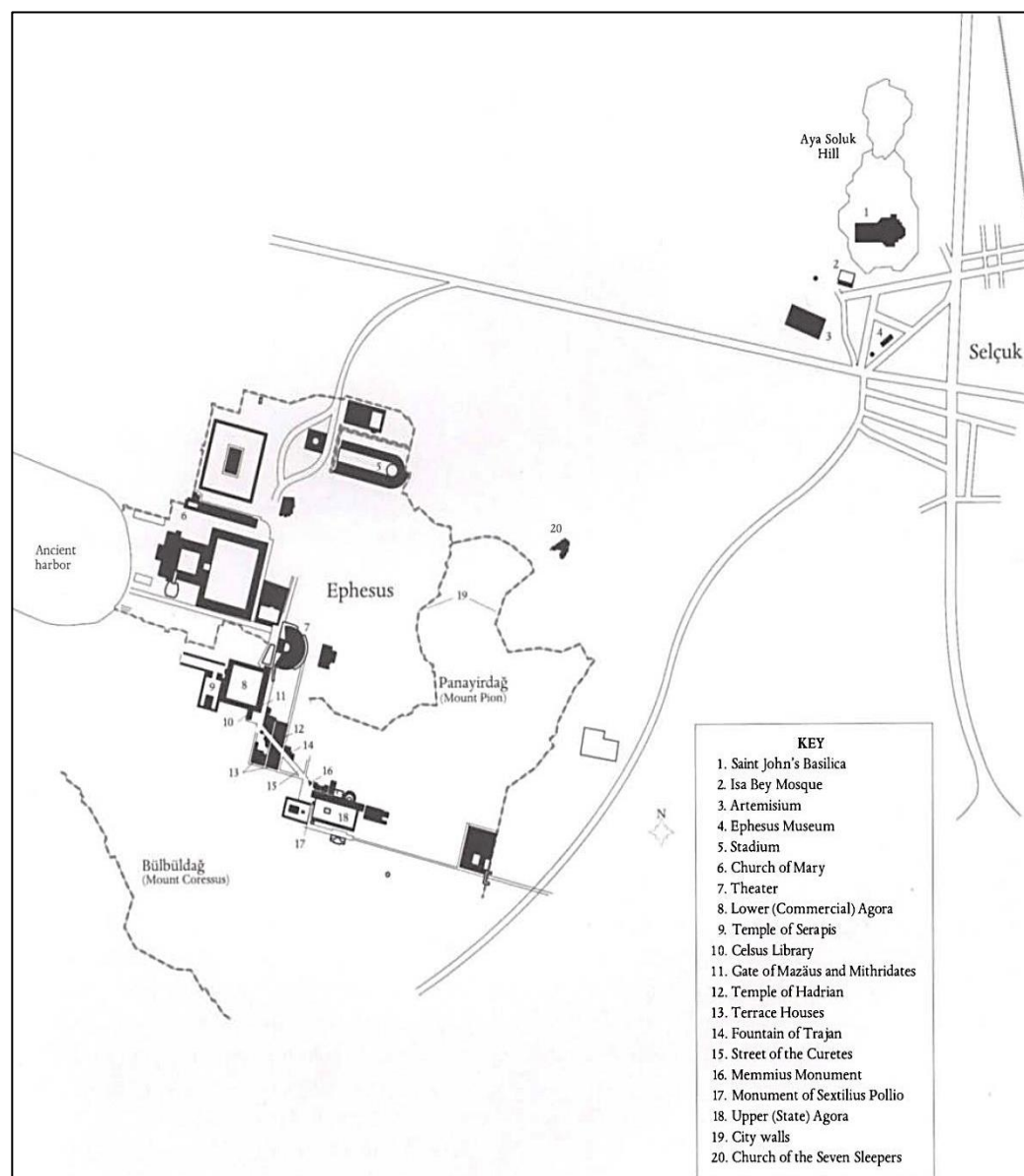
Ο αρχαιολογικός χώρος της Piazza Armerina υπήρξε και συνεχίζει να είναι το αντικείμενο πολυάριθμων επιστημονικών μελετών, λόγω των αναπάντητων ερωτημάτων για τον αρχικό ιδιοκτήτη και την ακριβή λειτουργία του. Παρουσιάζει μια σειρά από θέματα γενικού ενδιαφέροντος για την αποκατάσταση και τη διαχείριση των αρχαιολογικών χώρων, έχοντας μια σειρά από αξίες που τον καθιστούν ευρέως σημαντικό. Η ιστορική αξία του αρχαιολογικού χώρου έχει πρωτεύουσα σημασία, έπεται η αισθητική, η επιστημονική, η κοινωνική και η συμβολική, ενώ δεν παραλείπεται η οικονομική και η εκπαιδευτική αξία του χώρου.

Η βίλα είχε υποβληθεί σε μια σειρά επεμβάσεων (ανασκαφή, αποκατάσταση, προστασία) πριν από τις σύγχρονες ανακαλύψεις της. Το μεγαλύτερο μέρος των λειψάνων της βίλας που είναι ορατό σήμερα, έχει ανασκαφεί από τους Cultrera και Gentili τη δεκαετία του 1940 και του 1950. Οι προσπάθειες για την προστασία των ερειπίων ξεκίνησαν από τον Rappalardo το 1881 και στη συνέχεια εξελίχθηκαν με την ανέγερση προστατευτικών στεγάστρων και περιβλημάτων πάνω από τα υπολείμματα των τειχίων. Το 1942-1943 τα ψηφιδωτά της αίθουσας των τριών αψίδων αποκαταστάθηκαν και έγινε ανέγερση στα περισσότερα τμήματα, τα οποία τοποθετήθηκαν σε νέες βάσεις από τσιμέντο. Γέμισαν τα κενά με τσιμέντο, και τα ψηφιδωτά καθαρίστηκαν με ελαφρόπετρα. Σύγχρονες παρεμβάσεις αποτελούσαν οι ανασκαφές μικρής κλίμακας και οι εργασίες συντήρησης που απευθύνονταν στα προβλήματα που είχαν προκληθεί από προηγούμενες αποκαταστάσεις αλλά και από μια φυσική καταστροφή, την πλημμύρα της περιοχής το 1991. ⁽¹⁴⁾

(14) Getty Conservation Institute, «The Conservation of Archaeological Sites in the Mediterranean Region», σελ. 65-82

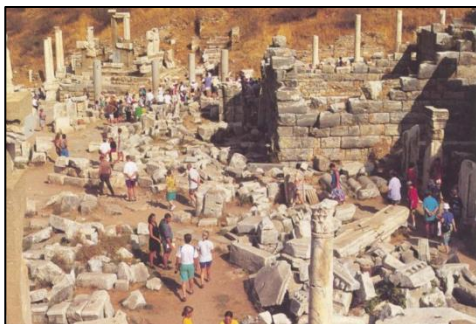
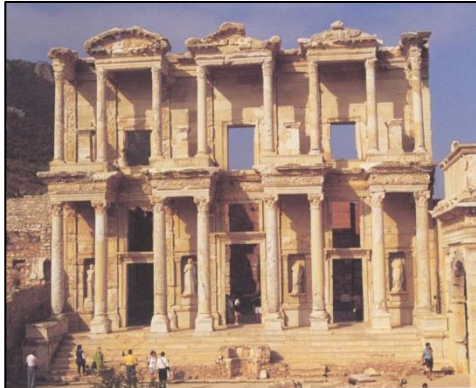
3. ΕΦΕΣΟΣ

-46- Τα ερείπια της Εφέσου βρίσκονται στα παράλια της Τουρκίας, των οποίων η ακτογραμμή είναι ορατή από το νησί της Σάμου. Η μεγαλύτερη σύγχρονη πόλη της περιοχής, η Σμύρνη, είναι εβδομήντα πέντε χιλιόμετρα βόρεια. Ο αρχαιολογικός χώρος της Εφέσου, αναφέρεται στον κύριο αστικό πυρήνα της ρωμαϊκής πόλης, της οποίας τα ερείπια βρίσκονται ανάμεσα στο Όρος Πίον και Κορησσού. Η περιοχή αυτή, η οποία ήταν το κέντρο της δραστηριότητας για αιώνες κατά τη διάρκεια των ελληνιστικών και ρωμαϊκών χρόνων, έχει γίνει πλέον σημείο αναφοράς αρχαιολόγων και επισκεπτών. Την χαρακτηρίζει μακρά και πλούσια ιστορία που περιλαμβάνει δύο χιλιετίες με σχεδόν συνεχή κατοίκηση. Ο όρος Έφεσος αναφέρεται στην μεγαλύτερη πολιτιστική-ιστορική περιοχή που περιλαμβάνει όχι μόνο τη ρωμαϊκή πόλη, αλλά και όλα τα μνημεία μέσα και γύρω από τη σύγχρονη πόλη της Selçuk (Αρτεμίσιο, Βασιλική του Αγίου Ιωάννη, εκκλησία της Παναγίας, Isa Bey Τζαμί).



Εικόνα 34_ Κάτοψη αρχαιολογικού χώρου Εφέσου.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ



Εικόνα 35_Η ανακαινισμένη Βιβλιοθήκη του Κέλσου στην ελληνορωμαϊκή πόλη της Εφέσου είναι η πιο σημαντικό δομή του αρχαιολογικού χώρου καθώς και η Πλατεία Δομιτιανού.

Η πολυπλοκότητα και η πρόκληση της προστασίας και της διαχείρισης της Εφέσου συναντώνται στην κλίμακά της, στην μνημειακότητα και την ποικιλομορφία της αρχιτεκτονικής της, στην ποικιλία των προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση και την ερμηνεία των μνημείων της κατά τη διάρκεια της ιστορίας των σύγχρονων επεμβάσεων. Επιτακτική, ωστόσο, είναι η ανάγκη να συνδυαστεί η πολλαπλότητα των συχνά αντικρουόμενων αξιών που αποδίδονται στην Έφεσο: αρχαιολογική, ιστορική, κοινωνική, συμβολική, θρησκευτική, αισθητική, φυσική, οικονομική.

Η πρώτη αρχαιολογική έρευνα της Εφέσου, πραγματοποιήθηκε από τον J. T. Wood από το 1863 ως το 1874. Η αναζήτηση για το Αρτεμίσιο, το οποίο οδήγησε τον Wood στην Έφεσο, αποτελεί το κύριο ιστορικό και αρχαιολογικό στοιχείο που εστίασε την περίοδο εκείνη. Αν και ο Wood βρήκε τα ερείπια του ναού το 1869, η διευκρίνιση της ιστορίας του Αρτεμίσιου, το οποίο εκτείνεται πάνω από χίλια χρόνια, συνεχίστηκε σχεδόν αμείωτη μέχρι σήμερα. Αυτές οι συνεχείς προσπάθειες πιστοποιούν όχι μόνο τις υπάρχουσες δυσκολίες στην εκσκαφή αυτού του χαμηλού υψομετρικά αρχαιολογικού χώρου, το οποίο είναι καλυμμένο με νερό τους περισσότερους μήνες του έτους, αλλά και την γοητεία που εκπέμπει ο τόπος τόσο για τους μελετητές όσο και για το κοινό.

Το ενδιαφέρον για τα θρησκευτικά μνημεία του αρχαιολογικού χώρου της Εφέσου έδωσε νέα ώθηση με την ανακάλυψη των ερειπίων της εκκλησίας της Παναγίας από τον M. Roulin το 1891-92, στο δάσος νότια της Εφέσου και με την ανασκαφή της βασιλικής του Αγίου Ιωάννη από Γ. Σωτηρίου το 1921-22. Το τέλος αυτής της περιόδου συμπίπτει με το τέλος ενός κεφαλαίου με έντονη την ελληνική παρουσία στην περιοχή, όπου η ίδια η Έφεσος είναι ένα σύμβολο.

Την μεταπολεμική περίοδο από το 1954 έως το 1970 ξεκίνησε ανανεωμένη δραστηριότητα στο πλαίσιο της έρευνας της Εφέσου και σηματοδοτεί την έναρξη της αποκατάστασης και της ανοικοδόμησης. Τα μνημεία που υποβλήθηκαν σε μερική ή πλήρη αποκατάσταση ή ανακατασκευή κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου περιλαμβάνουν την Εκκλησία της Παναγίας (1956-1960), τα Λουτρά του Scholastikia (1956-58), την Βασιλική του Άγιου Ιωάννη (1957), την οδό των Κουρητών (1957), το Ναό του Αδριανού (1957-59), το Ωδείο (1960), την Κρήνη της Trajan (1962-63), την Πύλη του Ηρακλή (1962), το Μνημείο του Μέμμιου (1963), το θέατρο (1965-75), το μνημείο του Sextilius Pollio (1966) και την Κρήνη του Δομιτιανού (1970-71).

Δύο από αυτά τα έργα απεικονίζουν τις διαφορετικές προσεγγίσεις που λαμβάνονται για το πρόβλημα της παρουσίασης ενός ελλιπούς μνημείου. Η παλαιότερη αποκατάσταση ήταν εκείνη του ναού του Αδριανού (1957-59). Το έργο αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας εννοιολογικής προσέγγισης που επρόκειτο να γίνει τυποποιημένη μεθοδολογία αποκατάστασης, αυτό που ψηφίστηκε το 1965 στο Χάρτη της Βενετίας. Η πρόθεση της αποκατάστασης ήταν να κάνει το μνημείο κατανοητό και να παρουσιάσει ένα αρμονικό σύνολο. Για το σκοπό αυτό, τα αντίγραφα των στοιχείων που λείπουν και εκείνων που θεωρούνται υπερβολικά πολύτιμα ή εύθραυστα για να εμφανίζονται στην αρχική τους τοποθεσία, ενσωματώθηκαν στο ναό. Λευκό τσιμέντο χρησιμοποιήθηκε για τα αντίγραφα έτσι ώστε να εναρμονιστούν με τα πρωτότυπα υλικά, αλλά με διαφορετική προσέγγιση. Λίγα χρόνια αργότερα, η αποκατάσταση του Μνημείου του Μέμμιου (1963), αντικατοπτρίζει μια πολύ διαφορετική προσέγγιση. Η πρόθεση δεν ήταν να παρουσιάσει ένα αρμονικό σύνολο, αλλά να μεταφέρει τον κατακερματισμό των μνημείων και της ιστορίας της εγκατάλειψής, της κατάρρευσης και της καταστροφής τους. Μια σκόπιμα προκλητική επέμβαση, η χρήση σκυροδέματος στην ανακατασκευή του Μνημείου του Μέμμιου, το τραχύ ανάγλυφο φινίρισμα ενάντια στην λεία υφή των πρωτότυπων μαρμάρινων σωζόμενων ερειπίων.⁽¹⁵⁾

(15) Getty Conservation Institute, «The Conservation of Archaeological Sites in the Mediterranean Region», σελ. 127-148

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρατηρώντας τις διάφορες επεμβάσεις σε αρχαιολογικούς χώρους της Μεσογείου τα τελευταία εκατό χρόνια διαπιστώνουμε ότι η αντιμετώπισή τους είναι παραπλήσια, όσον αφορά στα υλικά αποκατάστασης, δημιουργώντας μια σειρά ζητημάτων, που αποζητούν άμεση επίλυση μέσω επιστημονικών μελετών, αντικαθιστώντας τα υλικά προγενέστερων αποκαταστάσεων (τσιμέντο) με νέα, συμβατά με τις αρχαίες δομές. Είναι εμφανές ότι η έλλειψη προτύπων στην Ευρώπη, καθώς και η έλλειψη συνενόησης των φορέων που ήταν υπεύθυνοι για τις αποκαταστάσεις αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, οδήγησαν την Αμερικανική σχολή σε μια προσπάθεια να διασώσει τα αρχαιολογικά κατάλοιπα του Κομμού με τη χρήση σύγχρονων υλικών χωρίς όμως απολύτως ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω της παρούσας ερευνητικής εργασίας, διαπιστώθηκε ότι στον Κομμό έχουν εκπονηθεί, ανά διαφορετικά χρονικά διαστήματα, αρκετές επεμβάσεις συντήρησης που αφορούν στην υποστήριξη των κατακόρυφων πρανών και την ενίσχυση των υπάρχοντων κονιαμάτων στα αρχαιολογικά κατάλοιπα. Παρατηρήθηκε ύπαρξη αρκετών κονιαμάτων επισκευής: τα πιο ανοιχτόχρωμα με περιεκτικότητα σε τσιμέντο, το κουρασάνι το οποίο περιέχει κεραμικό, το συναντάμε με διαφορετικές αναλογίες και η τσιμεντοκονία μαζί με άμμο. Η τσιμεντοκονία έχει χρησιμοποιηθεί ως αρμολόγημα και ως επικάλυψη σε νεώτερες λιθοδομές, αλλά και πετακτή, μπροστά από τα κατακόρυφα πρανή.

Η ανάθεση αποκατάστασης του χώρου στον κ. Νικάκη από την Αμερικανική σχολή, παρόλες τις φιλότιμες προσπάθειες να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα, αξιολογείται σήμερα επιφυλακτικά ως προς τις ιστορικές, αισθητικές και φυσικομηχανικές πτυχές της. Η επιλογή πρώτων υλών μη απαντώμενων στα ιστορικά κονιάματα, όπως το τσιμέντο και το ψημένο κεραμικό (κουρασάνι), έφερε ως αποτέλεσμα την αποτυχία, από αισθητικής πλευράς, λόγω της σύστασης και της απόχρωσης της τσιμεντοκονίας, αλλά και από άποψη αντοχής, καθώς η τσιμεντοκονία έχει ρηγματωθεί σε πολλά σημεία και ήδη απολεπίζεται σε μεγάλη έκταση. Η ασυμβατότητα αυτού του νέου υλικού (τσιμέντο) με τους αρχαίους λίθους, μελλοντικά θα επιφέρει αυξητικές τάσεις στη συνολική διάβρωση και κατ'επέκταση καταστροφή του μνημείου.



KONIAMATA

Μείζον θέμα μιας ομάδας ή κοινωνίας είναι η διασφάλιση της ταυτότητάς της στο πέρασμα των χρόνων. Αυτό εξασφαλίζεται με τη διατήρηση του κληροδοτήματος από παλαιότερες γενεές σε φυσικά αντικείμενα (λίμνες, δάση, έρημος), αυτό που ονομάζουμε πολιτιστική ιδιοκτησία, αλλά και των άυλων υλικών των ανθρώπινων δημιουργημάτων (μνημεία, κτίρια πόλεις κ.τ.λ.).

Το σύνολο αυτών των αποθεμάτων που ονομάζεται Πολιτιστική Κληρονομιά, θέτει ως στόχο τη διατήρηση (Preservation), ή την συντήρησή της (Conservation) από το παρόν για το μέλλον. ⁽¹⁶⁾

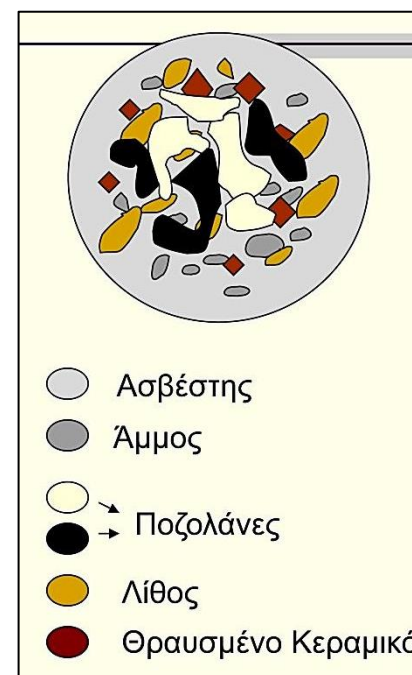
Τα κονιάματα αποτελούν μέρος της πολιτιστικής μας κληρονομιάς, αφού χρησιμοποιούνται είδη από τα προϊστορικά χρόνια. Είναι μίγματα παραγόμενα από την ανάμιξη αδρανούς υλικού, που συνήθως είναι κόκκοι άμμου, θραυσμένοι λίθοι και κεραμικά μικρής κοκκομετρίας και ενός ή περισσότερων συνδετικών υλικών, συνήθως πηλός, ασβέστης, τσιμέντο κ.λ.π. και νερού.⁽¹⁷⁾

Σε κάποιες περιπτώσεις προστίθενται στα κονιάματα, για να βελτιωθούν ιδιότητές τους, κάποια υλικά (πρόσμικτα) οργανικά ή ανόργανα ως προς τη φύση τους, τα οποία σε συνάρτηση με το είδος και την τεχνική εφαρμογή τους, δίνουν καλύτερα αποτελέσματα.⁽¹⁸⁾

(16) <https://el.wikipedia.org/wiki>

(17) Σημειώσεις μαθήματος: Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών, μνημείων και αρχιτεκτονικών επιφανειών», καθ. Νόνη Μαραβελάκη.

(18) Αμ.Γ.Κορωναίος-Γ.Ι.Πουλάκος, «Τεχνικά υλικά, Τόμος 1», Ε.Μ.Π. Αθήνα 2006, σελ. 27.



Εικόνα 36_Στιλπνή τομή κονιάματος στο πολωτικό μικροσκόπιο.

1. ΚΟΝΙΑ



Αερικά

- Αερικά ή ασβεστοπικά κονιάματα από τα Ενετικά Τείχη Χανίων

Υδραυλικά

- Με υδραυλική άσβεστο
- Με θραυσμένο κεραμικό
- Με ποζολάνες

Ακρογωνιαίο λίθο του κονιάματος αποτελούν τα συνδετικά υλικά, δηλαδή οι κονίες. Οι κονίες διακρίνονται σε φυσικές, αν προέρχονται αυτούσια από τη φύση π.χ. φυσικές ποζολάνες ή τεχνητές, αποτέλεσμα δηλαδή θερμικής επεξεργασίας φυσικών πόρων π.χ. ασβεστόλιθος. Επίσης ανάλογα με τη χημική τους σύσταση διακρίνονται σε ανόργανες (άσβεστος) και σε οργανικές (ρητίνες).⁽¹⁹⁾

Η κονία μπορεί να είναι στερεή, σε μορφή σκόνης (υδράσβεστος, τσιμέντο), ή σε ρευστή μορφή όπως ο ασβεστόλιθος. Και στις δύο περιπτώσεις όταν αναμιχθούν με νερό δημιουργούν πολτό. Ο πολτός αυτός περνάει σταδιακά από τα στάδια της πήξης και σκλήρυνσης για να πάρει την τελική του μορφή και να ανακτήσει τις μηχανικές του ιδιότητες. ⁽²⁰⁾

Με τον όρο πήξη, χαρακτηρίζουμε το φαινόμενο κατά το οποίο ο πολτός που έχει δημιουργηθεί, χάνει τις πλαστικές του ιδιότητες και με τον όρο σκλήρυνση χαρακτηρίζουμε το φαινόμενο κατά το οποίο ο πολτός σκληραίνει και ανακτά τις αντοχές του.

Ο τρόπος πήξης και σκλήρυνσης των κονιών τις διακρίνει σε αερικές και υδραυλικές.

Εικόνα 37_Είδη κονιαμάτων: Αερικά-Υδραυλικά.

ΑΕΡΙΚΕΣ είναι οι κονίες που σκληραίνουν με τη βοήθεια του ατμοσφαιρικού αέρα αποδίδοντας νερό. Διατηρούνται σε συνθήκες με χαμηλή υγρασία, λόγω του ότι οι αερικές κονίες είναι υδροδιαλυτές και κατά συνέπεια διαλύονται στο νερό ή ακόμα και σε περιβάλλον με αυξημένη υγρασία.

ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ χαρακτηρίζονται οι κονίες οι οποίες μπορούν να μπουν στη διαδικασία πήξης και σκλήρυνσης τόσο στον αέρα όσο και μέσα σε υγρό περιβάλλον ή ακόμα και στο νερό.⁽²¹⁾ Χαρακτηριστικό παράδειγμα η υδραυλική ασβέστος η οποία αρχικά πήζει και σκληραίνει στον αέρα, με την πάροδο του χρόνου έχει την ιδιότητα να διατηρείται στο νερό, όπου η διαδικασία της σκλήρυνσης συνεχίζεται. Η ιδιότητα που έχουν οι κονίες να πήζουν και να σκληραίνουν στο νερό ονομάζεται **υδραυλικότητα**.⁽²²⁾

(19) Μ. Τζιότζιου, Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του μηχανισμού πήξης κονιαμάτων τύπου ασβέστη-φυσικής ποζολάνης», 2013, σελ3

(20) Σημειώσεις μαθήματος: «Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών, μνημείων και αρχιτεκτονικών επιφανειών», καθ. Νόνη Μαραβελάκη.

(21) Μ. Τζιότζιου, Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του μηχανισμού πήξης κονιαμάτων τύπου ασβέστη-φυσικής ποζολάνης», 2013, σελ2

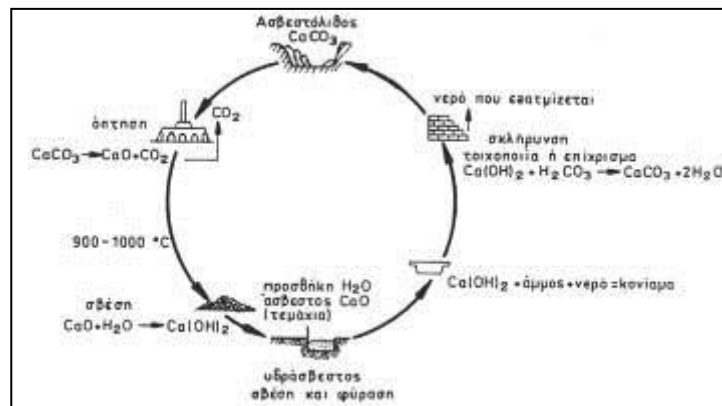
(22) Αμ.Γ.Κορωνάιος-Γ.Ι.Πουλάκος, «Τεχνικά υλικά, Τόμος 1», Ε.Μ.Π. Αθήνα 2006, σελ. 27.

α. ΑΣΒΕΣΤΟΣ

Η κονία που παράγεται με τη διαδικασία της όπτησης από ασβεστόλιθους ονομάζεται δομική άσβεστος και χρησιμοποιείται στις κτηριακές κατασκευές είτε σε νέες είτε για τη διατήρηση- συντήρηση παλαιότερων.

Αερική ή καυστική άσβεστος ονομάζεται το οξείδιο του ασβεστίου CaO το οποίο παράγεται από την όπτηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων, τα οποία αποτελούνται κυρίως από καθαρό ανθρακικό ασβέστιο με ταυτόχρονη αποβολή CO_2 κάτω από υψηλές θερμοκρασίες. Η αερική άσβεστος αποτελεί την βασική κονία των ασβεστοκονιαμάτων, ασβεστογυψοκονιαμάτων και θηραϊκονιαμάτων. Κάποιες φορές χρησιμοποιείται η καυστική άσβεστος για βελτίωση της εργασιμότητας και καλύτερης πρόσφυσης των τσιμεντοκονιαμάτων.

Υδραυλική άσβεστος. Παρασκευάζεται με όπτηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων που περιέχουν σε μεγάλη ποσότητα οξείδιο του αργιλίου και πυριτίου. Η διαδικασία της όπτησης γίνεται σε καμίνια με θερμοκρασίες που φτάνουν τους $1000-1200^\circ\text{C}$. Στις θερμοκρασίες αυτές σχηματίζονται οξείδια του αργιλίου, του πυριτίου και του σιδήρου μαζί με άσβεστο. Τα παραγόμενα αυτά οξείδια είναι οι υδραυλικοί συντελεστές της κονιάς. Η υδραυλική άσβεστος όταν αναμειχθεί με άμμο δίνει κονιάματα των οποίων οι μηχανικές ιδιότητες είναι καλύτερες της αερικής ασβέστου, όμως σε σχέση με τα άλλα υδραυλικά κονιάματα, όπως τα τσιμεντοκονιάματα, μειονεκτούν λόγω της περιεκτικότητάς τους σε αρκετά μεγάλο ποσοστό ελεύθερης ασβέστου.⁽²³⁾



Εικόνα 38_Ο κύκλος της ασβέστου.



Εικόνα 39_Σβέση καυστικής ασβέστου: Σβέση οπτο-ασβεστολίθων για παραγωγή ασβέστου εν θερμώ, που θα αναμειχθεί με πλίνθους και άμμο για την παραγωγή επισκευαστικών κονιαμάτων: Chehel Sotoun Palace, Ισπαχάν, Ιράν.

Η σβέση της NHL δίνει στο εμπόριο προϊόν υπό μορφή κόνεως που έχει υδραυλικές ιδιότητες οι οποίες οφείλονται στις ενώσεις των οξειδίων του αργίλου, του πυριτίου και του σιδήρου που παράγονται κατά την όπτηση. Εκτός από τη φυσική υδραυλική άσβεστο υπάρχει και η τεχνητή (NH) η οποία όμως κατασκευάζεται από την ανάμειξη κυρίως τσιμεντούχου κλίνκερ και υδράσβεστου

Τα κονιάματα με υδραυλική άσβεστο παρουσιάζουν ιδιότητες φυσικοχημικές και μηχανικές παρόμοιες με τα ιστορικά κονιάματα και γι αυτό τον λόγο προτείνονται ανεπιφύλακτα σε εργασίες συντήρησης μνημείων και αρχαιολογικών χώρων. Προσφέρουν αξιόπιστες λύσεις στη διατήρηση αρχαίων καταλοίπων αλλά και σε σύγχρονες κατασκευές, υπερτερώντας κατά πολύ των κονιών που περιέχουν τσιμέντο, το οποίο ως τεχνητό υλικό δεν υποστηρίζει τη συνεργασία με φυσικά υλικά όπως η πέτρα με αποτέλεσμα να ζημιώνει αντί να ενισχύει τη συμπεριφορά του κτηρίου ή του μνημείου στο χρόνο.

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ – ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ (NHL)

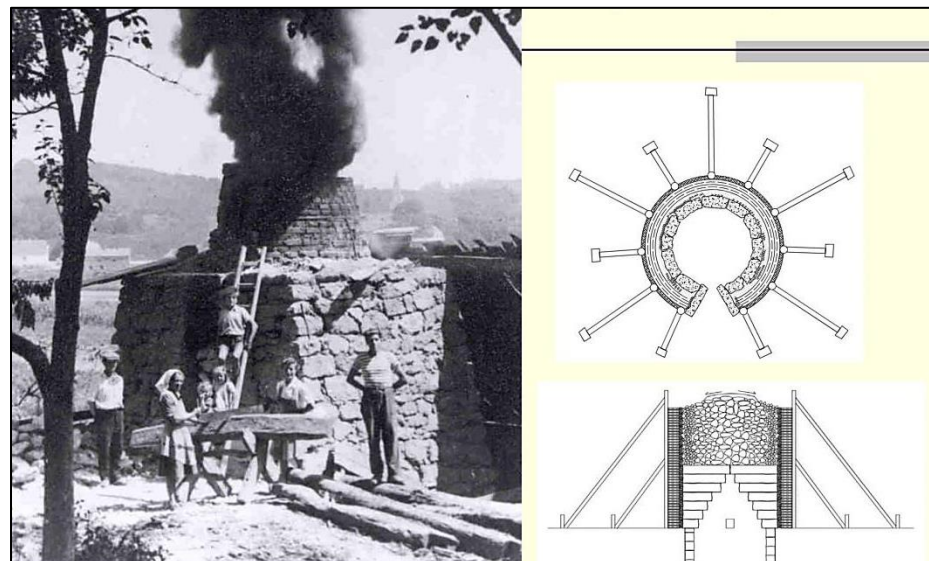
- Είναι φυσικό προϊόν χωρίς φυσικά πρόσθετα.
- Έχει χαμηλό δείκτη ραδιενέργειας.
- Κατά την παραγωγή της, η ενέργεια που καταναλώνεται είναι λιγότερη από εκείνη που απαιτείται για την παραγωγή τσιμέντου.
- Δεν απαιτεί τη χρήση χημικών προσθέτων γιατί παρέχει κονιάματα με εργασιμότητα και αμελητέα συρρίκνωση. Σε καθαρά ασβεστοπικά κονιάματα για να βελτιωθούν τα υδραυλικά χαρακτηριστικά τους απαιτείται προσθήκη φυσικών ή τεχνητών ποζολανών. Εδώ χρειάζεται μνεία να μην επηρεαστούν οι ιδιότητες του τελικού κονιάματος, όπως η πλαστικότητα ή η ατμοπερατότητά του.
- Το αποτέλεσμα είναι οικονομικό, αφού εξασφαλίζεται καλής ποιότητας κονίαμα μόνο με τη χρήση νερού και αδρανών.

- Εξασφαλίζει συμβατότητα με τα αρχαία κονιάματα.
- Προσφέρει την ικανότητα ατμοπερατότητας.
- Έχει υψηλό δείκτη πλαστικότητας με αποτέλεσμα τη μείωση της πιθανότητας ρηγματώσεων.
- Υψηλος είναι και ο δείκτης προστασίας στην παρουσία υγρασίας. Γι' αυτό το λόγο τα κονιάματα υδραυλικής ασβέστου θεωρούνται κατάλληλα ακόμα και σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα, λόγω της μακροπορώδους διαπερατής δομής τους. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι η ανθεκτικότητα του τσιμέντου σε θαλάσσιο περιβάλλον είναι ελάχιστη αφού το θαλασσινό νερό αντιδρά με το C3A (αργλικό τριασβέστιο) προκαλώντας φθορές στο ίδιο το τσιμέντο και κατα συνέπεια σε όλη την κατασκευή. (24)

Στην εργασία «P. Maravelaki-Kalaitzaki, I. Karatasios, A. Bakolas, V. Kilikoglou, “Hydraulic lime mortars for the restoration of the historic masonry in Crete”, *Cement and Concrete Research*, 35, 2005, 1577–1586» παρουσιάζονται αποτελέσματα από την φυσικο-χημική ανάλυση ιστορικών κονιαμάτων και επιχρισμάτων και την αξιολόγηση κονιαμάτων αποκατάστασης με φυσική υδραυλική άσβεστο ως κονία και αδρανή από πυριτική άμμο και κονιοποιημένο κεραμίδι. Τα κονιάματα αποκατάστασης εφαρμόστηκαν σε ιστορικά μνημεία της Κρήτης. Οι αναλογίες κονίας, αδρανών και ύδατος επιλέχθηκαν ώστε να εξασφαλίζουν την καλύτερη εργασιμότητα του κονιάματος. Τα ιστορικά κονιάματα που περιείχαν μαγνησιακή άσβεστο, χρειάζονταν αντικατάσταση, διότι προηγούμενες επεμβάσεις με τσιμεντο-κονιάματα είχαν προκαλέσει σημαντικές φθορές. Τα κονιάματα αποκατάστασης εξετάστηκαν μετά ενός έτους ωρίμανση ως προς τα: απορρόφηση νερού με τριχοειδή αναρρίχηση, αντοχή σε θλίψη, μέτρο ελαστικότητας, πορώδες και κατανομή των πόρων και αποδείχτηκε η καταλληλότητά τους για την εφαρμογή στα μνημεία. Μετά από τρία χρόνια εφαρμογής των κονιαμάτων και επιχρισμάτων με βάση την φυσική υδραυλική άσβεστο, μακροσκοπικές παρατηρήσεις και αναλύσεις τους απέδειξαν ότι δεν υπάρχουν μικρο-ρωγμές ή απελευθέρωση ευδιάλυτων αλάτων.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΟΝΤΕΡΝΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΑΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ

1. Καύσιμα σε αρχαίους κλιβάνους: ξύλο, τύρφη και ξυλοκάρβουνο. Αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες περίπου 900 °C και μεγάλος χρόνος έψησης. Παραγόμενος ασβέστης μικροκρυσταλλικός με αυξημένο πορώδες, ειδική επιφάνεια και δραστικότητα. Σύγχρονα καύσιμα: Πετρέλαιο, αέρια. Αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες 1000-1300 °C. Υπερέψηση του ασβεστόλιθου, με προβλήματα στην έσβεση, καθώς και παραγωγή ανεπιθύμητων δευτερογενών προϊόντων.
2. Έως τις αρχές 20ου αιώνα η έσβεση της ασβέστου γινόταν σε μεγάλες τάφρους για μεγάλο χρονικό διάστημα έως και χρόνια. Πλήρης ενυδάτωση. Καλές μηχανικές αντοχές. Σύγχρονη εποχή: Αυτοματοποιημένες διεργασίες σε βιομηχανική κλίμακα. Παραγόμενος ασβέστης, χαμηλής ποιότητας. Κύρια χρήση της ασβέστου στη βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα, στην βιομηχανία πλαστικών, στην υαλουργία, στην ζαχαροβιομηχανία κ.τ.λ. Ανταπόκριση των πιο πάνω απαιτήσεων (25).



Εικόνα 40_Καμίνι ασβέστου.



Εικόνα 41_Παρασκευή ασβέστου.

(23) Αμ.Γ.Κορωναίος-Γ.Ι.Πουλάκος, «Τεχνικά υλικά, Τόμος 1», Ε.Μ.Π. Αθήνα 2006, σελ. 28.

(24) BIOCASA, Κονιάματα με καθαρή υδραυλική άσβεστο NHL 3.5 σύμφωνα με το προτότυπο 459-1 σελ.2

(25) <https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Historic%20building%20materials%20-%20Binder>



Εικόνα 42_Κονιάματα με υδραυλική άσβεστο και θραυσμένο κεραμικό.



Εικόνα 43_Ghaleh Dokhtar, Iran, 209 μ.Χ.
Κατασκευή με πολύ ανθεκτικά γυψοκονιάματα

β. ΠΟΖΟΛΑΝΕΣ

Στις υδραυλικές κονίες ανήκουν και οι ποζολάνες, οι οποίες δεν είναι κονίες αυτούσιες, αλλά μπορούν να λειτουργήσουν ως κονίες μετά από αντίδραση με ασβέστη. Δηλ. οι ποζολάνες περιέχουν κυρίως ενεργά πυριτικά συστατικά τα οποία λειτουργούν ως κονία μόνον όταν αντιδρούν με ασβέστη. Με την λεγόμενη ποζολανική αντίδραση παράγονται συστατικά παρόμοια με εκείνα που λαμβάνονται κατά την ενυδάτωση του τσιμέντου ή και της υδραυλικής ασβέστου. Οι ενώσεις που προκύπτουν από την αντίδραση ποζολάνης και ασβέστου, κυρίως ασβεστοπυριτικές ενώσεις παρουσία ύδατος σκληραίνουν από τα παραγόμενα υδραυλικά συστατικά που προσομοιάζουν με εκείνα του τσιμέντου. Οι ποζολάνες διακρίνονται σε φυσικές και τεχνητές ανάλογα με την προέλευσή τους. Τις φυσικές ποζολάνες τις παραλαμβάνουμε αυτούσιες από το περιβάλλον, είναι κυρίως ηφαιστιογενούς προελεύσεως, όπως η θηραϊκή γη, η Ιταλική Pozzolana (Pozzuoli από την οποία πήρε το όνομά της η κατηγορία αυτών των κονιών), η Γερμανική trass κ.α. Οι τεχνητές ποζολάνες παράγονται από αργίλους και σχιστόλιθους με πύρωση σε θερμοκρασία 770 και 900 °C. Αυτές είναι κυρίως οι σκωρίες υψικάμινου (η λεγόμενη υπτάμενη τέφρα) η οποία είναι σκόνη παραγόμενη από καύση λιθανθράκων και λιγνιτών σε εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας.⁽²⁶⁾

γ. ΓΥΨΟΣ

Η γύψος είναι αποτέλεσμα αφυδάτωσης της φυσικής γύψου μετά από διαδικασία όπτησης. Στη φυσική γύψο περιέχονται προσμίξεις που μέχρι ένα ποσοστό 6% είναι ανεκτές όταν όμως αυτό το ποσοστό ξεπεράσει το 20% είναι ακατάλληλη για γυψοκονία την οποία παίρνουμε από την όπτηση της φυσικής γύψου γιατί είναι βραδύπηκτη.

d. ΤΣΙΜΕΝΤΟ

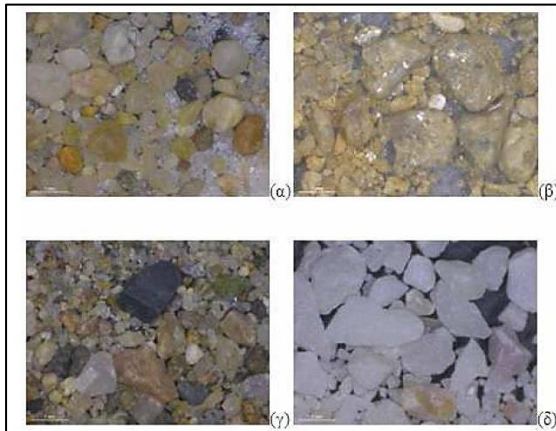
Το τσιμέντο είναι λεπτόκοκκη κονία την οποία παράγουμε τεχνητά με λεπτή άλεση του κλίνκερ. Το κλίνκερ προκύπτει από την όπτηση του ασβεστολιθικού και αργιλοπυριτικού πετρώματος. Το τσιμέντο έχει την ιδιότητα να πήζει και να σκληραίνει τόσο στον αέρα όσο και στο νερό. Έχει την ικανότητα μετά την σκλήρυνσή του να μην διαλύεται κατά την παραμονή του στο νερό. Το τσιμέντο χρησιμοποιείται ευρέως λόγω της υδραυλικής του ιδιότητας σε συνδιασμό με τις υψηλές αντοχές τόσο σε δομικές κατασκευές αλλά και σε δομικά έργα.(27)



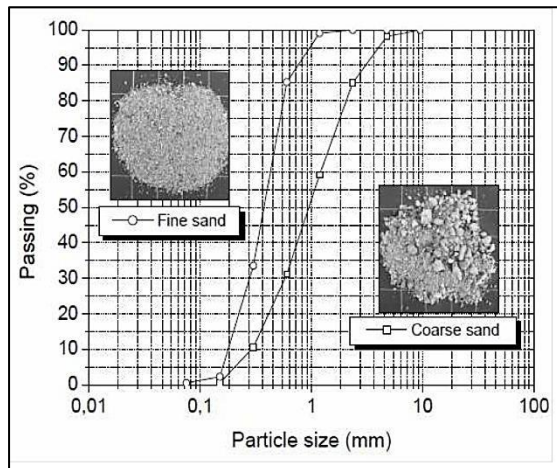
Εικόνα 44_Ασυμβατότητα τσιμεντοκονιαμάτων και πορωδών δομικών υλικών. Τα τσιμεντοκονιάματα, διοχέτευαν τα άλατα που περιέχουν προς την πορώδη δομή των πλίνθων με αποτέλεσμα την αποκόλληση τμημάτων.

(26) Αμ.Γ.Κορωνάιος-Γ.Ι.Πουλάκος, «Τεχνικά υλικά, Τόμος 1», Ε.Μ.Π. Αθήνα 2006, σελ. 58.

(27) Σημειώσεις μαθήματος:«Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών, μνημείων και αρχιτεκτονικών επιφανειών», καθ. Νόνη Μαραβελάκη.



Εικόνα 45_Παρατήρηση μορφολογικών χαρακτηριστικών των αδρανών στο στερεομικροσκόπιο. (α)πρότυπη άμμος ψηλής σφαιρικότητας (β)χαμηλής σφαιρικότητας (γ)μέτριας σφαιρικότητας (δ)μικρής σφαιρικότητας



Εικόνα 46_Καμπύλες κοκκοδιαβάθμισης χονδρόκοκκης και λεπτόκοκκης άμμου. Ο κατακόρυφος άξονας αντιπροσωπεύει το αθροιστικό επί τοις εκατό ποσοστό των κόκκων που έχει διάμετρο μικρότερη από αυτή που αντιστοιχεί στον οριζόντιο λογαριθμικό άξονα.

2. ΑΔΡΑΝΗ

Με τον όρο αδρανή εννοούμε τα κοκκώδη υλικά τα οποία παράγονται από τεχνητή κυρίως θραύση φυσικών πετρωμάτων, αλλά και από τεχνητά υλικά όπως π.χ. σκωρίες υψικαμίνων. Το αδρανές το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως στα κονιάματα είναι η άμμος, η οποία δεν πρέπει να έχει προσμίξεις που να προκαλούν μείωση στην αντοχή και σταθερότητα των κονιαμάτων, ή να επηρεάζουν αρνητικά άλλες ιδιότητες των κονιαμάτων προκαλώντας επιβλαβείς χημικές αντιδράσεις με την κονία.⁽²⁸⁾

Η διάμετρος των κόκκων της άμμου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 4 mm και η διαβάθμισή τους να είναι τέτοια ώστε ο όγκος των κενών που δημιουργείται μεταξύ τους να είναι ο μικρότερος δυνατός. Πρέπει να πούμε ότι τα αδρανή υλικά δεν λαμβάνουν χώρα στις αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά την διαδικασία πήξης και σκλήρυνσης των κονιαμάτων. Ανάλογα με το μέγεθός τους έχουμε τρεις κατηγορίες αδρανών:

- Την άμμο με διάμετρο κόκκων d να κυμαίνεται μεταξύ $0 < d < 8$ και συμβολίζεται με (0/8)
- Το γαρπίλι με διάμετρο κόκκων d να κυμαίνεται μεταξύ $8 < d < 16$ και το συμβολίζουμε (8/16) και τέλος
- Τα πιο χονδρόκοκα υλικά, τα σκύρα που ικανοποιούν τη σχέση $16 < d < 64$ και συμβολίζεται με (16/24)⁽²⁹⁾

(28) Σημειώσεις μαθήματος: «Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών, μνημείων και αρχιτεκτονικών επιφανειών», καθ. Νόνη Μαραβέλακη.

(29) Αιμ.Γ.Κορωναίος-Γ.Ι.Πουλάκος, «Τεχνικά υλικά, Τόμος 1», Ε.Μ.Π. Αθήνα 2006, σελ. 59.

○ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ

Τα κονιάματα αποτελούν σύνθετα υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται ήδη από τα προϊστορικά χρόνια, είτε σαν συνδετικά υλικά δόμησης στην τοιχοποιία των κτισμάτων, είτε σαν επιχρίσματα (για την κάλυψη, μόνωση και προστασία εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών). Τα κονιάματα είναι μίγματα υλικών που αποτελούνται, κατά βάση, από ένα ή περισσότερα συνδετικά υλικά (π.χ. πηλός, ασβέστης, τσιμέντο), αδρανή υλικά μικρής κοκκομετρικής διαβάθμισης (π.χ. λεπτόκοκκη άμμο) και υγρό επεξεργασίας, που είναι συνήθως το νερό. Εκτός από αυτά τα συστατικά μπορεί να εμπεριέχονται και άλλα πρόσθετα υλικά, οργανικής ή ανόργανης φύσης, που προστίθενται ως βελτιωτικά των ιδιοτήτων του κονιάματος. Η εξέλιξή τους στο χρόνο αφορά τόσο το είδος των συνδετικών αυτών υλικών, όσο το συνδυασμό τους, σε συνάρτηση με την τεχνική εφαρμογή τους.⁽³⁰⁾

Τα κονιάματα χαρακτηρίζονται σε σχέση με την κονία που χρησιμοποιούν σε:

- Πηλοκονιάματα : Το συνδετικό υλικό που χρησιμοποιείται σε αυτά τα κονιάματα είναι ο πηλός. Ο πηλός περιέχει άργιλο και αμμώδη συστατικά μικρής και μεσαίας κοκκομετρίας. Έχει θερμομονωτικές ιδιότητες και λειτουργεί ως πυροπροστασία. Επίσης παρουσιάζει καλή πρόσφυση. Στη περίπτωση που βραχεί επανέρχεται σε πλαστική κατάσταση. Συνήθως χρησιμοποιείται για τη παραγωγή κεράμων ή πλίνθων με ή χωρίς όπτηση.



Εικόνα 46_ Πηλοκονίαμα, Ισπαχάν, Ιράν.



Εικόνα 47_ Vank Cathedral, Ισπαχάν, ενισχυμένο ασβεστοπηλοκονίαμα.



Εικόνα 48_ Περσέπολις, Ιράν, προστασία τειχών με πηλοκονίαμα.

**ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ**

- Ασβεστοκονιάματα με συνδετικό υλικό την άσβεστο (υδραυλική ή αερική)
- Ασβεστογυψοκονιάματα. Πρόκειται για την ίδια σύνθεση με τα ασβεστοκονιάματα με τη μόνη διαφορά ότι η άμμος έχει αντικατασταθεί με μαρμαρόσκονη.
- Τσιμεντοκονιάματα με τη χρήση διαφόρων τύπων τσιμέντων.
- Ασβεστοτσιμεντοκονιάματα με μίγμα ασβέστη και τσιμέντου.
- Κονιάματα τύπου ασβέστη ποζολάνης. Σε αυτά τα κονιάματα η κονία είναι μίγμα υδράσβεστου και φυσικής ή τεχνητής ποζολάνης.
- Κονιάματα τύπου τσιμέντου-ποζολάνης, με συνδετική κονία το μίγμα τσιμέντου ποζολάνης.⁽³¹⁾



Εικόνα 49_Τσιμεντοκονιάματα και ασβεστοκονιάματα



Εικόνα 50_Κατασκευή γυψοκονιαμάτων για εφαρμογή στο μνημείο.



Εικόνα 51_Επισκευή με ασβεστοκονίαμα.



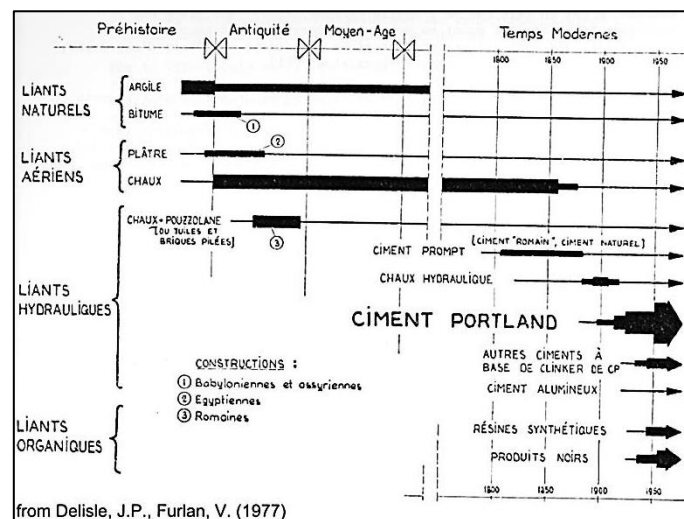
Εικόνα 52_Επάλψη γυψοκονιάματος με πηλό για απόκτηση κατάλληλου χρώματος.

Τα υλικά για την παρασκευή των κονιαμάτων που είχαν στη διάθεση τους οι παλιοί τεχνίτες ήταν πηλός, γύψος, άσβεστος, ποζολάνες, άμμος, χαλίκια, θραυστά αδρανή ή θραυστά κεραμικά, όπως επίσης άχυρα, καλάμια, ξύλα και ίνες (φυτικές και ζωικές).

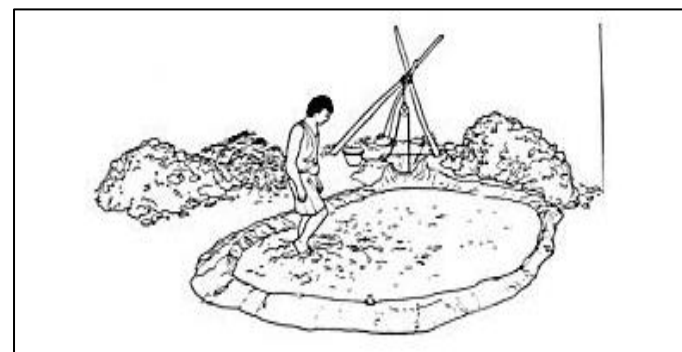
- Στην παλαιολοθική εποχή συναντάμε την πρώτη μορφή κονιάματος που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο και ήταν η **λάσπη** που εφαρμόζε ως μονωτικό υλικό, με την μορφή επιχρίσματος, στα σπήλαια - καταφύγια όπου κατοικούσε.

Με την ανάπτυξη της κοινωνικής συνείδησης, η ανάγκη για δημιουργία ανθεκτικών στο χρόνο κατασκευών (στο πλαίσιο οικισμών, λατρευτικών χώρων, οχυρώσεων, κ.ά.) οδήγησε στην εξέλιξη των τεχνικών και υλικών δόμησης. Έτσι προέκυψαν οι βασικές χρήσεις των ιστορικών κονιαμάτων (κονιάματα επίχρισης όψεων, δόμησης, υποστρωμάτων).

- Ο τύπος κονιάματος, που προκύπτει από την **ανάμιξη πηλού και άλλων πρόσθετων υλικών** (είτε οργανικών όπως ξύλο ή άχυρο, είτε ανόργανων όπως άμμος) ήταν ο βασικός τύπος κονιάματος που χρησιμοποιήθηκε για χυλιτίες και ο οποίος χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη μας.

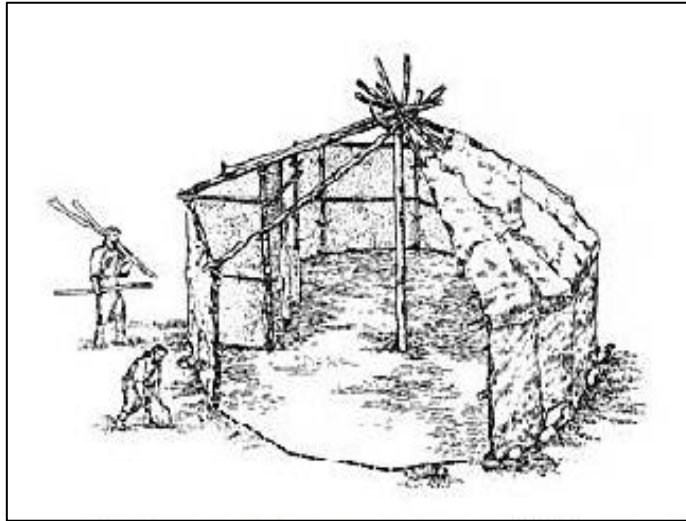


Εικόνα 53_Ταξινόμηση κονιαμάτων σύμφωνα με τις ιστορικές περιόδους.

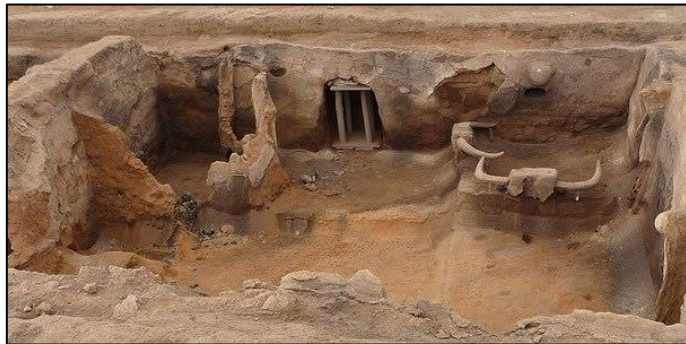


Εικόνα 54_Ανάμιξη χώματος με άχυρα για την παραγωγή πηλού για κατασκευές.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ



Εικόνα 55_Ξύλινο δικτύωμα επιχρισμένο με πηλό. Αναπαράσταση καλύβας στο Gunnersdorf, Rhineland, 2500 π.Χ.



Εικόνα 56_Οικισμός CatalHoyuk, Τουρκία. Το πρώτο νεολιθικό οικιστικό συγκρότημα κατασκευασμένο από ωμόπλινθους με πηλοκονίαμα ως συνδετικό. Η πρόσβαση στις κατοικίες γινόταν από ανοίγματα στην οροφή.

Από την μεσολιθική περίοδο (10000 - 7500 π.Χ.) οι καλύβες που ήταν κατασκευασμένες από οργανικά υλικά (ξύλο ή άχυρο) άρχισαν να επιχρίονται με πηλό για την αύξηση της προστασίας και αντοχής τους. Στον Ελλαδικό χώρο, σε πολλές νεολιθικές τοποθεσίες έχουν βρεθεί κατάλοιπα κατασκευών που είχαν ένα ξύλινο φέροντα οργανισμό, επιχρισμένο με πηλό και χρονολογούνται στα τέλη 7ης – αρχές 6ης χιλιετίας π.Χ.

Κατά την 8η χιλιετία π.Χ. στη Μεσοποταμία, Βαβυλωνία, άρχισε η χρήση **ωμοπλινθοδομών**, που κατασκευάζονταν με ωμόπλινθους (τεμάχια αποξηραμένης λάσπης) και συνδετικό πηλοκονίαμα. Αρχικά είχαν ακανόνιστο σχήμα, ενώ η τεχνολογία τους εξελίχθηκε με την δημιουργία καλουπωτών ωμοπλίνθων (από την 6η χιλιετία π.Χ. σε περιοχές της Τουρκίας και του Ιράν). Πλείστα είναι τα παραδείγματα ωμοπλινθοδομών στον Ελλαδικό χώρο, από την Μινωική Κρήτη και την Μυκηναϊκή Ελλάδα έως την σύγχρονη εποχή, όπου συναντάμε ωμοπλινθοδομές σε ιδιωτικές κατοικίες του 19ου και 20ου αιώνα (στην Ήπειρο και στην Μακεδονία), με έντονη την τάση για χρήση ωμοπλινθοδομών στις μέρες μας λόγω του χαμηλού κόστους παραγωγής και του έντονου οικολογικού προφίλ τους.

- Οι **οπτόπλινθοι** είναι πλίνθοι από πηλό που έχουν υποστεί όπτηση, η οποία οδηγεί σε σύσταση και ιδιότητες που διαφέρουν από αυτές των ωμόπλινθων (μεγαλύτερες αντοχές, καλύτερη στεγανότητα). Η χρήση τους άρχισε την 3η χιλιετία π.Χ. στην Μεσοποταμία και συνεχίστηκε μεμονωμένα έως και τα τέλη του 19ου – αρχές 20ου αιώνα μ.Χ.
- Καθώς η τεχνογνωσία του ανθρώπου γύρω από τα υλικά δόμησης αναπτυσσόταν, νέοι συνδυασμοί υλικών για την παρασκευή κονιαμάτων με βελτιωμένες ιδιότητες και συμπεριφορές αναδυόταν. Αναμφίβολα οι συνδυασμοί αυτοί ήταν διαφορετικοί σε κάθε περιοχή και κατά βάση εξαρτώνταν από την επάρκεια και αφθονία του υλικού στην περιοχή. Ένα ανάλογο παράδειγμα, είναι η δημιουργία κονιαμάτων δόμησης από **πηλό και φυσική άσφαλτο**, με προσθήκη οργανικών πρόσθετων, ίχνη των οποίων βρέθηκαν στο ναό του Ur-Nina (2500 π.Χ.). Φυσική άσφαλτος χρησιμοποιούνταν ως δομικό υλικό από τους Βαβυλώνιους, από την 4η χιλιετία π.Χ. [Davey, 1961].
- **Γυψοκονιάματα:** πρόκειται για έναν άλλο τύπο κονιάματος, που πιθανότατα αναπτύχθηκε πριν τα ασβεστοκονιάματα, λόγω της απλούστερης διαδικασίας παραγωγής γύψου. Στις πυραμίδες της Γκίζας (2600 π.Χ.) στην Αίγυπτο βρέθηκαν ίχνη συνδετικού κονιάματος με γύψο.



Εικόνα 57_Οπτοπλινθοκατασκευή με πεταλοειδές σχήμα στην Πομπηία. (1^{ος} αι. π.Χ.)



Εικόνα 58_Αποκλειστική χρήση οπτοπλίνθων, Παναγία Χαλκείων, Θεσσαλονίκη.



Εικόνα 59_Ευρείς αρμοί
ασβεστοκονιάματος, Ροτόντα,
Θεσσαλονίκη.



Εικόνα 60_Ισόδομη κατασκευή με
λεπτούς αρμούς
ασβεστοκονιάματος, Φρούριο
Αγίου Νικολάου, Ρόδος.

• Η χρήση της **ασβέστου** στην δημιουργία κονιαμάτων αποτέλεσε μια σημαντική τεχνολογική καινοτομία, δεδομένου ότι βασιζόταν σε μια περίπλοκη διαδικασία παραγωγής του υλικού (εξόρυξη, θραύση, όπτηση, σβέση υλικού). Η πρώτη καταγεγραμμένη εμφάνιση ασβεστοκαμίνου, που σηματοδοτεί ευρεία παραγωγή ασβέστη, χρονολογείται στα 14000-10000 π.Χ. και βρέθηκε στο σπήλαιο Hayonim, μια παλαιολιθική θέση στο Ισραήλ. Η χρήση ασβέστου για αρκετές χιλιετίες περιορίστηκε μόνο στην δημιουργία επιχρισμάτων και στη συνέχεια (όταν η διαδικασία όπτησης του ασβεστόλιθου βελτιστοποιήθηκε) άρχισε να χρησιμοποιείται και για την παραγωγή κονιαμάτων δόμησης. Ίχνη ασβεστιτικών επιχρισμάτων έχουν βρεθεί σε νεολιθικές κατασκευές από την 8η χιλιετία π.Χ. και εξέλιξη αυτών σε Μινωικά, Μυκηναϊκά και Κυκλαδικά ερείπια (~ 2000 π.Χ.). Στον Ελλαδικό χώρο η χρήση κονιαμάτων ασβέστη σε συνδετικά κονιάματα άρχισε αρκετά αργότερα, περί το 800 π.Χ. Καθώς προχωρούσε η συστηματοποίηση παραγωγής σβησμένου ασβέστη και τα κονιάματα ασβέστη χαρακτηρίζονταν από μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και αυξημένες μηχανικές αντοχές, αυξανόταν η χρήση συνδετικών ασβεστοκονιαμάτων στην τοιχοποιία, ενώ παράλληλα οι αρμοί των ασβεστοκονιαμάτων γινόταν όλο και πιο ανθεκτικοί. Επιπλέον, λόγω του ότι τα κονιάματα ασβέστη ήταν λεπτόκοκκα και παρουσίαζαν μεγάλη ομοιογένεια, ενώ παράλληλα προσέφεραν ανθεκτικότητα και στεγανότητα, είχαν ευρεία εφαρμογή και σαν επιχρίσματα. Η επίχριση με κονιάματα ασβέστη είχε σκοπό την προστασία και την εξομάλυνση των ατελειών των τοίχων, καθώς και την δημιουργία υποστρώματος για επόμενες επεμβάσεις διακόσμησης. Ασβεστιτικά επιχρίσματα, συχνά έγχρωμα, εφαρμόζονταν επίσης και σε αρχιτεκτονικά μέλη ναών (π.χ. κίονες) με σκοπό την προστασία τους αλλά και την διακόσμησή τους (τα έγχρωμα επιχρίσματα προέκυπταν με ανάμιξη των ασβεστοκονιαμάτων με χρωστικές επι ξηρώ).

- Η χρήση **ποζολανικών υλικών** στην δημιουργία κονιαμάτων αποτέλεσε την επόμενη σημαντική τεχνολογική εξέλιξη. Οι αυξημένες μηχανικές αντοχές και η ανθεκτικότητα των ποζολανικών κονιαμάτων στην επίδραση της υγρασίας αναβάθμισαν το επίπεδο των κατασκευαστικών κριτηρίων. Δεν είναι γνωστή με ακρίβεια η έναρξη της χρήσης ποζολανών στην δημιουργία κονιαμάτων. Ωστόσο, είναι γνωστό ότι τόσο οι Έλληνες από την αρχαιότητα, όσο και οι Ρωμαίοι, γνώριζαν ότι η ανάμιξη ηφαιστειακής σκόνης, με ασβέστη και άμμο οδηγεί σε κονίαμα με μεγάλες μηχανικές αντοχές και με ισχυρές υδατοστεγανωτικές ιδιότητες. Στον Ελλαδικό χώρο κοιτάσματα ηφαιστειακού υλικού υπήρχαν στα νησιά της Θήρας και της Μήλου, από όπου προέρχονται τα φυσικά ποζολανικά υλικά γνωστά ως θηραϊκή και μηλαϊκή γη αντίστοιχα. Ποζολανικό κονίαμα που χρονολογείται στα 1500 π.Χ. βρέθηκε σε επίχρισμα στο νησί της Θήρας. Επίσης, στην δεξαμενή της Ξεστής, στον προϊστορικό οικισμό του Ακρωτηρίου της Θήρας, βρέθηκαν ίχνη υδραυλικού κονιάματος ασβέστη με μεγάλη περιεκτικότητα ποζολάνης, που είχε καλές υδατοστεγανωτικές ιδιότητες και καλές μηχανικές αντοχές. Στην Ιταλία η βασική πηγή ποζολανικού υλικού προερχόταν από την περιοχή Pozzuoli, από όπου προέρχεται ο όρος ποζολάνη. Από τον 3ο αιώνα π.Χ. οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν μίγματα ασβέστη ποζολάνης για την δημιουργία συνδετικών κονιαμάτων δόμησης, ενώ διέδωσαν την χρήση των κονιαμάτων αυτών σε όλη την Ρωμαϊκή αυτοκρατορία, στην Ευρώπη, την Βόρειο Αφρική και την Δυτική Ασία.
- Όταν δεν ήταν διαθέσιμη η ποζολάνη, οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν **κεραμάλευρο ή θραυστά κεραμικά** σαν πρόσθετα υλικά στα κονιάματα ασβέστου, με παρόμοια αποτελέσματα με αυτά της ποζολάνης. Αυτή η τεχνική συνεχίστηκε και αναπτύχθηκε και στη Βυζαντινή περίοδο. Σε πλείστα Βυζαντινά μνημεία βρέθηκαν κονιάματα βασισμένα στην άσβεστο με προσθήκη ποζολάνης, κεραμάλευρου, θραυστών κεραμικών και φυσικών αδρανών.



Εικόνα 61_Ευρείς αρμοί ασβεστο-ποζολανικού κονιάματος, Υστεροβυζαντινό κάστρο Σερβίων.

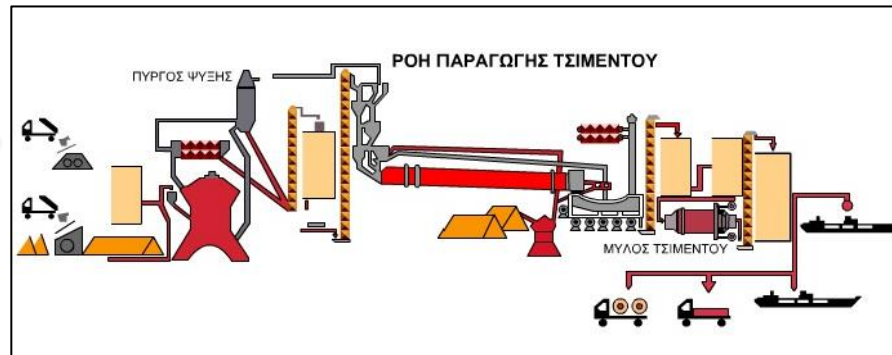


Εικόνα 62_Το καθολικό της Μεγίστης Λαύρας, Άγιο Όρος, επιχρισμένο με κουρασάνι (υψηλή συγκέντρωση σε κεραμάλευρο και θραυστά κεραμικά) αποδίδει υψηλή ανθεκτικότητα και ερυθρό χρώμα.

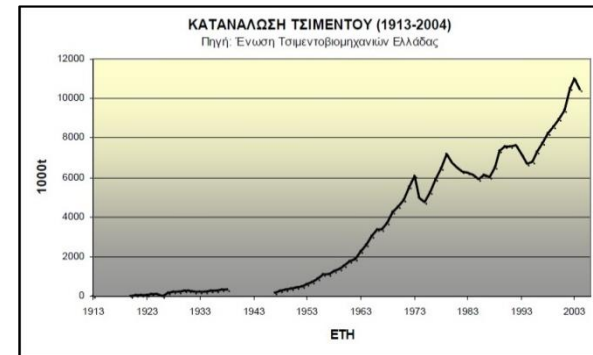
Κατά τον 18ο αιώνα άρχισε μια πιο συστηματική αναζήτηση δομικών υλικών, που θα είχαν μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές και θα παρουσίαζαν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε πιο ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό σχετίζεται άμεσα με την έναρξη της Βιομηχανικής Επανάστασης και την αυξημένη ανάγκη για κατασκευές δομικών έργων (σιδηρόδρομοι, γέφυρες, λιμάνια, έργα οδοποιίας, κ.ά.) σε μεγαλύτερη κλίμακα και μεγαλύτερη συχνότητα.

- Στα τέλη του 18ου αιώνα ο John Smeaton ήταν ο πρώτος μελετητής που αξιολόγησε τις ιδιότητες **της υδραυλικής ασβέστου**, μετά την έρευνά του για την εξεύρεση των καταλληλότερων υλικών για την κατασκευή ενός φάρου. Μέσα από τα πειράματά του διαπίστωσε ότι οι ασβεστόλιθοι που περιέχουν ποσοστό αργιλικών προσμίξεων στην σύστασή τους, παράγουν άσβεστο ικανή να πήζει μέσα στο νερό (υδραυλική άσβεστος).
- Έκτοτε, όλο και περισσότερες προσπάθειες στόχευαν στην αναζήτηση και παραγωγή δομικών υλικών με βελτιωμένες υδραυλικές ιδιότητες, που οδήγησαν στην ανακάλυψη του **τσιμέντου Portland**, το 1824 από τον Άγγλο κεραμοποιό Joseph Aspdin με όπτηση λεπτοαλεσμένου ασβεστόλιθου πλούσιου σε αργιλοπυριτικά συστατικά, στους 1000-1200 °C, σε κλίβανο ασβεστολίθου. Η έψηση συνεχιζόταν μέχρι την ολική απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα και ακολουθούσε λειοτρίβηση σε υλικό πολύ λεπτής κοκκομετρίας. Η ονομασία Portland δόθηκε από τον Aspdin στο υλικό αυτό λόγω της ομοιότητας του χρώματός του με τον γνωστό για τις αντοχές του λίθο Portland. Ακολούθησαν οι πρώτες κατασκευές με τσιμέντο Portland, όπως οι κατασκευές των σιδηροδρόμων του Λονδίνου και του Birmingham το 1824 και ενός τούνελ στον ποταμό Τάμεση το 1838. Στα τέλη του 19ου αιώνα άρχισε η μαζική παραγωγή τσιμέντου Portland, ενώ παράλληλα άρχισε και η έρευνα την βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων του και αύξηση των μηχανικών αντοχών του. Στις αρχές του 20ου αιώνα άρχισε η προτυποποίηση των βασικών δοκιμών που πραγματοποιούνται κατά τον ποιοτικό έλεγχο του τσιμέντου. Εδώ και έναν αιώνα το τσιμέντο χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, έχοντας επιδείξει ικανοποιητικές αποδόσεις, αλλά και παρουσιάζοντας σε αρκετές περιπτώσεις σημαντικά προβλήματα ανθεκτικότητας. Για το λόγο αυτό η έρευνα γύρω από την βελτίωση των ιδιοτήτων και της αύξησης της ανθεκτικότητας του τσιμέντου είναι σε εξέλιξη. (32)

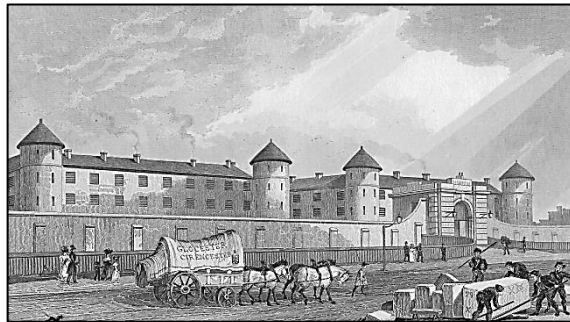
(30),(31),(32)Μ. Τζιότζιου, Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του μηχανισμού πήξης κονιαμάτων τύπου ασβέστη-φυσικής ποζολάνης», 2013, σελ. 2,3,6-10.



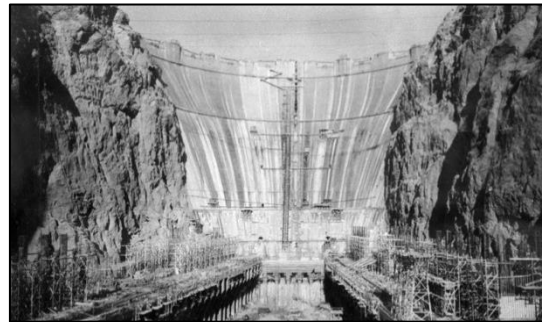
Εικόνα 63_Διάγραμμα ροής ξηρής διαδικασίας για την παραγωγή τσιμέντου Portland.



Εικόνα 64_Κατανάλωση τσιμέντου στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1913-2004.



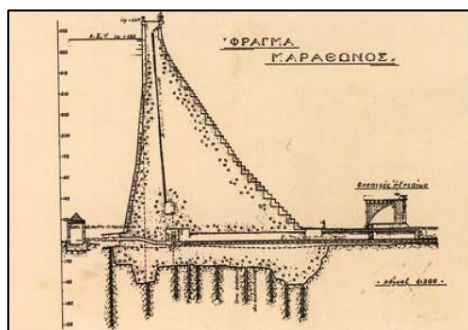
Εικόνα 65_Η πρώτη εφαρμογή σκυροδέματος στην Αγγλία το 1917 για τη θεμελίωση της φυλακής του Millbank.



Εικόνα 66_Κατασκευή του πρώτου μεγάλου φράγματος από οπλισμένο σκυρόδεμα, Hoover Dam, επί του ποταμού Κολοράντο, στα σύνορα μεταξύ των πολιτειών της Αριζόνα και της Νεβάδα στις ΗΠΑ, 1931-36.



Εικόνα 67_Κατασκευή του πρώτου ουρανοξύστη από οπλισμένο σκυρόδεμα, ύψους 64 μ. στο Σινσινάτι, Οχάιο, 1903.



Εικόνα 68_Το σχέδιο του φράγματος του Μαραθώνος, 1926. Κατασκευή από λιθοδομή και σκυρόδεμα.



Εικόνα 69_Κεντρικός ηλεκτρικός σταθμός Αγ.Γεωργίου από σκυρόδεμα, Κεραιτσίνι(1926-29). Με τη λειτουργία του σταθμού ξεκίνησε η παραγωγή ρεύματος υψηλής τάσης(τριφασικό) στην Ελλάδα.



Εικόνα 70_Το φράγμα της Πλατανόβρυσης(1995-97) από κυλινδρικό σκυρόδεμα με 82% Ιπτάμενη τέφρα Πτολεμαΐδας και 18% τσιμέντο PortlandCEMI-42.5. Αποτελεί το ψηλότερο Ευρωπαϊκό RCCφράγμα(95μ.).

Αξίζει να σημειώσουμε εδώ ότι στην αιφροδία των ιστορικών κονιαμάτων εκτός από τα ενεργά ποζολανικά πρόσθετα σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε η μακροχρόνια έσβεση του ασβέστη σε λάκκους μακριά από την επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα. Η αργή έσβεση παρήγαγε μικροκρυσταλλικό ασβέστη με αυξημένο πορώδες, ειδική επιφάνεια και δραστηριότητα που τον καθιστούν ικανό για να αντιδρά αποτελεσματικότερα με το διοξείδιο του άνθρακα ώστε να προκύπτουν ανθεκτικά κονιάματα στην διάβρωση.

Με τις σύγχρονες μεθόδους και την εξέλιξη των νέων τεχνολογιών σε συνδυασμό με τις αποτελεσματικές φυσικο-χημικές και μηχανικές ιδιότητες της φυσικής υδραυλικής ασβέστου, νέα κονιάματα δημιουργήθηκαν με αυξημένες συνδετικές ικανότητες με τα ιστορικά μνημεία. Νανο-τιτάνια σε μορφή ανατάσιου και ρουτιλίου προστέθηκε σε κονιάματα από (α) μετακαολίνη και υδράσβεστο και (β) φυσική υδραυλική άσβεστο και λεπτόκοκκα αδρανή ασβεστοτικής φύσεως. Τα κονιάματα που προέκυψαν αποσκοπούσαν στο να επανασυνδέσουν θραυσμένα τμήματα από πωρόλιθο του αρχαϊκού ναού στην Ακρόπολη Αθηνών. Σκοπός της μελέτης ήταν η επίδραση της νανο-τιτάνιας στην ενυδάτωση και ενανθράκωση αυτών των παραπάνω επιλεχθέντων κονιών. Οι φυσικο-χημικές και μηχανικές ιδιότητες των κονιαμάτων αποτιμήθηκαν με αναλύσεις DTA-TG, FTIR, SEM και XRD και συγκρίθηκαν με κονιάματα αντίστοιχα χωρίς νανο-τιτάνια. Τα αποτελέσματα συνηγορούν σε επαυξημένη ενυδάτωση, ενανθράκωση και μέτρο ελαστικότητας των κονιαμάτων με νανο-τιτάνια. Σχεδιάστηκαν ειδικά εργαστηριακά συστήματα για την αποτίμηση της συνδετικής ικανότητας λίθων-κονιαμάτων, τα οποία και κατέδειξαν την καλύτερη συνάφεια λίθων κονιαμάτων με πρόσθετο την νανο-τιτάνια. Η εργασία αυτή απέδειξε την καταλληλότητα των κονιαμάτων που προτάθηκαν για την συγκόλληση θραυσμάτων από πωρόλιθους στην Ακρόπολη Αθηνών. (33)

(33) Maravelaki-Kalaitzaki, P., Agioutantis, Z., Lionakis, E., Stavroulaki, M., & Perdikatsis, V., "Physico-chemical and Mechanical Characterization of Hydraulic Mortars Containing Nano-Titania for Restoration Applications", Cement and Concrete Composites, Volume 36, Issue 1, 2013, pp. 33-41.

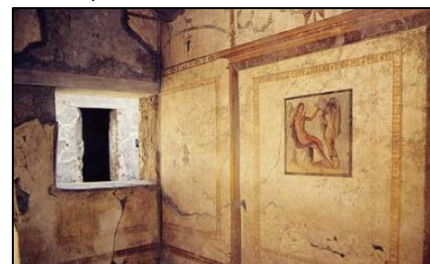
○ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

- Κονιάματα αρμών: Χαρακτηρίζονται τα κονιάματα που χρησιμοποιούν στη δόμηση τοιχοποιιών ως συνδετικό υλικό μεταξύ των δομικών στοιχείων (φυσικών ή τεχνητών λίθων). Τα κονιάματα αρμών πρέπει να έχουν πλαστικότητα, ώστε να καλύπτουν τυχόν ανωμαλίες των λίθων και καλή πρόσφυση. Η αντοχή τους, κυρίως σε διάτμηση, είναι σημαντική για τη σταθερότητα της τοιχοποιίας. Τέλος είναι σημαντικό να έχουν καλή ελαστικότητα ώστε τυχόν μεταβολές στην τοιχοποιία να μην δημιουργήσουν ρηγματώσεις στους αρμούς.
- Κονιάματα υποστρωμάτων: χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα σε δάπεδα, ψηφιδωτά, τοιχογραφίες. Είναι συνήθως χονδρόκοκκα για να μειώσουν τις πιθανότητες τριχοειδούς αναρρίχησης της υγρασίας και πρέπει να προσδίδουν καλές μηχανικές αντοχές.
- Επιχρίσματα: Κονιάματα που αποτελούν το τελικό στρώμα σε εξωτερικές επιφάνειες αλλά και εσωτερικές με διττό χαρακτήρα. Αφενός για αισθητικούς λόγους (εξομάλυνση επιφανειών) και αφετέρου προστασία από διαβρωτικούς παράγοντες όπως η βροχή, η υγρασία, ο παγετός, η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία κ.α. (34)

(34) Μ. Τζιότζιου, Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του μηχανισμού πήξης κονιαμάτων τύπου ασβέστη-φυσικής ποζολάνης», 2013, σελ. 4.



Εικόνα 71_Έξεργα κονιάματα δόμησης για την προστασία των ακμών των λίθων, Ι.Μ.Δαφνίου.



Εικόνα 72_Τοιχογραφική διακόσμηση με κονίαμα υποστρώματος στην οικία Casa dell'Efebo, Πομπηία.



Εικόνα 73_Τριπλή στρώση επιχρίσματος σε κίονα από οπτοπλινθοδομή, Πομπηία.

○ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις ιδιότητες των κονιαμάτων και κατά συνέπεια την επιτελεστικότητά τους, σχετίζονται με τη κονία που θα χρησιμοποιηθεί, τα αδρανή, το νερό και τις εκάστοτε αναλογίες που θα έχουν μεταξύ τους. Η παραγόμενη μάζα του κονιάματος πρέπει να έχει συνεκτική μορφή, χωρίς να δημιουργεί σβώλους στο μίγμα, να έχει καλή εργασιμότητα, ώστε κατά την διάστρωσή του να μην γίνεται απόμειξη των συστατικών του. Η πλαστικότητά του πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην έχει διαρροή κατά την διαμόρφωσή του και να μπορεί να συγκρατήσει μικρότερα δομικά στοιχεία εξασφαλίζοντας στεγανότητα.

Οι παράγοντες είναι οι εξής:

- Το είδος της κονίας: Από το συνδετικό υλικό εξαρτάται ο χρόνος πήξης και σκλήρυνσης του κονιάματος το οποίο μας δίνει τις απαραίτητες φυσικοχημικές ιδιότητες που συνδέονται άμεσα με την επιτελεστικότητα του κονιάματος. Έτσι ένα αερικό κονίαμα με συνδετικό υλικό υδράσβεστο χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να σκληρύνει και συνεπώς τις μηχανικές του ιδιότητες τις αποκτά σε περισσότερο χρόνο σε σχέση με ένα υδραυλικό κονίαμα, που περιέχει ως συνδετικό υλικό μία υδραυλική κονία, όπως ο υδραυλικός άσβεστος.
- Η αναλογία συνδετικού υλικού και αδρανών: Ο στόχος της αναλογίας είναι να δημιουργηθεί ένα συνεκτικό υλικό μεγάλης αντοχής και διάρκειας μεταξύ αδρανούς και κονίας συμπληρώνοντας τα μεταξύ τους κενά. Αυτό που συνήθως εφαρμόζεται στα ασβεστοκονιάματα είναι η αναλογία 1/3, αλλά αυτό μεταβάλλεται ανάλογα με τις λειτουργικές ανάγκες του κονιάματος. Κονιάματα που περιέχουν λιγότερο συνδετικό υλικό από το επιθυμητό δημιουργούν κονιάματα συνήθως χονδρόκοκκα, με ελάχιστη εργασιμότητα χωρίς ιδιαίτερη αντοχή που η πήξη τους απαιτεί περισσότερο νερό. Κονιάματα στα οποία το συνδετικό υλικό είναι περισσότερο από το επιθυμητό, έχουν και αυτά προβλήματα παρουσιάζοντας κυρίως ρωγμές και έλλειψη αντοχής.

- Αναλογία νερού και συνδετικού υλικού: Το νερό επηρεάζει το κονίαμα στο μέγεθος της εργασιμότητάς του, στην ενυδάτωση των υδραυλικών κονιαμάτων και στην αντοχή που παρουσιάζει το τελικό κονίαμα.
- Κοκκομετρία και αδρανή υλικά: Τα αδρανή υλικά έχουν ανομοιόμορφη κοκκομετρία που επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες και το πορώδες του κονιάματος. Κονιάματα με λεπτόκοκκα αδρανή οδηγούν σε ασθενή κονιάματα χαμηλής πυκνότητας, ενώ χονδρόκοκκα αδρανή μας δίνουν ισχυρότερα κονιάματα και ανθεκτικότερα στους διαβρωτικούς παράγοντες, όπως η κρυσταλλοποίηση των αλάτων και ο παγετός. Η κοκκομετρία των αδρανών επηρεάζει τη διαδικασία της πήξης του κονιάματος δεδομένου ότι επηρεάζεται από το μέγεθος των πόρων του κονιάματος.
- Ανάμιξη συστατικών-Εφαρμογή: Το κονίαμα πρέπει να αναδεύεται συνεχώς κατά την παρασκευή του για την καλύτερη εργασιμότητά του. Όταν παρασκευαστεί το κονίαμα χρειάζεται για λίγο χρόνο να το αφήσουμε σε περιβάλλον υγρασίας και έπειτα να εφαρμόζεται, έτσι ώστε να ενεργοποιείται η διαδικασία της προενυδάτωσης του που θα ενίσχυσει την αποφυγή ενδεχόμενων συρρικνώσεων και ρηγματώσεων. Το κονίαμα κατά την εφαρμογή του χρειάζεται υγρασία αλλά όχι άμεση επαφή του νερού με το φρέσκο κονίαμα. ⁽³⁵⁾

(35) Μ. Τζιότζιου, Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του μηχανισμού πήξης κονιαμάτων τύπου ασβέστη-φυσικής ποζολάνης», 2013, σελ. 5.

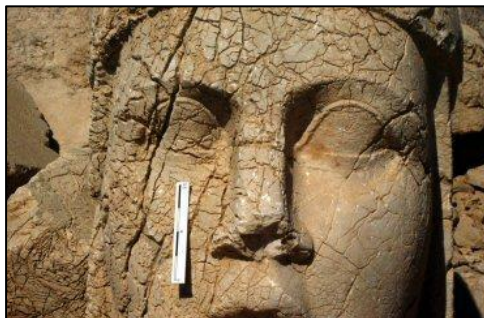
○ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Οι παράγοντες διάβρωσης ταξινομούνται τόσο σε περιβαλλοντικούς, ενδογενείς [(ορυκτολογική-χημική σύσταση δομικών υλικών και ιδιότητες δομικών υλικών (δομή, υφή, ιστός, πορώδες)] όσο και κατασκευαστικούς (λανθασμένη επιλογή και τοποθέτηση υλικών) και μπορούν να δράσουν είτε μεμονομένα, είτε συνδυαστικά. Η διάβρωση ενός μνημείου μπορεί να έχει αφετηρεία την διάβρωση των κονιαμάτων ασκώντας τον καθοριστικό ρόλο για τη διατήρησή του στο χρόνο.

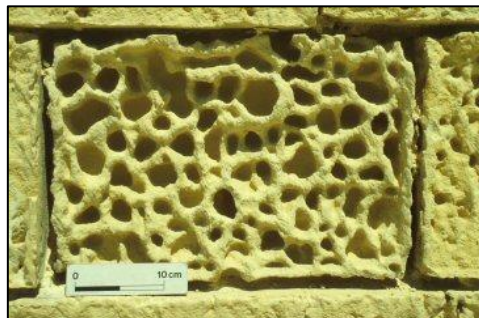
Σαν διαβρωτικούς, περιβαλλοντικούς μηχανισμούς του κονιάματος ορίζουμε τους εξής:

- Φυσική /Μηχανική διάβρωση: Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες όπως π.χ. οι συνθήκες του περιβάλλοντος, η ύπαρξη αλάτων και η κρυστάλλωσή τους, το μη συνεκτικό κονίαμα, παράγοντες που δημιουργούν πιέσεις τόσο στο εξωτερικό του κονιάματος, όσο και εσωτερικά που μπορούν να προκαλέσουν ρηγματώσεις ή και συνολική αστοχία υλικού.
- Χημική διάβρωση: Συμβαίνει κυρίως, λόγω ατμοσφαιρικών μολυντών, δημιουργώντας όξινες συνθήκες και οδηγώντας σε διάβρωση του κονιάματος. Επίσης η παρουσία διαλυτών αλάτων είτε από το περιβάλλον είτε από γειτονικές δομές, προκαλούν αντιδράσεις καταστροφικές για τη διατήρηση του κονιάματος.
- Βιολογική διάβρωση: Η ανάπτυξη μικροοργανισμών βιολογικής προέλευσης όπως βακτήρια, φύση, λειχήνες, κ.λ.π. είναι η αρχή δημιουργίας δράσεων που τελικά φέρουν τόσο μηχανικές όσο και χημικές διαβρώσεις στα κονιάματα.(36)

(36) Σημειώσεις μαθήματος: «Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών, μνημείων και αρχιτεκτονικών επιφανειών», καθ. Νόνη Μαραβελάκη.



Εικόνα 74_Απολέπιση, Απώλεια υλικού που οφείλεται στην δομή του δομικού υλικού (ενδογενές αίτιο).



Εικόνα 75_Κυψέλλωση, απόσπαση υλικού που οφείλεται κύρια σε περιβαλλοντικά αίτια (εξωγενές αίτιο).



Εικόνα 76_Σκυρόδεμα και χάλυβας, υλικά ασύμβατα με τα ιστορικά, προκάλεσαν φθορές:παρήγαγαν άλατα(κατασκευαστικό

○ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Τα μνημεία αποτελούν μέρος της πολιτιστικής μας κληρονομιάς και η διατήρησή τους αποτελεί καθήκον για τις επερχόμενες γενεές, όχι μόνο ηθικό αλλά και ως ανεκτίμητη πηγή αξιών που προσφέρουν γνώση στην εξέλιξη. Είναι δύσκολο να σχηματιστεί ένα συγκεκριμένο όραμα για την αποκατάσταση των μνημείων χωρίς να λαμβάνουμε υπ' όψιν μας τις δυνατότητές του. **Γι' αυτό διαχωρίζουμε την αποκατάσταση σε Συντηρητική αποκατάσταση και αποκατάσταση Ανάπλασης.**

Μέσω της πολιτιστικής κληρονομιάς μπορούμε να επιτύχουμε τον πνευματικό πλούτο των ανθρώπων. Η UNESCO παρέχει κίνητρα για τη διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η πιθανότητα εξάλειψης αυτών των μνημείων στο χρόνο εφιστά την προσοχή στη διατήρησή τους. Γι' αυτό οι αποκαταστάσεις δεν πρέπει να γίνονται χωρίς επιστημονική θεώρηση και χωρίς να βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα, έτσι ώστε να μην γίνεται διαστρέβλωση των ιστορικών δεδομένων ή να αλλάζει η φυσική εικόνα των μνημείων.

Κατά τον 20^ο αιώνα διατυπώθηκαν οι αρχές αποκατάστασης, οι οποίες είναι οι εξής:

- Αρχή Αντιστρεψιμότητας, σύμφωνα με την οποία σε κάθε επέμβαση θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα επαναφοράς του μνημείου στις συνθήκες που βρισκόταν πριν από την επέμβαση (άρθρα 9 και 10 Χάρτα της Βενετίας, 1964). (37)
- Αρχή Συμβατότητας με την οποία κάθε υλικό αποκατάστασης θα πρέπει να είναι συμβατό με τις αυθεντικές δομές του μνημείου, ώστε οι φυσικές, χημικές και μηχανικές αντοχές του να είναι παρόμοιες.
- Αρχή Καταλληλότητας, σύμφωνα με την οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν νεότερα υλικά σε ένα μνημείο με στόχο την συντήρησή του, με την προϋπόθεση ότι αυτά τα υλικά έχουν επιστημονικά αλλά και πειραματικά τεκμηριωθεί (10ο άρθρο Χάρτας Βενετίας 1964-και cartadelrestauro-1931-).
- Μέτρα για την αποκατάσταση

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

Η ICOM (Διεθνές Συμβούλιο Μνημείων), η UNESCO και το Διεθνές Κέντρο για τη Διατήρηση και Αποκατάσταση της διεθνούς ιδιοκτησίας, στο δεύτερο συνέδριο που πραγματοποιήθηκε στη Βιέννη το 1964, επικύρωσε τα εξής άρθρα σχετικά με τις αποκαταστάσεις μνημείων:

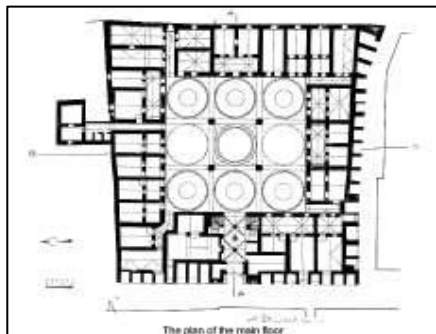
Άρθρο 2: Η αποκατάσταση και ανακατασκευή να είναι αποτέλεσμα διεπιστημονικών αποφάσεων με τεχνικές που μπορούν να συμβάλουν στη μελέτη και προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Άρθρο 3: Ο σκοπός της αποκατάστασης είναι η προστασία των μνημείων.

Άρθρο 5: Η λειτουργία του μνημείου ή κτιρίου μπορεί να αλλάξει μόνο για να επιτελέσει κάποιο ιδιαίτερο σκοπό.

Άρθρο 9: Η διαδικασία αποκατάστασης μπορεί να είναι θεραπευτική με στόχο τη βιωσιμότητα του μνημείου.

Έτσι η αποκατάσταση θα επιτευχθεί με τη μέγιστη ακρίβεια στο ιστορικό, αρχαιολογικό και αρχιτεκτονικό γίνεσθαι, ώστε να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ της πραγματικότητας του παρελθόντος και του παρόντος. Το μέλλον αναγνωρίζεται από το παρελθόν σύμφωνα με τις επεμβάσεις του παρόντος. (38)



Εικόνα 77_ As'ad Basha Khan, Δαμασκός, Συρία. Κάτοψη – Εσωτερικές απόψεις του χώρου πριν και μετά την αποκατάσταση. Κατασκευάστηκε το 1156 μ.Χ., λειτούργησε ως κατάλυμα, χώρος διεξαγωγής εμπορικών συναλλαγών, καθώς και ως αποθήκες για τα προϊόντα. Αποτελεί επιτυχημένο παράδειγμα μιας συνεχούς και τακτικής διαδικασίας αποκατάστασης, η οποία στόχευε στην προστασία, από την καταστροφή, καθίζηση και εξαφάνιση, των εναπομείναντων τμημάτων τοιχωμάτων δομής, δαπέδων με τούβλα, γυψοκονιαμάτων που καλύπτουν τις επιφάνειες των τοίχων.

- Η αποκατάσταση στην Ελλάδα

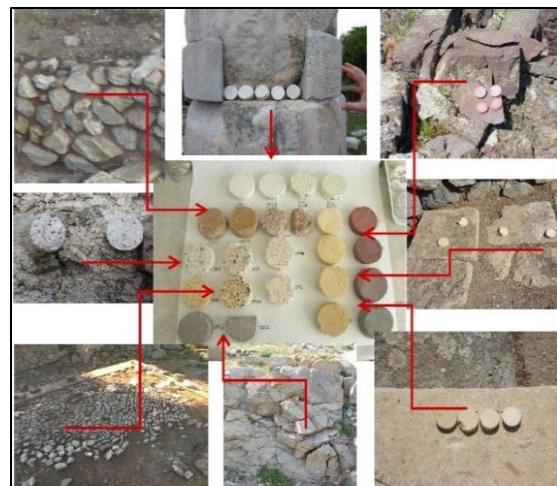
Αναπόσπαστο μέρος των έργων αποκαταστάσεων Ιστορικών Μνημείων και Αρχαιολογικών χώρων στην Ελλάδα αποτελούν τα κονιάματα.

Βασίζονται στην ολοκληρωμένη ανάλυση των αυθεντικών δομικών υλικών, που κυμαίνεται από την μακροσκοπική ανάλυση (χρώμα, υφή), μέχρι πιο εξειδικευμένες επιστημονικές αναλύσεις (XRF, XRD για τη σύνθεση, το πορώδες, τις φυσικοχημικές ιδιότητες).

Για να βελτιστοποιηθεί η υλοποίηση των επεμβάσεων συντήρησης θα πρέπει να γίνουν τόσο εργαστηριακές έρευνες, όσο και εφαρμογές στο χώρο, για να εξασφαλιστεί η προσαρμογή των υλικών του εργαστηρίου στις συνθήκες περιβάλλοντος.

Τα κονιάματα που χρησιμοποιούνται για διορθωτική εξυγίανση των μνημείων ή ερειπίων σε αρχαιολογικούς χώρους προϋποθέτουν την ανθεκτικότητα και την συμβατότητά τους με τα ιστορικά.

Η κατασκευή των επισκευαστικών κονιαμάτων προϋποθέτει τη ανάλυση των ιδιοτήτων των πετρών και των ιστορικών κονιαμάτων και να εκτιμηθούν οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν την παθολογία των λίθων και των κονιαμάτων.



Εικόνα 78_Το Ιερό των Μεγάλων Θεών, Σαμοθράκη.
Σχεδιασμός συμβατών κονιαμάτων, που επιδεικνύουν ποικιλία των δομών και των τύπων πέτρας.



Εικόνα 79_Ιερό του Διονύσου, Αρχαία Μαρώνεια.
Διαδικασία αρμολόγησης τοιχίων θεμελίωσης κατασκευάζοντας ένα τοπικό σκληρό ασβεστόλιθο και ένα συνδετικό κονίαμα με βάση τη γη.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

Τα πιο κοινά είδη λίθου, που συναντάμε στον Ελλαδικό χώρο, είναι ασβεστόλιθοι, ασβεστολιθικοί ψαμμίτες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και μάρμαρα. Η επιστημονική ανάλυση και ερμηνεία των αυθεντικών κονιαμάτων μας οδηγούν στη δημιουργία νέου, βάσει των προβλεπόμενων απαιτήσεων, ώστε να αποδοθεί ένα συμβατό, ανθεκτικό νέο κονίαμα.

Για την κατασκευή ενός νέου κονιάματος απαιτούνται κάποιες προδιαγραφές όπως:

- Η συμβατότητα του νέου κονιάματος με το υπόστρωμα ώστε να παρουσιάζει καλή πρόσφυση
- Η συμβατότητα στις μηχανικές αντοχές της ιστορικής τοιχοποιίας
- Η εργασιμότητα των κονιαμάτων αρμολόγησης να είναι τέτοια ώστε να προϋποθέτουν εύκολη έγχυση κατά την τοποθέτησή τους.(39)

Αποκατάσταση σημαίνει, πρόληψη της υποβάθμισης και έχει δύο έννοιες:

1. Θεραπευτική: Διαδικασία που λαμβάνεται για την αντιμετώπιση φθορών που προκλήθηκαν από την περίπτωση έκτακτης ανάγκης, όπως αφαίρεση βλαβερών αλάτων από τα οικοδομικά υλικά.
2. Βιωσιμότητα: Λήψη προληπτικών μέτρων ώστε να διατηρηθεί μια καλή κατάσταση στο πέρασμα του χρόνου.

Οι επεμβάσεις συντήρησης σε αρχαία και ιστορικά κτίρια και μνημεία, που ξεκινούν με την αποκατάσταση των διαβρωμένων κονιαμάτων, είναι υψίστης σημασίας αφού τα κονιάματα αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο της δομής των μνημείων. Τα κονιάματα προϋποθέτουν απόλυτη συμβατότητα με τα ιστορικά αρχαία κονιάματα σε ότι αφορά τη σύστασή τους, τις ιδιότητές τους, αλλά και την αντοχή τους στο χρόνο. (40)

Τα διαβρωμένα κονιάματα προκύπτουν είτε ως αποτέλεσμα σημειακής διάβρωσης του μνημείου, είτε ως αιτία έναρξης γενικότερων διαβρώσεων στο σύνολο του μνημείου. Οπότε γίνεται φανερός ο σημαντικός ρόλος των κονιαμάτων και της διατήρησής τους για την μελλοντική διάσωση του μνημείου. (41)

- Προβλήματα στη χρήση ασύμβατων υλικών στις αρχαίες δομές

Η ασυμβατότητα νέων υλικών συντήρησης και αυθεντικών κονιαμάτων δημιουργεί επιτάχυνση της διάβρωσης των μνημείων. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα αλλά κυρίως στο δεύτερο μισό του, το τσιμέντο Portland είχε ευρεία χρήση σε νέες δομές όπως και στην συντήρηση αρχαίων και ιστορικών δομών, αντικαθιστώντας τα ασβεστιτικά κονιάματα (Ανάκτορο Κνωσού, Έβανς, χαρακτηριστικό παράδειγμα για την αποτυχημένη χρήση τσιμεντοκονιάματος και οπλισμένου σκυροδέματος). Στις αρχικές χρήσεις του τσιμέντου δεν είχε τεκμηριωθεί κάποια αρνητική επίπτωση, οι αντοχές των κονιαμάτων ασβέστη ήταν μικρότερες από εκείνες του τσιμέντου, τα ασβεστιτικά κονιάματα απαιτούσαν μεγαλύτερο χρόνο πήξης, και επιπλέον η ποιότητα του ασβέστη δεν ήταν επαρκής.



Εικόνα 80_Ευρεία χρήση τσιμεντοκονιαμάτων αποκατάστασης Βυζαντινού τείχους Κωνσταντινούπολης.



Εικόνα 81_Ευρεία χρήση οπλισμένου σκυροδέματος και τσιμεντοκονιαμάτων στο Ανάκτορο της Κνωσού από τον Evans (1900-13, 1922-30).



Εικόνα 82_Χρήση οπλισμένου σκυροδέματος και τσιμεντοκονιαμάτων αρμολόγησης σε τμήματα του ρωμαϊκού οικισμού Aquincum, Βουδαπέστη(1ος αι. μ.Χ.).

Όμως σήμερα γνωρίζουμε ότι τα τσιμεντοκονιάματα είναι καταστροφικά στη συνύπαρξή τους με αρχαίες και ιστορικές δομές διότι εμπεριέχουν σε μεγάλες ποσότητες διαλυτά άλατα (κυρίως θειϊκά) που, τα οποία είτε θα παραμείνουν μέσα στη δομή είτε θα μεταφερθούν σε γειτονικές δομές (ενδεχομένως αυθεντικές), προκαλώντας διάβρωση μέσω της κρυστάλλωσης των αλάτων, εφιστώντας το ενδιαφέρον στην αναζήτηση κονιαμάτων με χρήση «παραδοσιακών» υλικών.⁽⁴²⁾

Τα κονιάματα που έχουν μακράιωνη χρήση, προερχόμενα από την προϊστορία και φτάνοντας μέχρι και τις μέρες μας ως κονιάματα τοιχοδομών, αρμών αλλά και σαν επιχρίσματα ή υποστρώματα με ιδιαίτερες μηχανικές και φυσικές αντοχές, είναι τα κονιάματα τύπου ασβέστη- φυσικής ποζολάνης με συμβατότητα ως προς τα αρχαία δομικά υλικά λόγω της χρήσης υλικών με παρόμοιες ιδιότητες και αποδεδειγμένη αντοχή στο πέρασμα του χρόνου.⁽⁴³⁾

Ακόμα τα τσιμεντοκονιάματα έχοντας μικρούς πόρους σε σχέση με τα ιστορικά κονιάματα (20-30%) περιορίζουν τη διέλευση της υγρασίας με αποτέλεσμα την δημιουργία φθορών και την τελική αλλοίωση της δομής. Οι μηχανικές αντοχές της τσιμεντοκονίας, διαφέρουν από αυτές των ιστορικών κονιαμάτων, τα οποία απορροφούν τους κραδασμούς. Επομένως, σε περίπτωση έντονων φορτίσεων (οριζόντιων ή κατακόρυφων), που προκαλούνται συνήθως από σεισμό, τα τσιμεντοκονιάματα δημιουργούν μεγάλες τάσεις στα ιστορικά υλικά με αποτέλεσμα την αποσάθρωσή τους, αλλά και την γενικότερη αποτυχία της επέμβασης. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι το τσιμέντο έχει υψηλό θερμικό συντελεστή, μεγαλύτερο από αυτό των παραδοσιακών υλικών, ευνοώντας την ανάπτυξη τάσεων στις ιστορικές δομές κατά τις θερμικές συστολές-διαστολές.⁽⁴⁴⁾

Το θεωρητικό πλαίσιο για την ανάλυση και το σχεδιασμό των επισκευαστικών κονιαμάτων, όπως και η μεθοδολογία εφαρμογής τους σε αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία, είναι συνεχώς εξελισσόμενα και αναθεωρούνται από τους οργανισμούς Διατήρησης και Αποκατάστασης της διεθνούς πολιτιστικής κληρονομιάς, για κάθε περιοχή ξεχωριστά. Η αναζήτηση νέων υλικών πρέπει να βασίζεται στα διεθνή πρότυπα με την παράλληλη διεπιστημονική έρευνα των ιστορικών στοιχείων του κάθε μνημείου, ώστε τα νέα παραγόμενα κονιάματα να είναι πλήρως συμβατά με τις αρχαίες

δομές, χωρίς να γίνονται συμβιβασμοί ως προς την ποιότητα των υλικών, οι δε πρακτικές εφαρμογές να είναι συνεχείς και σταδιακές, με αποτέλεσμα να γεφυρώνεται το πέρασμα μεταξύ εργαστηρίου και εργοταξίου.⁽⁴⁵⁾

Με γνώμονα τις παραπάνω διατυπωμένες θέσεις, οδηγηθήκαμε, μέσω της παρούσας ερευνητικής εργασίας, στην παραγωγή ενός νέου κονιάματος συμβατού με τις αρχαίες δομές, με στόχο την βελτίωση των παλαιότερων καταστροφικών επεμβάσεων και τη διατήρηση του αρχαίου μνημείου του Κομμού Ηρακλείου, στο πέρασμα του χρόνου ως κληροδότημα της πολιτιστικής κληρονομιάς μας.

(37) ICOMOS, 2001, Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage.

(38) I. Papayianni, M. Stefanidou, V. Pachta, 4th Historic Mortars Conference (HMC 2016), K. F. Hmood, Conservation and Restoration of archaeological and historic buildings – Some successful experiences, σελ. 257.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

(39) I. Papayianni, M. Stefanidou, V. Pacht, 4th Historic Mortars Conference (HMC 2016), I. Doganis, A. Galanos, Conservation mortars for archaeological sites: implementation in situ, σελ. 473.

(40) Rossi-Doria, P.R. Materials and Structures (1986), Mortars for restoration: Basic requirements and quality control.

(41) Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakolas, A., Karatasios, I. and Kilikoglou, V., 2005, Hydraulic lime mortars for the restoration of historic masonry in Crete, Cement and Concrete Research, σελ. 35, 157– 158.

(42) Ashurst, J. and Dimes, F.G. (1998), Conservation of Building and Decorative Stone. Butterworth-Heinemann Series in Conservation and Museology. Butterworth-Heinemann, Oxford and Woburn.

(43) Sabbioni, C., Zappia, G., Riontino, C., Blanco-Varela, M.T., Aguilera, J., Puertas, F., Van Balen, K. and Toumbakari, E.E., 2001, Atmospheric deterioration of ancient and modern hydraulic mortars, Atmospheric Environment, σελ. 35.

(44) Lanas, J. and Alvarez J.I., 2003, Masonry repair lime-based mortars: Factors affecting the mechanical behavior, Cement and Concrete Research, 33, 1867-1876.

(45) Μ. Τζιότζιου, Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του μηχανισμού πήξης κονιαμάτων τύπου ασβέστη-φυσικής ποζολάνης», 2013, σελ. 23.



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Η ουσιαστική ανάλυση του χώρου, μας οδήγησε στη διάκριση των σημαντικότερων προβλημάτων που χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης ως προς τα κονιάματα και είναι τα εξής:

1. Η μη ύπαρξη συστήματος αποστράγγισης με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό υδάτων σε συγκεκριμένα σημεία που οδηγούν σε διάβρωση των κονιαμάτων και καθίζηση.
2. Τα κονιάματα επικάλυψης αρχαία αλλά και σύγχρονα έχουν υποστεί σοβαρή διάβρωση.
3. Τα νεότερα υλικά συντήρησης με οπλισμένο σκυρόδεμα, είναι διαβρωμένα προκαλώντας ανησυχία για την στατική ανεπάρκεια με συνεχείς αποκολλήσεις των υλικών επισκευής, έχοντας ως αποτέλεσμα τη διατάραξη του αυθεντικού υλικού.

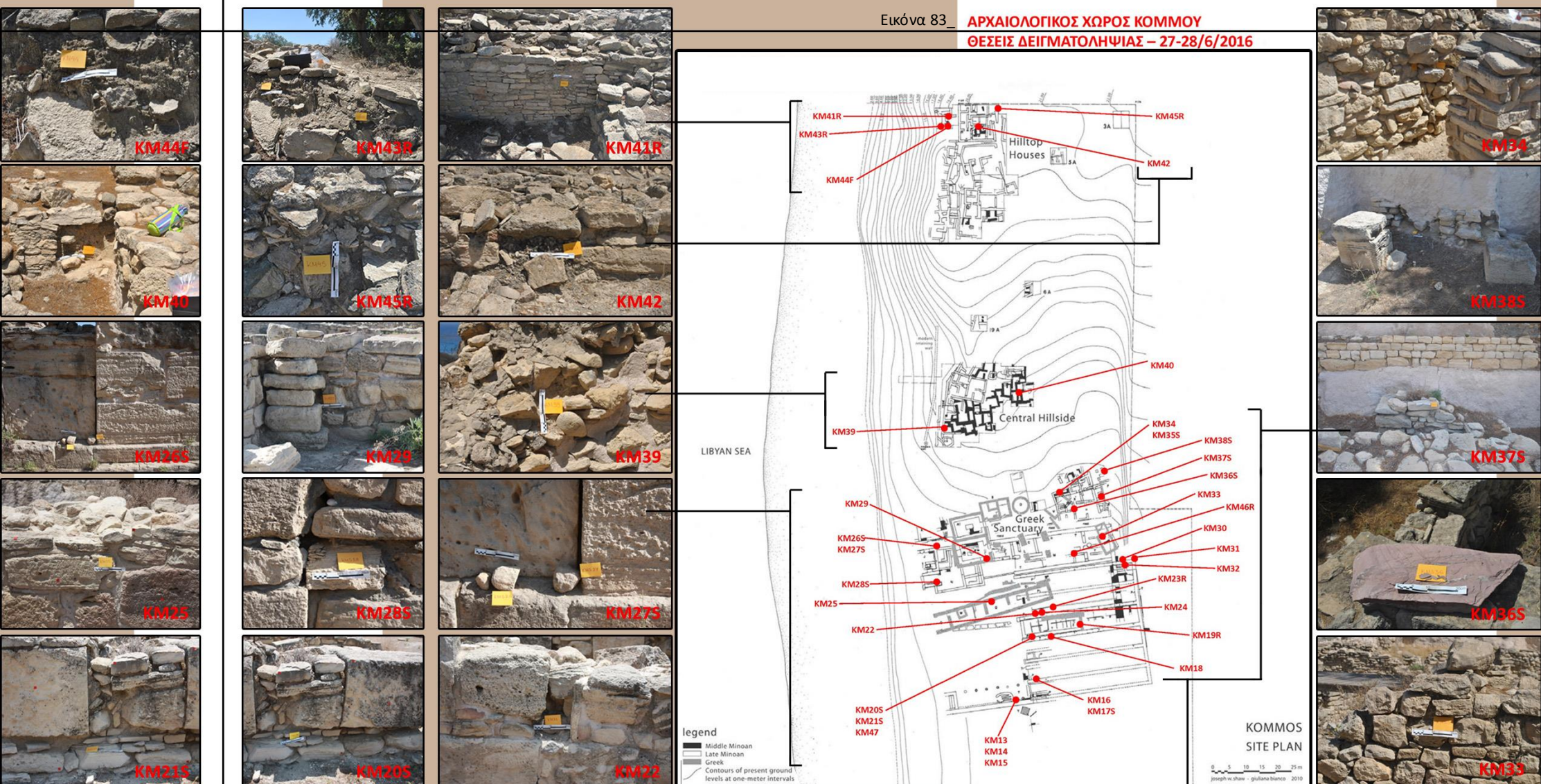
Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με στόχο την κάλυψη όλων των περιοχών και των ιστορικών φάσεων, συμπεριλαμβανομένων των σύγχρονων κονιαμάτων αποκατάστασης. Όλα τα δείγματα συλλέχθηκαν με ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή διατάραξης της αρχαίας δομής.

Σε κάθε δείγμα αποδόθηκε ένας κωδικός εραγαστηρίου ΚΜ, με βάση τον οποίο τα δείγματα ομαδοποιήθηκαν και εξετάστηκαν μακροσκοπικά. Έπειτα ακολούθησε η εξέταση με τη μέθοδο της οπτικής μικροσκοπίας, ώστε να διαπιστωθεί το είδος των αδρανών, της κονιάς, η συνεκτικότητα της δομής τους και γενικότερα χαρακτηριστικά της μικροδομής τους.

Στη συνέχεια, έγινε επιλογή κάποιων δειγμάτων για την υποβολή τους σε περαιτέρω αναλύσεις, όπως χημική, ορυκτολογική, στοιχειμετρική, θερμική και μελέτη στυλπνών τομών.

Αναλυτικότερα, οι περιοχές δειγματοληψίας αποτελούνται από:

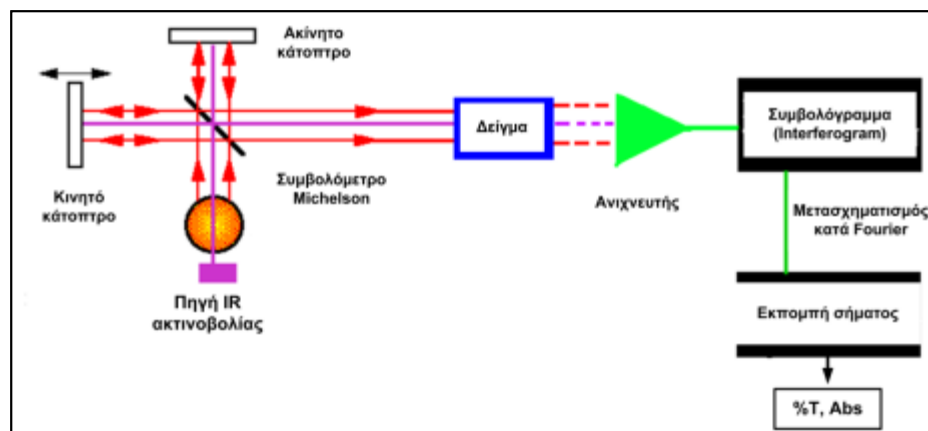
- 10 δείγματα λίθων.
- 24 δείγματα κονιαμάτων (αρχαίων και σύγχρονων).
- 1 δείγμα επιχωμάτωσης. (46)



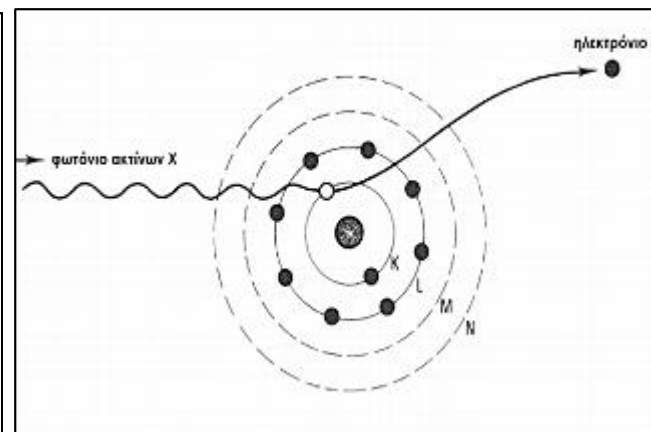
Η πλήρης αναλυτική μελέτη περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Μεθοδική δειγματοληψία κονιαμάτων και λίθων, βασιζόμενη στα διαφορετικά μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των δομικών υλικών, στις διάφορες ιστορικές αλλά και σύγχρονες επεμβατικές φάσεις, καθώς και στο βαθμό διάβρωσης τους.
2. Εργαστηριακές αναλύσεις χημικού και ορυκτολογικού προσδιορισμού κονιαμάτων και λίθων, για τη διαπίστωση της φύσης της κονιάς, των ιχνοστοιχείων και των δεικτών υδραυλικότητας των κονιαμάτων.
3. Μικροσκοπική ανάλυση της δομής των κονιαμάτων, προσδιορισμός της κοκκομετρικής διαβάθμισης των αδρανών συστατικών τους.
4. Πρόταση σύνθεσης νέου κονιάματος επίχρισης.

Η χημική ανάλυση των δειγμάτων έγινε με τη μέθοδο της υπέρυθρης φασματοσκοπίας (FTIR) και με την φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων x (EDXRF). Για την υπέρυθρη φασματοσκοπία χρησιμοποιήθηκαν δείγματα τα οποία είχαν ζυγιστεί, ώστε να μπορέσουν να εξαχθούν συμπεράσματα σε σχέση με την ανάλυση των πρότυπων δειγμάτων. Η διαδικασία της ποσοτικής χημικής ανάλυσης ξεκινάει με τη θερμική ανάλυση (DTA-TGA), με στόχο τον προσδιορισμό συστατικών του άνθρακα και των χημικά ενωμένων υδροξυλίων (OH) και του νερού (H₂O), τα οποία αποτελούν τα βασικά συστατικά, βάσει των οποίων εκτιμάται η υδραυλικότητα των κονιαμάτων.



Εικόνα 84_Διάταξη υπέρυθρου φαστοφωτόμετρου με μετασχηματισμό κατά Fourier (FT-IR).



Εικόνα 85_Φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων X (EDXRF). Ιοντισμός της στιβάδας K από ένα φωτόνιο ακτίνων X.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

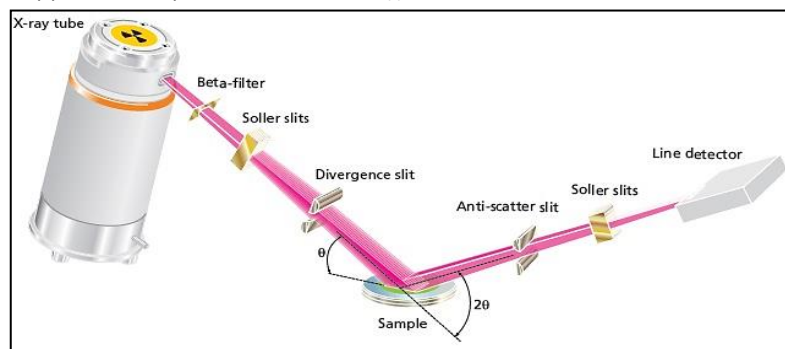
Ο ποσοτικός προσδιορισμός στοιχείων και ιχνοστοιχείων γίνεται με τη μέθοδο EDXRF (φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων x) στο συνεργαζόμενο Εργαστήριο Αναλυτικής και Περιβαλλοντικής Χημείας της Σχολής ΜΗΧΟΠ. Για τον προσδιορισμό της ορυκτολογικής σύστασης των κονιαμάτων επιχρισμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος περιθλασίμετρίας ακτίνων x (XRD).

Για την κοκκομετρία των κονιαμάτων - επιχρισμάτων χρησιμοποιήθηκαν κόσκινα ISO 565 και η μέθοδος της μικροσκοπικής μελέτης, όπου πραγματοποιήθηκε σε αντιπροσωπευτικά τμήματά τους και σε στιλπνές τομές αυτών, τα οποία εγκιβωτίστηκαν σε ειδική ρητίνη, ώστε να είναι δυνατή η ενδεδειγμένη παρατήρηση στο μικροσκόπιο για τον προσδιορισμό της κόνιας και των αδρανών.⁽⁴⁷⁾

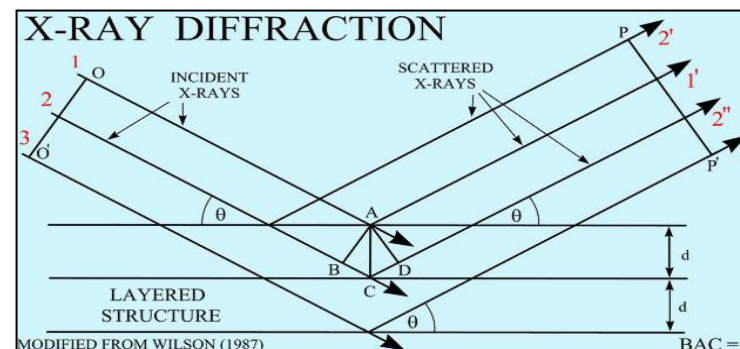
Με το πέρας της ανάλυσης των δειγμάτων στο Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης (MaCHMoB) της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών με Δ/ντρια την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής κ. Μαραβελάκη Νόνη, ξεκίνησε η σύσταση του νέου κονιάματος με δύο κατευθύνσεις. Μια κατεύθυνση ως κονίαμα δομής, όπου εξετάστηκε εργαστηριακά ως προς τις μηχανικές του αντοχές (θλίψη και κάμψη) και ως προς το μέτρο ελαστικότητας του. Η δεύτερη κατεύθυνση αφορά τη παραγωγή ενός κονιάματος επίχρισης, όπου σε αυτή την περίπτωση οι μηχανικές του ιδιότητες δεν επηρεάζουν σημαντικά και γι' αυτό δεν εξετάστηκαν. Και στις δύο περιπτώσεις πραγματοποιήθηκαν διάφορα δοκιμαστικά στάδια για τη σύνθεσή του κονιάματος αλλά και για την τελική όψη του (απόχρωση).

(46) Π.Ν.Μαραβελάκη, Interim Report of the Deterioration Phenomena, the Sampling Areas and the Restoration Mortar, Technical Report – Phase 2, Chania, November 22, 2016.

(47) Α.Θεολογίτης, ερευνητική εργασία «Φρούριο Φραγκοκάστελλο: ολιστική ανάλυση και ιστορική τεκμηρίωση κονιαμάτων και επιχρισμάτων και σύνθεση νέων συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης», 2015, σελ.19.



Εικόνα 86_Τυπική διάταξη περιθλασίμετρου ακτίνων X(XRD).



Εικόνα 87_Περιθλαση ακτίνων X από έναν κρύσταλλο(XRD).



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Η συγκεκριμένη μελέτη δίνει έμφαση στην ανάλυση κονιαμάτων επίχρισης του Αρχαιολογικού χώρου του Κομμού, με βασική κατεύθυνση τον προσδιορισμό της φύσης των υλικών και της τεχνολογίας παρασκευής τους, ώστε να συντεθούν κονιάματα αποκατάστασης συμβατά με τις υφιστάμενες δομές, με στόχο την προστασία του συνόλου του αρχαιολογικού χώρου από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

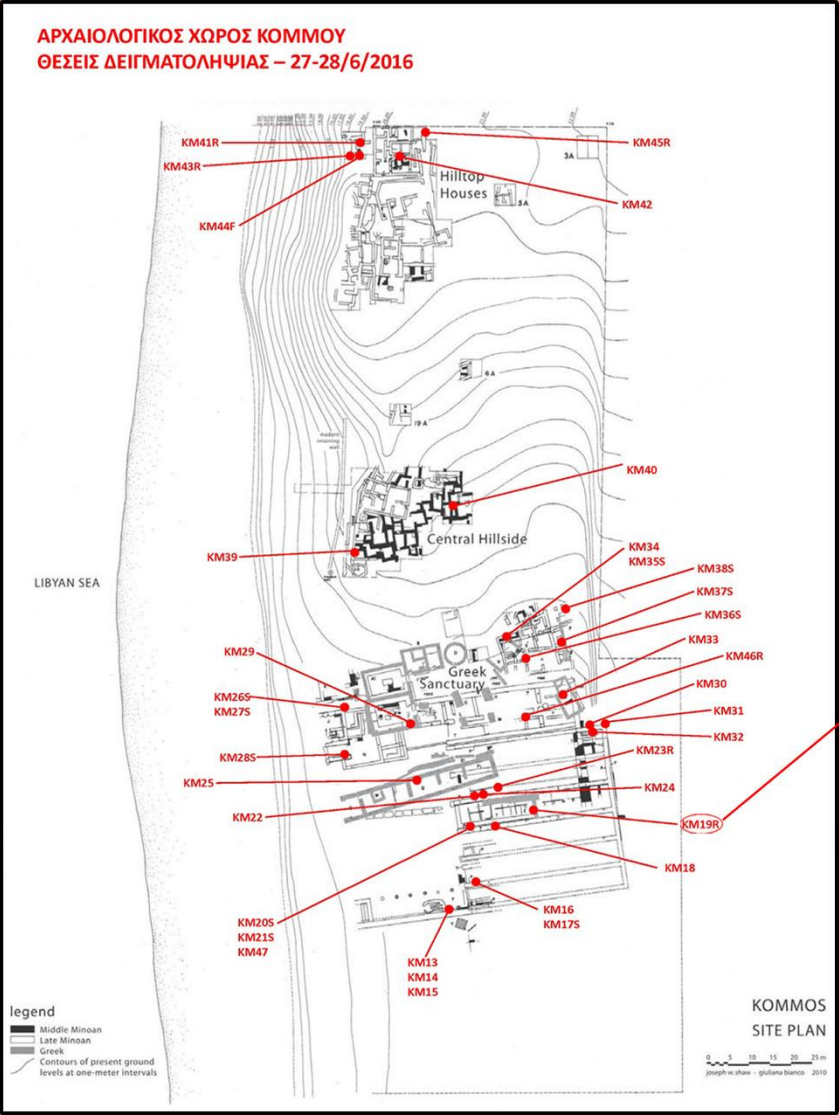
Το νέο κονίαμα θα χρησιμοποιηθεί για την συντήρηση τοιχοποιιών στα σημεία που παρατηρούνται ρωγμές και αποκόλληση υλικού, ενώ θα θεσπίσει ρόλο προστατευτικού φίλτρου από τη διείσδυση του νερού και τη δημιουργία μόνιμης υγρασίας.

Παρόλο που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν 35 δείγματα, στην παρούσα ερευνητική, θα περιοριστούμε στο σχολιασμό των κονιαμάτων επεμβάσεων, στα οποία έχει δοθεί ο εργαστηριακός κωδικός KM19R, KM23R, KM41R, KM43R, KM45R, KM46R.

1. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά που εντοπίστηκαν μακροσκοπικά στα συγκεκριμένα δείγματα, προσδιορίζοντας το σημείο λήψης τους στο πεδίο, καθώς και φωτογραφίες των δειγμάτων, οι οποίες προέκυψαν από οπτικό μικροσκόπιο και από μετρήσεις με ψηφιακή κλίμακα.⁽⁴⁸⁾

(48) Π.Ν.Μαραβελάκη, Interim Report of the Deterioration Phenomena, the Sampling Areas and the Restoration Mortar, Technical Report – Phase 2, Chania, November 22, 2016, σελ.20.



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KM19R: (αριστερά) σημείου δειγματοληψίας δείγματος και (δεξιά) ληφθέντος δείγματος.

Το δείγμα KM19R είναι κονίαμα αποκατάστασης το οποίο έχει συλλεχθεί από τοιχοποιία του γεωμετρικού κτίσματος Ζ του νότιου τμήματος του αρχαιολογικού χώρου.

Μακροσκοπική περιγραφή



Έχει ελαφριά κόκκινη χροιά, διότι περιέχει λεπτόκοκκα κεραμικά αδρανή. Πρόκειται για τσιμεντοκονίαμα κατά βάση, αλλά πιθανώς περιέχει και ασβέστη. Στο επίχρισμα αυτό παρατηρείται η παρουσία λεπτόκοκκης άμμου καθώς και μεγάλων κομματιών αδρανούς υλικού. Η δομή του κονιάματος είναι συμπαγής και οι διαφοροποιήσεις στη σκληρότητα των λευκών εγκλείστων πιθανότατα αποδίδεται σε σβώλους ασβεσίτη. Στο επίχρισμα αυτό παρατηρείται η παρουσία λεπτόκοκκης άμμου καθώς και μεγάλων κομματιών αδρανούς υλικού. Στην επιφάνειά του φέρει κατά τμήματα αλλοιώσεις που είναι αποτέλεσμα βιολογικής φθοράς.

Μικροσκοπική περιγραφή



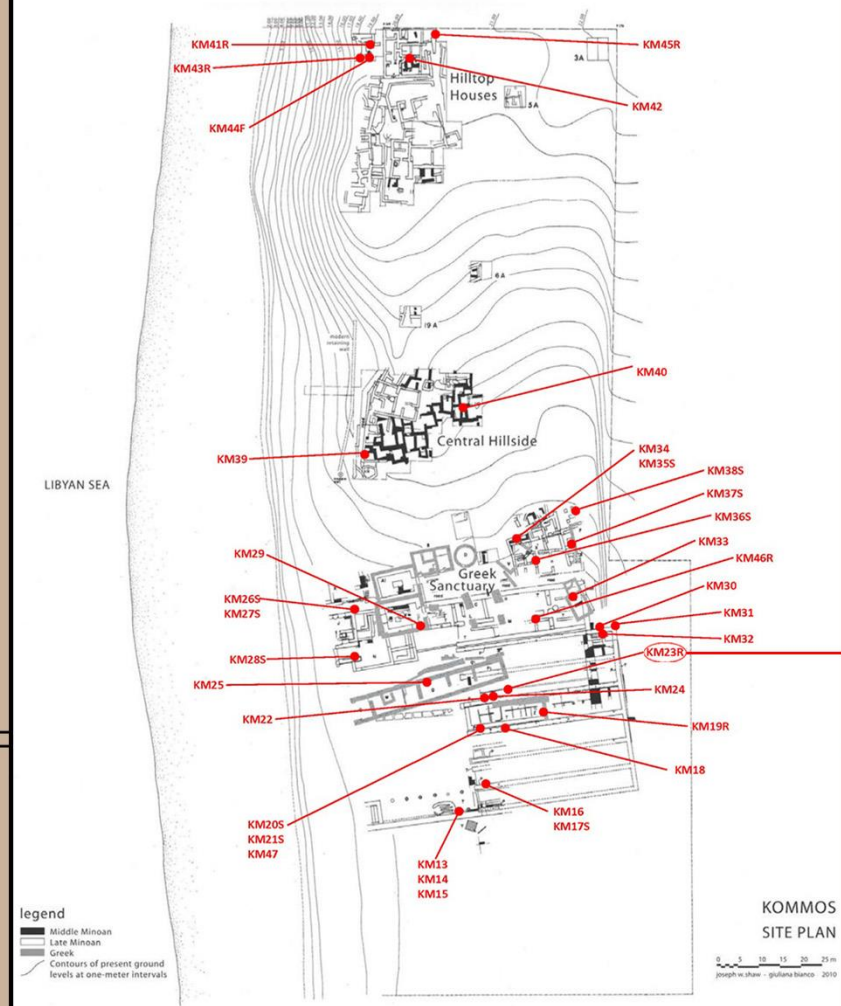
Φωτογραφίες του δείγματος KM19R από το οπτικό μικροσκόπιο.

Το κονίαμα KM19R είναι μεταγεννέστερο κονίαμα αποκατάστασης, το οποίο παρουσιάζει ενιαία δομή.

Περιέχει αρκετά μεγάλη ποσότητα λεπτόκοκκης και χονδρόκοκκης άμμου. Έντονη είναι η παρουσία θραυστών κεραμικών (κόκκινη χροιά). Στην πίσω επιφάνεια υπάρχει μια σκούρα κρούστα, λόγω πρόσφυσης με το υποστρωματικό υλικό. Παρατηρούνται συσσωματώματα ασβεσίτη έως 1,5 mm. Η συμπαγής σύσταση του κονιάματος οφείλεται σε ποσότητα τσιμέντου. Σβώλοι ασβεσίτη μαρτυρούν τη συμμετοχή ασβέστη στο κονίαμα.

| | |
|---------------------|--|
| Επίχρισμα | KM19R |
| Χρώμα | Ανοιχτό ερυθρό |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή, πρόσφυση με υποστρωματικό αρχαίο κονίαμα |
| Αδρανή | Νταμαρίσια άμμος με ύπαρξη κεραμικών, κόκκοι ασβεσίτη |
| Κοκκομετρία αδρανών | Λευκα αδρανή άμμου, έως 0,7-1 χιλ. Σκούρα γκρι αδρανή άμμου, έως 0,7-1,2 χιλ. Ερυθρά αδρανή άμμου(κεραμικά) έως 0,5-1,3 χιλ. Ασβεσιτικά (αδρανή) έως 3,2 χιλ. |
| Κονία | Συνεκτική δομή κονίας-αδρανών |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Συσσωματώματα ασβεσίτη έως 3,2 χιλ.. |
| Παρατηρήσεις | Επίχρισμα νεότερης επέμβασης, χωρίς σημαντική διάβρωση. |

ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΚΟΜΜΟΥ
ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ – 27-28/6/2016



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KM23R: (αριστερά) σημείου δειγματοληψίας δείγματος και (δεξιά) ληφθέντος δείγματος.

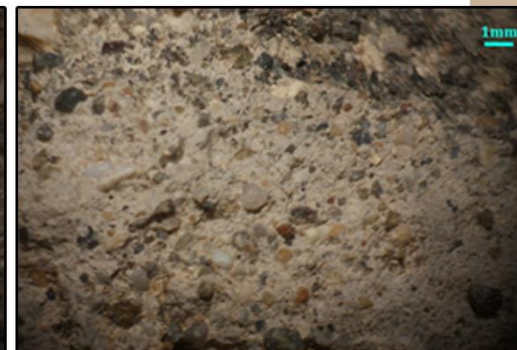
Το δείγμα KM23R είναι επίταση παρειάς σε μη ανεσκαμμένο τμήμα του νεώσοικου P2, στο νότιο τμήμα του αρχαιολογικού χώρου.

Μακροσκοπική περιγραφή



Πρόκειται για υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στον αρχαιολογικό χώρο, κυρίως στις ανασκαφικές τομές. Μακροσκοπικά παρατηρούμε ένα τσιμεντιτικό κονίαμα που αποτελείται από λεπτόκοκκη άμμο. Το πάχος της επίτασης διαφοροποιείται έντονα (0,5-0,7cm). Στην εξωτερική επιφάνεια παρατηρείται σημειακά η ανάπτυξη μικροοργανισμών. Στο πίσω μέρος του δείγματος παρατηρούνται προσφύσεις τμημάτων της παρειάς αποτελούμενες κυρίως από άμμο και χώμα.

Μικροσκοπική περιγραφή

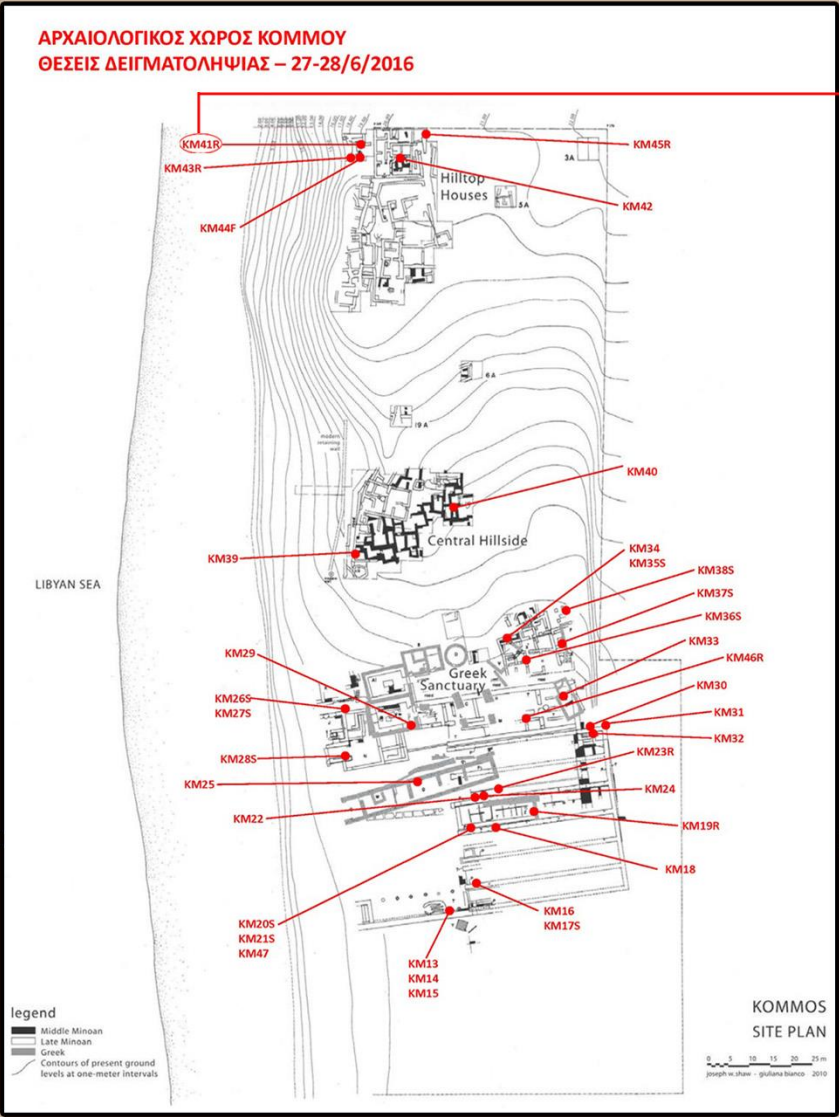


Φωτογραφίες του δείγματος KM23R από το οπτικό μικροσκόπιο.

Το κονίαμα KM23R είναι αμιγώς τσιμεντιτικό κονίαμα χρώματος γκρι.

Παρατηρείται ισομερής κατανομή λεπτόκοκκων και χονδρόκοκκων αδρανών άμμου (θαλάσσιας ή ποταμίσιας).

| Επίχρισμα | KM23R |
|---------------------|---|
| Χρώμα | ανοικτό γκρι |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια ή ποταμίσια άμμος |
| Κοκκομετρία αδρανών | Φαόλευκα αδρανή άμμου, έως 0,7 χιλ. Σκούρα γκρι αδρανή άμμου, έως 1,6 χιλ. Ερυθρά αδρανή άμμου, έως 0,4 |
| Κονία | Συνεκτική δομή κονιάς-αδρανών |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Συσσωματώματα ασβεστίτη έως 3,2 χιλ. (κυρίως στο κονίαμα του υποστρώματος) |
| Παρατηρήσεις | Επίχρισμα νεότερης επέμβασης |



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KM41R: (αριστερά) σημείου δειγματοληψίας δείγματος και (δεξιά) ληφθέντος δείγματος.

Το δείγμα KM41R εντοπίστηκε σε τοίχο αντιστήριξης στη βόρεια οικιστική περιοχή.

Μακροσκοπική περιγραφή



Πρόκειται για τσιμεντιτικό κονίαμα χρώματος γκρι, παραπλήσιο με το KM23R, με τη διαφορά ότι σε αυτό το κονίαμα παρατηρείται έντονα η παρουσία κοχυλίων, πιθανότατα λόγω χρήσης άμμου θαλάσσης.

Μικροσκοπική περιγραφή

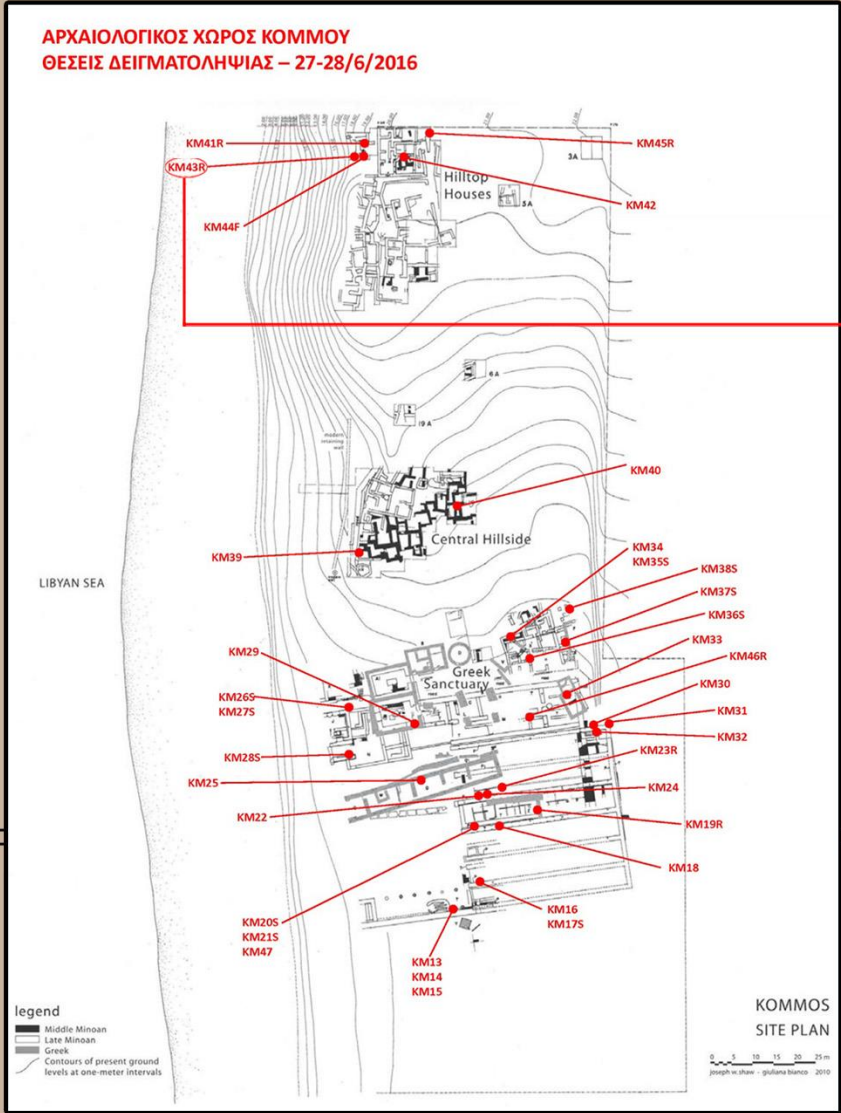


Φωτογραφίες του δείγματος KM41R από το οπτικό μικροσκόπιο.

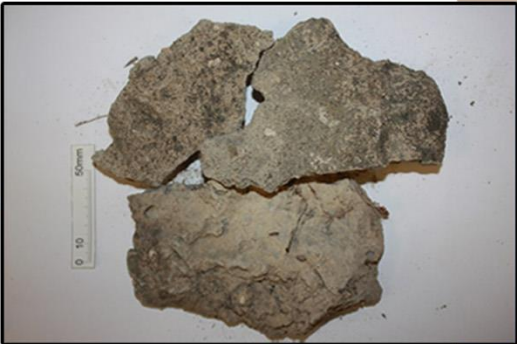
Το κονίαμα KM41Rείναι ένα αρκετά ανθεκτικό κονίαμα, χρώματος γκρι, λόγω παρουσίας τσιμέντου, παραπλήσιο με το KM23R.

Περιέχει άμμο μεσαίας κοκκομετρίας, μάλλον θαλάσσια, αφού παρατηρούνται θαλάσσια κελύφη. Στο στερεοσκόπιο το κονίαμα αποδεικνύεται όμοιο με τα KM22 και KM47, τα οποία τελικά θεωρήθηκαν νεότερα κονιάματα επεμβάσεων.

| Επίχρυσμα | KM41R |
|---------------------|---|
| Χρώμα | γκρι |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια άμμος |
| Κοκκομετρία αδρανών | Φαόλευκα αδρανή άμμου, έως 0,5 χιλ. Σκούρα γκρι αδρανή άμμου, έως 1 χιλ. Ερυθρά αδρανή άμμου, έως 0,4 |
| Κονία | Συνεκτική δομή κονιάς-αδρανών |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Θαλάσσια κελύφη |
| Παρατηρήσεις | Επίχρυσμα νεότερης επέμβασης |



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΜ43R: (αριστερά) σημείου δειγματοληψίας δείγματος και (δεξιά) ληφθέντος δείγματος.



Το δείγμα ΚΜ43R είναι επίταση παρειάς ανασκαφικής τομής. Το δείγμα συλλέχθηκε από τη βόρεια οικιστική περιοχή.

Έχει αντίστοιχα χαρακτηριστικά με αυτά του τσιμεντιτικού κονιάματος ΚΜ23R. Παρομοίως, παρατηρούνται στην επιφάνειά του, βιολογική φθορά και εσωτερικά, προσφύσεις τμημάτων της παρειάς.

Μικροσκοπική περιγραφή

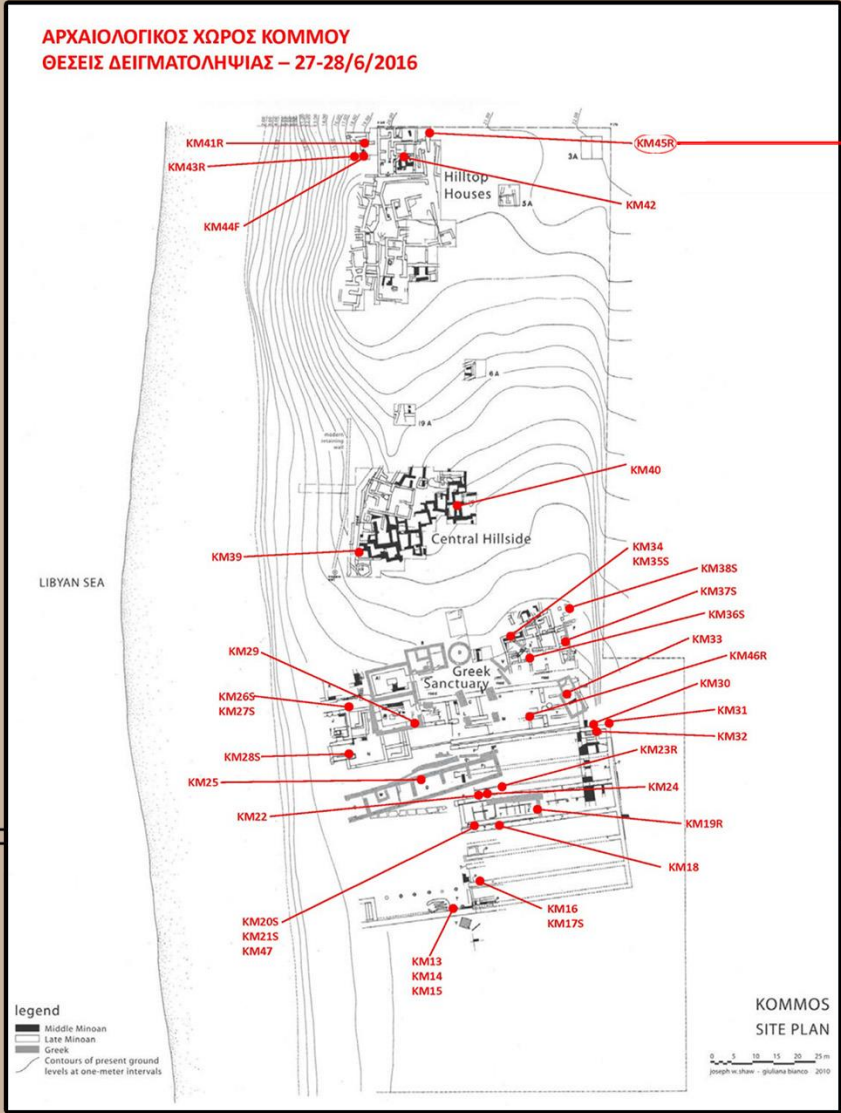
Φωτογραφίες του δείγματος ΚΜ43R από το οπτικό μικροσκόπιο.



Το κονίαμα ΚΜ43R είναι χρώματος του ανοικτού γκρι, περιέχει τσιμέντο, θαλάσσια άμμο και μπορεί να θεωρηθεί όμοιο με το ΚΜ23R.

Παρουσιάζει στην επιφάνειά του βιολογική φθορά με την ανάπτυξη φυτικών ινών και άλγης. Στην εσωτερική πλευρά, παρατηρείται ζώνη πρόσφυσης με υποστρωματικό κονίαμα(αρχαίο). Η κατανομή των αδρανών στο κονίαμα είναι της τάξεως των 0,3-0,7mm. Παρουσιάζονται σποραδικά εγκλωβισμένα θαλάσσια κελύφη.

| | |
|---------------------|--|
| Επίχρυσμα | ΚΜ43R |
| Χρώμα | Ανοικτό γκρι |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια άμμος με ύπαρξη κελυφών. |
| Κοκκομετρία αδρανών | Λευκά αδρανή άμμου, 0,7-1 χιλ. Σκούρα γκρι αδρανή άμμου 0,3-0,7mm |
| Κονία | Συνεκτική δομή κονιάς-αδρανών |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Κελύφη θαλάσσιων οστράκων |
| Παρατηρήσεις | Πιθανότατα επίχρυσμα νεότερης επέμβασης, χωρίς σημαντική διάβρωση, με έντονη ανάπτυξη βιολογικής φθοράς. |



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΜ45R: (αριστερά) σημείου δειγματοληψίας δείγματος και (δεξιά) ληφθέντος δείγματος.



Το δείγμα ΚΜ45R, συλλέχθηκε από τη βόρεια οικιστική περιοχή, όπως τα δύο προηγούμενα (ΚΜ41R και ΚΜ43R).

Ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις με τα δείγματα ΚΜ23R και ΚΜ43R. Προφανώς είναι ένα κονίαμα που χρησιμοποιήθηκε εκτενώς σε επεμβάσεις στη βόρεια οικιστική περιοχή.

Μικροσκοπική περιγραφή

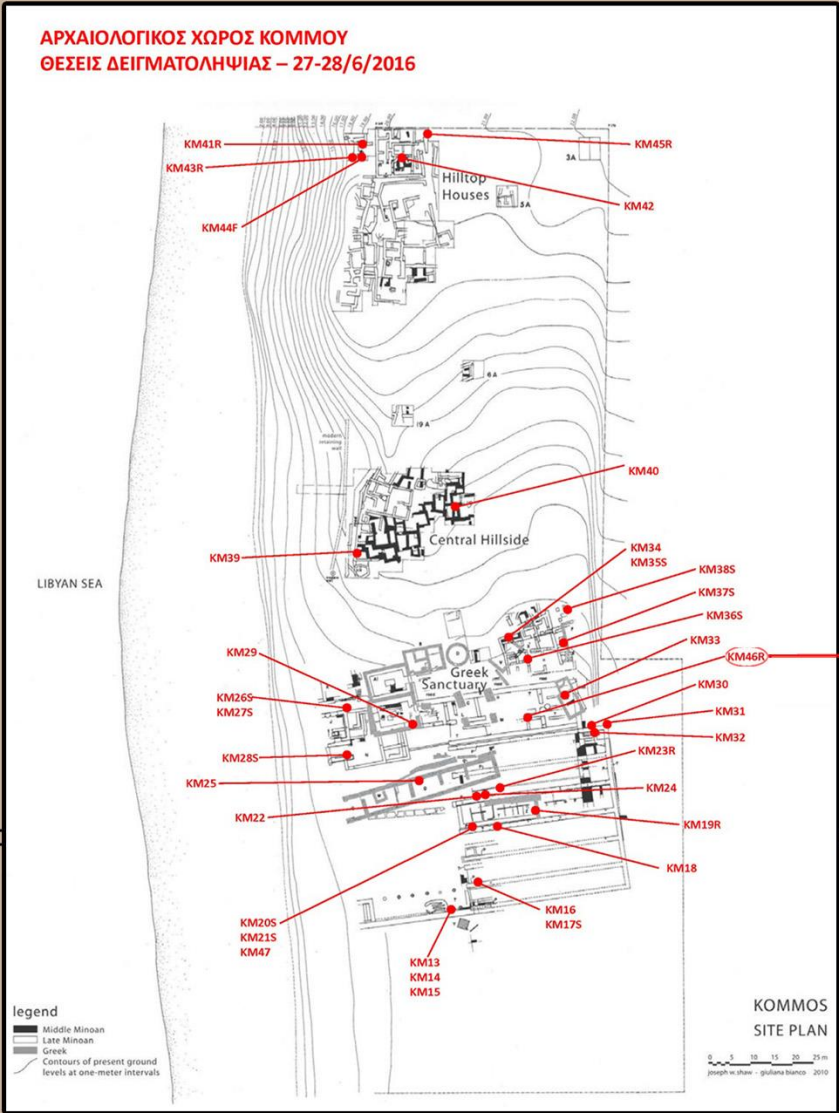
Φωτογραφίες του δείγματος ΚΜ45R από το οπτικό μικροσκόπιο.



Το κονίαμα ΚΜ45R είναι παρόμοιο κονίαμα με το ΚΜ43R.

Δεν παρουσιάζει την έντονη ανάπτυξη βιολογικής φθοράς του κονιάματος ΚΜ43R, παρατηρείται όμως, η παρουσία τσιμέντου και θαλάσσιας άμμου.

| | |
|---------------------|---|
| Επίχρυσμα | ΚΜ45R |
| Χρώμα | Ανοικτό γκρι |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια άμμος με ύπαρξη κελυφών. |
| Κοκκομετρία αδρανών | Λευκά αδρανή άμμου, 0,7-1 χιλ Σκούρα γκρι αδρανή άμμου 0,3-0,7mm |
| Κονία | Συνεκτική δομή κονιάς-αδρανών |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Κελύφη θαλάσσιων οστράκων |
| Παρατηρήσεις | Πιθανότατα επίχρυσμα νεότερης επέμβασης, χωρίς σημαντική διάβρωση και ανάπτυξη βιολογικής φθοράς. |



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KM46R: (αριστερά) σημείου δειγματοληψίας δείγματος και (δεξιά) ληφθέντος δείγματος.

Το δείγμα KM46R, συλλέχθηκε από τη νότια περιοχή του αρχαιολογικού χώρου και συγκεκριμένα από μεγάλη καθ' ύψος επίταση της ανασκαφική παρειάς.

Μακροσκοπική περιγραφή



Αποτελείται από δύο διαδοχικά τσιμεντιτικά κονιάματα επιτάσεων, πιθανότατα διαφορετικών χρονολογιών. Το εξωτερικό κονίαμα(KM46R.a) έχει λευκό-μπεζ χρώμα, λεπτόκοκκη άμμο, κεραμικά αδρανή, ενώ φαίνονται επίσης και εγκλωβισμένοι σβώλοι ασβεσίτη. Είναι ένα κονίαμα που θρύβεται εύκολα, κάτι που φαίνεται και στη συσώρευση κονιοποιημένου υλικού στη θέση δειγματοληψίας.Το εσωτερικό(προγενέστερο) κονίαμα(KM46R.b) της διαστρωμάτωσης έχει χρώμα γκρι, λεπτόκοκκη άμμο και μεγαλύτερα αδρανή. Φαίνεται να περιέχει αρκετή ποσότητα τσιμέντου και άμμου. Εντοπίζονται ίχνη κοχυλιών στη σύνθεσή του. Είναι σχετικά σκληρό και ανθεκτικό κονίαμα.

Μικροσκοπική περιγραφή

Φωτογραφίες του δείγματος KM46R από το οπτικό μικροσκόπιο.



Το κονίαμα KM46R αποτελείται από δύο διαδοχικά κονιάματα επιτάσεων.

Το εσωτερικό κονίαμα(KM46R.b) ομοιάζει πολύ με τα KM22, KM41R και KM47 και ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις. Το εξωτερικό κονίαμα(KM46R.a) ομοιάζει πολύ με το KM19R, λόγω χρώματος και παρουσίας των κεραμικών αδρανών, της τάξεως των 0,7 -1,5 mm.

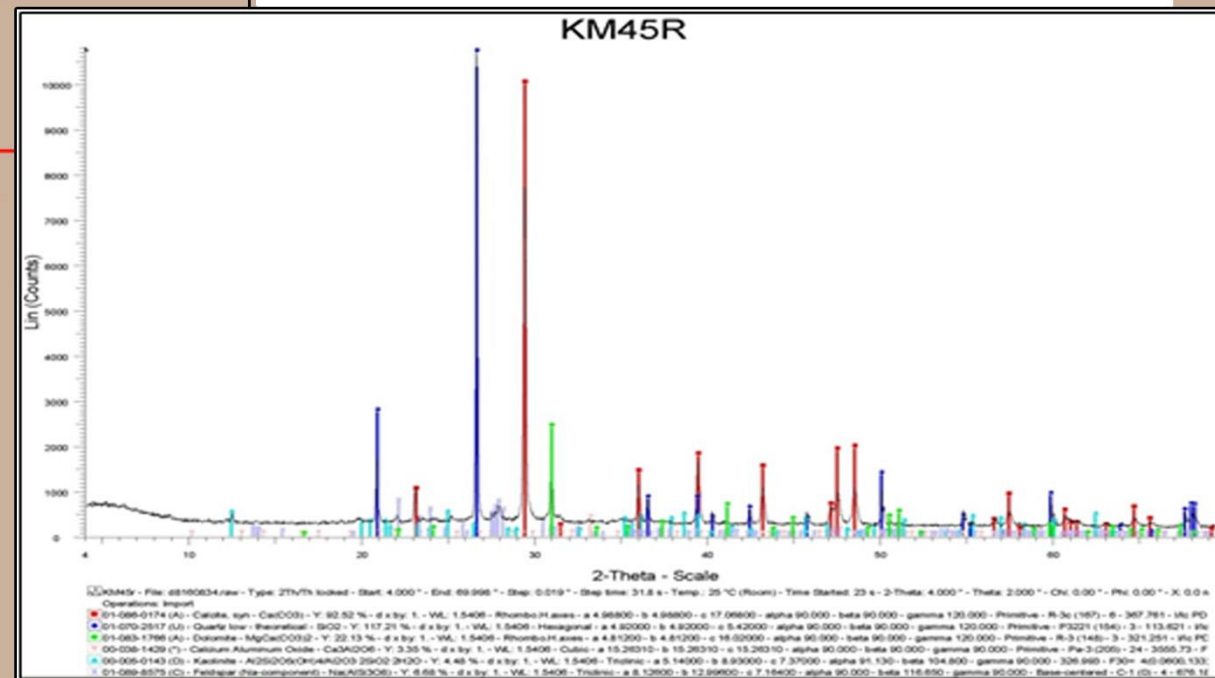
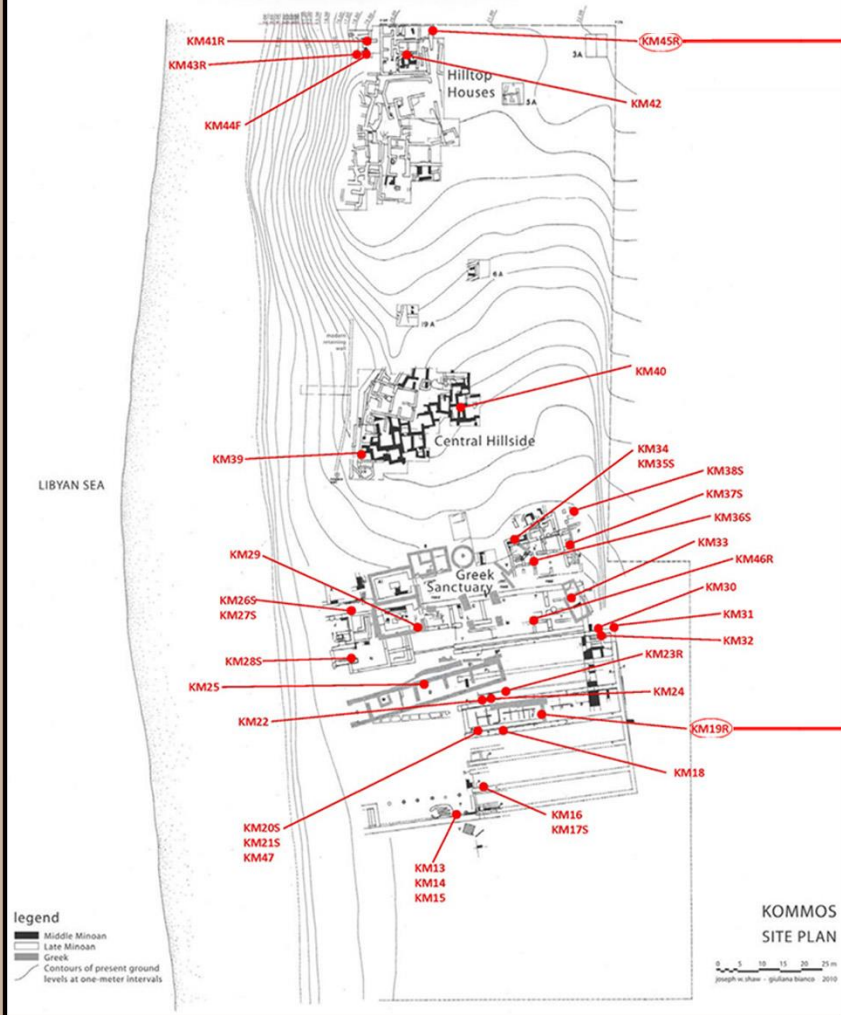
| | |
|---------------------|--|
| Επίχρυσμα | KM46R |
| Χρώμα | Γκρι και ανοικτό ερυθρό στο μεταγενέστερο στρώμα |
| Στρωματογραφία | Δύο διαδοχικά στρώματα |
| Αδρανή | Θαλάσσια άμμος με ύπαρξη κελυφών, κόκκοι ασβεσίτη και κεραμικά αδρανή |
| Κοκκομετρία αδρανών | Λευκά αδρανή άμμου, 0,7-1 χιλ Σκούρα γκρι αδρανή άμμου, 0,7-1,2 χιλ Ερυθρά αδρανή άμμου (κεραμικά), 0,5-1,3 χιλ Ασβεστιτικά (αδρανή), έως 3,2 χιλ |
| Κονία | Συνεκτική δομή κονίας-αδρανών |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Συσσωματώματα ασβεσίτη έως 3,2 χιλ. (κυρίως στο κονίαμα του υποστρώματος), κελύφη θαλάσσιων οστράκων και κεραμικών αδρανών έως 1,5 χιλ. |
| Παρατηρήσεις | Πιθανότατα επίχρυσμα νεότερης επέμβασης, χωρίς σημαντική διάβρωση. |

2. ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ [Φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF) και Περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (XRD)]

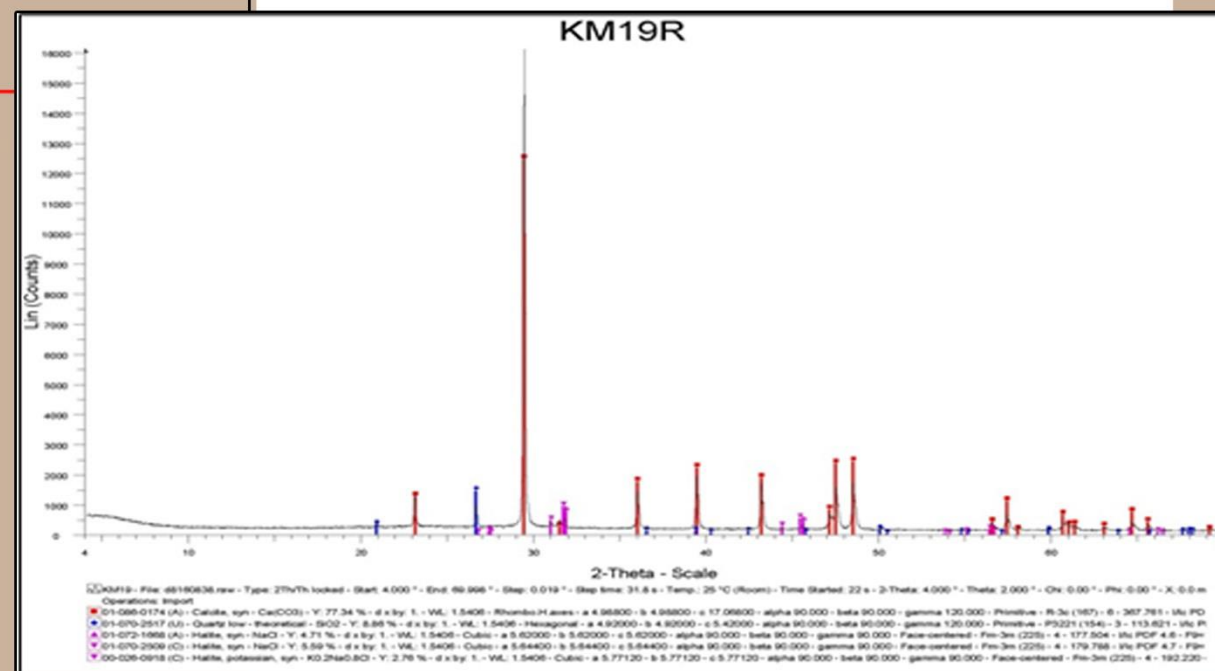
Η ταξινόμηση των τσιμεντιτικών κονιαμάτων αποκατάστασης (KM19R, KM23R, KM41R, KM43R, KM45R, KM46R) που αναλύονται στην παρούσα ερευνητική εργασία, ήταν σαφής καθώς στα αποτελέσματα των αναλύσεων περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ (XRD) των δειγμάτων, παρουσιάζονται υψηλά επίπεδα μόνο στο στοιχείο του ασβεστίτη, και σε κανένα άλλο αργλικό ορυκτό. Μόνο στο δείγμα KM45R διακρίνουμε κάποια αργλικά ορυκτά, αλλά σε πολύ χαμηλές τιμές. Η υψηλή ποσότητα του ασβεστίτη φάνηκε και από την ανάλυση φθορισμομετρίας ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF), η οποία έδωσε υψηλά ποσοστά σε οξείδιο του ασβεστίου (CaO) περίπου 50%, στο σχηματισμό των ενώσεων του υλικού. Εξαίρεση αποτελεί το κονίαμα KM45R που περιέχει 30% οξείδιο του ασβεστίου (CaO), ομοίως με τα αρχαία. Πάραυτα, το κονίαμα KM45R έχει δημιουργηθεί αποκλειστικά με βάση το τσιμέντο και οι τιμές αυτές είναι λογικές όταν χρησιμοποιείται τσιμέντο Portland. Βάσει των αναλύσεων, είναι αποδεδειγμένο ότι τα υπόλοιπα κονιάματα αποκατάστασης περιέχουν ασβέστη καθώς και άλλα συνδετικά. Επομένως, το μίγμα των συνδετικών είναι υπεύθυνο για αυτές τις συγκεντρώσεις. Ιδιαίτερης σημασίας ήταν η σύγκριση της συγκέντρωσης τριοξειδίου του θείου (SO₃) μεταξύ των τσιμεντιτικών κονιαμάτων αποκατάστασης και των αρχαίων. Τα δείγματα τσιμέντου έχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις θειικών στοιχείων (πάνω από 0,5%) από τα αρχαία (από 0,05 έως 0,18%), ενώ το τσιμεντιτικό δείγμα KM19R έχει 0,37%, λόγω της αποδεδειγμένης χρήσης λευκού τσιμέντου, του οποίου η περιεκτικότητα σε θειικά στοιχεία είναι μικρότερη. (49)

(49) Π.Ν. Μαραβελάκη, Interim Report of the Deterioration Phenomena, the Sampling Areas and the Restoration Mortar, Technical Report – Phase 2, Chania, November 22, 2016, σελ. 24.

ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΚΟΜΜΟΥ
ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ – 27-28/6/2016



Ανάλυση του δείγματος KM19R με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ(XRD).



Ανάλυση του δείγματος KM45R με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ(XRD).

| Sample | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | Fe ₂ O ₃ | SO ₃ | Sum* |
|--------|-------|------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|-----------------|-------|
| KM19R | 42,70 | 17,11 | 3,39 | 0,95 | 0,97 | 0,37 | 71,36 |
| KM45R | 30,48 | 27,74 | 5,06 | 3,99 | 3,20 | 0,58 | 73,55 |

Πίνακας Ανάλυσης Φθορισμομετρίας ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF) δειγμάτων KM19R, KM45R.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ

| | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | Fe ₂ O ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | SO ₃ | Cl | P ₂ O ₅ | TiO ₂ | Sum |
|---------|-------|------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|------|-------------------------------|------------------|-------|
| KM1 | 41,01 | 17,32 | 3,75 | 2,80 | 2,14 | 1,01 | 0,59 | 0,19 | 0,08 | 0,12 | 0,31 | 69,52 |
| KM3 | 53,08 | 3,97 | 0,70 | 1,64 | 0,56 | 1,47 | 0,07 | 0,25 | 0,38 | 0,07 | 0,05 | 62,84 |
| KM4 | 50,71 | 5,40 | 1,15 | 2,06 | 0,84 | 1,36 | 0,14 | 0,28 | 0,28 | 0,10 | 0,09 | 62,52 |
| KM5 | 47,55 | 7,17 | 1,58 | 2,15 | 1,11 | 1,51 | 0,26 | 0,23 | 0,36 | 0,08 | 0,12 | 62,24 |
| KM6 | 32,53 | 27,85 | 7,58 | 4,46 | 4,08 | 2,50 | 1,24 | 0,09 | 0,81 | 0,11 | 0,52 | 82,06 |
| KM10 | 34,99 | 26,77 | 5,84 | 4,03 | 3,12 | 1,63 | 0,98 | 0,08 | 0,52 | 0,18 | 0,42 | 78,86 |
| KM11 | 36,19 | 24,49 | 5,42 | 3,47 | 2,83 | 1,06 | 0,89 | 0,18 | 0,07 | 0,22 | 0,41 | 72,51 |
| KM12 | 49,61 | 9,37 | 2,20 | 2,76 | 1,22 | 0,84 | 0,31 | 0,09 | 0,02 | 0,09 | 0,14 | 66,89 |
| KM13<63 | 54,73 | 2,64 | 0,46 | 1,71 | 0,41 | 1,28 | 0,01 | 0,17 | 0,26 | 0,07 | 0,04 | 61,86 |
| KM16<63 | 30,79 | 27,17 | 7,62 | 4,34 | 4,44 | 1,56 | 1,30 | 0,05 | 0,50 | 0,11 | 0,57 | 78,78 |
| KM19R | 42,70 | 17,11 | 3,39 | 0,95 | 0,97 | 3,31 | 0,92 | 0,37 | 1,37 | 0,05 | 0,11 | 71,36 |
| KM24<63 | 45,09 | 15,39 | 4,02 | 1,78 | 1,65 | 1,00 | 0,91 | 0,50 | 0,09 | 0,07 | 0,19 | 70,87 |
| KM29<63 | 29,97 | 30,37 | 7,93 | 4,34 | 4,27 | 1,56 | 1,43 | 0,06 | 0,25 | 0,10 | 0,59 | 81,19 |
| KM31<63 | 30,74 | 29,06 | 7,51 | 3,59 | 4,09 | 1,13 | 1,28 | 0,07 | 0,16 | 0,13 | 0,57 | 78,92 |
| KM32<63 | 30,56 | 29,49 | 7,66 | 4,03 | 4,20 | 1,06 | 1,27 | 0,10 | 0,08 | 0,21 | 0,56 | 79,59 |
| KM33<63 | 31,55 | 28,77 | 7,42 | 3,94 | 4,45 | 1,31 | 1,24 | 0,27 | 0,08 | 0,18 | 0,54 | 80,10 |
| KM34<63 | 30,85 | 27,16 | 7,07 | 4,37 | 4,07 | 1,79 | 1,26 | 0,09 | 0,69 | 0,33 | 0,56 | 78,55 |
| KM39<63 | 32,27 | 24,30 | 6,47 | 4,30 | 3,60 | 1,64 | 1,15 | 0,12 | 0,34 | 0,42 | 0,47 | 75,41 |
| KM42<63 | 37,18 | 22,82 | 5,62 | 3,36 | 3,32 | 0,93 | 1,01 | 0,10 | 0,04 | 0,15 | 0,47 | 75,30 |
| KM45R | 30,48 | 27,74 | 5,06 | 3,99 | 3,20 | 1,57 | 0,67 | 0,58 | 0,15 | 0,13 | 0,33 | 73,55 |
| KM47<63 | 32,38 | 28,02 | 7,15 | 4,14 | 4,06 | 1,10 | 1,26 | 0,16 | 0,04 | 0,22 | 0,55 | 79,43 |

Εικόνα 95_ Πίνακας Εκατοστιαίας στοιχειακής σύστασης δειγμάτων κονιαμάτων(EDXRF).

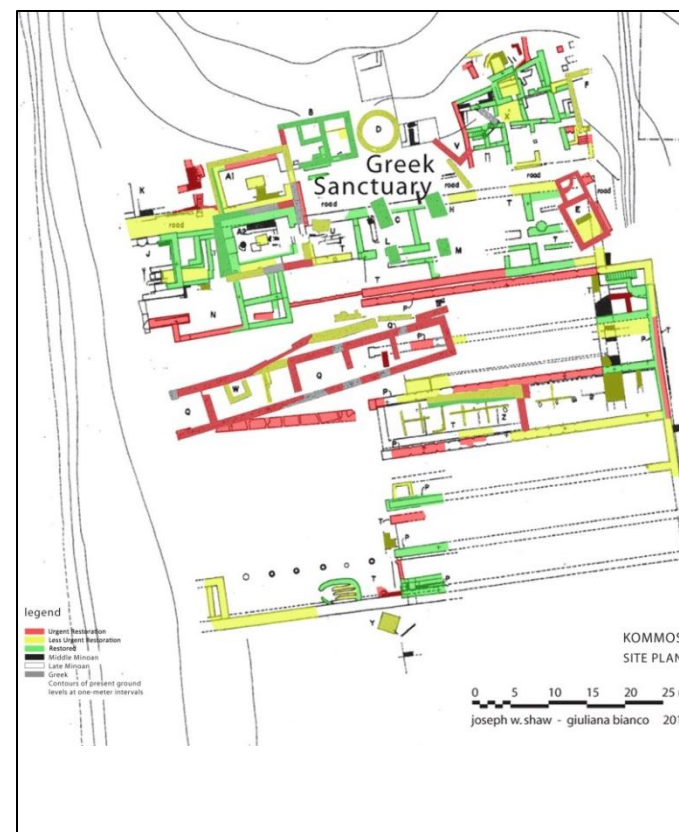


ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΩΝ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΩΝ

Η διεξοδική ανάλυση των αποτελεσμάτων των κονιαμάτων επίχρισης, με σκοπό τον εντοπισμό των χαρακτηριστικών στοιχείων των δειγμάτων (χρώμα, τύπος κονίας, βαθμός διάβρωσης), είχε ως αποτέλεσμα την ομαδοποίηση τους, βάσει των κοινών χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν. Μέσω των εργαστηριακών μελετών (μακροσκοπική, μικροσκοπική) που πραγματοποιήθηκαν, έγινε εφικτή η σύγκριση των δειγμάτων και συνεπώς, η κατηγοριοποίησή τους σε δύο διαφορετικούς τύπους κονιαμάτων:

1. Η κατηγορία (Κ4), στην οποία ανήκουν τα κονιάματα ΚΜ41R και ΚΜ46R.b. Κάποια από αυτά αρχικά θεωρήθηκαν αρχαία, όμως η μελέτη τους σταδιακά το απέκλεισε. Έχουν αρκετά σκληρή υφή, παρ'όλο που έχουν υποστεί αρκετή διάβρωση και θρυμματίζονται. Περιέχουν λεπτόκοκκη άμμο φυσικής προέλευσης (στρογγυλεμένο σχήμα και σκούρο χρώμα) και τσιμέντο, επομένως ανήκουν στα κονιάματα αποκατάστασης.
2. Η κατηγορία (Κ5), στην οποία περιλαμβάνονται τα κονιάματα αποκατάστασης ΚΜ19R, ΚΜ23R, ΚΜ41R, ΚΜ43R, ΚΜ45R, ΚΜ46R.a, είναι εμφανής η χρήση τσιμέντου. Τα αδρανή τους είναι λεπτόκοκκη θαλάσσια άμμος ή θραυστή νταμαρίσια, ενώ τα ΚΜ19R και ΚΜ46R, εμπεριέχουν και θραυστά κεραμικά. Ο χρωματισμός τους είναι γκρί ή ερυθρός (ΚΜ19R, ΚΜ46R λόγω των θραυστών κεραμικών).

Όλα τα παραπάνω κονιάματα επίχρισης που αναλύθηκαν ανήκουν στην ίδια χρονική περίοδο, είναι δηλαδή σύγχρονα. Τα ΚΜ23R, ΚΜ43R, ΚΜ45R τοποθετήθηκαν στο χώρο το 1978 και τα ΚΜ19R, ΚΜ46R.a, το 2007 σύμφωνα με τον κ. Νικάκη, υπεύθυνο των σύγχρονων επεμβάσεων αποκατάστασης.



Εικόνα 96_Αποκαταστάσεις Νικάκη στον αρχαιολογικό χώρο του Κομμού, Ηρακλείου. Ταξινομούνται σύμφωνα με την κατάσταση των καταλοίπων.

Κόκκινο χρώμα: Επείγουσες αποκαταστάσεις.
Κίτρινο χρώμα: Λιγότερο επείγουσες αποκαταστάσεις.
Πράσινο χρώμα: Αποκατεστημένες περιοχές.

**ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ**

| ομάδες - υποομάδες | | δείγματα | ιστορική περίοδος | κοινά χαρακτηριστικά ομάδας | σαφώς όμοια δείγματα | χαρακτηριστικά δείγματος |
|--------------------|------|--|--|---|--|--|
| K1 | | KM1, KM3, KM4, KM5, KM13, KM14 | Μινωική | μινωικά, αρμολογήματα και εξωτερική χρήση, έντονο λευκό χρώμα, μεγάλη περιεκτικότητα σε ασβέστη, υψηλός λόγος Κ/Α, παρουσία φυτικών ινών (αχύρων) στο κονίαμα | όλα | έντονα λευκό, σχεδόν καθαρός ασβέστης, παρουσία αχύρων |
| K2 | K2.α | KM6, KM15, KM16, KM18, KM30, KM31 | Μινωική | κονιάματα δόμησης μινωικά, δημόσια κτίρια, ασθενή πηλοκονιάματα (αμιγώς), πολύ λεπτόκοκκα αδρανή | KM6, KM16 | πηλοκονιάματα ασθενή, έγκοιλα-πόροι, θαλάσσια κελύφη, νεώσοικοι |
| | | | | | KM18 | |
| | | | | | KM15 | πηλοκονιάματα ασθενή, έγκοιλα-κενά, κτίσμα Τ |
| | | | | | KM30, KM31 | |
| | K2.β | KM29, KM32 | Ελληνιστική (KM29)/ Γεωμετρική (KM32) | κονιάματα δόμησης γεωμετρικής έως ελληνιστικής εποχής, λεπτόκοκκη σύσταση | κανένα | μικτά κονιάματα, λεπτοί πηλοί, λεπτόκοκκα αδρανή, γεωμετρικά έως ελληνιστικά |
| | K2.γ | KM10, KM11, KM39, KM40, KM42 | Μινωική | κονιάματα δόμησης μινωικά, οικιστικές περιοχές, πρόχειρα και ασθενή πηλοκονιάματα για χρήση σε κατοικίες, χονδρόκοκκο χώμα (soil, not clay) | KM10, KM39 | αμιγή πηλοκονιάματα, αρκετά θαλάσσια κελύφη, πρόχειρα, οικιστική περιοχή πλαγιάς, ΥΜ |
| | | | | | KM40 | |
| | | | | | KM11, KM42 | αμιγή πηλοκονιάματα, αρκετά θαλάσσια κελύφη, πρόχειρα, οικιστική περιοχή λόφου, ΥΜ |
| | K2.δ | KM34 | Μινωική | κονίαμα για χρήση σε σημαίνουσα κατοικία (οικία Χ), ασβεστο-πηλοκονίαμα, αρκετά ανθεκτικότερο από τα παραπάνω | KM34 | μικτό κονίαμα (ασβέστος - πηλός), καλή σύσταση και διατήρηση, οικία Χ |
| K3 | | KM12, KM24, KM25 | Νεότερη | κονίαμα αρμολογήματος, ιδιαίτερα ανθεκτικό, καλή κατανομή αδρανών στη δομή του, προϊόν αποκατάστασης | KM12, KM24, KM25 | καλή κατάσταση διατήρησης, καφέ-μωβ χρώμα, καλή κατανομή αδρανών |
| K4 | | KM22, KM47, KM33, KM41R, KM46R.b | Νεότερη | κονίαμα αρμολογήματος, σκληρό αλλά και ασθενές, πιθανώς ασβεστοκονίαμα με προσθήκη τσιμέντου, λεπτόκοκκη άμμος | KM22, KM47, KM22, KM47, KM33, KM41R, KM46R.b | κονίαμα μικτό μάλλον, τρίβεται εύκολα, λεπτόκοκκη άμμος μόνο |
| K5 | | KM19R, KM23R, KM43R, KM45R, KM46R.a | Νεότερη | κονιάματα τσιμεντιτικά αποκαταστάσεων, πλήρως ασύμβατα με τις αρχαίες δομές | KM19R, KM46R.a | θραυστά κεραμικά, ροζ χρώμα, 2007 |
| | | | | | KM23R, KM43R, KM45R | γκρί χρώμα, άμμος θαλάσσια λεπτόκοκκη, 1978 |

Εικόνα 97_Πίνακας ομαδοποίησης των δειγμάτων κονιαμάτων.

3/11/2016

KE9

(ίδια συνδεση με KE7)

εφαρμογή σε καταβάρτα τσιμεντού αποστράγγισι

κόβρου → ΚΜΡ 23, ΚΜΡ 43, ΚΜΡ 19.

και σε τσιμεντοκυβοειδούς, κτυπημένους με καρέ

⊙ αβλός χαλασίαν ^(au) (34) 175 g.

⊙ αβλός χαλασίαν ^(au) (33) 133 g.

⊙ αυτική υδραυλική σβεστός (NHL) 166,25 g.

⊙ Μπεντονίτης. 8,75 g.

⊙ νερό 144 ml + 1,75 ml + 2,25 ml

Αφού αναμειχθεί ~~στον~~ στον λείο και στεγνώσει λίγο
δίνεται επάνω ~~με~~ μερό + χώμα.

KE7

KE9

ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

1. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ

Η χρήση ασύμβατων υλικών, είναι γνωστό πλέον και στην περίπτωση του Κομμού αποδεδειγμένο, ότι δημιουργεί παραπάνω προβλήματα ενισχύοντας τις φθορές, οι οποίες επιταχύνονται στο χρόνο μέσω των φυσικών-περιβαλλοντικών συνθηκών. Οι αναλύσεις των αρχαίων κονιαμάτων στόχευαν στην αναζήτηση των πρώτων υλών, ώστε η σύνθεση του νέου κονιάματος να έχει συμβατότητα ως προς τα υλικά, τις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των κονιαμάτων έδειξαν ότι αποτελούνται σε μεγάλο βαθμό από ασβεστιτικά και αργιλοπυριτικά συστατικά. Το υψηλό ποσοστό των ασβεστιτικών συστατικών οφείλεται στην κονία (ασβεστιτική) που είχε χρησιμοποιηθεί. Τα συστατικά τους αποδεικνύουν ότι πρόκειται γενικά για ένα αδύναμο κονίαμα.

Αφενός, μια σημαντική διαφοροποίηση έγινε για τα κονιάματα **KM12, KM24, KM25**, τα οποία αρχικά είχαν συλλεχθεί ως δείγματα αρχαίας δομής. Έπειτα από επιστημονικές αναλύσεις, απεδείχθη ότι πρόκειται για κονιάματα συντήρησης, εφόσον η εξέταση της μικροδομής τους ήταν αρκετά ανθεκτική και τα αδρανή που περιείχαν ήταν νταμαρίσια άμμος, αδρότερη σε σχέση με εκείνη των αρχαίων.

Αφετέρου, τα δείγματα, τα οποία μελετήθηκαν εκτενώς στην παρούσα ερευνητική εργασία, δηλαδή τα KM23R, KM41R, KM43R, KM45R, εμφανίζουν σαφή χρήση τσιμέντου ως συστατικού στα κονιάματα αποκατάστασης, ενώ τα κονιάματα KM19R, KM46R, περιέχουν λευκό τσιμέντο με νταμαρίσια άμμο και κεραμικά θραύσματα όπως είχε διαπιστωθεί μέσω της μακροσκοπικής μελέτης ότι, και επιβεβαιώθηκε και μέσω των άλλων παρατηρήσεων και αναλύσεων. (50)

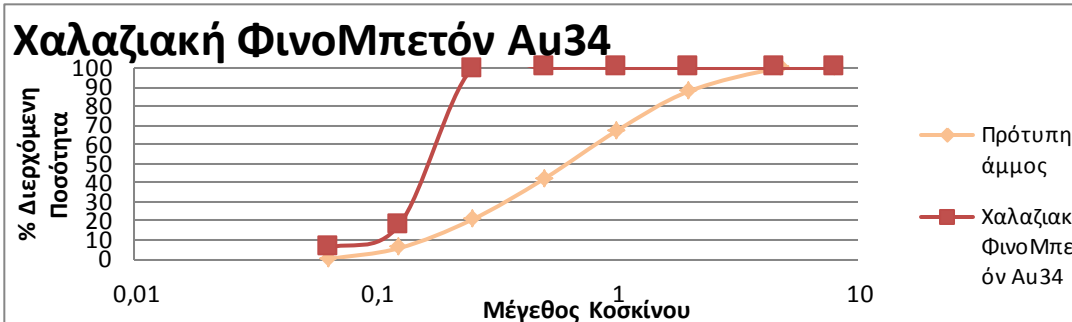
Το νέο κονίαμα που θα σχεδιαστεί θα πρέπει να πληροί κάποιες βασικές προϋποθέσεις:

- Αρχικά τη συμβατότητά του με το αρχαίο. Αυτό προϋποθέτει η σύνθεση του και οι ιδιότητες που θα αποδίδει να είναι παραπλήσιες του αρχαίου κονιάματος.
- Η αντοχή του σε θλίψη δεν είναι κάτι που μας ενδιαφέρει σε πρώτο βαθμό, εφόσον οι τοιχοποιίες δεν φέρουν βάρη, όμως απαιτείται αντοχή σε κάμψη προκειμένου να αντέξει τις πιέσεις που ασκούνται.
- Η πλαστικότητα και η ελαστικότητα πρέπει να είναι αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη. Το νέο κονίαμα απαιτείται να παρουσιάζει χαμηλό μέτρο ελαστικότητας και υψηλή πλαστικότητα, ώστε να επιτρέπει στα σωματίδια του κονιάματος να προσκολλώνται επιτυχώς χωρίς να επηρεάζουν την υφιστάμενη τοιχοποιία προκαλώντας ρωγμές ή αποκολλήσεις.
- Η απορροφητικότητα νερού θα πρέπει να είναι περιορισμένη, ώστε να μην μεταφέρονται άλατα μέσω αυτού στο αρχαίο υπόστρωμα.
- Η αντοχή στο θαλάσσιο νερό είναι σημαντική, γιατί περιέχει θειϊκά άλατα.
- Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η υψηλή διαπερατότητα υδρατμών, για την αποφυγή διαβρώσεων που προκαλούνται από την παραμένουσα υγρασία.
- Το νέο κονίαμα γενικά πρέπει να έχει αρκετά συνεκτική και ανθεκτική δομή, ώστε να αντέχει στις μηχανικές φθορές και στις διαβρώσεις που προκαλούν οι περιβαλλοντικές συνθήκες.

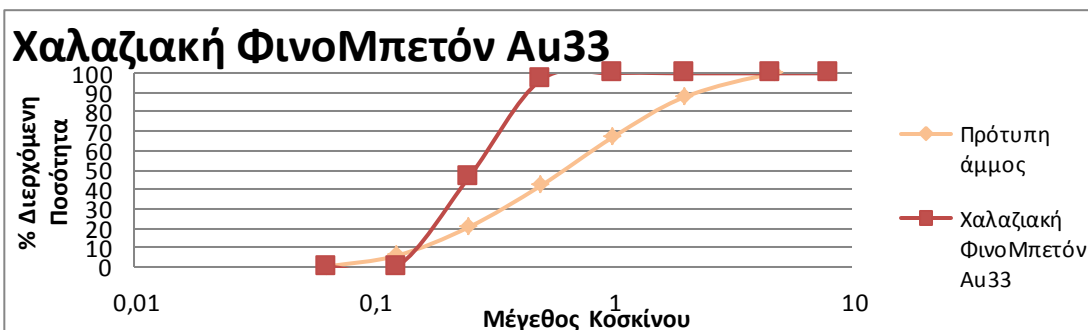
α. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

Για την δημιουργία του νέου κονιάματος χρησιμοποιήθηκαν ως κονίες, η φυσική υδραυλική άσβεστος (NHL), η υδράσβεστος και ο μετακαολίνης (MT) που αποτελεί τεχνητή ποζολάνη. Ο μετακαολίνης όταν αναμειχθεί με την υδράσβεστο όπως και η υδραυλική άσβεστος από μόνη της αποτελούν υδραυλικά κονιάματα συμβατά με τα πρωτότυπα και αρκετά ανθεκτικά σε υγρά (παραθαλάσσια) περιβάλλοντα.

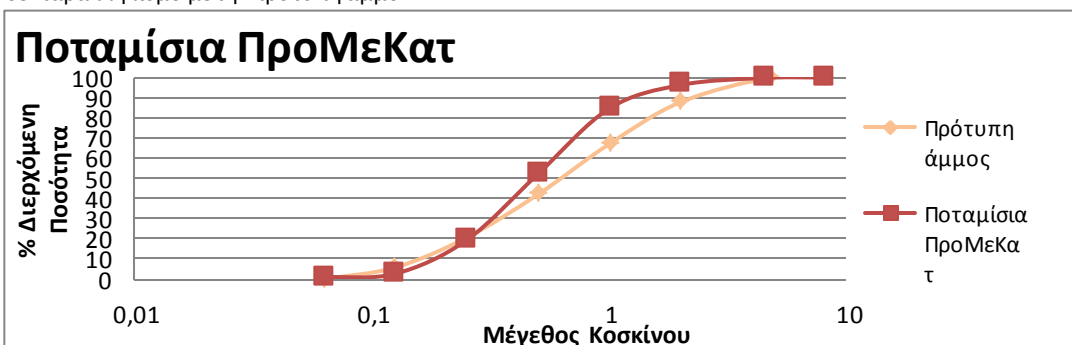
Ως αδρανές χρησιμοποιήθηκε η χαλαζιακή άμμος Au33 και Au34. Η ανάμιξη των δύο άμμων Au33 και Au34 προτείνεται, αφού η κοκκομετρική ανάλυση αυτών έδειξε πως πρόκειται για κλάσματα περίπου της ίδιας άμμου και το μεγαλύτερο εύρος κατανομής αδρανών γενικά βοηθάει στην καλή συμπεριφορά. Επίσης δοκιμάστηκε και η ποταμίσια άμμος η οποία επιλέχτηκε μεταξύ άλλων άμμων, λόγω της κοκκομετρικής της καμπύλης η οποία συνέπιπτε στην ιδανική.



Εικόνα 98_ Καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης της χαλαζιακής άμμου Au34 (ΦινοΜπετόν) σε παραλληλισμό με την πρότυπη άμμο.



Εικόνα 99_ Σχήμα 10: Καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης της χαλαζιακής άμμου Au33 (ΦινοΜπετόν) σε παραλληλισμό με την πρότυπη άμμο.



Εικόνα 100_ Καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης της ποταμίσιας άμμου (ΠροΜεΚατ) σε παραλληλισμό με την πρότυπη άμμο.

Στις συνθέσεις προστέθηκε και ο μπετονίτης (Bentonite), ο οποίος είναι φυσική άργιλος και έχει την ιδιότητα να συγκρατεί το νερό, το οποίο διοχετεύει κατάλληλα, ευνοώντας τις υδραυλικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα να προσφέρει ταχύτερη ωρίμανση των κονιαμάτων. Πρόκειται για ένα πέτρωμα το οποίο αποτελείται κυρίως από το αργιλικό ορυκτό μοντοριλλονίτη, $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ (σε ποσοστό μεγαλύτερο από 80%) και σχηματίζεται από την εξαλλοίωση όξινων ηφαιστειακών πετρωμάτων. Όταν η περιεκτικότητα σε μοντοριλλονίτη είναι μικρότερη (60-80%), το υλικό χαρακτηρίζεται ως “μπετονιτική άργιλος”. Πήρε το όνομά του από την τοποθεσία Fort Benton της πολιτείας Yoming των Η.Π.Α., όπου πρωτοανακαλύφθηκε και άρχισε να εξορύσσεται. (51) Πιο συγκεκριμένα ο μπετονίτης:

- Προέρχεται από την εξαλλοίωση - μετατροπή της ηφαιστειακής τέφρας.
- Χαρακτηρίζεται από μεγάλη προσροφητική ικανότητα, υψηλή πλαστικότητα, δυνατότητα να δρα σαν συνδετικό υλικό. Μπορεί να απορροφήσει μεγάλο ποσοστό νερού(περίπου το 75% του όγκου του).
- Είναι φυσικό πρόσθετο για κονιάματα ασβέστη και ασβέστη-μετακαολίνης που χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση κτιρίων.
- Η προσθήκη υψηλής δραστηριότητας ποζολάνης σε ασβέστη δημιουργεί κονιάματα παρόμοια με τα ιστορικά που επιδεικνύουν βελτιωμένες τιμές μηχανικής αντοχής και προηγμένης ανθεκτικότητας.
- Προστίθεται σε κονιάματα για βελτίωση των χαρακτηριστικών τους, λόγω των φυσικοχημικών του ιδιοτήτων και της βέλτιστης μορφολογική δομής του.
- Έχει μεγάλη ικανότητα προσρόφησης νερού, παρουσία του οποίου προάγονται οι ποζολανικές αντιδράσεις της μετακαολίνης(ή άλλης ποζολάνης).Είναι σε θέση να υποστηρίξει ποζολανικές δραστηριότητες. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία και σε παράκτιες περιοχές με χαμηλή υγρασία και δυνατούς ανέμους, όπως είναι ο Κομμός.
- Το κονίαμα με μετακαολίνη και μπετονίτη έχει τη μικρότερη διείσδυση νερού (σε σύγκριση με αυτό χωρίς μπετονίτη), το οποίο είναι επιθυμητό.(52)

(51) <http://www.orykta.gr/oryktes-protos-yles-tis-ellados/latomika-orykta/biomihanika-orykta/56-mpedonitis>

(52) S.Andrejkojovicova , C.Alves, A.Velosa , F.Rocha, Bentonite as a natural additive for lime and lime-metacaolin mortars used for restoration of adobe buildings, 2015.

b. ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΟΣ

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι πρώτες δοκιμαστικές συνθέσεις επιχρίσματος με εργαστηριακούς κωδικούς ΚΕ1Α έως ΚΕ5.

Τα αποτελέσματα των δοκιμαστικών επιχρισμάτων δεν ήταν ικανοποιητικά κυρίως λόγω της ύπαρξης πηλοχώματος σε όλες τις δοκιμές, για τους εξής παρακάτω λόγους:

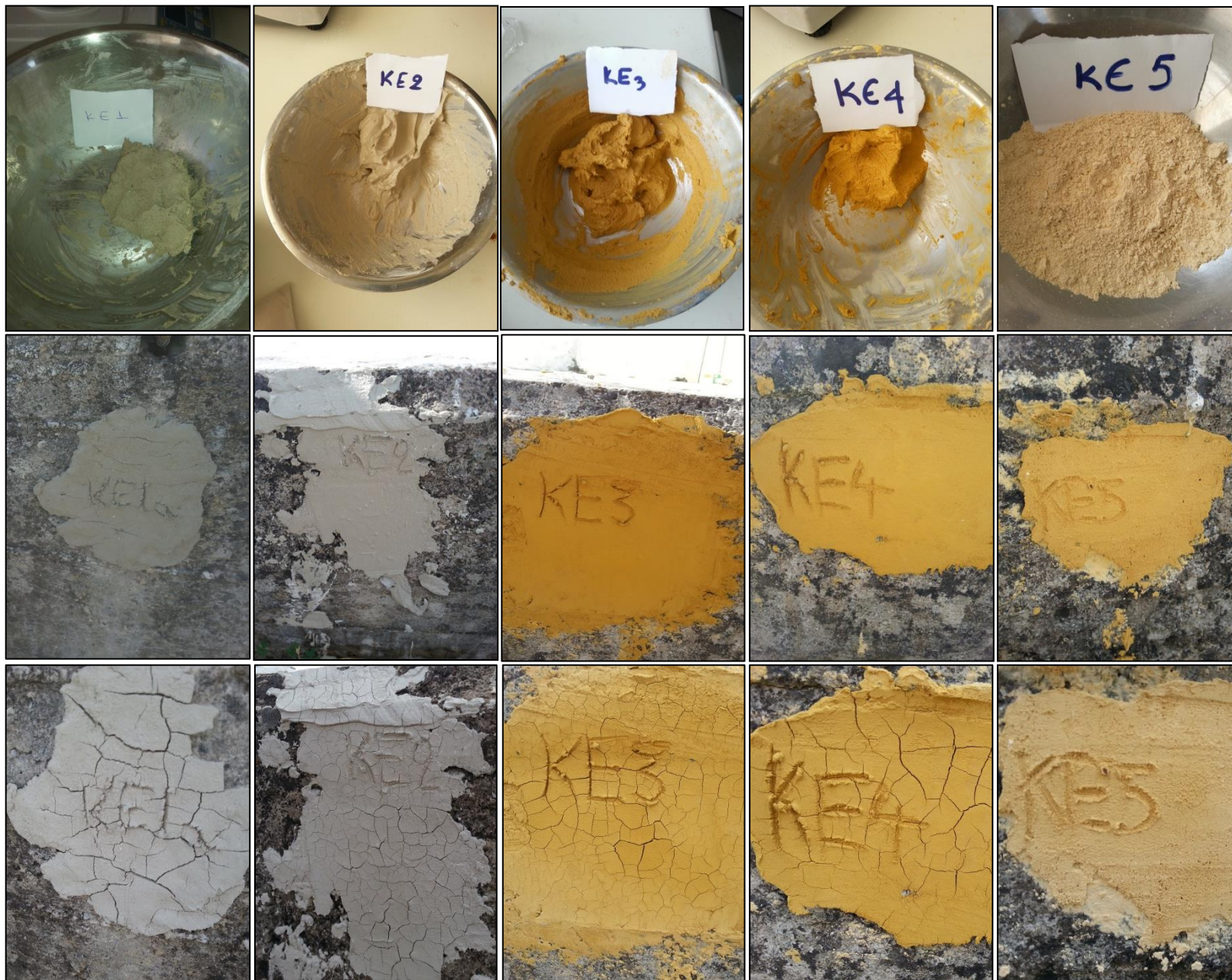
- Το πηλόχωμα δημιουργεί έντονες ρηγματώσεις σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα από τη στιγμή της εφαρμογής του (το φαινόμενο ήταν ορατό μέσα στην πρώτη μισή ώρα).
- Το επίχρισμα αποκατάστασης θα έχει εφαρμογή και πάνω σε παλαιότερα τσιμεντιτικά κονιάματα, ενώ το πηλόχωμα έχει διαπιστωθεί ότι δεν έχει καθόλου καλή πρόσφυση με τα τσιμεντιτικά κονιάματα.
- Στην δοκιμή ΚΕ5, στην οποία δεν συμπεριλήφθηκε το πηλόχωμα ως συστατικό, το τελικό κονίαμα είχε καλύτερη πρόσφυση και δεν παρουσιάστηκαν ρωγμές ακόμα και μετά από 8 ημέρες.
- Το δοκίμιο ΚΕ5 είχε μικρότερο λόγο Κονίας/Αδρανών, ο οποίος καθορίζει τη δημιουργία ρωγμών.
- Η χρήση πηλοχώματος θεωρήθηκε ότι δεν είναι ιδανική σ' αυτές τις πρώτες δοκιμές γι' αυτό και απορρίφθηκε στις μετέπειτα, διότι όπως είπαμε δημιουργεί προβλήματα συνοχής και ανθεκτικότητας, κυρίως με τη απορρόφηση μεγάλης ποσότητας νερού.
- Η εκδοχή ότι το πηλόχωμα θα προσέφερε την επιθυμητή χρωματική υφή, αναιρέθηκε λόγω της μικρής συμμετοχής του στην αναλογία των υλικών. Αν υπήρχε μεγαλύτερη συμμετοχή το πρόβλημα θα ήταν μεγαλύτερο.

Η προσθήκη ώχρας στα δείγματα με κωδικό ΚΕ3, ΚΕ4, ΚΕ5, δεν ήταν η επιθυμητή, επομένως απορρίφθηκε και στις επόμενες δοκιμαστικές συνθέσεις θα δοκιμαστεί επίταση με διάλυμα χρώματος και νερού στα κονιάματα, ενώ αυτά είναι ακόμα νωπά για μια πιο φυσική απόχρωση.

**ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ**

Πίνακας 1 _ Σχεδιασμός δοκιμαστικών συνθέσεων επιχρίσματος με εργαστηριακούς κωδικούς ΚΕ1Α έως ΚΕ5(21-24/10/2016).

| | Χαλαζιακή Αu33 (Φινομπετόν) | | Χαλαζιακή Αu34 (Φινομπετόν) | | | | Αερική Άσβεστος (Δαλκαφούκη) (ρ=0,4065 gr/ml) | | | | Μετακαολίνης (Δαλκαφούκη) (ρ=0,500 gr/ml) | | Μπεντονίτης (Ζουράρος) (ρ=? gr/ml) | | Πηλόχωμα (Κομμός) (ρ=? gr/ml) | | Ωχρα σκούρα | | Νερό | | Κονία/Αδρανή | | Νερό/Κονία | |
|-------|--------------------------------|----|--------------------------------|----|--|--|---|--------|--|--|---|-------|--|----|----------------------------------|----|-------------|---|-----------|---|--------------|-------|------------|-------|
| | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | ? | | | ρ (gr/ml) | 0,4065 | | | ρ (gr/ml) | 0,5 | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | 1 | | | | |
| | gr | ml | gr | ml | | | gr | ml | | | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr/ml | | gr/ml | | vol. | wt/wt | vol. | wt/wt |
| ΚΕ-1α | 0 | | 20 | | | | 20 | 49,20 | | | 4,9 | 9,80 | 0 | | 55,6 | | 0 | | 50 | | #VALUE! | 1,25 | #VALUE! | 2,01 |
| ΚΕ-1β | 0 | | 20 | | | | 20 | 49,20 | | | 4,9 | 9,80 | 0 | | 55,6 | | 0 | | 60 | | #VALUE! | 1,25 | #VALUE! | 2,41 |
| ΚΕ-2 | 0 | | 20 | | | | 20 | 49,20 | | | 4 | 8,00 | 0 | | 55,6 | | 0 | | 57,5 | | #VALUE! | 1,20 | #VALUE! | 2,40 |
| ΚΕ-3 | 0 | | 40,6 | | | | 40,1 | 98,65 | | | 8 | 16,00 | 0 | | 55,06 | | 8,05 | | 85,5 | | #VALUE! | 1,18 | #VALUE! | 1,78 |
| ΚΕ-4 | 20,2 | | 20,5 | | | | 40 | 98,40 | | | 8 | 16,00 | 0 | | 25 | | 4 | | 53 | | #VALUE! | 1,18 | #VALUE! | 1,10 |
| ΚΕ-5 | 20,1 | | 20 | | | | 20,05 | 49,32 | | | 4,02 | 8,04 | 4 | | 0 | | 1 | | 35,5 | | #VALUE! | 0,70 | #VALUE! | 1,26 |



Εικόνα 101_Φωτογραφικές απεικονίσεις δοκιμαστικών συνθέσεων επιχρίσματος με εργαστηριακούς κωδικούς KE1Α έως KE5(21-24/10/2016).

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι επόμενες δοκιμαστικές συνθέσεις επιχρίσματος με εργαστηριακούς κωδικούς ΚΕ6Α έως ΚΕ8.

Στους πειραματισμούς αυτούς, έχουμε διαστρωμάτωση επιχρισμάτων κατά αναλογία της τεχνικής των αρχαίων κονιαμάτων και ειδικότερα των νωπογραφιών. Σ' αυτές τις περιπτώσεις σημειώνεται σταδιακή μείωση της κοκκομετρίας των υλικών από το εσωτερικό επίχρισμα έως το τελικό εξωτερικό, που η κοκκομετρία των αδρανών είναι ελάχιστη και σε πολλές περιπτώσεις κατέληγε στη χρήση μόνο κονίας (ασβέστη), δίνοντας ως αποτέλεσμα μια καθαρή επιφάνεια χωρίς ρωγμές.

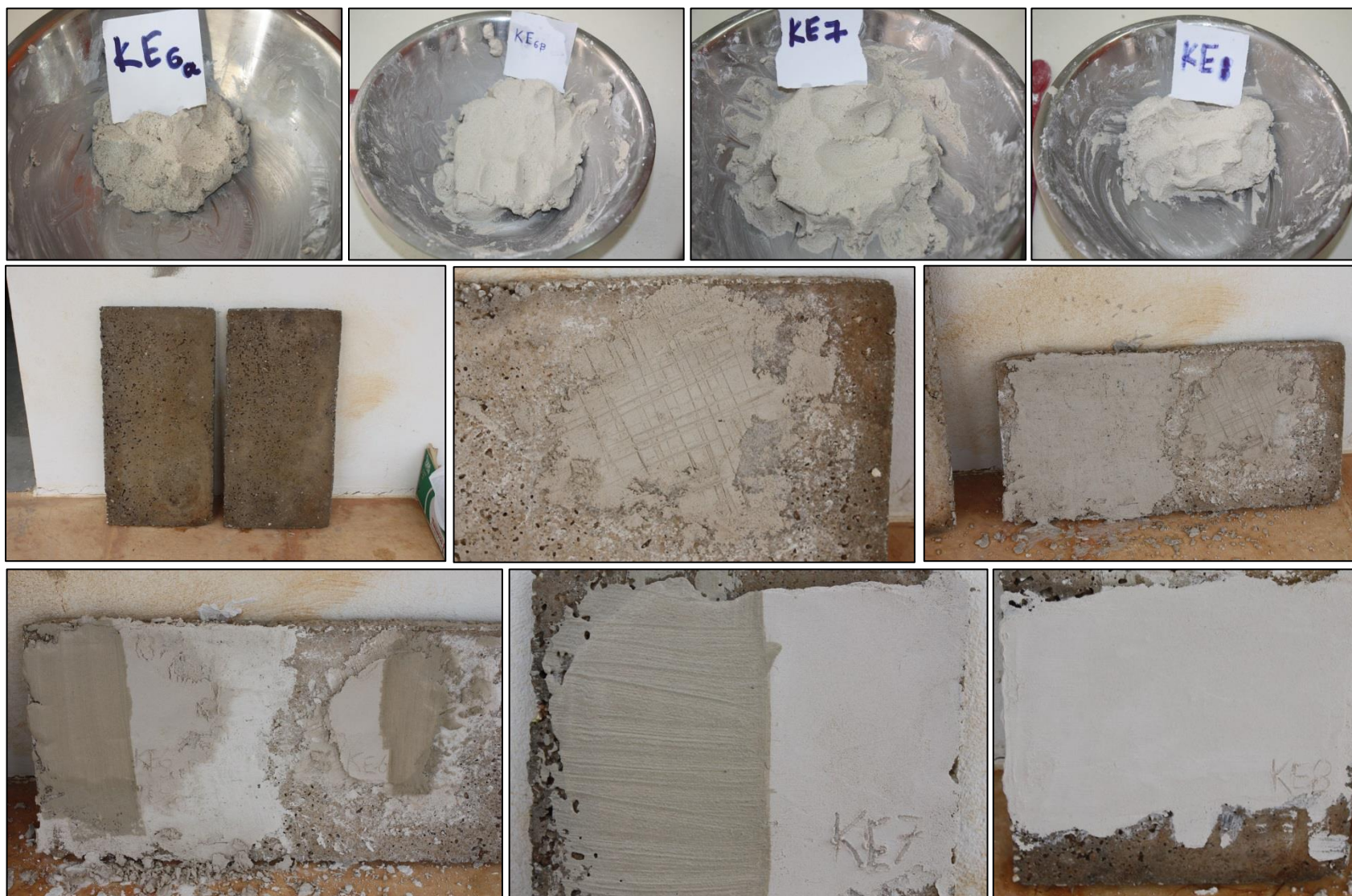
- Στη δοκιμή ΚΕ6Α, το υπόστρωμα που διαστρώθηκε, χαρακτήκε όσο ήταν νωπό για να παραλάβει το επόμενο στρώμα. Σ' αυτήν την περίπτωση μικρο-ρωγμές εμφανίστηκαν μόνο στην άκρη της τελικής επιφάνειας του επιχρίσματος, που όμως δικαιολογείται από την δυσκολία εφαρμογής του, λόγω των έντονων απολήξεων της επιφάνειας εφαρμογής. Ο χρόνος που μεσολάβησε από την εφαρμογή του υποστρώματος έως το τελικό επίχρισμα, ήταν μια ώρα και είκοσι λεπτά.
- Στη δοκιμή ΚΕ6Β το υπόστρωμα περιείχε περισσότερο νερό, με στόχο τη εφαρμογή του με την τεχνική του "πετακού". Σ' αυτή την περίπτωση το τελικό επίχρισμα είχε δυσκολίες στην εφαρμογή. Ενδεχομένως να απαιτούσε περισσότερο χρόνο η σταθεροποίηση του υποστρώματος μέχρι το επερχόμενο τελικό επίχρισμα. Ο χρόνος που μεσολάβησε μεταξύ των δύο εφαρμογών ήταν μία ώρα.
- Από τις δοκιμές ΚΕ7 και ΚΕ8 παρατηρείται ότι είναι προτιμότερη η χρήση της φυσικής υδραυλικής ασβέστου (NHL), από τη χρήση αερικής ασβέστου και μετακαολίνη, ως προς το σχηματισμό μικρο-ρωγμών. Αυτό ενισχύεται και από το γεγονός ότι απαιτείται περισσότερο νερό για να έχει το κονίαμα την ίδια εργασιμότητα.
- Η τελική απόχρωση που δόθηκε με το μείγμα πηλοχώματος και νερού, κρίνεται επιτυχής. Το τελικό αποτέλεσμα, χρωματικά ήταν το επιθυμητό, χωρίς η τελική επιφάνεια να ρηγματώσει.

- Η ανάμειξη δύο άμμων της Au33 και Au34, όπως προαναφέρθηκε, είναι επιθυμητή διότι δίνει μεγαλύτερο εύρος κατανομής αδρανών που επιφέρει εν τέλει, καλύτερη συμπεριφορά του κονιάματος, διατηρώντας ένα λεπτόκοκκο επίχρισμα.
- Συμπερασματικά καταλήγουμε ότι το κονίαμα που θα χρησιμοποιηθεί ως επίχρισμα πάνω στα τσιμεντιτικά κονιάματα θα πρέπει να εφαρμοστεί διαστρωματικά, χαράσσοντας αρχικά το υπόστρωμα και έπειτα εφαρμόζοντας την τελική επιφάνεια κατ' αντιστοιχία του δοκιμαστικού κονιάματος ΚΕ7.

Πίνακας 2 _ Σχεδιασμός δοκιμαστικών συνθέσεων επιχρίσματος με εργαστηριακούς κωδικούς ΚΕ6Α έως ΚΕ8(27/10/2016).

| | Χαλαζιακή Αu33 (Φινομεπτόν) | | Χαλαζιακή Αu34 (Φινομεπτόν) | | Ποταμίσις (Προμεκατ) | | Αερική Άσβεστος (Δαλκαφούκη) (ρ=0,4065 gr/ml) | | Φυσική υδραυλική Άσβεστος (Δαλκαφούκη) | | Μετακαολίνης (Δαλκαφούκη) (ρ= 0,500 gr/ml) | | Μπεντονίτης (Ζουράρος) (ρ=? gr/ml) | | Πηλόχωμα (Κοιμμός) (ρ=? gr/ml) | | Ώχρα σκούρα | | Νερό | | Κονία/Αδρανή | | Νερό/Κονία | |
|--|--------------------------------|---------|---|---------|-------------------------|---------|---|--------|--|---------|--|-------|--|---------|--------------------------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|------------|------|
| | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | 2,059 | ρ (gr/ml) | 0,4065 | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | 0,5 | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | ? | ρ (gr/ml) | 1 | | | | |
| | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr | ml | gr/ml | | gr/ml | vol. | wt/wt | vol. |
| ΚΕ- 6α (1) | 21,04 | #VALUE! | 21,01 | #VALUE! | 21,04 | 10,22 | 0 | 0,00 | 30 | #VALUE! | 0 | 0,00 | 1,5 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 24 | #VALUE! | 0,50 | #VALUE! | 0,76 | |
| ΚΕ- 6α (2) | 42,04 | #VALUE! | 42,6 | #VALUE! | 42 | #DIV/0! | 0 | 0,00 | 60 | #DIV/0! | 0 | 0,00 | 3 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 69 | #VALUE! | 0,50 | #VALUE! | 1,10 | |
| ΚΕ- 6β | 60,1 | #VALUE! | 60,2 | #VALUE! | 0 | #DIV/0! | 0 | 0,00 | 80 | #DIV/0! | 0 | 0,00 | 4 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 60 | #VALUE! | 0,70 | #VALUE! | 0,71 | |
| ΚΕ- 7 | 63,04 | #VALUE! | 63,03 | #VALUE! | 0 | #DIV/0! | 0 | 0,00 | 60 | #DIV/0! | 0 | 0,00 | 3 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 49 | #VALUE! | 0,50 | #VALUE! | 0,78 | |
| ΚΕ- 8 | 63,3 | #VALUE! | 63,3 | #VALUE! | 0 | #DIV/0! | 50 | 123,00 | 0 | #DIV/0! | 10 | 20,00 | 3 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 0 | #VALUE! | 60 | #VALUE! | 0,50 | #VALUE! | 0,95 | |
| Επίστρωση με διάλυμα πηλοχώματος (βαφή) | | | Το αρχικό διάλυμα είχε αναλογία Χώμα:Νερό = 1:2 | | | | | | | | | | κατά περίπτωση προστέθηκε νερό εάν αυτό έπηξε ελαφρώς. | | | | | | | | | | | |

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ



Εικόνα 102_Φωτογραφικές απεικονίσεις δοκιμαστικών συνθέσεων επιχρίσματος με εργαστηριακούς κωδικούς KE6A έως KE8 (27/10/2016).

ΤΕΛΙΚΟ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ

- 118 -

Το προτεινόμενο κονίαμα - επίχρισμα αποκατάστασης συντέθηκε με τις επιθυμητές αναλογίες κονιάς – αδρανών (Κ/Α). Ο λόγος της Κ/Α =0,56 και αναφέρεται στη κατά βάρος αναλογία των συστατικών. Η επιλογή των ποσοτήτων των συστατικών έγινε αρχικά σε μάζα και στη συνέχεια ανάχθηκε σε όγκο ώστε οι μετρήσεις να μπορούν να γίνουν με δοσομετρητές για να υπάρχει ακρίβεια. Έπειτα προστέθηκε το νερό. Ο λόγος νερού/κονία ήταν 0,84. Σε αυτή την τελική σύνθεση όπως και στις προηγούμενες δοκιμαστικές συνθέσεις, ένα μέρος των παραγόμενων δειγμάτων τοποθετήθηκαν σε πλαστικά ποτήρια τα οποία τα διατηρήσαμε σε συνθήκες υγρασίας για την πήξη τους, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα εφαρμόστηκε σε επιφάνεια λίθου ώστε να μπορέσουν να αποτιμηθούν καλύτερα οι μακροσκοπικές ιδιότητές τους.

Το τελικό κονίαμα πήρε τον εργαστηριακό κωδικό ΚΕ-9. Στον παρακάτω Πίνακα θα δούμε τις ποσότητες της σύνθεσης των πρώτων υλών και τις κατά βάρος αναλογίες τους. Έχει σταθερότητα στον όγκο του, έτσι δεν διαπιστώνουμε ρηγματώσεις, έχει αρκετά καλή ικανότητα πρόσφυσης και επίσης πλαστικότητα για να συγκρατεί τα μικρότερα δομικά στοιχεία εξασφαλίζοντας την απαραίτητη στεγανότητα.

Πίνακας 3_ Σύσταση τελικού κονιάματος επίχρισης με εργαστηριακό κωδικό ΚΕ9(7/11/2016).

| Συστατικά | Ποσότητα (g) | Αναλογίες κατά βάρος |
|-------------|--------------|---|
| NHL | 166,25 | Κονία/Αδρανή=0,56 Νερό/Κονία= 0,84 |
| Μπεντονίτης | 8,75 | |
| Au33 | 133 | |
| Au34 | 175 | |
| Νερό | 148 | |

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΜΜΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΚΑΝ



Εικόνα 103_Φωτογραφικές απεικονίσεις τελικής δοκιμαστικής σύνθεσης κονιάματος επίχρισης με εργαστηριακό κωδικό KE9(7/11/2016) .



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η δημιουργία κονιάματος είναι μια σύνθετη διαδικασία. Τα κονιάματα συντίθενται από ένα συνδετικό υλικό (κονία), τα αδρανή και το νερό. Όλα τα παραπάνω υλικά, καθένα χωριστά αλλά και οι μεταξύ τους αναλογίες, επηρεάζουν την μικροδομή των κονιαμάτων. Η ολιστική και επιστημονική μελέτη της τεχνολογίας παρασκευής των κονιαμάτων, μας οδηγεί στην ουσιαστική θεώρηση της αλληλεπίδρασης των συστατικών τους και συνεπώς στη δημιουργία συνθέσεων με τις βέλτιστες ιδιότητες κατά τη στοχευμένη χρήση τους.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν τα κονιάματα αποκατάστασης αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, όπου τα κονιάματα έχουν μείζονα ρόλο, μέσα από ιδιαίτερες απαιτήσεις συμβατότητας να εξασφαλίσουν τη βιωσιμότητα των μνημείων, στα πλαίσια διατήρησης της πολιτιστικής μας κληρονομιάς, η οποία είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στις μέρες μας, χάνοντας πολύτιμο υλικό τεκμηρίωσης. Για το λόγο αυτό η προστασία και αποκατάσταση των μνημείων πρέπει να είναι κύριο μέλημα και καθήκον όλων μας προς τις επερχόμενες γενεές.

Η αειφορία των μνημείων στηρίζεται στη διεπιστημονικότητα της διαχείρισης τους σε ζητήματα αποκατάστασης. Η ανάλυση των υλικών είναι επιβεβλημένη για την αποφυγή λαθών και δημιουργία μεγαλύτερων καταστροφών σ' ένα μνημείο, από προηγούμενες μη επιστημονικά τεκμηριωμένες επεμβάσεις συντήρησης. Η περίπτωση του Κομμού αποδεικνύει την πολυπλοκότητα των επεμβάσεων που εντοπίζονται στα υλικά δόμησης, στον περιβάλλοντα χώρο, στο έδαφος θεμελίωσης και στις αμφιλεγόμενες νεότερες επεμβάσεις.

Βάση αυτού, ήταν επιβεβλημένη η δειγματοληψία κονιαμάτων από την περιοχή ενδιαφέροντος. Οι επιστημονικά εμπεριστατωμένες αναλύσεις αυτών μας έδωσαν επαρκή συμπεράσματα για την σύνθεσή τους αλλά και για την χρονολογική τους τοποθέτηση, εντάσσοντας τα σε δυο βασικές μεγάλες κατηγορίες. Μια κατηγορία των ιστορικών κονιαμάτων και μια των μεταγενέστερων υποστηρικτικών επεμβάσεων.

Η επάρκεια αυθεντικών κονιαμάτων δομής, αποτέλεσε ακρογωνιαίο λίθο για τον εκ νέου σχεδιασμό κονιαμάτων αποκατάστασης. Τα ιστορικά κονιάματα που αποκαλύφθηκαν σε συγκεκριμένες τοιχοποιίες των ανασκαφέντων περιοχών (στις οποίες δεν είχαν γίνει επεμβάσεις) υποδεικνύουν τη διατήρηση της δομής τους δίχως να παρουσιάζουν

αστοχίες. Αντίθετα τα κονιάματα αποκατάστασης παρουσιάζουν δυσμενή εικόνα με έντονες ρηγματώσεις που σε αρκετές περιπτώσεις μετατρέπεται σε απειλή για τα ιστορικά ευρήματα, καθώς η παρουσία τσιμεντιτικών κονιαμάτων με το μικροπορώδες τους, την έντονη περιεκτικότητά τους σε άλατα αλλά και την μηχανική ασυμβατότητά τους με τα ιστορικά κονιάματα, προκαλεί αποκολλήσεις, ρωγμές και κατά συνέπεια αστοχίες που έχουν επιπτώσεις στα αυθεντικά κονιάματα και κατ' επέκταση στο σύνολο των ευρημάτων.

Τα κονιάματα συντήρησης πρέπει να συντίθενται από συμβατές πρώτες ύλες και οι μεταξύ τους αναλογίες να είναι τέτοιες ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη αντοχή στις συνθήκες περιβάλλοντος, που στη συγκεκριμένη περίπτωση θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ακραίες, λόγω της θέσης του αρχαιολογικού χώρου (πάνω στην ακτογραμμή), αλλά και τη συμβατότητα με τα αρχαία υλικά, ώστε να μη δημιουργηθούν αστοχίες. Επίσης σημαντικό είναι τα κονιάματα να σχεδιάζονται με τρόπο τέτοιο, ώστε να εξασφαλίζουν μακροζωία στα αυθεντικά υλικά, έχοντας μια σχέση υποστηρικτική ως προς αυτά.

Βάσει αυτών των προϋποθέσεων πραγματοποιήθηκε η παρούσα έρευνα, λαμβάνοντας υπ' όψιν τους κανόνες διεκπεραίωσης, οι οποίοι έχουν βασική και θεμελιώδη παράμετρο την συμβατότητά τους με τα ιστορικά αρχαία κονιάματα αλλά και την δυνατότητα αντιστρεψιμότητά τους, καθώς οι έρευνες για νέα υλικά είναι εκτεταμένες και πρέπει ανά πάσα στιγμή, να μπορεί να βελτιωθεί ο τρόπος συντήρησης και αποκατάστασης ιστορικών ευρημάτων για τη διατήρηση της πολιτιστική μας κληρονομιάς αλλά και την εν γένει ταυτότητά μας.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σημειώσεις μαθήματος: «Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών, μνημείων και αρχιτεκτονικών επιφανειών», καθ. Νόνη Μαραβελάκη.

Αιμ.Γ.Κορωναίος-Γ.Ι.Πουλάκος, «Τεχνικά υλικά, Τόμος 1», Ε.Μ.Π. Αθήνα 2006.

Αλεξίου Στ., «Μινωικός πολιτισμός», Ηράκλειο.

Αλεξίου Στ., «SirArthurEvans: το έργο και η αντίστασή του στην κριτική», στο Knossos : Palace, City, State.

ΥΠ.ΠΟ, Τ.Δ.Π.Ε.Α.Ε «Κνωσός 2000-2008, Συντήρηση, στερέωση και ανάδειξη του ανακτόρου και του αρχαιολογικού χώρου».

Κ. Παλυβού, « Αρχαιολογικός χώρος Κομμού Κρήτης, μελέτη αποκατάστασης και συντήρησης μνημείων», 2001.

Πολιτιστικό ίδρυμα ομίλου Πειραιώς, «Συντήρηση, αναστήλωση και αποκατάσταση μνημείων στην Ελλάδα, 1950-2000», 2010.

Μαραβελάκη, Π. (2013-14). «Κονιάματα, μέρος Β'», *Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών μνημείων & αρχιτεκτονικών επιφανειών*. Διάλεξη, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Αρχ/ων Μηχ/ών.

Μαραβελάκη, Ν., & Χριστοδουλάκος, Γ. (21-23 Μαΐου 2008,). Εφαρμογή συμβατών κονιαμάτων για την αποκατάσταση και λειτουργία του αρχαιολογικού μουσείου Κισάμου. *Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου συνεδρίου Δομικών Υλικών & Στοιχείων*. Αθήνα: ΤΕΕ.

Καπριδάκη, Χ. Μ. (2015). *Έλεγχος χημικής συμβατότητας και βελτίωση στερεωτικών λίθου με νανοτεχνολογία*. Διδακτορική διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Α.Θεολογίτης, ερευνητική εργασία «Φρούριο Φραγκοκάστελλο: ολιστική ανάλυση και ιστορική τεκμηρίωση κονιαμάτων και επιχρισμάτων και σύνθεση νέων συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης», 2015.

Α.Θεολογίτης, διπλωματική εργασία «Προτάσεις συντήρησης κονιαμάτων και λίθων αρχαιολογικού χώρου του Κομμού», 2017.

Μ. Τζιότζιου, Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του μηχανισμού πήξης κονιαμάτων τύπου ασβέστη-φυσικής ποζολάνης», 2013.

Maravelaki P., Interim Report of the Deterioration Phenomena, the Sampling Areas and the Restoration Mortar, Technical Report – Phase 2, Chania, November 22, 2016.

Maravelaki-Kalaitzaki P., Bakolas A., Karatasios I. and Kilikoglou V., 2005, Hydraulic lime mortars for the restoration of historic masonry in Crete, Cement and Concrete Research.

Maravelaki-Kalaitzaki, P., Agioutantis, Z., Lionakis, E., Stavroulaki, M., & Perdikatsis, V., "Physico-chemical and Mechanical Characterization of Hydraulic Mortars Containing Nano-Titania for Restoration Applications", Cement and Concrete Composites, Volume 36, Issue 1, 2013.

Maravelaki-Kalaitzaki, P., Galanos, A., & Kallithrakas-Kontos, N. (2010). Physicochemical characterization of mortars as a tool in studying specific hydraulic components: application to the study of ancient Naxos aqueduct. *Materials Science*.

Maravelaki, P., Markopoulos, T., Trimantilli-McGann, P., & Repouscou, E. (1993). Problemi di degrado dei materiali lapidei e delle malte delle fortificazioni veneziane a Chania. *Intern. Symposium, Le pietre da costruzione: il tufo calcareo e la pietra Leccese* (pp. 389-405). Bari, Italy: Istituto per la Residenza e le Infrastrutture Sociali (CNR-IRIS).

Maravelaki-Kalaitzaki, P. (2007). Hydraulic lime-mortars with siloxane for waterproofing historic masonry. Cement and Concrete Research, 37(5).

Maravelaki-Kalaitzaki, P., Agioutantis, Z., Lionakis, E., Stavroulaki, M., & Perdikatsis, V. (2013). Physico-chemical and Mechanical Characterization of Hydraulic Mortars Containing Nano-Titania for Restoration Applications. *Cement and Concrete Composites*, 36.

Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakolas, A., & Moropoulou, A. (2003). Physico-chemical Study of Cretan Ancient Mortars. *Cement and Concrete Research*, 33(5).

Moropoulou, A., Maravelaki-Kalaitzaki, P., Borboudakis, M., Bakolas, A., Michailidis, P., & Chronopoulos, M. (1998). Historic mortars technologies in Crete and guidelines for compatible restoration mortars. (G. Biscontin, A. Moropoulou, M. Erdik, & J. Delgado Rodrigues, Eds.) *PACT, Journal of the European Study Group on Physical, Chemical, Biological and Mathematical Techniques Applied to Archaeology*, 55.

Sabbioni, C., Zappia, G., Riontino, C., Blanco-Varela, M.T., Aguilera, J., Puertas, F., Van Balen, K. and Toumbakari, E.E., 2001, Atmospheric deterioration of ancient and modern hydraulic mortars, *Atmospheric Environment*.

Lanas, J. and Alvarez J.I., 2003, Masonry repair lime-based mortars: Factors affecting the mechanical behavior, *Cement and Concrete Research*, 1867-1876.

S.Andrejkojovicova , C.Alves, A.Velosa , F.Rocha, Bentonite as a natural additive for lime and lime-metakaolin mortars used for restoration of adobe buildings, 2015.

ICOMOS, Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage, 2001.

I.Papayianni, M.Stefanidou, V.Pachta, 4th Historic Mortars Conference(HMC 2016),K.F.Hmood, Conservation and Restoration of archaeological and historic buildings – Some successful experiences.

Rossi-Doria, P.R. *Materials and Structures* (1986), Mortars for restoration: Basic requirements and quality control.

Ashurst, J. and Dimes, F.G. (1998), *Conservation of Building and Decorative Stone*. Butterworth-Heinemann Series in Conservation and Museology. Butterworth-Heinemann, Oxford and Woburn.

Getty Conservation Institute, «The Conservation of Archaeological Sites in the Mediterranean Region».

Peter Kienzle, «Conservation and Reconstruction at the Palace of Minos at Knossos», 1998.

A. Bakolas, G. Biscontin, Th. Markopoulos, P. Maravelaki, E. Repouskou, E. Zendri, “Indagini su calcestruzzi usati nell'area archeologica di Knossos”, *Scienza e Beni Culturali IX*, edited by G. Biscontin, Publ. Libreria Progetto Editore Padova.

N.P. Stanley Price, «Conservation on archaeological excavations, with particular reference to the Mediterranean area», ICCROM, Rome 1984.

Stratis, J. (2015). *ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΚΟΜΜΟΥ - Ενημερωμένη Μελέτη Ανάπτυξης και Συντήρησης (Προσχέδιο Ελληνικής Έκδοσης)*. Kommos Conservacy.

Stratis, J. (2005). *Kommos Archaeological Site Conservation Report*. Kommos Conservacy.

Shaw, J. W. (1983, April). *American Journal of Archaeology*, 87(2).

Shaw, J. W. (2006). *Kommos: A Minoan Harbor Town and Greek Sanctuary in Southern Crete*. Princeton.

Shaw, J. W. (2009). *Minoan Architecture: Materials and Techniques* (Vols. STUDI DI ARCHEOLOGIA CRETESE, VII). (C. D.-U. CATANIA, Ed.) Padova: BOTTEGA D'ERASMO.

Shaw, J. W., & Shaw, M. C. (1993). Excavations at Kommos (Crete) during 1986-1992. *Hesperia*, 62(2).

Kommos - TSpace Repository. (n.d.). Retrieved 9 30, 2016, from <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/3004>



ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΕΣ 1,2_Αρχείο ομάδας φθορών, επίσκεψη 27-28/06/2016.

ΕΙΚΟΝΑ 3_ Report: «EXCAVATIONS AT KOMMOS (CRETE) DURING 1986-1992», σελ.132.

ΕΙΚΟΝΕΣ 4-9_Κ. Παλυβού, « Αρχαιολογικός χώρος Κομμού Κρήτης, μελέτη αποκατάστασης και συντήρησης μνημείων», 2001, πίνακας 1, σελ.9-11,18,20,21.

ΕΙΚΟΝΕΣ 10-12_Σκίτσα αναφοράς ομάδας καταγραφής φθορών κατά την επίσκεψη στις 27 - 28 Ιουνίου 2016.

ΕΙΚΟΝΕΣ 13-15, 85, 90-96,98_Κολάζ φωτογραφιών φοιτητικής ομάδας.

ΕΙΚΟΝΑ 16_ Getty Conservation Institute, «The Conservation of Archaeological Sites in the Mediterranean Region», σελ. 94-95.

ΕΙΚΟΝΑ 17_ <http://joel-martin.pagesperso-orange.fr/Site/phaistos/phaistos.htm> (τ.ε. 13/12/2016).

ΕΙΚΟΝΑ 18_ <https://de.pinterest.com/pin/330803535114073243/> (τ.ε. 13/12/2016).

ΕΙΚΟΝΑ 19_ http://uk.digiserve.com/mentor/minoan/malia_plan.htm (τ.ε. 13/12/2016).

ΕΙΚΟΝΑ20_

[http://www.greece.com/photos/destinations/Crete/Heraklion/Beach/Potamos/Malia archaeological site/36457629](http://www.greece.com/photos/destinations/Crete/Heraklion/Beach/Potamos/Malia_archaeological_site/36457629)

(τ.ε. 13/12/2016).

ΕΙΚΟΝΑ 21_ http://www.minoancrete.com/zakros_plan.htm (τ.ε. 13/12/2016).

ΕΙΚΟΝΑ 22_ <http://www.destinationcrete.gr/en/archaeological-sites/lasithi-archaeological-sites/arch-chor-zakrou?jij=1481635580880> (τ.ε. 13/12/2016).

ΕΙΚΟΝΕΣ 23-31_ ΥΠ.ΠΟ, Τ.Δ.Π.Ε.Α.Ε «Κνωσός 2000-2008, Συντήρηση, στερέωση και ανάδειξη του ανακτόρου και του αρχαιολογικού χώρου», σελ. 25,26,50,53.

ΕΙΚΟΝΕΣ 32-35_ Getty Conservation Institute, «The Conservation of Archaeological Sites in the Mediterranean Region», σελ. 67,85,91,92.

ΕΙΚΟΝΕΣ 36,37,39-45,49,51-55,76-78_ Σημειώσεις μαθήματος: «Φθορά και συντήρηση δομικών υλικών, μνημείων και αρχιτεκτονικών επιφανειών», καθ. Νόννη Μαραβελάκη.

ΕΙΚΟΝΑ 38_ Αιμ.Γ.Κορωνάιος-Γ.Ι.Πουλάκος, «Τεχνικά υλικά, Τόμος 1», Ε.Μ.Π. Αθήνα 2006, σελ. 28.

ΕΙΚΟΝΕΣ 46-48_ Μ. Αμέντα, Διπλωματική διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος «Επίδραση των φυσικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών των αδρανών στις ιδιότητες των κονιαμάτων», 2012, σελ 10,24.

ΕΙΚΟΝΕΣ 56-75,82-84_ Β.Α. Πάχτα, Διδακτορική Διατριβή «Μελέτη Εξέλιξης Τεχνολογίας Κονιαμάτων», Α.Π.Θ., 2011, σελ.14,16,17,21,22,39,48,40,52,54,78,80,88,93,94,96,97.

ΕΙΚΟΝΑ79_Ι.Ραπαγιάννη, Μ.Στεφανίδου, V.Pachta, 4th Historic Mortars Conference(HMC 2016), K.F.Hmood, Conservation and Restoration of archaeological and historic buildings – Some successful experiences, σελ.260.

ΕΙΚΟΝΕΣ 80,81_Ι.Ραπαγιάννη, Μ.Στεφανίδου, V.Pachta, 4th Historic Mortars Conference(HMC 2016),Ι.Doganis, Α.Galanos, Conservation mortars for archaeological sites:implementation in situ, σελ.477,478.

ΕΙΚΟΝΕΣ 86-89_ Α.Θεολογίτης, ερευνητική εργασία «Φρούριο Φραγκοκάστελλο: ολιστική ανάλυση και ιστορική τεκμηρίωση κονιαμάτων και επιχρισμάτων και σύνθεση νέων συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης», 2015, σελ.13-16.

ΕΙΚΟΝΑ 97,99_Α.Θεολογίτης, προπτυχιακός φοιτητής Πολυτεχνείου Κρήτης, τμήματος αρχιτεκτόνων μηχανικών.

ΕΙΚΟΝΑ 100,101,102,103_Συνθέσεις κονιαμάτων και αποτελέσματα εργαστηρίου υλικών πολιτιστικής κληρονομιάς και σύγχρονης δόμησης, Πολυτεχνείου Κρήτης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1-3_Σχεδιασμός δοκιμαστικών συνθέσεων και τελικής σύστασης επιχρίσματος εργαστηρίου υλικών πολιτιστικής κληρονομιάς και σύγχρονης δόμησης, Πολυτεχνείου Κρήτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-ΔΕΛΤΙΑ ΔΕΓΜΑΤΩΝ

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Κωδικός δείγματος: **KM19R**

Κονίαμα

Προέλευση: **Αρχαιολογικός Χώρος Κομμού / Κομμός, Ηράκλειο**

Ημερομηνία Δειγματοληψίας: **27/6/2016**

Ιστορική περίοδος: **Σύγχρονη**

Στοιχείο κατασκευής: **Τοιχοποιία**

Θέση δειγματοληψίας: **Κατακόρυφη, Εξωτερική**

Μακροσκοπική φωτογραφία:



Μικροσκοπική φωτογραφία:



Μικροσκοπικός χαρακτηρισμός:

| | |
|---------------------|---|
| Χρώμα | Ροζ- Λευκό |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Άμμος λατομική, θραύσματα κεραμικών |
| Κοκκομετρία αδρανών | Άμμος λατομική έως 2mm θραύσματα κεραμικών έως 1,5mm |
| Κονία | Μικτή κονία (τσιμέντο, ασβέστης, ποζολάνη) |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Μεμονωμένα συσσωματώματα κονιάς (0,8mm) |
| Παρατηρήσεις | Κονίαμα νεότερης επέμβασης |

Ύψος από το έδαφος: **0,60 μ.**

Επιπλέον στοιχεία: **Επιπλέον στοιχεία (έως 20 λέξεις)**

Σύντομη περιγραφή:

Κονίαμα αποκατάστασης με τσιμέντο και άλλες κονίες.

Περιέχει κεραμικά θραύσματα.

Θέση δειγματοληψίας:



Ορυκτολογική σύσταση:

Ασβεστίτης, Χαλαζίας, Αλίτης

Ποσοστιαία σύσταση οξειδίων των κυριότερων στοιχείων:

| CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | Fe ₂ O ₃ |
|-------|------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|
| 42,70 | 17,11 | 3,39 | 0,95 | 0,97 |

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Κωδικός δείγματος: **KM23R**

Είδος δείγματος: **Επίπαση**

Προέλευση: **Αρχαιολογικός Χώρος Κομμού / Κομμός,**

Ηράκλειο

Ημερομηνία Δειγματοληψίας: **27/6/2016**

Ιστορική περίοδος: **Σύγχρονη**

Στοιχείο κατασκευής: **Ανασκαφική παρειά**

Θέση δειγματοληψίας: **Κατακόρυφη, Εξωτερική**

Ύψος από το έδαφος: **0,65 μ.**

Επιπλέον στοιχεία: **Επιπλέον στοιχεία (έως 20 λέξεις)**

Σύντομη περιγραφή:

Αμιγώς τσιμεντικό κονίαμα επέμβασης.

Μακροσκοπική φωτογραφία:



Μικροσκοπική φωτογραφία:



Θέση δειγματοληψίας:



Μικροσκοπικός χαρακτηρισμός:

| | |
|---------------------|--|
| Χρώμα | Γκρι σκούρο |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια ή ποταμίσια άμμος |
| Κοκκομετρία αδρανών | Θαλάσσια ή ποταμίσια άμμος (έως 1,6mm) |
| Κονία | Τσιμέντο |
| Εγκλωβισμένα υλικά | - |
| Παρατηρήσεις | Κονίαμα νεότερης επέμβασης |

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Κωδικός δείγματος: **KM41R**

Είδος δείγματος: **Κονίαμα**
Προέλευση: **Αρχαιολογικός Χώρος Κομμού / Κομμός, Ηράκλειο**
Ημερομηνία Δειγματοληψίας: **28/6/2016**
Ιστορική περίοδος: **Σύγχρονη**
Στοιχείο κατασκευής: **Ανάλημμα**
Θέση δειγματοληψίας: **Κατακόρυφη, Εξωτερική**

Ύψος από το έδαφος: **0,6 μ.**
Επιπλέον στοιχεία: **Επιπλέον στοιχεία (έως 20 λέξεις)**
Σύντομη περιγραφή:
Αμιγές τσιμεντοκονίαμα αποκατάστασης, όμοιο με το KM23R.

Μακροσκοπική φωτογραφία:



Θέση δειγματοληψίας:



Μικροσκοπική φωτογραφία:



Μικροσκοπικός χαρακτηρισμός:

| | |
|---------------------|---------------------------|
| Χρώμα | Γκρι |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια άμμος |
| Κοκκομετρία αδρανών | Θαλάσσια άμμος έως 800μm |
| Κονία | Τσιμέντο |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Θαλάσσια κελύφη έως 3,5mm |
| Παρατηρήσεις | - |

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Κωδικός δείγματος: **KM43R**

Είδος δείγματος: **Επίταση**

Προέλευση: **Αρχαιολογικός Χώρος Κομμού / Κομμός,**
Ηράκλειο

Ημερομηνία Δειγματοληψίας: **28/6/2016**

Ιστορική περίοδος: **Σύγχρονη**

Στοιχείο κατασκευής: **Ανασκαφική παρειά**

Θέση δειγματοληψίας: **Κατακόρυφη, Εξωτερική**

Ύψος από το έδαφος: **1 μ.**

Επιπλέον στοιχεία: **Επιπλέον στοιχεία (έως 20 λέξεις)**

Σύντομη περιγραφή:

Αμιγές τσιμεντοκονίαμα αποκατάστασης. Όμοιο με τα KM23R και KM41R.

Μακροσκοπική φωτογραφία:



Θέση δειγματοληψίας:



Μικροσκοπική φωτογραφία:



Μικροσκοπικός χαρακτηρισμός:

| | |
|---------------------|--|
| Χρώμα | Γκρι |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια άμμος, ασβεστολιθικά αδρανή (λατομικά) |
| Κοκκομετρία αδρανών | Θαλάσσια άμμος έως 1,2mm ασβεστολιθικά αδρανή έως 5mm |
| Κονία | Τσιμέντο |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Θαλάσσια κελύφη έως 2,2mm |
| Παρατηρήσεις | - |

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Κωδικός δείγματος: **KM45R**

Είδος δείγματος: **Επίπαση**
Προέλευση: **Αρχαιολογικός Χώρος Κομμού / Κομμός, Ηράκλειο**
Ημερομηνία Δειγματοληψίας: **28/6/2016**
Ιστορική περίοδος: **Σύγχρονη**
Στοιχείο κατασκευής: **Ανασκαφική παρειά**
Θέση δειγματοληψίας: **Κατακόρυφη, Εξωτερική**

Ύψος από το έδαφος: **1,3 μ.**
Επιπλέον στοιχεία: **Επιπλέον στοιχεία (έως 20 λέξεις)**
Σύντομη περιγραφή:
Αμιγές τσιμεντοκονίαμα αποκατάστασης, όμοιο με τα KM23R, KM41R και KM43R.

Μακροσκοπική φωτογραφία:



Θέση δειγματοληψίας:



Μικροσκοπική φωτογραφία:



Μικροσκοπικός χαρακτηρισμός:

| | |
|---------------------|--|
| Χρώμα | Γκρι |
| Στρωματογραφία | Ενιαία δομή |
| Αδρανή | Θαλάσσια άμμος |
| Κοκκομετρία αδρανών | Θαλάσσια άμμος έως 1 mm |
| Κονία | Τσιμέντο, πιθανώς και παρουσία ασβέστη |
| Εγκλωβισμένα υλικά | - |
| Παρατηρήσεις | - |

Ορυκτολογική σύσταση:

Ασβεστίτης, Χαλαζίας, Δολομίτης, Καολινίτης, Πλαγιόκλαστα, Κατοίτη

Ποσοστιαία σύσταση οξειδίων των κυριότερων στοιχείων:

| CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | Fe ₂ O ₃ |
|-------|------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|
| 30,48 | 27,74 | 5,06 | 3,99 | 3,20 |

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
Κωδικός δείγματος: KM46R

Είδος δείγματος: **Επίταση**
Προέλευση: **Αρχαιολογικός Χώρος Κομμού / Κομμός**,
Ηράκλειο
Ημερομηνία Δειγματοληψίας: **28/6/2016**
Ιστορική περίοδος: **Σύγχρονη**
Στοιχείο κατασκευής: **Ανασκαφική Παρειά**
Θέση δειγματοληψίας: **Κατακόρυφη, Εξωτερική**
Ύψος από το έδαφος: **2,1 μ.**

Μακροσκοπική φωτογραφία:



Μικροσκοπική φωτογραφία:



Επιπλέον στοιχεία: Εξωτερικό τσιμεντοκονιάμα με κεραμικά, ενισχυμένο με πλέγμα (πλήρως οξειδωμένο), εσωτερική προγενέστερη επίταση τσιμεντοκονιάματος

Σύντομη περιγραφή:

Δείγμα δύο διαδοχικών επιτάσεων. Η εσωτερική όμοια με τα KM23R, KM41R, KM43R και KM45R. Η εξωτερική με το KM19R, εφαρμοσμένη σε μεταλλικό πλέγμα.

Θέση δειγματοληψίας:



Μικροσκοπικός χαρακτηρισμός:

| | |
|---------------------|--|
| Χρώμα | Ροζ- Λευκό (KM46R.a), σκούρο γκρι (KM46R.b) |
| Στρωματογραφία | Εξωτερική επίταση (KM46R.a) και εσωτερική παλαιότερη επίταση (KM46R.b) |
| Αδρανή | Άμμος λατομική, θραύσματα κεραμικών (KM46R.a), Θαλάσσια άμμος (KM46R.b) |
| Κοκκομετρία αδρανών | Άμμος λατομική έως 2,5mm θραύσματα κεραμικών έως 2,2mm (KM46R.a) Θαλάσσια άμμος έως 1mm (KM46R.b) |
| Κονία | Μικτή κονία (τσιμέντο, ασβέστης, ποζολάνη) (KM46R.a) Τσιμέντο, πιθανώς και παρουσία ασβέστη (KM46R.b) |
| Εγκλωβισμένα υλικά | Μεμονωμένα θαλάσσια κελύφη, έως 4,1mm (KM46R.b) |
| Παρατηρήσεις | Η εξωτερική επίταση (KM46R.a) είναι εφαρμοσμένη πάνω σε μεταλλικό πλέγμα, το οποίο είναι πλήρως οξειδωμένο |