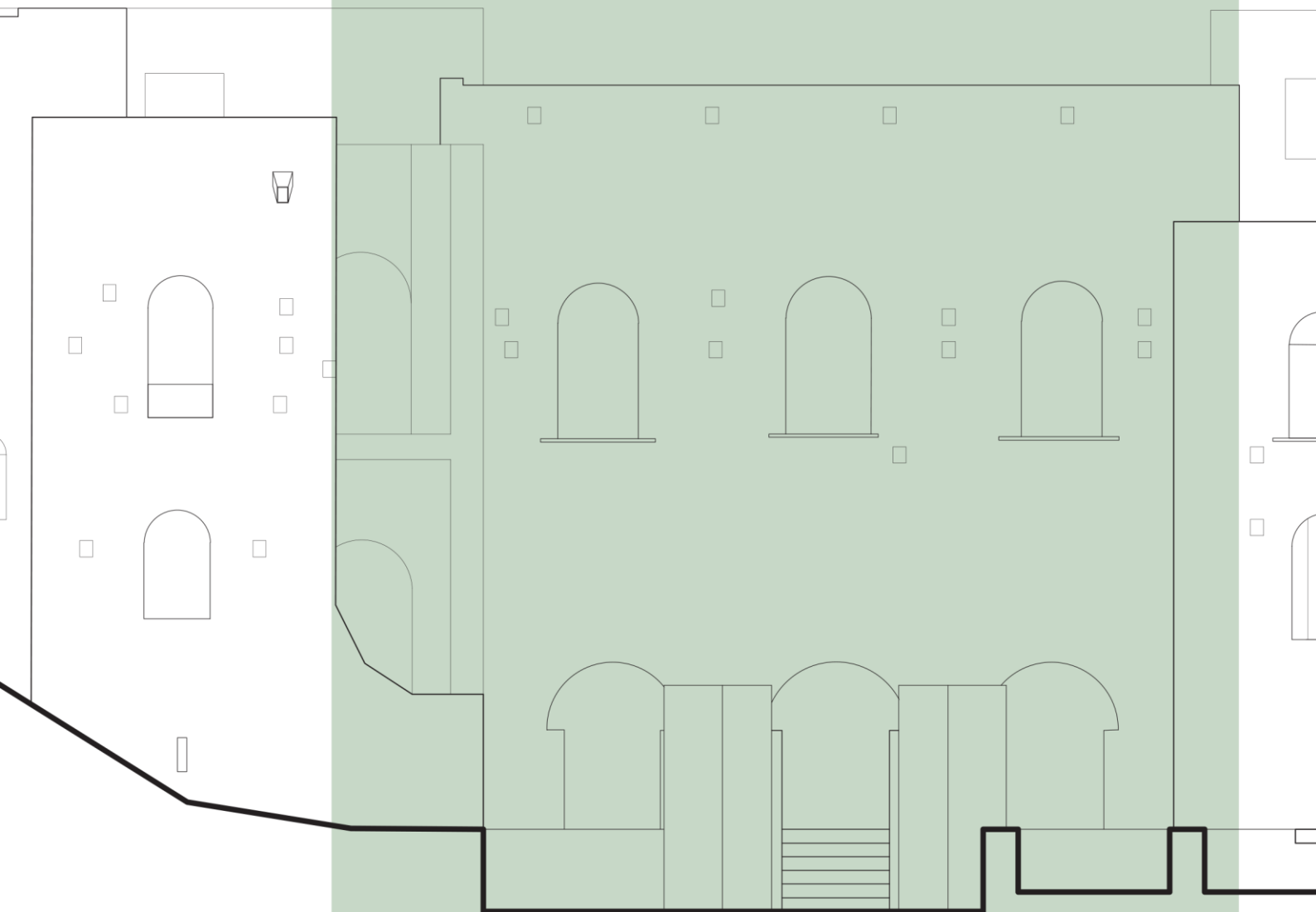

ΠΥΡΓΟΣ - ΑΝΑΚΤΟΡΟ ΙΗΣΟΥΙΤΩΝ ΚΑΛΑΜΙΤΣΙΑ ΝΑΞΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ,
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ
ΜΕ ΥΛΙΚΑ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΣΥΝΘΕΣΗ ΝΕΩΝ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΘΕΟΔΩΡΑ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

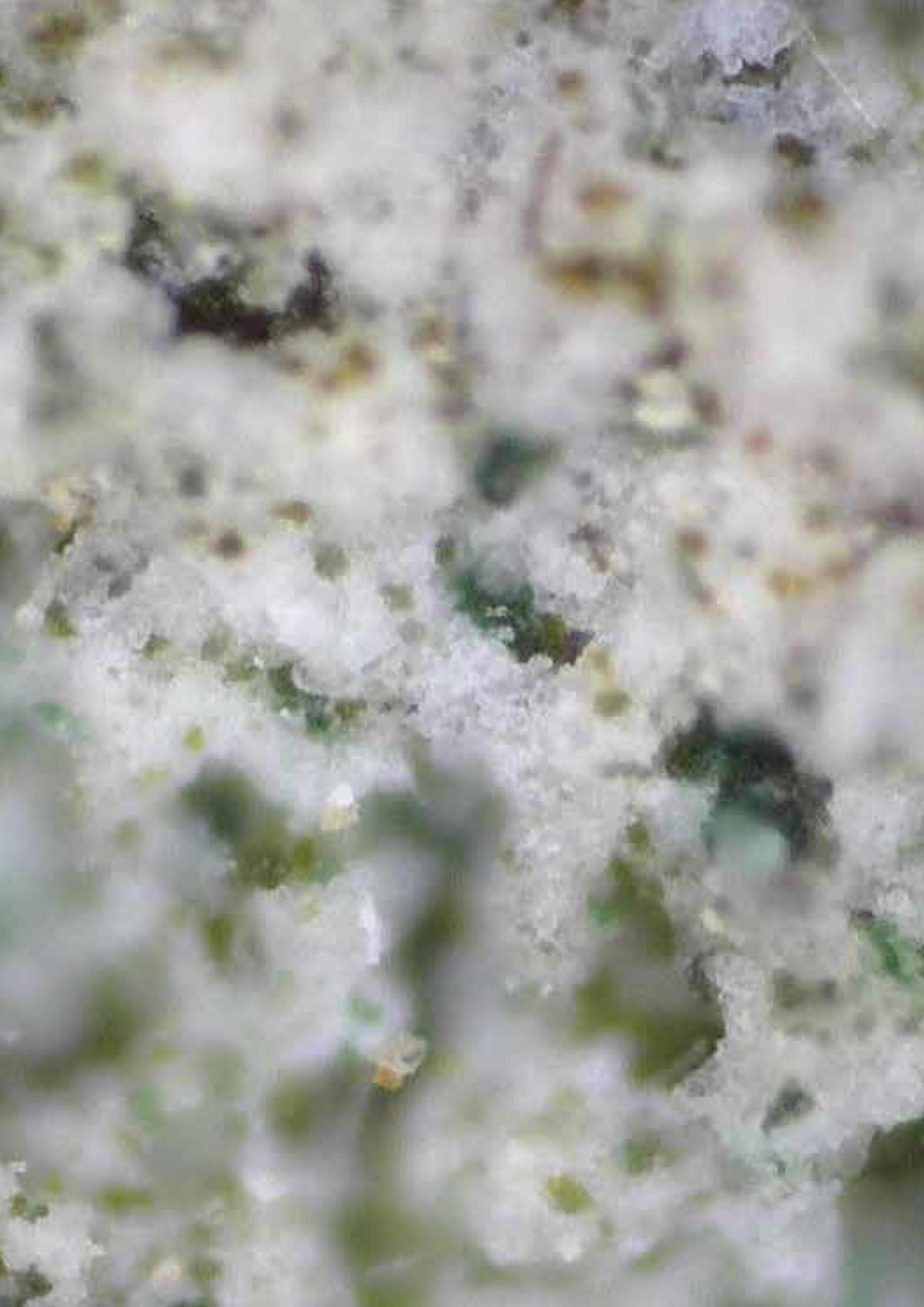
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΝΟΝΗ Π. ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019 ΧΑΝΙΑ





ΠΥΡΓΟΣ - ΑΝΑΚΤΟΡΟ ΙΗΣΟΥΙΤΩΝ ΚΑΛΑΜΙΤΣΙΑ ΝΑΞΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ,
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ
ΜΕ ΥΛΙΚΑ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΣΥΝΘΕΣΗ ΝΕΩΝ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΝΟΝΗ ΠΑΓΩΝΑ ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΝΙΚΟΣ ΣΚΟΥΤΕΛΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΛΗΜΗΣ ΑΣΛΑΝΙΔΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΡΟΒΙΔΑΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	7
Περίληψη	8
Abstract.....	9
Κατάλογος Εικόνων.....	10
Κατάλογος Πινάκων.....	20
1. Εισαγωγή.....	23
1.1 Αντικείμενο της έρευνας	23
1.2 Αφορά	23
1.3 Σκοπιμότητα	23
1.4 Μεθοδολογία	24
2. Ανάλυση των τεχνικών χημικής, ορυκτολογικής και στοιχειακής ανάλυσης	25
2.1 Φασματοσκοπία υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)	25
2.2 Περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (X-Ray Powder Diffraction, XRD)	26
2.3 Φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF).....	27
2.4 Θερμική ανάλυση (Thermal Analysis, TA).....	29
2.5 Μέθοδος προσδιορισμού της απορρόφησης νερού μέσω της Τριχοειδούς αναρρίχησης.....	30
3. Σχεδιαστική Αποτύπωση και Δειγματοληψία.....	33
3.1 Μέθοδος αποτύπωσης - Δυσκολίες	33
3.2 Σχέδια αποτύπωσης	37
3.3 Δειγματοληψία.....	46
3.4 Κατόψεις με σήμανση σημείων δειγματοληψίας στα διαφορετικά επίπεδα του συγκροτήματος.	47
.....	48
4. Αποτελέσματα.....	51
4.1 Μακροσκοπική περιγραφή δειγμάτων.....	51
4.2 Μελέτη μικροδομής δειγμάτων.....	68
4.2.1 Μικροσκοπική ανάλυση δειγμάτων	68
4.2.2 Κοκκομετρική διαβάθμιση κονιαμάτων	100
4.3 Αποτελέσματα Χημικής και Ορυκτολογικής ανάλυσης δειγμάτων.....	105
4.3.1 Αποτελέσματα Φασματοσκοπίας Υπερύθρου (FTIR) και Περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ (XRD) στα κονιάματα.....	106
4.3.2 Αποτελέσματα Περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ (XRD) στα λιθοσώματα	127

4.3.3 Αποτελέσματα Φθορισμομετρίας ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF)	131
4.3.4 Αποτελέσματα για τους γρόμπους μέσω Φασματοσκοπίας υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier (FTIR)	134
4.3.5 Θερμική ανάλυση (DTA-TG)	137
4.4 Αποτελέσματα τριχοειδούς αναρρίχησης	143
4.5 Προσδιορισμός φύσης κονιάς με χρήση HCl, NaOH	150
4.6 Ομαδοποίηση μελετηθέντων δειγμάτων	153
5. Προτάσεις συντήρησης με νέα υλικά στερέωσης και προστασίας	157
5.1 Θεωρητικό Μέρος	157
5.1.1 Αναγκαιότητα επεμβάσεων συντήρησης	157
5.1.2 Προδιαγραφές υλικών προστασίας και στερέωσης	157
5.1.3 Περιγραφή νανοσύνθετου υλικού SurfaPore FX WB	158
5.2 Πειραματικό Μέρος	159
5.2.1 Εφαρμογή νανοσύνθετου υλικού	159
5.2.2 Αγωγιμότητα για την διευκρίνιση των αλάτων	159
5.3 Αποτελέσματα μετά την εφαρμογή	161
5.3.1 Παρατηρήσεις μακροσκοπικά και μικροσκοπικά	161
5.3.2 Φασματοσκοπία υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier FTIR για διευκρίνιση αλάτων	164
5.3.3 Υπολογισμός συνοχής των επιφανειών με Scotch Tape Test	166
5.3.4 Αποτελέσματα Τριχοειδούς Αναρρίχησης μετά την εφαρμογή	168
6. Σύνθεση κονιαμάτων αποκατάστασης	177
6.1 Θεωρητικό μέρος	177
6.1.1 Στόχοι κονιαμάτων αποκατάστασης	177
6.1.2 Επιλογή συμβατών πρώτων υλών	178
6.2 Πειραματικό μέρος	178
6.2.1 Εργαστηριακές Συνθέσεις	178
6.2.2 Παρασκευή κονιαμάτων αποκατάστασης	180
6.3 Αποτελέσματα	182
6.3.1 Έλεγχος μηχανικών αντοχών των κονιαμάτων αρμολογήματος	182
6.3.2 Αποτελέσματα τριχοειδούς αναρρίχησης	184
7. Συμπεράσματα	187
8. Βιβλιογραφία	189
9. Παράρτημα – Δελτία δειγμάτων	193

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εκπονήθηκε στο εργαστήριο Υλικών Πολιτισμικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας, Νόνης Παγώνας Μαραβελάκη. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω θερμά για τη βοήθεια και την υποστήριξη που έδειξε σ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου. Ακόμη, θα ήθελα να την ευχαριστήσω για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όσο ήμουν στο εργαστήριο, από το οποίο προσκόμισα πολλές γνώσεις και εμπειρία. Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον Αναπληρωτή καθηγητή κ. Νίκο Σκουτέλη και τον Επίκουρο καθηγητή κ. Κλήμη Ασλανίδη.

Τις εξέχουσες ευχαριστίες μου, στον Καθηγητή της σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων και διευθυντή του εργαστηρίου Αναλυτικής και Περιβαλλοντικής Χημείας, Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Νικόλαο Καλλίθρακα-Κόντο, για τη βοήθεια του στην διεξαγωγή των αναλύσεων φθορισμομετρίας ενεργειακής διασποράς, XRF. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Βασίλειο Περδικάτση, Καθηγητή της σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείου Κρήτης, για την πολύτιμη βοήθεια του στη διεξαγωγή συμπερασμάτων από την ανάλυση των δειγμάτων με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ, XRD. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Ν. Χατζόπουλο, καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου στον τομέα της Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Επιστήμης και διευθυντή του εργαστηρίου τηλεπισκόπησης, ο οποίος μου έδωσε σε ψηφιακή μορφή τις ισοϋψείς, βάσει των συντεταγμένων της περιοχής μελέτης.

Καθοριστικά συνέλαβαν στην διεξαγωγή της εργασίας, η άδεια δειγματοληψίας και εργαστηριακής εξέτασης των δειγμάτων, από την Εφορεία Αρχαιοτήτων Κυκλάδων καθώς και η εξαιρετική επικοινωνία με τον αρχαιολόγο κ. Δημήτρη Χατζηλαζάρου.

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, σημαντικότερο ρόλο είχε η άψογη συνεργασία με την προπτυχιακή φοιτήτρια Sara Grandi, η οποία στα πλαίσια του προγράμματος Erasmus placement, συμμετείχε στο Εργαστήριο Υλικών Πολιτισμικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης και με την οποία συνεργαστήκαμε σε πολλά στάδια αυτής της εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κ. Καπετανάκη για την βοήθεια της στο στάδιο των χυτεύσεων. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Π. Δημητριάδου για την υποστήριξη της καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Τέλος, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου, η οποία ήταν μαζί μου καθημερινά στο μνημείο και η βοήθεια της ήταν καθοριστική για την αποτύπωση και όχι μόνο. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την αδερφή μου, για την ανιδιοτελή βοήθεια και υπομονή της μέχρι το τέλος.

Βασιλική – Θεοδώρα Δημητρίου

Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε με βάση την ερευνητική μου εργασία με τίτλο *“Μεθοδολογία καταγραφής αιτίων φθορών, βλαβών, και τρόπων επέμβασης σε μνημεία φέρουσας τοιχοποιίας. Περίπτωση Πύργος - Ανάκτορο στα Καλαμίτσια Νάξου”* και ποσοτικοποίησε την κατάσταση διάβρωσης του εν λόγω μνημείου, ολοκληρώθηκε δε με την πρόταση νέων συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης. Οι μη καταστροφικές τεχνικές διάγνωσης της διάβρωσης δεν δύνανται να συμβάλλουν ικανοποιητικά στην ποσοτικοποίηση των παραμέτρων διάβρωσης, ως εκ τούτου η συγκεκριμένη εργασία διερευνά και την συμβολή των καταστρεπτικών τεχνικών διάγνωσης μέσω της δειγματοληψίας και της εργαστηριακής ανάλυσης.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Υλικών Πολιτισμικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης, υπό την επιστημονική επιμέλεια της αναπληρώτριας καθηγήτριας της σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών κας. Νόνης Παγώνας Μαραβελάκη.

Πραγματοποιήθηκε αρχιτεκτονική αποτύπωση, η οποία είναι απαραίτητη για την κατοχύρωση των σημείων δειγματοληψίας και της κατασκευαστικής κατανόησης του μνημείου και ακολούθησε δειγματοληψία με σκοπό την μελέτη των ιστορικών κονιαμάτων και λιθοσωμάτων. Συγκεκριμένα, αναλύθηκαν στο εργαστήριο, τα αυθεντικά υλικά δόμησης ως προς τη χημική τους σύσταση και τις φυσικοχημικές ιδιότητές τους μέσω χημικής, ορυκτολογικής και στοιχειακής ανάλυσης των υλικών (FTIR, XRD, XRF, Θερμικές αναλύσεις) και εξετάσθηκαν επίσης τα κονιάματα ως προς την κοκκομετρία και την απορροφητικότητα τους. Οι ανωτέρω εργαστηριακές αναλύσεις αποσκοπούν στην αναγνώριση σύνθεσης των κονιαμάτων που θα επιτρέψουν την πρόταση επισκευαστικών κονιαμάτων αλλά με μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην διάβρωση. Η ολιστική μελέτη των υλικών δόμησης αποτελεί την ασφαλέστερη οδό για την επιλογή των κατάλληλων υλικών αποκατάστασης.

Μετά την ολοκλήρωση των διαφόρων τεχνικών και την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς τη σύσταση, την υδροφοβικότητα και την κατάσταση διατήρησης ακολούθησε η ομαδοποίηση των δειγμάτων. Η κατάταξη των κονιαμάτων επιβεβαίωσε τις διαφορετικές ιστορικές φάσεις του μνημείου και παρείχε σημαντικά στοιχεία για την ιστορική τεκμηρίωση του η οποία κρίνεται ελλιπής, καθώς δεν έχει πραγματοποιηθεί στο παρελθόν αντίστοιχη έρευνα για το μνημείο.

Στην συνέχεια προτείνεται συντήρηση των κονιαμάτων δομής και των επιχρισμάτων με νέα νανο-υλικά συντήρησης και στερέωσης. Αξιολογούνται τα αποτελέσματα της εφαρμογής εργαστηριακά και εξάγονται συμπεράσματα αναφορικά με την απορρόφηση νερού και την στερέωση εύθρυπτων κονιαμάτων. Τέλος, προτείνονται συμβατά κονιάματα αρμολογημάτων και επιχρισμάτων ως αναπόσπαστο τμήμα της ολιστικής μελέτης των υλικών του μνημείου. Η επιλογή των κατάλληλων, συμβατών υλικών αποκατάστασης αποτελεί κομβικό σημείο για την αειφόρα διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς καθώς λανθασμένες επιλογές ενδέχεται να επιφέρουν μεγαλύτερη φθορά σε ένα μνημείο.

Abstract

Jesuit Tower - Palace in Kalamitsia, Naxos: Study of authentic mortars and stones, preservations proposals with nanotechnology materials and composition of new compatible restoration mortars.

This bachelor's thesis constitutes a continuation of my research paper entitled "Methodology for the recording of causes of wear and tear, damages, and methods of intervention in monument of masonries. Tower - Palace in Kalamitsia, Naxos, case study" by quantifying the erosion status of this monument and proposing new compatible repairing mortars. Given that non-destructive methods of corrosion diagnosis cannot contribute satisfactorily to the quantification of decay parameters, the thesis explores the contribution of destructive methods through sampling and laboratory analysis.

This thesis was conducted in the Laboratory of Cultural Heritage and Contemporary Building, under the scientific supervision of the Associate Professor of the School of Architecture Mrs Noni Pagona Maravelaki.

An architectural mapping, needed to secure the sampling points and constructive understanding of the monument, was carried out, followed by sampling for the study of historical mortars and stones. More specifically, the original materials have been analyzed in the laboratory in terms of their chemical composition and physicochemical properties through chemical, mineralogical and elemental analysis (FTIR, XRD, XRF, Thermal analyses). Moreover, mortars were also examined with respect to the grain size distribution and water absorption. The aforementioned laboratory analyses aim at identifying the composition of the mortars which will allow the recommendation of repairing mortars with a higher resistance to erosion. The holistic study of building materials is the safest route for selecting compatible restoration materials.

The discrimination of the different categories of samples took place after the completion of the various techniques and the drawing of conclusions on the composition, hydrophobicity and conservation status. The classification of the mortars confirmed the different historical phases of the monument and provided important evidence for its historical documentation, which is considered incomplete, since no research on the monument has been carried out in the past.

Moreover, a maintenance of joint mortars and plasters with new nano-materials of preservation and consolidation is proposed. The results of the application are evaluated and assessed in the laboratory regarding the capillarity and the consolidation of friable mortars.

Finally, repair mortar and plasters are proposed as an integral part of the holistic study of the monument's materials. Choosing the right, compatible restoration materials is a focal point for the sustainable preservation of cultural heritage, as incorrect choices may result in further damage to a monument.

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: α) Περιθλασίμετρο ακτίνων Χ, β) Διαδικασία προετοιμασίας των φορέων, γ) Δειγματοφορείς κονιαμάτων.....	27
Εικόνα 2: Προετοιμασία δειγμάτων για EDXRF: α) Ζύγισμα της κονίας, β) Δειγματοφορείς πριν την εισαγωγή στο μηχάνημα, γ) Φασματομέτρο.....	27
Εικόνα 3: Παραγωγή ακτινοβολίας φθορισμού κατά τη μετάπτωση ενός L ηλεκτρονίου σε κενή θέση της K στοιβάδας, κατόπιν διέγερσης του ατόμου με ακτινοβολία Χ.	28
Εικόνα 4: Προετοιμασία δοκιμίων πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας της τριχοειδούς αναρρίχησης	31
Εικόνα 5: Διαδικασία προσδιορισμού της απορρόφησης νερού μέσω της Τριχοειδούς αναρρίχησης σε μη διαμορφωμένα δείγματα: α1, α2) Τοποθέτηση δειγμάτων στο φούρνο, β1, β2, β3) Διαδικασία ζυγίσματος και σκουπίσματος δείγματος, γ1, γ2) Συνολική εικόνα δοκιμίων	32
Εικόνα 6: Διαδικασία υπολογισμού της επιφάνειας των ακανόνιστων δειγμάτων. ...	32
Εικόνα 7: Φωτογραφική τεκμηρίωση μέτρησης επιφάνειας ορισμένων δειγμάτων σε χλυστομετρικό χαρτί.....	33
Εικόνα 8: Σκίτσα πεδίου.	36
Εικόνα 9: Τοπογραφικό συγκροτήματος, κλίμακα 1/500	37
Εικόνα 10: Κάτοψη ισογείου, κλίμακα 1/200.....	38
Εικόνα 11: Κάτοψη ορόφου, κλίμακα 1/200.....	39
Εικόνα 12: Κάτοψη υπογείου, κλίμακα 1/200	40
Εικόνα 13: Κάτοψη κεντρικού κτιρίου με σήμανση τομών, Τομή (ΑΑ, ΒΒ, ΓΓ), κλίμακα 1/200.....	41
Εικόνα 14: Όψεις Κεντρικού κτιρίου, κλίμακα 1/200.....	42
Εικόνα 15: Σχέδια αποτύπωσης παραρτήματος Α, κλίμακα 1/200.	43
Εικόνα 16: Σχέδια αποτύπωσης παραρτήματος Β, κλίμακα 1/200.....	44
Εικόνα 17: Σχέδια αποτύπωσης παραρτήματος Γ, κλίμακα 1/200.	45
Εικόνα 18: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη ισογείου	48
Εικόνα 19: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη ορόφου	49
Εικόνα 20: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη υπογείου.....	50
Εικόνα 21: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη δώματος	51
Εικόνα 22: Φωτογραφική και σχεδιαστική απεικόνιση δείγματος ΚΝ2: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	52
Εικόνα 23: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ3: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	52

Εικόνα 24: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN4: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	52
Εικόνα 25: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN5: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	53
Εικόνα 26: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN6Λ: α, β, γ) Μακροσκοπική φωτογράφιση λιθοσώματος KN6Λ, δ) Σχέση σημείου στο χώρο, ε) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	54
Εικόνα 27: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN7: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN7, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	54
Εικόνα 28: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN8: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN8, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	54
Εικόνα 29: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN9Λ: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος, γ) Σχέση σημείου στο χώρο	55
Εικόνα 30: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN10Λ: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιολιθοσώματος KN10Λ, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	55
Εικόνα 31: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN11: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος KN11, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	55
Εικόνα 32: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN12: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN12, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	56
Εικόνα 33: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN13Λ: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN13Λ, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	56
Εικόνα 34: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN14: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	56
Εικόνα 35: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN15: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN15, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	57
Εικόνα 36: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN16: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος β) μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο	57
Εικόνα 37: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN17: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN17, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	57

Εικόνα 38: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN18: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN18, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	58
Εικόνα 39: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN19: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος σε συνάφεια με επίχρισμα δομής, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	58
Εικόνα 40: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN20: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση λιθοσώματος KN20, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	59
Εικόνα 41: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN21: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN21, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	59
Εικόνα 42: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN22: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN22, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	59
Εικόνα 43: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN23: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN23, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	60
Εικόνα 44: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN24Λ: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση λιθοσώματος KN24Λ, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	60
Εικόνα 45: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN25: α) μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN25, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	61
Εικόνα 46: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN26Λ: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση Λιθοσώματος KN26Λ, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	61
Εικόνα 47: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN27: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN27, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	61
Εικόνα 48: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN28: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN28, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	62
Εικόνα 49: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN29: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN29, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	62
Εικόνα 50: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN30: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN30, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη	63

Εικόνα 51: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN31: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση επιχρίσματος β1, β2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	63
Εικόνα 52: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN32: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση επιχρίσματος, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Μακροσκοπική φωτογράφιση δείγματος KN32 σε τομή, δ) Σχέση σημείου στο χώρο, ε) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	64
Εικόνα 53: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN33: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN33, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	64
Εικόνα 54: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN34: α1, α2, α3) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN34, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	65
Εικόνα 55: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN35: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δόμησης, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	65
Εικόνα 56: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN36: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN36, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	66
Εικόνα 57: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN37: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN37, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	66
Εικόνα 58: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN38: α1, α2, α3) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN38, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	67
Εικόνα 59: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN39: α1, α2, α3, α4) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN39, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.	67
Εικόνα 60: α) Στερεοσκόπιο - Ceti, β) Ψηφιακό μικροσκόπιο οπτικών ινών - Dino Lite.	68
Εικόνα 61: Κατηγοριοποίηση των αδρανών βάσει της μορφής τους.	68
Εικόνα 62: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN2 α, β) από στερεοσκόπιο, γ) από ψηφιακό μικροσκόπιο οπτικών ινών.	69
Εικόνα 63: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN3 α) από στερεοσκόπιο-επίχρισμα, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα γ) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με λίθο, δ) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με λίθο, ε) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής (σε τομή), ζ) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.	70
Εικόνα 64: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN4 α) από στερεοσκόπιο - συνολική άποψη επιχρίσματος και δεύτερου στρώματος κονιάματος, β) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, γ1, γ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο – επίχρισμα, δ1, δ2)	

από στερεοσκόπιο - ενδιάμεση επίστρωση από κονίαμα επιχρίσματος και κονίαμα δομής, ε1, ε2, ε3, ε4) από ψηφιακό μικροσκόπιο - δεύτερη επίστρωση κονιάματος.	71
Εικόνα 65: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN5 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	72
Εικόνα 66: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN7 α1, α2) από στερεοσκόπιο- κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.	73
Εικόνα 67: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN8 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.	74
Εικόνα 68: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN11 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα	75
Εικόνα 69: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN12 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	76
Εικόνα 70: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN14 α) από στερεοσκόπιο- κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο-κονίαμα δομής.....	77
Εικόνα 71: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN15 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2, β3, β4) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	78
Εικόνα 72: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN16 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με ατμόσφαιρα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με ατμόσφαιρα.....	79
Εικόνα 73: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN17 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	80
Εικόνα 74: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN18 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.	81
Εικόνα 75: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN19 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2, γ3) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2, δ3, δ4) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.	82
Εικόνα 76: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN21 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.	83
Εικόνα 77: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN22 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.	84
Εικόνα 78: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN23 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	85
Εικόνα 79: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN25 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	86
Εικόνα 80: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN27 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	87

Εικόνα 81: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN28 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.	89
Εικόνα 82: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN29 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	89
Εικόνα 83: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN30 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2, δ3) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.	90
Εικόνα 84: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN31 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής σε επαφή με περιβάλλον, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - σε επαφή με περιβάλλον, γ) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.	91
Εικόνα 85: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN32 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.	93
Εικόνα 86: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN33 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	94
Εικόνα 87: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN34 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.	94
Εικόνα 88: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN35 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.	95
Εικόνα 89: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN36 α1, α2, α3) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	96
Εικόνα 90: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN37 α1, α2, α3) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	97
Εικόνα 91: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN38 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2, δ3) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.	99
Εικόνα 92: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN39 α1, α2, α3) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2, β3) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.....	100
Εικόνα 93: α) Διαδικασία Κοκκομετρικής διαβάθμισης κονιαμάτων, β1, β2, β3) Διαδικασίας ζύγισης δείγματος των συγκρατούμενων αδρανών.	101
Εικόνα 94: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN8.	103
Εικόνα 95: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN15.	103
Εικόνα 96: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN36.	103
Εικόνα 97: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN34.	104
Εικόνα 98: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN35.	104
Εικόνα 99: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN38.	104
Εικόνα 100: Κοκκομετρικές καμπύλες διαβάθμισης των κονιαμάτων KN8, KN15, KN34, KN36 και KN38.	105
Εικόνα 101: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN2b.	106

[illegible]

Εικόνα 143: Ανάλυση του δείγματος KN24L με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.	130
Εικόνα 144: Ανάλυση του δείγματος KN26L με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.	131
Εικόνα 145: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 1.Α που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.	131
Εικόνα 146: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 1.Β που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.	132
Εικόνα 147: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 1.Γ που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.	133
Εικόνα 148: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 2 που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.	133
Εικόνα 149: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 2 που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.	134
Εικόνα 150: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) των λευκών γρόμπων των δειγμάτων KN4, KN18, KN31 και KN34.	136
Εικόνα 151: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) των καφέ γρόμπων των δειγμάτων KN4 , KN31 και KN34.	136
Εικόνα 152: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN4.	138
Εικόνα 153: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN4.	138
Εικόνα 154: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN25.	138
Εικόνα 155: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN30.	139
Εικόνα 156: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN31.	139
Εικόνα 157: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN32.	139
Εικόνα 158: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN35.	140
Εικόνα 159: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN35.	140
Εικόνα 160: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN35.	140
Εικόνα 161: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN39.	141
Εικόνα 162: Διάγραμμα Υδραυλικότητας δειγμάτων KN4, KN17, KN25, KN30, KN31, KN32, KN35, KN37, KN38 και KN39.	142
Εικόνα 163: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης των κονιαμάτων δομής.	148
Εικόνα 164: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης των επιχρισμάτων.	149
Εικόνα 165: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης των λιθοσωμάτων.	150
Εικόνα 166: Διαλύματα των δειγμάτων διαλυμένα σε HCl.	150
Εικόνα 167: α, β, γ) Δοκιμαστικοί σωλήνες με τα διαλύματα των κονιών και την προσθήκη HCl και NaOH.	152
Εικόνα 168: Κατασκευαστικές φάσεις σε σχέση με την ομαδοποίηση των δειγμάτων.	155
Εικόνα 169: Διαδικασία εφαρμογής νανοσύνθετου υλικού SurfaPore FX WB με πινέλο.	159
Εικόνα 170: α1, α2) Οι μαγνητικοί αναδευτήρες κατά την διαδικασία της ανάδευσης, β) Διαδικασία διήθησης του διαλύματος με διηθητικό χαρτί, γ) Απεικόνιση των διαλυμάτων και του αγωγιμόμετρου.	160

Εικόνα 171: α) Μακροσκοπική απεικόνιση του επιχρίσματος KN4ο, β) Επισήμανση με κίτρινο χρώμα των σημείων με παρουσία αλάτων στο δείγμα KN4ο και συγκεκριμένα στη δεύτερη επίστρωση κονιάματος μεταξύ επιχρίσματος και κονιάματος δομής, γ1, γ2) Μικροσκοπική απεικόνιση σημείου αλάτων με Dino Lite.	162
Εικόνα 172: α) Μακροσκοπική απεικόνιση του κονιάματος δομής KN5b, β) Επισήμανση με κίτρινο χρώμα των σημείων με παρουσία αλάτων στο δείγμα KN5b, γ) Μικροσκοπική απεικόνιση σημείου αλάτων δείγματος KN5b με Dino Lite.	162
Εικόνα 173: α) Μακροσκοπική απεικόνιση του κονιάματος δομής KN15b, β) Επισήμανση με κίτρινο χρώμα των σημείων με παρουσία αλάτων στο δείγμα KN15b, γ) Μικροσκοπική απεικόνιση σημείου αλάτων δείγματος KN15b με Dino Lite.	162
Εικόνα 174: Παρουσία αλάτων σε επιχρίσματα μετά την εφαρμογή του SurfaPore FX WB, α) δείγμα KN3ο, β) δείγμα KN4ο, γ) δείγμα KN18ο, δ) δείγμα KN30ο, ε) δείγμα KN32ο.	163
Εικόνα 175: Παρουσία αλάτων σε κονιάματα δομής μετά την εφαρμογή του SurfaPore FX WB, α) δείγμα KN2b, β) δείγμα KN5b, γ) δείγμα KN7b, δ) δείγμα KN14b, ε) δείγμα KN15b, στ) KN21b, ζ) KN31b, η) KN34b, θ) KN35b, ι) KN39b	164
Εικόνα 176: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN4ο salts.	164
Εικόνα 177: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN5b salts.	165
Εικόνα 178: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN15b salts.	165
Εικόνα 179: α) Διαδικασία μέτρησης της επιφάνειας των εύθρυπτων δομικών υλικών δείγματος με κολλητική ταινία Scotch Tape, β1, β2) Σύνολο φιαλιδίων με τις κολλητικές ταινίες, πριν την διαδικασία του ζυγίσματος στο ζυγό.	166
Εικόνα 180: Ραβδογράμματα σύγκρισης αποτελεσμάτων απώλειας υλικού μέσω του Scotch Tape Test, πριν και μετά την εφαρμογή του Surfarore WB, στα επιχρίσματα.	167
Εικόνα 181: Ραβδογράμματα σύγκρισης αποτελεσμάτων απώλειας υλικού μέσω του Scotch Tape Test, πριν και μετά την εφαρμογή του Surfarore WB, στα κονιάματα δομής.	168
Εικόνα 182: α) Στιγμιότυπο από την πειραματική διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης πριν την έναρξη της, β) Απεικόνιση ορισμένων δειγμάτων κατά την διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης.	168
Εικόνα 183: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN3ο_treated.	170
Εικόνα 184: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN4ο_treated και KN4ο untreated.	170
Εικόνα 185: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN18ο_treated και KN18ο untreated.	170

Εικόνα 186: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN28o_treated και KN28o untreated.....	170
Εικόνα 187: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN30o_treated και KN30o untreated.....	171
Εικόνα 188: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN31_treated και KN31 untreated.....	171
Εικόνα 189: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN32_treated και KN32 untreated.....	171
Εικόνα 190: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN2b_treated και KN2b untreated.....	172
Εικόνα 191: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN5_treated και KN5 untreated.	172
Εικόνα 192: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN7b_treated και KN7b untreated.....	172
Εικόνα 193: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN14_treated και KN14 untreated.....	173
Εικόνα 194: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN15_treated και KN15 untreated.....	173
Εικόνα 195: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN21_treated και KN21 untreated.....	173
Εικόνα 196: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN34_treated και KN34 untreated.....	174
Εικόνα 197: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN35_treated και KN35 untreated.....	174
Εικόνα 198: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN39b_treated και KN39b untreated.....	174
Εικόνα 199: α, β, γ) Διαδικασία παρασκευής κονιάματος επιχρίσματος, σύνθεσης Ε1, στάδιο ανάμιξης σε λεκάνη.	181
Εικόνα 200: α) Τράπεζα εξάπλωσης, β) Χτύπημα της μήτρας στο έδαφος, γ) Τράπεζα δόνησης, δ) Ευθυγράμμιση της σύνθεσης με μυστρί.	181
Εικόνα 201: α) Εφαρμογή σύνθεσης Ε1 σε λιθόσωμα, β) Εφαρμογή σύνθεσης Ε2 σε λιθόσωμα.	182
Εικόνα 202: Καμπύλη Τάσης - Παραμόρφωσης της σύνθεσης Α1, για κάθε δοκίμιο.	183
Εικόνα 203: Καμπύλη Τάσης - Παραμόρφωσης της σύνθεσης Α2, για κάθε δοκίμιο.	184
Εικόνα 204: α) Στιγμιότυπο κατά την πειραματική διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης, β) Ελαφρύ σκούπισμα δείγματος πριν την ζύγιση του, γ) Διαδικασία ζυγίσματος, δ) Προσθήκη νερού με την πιπέτα κατά την πειραματική διαδικασία	185
Εικόνα 205: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του κονιάματος Ε1, για κάθε δοκίμιο.	185

Εικόνα 206: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του κονιάματος Ε2, για κάθε δοκίμιο.	186
---	-----

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN2.....	69
Πίνακας 2: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN3.....	70
Πίνακας 3: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN4.....	72
Πίνακας 4: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN5.....	73
Πίνακας 5: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN7.....	74
Πίνακας 6: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN8.....	75
Πίνακας 7: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN11.....	76
Πίνακας 8: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN12.....	77
Πίνακας 9: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN14.....	78
Πίνακας 10: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN15.....	79
Πίνακας 11: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN16.....	80
Πίνακας 12: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN17.....	81
Πίνακας 13: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN18.....	82
Πίνακας 14: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN19.....	83
Πίνακας 15: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN21.....	84
Πίνακας 16: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN22.....	85
Πίνακας 17: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN23.....	86
Πίνακας 18: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN25.....	87
Πίνακας 19: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN27.....	88
Πίνακας 20: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN28.....	89
Πίνακας 21: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN29.....	90
Πίνακας 22: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN30.....	91
Πίνακας 23: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN31.....	92
Πίνακας 24: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN32.....	93
Πίνακας 25: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN33.....	94
Πίνακας 26: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN34.....	95
Πίνακας 27: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN35.....	96
Πίνακας 28: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN36.....	97
Πίνακας 29: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN37.....	98
Πίνακας 30: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN38.....	99
Πίνακας 31: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN39.....	100
Πίνακας 32: Συγκρατώμενα Αδρανή όλων των κοσκίνων, των δειγμάτων KN8, KN15, KN34, KN36 και KN38.	102
Πίνακας 33: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN2.	107

Πίνακας 34: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN7b.	110
Πίνακας 35: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN17.	114
Πίνακας 36: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN22.	117
Πίνακας 37: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN33b.	123
Πίνακας 38: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN38b.	126
Πίνακας 39: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN6L.	127
Πίνακας 40: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN9L.	128
Πίνακας 41: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN10L.	128
Πίνακας 42: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN13L.	129
Πίνακας 43: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN20L.	130
Πίνακας 44: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN24L.	130
Πίνακας 45: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN26L.	131
Πίνακας 46: Ομαδοποίηση άργιλο-άσβεστο-πυριτικών δειγμάτων.....	132
Πίνακας 47: Ομαδοποίηση άργιλο-άσβεστο-πυριτικών δειγμάτων με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην σύσταση τους σε πυρίτιο και ασβέστιο.	132
Πίνακας 48: Ομαδοποίηση άργιλο-άσβεστο-πυριτικών δειγμάτων με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην σύσταση τους σε ασβέστιο.	133
Πίνακας 49: Ομαδοποίηση ασβεστιτικών κονιαμάτων.	134
Πίνακας 50: Ομαδοποίηση υδραυλικών κονιαμάτων.	134
Πίνακας 51: Αποτελέσματα θερμικής ανάλυσης κονιαμάτων.....	142
Πίνακας 52: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα και λιθοσώματα.....	143
Πίνακας 53: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων συντελεστών τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα και λιθοσώματα κατά αύξουσα σειρά.	143
Πίνακας 54: Μακροσκοπικές παρατηρήσεις των δειγμάτων στο διάλυμα κονίας με HCl.	151
Πίνακας 55: Μακροσκοπικές παρατηρήσεις των δειγμάτων στο διάλυμα κονίας με HCl και NaOH.	152
Πίνακας 56: Ομαδοποίηση των δειγμάτων κονιαμάτων.	154

Πίνακας 57: Ομαδοποίηση των δειγμάτων λιθοσωμάτων.	155
Πίνακας 58: Αποτελέσματα Αγωγιμότητας των δειγμάτων KN4o, KN5b και KN15b.	161
Πίνακας 59: Αποτελέσματα του Scotch Tape Test πριν και μετά την εφαρμογή του Surfapore WB.....	166
Πίνακας 60: Αποτελέσματα Τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα μετά την εφαρμογή του Surfapore WB.	168
Πίνακας 61: Αποτελέσματα συντελεστών τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα δομής και επιχρίσματα πριν και μετά την εφαρμογή του Surfapore WB.	169
Πίνακας 62: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης E1.....	179
Πίνακας 63: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης E2.....	179
Πίνακας 64: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης A1.	179
Πίνακας 65: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης A2.	180
Πίνακας 66: Εργασιμότητα Συνθέσεων Κονιαμάτων αποκατάστασης.....	180
Πίνακας 67: Τιμές μηχανικών αντοχών, δείκτη δυσθραυστότητας και μέτρου ελαστικότητας των κονιαμάτων A1 και A2.	183
Πίνακας 68: Αποτελέσματα τριχοειδούς αναρρίχησης στα κονιάματα επιχρισμάτων E1 και E2.....	185

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της έρευνας

Η παρούσα έρευνα αποτελεί συνέχεια της Ερευνητικής μου εργασίας με τίτλο *“Μεθοδολογία καταγραφής αιτίων φθορών, βλαβών, και τρόπων επέμβασης σε μνημεία φέρουσας τοιχοποιίας. Περίπτωση Πύργος - Ανάκτορο στα Καλαμίτσια Νάξου”*, η οποία έχει ως βάση το θεωρητικό πλαίσιο των μη καταστρεπτικών τεχνικών διάγνωσης της φθοράς και των επεμβάσεων συντήρησης και αποκατάστασης που χρήζει ένα μνημείο. Ως μελέτη περίπτωσης, εξετάζεται το διατηρητέο μνημείο, πύργος - ανάκτορο στα Καλαμίτσια της Νάξου και με την παρούσα διπλωματική εργασία ποσοτικοποιείται η κατάσταση της διάβρωσης του. Όπως τονίστηκε στην ερευνητική εργασία, οι μη καταστρεπτικές τεχνικές διάγνωσης της φθοράς δεν αρκούν για μια ολοκληρωμένη διάγνωση. Για τον λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία των αυθεντικών υλικών του μνημείου, τα οποία και μελετήθηκαν στο εργαστήριο μέσω καταστρεπτικών τεχνικών. Με τα συμπεράσματα που θα προκύψουν σχετικά με την τεχνολογία των υλικών μπορούν να προταθούν τα κατάλληλα υλικά συντήρησης και οι ενδεδειγμένοι τρόποι αποκατάστασης.

1.2 Αφορμή

Το ενδιαφέρον μου για την αποκατάσταση μνημείων ξεκίνησε κατά την παραμονή μου στην Βενετία, στα πλαίσια του Erasmus+, όπου παρακολούθησα το εργαστήριο 'Atelier Heritage', στο I.U.A.V με επιβλέποντα καθηγητή τον M. Piana, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2015-2016. Κατά την παρακολούθηση του συγκεκριμένου εργαστηρίου συνειδητοποίησα για πρώτη φορά την αναγκαιότητα της πολύπλευρης σκέψης και γνώσης που οφείλει να έχει μια μελέτη συντήρησης και αποκατάστασης μνημείων.

Αφορμή της παρούσας έρευνας αποτέλεσε το μάθημα επιλογής της καθηγήτριας κ. Π. Μαραβελάκη, με τίτλο «Φθορά & Συντήρηση Δομικών Υλικών - Μνημείων & Αρχιτεκτονικών Επιφανειών», κατά το ακαδημαϊκό έτος 2016-2017. Χάρη σε αυτό το μάθημα προσέγγισα το ζήτημα των ιστορικών υλικών και συνειδητοποίησα την σημαντικότητα της συμβατότητας μεταξύ των δομικών υλικών και πώς αρχιτεκτονικές επεμβάσεις μπορούν να αποβούν καθοριστικές για την αειφορία ενός κελύφους.

1.3 Σκοπιμότητα

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη και η καταγραφή των αυθεντικών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στο μνημείο και εν συνεχεία οι προτάσεις συντήρησης τους. Μέσω της ολιστικής μελέτης των ιστορικών μελών και της εξαγωγής τεκμηριωμένων πορισμάτων εκτιμάται ότι θα εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα για τις κατασκευαστικές φάσεις και τις αντίστοιχες τεχνολογίες δόμησης. Η συγκεκριμένη προσέγγιση του θέματος, μέσω της ανάλυσης των υλικών, αποτελεί απαραίτητο βήμα προκειμένου να ξεκινήσει η αποκατάσταση/συντήρηση του μνημείου. Οι επιλογές των κατάλληλων υλικών αποκατάστασης είναι πρωτίστης σημασίας, ώστε να αποφεύγονται λάθη τα οποία προκαλούν εκτενέστερες ζημιές στο μνημείο, αντί να το προστατεύουν. Η εξαγωγή πορισμάτων, προηγείται των αποφάσεων εκείνων

για τη διαχείριση του μνημείου, καθώς μέσα από αυτή την ανάλυση, θα αποκλειστούν ορισμένοι τύποι επεμβάσεων και υλικών.

1.4 Μεθοδολογία

Αρχικά, αναλύονται σε θεωρητικό επίπεδο οι τεχνικές χημικής, ορυκτολογικής και στοιχειακής ανάλυσης όπου τα κονιάματα και τα λιθοσώματα θα αναλυθούν και εν συνεχεία μελετώνται τα δείγματα μέσω μιας ασφαλούς μεθοδολογίας αναλυτικών τεχνικών, προκειμένου να ομαδοποιηθούν ως προς την σύσταση τους. Η ομαδοποίηση θα συντελέσει στην ιστορική τεκμηρίωση του μνημείου και στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την διάβρωση του.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα. Σε πρώτο επίπεδο πραγματοποιήθηκε σχολαστική παρατήρηση του μνημείου στο πεδίο προκειμένου να επιλεγθούν οι κατάλληλες θέσεις δειγματοληψίας και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε αρχιτεκτονική αποτύπωση, η οποία είναι απαραίτητη για την κατοχύρωση των σημείων δειγματοληψίας. Βασικά κριτήρια της επιλογής των σημείων είναι οι περιοχές διαφορετικών χρονολογικά και ποιοτικά δομών, οι περιοχές διαφορετικού βαθμού διάβρωσης και τα δομικά υλικά με διαφορετικά μακροσκοπικά χαρακτηριστικά.

Σε δεύτερο επίπεδο, η μελέτη συνεχίστηκε στο εργαστήριο και ακολούθησε μια σειρά καταστρεπτικών και μη τεχνικών ανάλυσης των κονιαμάτων και λιθοσωμάτων. Πιο συγκεκριμένα, στις Εικόνες 18-21, παρουσιάζονται οι κατόψεις του χώρου με τα αντίστοιχα σημεία δειγματοληψίας. Συνολικά συλλέχθηκαν 38 δείγματα, εκ των οποίων τα 31 είναι κονιάματα δομής και επιχρισμάτων και τα 7 λιθοσώματα. Σε όλα τα δείγματα πραγματοποιήθηκε μακροσκοπική ανάλυση, ώστε να καταγραφούν σε πρώτο επίπεδο τα βασικά χαρακτηριστικά της δομής τους. Έπειτα ακολούθησε χαρακτηρισμός της μικροδομής των κονιαμάτων από το στερεοσκόπιο και το μικροσκόπιο οπτικών ινών. Σε ορισμένα δείγματα πραγματοποιήθηκαν κοκκομετρικές αναλύσεις προκειμένου να διαπιστωθούν η φύση και αναλογία κονίας και αδρανών, το χρώμα και η συνεκτικότητα της δομής.

Στην συνέχεια επιλέχθηκαν δείγματα τα οποία υποβλήθηκαν σε περαιτέρω αναλύσεις κατά περιπτώσεις όπως χημική, ορυκτολογική, στοιχειακή και θερμική ανάλυση. Ακόμη τα δείγματα υποβλήθηκαν σε πείραμα τριχοειδούς αναρρίχησης προκειμένου να εξαχθούν αποτελέσματα σχετικά με την υδροφοβικότητα τους. Βάσει των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις αναλύσεις, τα δείγματα ομαδοποιήθηκαν και υπάρχει πλέον ένας συσχετισμός αναφορικά με τις χρονολογικές φάσεις του εν λόγω μνημείου πέραν εκείνης του μακροσκοπικού ελέγχου.

Τέλος, προτείνεται συντήρηση των δομικών υλικών του μνημείου με υλικά νανοτεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιούνται εργαστηριακές εφαρμογές στα δείγματα και εξετάζονται τα αποτελέσματα τους, ως προς την υδροφοβικότητα και την συνοχή των επιφανειών μετά την εφαρμογή. Πέραν της συντήρησης με υλικά νανοτεχνολογίας, προτείνονται συμβατές συνθέσεις κονιαμάτων αποκατάστασης οι οποίες βασίζονται στις παραπάνω αναλύσεις.

2. Ανάλυση των τεχνικών χημικής, ορυκτολογικής και στοιχειακής ανάλυσης

2.1 Φασματοσκοπία υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)

Η Φασματοσκοπία υπερύθρου (FTIR) είναι μια από τις τεχνικές με ευρύ φάσμα εφαρμογής στο πεδίο της παθολογίας, διάγνωσης και συντήρησης των παραδοσιακών δομικών υλικών και έργων τέχνης. Η τεχνική ανιχνεύει οργανικές και ανόργανες ενώσεις που περιέχονται ακόμη και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις¹.

Η μελέτη των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της Φασματοσκοπίας υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier, με την τεχνική του δισκίου KBr στην περιοχή του μεσαίου υπερύθρου από 4000 έως 400 cm^{-1} . Η υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος εκτείνεται από το ορατό μέχρι και τα μικροκύματα και περιλαμβάνει ακτινοβολίες των οποίων οι κυματαριθμοί κυμαίνονται από 12.800 έως 10 cm^{-1} . Το φασματοφωτόμετρο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι τύπου FTIR Spectrum 1000 της εταιρίας Perkin- Elmer, του τομέα Χημείας και Τεχνολογίας Υδρογονανθράκων, της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η τεχνική του δισκίου KBr, επειδή με τη μέθοδο αυτή το δείγμα είναι σε μορφή κόνιας. Για την αποφυγή λήψης διαφορετικών φασμάτων των ίδιων ορυκτών και την ακριβέστερη ταυτοποίηση τους, προτιμήθηκε να κονιοποιηθούν τα δείγματα σε κοκκομετρία < 63 μm . Η διαδικασία προετοιμασίας των δισκίων, ήταν αρχικά η κονιοποίηση των δειγμάτων με την χρήση γουδιού από αχάτι και κόσκινων. Από την σκόνη αυτή 1βmg δείγματος ομογενοποιήθηκε με 100 mg καθαρού KBr, κατάλληλου για λήψη φασμάτων FTIR και απαλλαγμένου από υγρασία. Το μείγμα τοποθετήθηκε σε φορέα 13 mm και ασκήθηκε πίεση 10 tn για 30 s σε υδραυλικό πιεστήριο χειρός. Να τονιστεί ότι οι δειγματοφορείς τοποθετούνταν σε αεροστεγές δοχείο με silica gel, ώστε να αποφευχθεί η εμφάνιση δεσμών OH^- στο φάσμα, το οποίο θα οφείλεται σε προσροφημένη υγρασία από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Έτσι δημιουργείται μία παστίλια (pellet), η οποία έχει μορφή συμπαγούς δίσκου.

Η Φασματοσκοπία υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier (FTIR) ή Φασματομετρία υπερύθρου (Infrared spectroscopy, IR) βασίζεται στην απορρόφηση ακτινοβολίας της ύλης στην υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και χαρακτηρίζεται ως μια από τις σημαντικότερες αναλυτικές τεχνικές χαρακτηρισμός της μοριακής σύνταξης και ταυτοποίησης κυρίως οργανικών αλλά και ανόργανων ενώσεων².

Η αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας με την ύλη ενός δείγματος, παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη σύσταση του. Η υπέρυθρη ακτινοβολία, λόγω της μικρής

¹ Μπακόλας Α., *Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων*, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2002, σ.47

² Χατζηιωάννου Θ., Κουππάρης Μ., *Ενόργανη ανάλυση*, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 1990

της ενέργειας, δεν προκαλεί ηλεκτρονικές μεταπτώσεις, αλλά διεγέρσεις μεταξύ διαφόρων ενεργειακών σταθμών δόνησης και περιστροφής μορίων, ενώ το μόριο παραμένει στην θεμελιώδη ενεργειακή του κατάσταση του. Τα μόρια είναι ικανά να απορροφήσουν υπέρυθρη ακτινοβολία, μόνο στην περίπτωση που μπορεί να μεταβληθεί η διπολική του ροπή κατά την διάρκεια της δόνησης και η οποία θα έχει ως αποτέλεσμα την περιστροφική κίνηση του. Οι ταινίες απορρόφησης του φάσματος, οδηγούν στην ταυτοποίηση των χημικών ενώσεων μέσα από την ανάλυση των κορυφών κάθε φάσματος.

Μέχρι τη δεκαετία του 80 τα περισσότερα όργανα μετρήσεων υπέρυθρου βασίζονταν σε φράγματα διασποράς και ακτινοβολίας. Αυτά τα όργανα, έχουν σήμερα αντικατασταθεί από φασματοφωτόμετρα με μετασχηματισμό Fourier, λόγω της βελτιωμένης ταχύτητας, αξιοπιστίας και ευχρηστίας τους.

Τα φασματοφωτόμετρα υπέρυθρου αποτελούνται από την πηγή της ακτινοβολίας, την κυψελίδα του δείγματος, το μονοχρωμάτορα και τον ανιχνευτή σήματος. Σε αυτά τα όργανα η υπέρυθρη ακτινοβολία υφίσταται το φαινόμενο της συμβολής μέσω του συμβολόμετρου, το οποίο αποτελείται από έναν διαιρέτη ακτινοβολίας και δύο κάτοπτρα, κάθετα μεταξύ τους. Η διερχόμενη από τη δείγμα ακτίνα συλλέγεται από τον ανιχνευτή και τελικά το λαμβανόμενο σήμα μετασχηματίζεται κατά Fourier σε τυπικό φάσμα IR.

2.2 Περιθλασιμετρία ακτίνων X (X-Ray Powder Diffraction, XRD)

Ο προσδιορισμός των ορυκτών στα εξεταζόμενα δείγματα έγινε και με τη χρήση περιθλασίμετρου Siemens D 500 diffractometer (Cu-Ca), της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Οι ακτίνες X είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος, η οποία παράγεται μετά την επιβράδυνση ηλεκτρονίων υψηλής ενέργειας ή κατά τις ηλεκτρονικές μεταπτώσεις στις εσωτερικές στοιβάδες των ατόμων. Κατά την πρόσκρουση ακτινοβολίας X σε μία επιφάνεια με γωνία θ , ένα τμήμα της σκεδάζεται από το επιφανειακό στρώμα ατόμων και τμήμα της εισέρχεται στο υλικό, το οποίο με τη σειρά του αλληλοεπιδρά με το δεύτερο στρώμα ατόμων. Το αθροιστικό αποτέλεσμα της σκέδασης από τα τακτικά χωροθετημένα κέντρα του κρυστάλλου ονομάζεται περίθλαση.



Εικόνα 1: α) Περιθλασίμετρο ακτίνων Χ, β) Διαδικασία προετοιμασίας των φορέων, γ) Δειγματοφορείς κονιαμάτων

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

Η μέθοδος της περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ, βασίζεται στην περίθλαση μονοχρωματικής ακτινοβολίας ακτίνων Χ και είναι μια αξιόπιστη ποιοτική και, υπό προϋποθέσεις ποσοτική, μέθοδος προσδιορισμού κρυσταλλικών ενώσεων στερεών δειγμάτων. Προσδιορίζει την γωνία θ περιθλώμενης ακτινοβολίας και υπολογίζει την απόσταση των κρυσταλλικών επιπέδων. Μέσω του προσδιορισμού της απόστασης των κρυσταλλικών επιπέδων, γίνεται ποιοτική ανάλυση, αφού είναι χαρακτηριστικά της ένωσης. Όσον αφορά τα κονιάματα, ως πολύπλοκα μίγματα, ο ποσοτικός προσδιορισμός είναι δύσκολος, καθώς προκύπτει από την ένταση της περιθλώμενης ακτινοβολίας για συγκεκριμένη γωνία θ . Είναι εφικτό όμως, να εξαγάγουμε πορίσματα για τη σχετική ποσότητα (ημιποσοτική) των ορυκτών φάσεων συγκρίνοντας μεταξύ τους τις εντάσεις των αντίστοιχων κορυφών στα φάσματα.

Η περίθλαση ακτίνων Χ επιτρέπει την ταυτοποίηση κρυσταλλικών ενώσεων που περιέχονται σε ένα δείγμα όταν η συγκέντρωσή τους δεν είναι πάρα πολύ χαμηλή.

2.3 Φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF)

Οι αναλύσεις φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων Χ, έγιναν στο εργαστήριο αναλυτικής και περιβαλλοντικής χημείας, της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, σε συνεργασία με το διευθυντή του εργαστηρίου και καθηγητή κ. Ν Καλλίθρακα-Κόντο.

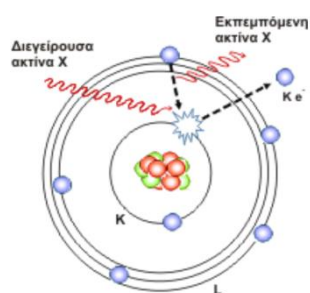


Εικόνα 2: Προετοιμασία δειγμάτων για EDXRF: α) Ζύγισμα της κονίας, β) Δειγματοφορείς πριν την εισαγωγή στο μηχάνημα, γ) Φασματομέτρο

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

Η φασματοσκοπία XRF, χρησιμοποιείται ευρέως για την ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση περιβαλλοντικών στερεών και υγρών δειγμάτων. Στη φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X, φωτόνια εκπέμπονται από μία πηγή και προσπίπτουν στο προς εξέταση δείγμα. Μια τυπική διάταξη της μεθόδου, περιλαμβάνει μια πηγή πρωτογενούς ακτινοβολίας του δείγματος. Κατά την ακτινοβολήση, ενός ατόμου με φωτόνια κατάλληλης ενέργειας (στην περιοχή των ακτίνων X), είναι πιθανόν να εκπεμφθούν από το άτομο ακτίνες X, οι οποίες σχετίζονται με τη μετακίνηση ατομικών ηλεκτρονίων μεταξύ διαφορετικών ενεργειακών στιβάδων. Συγκεκριμένα, όταν η ενέργεια των φωτονίων που χρησιμοποιούνται για τη διέγερση είναι υψηλότερη της ενέργειας σύνδεσης των ηλεκτρονίων μιας δεδομένης ατομικής στιβάδας, μπορεί να προκληθεί αποβολή ηλεκτρονίου από τη συγκεκριμένη στιβάδα. Η κενή θέση συμπληρώνεται με μετάπτωση ενός ηλεκτρονίου από στιβάδα υψηλότερης ενέργειας και ταυτόχρονη εκπομπή ακτίνας X με ενέργεια ίση με τη διαφορά ενεργειών των δύο στιβάδων που εμπλέκονται στη μετάβαση (Εικ. 3).

Το φαινόμενο ονομάζεται φθορισμός και η εκπεμπόμενη ακτινοβολία ονομάζεται ακτινοβολία φθορισμού. Δεδομένου ότι τα ατομικά ηλεκτρόνια κάθε στοιχείου καταλαμβάνουν θέσεις σε στιβάδες συγκεκριμένης ενέργειας, η ενεργειακή διαφορά δύο στιβάδων είναι, επίσης, συγκεκριμένη για κάθε στοιχείο. Κατά συνέπεια, η εκπεμπόμενη ακτίνα X έχει ενέργεια χαρακτηριστική του στοιχείου και μπορεί να οδηγήσει στην ταυτοποίησή του. Ακόμη, η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται, καθορίζεται από την ποσότητα ενός στοιχείου στο δείγμα. Συνεπώς, στο φάσμα ακτίνων X του δείγματος που υποβάλλεται στην συγκεκριμένη διαδικασία, εμφανίζεται μια σειρά χαρακτηριστικών ενεργειακών κορυφών, η θέση των οποίων εκτός από την ποιοτική ανάλυση, οδηγεί και στην ημιποσοτική ή ποσοτική, μέσω της έντασης τους.



Εικόνα 3: Παραγωγή ακτινοβολίας φθορισμού κατά τη μετάπτωση ενός L ηλεκτρονίου σε κενή θέση της K στιβάδας, κατόπιν διέγερσης του ατόμου με ακτινοβολία X.

Πηγή: <http://omega.physics.uoi.gr/xrf/greek/method.htm> (18/05/18)

Μια τυπική διάταξη φασματομετρίας XRF περιλαμβάνει μια πηγή διέγερσης του δείγματος και κατάλληλες διατάξεις για την ανίχνευση των εκπεμπόμενων από το δείγμα ακτίνων X και τη συλλογή του φάσματος. Ανάλογα με τον τρόπο μέτρησης των ακτίνων, οι διατάξεις φασματομετρίας XRF, διακρίνονται σε διατάξεις διασποράς μήκους κύματος (WD-XRF) και διατάξεις διασποράς ενέργειας, όταν ο διαχωρισμός των ακτίνων X γίνεται βάση της ενέργειας τους (EDXRF).

2.4 Θερμική ανάλυση (Thermal Analysis, TA)

Η θερμική ανάλυση, περιλαμβάνει μια ομάδα τεχνικών με τις οποίες μετρείται κάποια φυσική ιδιότητα μιας ουσίας ή των προϊόντων αντίδρασης της ως συνάρτηση της θερμοκρασίας, όταν η τελευταία μεταβάλλεται κατά έναν προγραμματισμένο τρόπο³.

Οι θερμικές μέθοδοι που εφαρμόστηκαν στην παρούσα έρευνα είναι η Διαφορική Θερμική Ανάλυση DTA (Differential Thermal Analysis) και η θερμοστατική ανάλυση TGA (Thermogravimetric Analysis). Η μέθοδος DTA εφαρμόστηκε για τον ποιοτικό προσδιορισμό των υδραυλικών φάσεων, ενώ η TGA εφαρμόστηκε για τον ποσοτικό προσδιορισμό των υδραυλικών φάσεων των κονιαμάτων. Οι μέθοδοι εφαρμόστηκαν ταυτόχρονα σε κάθε δείγμα.

Στην θερμοστατική ανάλυση, TGA, καταγράφεται συνεχώς η μάζα του δείγματος σε μια ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, ως συνάρτηση της θερμοκρασίας ή του χρόνου, καθώς η θερμοκρασία του δείγματος αυξάνεται. Με τη μέθοδο αυτή μπορούν να προσδιοριστούν τόσο η θερμοκρασία ή το θερμοκρασιακό εύρος, όσο και ο ρυθμός με τον οποίο λαμβάνουν χώρα οι μεταβολές στο δείγμα, οξειδώσεις, μετασχηματισμοί φάσεων καθώς και τον εξώθερμο και ενδόθερμο χαρακτήρα τους. Η TGA γίνεται παρουσία αέρα ή κάποιου αδρανούς αερίου, στην παρούσα μελέτη έγινε μέσω αζώτου, και συγκεκριμένου θερμοκρασιακού περιβάλλοντος με μέγιστη θερμοκρασία τους 1500 °C. Κατά την θερμοστατική ανάλυση δημιουργείται ένα διάγραμμα μάζας συναρτήσει της μεταβολής της θερμοκρασίας που καλείται θερμογράφημα (thermograph) ή καμπύλη θερμικής διάσπασης (thermal decomposition curve)⁴.

Πιο συγκεκριμένα στο θερμοκρασιακό εύρος <120 °C αντιστοιχεί στην απώλεια βάρους του φυσικά δεσμευμένου νερού των κονιαμάτων, όταν δεν περιέχονται ενυδατωμένα άλατα. Στο θερμοκρασιακό εύρος 120-200 °C αντιστοιχεί η απώλεια βάρους του κρυσταλλικού νερού ενυδατωμένων αλάτων και κυρίως στο γύψο. Στο θερμοκρασιακό εύρος 200-600 °C αντιστοιχεί η απώλεια βάρους του χημικά δεσμευμένου νερού των υδραυλικών ενώσεων και ορυκτών ενώσεων, όταν δεν ανιχνεύονται στο εύρος αυτό οργανικές ενώσεις και υδρομαγνησίτης⁵. Τέλος, η απώλεια βάρους στο θερμοκρασιακό >600 °C αντιστοιχεί στην απώλεια του CO₂, που αποδίδεται στη διάσπαση των ανθρακικών ενώσεων και κυρίως του CaCO₃.

Στην διαφορική θερμική ανάλυση, DTA, παρακολουθείται η διαφορά στη θερμοκρασία μεταξύ μιας ουσίας και ενός υλικού αναφοράς ως συνάρτηση της

³ <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/CHEM165/THERMAL-2014.pdf> (29/1/2018)

⁴ Μπακόλας Α., *Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων*, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2002, σσ.5-7

⁵ Μπακόλας Α., *Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων*, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2002, σ.46

θερμοκρασίας, όταν η ουσία και το υλικό αναφοράς υπόκεινται σε προγραμματισμένη μεταβολή θερμοκρασίας. Σαν υλικό αναφοράς χρησιμοποιείται μια αδρανής ουσία η οποία δεν υφίσταται θερμοκρασιακές μεταβολές. Η θέρμανση του δείγματος και του υλικού αναφοράς γίνεται ταυτόχρονα ώστε η θερμοκρασία του δείγματος T_s να αυξάνει γραμμικά με το χρόνο. Στην συνέχεια καταγράφεται η διαφορά θερμοκρασίας ΔT μεταξύ της θερμοκρασίας του δείγματος και του υλικού αναφοράς T_r ($\Delta T = T_r - T_s$) και σχεδιάζεται η γραφική παράσταση ως προς τη θερμοκρασία του δείγματος. Η διαφορική ανάλυση παρακολουθεί μόνο ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύονται με μεταβολή των φυσικών διεργασιών ή χημικών μεταβολών.

Μία παράμετρος που επιτρέπει τον προσδιορισμό της φύσης του κονιάματος είναι η αναλογία $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ που υπολογίζεται από τις ποσοστιαίες απώλειες βάρους στα θερμοκρασιακά διαστήματα $>600^\circ\text{C}$ και $200-600^\circ\text{C}$, ταυτοποιώντας την υδραυλικότητα ενός κονιάματος.

Μια διάταξη θερμοστατικής ανάλυσης αποτελείται από, ευαίσθητο αναλυτικό ζυγό, φούρνο, σύστημα καθαρισμού με διαβίβαση αερίου που εξασφαλίζει αδρανή ατμόσφαιρα, και έναν μικροϋπολογιστή/μικροεπεξεργαστή, μέσω του οποίου ελέγχονται οι παράμετροι διεξαγωγής των αναλύσεων αλλά και η καταγραφή των λαμβανόμενων σημάτων⁶.

2.5 Μέθοδος προσδιορισμού της απορρόφησης νερού μέσω της Τριχοειδούς αναρρίχησης

Η παρουσία του νερού σε υγρή μορφή είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες φθοράς σε ιστορικά κτίρια καθώς το νερό απορροφάται από τα πορώδη υλικά και αποτελεί τον κυριότερο μηχανισμό μεταφοράς υγρασίας και αλάτων στην εσωτερική δομή των δομικών υλικών. Από τη μέθοδο της τριχοειδούς αναρρίχησης εκτιμάται ο ρυθμός με τον οποίο ανέρχεται η υγρασία στο εσωτερικό των δομικών υλικών.

Η υδατοαπορροφητικότητα είναι ιδιότητα που εμφανίζεται στα πορώδη υλικά και εξαρτάται από την πυκνότητα των υλικών καθώς και από τη μορφή και το σχήμα των πόρων τους. Ένα σώμα που χαρακτηρίζεται από μεγάλη πυκνότητα, άρα με λίγα κενά, απορροφά κατά κανόνα λίγο νερό και δεν επιτρέπει τη διόδο του νερού μέσω της μάζας τους. Γενικά, οι μεγάλοι και ευθύγραμμοι πόροι, ανεξάρτητα από την πυκνότητα, διευκολύνουν τη διόδο του ρευστού, σε αντίθεση με τους μικρούς πόρους που δεν έχουν συγκεκριμένη δομή δυσκολεύουν ή καθιστούν αδύνατη τη ροή του ρευστού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κίσηρη (ελαφρόπετρα), η οποία αν και έχει πολύ μικρή πυκνότητα, εμφανίζει πολύ μικρότερη

⁶ <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/CHEM165/THERMAL-2014.pdf> (29/1/2018)

υδατοαπορροφητικότητα σε σύγκριση με άλλα πιο συμπαγή υλικά, λόγω της μορφής που έχουν οι πόροι της⁷.

Στα συγκεκριμένα δείγματα καθώς αποτελούν ιστορικά κονιάματα, μη διαμορφωμένα ως προς το σχήμα, προσαρμόστηκε η μεθοδολογία του πειράματος της τριχοειδούς αναρρίχησης και προτάθηκε μεθοδολογία σε μη διαμορφωμένα δείγματα. Αναλυτικότερα, ακολουθήθηκε η εξής πειραματική διαδικασία στο εργαστήριο.



Εικόνα 4: Προετοιμασία δοκιμίων πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας της τριχοειδούς αναρρίχησης

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.



α1.



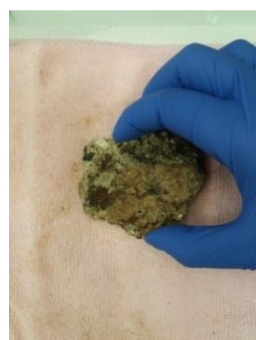
α2.



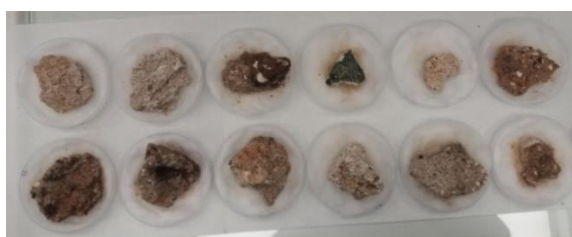
β1.



β2.



β3.



γ1.



γ2.

⁷ Τριανταφύλλου Α.Χ., "Δομικά Υλικά", 10η Έκδοση, Πάτρα, 2013

Εικόνα 5: Διαδικασία προσδιορισμού της απορρόφησης νερού μέσω της Τριχοειδούς αναρρίχησης σε μη διαμορφωμένα δείγματα: α1, α2) Τοποθέτηση δειγμάτων στο φούρνο, β1, β2, β3) Διαδικασία ζυγίσματος και σκουπίσματος δείγματος, γ1, γ2) Συνολική εικόνα δοκιμών

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

Αρχικά με ένα πινέλο απομακρύνθηκαν τυχόν βιολογικές επικαθήσεις και στη συνέχεια τα δοκίμια τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 60 °C για δύο μέρες για την απομάκρυνση της υγρασίας. Μετά το πέρας των δύο ημερών τα δοκίμια τοποθετούνται σε ξηραντήρα ώστε να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος (25 °C) και ζυγίζονται όντας στεγνά. Τα δείγματα τοποθετούνται σε στρογγυλά πλαστικά δισκία, στα οποία είχε τοποθετηθεί βαμβάκι ώστε να καλυφθεί όλη η επιφάνεια τους, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση, στην επιλογή της πλευράς που θα είναι σε επαφή με το νερό να είναι όσο πιο επίπεδη γίνεται. Ακολουθεί το ζύγισμα του πλαστικού δισκίου με το βαμβάκι, σημειώνεται το απόβαρο και προστίθεται νερό μέχρι να βραχεί ομοιόμορφα όλη η επιφάνεια του βαμβακιού (προς αποφυγή απορρόφησης νερού πριν ξεκινήσει το ζύγισμα). Τα δείγματα τοποθετούνται πάνω στο βρεγμένο δισκίο και ξεκινάει η διαδικασία του περιοδικού ζυγίσματος κάθε 5 λεπτά για τα 40 πρώτα λεπτά και έπειτα στα διαστήματα 60, 90, 180, 300, 1440 και 2880 λεπτά. Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, πριν από κάθε ζύγισμα σκουπίζονται τα δείγματα με ένα πανί, προκειμένου να απομακρυνθεί η τυχόν περίσσεια νερού.

Τα δισκία με το εμποτισμένο βαμβάκι από νερό και τα δείγματα από πάνω παραμένουν για τα 40 πρώτα λεπτά δίπλα από τη ζυγαριά καθώς το ζύγισμα γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ενώ μέχρι τις 48 ώρες τα δείγματα παρέμεναν σε δοχείο με καπάκι μαζί με ένα ποτήρι με νερό.

Για να μετρηθεί η επιφάνεια των δειγμάτων καθώς πρόκειται για ακανόνιστα σχήματα, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία. Η πλευρά που ήταν σε επαφή με το βρεγμένο βαμβάκι, τοποθετείται πάνω σε χιλιοστομετρικό χαρτί και σχεδιάζεται η περίμετρος του εκάστοτε δείγματος. Η σχηματιζόμενη περιοχή χωρίζεται σε γεωμετρικά σχήματα και το εμβαδόν καθορίζεται από το άθροισμα των υπολογισμών επιμέρους περιοχών.



Εικόνα 6: Διαδικασία υπολογισμού της επιφάνειας των ακανόνιστων δειγμάτων.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

Μετά το πέρας των πειραμάτων λαμβάνονται οι καμπύλες της ποσότητας του προσροφημένου νερού ανά επιφάνεια προς το χρόνο. Μάλιστα όπως φαίνεται από

τα αποτελέσματα η παραπάνω πειραματική διαδικασία, μπορεί να αποτελέσει προτυποποιημένη διαδικασία σε μη διαμορφωμένα δοκίμια, αφού τα δείγματα δείχνουν να έχουν την προσδοκώμενη απορρόφηση νερού σε σχέση με το χρόνο.



Εικόνα 7: Φωτογραφική τεκμηρίωση μέτρησης επιφάνειας ορισμένων δειγμάτων σε χιλιοστομετρικό χαρτί.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

3. Σχεδιαστική Αποτύπωση και Δειγματοληψία

3.1 Μέθοδος αποτύπωσης - Δυσκολίες

Οι μέθοδοι αποτυπώσεων χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, στην τοπομετρική, τοπογραφική, φωτογραμμετρική και ανίχνευσης (σάρωσης) με χρήση τεχνικών laser-τριγωνισμού⁸. Σε μια πλήρη αποτύπωση ενός Μνημείου, ανάλογα με τις απαιτήσεις του και τους στόχους κάθε μελέτης χρησιμοποιείται συνδυασμός αυτών.

Να τονιστεί ότι για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε μόνο η τοπομετρική μέθοδος καθώς δεν ήταν εφικτή από οικονομικής πλευράς η αποτύπωση του μνημείου με κάποια άλλη μέθοδο. Η αποτύπωση πραγματοποιήθηκε στο διάστημα Ιουνίου με Αυγούστου του 2017 και ζητούμενο ήταν η μεγαλύτερη ακρίβεια σε κάθε στοιχείο του μνημείου, με τα διαθέσιμα μέσα. Αναφορικά με την τοπογραφία του

⁸ http://www.ipet.gr/digitech2/index.php?option=com_content&task=category§ionid=6&id=23&Itemid=54 (29/11/18)

γύρω χώρου κρίνεται απαραίτητη η τοπογραφική μέθοδος αποτύπωσης καθώς η τοπομετρική μέθοδος δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να έχει την ακρίβεια της. Όσον αφορά όμως το τοπογραφικό που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία έγινε χρήση ως σκαρίφημα λήψη από το google earth με συγκεκριμένες συντεταγμένες και στην συνέχεια προσαρμόστηκαν στο αρχείο ισοϋψών που δόθηκε από τον κ. Ιωάννη Ν. Χατζόπουλο, καθηγητή του πανεπιστημίου Αιγαίου στον τομέα της Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Επιστήμης.

Η τοπομετρική μέθοδος πραγματοποιείται με μηκομετρήσεις τριγώνων, διαγωνίων, πλευρών και αποκλίσεων υψομετρικών διαφορών. Αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο αποτύπωσης καθώς ο εξοπλισμός της είναι απλός και φθηνός. Πρακτικά μπορεί να εφαρμοστεί με μετροταινία, δίμετρο, γωνιόμετρο και νήμα στάθμης.

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα αποτύπωση ήταν μετροταινία, αποστασιόμετρο λέιζερ (Leica, Distro x3) με εμβέλεια μέτρησης 150 μέτρα, γραμμικό λέιζερ (Bosch, GLL 3-80 C) και μετρητής γωνιών (Bosch, Gam 220).

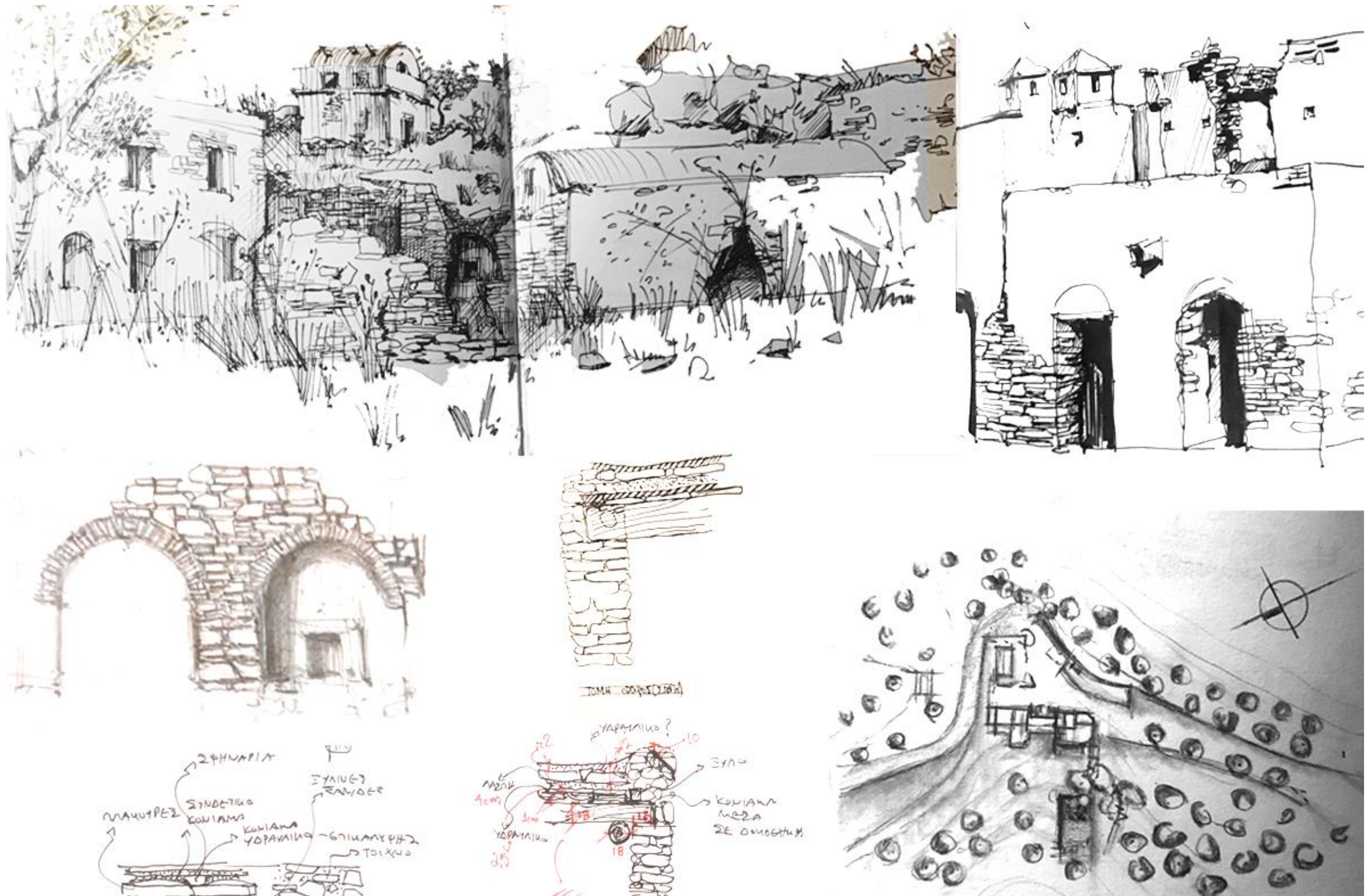
Για την διευκρίνιση των υψομετρικών σταθμών χρησιμοποιήθηκε το γραμμικό λέιζερ με την βοήθεια τριπόδου, χάρη στο οποίο επιτρέπονται οριζόντιες και κάθετες γραμμές χωροστάθμησης. Ουσιαστικά με το γραμμικό λέιζερ αντικαταστάθηκε η μέτρηση των αποκλίσεων και υψομετρικών διαφορών που παλιότερα γίνονταν με νήμα στάθμης. Για την ακριβή μέτρηση των γωνιών χρησιμοποιήθηκε το γωνιόμετρο καθώς στο κτίριο και κυρίως στα ανοίγματα υπήρχαν πολλές μη ορθοκανονικές γωνίες.

Η αποτύπωση στο εν λόγω μνημείο περιλαμβάνει σκαριφήματα, παρατηρήσεις και σκίτσα οικοδομικών λεπτομερειών προκειμένου να καταλήξει στα τελικά σχέδια. Με την επί τόπου αποτύπωση από τον ίδιο το μελετητή, μέσω των πολλαπλών μετρήσεων, παρατηρήσεων και προβληματισμών γύρω από την κατασκευαστική λογική, επιτυγχάνεται η γνωριμία με το εκάστοτε μνημείο και η παρατήρηση στοιχείων που ίσως με άλλον τρόπο αποτύπωσης θα υστερούσε.

Οι κατόψεις αποτυπώθηκαν με τη μέθοδο των επάλληλων τριγώνων. Σε κάθε όροφο επιλέχθηκαν τα κατάλληλα επίπεδα ώστε να αποτυπώνεται περισσότερη πληροφορία. Όσον αφορά τις τομές, αναφορικά με το κεντρικό κτίριο που αποτελεί και το πιο πολύπλοκο κτίριο σε σχέση με τα παραρτήματα, επιλέχθηκαν εκείνα τα κατακόρυφα επίπεδα τα οποία απεικονίζουν τα πιο ενδιαφέροντα στοιχεία. Σχετικά με τις όψεις δεν αποτυπώθηκε μία πλευρά του κεντρικού κτιρίου, η δυτική, καθώς δεν ήταν εφικτή η πρόσβαση εξαιτίας της χλωρίδας που έχει αναπτυχθεί από την εγκατάλειψη του μνημείου. Η υψομετρική αφετηρία ορίστηκε στο χώρο της κεντρικής σάλας του κεντρικού κτιρίου.

Ακόμη πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι για την αποτύπωση της βόρειας και δυτικής όψης του κεντρικού κτιρίου υπήρξαν ορισμένες δυσκολίες. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξαν δυσκολίες αναφορικά με την μέτρηση στοιχείων όπως τα ανοίγματα και οι υδρορροές εξαιτίας της έντονης χλωρίδας που έχει αναπτυχθεί μπροστά από αυτές τις όψεις. Για το λόγο αυτό, οι μετρήσεις για τα συγκεκριμένα στοιχεία έγιναν από το εσωτερικό του κτιρίου.

Κρίνεται απαραίτητο, στο άμεσο μέλλον να πραγματοποιηθεί τοπογραφική, φωτογραμμετρική μελέτη και επίγεια σάρωση με Laser ώστε να υπάρχει μια αποτύπωση υψηλής ακρίβειας πλήρως ελεγχόμενη. Η ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι ένα απαραίτητο πρώτο βήμα για την διατήρηση των μνημείων.

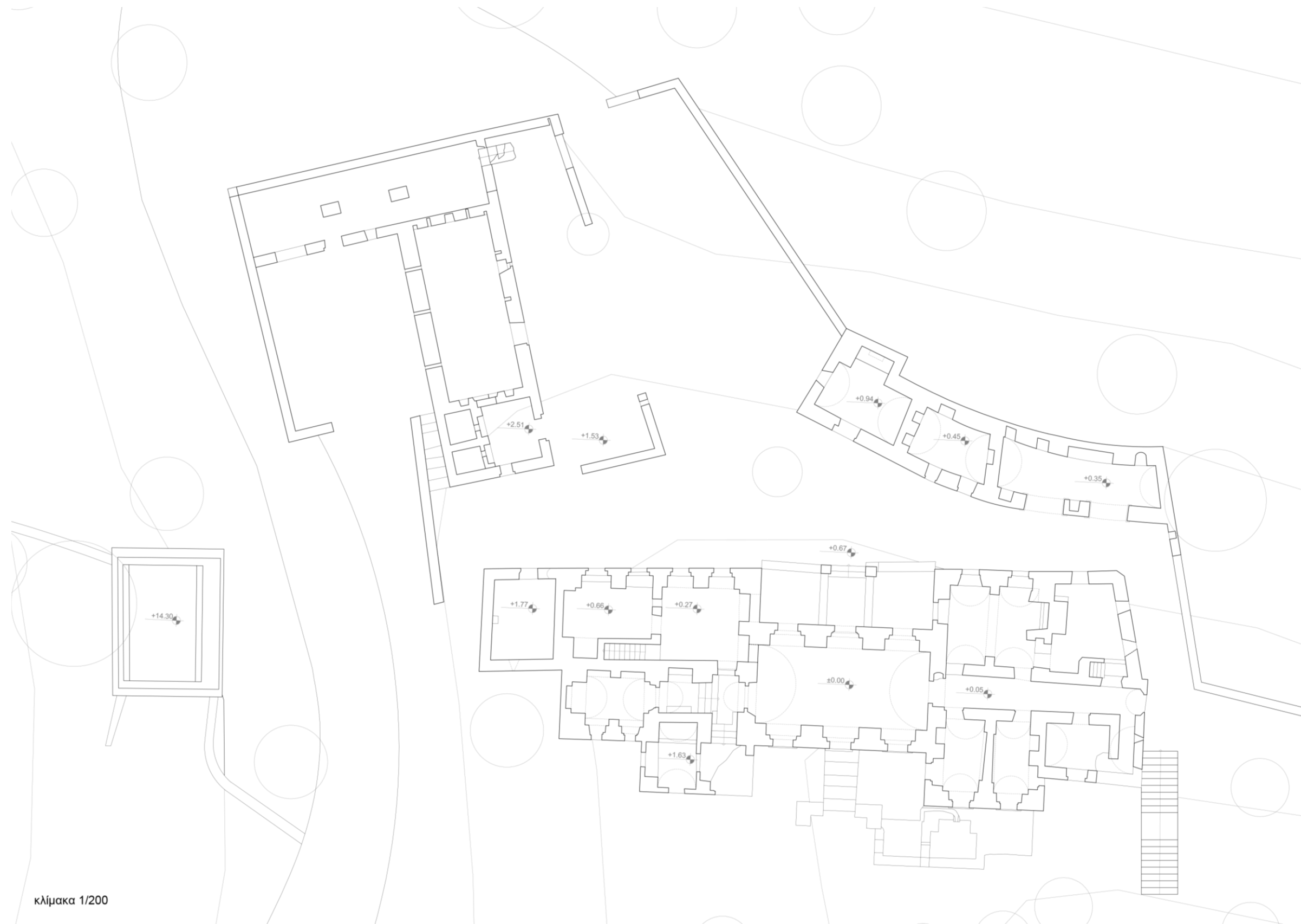


Εικόνα 8: Σκίτσα πεδίου.

3.2 Σχέδια αποτύπωσης



Εικόνα 9: Τοπογραφικό συγκροτήματος, κλίμακα 1/500



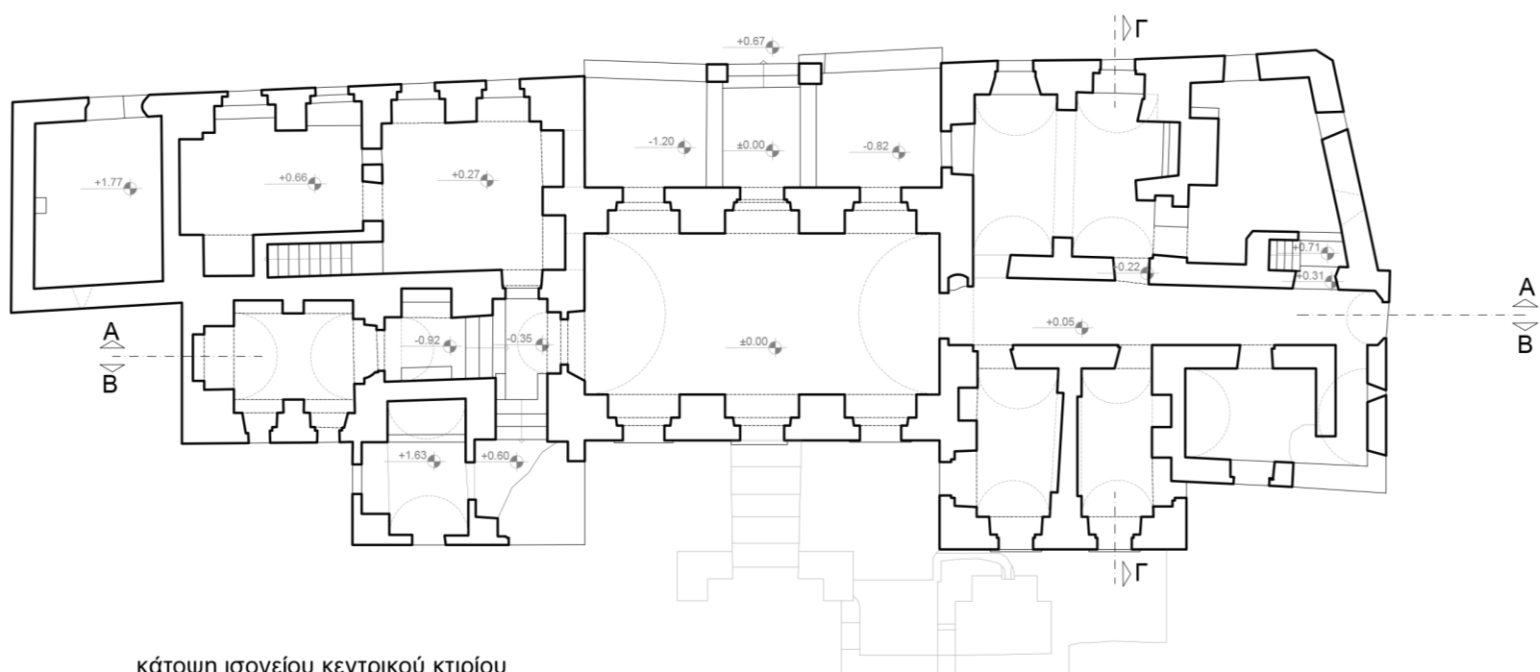
Εικόνα 10: Κάτοψη ισογείου, κλίμακα 1/200



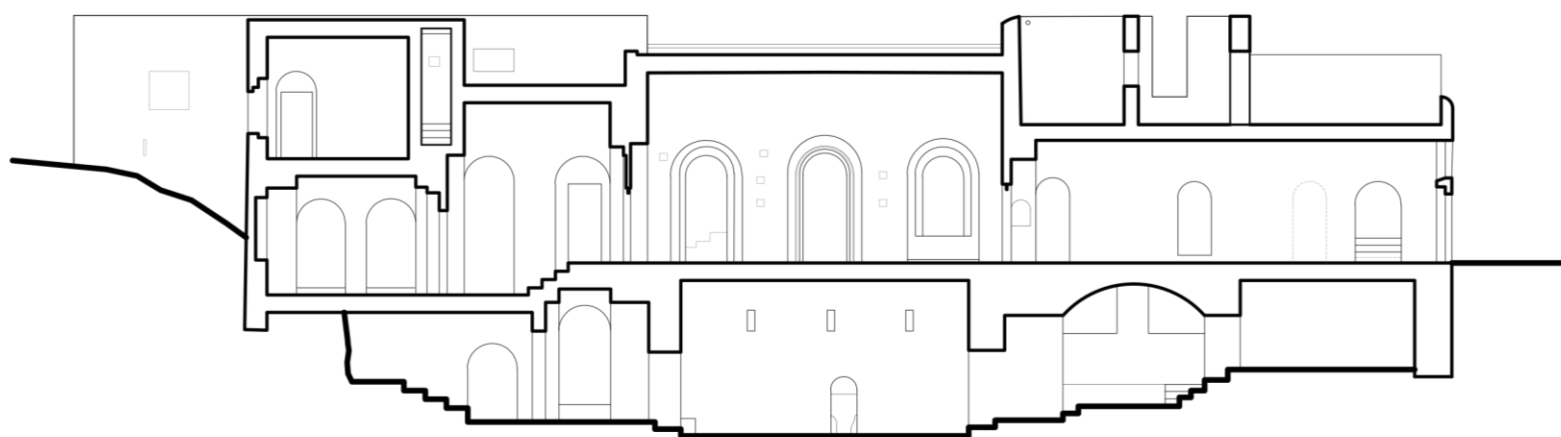
Εικόνα 11: Κάτοψη ορόφου, κλίμακα 1/200



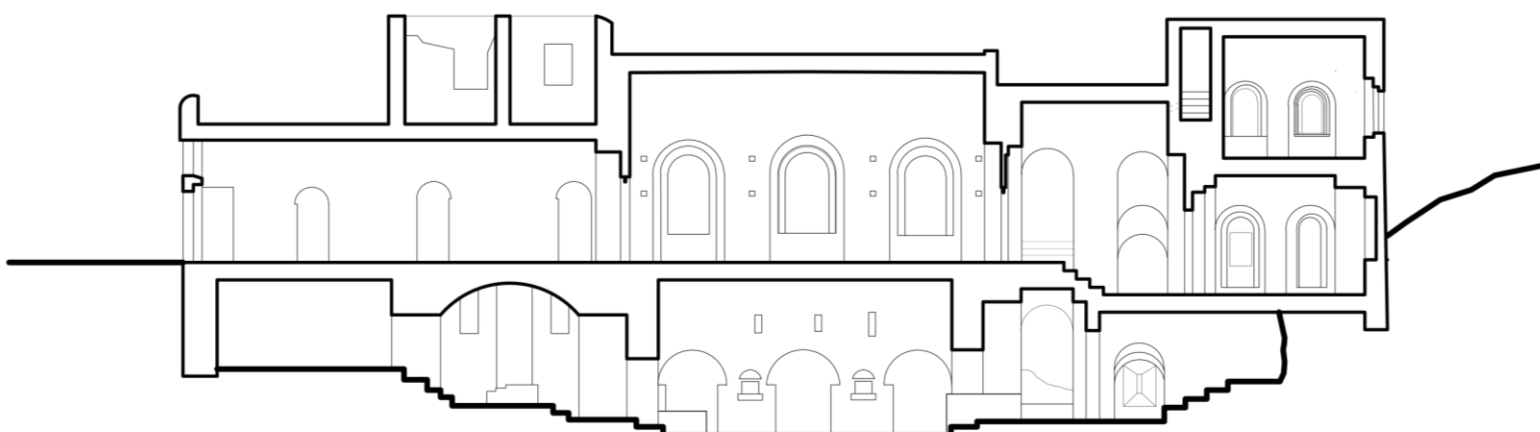
Εικόνα 12: Κάτοψη υπογείου, κλίμακα 1/200



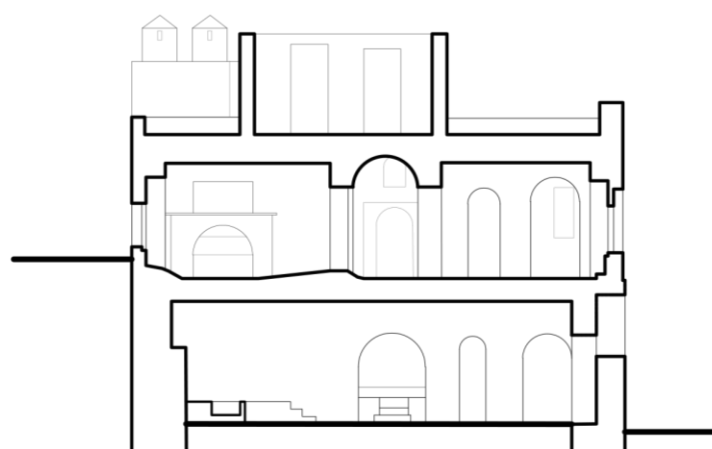
κάτοψη ισογείου κεντρικού κτιρίου



Τομή ΑΑ

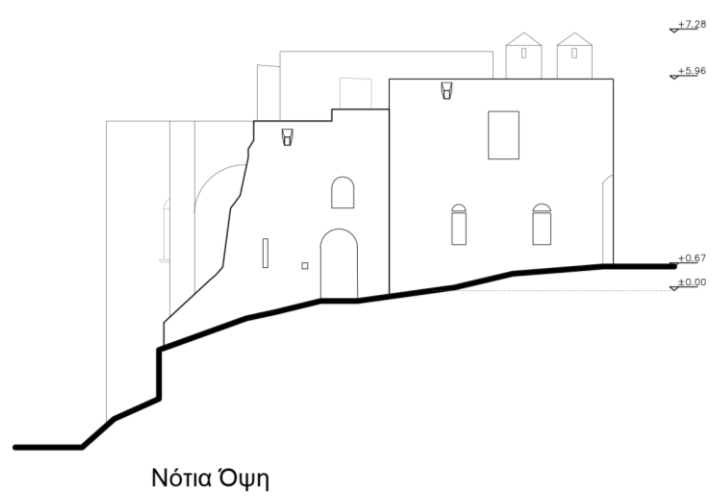
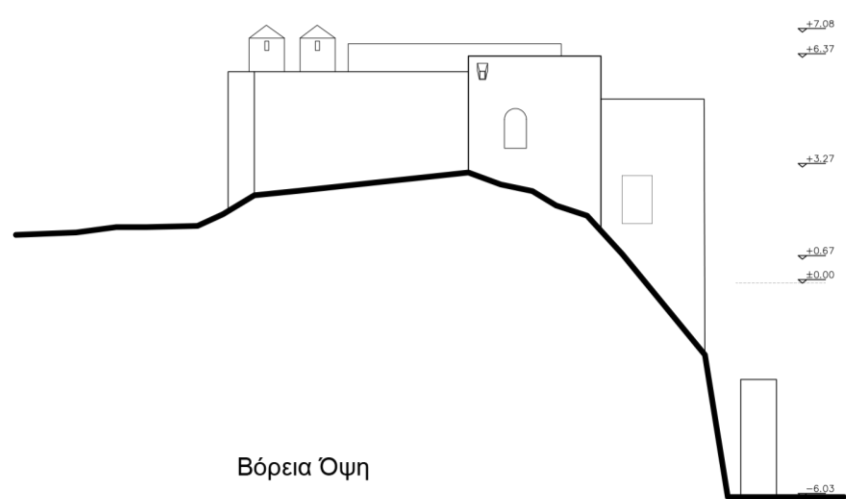
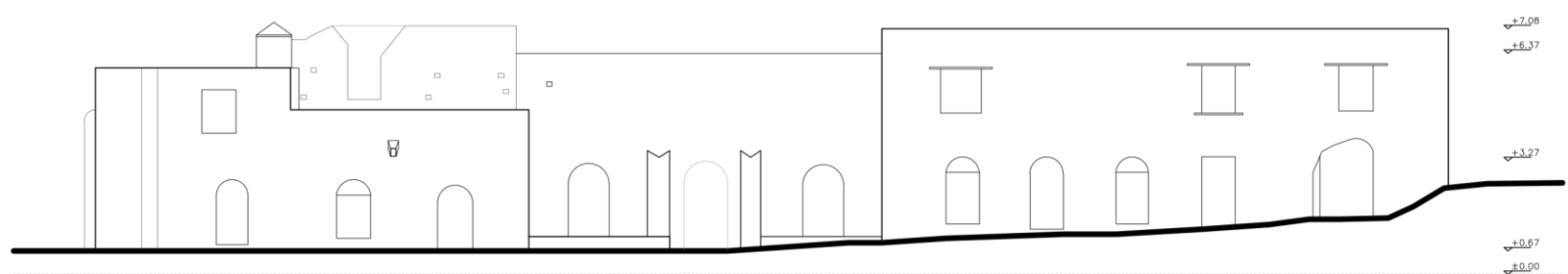
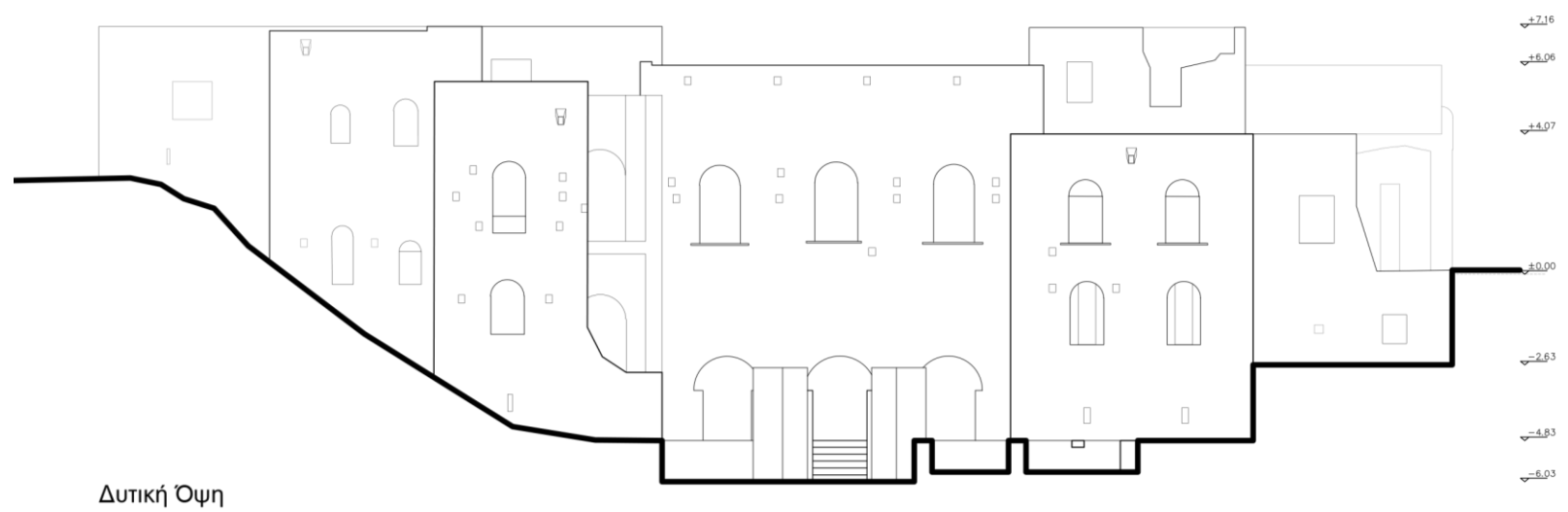


Τομή ΒΒ
Κλίμακα 1/200



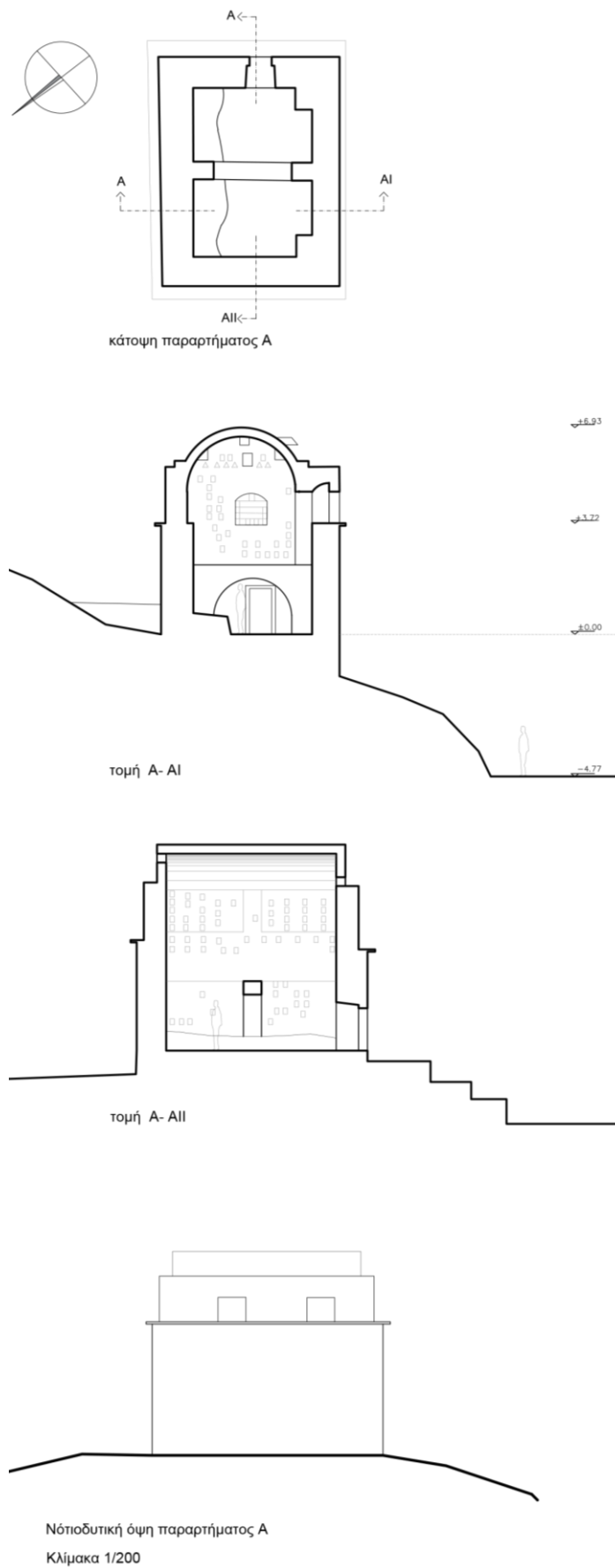
Τομή ΓΓ
Κλίμακα 1/200

Εικόνα 13: Κάτοψη κεντρικού κτιρίου με σήμανση τομών, Τομή (ΑΑ, ΒΒ, ΓΓ), κλίμακα 1/200.

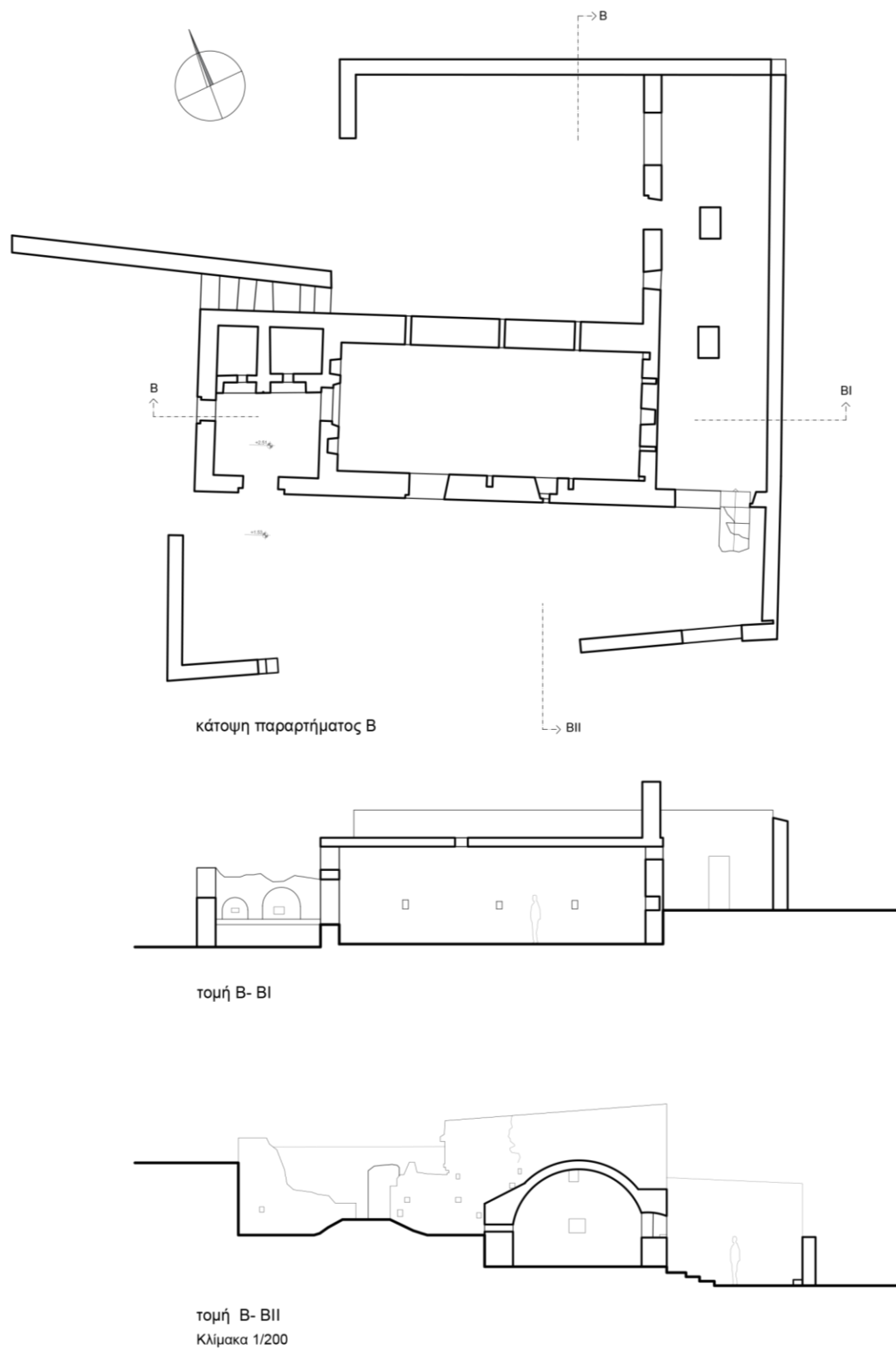


Κλίμακα 1/200

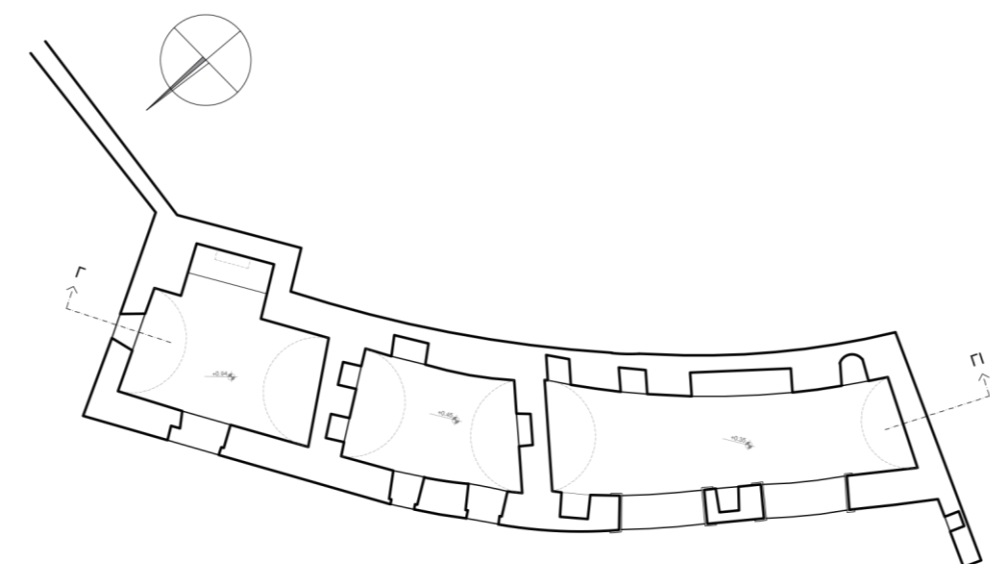
Εικόνα 14: Όψεις Κεντρικού κτιρίου, κλίμακα 1/200.



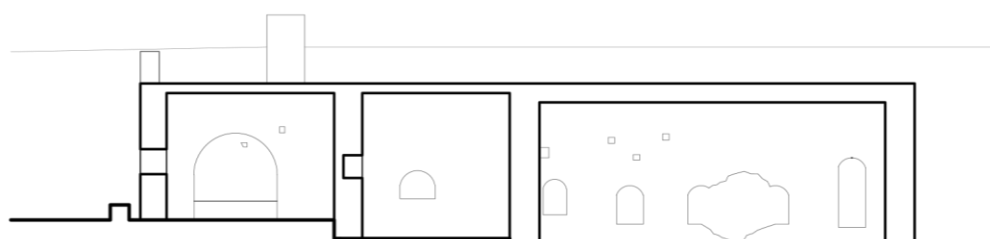
Εικόνα 15: Σχέδια αποτύπωσης παραρτήματος Α, κλίμακα 1/200.



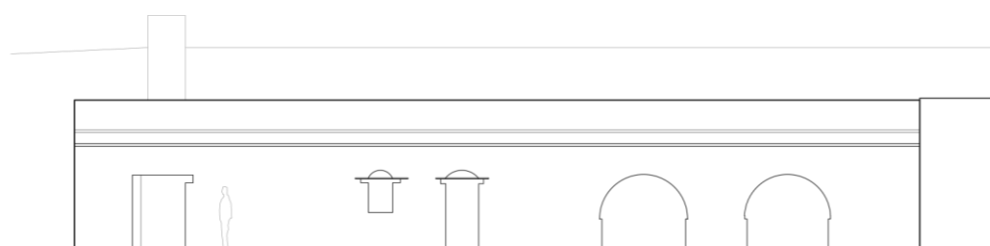
Εικόνα 16: Σχέδια αποτύπωσης παραρτήματος Β, κλίμακα 1/200.



κάτοψη παραρτήματος Γ



τομή Γ- ΓΙ



Βορειοδυτική όψη παραρτήματος Γ
Κλίμακα 1/200

Εικόνα 17: Σχέδια αποτύπωσης παραρτήματος Γ, κλίμακα 1/200.

3.3 Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία αποτελεί σημαντικότερη παράμετρο για το χαρακτηρισμό των ιστορικών κονιαμάτων. Η σωστή δειγματοληψία συντελεί στην ορθή ερμηνεία των αποτελεσμάτων, ενώ μια λανθασμένη δειγματοληψία περιπλέκει περισσότερο την αποτίμηση των αποτελεσμάτων οδηγώντας στην διεξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων.

Στην περίπτωση που η επιλογή των προς ανάλυση αρχαιολογικών δειγμάτων απαιτεί την περισυλλογή τους από το πεδίο, αυτό νοείται ως αρχαιολογική έρευνα πεδίου και, ως εκ τούτου, απαιτείται αρχικά η έκδοση σχετικής άδειας για τη διεξαγωγή αρχαιολογικής έρευνας, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις διατάξεις του Ν. 3028/2002 και ακολούθως η έκδοση άδειας δειγματοληψίας/ανάλυσης.

Αρχικά, η ορθή δειγματοληψία οφείλει να τηρεί την σχετική εγκύκλιο με τίτλο «Χορήγηση αδειών δειγματοληψίας και ανάλυσης κινητών και ακινήτων μνημείων και εν γένει αρχαιολογικού υλικού» του Υπουργείου Πολιτισμού. Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία ο μελετητής οφείλει μέσα από παρατήρηση της στρωματογραφίας της τοιχοποιίας, να λάβει αντιπροσωπευτικά δείγματα των διαφορετικών χρονολογικά και ποιοτικά δομών. Κρίνονται απαραίτητες οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις των δομικών υλικών, και ακόμη καλύτερα με μικροσκοπικές παρατηρήσεις in situ με τη χρήση φορητού μικροσκοπίου οπτικών ινών. Ακόμη σημαντική είναι η λήψη των δειγμάτων να γίνεται σε ζώνες, οι οποίες δεν αντιμετωπίζουν σημαντικές φθορές για την αποφυγή διαστρέβλωσης των αποτελεσμάτων και την ορθότερη ερμηνεία των χαρακτηριστικών των κονιαμάτων.

Σημαντικός περιορισμός είναι η λήψη ικανής ποσότητας δείγματος για την εκτέλεση των αναλύσεων. Βάσει εγκυκλίου υπάρχει ο περιορισμός του μέγιστου βάρους 100 gr από κάθε δείγμα κονιάματος, γι' αυτό χρήζει ιδιαίτερης προσοχής το σημείο από το οποίο θα παρθεί το δείγμα. Ακόμη όσον αφορά τους λίθους δεν πρέπει να ξεπερνούν τις διαστάσεις 5x5x5 εκ. έκαστο. Πρέπει αρχικά να μην διαταραχτεί το μνημείο και δευτερευόντως να είναι ικανό σαν μέγεθος για τις αναλύσεις. Βασική προϋπόθεση στην δειγματοληψία αποτελεί η διατήρηση ικανής ποσότητας του εκάστοτε υλικού προκειμένου να διασφαλίζεται η μη εξάντληση του.

Ακόμη η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε όσο το δυνατόν σε μεγαλύτερη υψομετρική απόσταση από το έδαφος, ώστε να αποφευχθούν σημαντικά διαβρωτικά φαινόμενα τα οποία πλήττουν τις τοιχοποιίες στα κατώτερα μέρη τους.

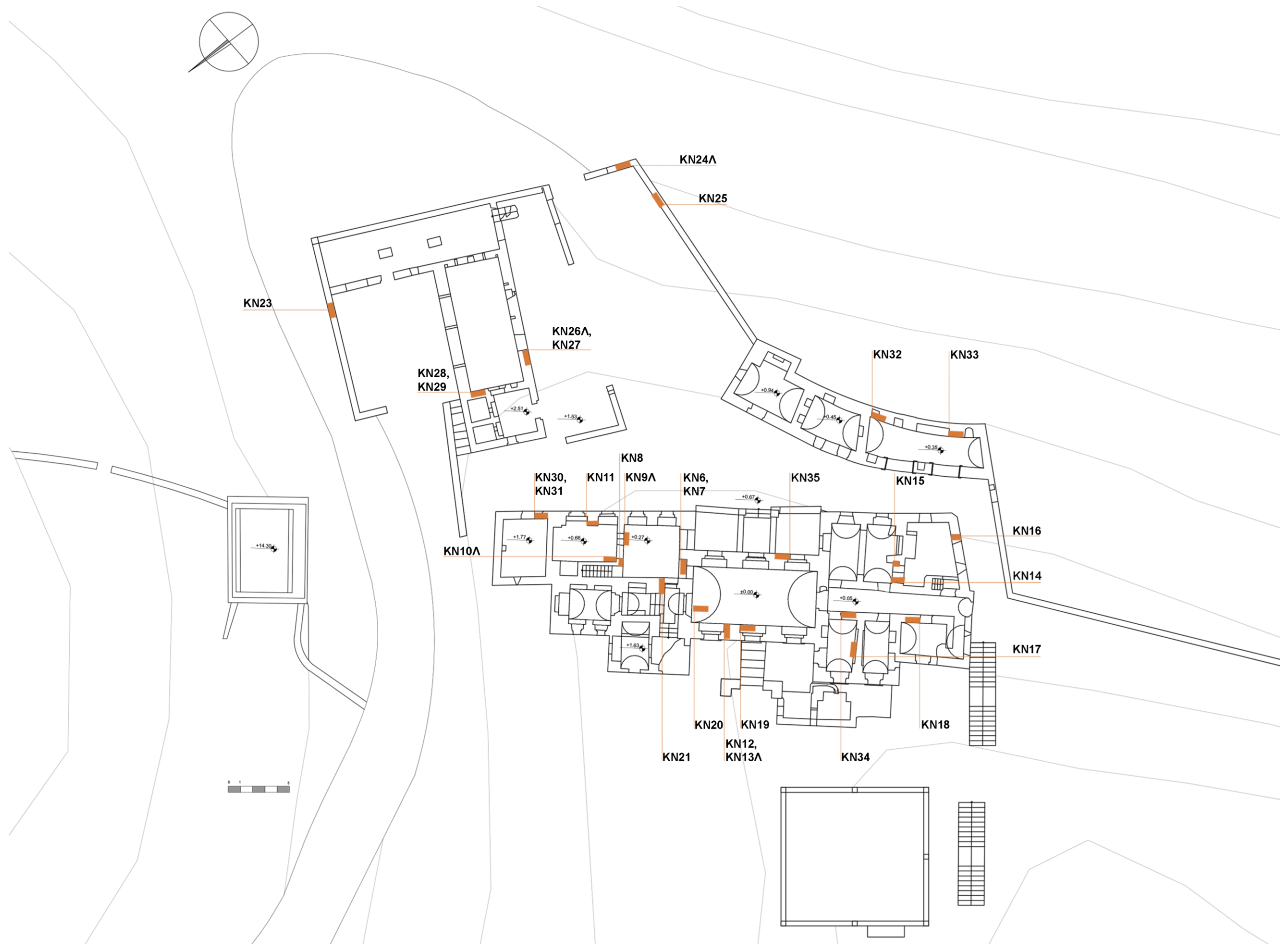
Η αίτηση χορήγησης άδειας δειγματοληψίας και ανάλυσης έγινε δεκτή για την λήψη 25 δειγμάτων του αρχαιολογικού χώρου, κονιαμάτων και λίθων, από πεσμένα ή πλήρως αποσαθρωμένα, έτοιμα προς αποκόλληση τμήματα. Λόγω της έλλειψης συντήρησης του μνημείου και της κακής κατάστασης του πάρθηκαν από το μνημείο 13 επιπλέον δείγματα, τα οποία ήταν πλήρως αποσαθρωμένα και ήταν απαραίτητα για την διεξαγωγή συμπερασμάτων, αναφορικά με την συνολική εικόνα διάβρωσης του μνημείου.

Όσον αφορά στον τρόπο λήψης των δειγμάτων οφείλει να γίνεται είτε δια χειρός ή με χρήση λαβίδας. Κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας αξίζει να τονισθεί, η σημαντικότητα συμπλήρωσης των δελτίων δειγμάτων τα οποία παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες καθ' όλη τη διάρκεια της ανάλυσης στο εργαστήριο. Στα δελτία, συμπληρώνονται με μεγάλη ακρίβεια στοιχεία των δειγμάτων που αφορούν τη θέση δειγματοληψίας, το είδος κατασκευής, την ιστορική φάση, το είδος δείγματος, τη κατάσταση διατήρησης και συνοδεύονται με φωτογραφική και σχεδιαστική τεκμηρίωση (βλ. Ενότητα 9, Παράρτημα Δελτίων).

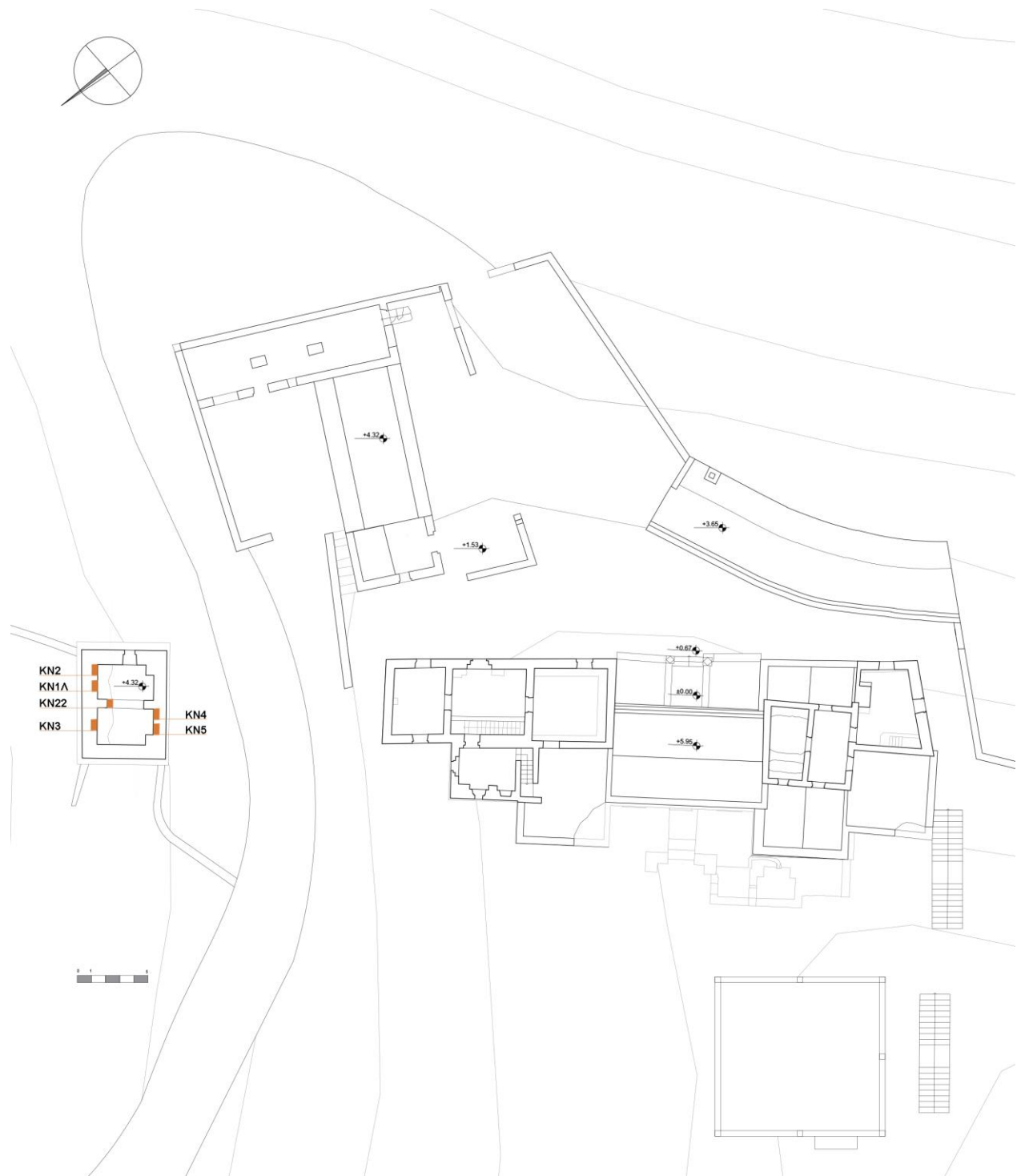
Στην εργασία αυτή η δειγματοληψία στο μνημείο πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και έλαβε χώρα στα διαφορετικά κτίρια και επίπεδα του συγκροτήματος. Παρακάτω ακολουθούν τα σημεία δειγματοληψίας των κονιαμάτων και των λιθοσωμάτων (Εικόνες. 18-21). Να επισημανθεί για την ονοματολογία των δειγμάτων ότι τα γράμματα –KN- πριν τον αριθμό του δείγματος σηματοδοτούν την δειγματοληψία κονιάματος και όταν ο αριθμός ακολουθείται από το γράμμα -Λ- πρόκειται για δειγματοληψία λιθοσώματος.

Με το πέρας της μελέτης θα κατατεθούν άμεσα, αντίτυπα σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή με τα αποτελέσματα στο Αρχείο της Εφορείας Κυκλάδων και του Αρχαιολογικού Μουσείου Νάξου, όπως ζητήθηκε με την απόφαση της έγκρισης δειγματοληψίας.

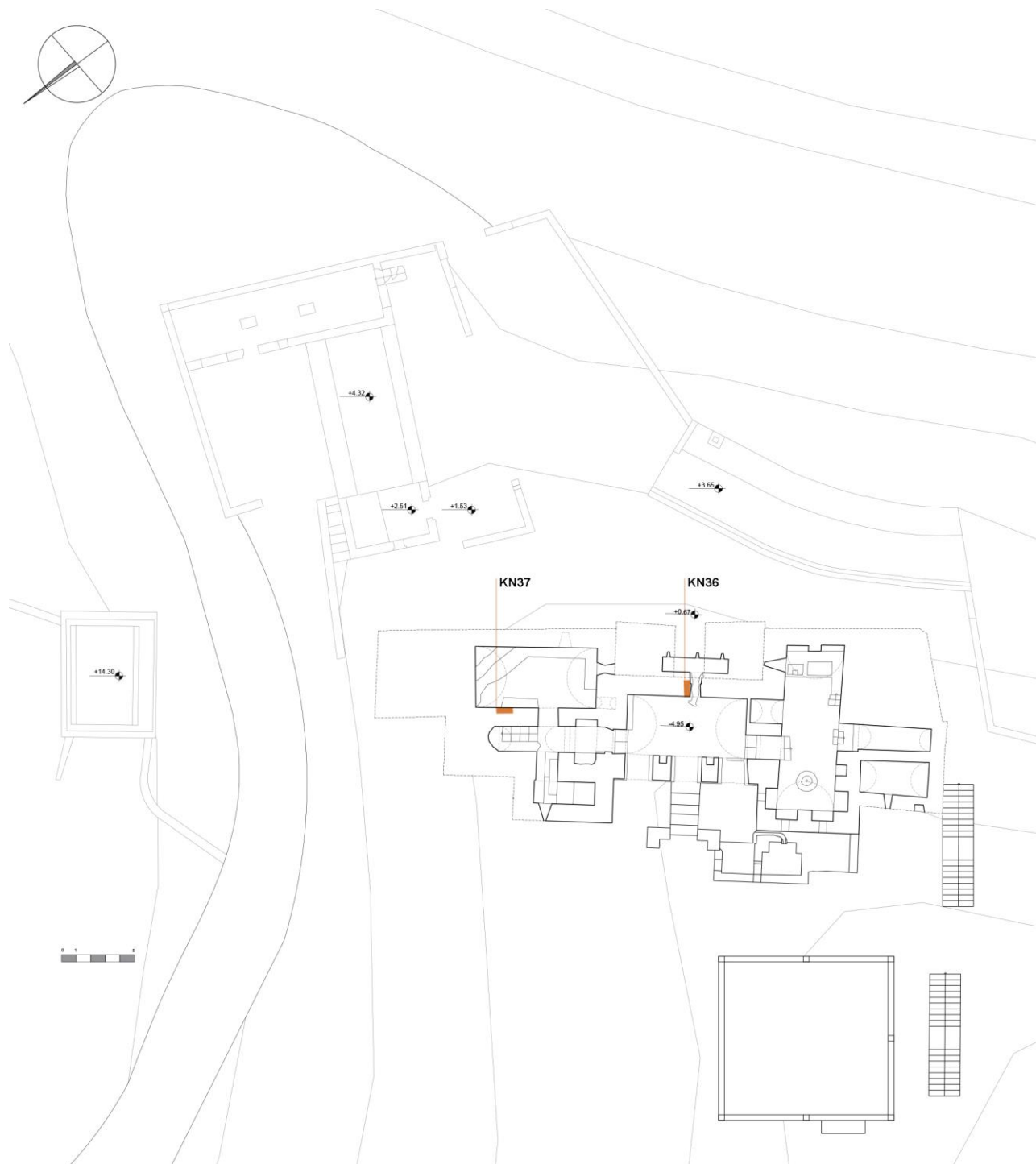
3.4 Κατόψεις με σήμανση σημείων δειγματοληψίας στα διαφορετικά επίπεδα του συγκροτήματος.



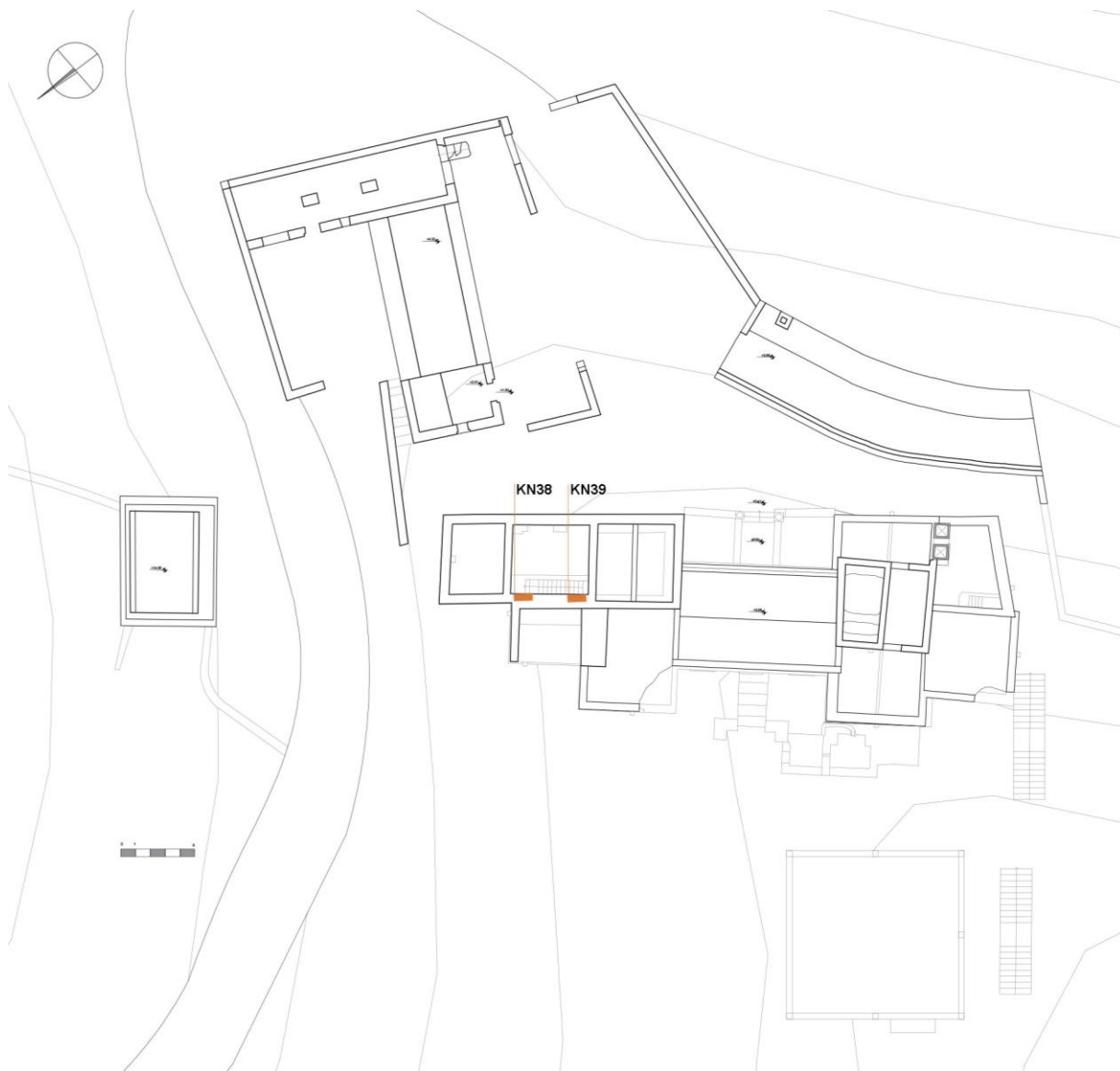
Εικόνα 18: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη ισογείου



Εικόνα 19: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη ορόφου



Εικόνα 20: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη υπογείου



Εικόνα 21: Σημεία δειγματοληψίας σε κάτοψη δώματος

4. Αποτελέσματα

4.1 Μακροσκοπική περιγραφή δειγμάτων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων μέσα από οπτική παρατήρηση, τα οποία υποστηρίζονται από μακροσκοπική φωτογράφιση με φωτογραφική μηχανή Canon, μοντέλο EOS 450D. Να σημειωθεί ότι η φωτογράφιση των δοκιμίων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο σε ειδικά διαμορφωμένο θάλαμο με φως με σκοπό την επαναληψιμότητα σε χρωματικό υπόβαθρο των φωτογραφίσεων. Όλες οι φωτογραφίες συνοδεύονται με κλίμακα για την ολοκληρωμένη εικόνα του κάθε δείγματος και ελήφθησαν με τη βοήθεια τρίποδα.

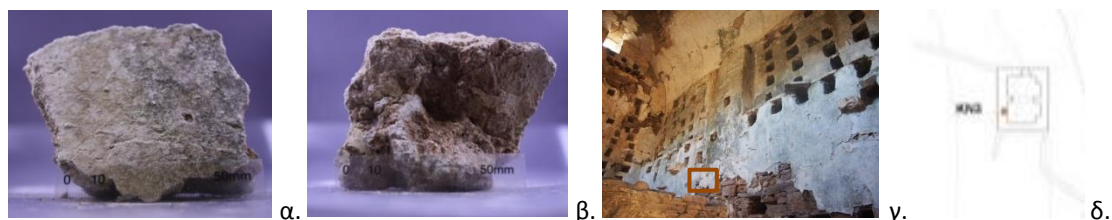
KN2



Εικόνα 22: Φωτογραφική και σχεδιαστική απεικόνιση δείγματος KN2: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος σκούρου καφέ. Αναφορικά με τα αδρανή του είναι λεπτόκοκκο αλλά παρατηρούνται σημειακά και αδρανή έως 1.8 mm. Το KN2 έχει ασθενή δομή και κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι.

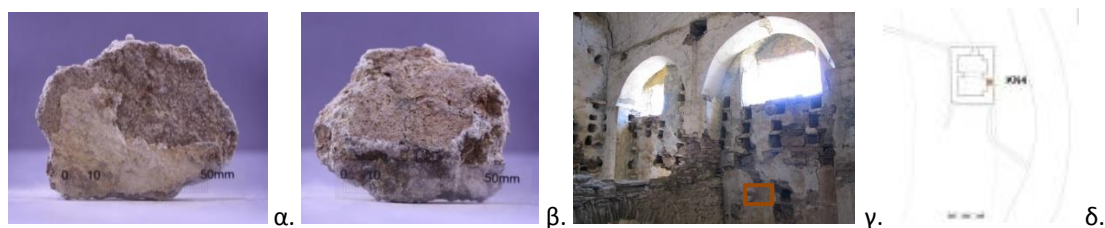
KN3



Εικόνα 23: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN3: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με κονίαμα δομής. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι λευκό με ελαφρύ γκρι και μπεζ χρωματισμούς ενώ το κονίαμα δομής είναι μπεζ με καφέ αποχρώσεις και λευκά συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγή δομή και αυξημένη ανθεκτικότητα. Παρατηρούνται ακόμη συγκεντρώσεις καφέ κονιάς στο κονίαμα δομής πιθανώς λόγω ανομοιογένειας κονιάματος ή επικαθήσεων αργιλικών στοιχείων.

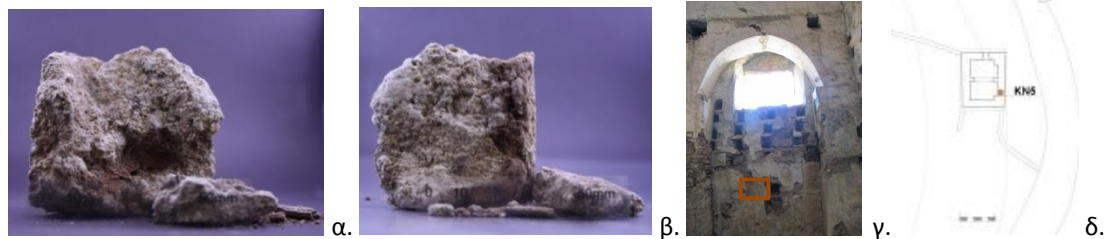
KN4



Εικόνα 24: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN4: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με κονίαμα δομής με τελείωμα λεπτού χρωματικού στρώματος. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι σκούρο γκρι με μπεζ αποχρώσεις ενώ το κονίαμα δομής είναι σκούρο μπεζ με μαύρα στίγματα και σε τομή είναι λευκό. Αναφορικά με τα αδρανή του, κατατάσσεται στα λεπτόκοκκα κονιάματα με αδρανή έως 5 mm. Η δομή του είναι συμπαγής και κονιοποιείται σχετικά δύσκολα με το χέρι.

KN5



Εικόνα 25: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN5: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού γκρι με μπεζ αποχρώσεις και σημειακά καφέ-κόκκινου χρώματος. Αναφορικά με τα αδρανή του εντάσσεται στα λεπτόκοκκα κονιάματα με αδρανή μέχρι 6 mm. Παρουσιάζει κενά μέχρι 3 mm σε όλη την επιφάνεια του καθώς και μαύρα στίγματα λόγω βιολογικής φθοράς. Σχετικά με την δομή του κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι.

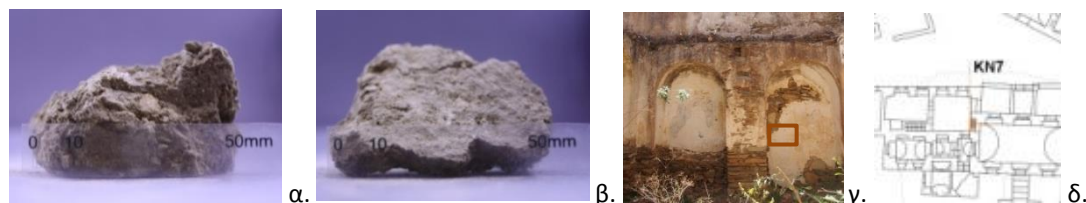
KN6A



Εικόνα 26: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN6Λ: α, β, γ) Μακροσκοπική φωτογράφιση λιθοσώματος KN6Λ, δ) Σχέση σημείου στο χώρο, ε) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Λιθόσωμα χρώματος σκούρου γκρι με καφέ αποχρώσεις και παρουσία λευκών κυλίδων. Παρατηρείται σημειακά στο λίθο επίστρωση χρώματος, η οποία προέρχεται από την συνάφεια με το κονίαμα δομής. Η δομή του είναι συμπαγής με μεγάλη ανθεκτικότητα.

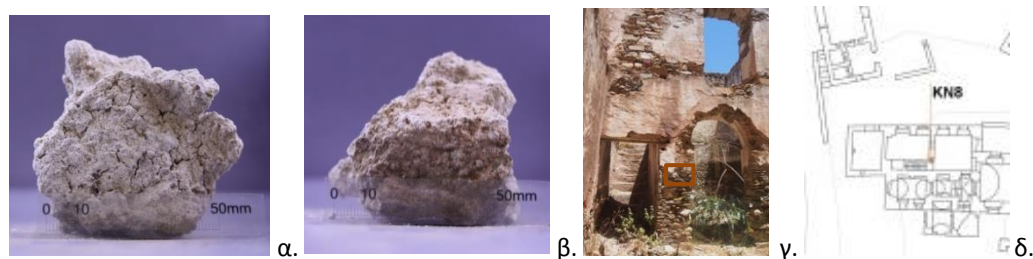
KN7



Εικόνα 27: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN7: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN7, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος σκούρου γκρι με καφέ-μπεζ αποχρώσεις και βρίσκεται δίπλα από το δείγμα KN6Λ. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 6mm. Σχετικά με την δομή του κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι.

KN8



Εικόνα 28: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN8: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN8, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος λευκού με μπεζ αποχρώσεις. Αναφορικά με τα αδρανή πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με ασθενή δομή, το οποίο κονιοποιείται εύκολα με το χέρι. Ακόμη παρατηρούνται μαύρα στίγματα λόγω βιολογικών επικαθήσεων.

KN9Λ



Εικόνα 29: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN9Λ: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος, γ) Σχέση σημείου στο χώρο

Πρόκειται για λιθόσωμα πάχους 10 mm, χρώματος ανοιχτού καφέ-γκρι με αυξημένη ανθεκτικότητα .

KN10Λ



Εικόνα 30: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN10Λ: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση του λιθόσωματος KN10Λ, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Λίθος χρώματος σκούρου γκρι με μπεζ αποχρώσεις σημειακά. Η δομή του είναι συμπαγής με αυξημένη ανθεκτικότητα .

KN11



Εικόνα 31: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN11: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος KN11, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με το κονίαμα δομής. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι λευκό με ελαφρύ γκρι χρωματισμούς ενώ το κονίαμα δομής είναι μπεζ με γκρι αποχρώσεις και λευκά συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με ασθενή δομή το οποίο κονιοποιείται εύκολα με το χέρι.

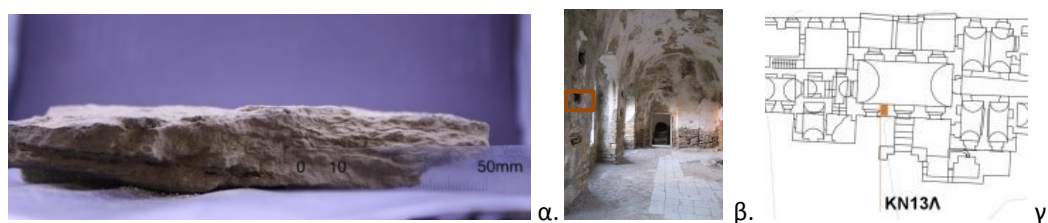
KN12



Εικόνα 32: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN12: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN12, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για υλικό πλήρωσης από αργολιθοδομή σε συνάφεια με λιθόσωμα χρώματος ανοιχτού μπεζ και σημειακά εντοπίζονται καφέ συγκεντρώσεις χρώματος. Παρατηρούνται ακόμη λευκά συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγής δομή και αυξημένη ανθεκτικότητα. Σημειακά παρατηρούνται κενά στο κονίαμα μέχρι 5 mm.

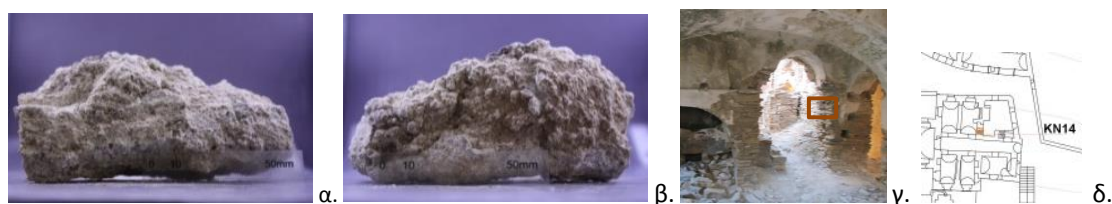
KN13Λ



Εικόνα 33: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN13Λ: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN13Λ, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Λίθος χρώματος σκούρου μπεζ με γκρι αποχρώσεις σημειακά. Η δομή του είναι συμπαγής με αυξημένη ανθεκτικότητα.

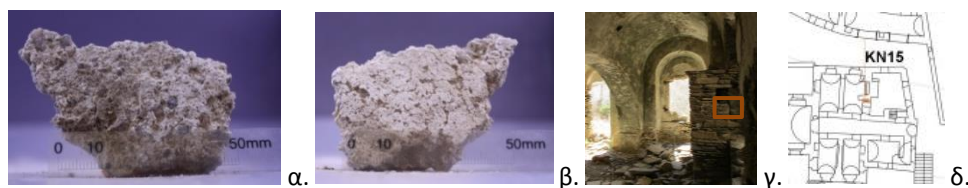
KN14



Εικόνα 34: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN14: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού γκρι με μπεζ αποχρώσεις και σημειακά παρατηρούνται καφέ και λευκά συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή του πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 5mm, με συμπαγή δομή και αυξημένη ανθεκτικότητα. Σημειακά παρατηρούνται επικαθήσεις βιολογικών παραγόντων καφέ-πράσινου χρώματος. Ακόμη παρατηρείται συγκέντρωση καφέ κονιάς λόγω συνάφειας με τον λίθο.

KN15



Εικόνα 35: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN15: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN15, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού γκρι με μπεζ αποχρώσεις ενώ σε τομή είναι λευκό. Αναφορικά με τα αδρανή πρόκειται για χοντρόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 20 mm, τα οποία είναι σε ικανή ποσότητα, διαφορετικής σύστασης και χρωμάτων. Σχετικά με την δομή του κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι. Συμπληρωματικά στην πλευρά την οποία το κονίαμα δομής είναι εκτεθειμένο στις περιβαλλοντικές συνθήκες παρατηρούνται αρκετές ρωγμές.

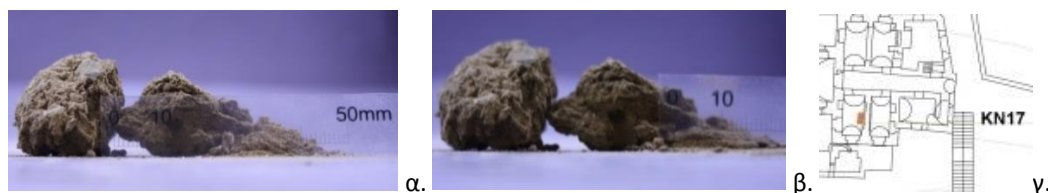
KN16



Εικόνα 36: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN16: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος β) μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με κονίαμα δομής. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι καφέ με λευκά συσσωματώματα, ενώ το κονίαμα δομής είναι καφέ και σημειακά φέρει λευκά συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 6 mm. Ακόμη ως αδρανή συναντώνται φυτικές ίνες. Σχετικά με την δομή του κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι.

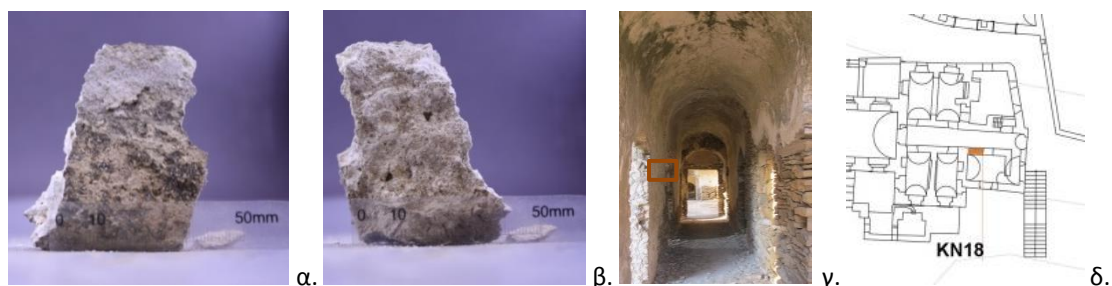
KN17



Εικόνα 37: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN17: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN17, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος καφέ. Αναφορικά με τα αδρανή του, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 10 mm και ασθενή δομή, αφού το κονίαμα κονιοποιείται πολύ εύκολα με το χέρι.

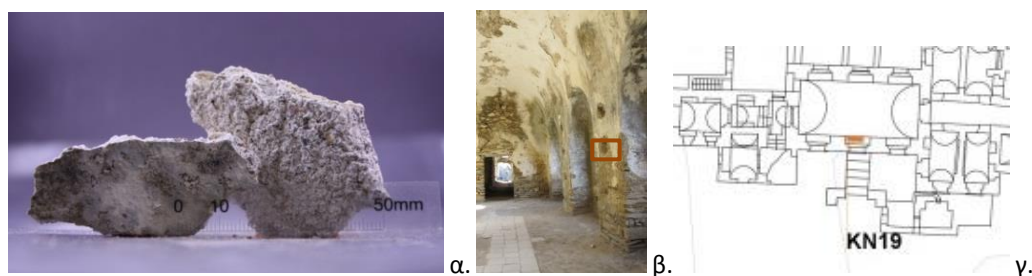
KN18



Εικόνα 38: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN18: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN18, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με κονίαμα δομής και τελείωμα λεπτού χρωματικού στρώματος λόγω βιολογικών παραγόντων. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι σκούρο γκρι με μπεζ αποχρώσεις ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με ανοιχτούς γκρι χρωματισμούς. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 10 mm. Η δομή του είναι χαλαρή και κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι. Ακόμη παρατηρούνται αρκετές οπές στην επιφάνεια του κονιάματος δομής.

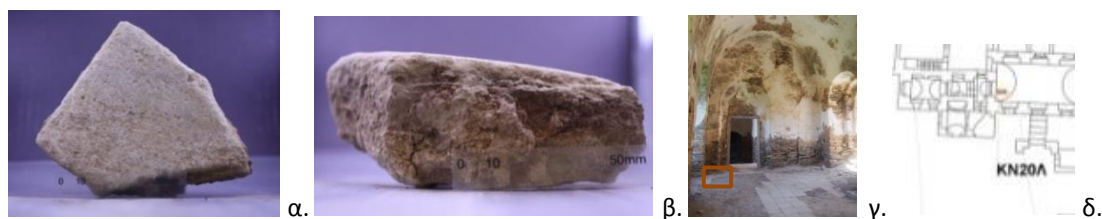
KN19



Εικόνα 39: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN19: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος επιχρίσματος σε συνάφεια με επίχρισμα δομής, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με κονίαμα δομής και τελείωμα λεπτού χρωματικού στρώματος. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι σκούρο γκρι με λευκά συσσωματώματα ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με ανοιχτού χρώματος γκρι χρωματισμούς. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με τα μεγαλύτερα αδρανή να είναι μέχρι 4 mm. Σχετικά με την δομή του κονιοποιείται εύκολα με το χέρι.

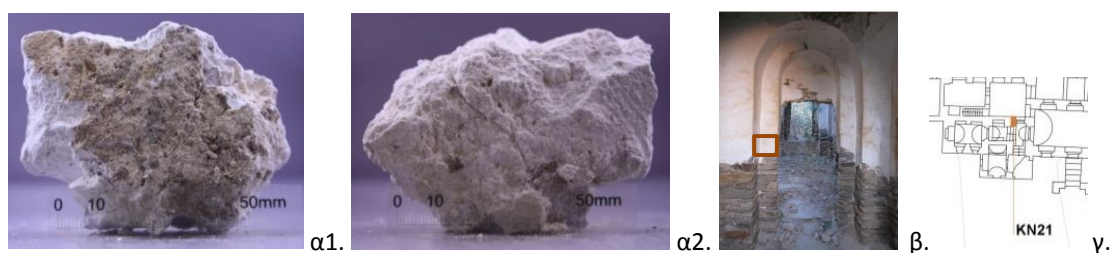
KN20A



Εικόνα 40: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN20: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση λιθοσώματος KN20, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για μάρμαρο χρώματος ανοιχτού μπεζ το οποίο φέρει σημειακά καφέ αποχρώσεις και μαύρα στίγματα. Το πάχος του μαρμάρου είναι 5 mm ενώ το πάχος του κονιάματος από κάτω, χρώματος σκούρο καφέ, είναι 10 mm. Κάτω από το στρώμα του κονιάματος βρίσκεται ένα ακόμη στρώμα κονιάματος χρώματος ανοιχτού καφέ.

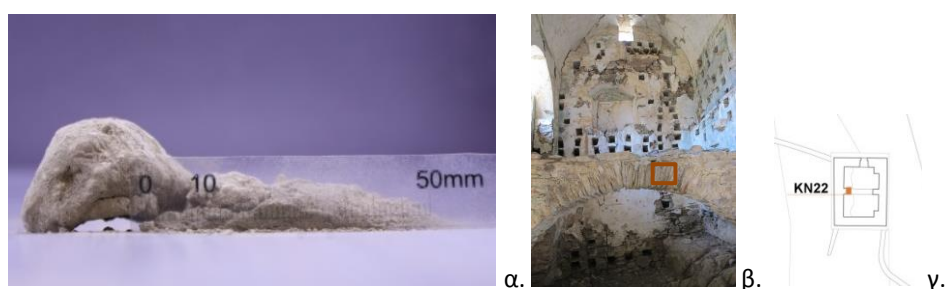
KN21



Εικόνα 41: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN21: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN21, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής το οποίο από την πλευρά που είναι εκτεθειμένο στην ατμόσφαιρα διαφοροποιείται το χρώμα του. Όσον αφορά το κονίαμα δομής είναι λευκό ενώ το υλικό που γειτνιάζει με την ατμόσφαιρα είναι μπεζ με γκρι χρωματισμούς. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 20 mm, με ασθενή δομή το οποίο κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι. Ακόμη παρατηρούνται ρωγμές τόσο στο επίχρισμα όσο και στο κονίαμα δομής.

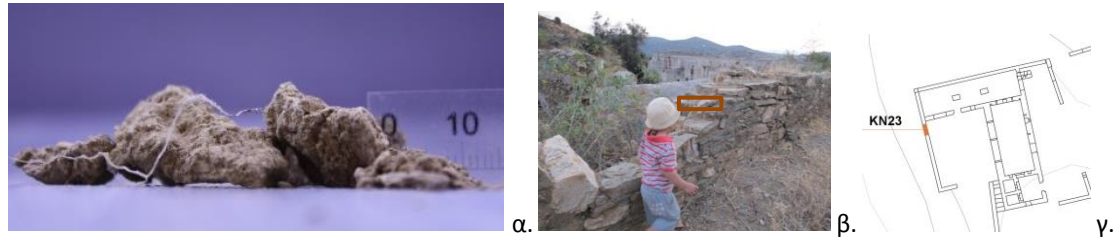
KN22



Εικόνα 42: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN22: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN22, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού μπεζ. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με ασθενή δομή, αφού το κονίαμα κονιοποιείται πολύ εύκολα με το χέρι.

KN23



Εικόνα 43: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN23: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN23, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος σκούρου καφέ με αδρανή κυρίως γκρι. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για χοντρόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 10 mm και ασθενή δομή το οποίο κονιοποιείται εύκολα με το χέρι. Ως αδρανή εντοπίζονται και φυτικές ίνες.

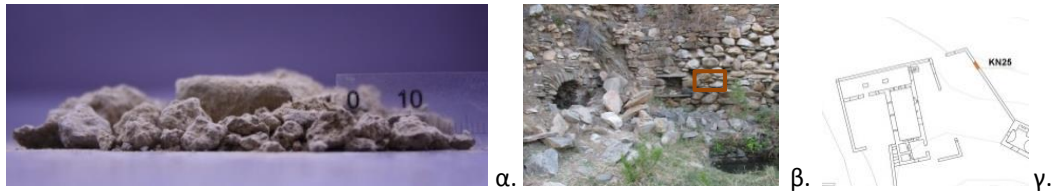
KN24Λ



Εικόνα 44: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN24Λ: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση λιθοσώματος KN24Λ, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για λιθόσωμα χρώματος σκούρου μπεζ και σημειακά γκρι αποχρώσεων. Η δομή του είναι συμπαγής με αυξημένη ανθεκτικότητα.

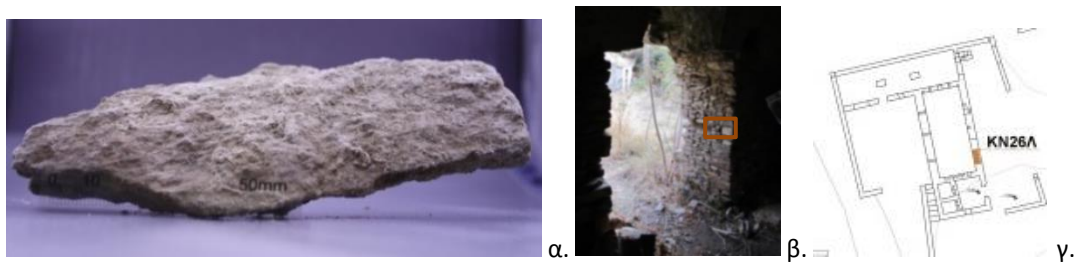
KN25



Εικόνα 45: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN25: α) μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN25, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού γκρι. Αναφορικά με τα αδρανή του πρόκειται για χοντρόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 26 mm και ασθενή δομή το οποίο κονιοποιείται εύκολα με το χέρι.

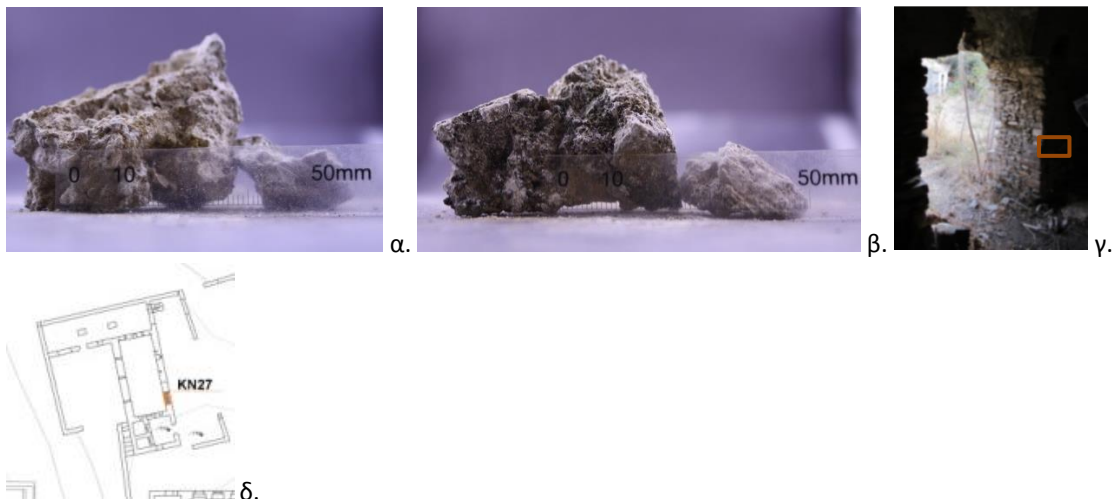
KN26Λ



Εικόνα 46: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN26Λ: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση Λιθοσώματος KN26Λ, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Λίθος χρώματος σκούρου γκρι με μπεζ αποχρώσεις. Η δομή του είναι συμπαγής με μεγάλη ανθεκτικότητα.

KN27

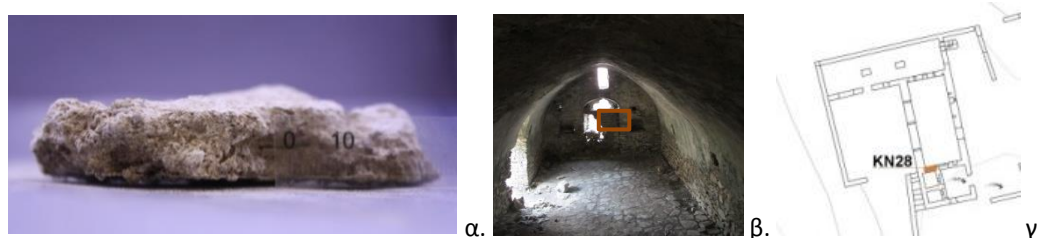


Εικόνα 47: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN27: α, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN27, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής. Στην εξωτερική πλευρά από την οποία σήμερα δεν υπάρχει κονίαμα επιχρίσματος το χρώμα του κονιάματος δομής είναι σκούρο γκρι

με πληθώρα μαύρων στιγμάτων και παρουσία λευκών και καφέ συσσωματωμάτων. Η εσωτερική πλευρά του κονιάματος δομής είναι χρώματος ανοιχτού καφέ με λευκά συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγή δομή το οποίο κονιοποιείται σχετικά δύσκολα με το χέρι. Ακόμη παρατηρούνται ρωγμές στην επιφάνεια του κονιάματος.

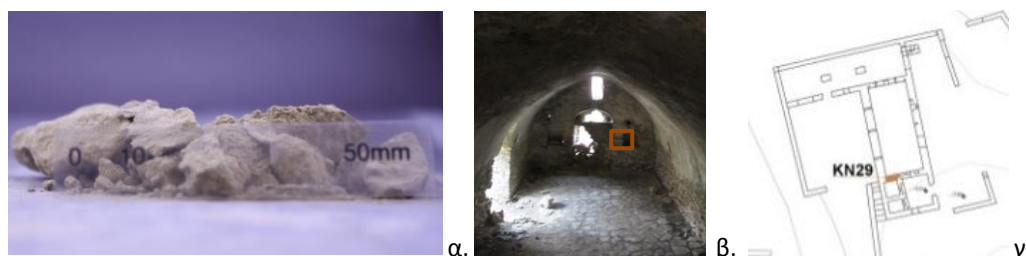
KN28



Εικόνα 48: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN28: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN28, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με το κονίαμα δομής. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι μπεζ με λευκούς χρωματισμούς ενώ το κονίαμα δόμησης είναι λευκό με καφέ χρωματισμούς. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα. Η δομή του είναι ασθενής και κονιοποιείται εύκολα με το χέρι.

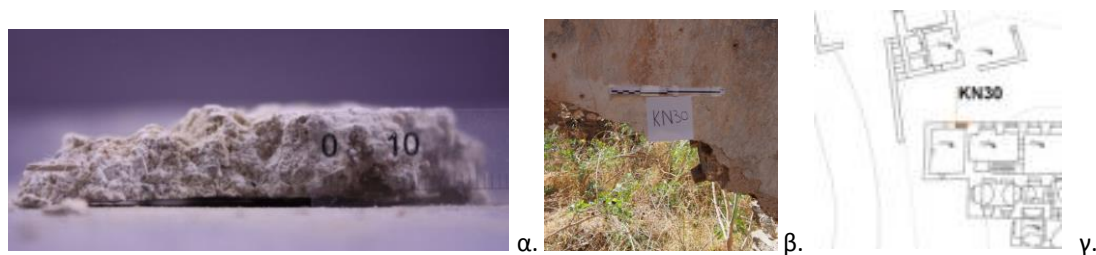
KN29



Εικόνα 49: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN29: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN29, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού μπεζ και σημειακά καφέ χρωματισμών. Αναφορικά με τα αδρανή του πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα, με τα μεγαλύτερα αδρανή να είναι 35 mm. Η δομή του είναι ασθενής και κονιοποιείται με σχετική ευκολία.

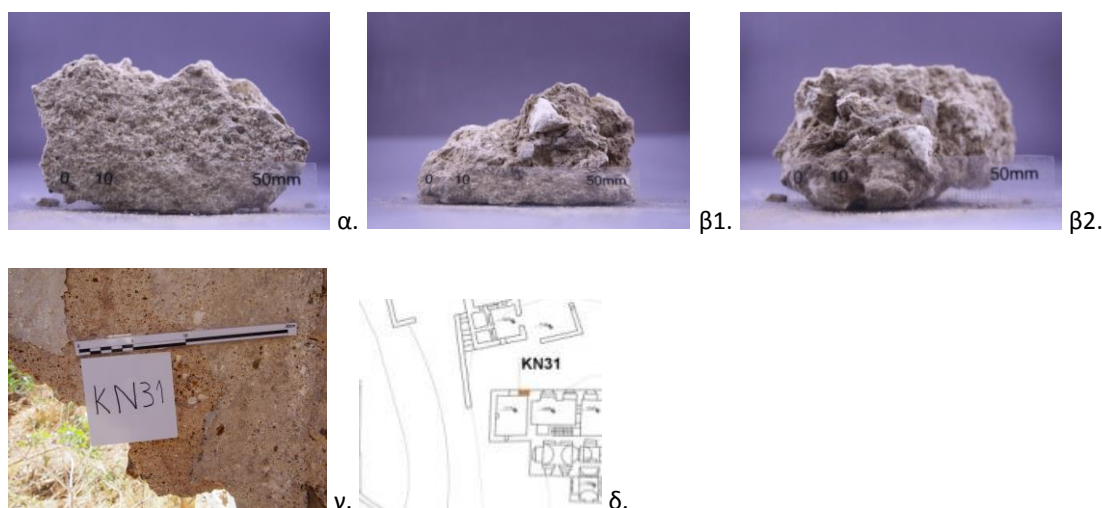
KN30



Εικόνα 50: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN30: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN30, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με το κονίαμα δομής. Όσον αφορά το κονίαμα επιχρίσματος είναι λευκό με γκρι και μπεζ χρωματισμούς ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με γκρι συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή του, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με έντονη την παρουσία φυτικών ινών ως αδρανή. Η δομή του είναι ασθενής και κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι.

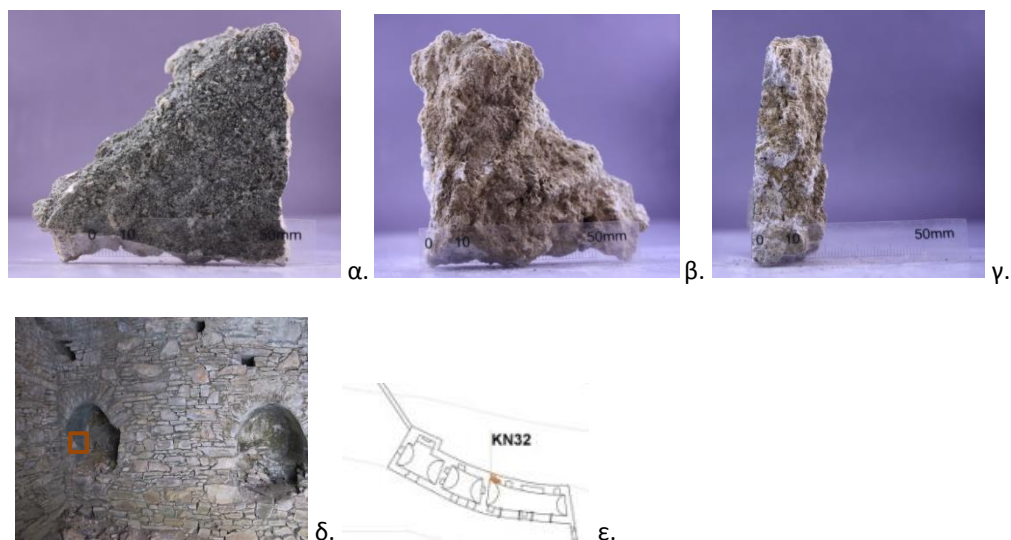
KN31



Εικόνα 51: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN31: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση επιχρίσματος β1, β2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Σχέση σημείου στο χώρο, δ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δεύτερης επίστρωσης μετά το επίχρισμα (δείγμα KN30) σε συνάφεια με κονίαμα δομής, χρώματος ανοιχτού μπεζ και σημειακά γκρι χρωματισμών με παρουσία λευκών συσσωματωμάτων στην πλευρά που συνορεύει με την τοιχοποιία. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγή δομή και αδρανή έως 10 mm, το οποίο κονιοποιείται με σχετική ευκολία.

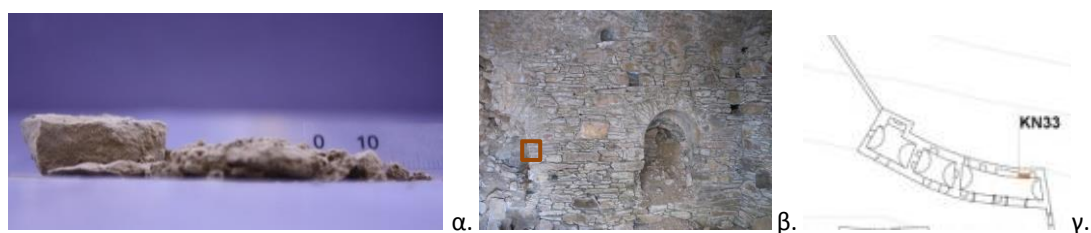
KN32



Εικόνα 52: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN32: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση επιχρίσματος, β) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, γ) Μακροσκοπική φωτογράφιση δείγματος KN32 σε τομή, δ) Σχέση σημείου στο χώρο, ε) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Το δείγμα KN32 είναι επίχρισμα χρώματος σκούρου γκρι-πράσινου ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με μπεζ αποχρώσεις. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγής δομή, το οποίο κονιοποιείται με σχετική δυσκολία, παρά την εκτεταμένη αποκόλληση του από την τοιχοποιία. Παρατηρούνται έντονα βιολογικές επικαθήσεις σε όλη την επιφάνεια του κονιάματος επιχρίσματος χρώματος σκούρου πράσινου.

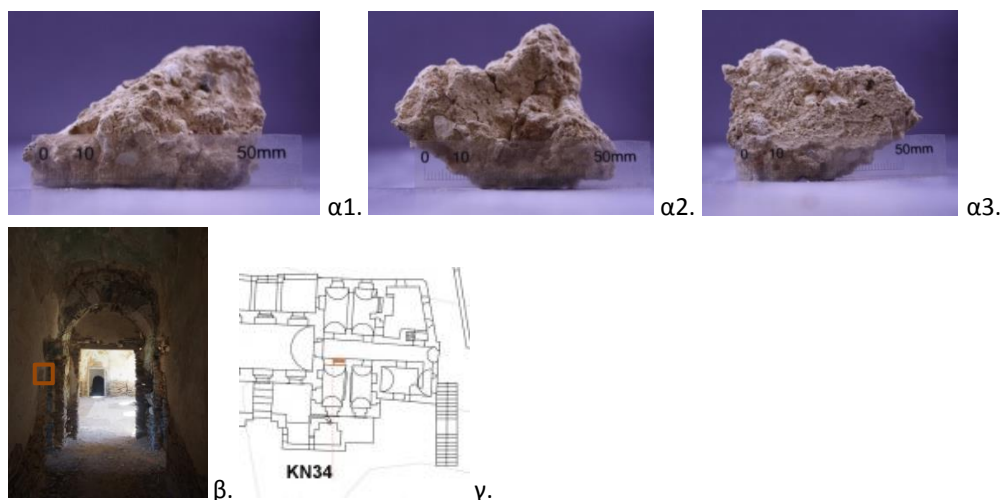
KN33



Εικόνα 53: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN33: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN33, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος μπεζ. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για χοντρόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 15 mm με ασθενή δομή το οποίο κονιοποιείται εύκολα με το χέρι.

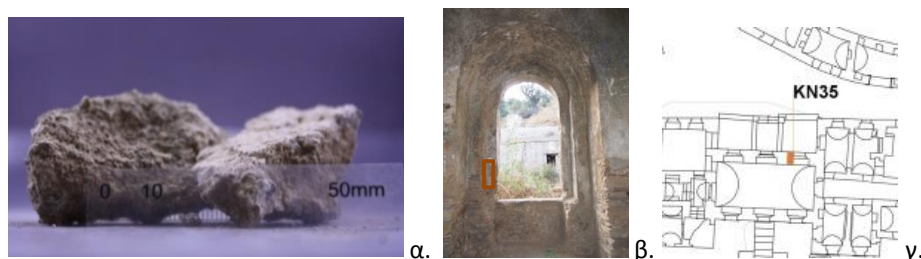
KN34



Εικόνα 54: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN34: α1, α2, α3) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN34, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος μπεζ με λευκά συσσωματώματα. Αναφορικά με τα αδρανή του, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 8 mm. Ακόμη τα αδρανή είναι πολύ πυκνά διαφορετικής σύστασης και χρωμάτων και παρατηρούνται και φυτικές ίνες. Η δομή του είναι ασθενή και κονιοποιείται σχετικά εύκολα με το χέρι.

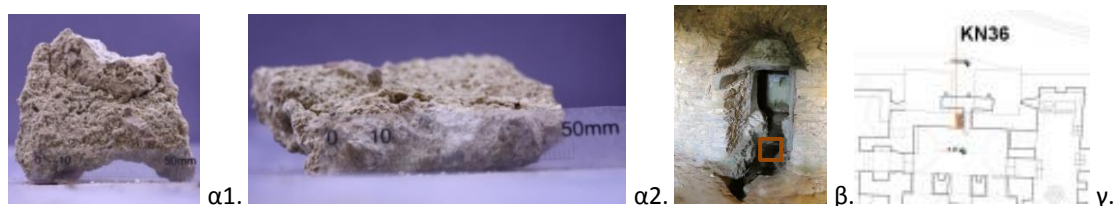
KN35



Εικόνα 55: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN35: α) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής. Όσον αφορά το χρώμα του δείγματος σε τομή είναι λευκό με ανοιχτούς γκρι χρωματισμούς ενώ εξωτερικά είναι μπεζ με γκρι αποχρώσεις και λευκά συσσωματώματα λόγω της επίδρασης του περιβάλλοντος. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγής δομή το οποίο κονιοποιείται εύκολα με το χέρι.

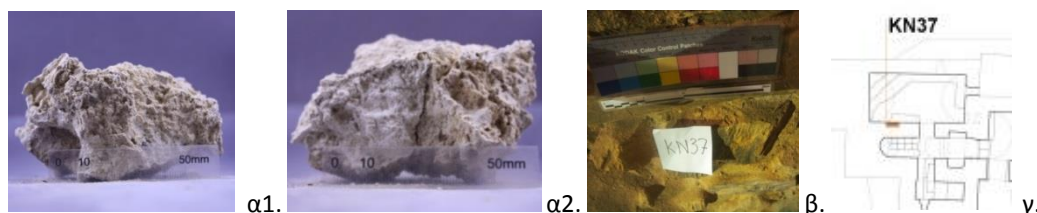
KN36



Εικόνα 56: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN36: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN36, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος μπεζ και σε τομή λευκού χρώματος. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 10 mm. Ακόμη τα αδρανή είναι διαφορετικής σύστασης και χρωμάτων. Η δομή του είναι συνεκτική και κονιοποιείται σχετικά δύσκολα με το χέρι.

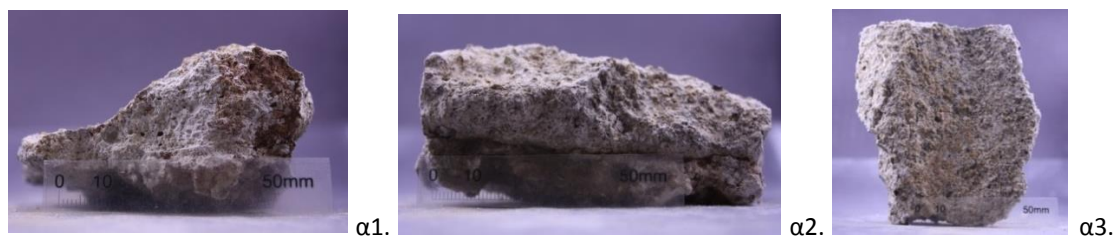
KN37

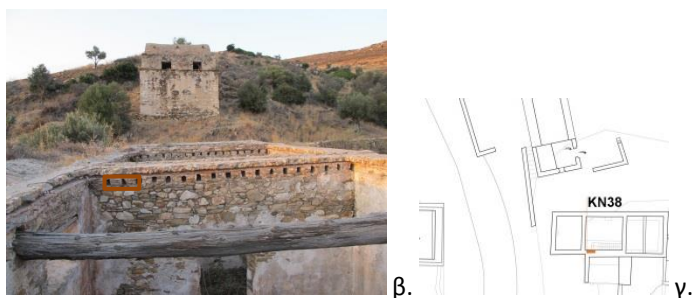


Εικόνα 57: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN37: α1, α2) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN37, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού μπεζ και σημειακά γκρι αποχρώσεων με έντονη την παρουσία λευκών συσσωματωμάτων στην πλευρά που συνορεύει με την τοιχοποιία. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγής δομή το οποίο διαλύεται με μεγάλη δυσκολία. Ακόμη παρατηρούνται βιολογικές επικαθήσεις στην εσωτερική πλευρά η οποία είναι σε επαφή με την τοιχοποιία σκούρου πράσινου χρώματος.

KN38

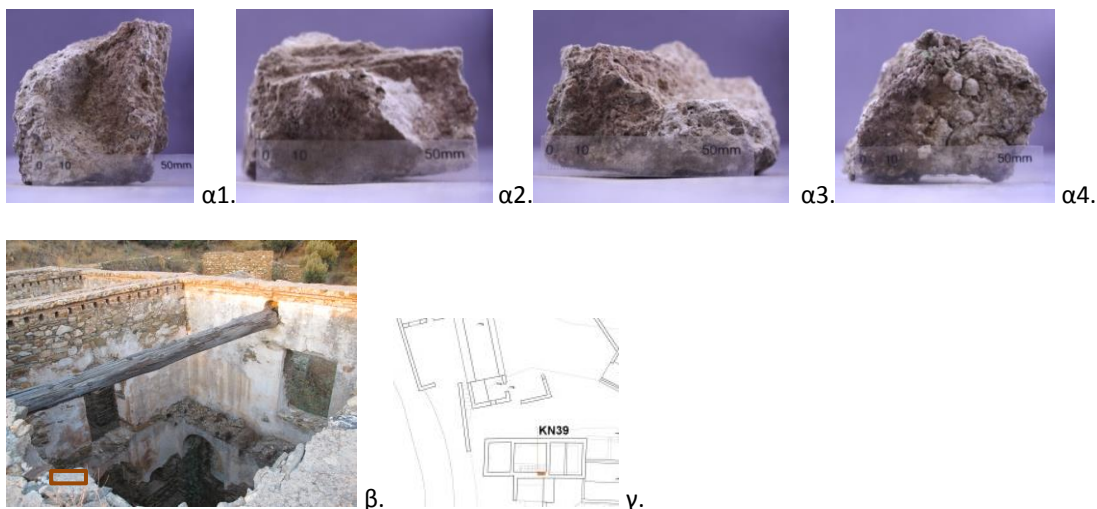




Εικόνα 58: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN38: α1, α2, α3) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος δομής KN38, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

Πρόκειται για κονίαμα δομής. Στην εξωτερική πλευρά από την οποία σήμερα δεν υπάρχει κονίαμα επιχρίσματος το χρώμα του κονιάματος δομής είναι ανοιχτό γκρι με μπεζ ενώ η εσωτερική πλευρά του κονιάματος δομής είναι ανοιχτό μπεζ με καφέ συσσωματώματα. Στην τομή του κονιάματος κυριαρχεί το λευκό χρώμα. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με συμπαγή δομή το οποίο διαλύεται με μεγάλη δυσκολία. Ακόμη παρατηρούνται βιολογικές επικαθήσεις στην εσωτερική πλευρά η οποία είναι σε επαφή με την τοιχοποιία χρώματος σκούρου πράσινου.

KN39



Εικόνα 59: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN39: α1, α2, α3, α4) Μακροσκοπική φωτογράφιση κονιάματος KN39, β) Σχέση σημείου στο χώρο, γ) Σχέση σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη

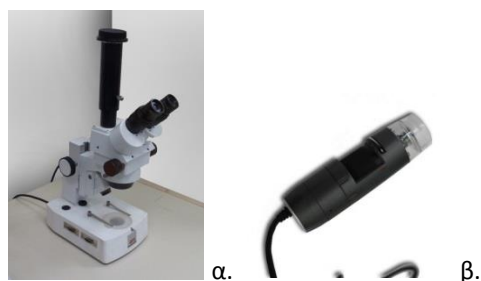
Πρόκειται για κονίαμα δομής χρώματος ανοιχτού μπεζ και καφέ στα σημεία επαφής με τον λίθο ενώ σε τομή το χρώμα που κυριαρχεί είναι το λευκό. Αναφορικά με τα αδρανή, πρόκειται για λεπτόκοκκο κονίαμα με αδρανή έως 7 mm. Ακόμη παρατηρούνται βιολογικές επικαθήσεις χρώματος πράσινου. Η δομή του είναι ισχυρή και κονιοποιείται με σχετική δυσκολία.

4.2 Μελέτη μικροδομής δειγμάτων

Η μελέτη της μικροδομής των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω παρατήρησης των δειγμάτων στο στερεοσκόπιο σε συνδυασμό με την μελέτη των δειγμάτων στο μικροσκόπιο οπτικών ινών. Συμπληρωματικά πραγματοποιήθηκε κοκκομετρική διαβάθμιση σε ορισμένα δείγματα.

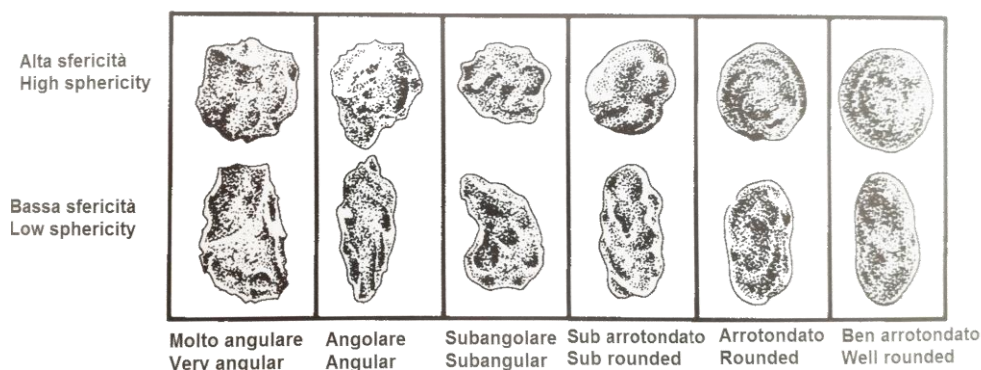
4.2.1 Μικροσκοπική ανάλυση δειγμάτων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων, με παρουσίαση φωτογραφιών που ελήφθησαν από το στερεοσκόπιο (Ceti) και το μικροσκόπιο οπτικών ινών (Dino Lite Edge Digital Microscope, μοντέλο AM4515T5). Να επισημανθεί ότι η κλίμακα από τις φωτογραφίες του στερεοσκοπίου βρίσκεται πάνω δεξιά και είναι 1mm. Αντίστοιχα η κλίμακα από τις απεικονίσεις των δειγμάτων μέσω ψηφιακού μικροσκοπίου οπτικών ινών βρίσκεται κάτω αριστερά και είναι 0.1 mm.



Εικόνα 60: α) Στερεοσκόπιο - Ceti, β) Ψηφιακό μικροσκόπιο οπτικών ινών - Dino Lite

Κάθε μικροσκοπική ανάλυση των δειγμάτων συνοδεύεται από πίνακα που συγκεντρώνει τα απαραίτητα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά τους, όπως δεδομένα αναφορικά με: το χρώμα, την στρωματογραφία, τα αδρανή, την κοκκομετρία των αδρανών, την κονία, τα πιθανώς εγκλωβισμένα υλικά και άλλες παρατηρήσεις. Πιο συγκεκριμένα και όσον αφορά τα αδρανή πέραν της χρωματικής διευκρίνισής τους, περιγράφεται και η μορφή τους. Η περιγραφή της μορφής των αδρανών έγινε βάσει της ανάλυσης που περιγράφεται στην Εικόνα 61, από το βιβλίο *“Atlante delle malte antiche in sezione sottile al microscopio ottico/Atlas of the ancient mortars in thin section under optical microscope”*.



Εικόνα 61: Κατηγοριοποίηση των αδρανών βάσει της μορφής τους.

Πηγή: Pecchioni E., Fratini F., Cantisani E., *“Atlante delle malte antiche in sezione sottile al microscopio ottico/Atlas of the ancient mortars in thin section under optical microscope”*, Nardini editore, Firenze, 2014

KN2

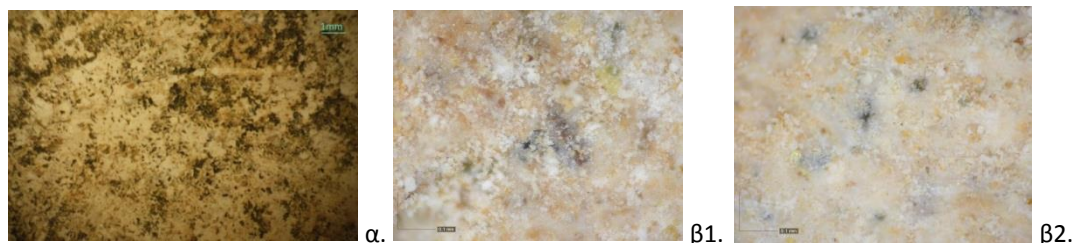


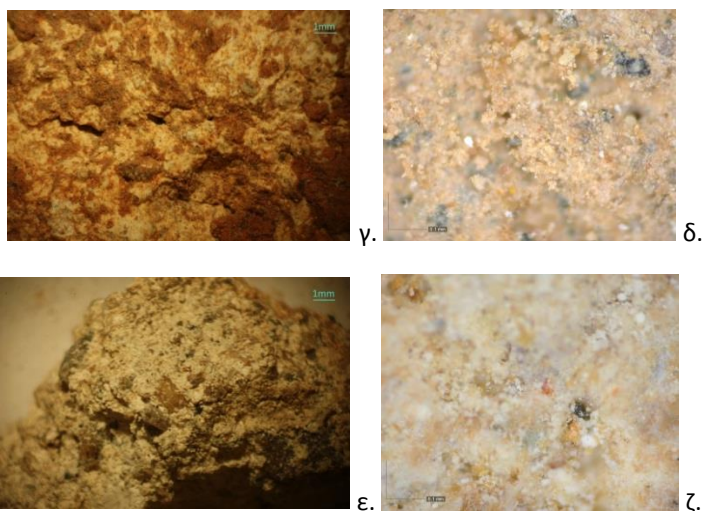
Εικόνα 62: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN2 α, β) από στερεοσκόπιο, γ) από ψηφιακό μικροσκόπιο οπτικών ινών

Πίνακας 1: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN2

Χρώμα	Σκούρο καφέ σημειακά χρωματισμοί ανοιχτού μπεζ
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή
Αδρανή	Χρωμάτων μπεζ, γκρι, καφέ και λευκό <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή σκούρου γκρι χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - sub rounded Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - well rounded
Κοκκομετρία αδρανών	Αδρανή ώχρας χρώματος, έως 1,45 mm Αδρανή καφέ χρώματος, έως 1,45 mm Αδρανή λευκού χρώματος, έως 1,70 mm - σαν κρούστα Αδρανή μπεζ χρώματος πολύ λεπτόκοκκα (dino lite)
Κονία	Εδαφικό υλικό
Εγκλωβισμένα υλικά	Εγκλείσματα λευκού χρώματος έως 0,7 mm
Παρατηρήσεις	Παρατηρούνται αδρανή στρογγυλεμένα τα οποία προμηνύουν προέλευση από ποτάμι.

KN3



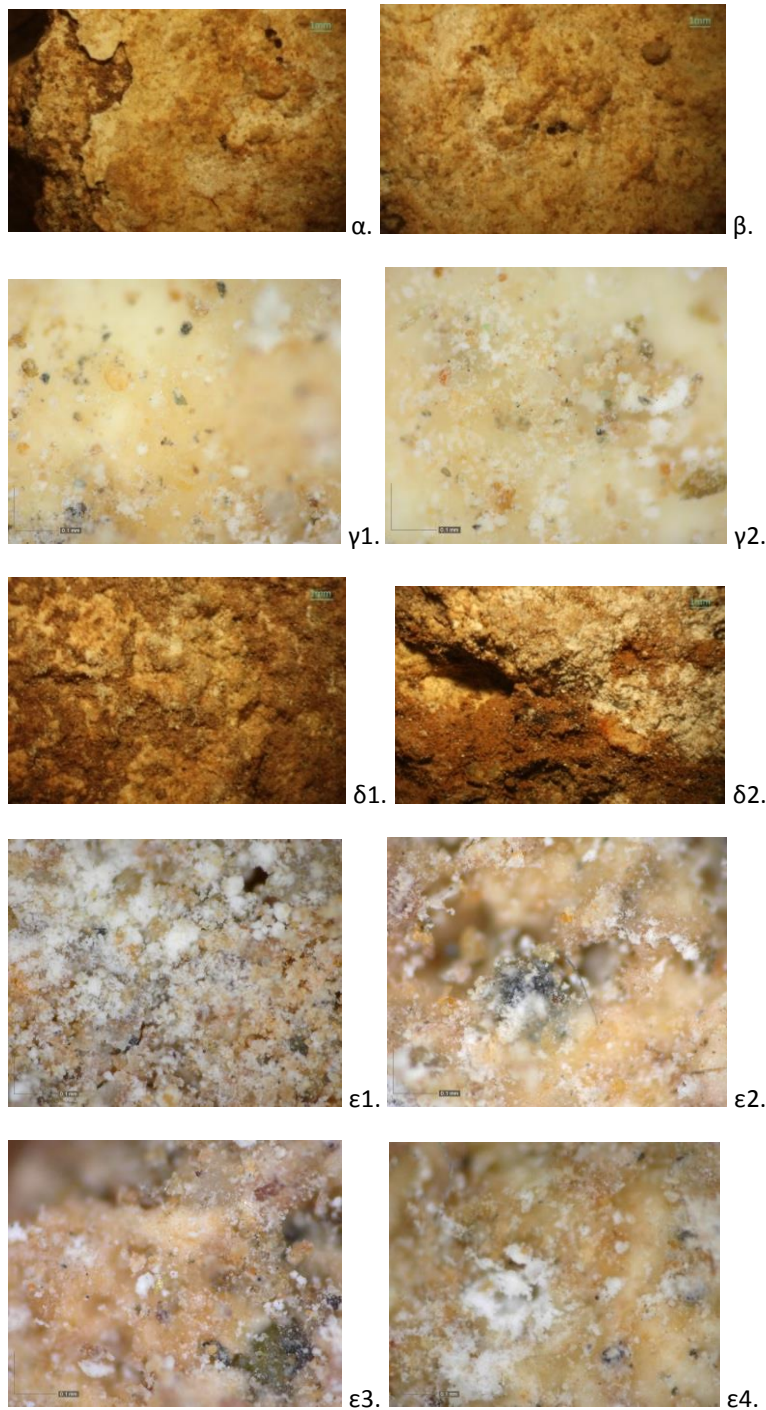


Εικόνα 63: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN3 α) από στερεοσκόπιο-επίχρισμα, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα γ) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με λίθο, δ) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με λίθο, ε) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής (σε τομή), ζ) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 2: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN3.

Χρώμα	Το κονίαμα επιχρίσματος είναι λευκό με ελαφρύ γκρι και μπλε χρωματισμούς και στη ζώνη διεπαφής το κονίαμα δόμησης είναι μπλε με καφέ αποχρώσεις και λευκά συσσωματώματα.
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή, επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων (Dino Lite). Ακόμη παρατηρούνται σημειακά επικαθήσεις χρώματος.
Αδρανή	Διαφορετικών μεγεθών και χρωμάτων όπως: κόκκινο, κίτρινο, ανοιχτό γκρι και σκούρο, λευκό, μπλε. <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ και μπλε χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή καφέ και μπλε χρώματος, low sphericity - rounded
Κοκκομετρία αδρανών	Αδρανή καφέ χρώματος, έως 1,90 mm Αδρανή χρώματος γκρι σκούρο, έως 2,30 mm Αδρανή χρώματος μαύρο, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος γκρι ανοιχτό, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος μαύρο, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος κόκκινο, έως 0,40 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Εγκλείσματα λευκού χρώματος (Dino Lite)
Παρατηρήσεις	Ανάπτυξη φυτικών ινών στην επιφάνεια του κονιάματος επιχρίσματος – χρώματος πράσινου (Dino Lite) Από την παρατήρηση των αδρανών καταλαβαίνουμε ότι πρόκειται για κονίαμα δομής.

KN4



Εικόνα 64: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN4 α) από στερεοσκόπιο - συνολική άποψη επιχρίσματος και δεύτερου στρώματος κονιάματος, β) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, γ1, γ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο – επίχρισμα, δ1, δ2) από στερεοσκόπιο - ενδιάμεση επίστρωση από κονίαμα επιχρίσματος και κονίαμα δομής, ε1, ε2, ε3, ε4) από ψηφιακό μικροσκόπιο - δεύτερη επίστρωση κονιάματος.

Πίνακας 3: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN4.

Χρώμα	Χρώμα επιχρίσματος είναι μπεζ με λευκά συσσωματώματα ενώ κονίαμα δομής είναι μπεζ με καφέ χρωματισμούς ακόμη παρατηρείται κόκκινο-καφέ με μπεζ και λευκά συσσωματώματα στο ενδιάμεσο υπόστρωμα από επιχρίσμα και κονίαμα δομής
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή, επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων (0,70 mm), παρουσία μαύρων σιγμάτων - κρούστα
Αδρανή	Διαφορετικών μεγεθών και χρωμάτων όπως: κόκκινο, κίτρινο, ανοιχτό γκρι και σκούρο, λευκό, μπεζ καθώς και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> αδρανή χρώματος σκούρο γκρι, high sphericity - well rounded αδρανή χρώματος καφέ, high sphericity - rounded
Κοκκομετρία αδρανών	Αδρανή χρώματος μπεζ, έως 3,60 mm Αδρανή χρώματος σκούρο γκρι, έως 2,0 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Κατά σημεία ανάπτυξη ινών και παρουσία λευκών και καφέ γρόμπων
Παρατηρήσεις	Από την παρατήρηση των αδρανών καταλαβαίνουμε ότι πρόκειται για κονίαμα δομής. Παρατηρούνται εξανθήσεις στην επιφάνεια του κονιάματος επιχρίσματος, Τα αδρανή είναι στην πλειοψηφία τους στρογγυλεμένα γεγονός που πιστοποιεί ότι προέρχονται από το ποτάμι.

KN5



α1.



α2.



β1.



β2.

Εικόνα 65: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN5 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 4: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN5.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος μπεζ και σημειακά καφέ-κόκκινων αποχρώσεων.
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή, παρουσία μαύρων στιγμάτων λόγω βιολογικής φθοράς – Pitting
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων λευκού, καφέ, σκούρο γκρι, κίτρινου, σκούρο πορτοκαλί, και ώχρας. <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή καφέ χρώματος, low sphericity - angular Αδρανή γκρι χρώματος, Low sphericity - subangular Αδρανή κίτρινου χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή σκούρο πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή ώχρας χρώματος, high sphericity - rounded
Κοκκομετρία αδρανών	Αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,00 mm Αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,90 mm Αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,10 mm
Κονία	Ασβεστίτης. Παρατηρείται μεγάλη ανομοιογένεια στην κονία με χρωματισμούς ώχρας
Εγκλωβισμένα υλικά	Κατά σημεία εμφάνιση λευκού χρώματος γρόμπων (lumps).
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα γεγονός που πιστοποιεί ότι είναι κονίαμα πλήρωσης.

KN7



α1.



α2.



β.

Εικόνα 66: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN7 α1, α2) από στερεοσκόπιο- κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 5: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN7.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος καφέ και σημειακά μπεζ
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή
Αδρανή	Χρώματος λευκού, γκρι, ώχρα, καφέ, μπεζ, κίτρινου και έντονη παρουσία φυτικών ινών(dino lite) <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - very angular Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, low sphericity - angular Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή κίτρινου χρώματος, low sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μπεζ, έως 5,70 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,90 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,30 mm
Κονία	Λεπτόκοκκο εδαφικό υλικό
Εγκλωβισμένα υλικά	Κατά σημεία ανάπτυξη φυτικών ινών
Παρατηρήσεις	Από την παρατήρηση των αδρανών καταλαβαίνουμε ότι πρόκειται για κονίαμα αργολιθοδομής

KN8



α1.



α2.



β1.



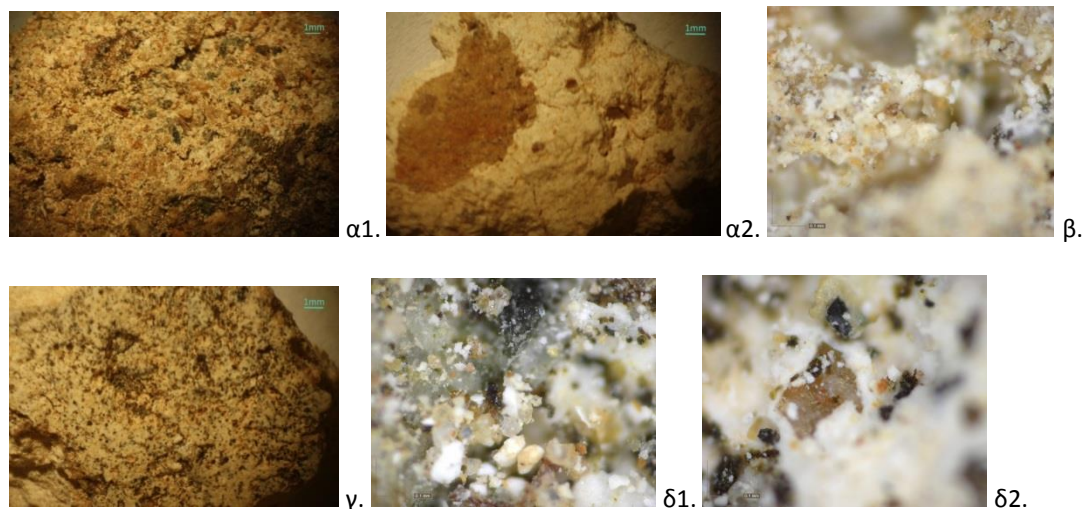
β2.

Εικόνα 67: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN8 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 6: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN8.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος λευκού με μπεζ αποχρώσεις.
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή. Παρουσία μαύρων στιγμάτων λόγω βιολογικής φθοράς.
Αδρανή	Χρώματος λευκού, ώχρας, μαύρο και έντονη παρουσία φυτικών ινών (Dino Lite) <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή ώχρα χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος ώχρα, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,60 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,80 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Κατά σημεία ανάπτυξη ινών
Παρατηρήσεις	Παρατηρούνται ρωγμές στο κονίαμα δομής και κενά

KN11



Εικόνα 68: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN11 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα

Πίνακας 7: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ11.

Χρώμα	Το κονίαμα δομής είναι μπεζ με καφέ χρωματισμούς ενώ το επίχρισμα είναι μπεζ με γκρι χρωματισμούς
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή. Επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων (Dino Lite)
Αδρανή	Αδρανή χρώματος μαύρο, καφέ, ώχρα, λευκό, μπεζ <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, low sphericity - angular Αδρανή καφέ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - sub rounded Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,20 mm αδρανή χρώματος ώχρα, έως 1,10 mm αδρανή χρώματος λευκό έως 0,50 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 1,00 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Γρόμποι καφέ χρώματος (lumps) από στερεοσκόπιο έως 10mm.
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα με ρωγμές

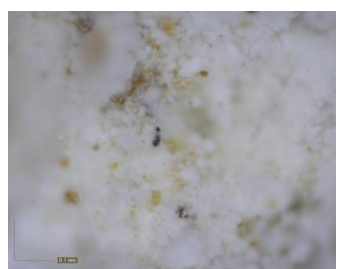
ΚΝ12



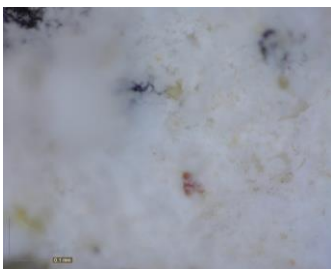
α1.



α2.



β1.



β2.

Εικόνα 69: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ12 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 8: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ12.

Χρώμα	Λευκό κονίαμα με μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή. Επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων (Dino Lite)
Αδρανή	Αδρανή χρώματος μαύρο, καφέ, ώχρα, λευκό, μπεζ <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, low sphericity - angular Αδρανή καφέ χρώματος, low sphericity - subangular Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - sub rounded Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,60 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,50 mm αδρανή χρώματος ώχρα, έως 1,20 mm αδρανή χρώματος λευκό έως 0,40 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 1,20 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Εγκλείσματα καφέ χρώματος (lumps) από στερεοσκόπιο έως 5,5 mm.
Παρατηρήσεις	Πολύ ισχυρή συνάφεια κονιάματος δομής με λιθόσωμα.

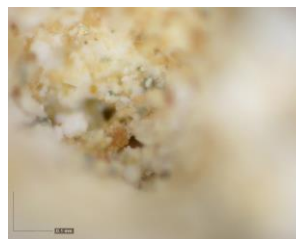
ΚΝ14



α.



β1.



β2.

Εικόνα 70: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ14 α) από στερεοσκόπιο- κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο-κονίαμα δομής

Πίνακας 9: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ14.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος ελαφρύ μπεζ και λευκού και σημειακά καφέ χρώματος
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή με επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων (Dino Lite)
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, μπεζ, πορτοκαλί, μαύρου <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, low sphericity - very angular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - sub rounded Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 2,00 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 0,50 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	-
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

ΚΝ15



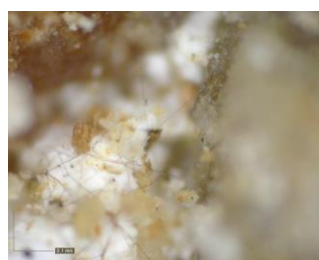
α.



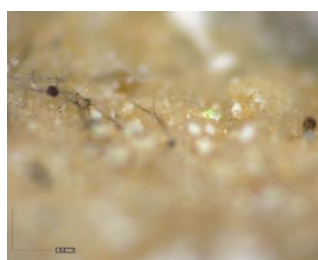
β1.



β2.



β3.



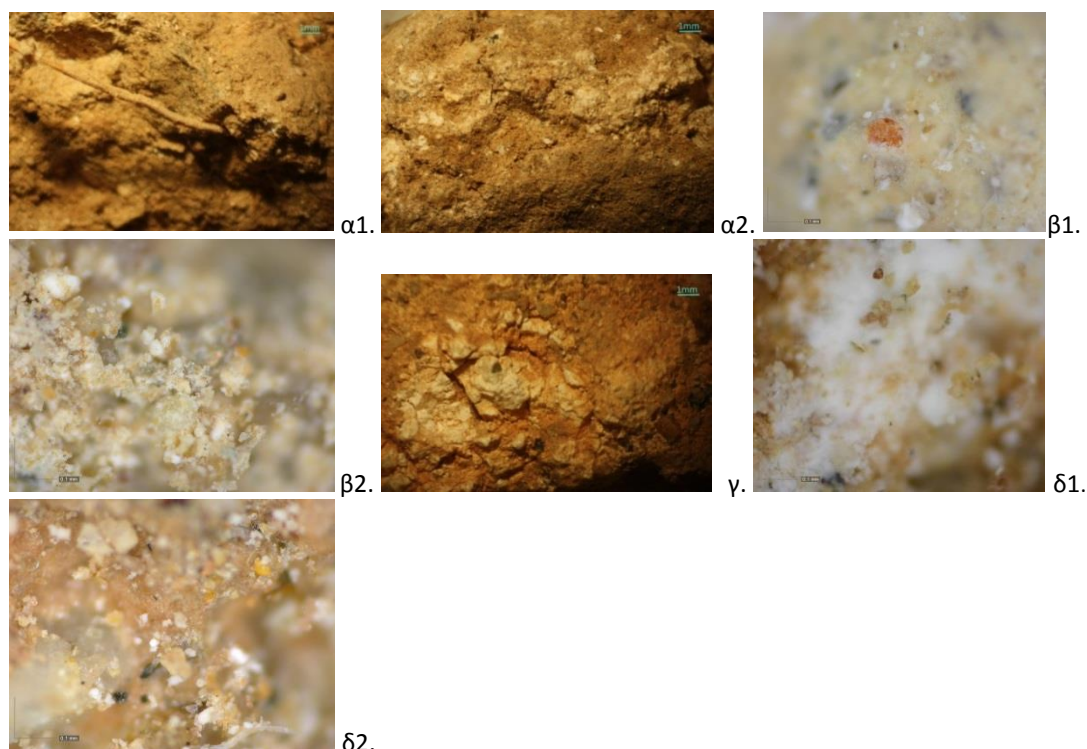
β4.

Εικόνα 71: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ15 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2, β3, β4) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 10: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ15.

Χρώμα	Κονίαμα δόμησης χρώματος λευκού με μπεζ αποχρώσεις και σημειακά καφέ
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή. Επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων (Dino Lite)
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, μπεζ, μαύρο, λευκό και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - sub rounded Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 2,30 mm αδρανή χρώματος λευκού έως 0,70 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα, παρατηρούνται αρκετές οπές.

ΚΝ16



Εικόνα 72: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ16 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με ατμόσφαιρα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής σε συνάφεια με ατμόσφαιρα

Πίνακας 11: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ16.

Χρώμα	Μαύρο με λευκά συσσωματώματα και σημειακά μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία δομή και συνεκτική δομή.
Αδρανή	Χρωμάτων μπεζ, καφέ, λευκό, μαύρο, κίτρινο, πορτοκαλί <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή κίτρινο χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - rounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,60 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 0,90 mm αδρανή χρώματος λευκού έως 0,80 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,20 mm
Κονία	Λεπτόκοκκο εδαφικό υλικό και ασβέστης.
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία κλαδιών έως 13,70 mm Εγκλείσματα λευκού χρώματος (lumps) από στερεοσκόπιο.
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

ΚΝ17

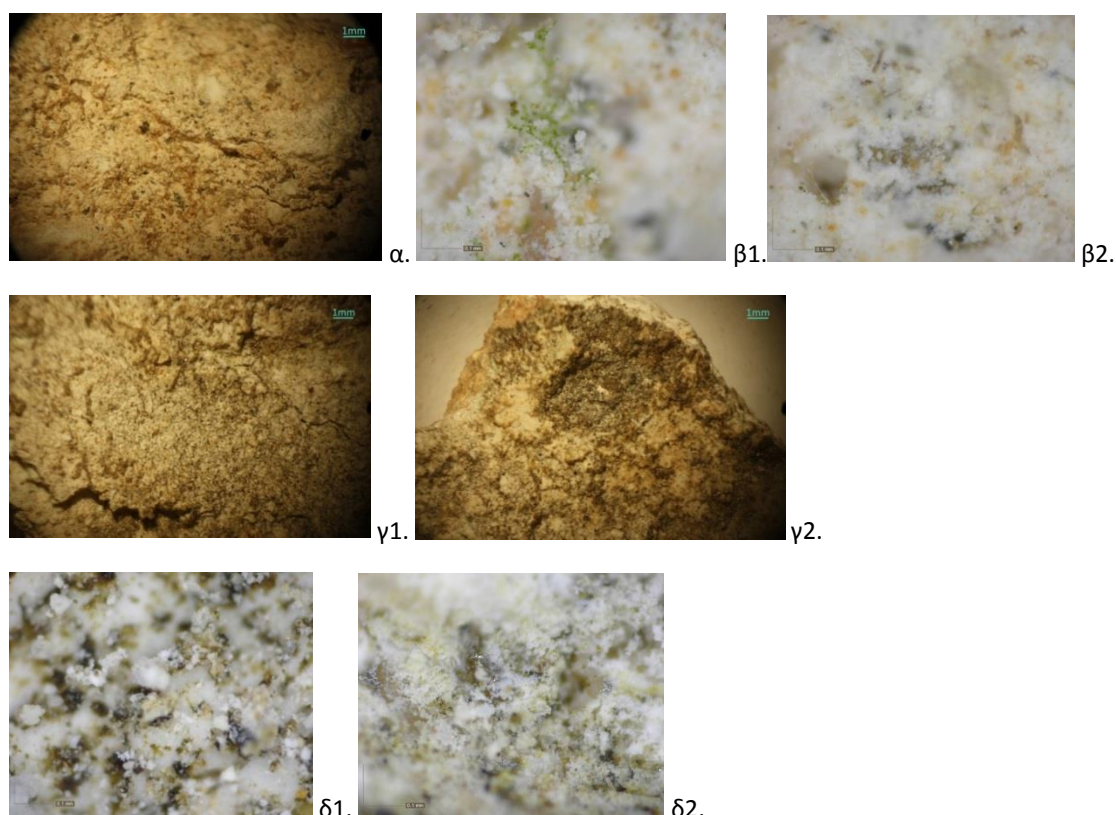


Εικόνα 73: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ17 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 12: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ17.

Χρώμα	Καφέ χρώματος με σημειακά μπλε αποχρώσεις.
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή.
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, γκρι, λευκό, μαύρο, όχρα <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή όχρα χρώματος, high sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,20 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 0,20 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,15 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος όχρα, έως 0,50 mm
Κονία	Λεπτόκοκκο εδαφικό υλικό.
Εγκλωβισμένα υλικά	-
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα.

ΚΝ18

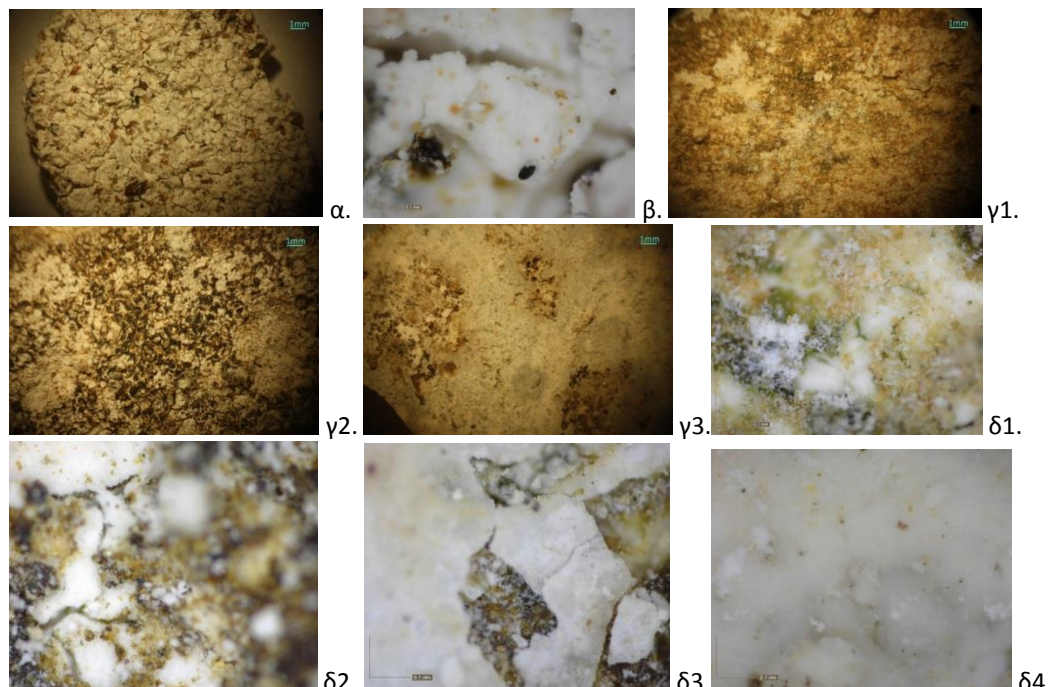


Εικόνα 74: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ18 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.

Πίνακας 13: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN18.

Χρώμα	Κονίαμα επιχρίσματος είναι σκούρο γκρι με μπεζ αποχρώσεις ενώ το κονίαμα δόμησης λευκό με ελαφρύ γκρι χρωματισμούς.
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων – μαύρα στίγματα
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, γκρι, λευκό, μαύρο, ώχρα και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 0,80 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 0,40 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,80 mm αδρανή χρώματος ώχρα, έως 0,30 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών και λευκών συσσωματωμάτων. Μαύρα στίγματα και βιολογικής φθοράς (patina - πράσινο χρώμα)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα Παρουσία ρωγμών στο κονίαμα επίχρισμα

KN19



Εικόνα 75: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN19 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2, γ3) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2, δ3, δ4) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.

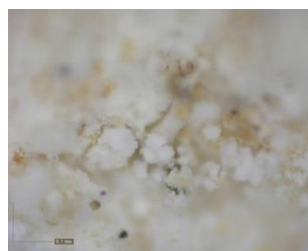
Πίνακας 14: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ19.

Χρώμα	Κονίαμα επιχρίσματος είναι σκούρο γκρι με λευκά συσσωματώματα ενώ το κονίαμα δόμησης λευκό με ελαφρύ μπεζ χρωματισμούς.
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή. Επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων – μαύρα στίγματα πράσινο χρώμα.
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ-κόκκινο, μπεζ, πορτοκαλί, ανοιχτό γκρι, μαύρο, κίτρινο και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ-κόκκινου χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, low sphericity - subangular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή ανοιχτού γκρι χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή κίτρινου χρώματος, high sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ-κόκκινου, έως 1,60 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 0,80 mm αδρανή χρώματος γκρι ανοιχτού, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,75 mm αδρανή χρώματος κίτρινου, έως 0,35 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών λευκού χρώματος
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα με πάρα πολλές ρωγμές.

ΚΝ21



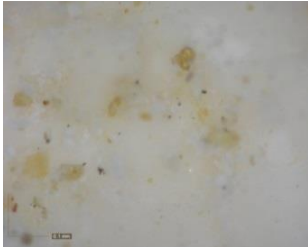
α.



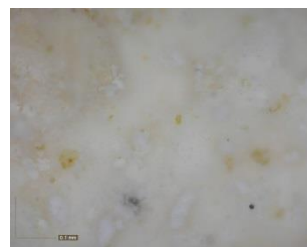
β.



γ.



δ1.



δ2.

Εικόνα 76: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ21 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επιχρίσμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επιχρίσμα.

Πίνακας 15: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN21.

Χρώμα	Κονίαμα επιχρίσματος είναι μπεζ με λευκούς χρωματισμούς ενώ το κονίαμα δόμησης είναι λευκό με μπεζ αποχρώσεις.
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή. Παρατηρείται αποκόλληση επιχρίσματος σημειακά.
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, μπεζ, γκρι, λευκό, μαύρο, πορτοκαλί, κόκκινο, κίτρινο και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή γκρι χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή κόκκινου χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή κίτρινου χρώματος, low sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,40 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 1,00mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί έως 0,90 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 0,90 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 1,70 mm αδρανή χρώματος κόκκινο έως 0,50 mm αδρανή χρώματος κίτρινου, έως 0,25 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία λευκών εγκλεισμάτων (lumps, Dino Lite)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα Παρουσία ρωγμών

KN22



α1.



α2.



β.

Εικόνα 77: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN22 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 16: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ22.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος μπεζ στις ζώνες διεπαφής με το λιθόσωμα ενώ εσωτερικά λευκό με γκρι και μπεζ χρωματισμούς
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή.
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, μπεζ, γκρι, λευκό, μαύρο, κόκκινο-καφέ, κίτρινο και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μπεζ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή γκρι χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή καφέ-κόκκινου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή κίτρινου χρώματος, high sphericity – angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 0,65 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 0,25 mm αδρανή χρώματος γκρι έως 1,60 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,55 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,30 mm αδρανή χρώματος καφέ-κόκκινου, έως 0,40 mm αδρανή χρώματος κίτρινου, έως 0,15 mm
Κονία	Ασβεσίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών (σε δύο διαφορετικά μεγέθη) σκούρο καφέ χρώματος τόσο διάσπαρτες αλλά και σε σημεία συσσώρευση ινών - πιθανώς κακή ανάμειξη Παρουσία γρόμπων λευκού χρώματος (lumps)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

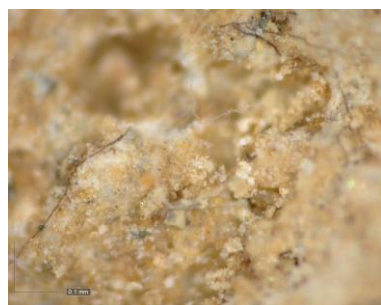
ΚΝ23



α1.



α2.



β1.



β2.

Εικόνα 78: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ23 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 17: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN23.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος καφέ σκούρου με σημειακά μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, μπεζ, γκρι, λευκό, μαύρο, πορτοκαλί, ώχρα και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity – subangular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή λευκό χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subrounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 0,80 mm αδρανή χρώματος γκρι έως 0,70 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 0,60 mm
Κονία	Λεπτόκοκκο εδαφικό υλικό.
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία ινών (σε δύο διαφορετικά μεγέθη) σκούρου καφέ χρώματος έως 10,50 mm και λευκού Ακόμη παρατηρείται κλαδί, το οποίο δεν γνωρίζουμε αν είχε χρησιμοποιηθεί ως αδρανή ή προκύπτει από επικαθήσεις.
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

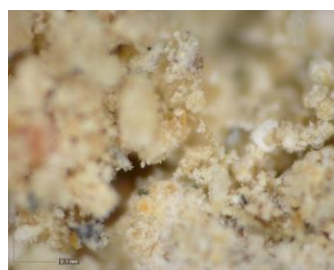
KN25



α1.



α2.



β1.



β2.

Εικόνα 79: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN25 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 18: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN25.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος ανοιχτού καφέ με μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή. Παρουσία οπών στην επιφάνεια.
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ, μπεζ, γκρι, λευκό, μαύρο, πορτοκαλί, ώχρα και παρουσία φυτικών ινών. <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή λευκό χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 0,40mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 0,80 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,80 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 0,20 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών χρώματος σκούρου καφέ.
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα με παρουσία πολλών οπών έως 3 mm.

KN27



α1.



α2.



β1.



β2.

Εικόνα 80: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN27 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 19: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN27.

Χρώμα	Κονίαμα δομής ανοιχτού καφέ χρώματος και στα σημεία που έχει αποκολληθεί το κονίαμα είναι ανοιχτό γκρι με λευκά και καφέ - κόκκινα συσσωματώματα
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή με έντονες βιολογικές επικαθήσεις-χρώμα πράσινο
Αδρανή	Αδρανή χρωμάτων καφέ-κόκκινο, μπεζ, γκρι, λευκό, μαύρο, πορτοκαλί, ώχρα και παρουσία φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ-κόκκινου χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, low sphericity - rounded Αδρανή γκρι χρώματος, low sphericity - sub rounded Αδρανή λευκού χρώματος, low sphericity - sub rounded Αδρανή μαύρου χρώματος, low sphericity - subangular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή ώχρας χρώματος, low sphericity - rounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ- κόκκινου, έως 1,40 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,30 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος μαύρου, έως 2,10 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 1,20 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία λευκών και καφέ-κόκκινων εγκλεισμάτων (lumps)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

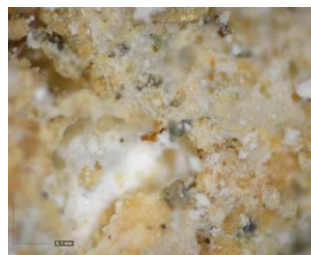
KN28



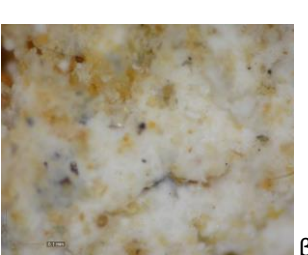
α1.



α2.



β1.



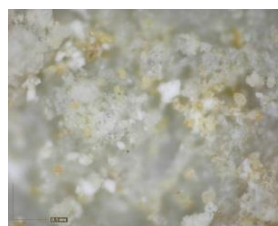
β2.



γ.



δ1.



δ2.

Εικόνα 81: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN28 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επιχρίσμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.

Πίνακας 20: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN28.

Χρώμα	Το κονίαμα επιχρίσματος είναι χρώματος μπεζ με γκρι χρωματισμούς σημειακά και λευκά συσσωματώματα ενώ το κονίαμα δομής είναι μπεζ με ανοιχτό γκρι χρωματισμούς και σημειακά σκούρες ζώνες καφέ χρωματισμών
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων – μαύρα στίγματα - πράσινο χρώμα
Αδρανή	Χρώματος καφέ, μπεζ, ώχρα, μαύρο, λευκά, γκρι <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μαύρου χρώματος, low sphericity - rounded Αδρανή λευκού χρώματος, low sphericity - sub rounded Αδρανή γκρι χρώματος, low sphericity - sub rounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 1,50 mm αδρανή χρώματος ώχρα, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος μαύρο, έως 1,45 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 0,90 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία καφέ εγκλείσματος (lumps)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

KN29



α.



β.

Εικόνα 82: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN29 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 21: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN29.

Χρώμα	Χρώματος καφέ με αποχρώσεις μπεζ
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή
Αδρανή	Χρώματος μπεζ, γκρι, καφέ <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή γκρι χρώματος, low sphericity -rounded Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity – rounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος γκρι, έως 7,20 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 5,30 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,60 mm
Κονία	Λεπτόκοκκο εδαφικό υλικό.
Εγκλωβισμένα υλικά	-
Παρατηρήσεις	Γενικά λεπτόκοκκο κονίαμα αλλά με μεγάλα αδρανή.

KN30



α1.



α2.



β.



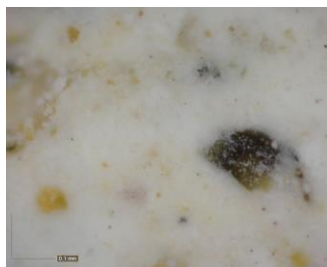
γ1.



γ2.



δ1.



δ2.



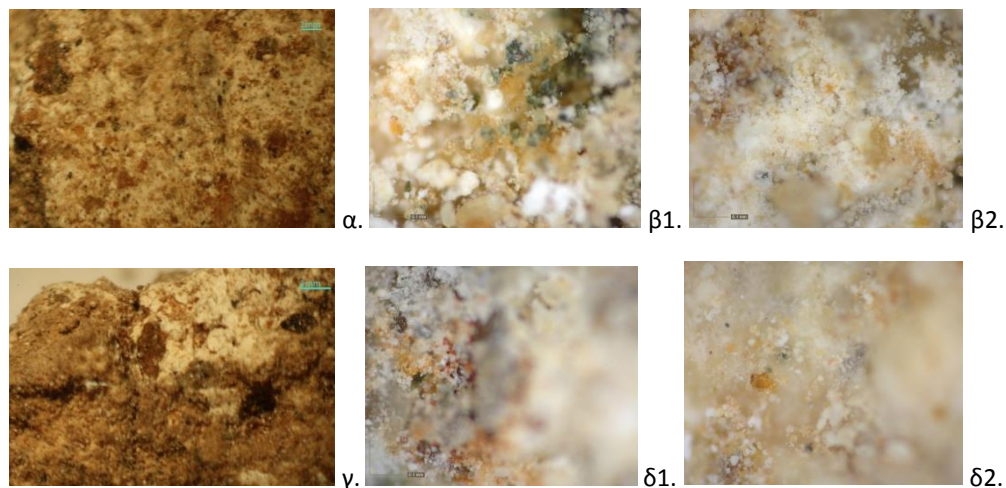
δ3.

Εικόνα 83: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN30 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2, δ3) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.

Πίνακας 22: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN30.

Χρώμα	Το κονίαμα επιχρίσματος είναι λευκό με μπεζ χρωματισμούς ενώ το κονίαμα δόμησης είναι μπεζ
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή με αποκόλληση επιχρίσματος εξωτερικά Ακόμη παρατηρούνται ρωγμές στο κονίαμα δομής
Αδρανή	Χρωμάτων μαύρου, κόκκινο-καφέ, γκρι, ώχρα, μπεζ, πορτοκαλί, λευκού <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή κόκκινου-καφέ χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή λευκό χρώματος, high sphericity - rounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρο, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 6,20 mm αδρανή χρώματος ώχρα, έως 0,35 mm αδρανή χρώματος καφέ-κόκκινο, έως 0,90 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 0,50 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών, κλαδί χρώματος μπεζ έως 13,30 mm Και άχυρου χρώματος μπεζ έως 11 mm
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

KN31



Εικόνα 84: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN31 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής σε επαφή με περιβάλλον, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - σε επαφή με περιβάλλον, γ) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 23: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN31.

Χρώμα	Το κονίαμα επιχρίσματος είναι μπεζ με γκρι χρωματισμούς και πληθώρα καφέ-κόκκινων αδρανών ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με μπεζ αποχρώσεις και καφέ συσσωματώματα
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων – μαύρα στίγματα και πράσινες περιοχές βιολογικής πάτινας
Αδρανή	Χρωμάτων μαύρου, καφέ, γκρι, ώχρα, μπεζ, πορτοκαλί, λευκού, κόκκινο <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή γκρι χρώματος, low sphericity - angular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, low sphericity - subangular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή κόκκινο χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρο, έως 1,50 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 2,50 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 0,60 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,20 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 0,80 mm αδρανή χρώματος κόκκινο, έως 2,00 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 0,50 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία καφέ και λευκών γρόμπων στο κονίαμα δομής (lumps)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

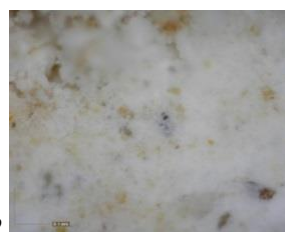
KN32



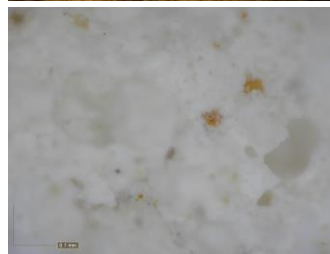
α1.



α2.



β1.



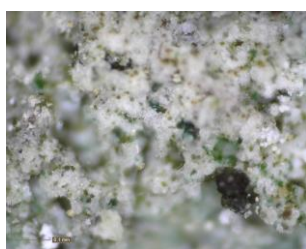
β2.



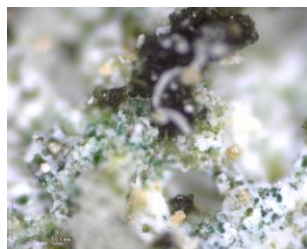
γ1.



γ2.



δ1.



δ2.

Εικόνα 85: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ32 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ1, γ2) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.

Πίνακας 24: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ32.

Χρώμα	Το κονίαμα επίχρισματος είναι σκούρο γκρι με βαθύ πράσινο λόγω της έντονης βιολογικής φθοράς ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή. επιφανειακή στρώση βιολογικών επικαθήσεων – μαύρα στίγματα και πράσινες περιοχές βιολογικής πάτινας - κρούστας
Αδρανή	Χρωμάτων μαύρου, γκρι, όχρα, μπεζ, πορτοκαλί, λευκού, κόκκινο-καφέ και φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή καφέ-κόκκινου χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή όχρα χρώματος, high sphericity - rounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος γκρι, έως 2,50 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 0,60 mm αδρανή χρώματος καφέ-κόκκινο, έως 1,70 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 1,00 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 0,50 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών χρώματος λευκού και μπεζ Παρουσία λευκών εγκλεισμάτων στο κονίαμα δομής και στο κονίαμα επίχρισματος (lumps)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα Εκτεταμένη βιολογική φθορά

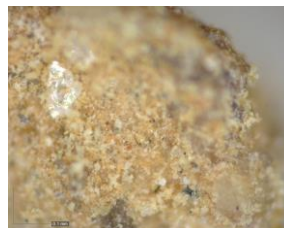
ΚΝ33



α.



β1.



β2.

Εικόνα 86: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN33 α) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 25: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN33.

Χρώμα	Χρώματος ανοιχτού καφέ με μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή
Αδρανή	Χρωμάτων μαύρου, γκρι, ώχρα, μπεζ, λευκού, κόκκινο-καφέ και φυτικών ινών <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή γκρι χρώματος, low sphericity - rounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή καφέ-κόκκινου χρώματος, high sphericity - subrounded
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μπεζ, έως 13,00 mm
Κονία	Λεπτόκοκκο εδαφικό υλικό
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών χρώματος ανοιχτού καφέ
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα με μεγάλα αδρανή

KN34



Εικόνα 87: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN34 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 26: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ34.

Χρώμα	Κονίαμα χρώματος μπεζ με καφέ-κόκκινες αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή
Αδρανή	Χρωμάτων μαύρου, γκρι, ώχρα, μπεζ, λευκού, καφέ <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή λευκό χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,20 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 1,10 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,15 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία καφέ-κόκκινου γρόμπου στο κονίαμα δομής διαστάσεων 4,50–4,30 mm, λευκού χρώματος (lumps)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

ΚΝ35



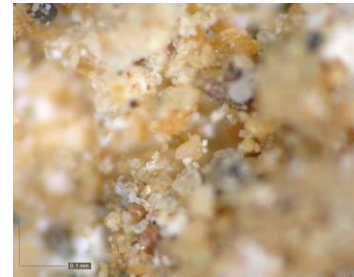
α1.



α2.



β1.



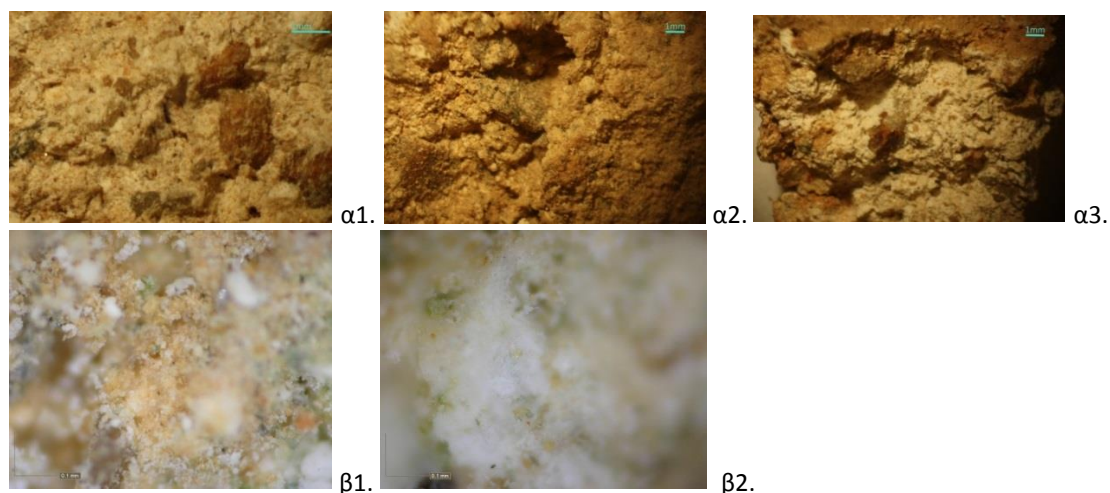
β2.

Εικόνα 88: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ35 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 27: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN35.

Χρώμα	Το κονίαμα στη ζώνη διεπαφής με την ατμόσφαιρα είναι μπεζ με καφέ αποχρώσεις ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή
Αδρανή	Χρώματος μαύρου, γκρι, μπεζ, κόκκινο-καφέ, καφέ, ώχρα, λευκού, πορτοκαλί <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή καφέ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή κόκκινο-καφέ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, high sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 0,50 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,20 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 1,10 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,15 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία λευκών γρόμπων στο κονίαμα δομής (lumps)
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα.

KN36



Εικόνα 89: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN36 α1, α2, α3) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 28: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ36.

Χρώμα	Κονίαμα δομής χρώματος μπεζ με καφέ χρωματισμούς.
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή, παρατηρούνται τρύπες έως 3,70 mm σ' όλη την επιφάνεια του κονιάματος και ρωγμές Παρουσία βιολογικών επικαθήσεων σημειακά – πράσινο χρώμα
Αδρανή	Χρώματος μαύρου, γκρι, μπεζ, κόκκινο-καφέ, καφέ, ώχρα, λευκού <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρου χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή κόκκινο-καφέ χρώματος, low sphericity - subrounded Αδρανή καφέ χρώματος, low sphericity - rounded Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 1,60 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 4,00 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 0,90 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 2,50 mm αδρανή χρώματος κόκκινο-καφέ, έως 1,70 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 2,00 mm
Κονία	ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	-
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα με κάποια μεγάλα αδρανή

ΚΝ37



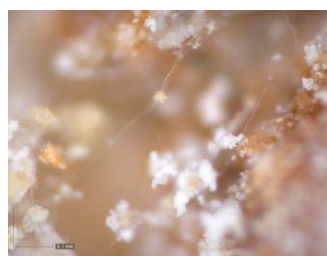
α1.



α2.



α3.



β1.



β2.

Εικόνα 90: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ37 α1, α2, α3) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής.

Πίνακας 29: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος ΚΝ37.

Χρώμα	Το κονίαμα στη ζώνη διεπαφής με την ατμόσφαιρα είναι λευκό με μπεζ και σκούρες γκρι αποχρώσεις ενώ το κονίαμα δομής είναι μπεζ με ανοιχτό γκρι αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και μη συνεκτική δομή, με μικρές οπές στην επιφάνεια Παρουσία βιολογική φθοράς με την εμφάνιση κρούστας στην ζώνη διεπαφής με την ατμόσφαιρα
Αδρανή	Χρώματος γκρι, μπεζ, κόκκινο-καφέ, καφέ, ώχρα, λευκού και φυτικές ίνες <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή κόκκινο-καφέ χρώματος, low sphericity - subangular Αδρανή καφέ χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - subangular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος γκρι, έως 4,10 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 0,90 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 1,70 mm αδρανή χρώματος κόκκινο-καφέ, έως 0,70 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 1,70 mm
Κονία	Ασβεστίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία λευκού γρόμπου στο κονίαμα δομής διαστάσεων 3,00 mm (lumps) Παρουσία φυτικών ινών λευκού χρώματος (Dino Lite).
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα με κάποιες οπές

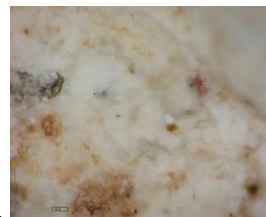
ΚΝ38



α1.



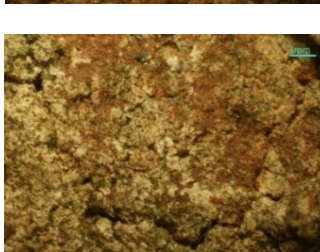
α2.



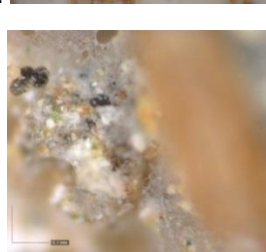
β1.



β2.



γ.



δ1.



δ2.



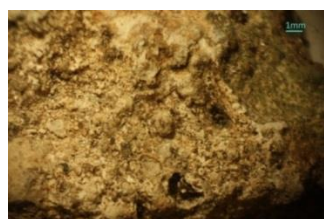
δ3.

Εικόνα 91: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN38 α1, α2) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής, γ) από στερεοσκόπιο - επίχρισμα, δ1, δ2, δ3) από ψηφιακό μικροσκόπιο - επίχρισμα.

Πίνακας 30: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN38.

Χρώμα	Το κονίαμα στη ζώνη διεπαφής με την ατμόσφαιρα είναι ανοιχτό γκρι με μπεζ αποχρώσεις ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με σημειακά μπεζ αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή με ρωγμές στο υπόστρωμα διεπαφής με την ατμόσφαιρα. Παρουσία βιολογική φθοράς με την εμφάνιση κρούστας στην ζώνη διεπαφής με την ατμόσφαιρα - έντονου πράσινου χρώματος καθώς και εμφάνιση μαύρων στιγμάτων
Αδρανή	Χρώματος μαύρο, γκρι, μπεζ, ώχρα, λευκού, πορτοκαλί και φυτικές ίνες <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρο χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μπεζ χρώματος, high sphericity - angular Αδρανή πορτοκαλί χρώματος, low sphericity - subangular Αδρανή ώχρα χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 1,20 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,40 mm αδρανή χρώματος μπεζ, έως 2,40 mm αδρανή χρώματος λευκό, έως 2,00 mm αδρανή χρώματος πορτοκαλί, έως 1,40 mm
Κονία	Ασβέστης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία φυτικών ινών λευκού και ανοιχτού καφέ χρώματος (Dino Lite). Λευκές ίνες παραπέμπουν σε πλέγμα από ιστό αράχνης.
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

KN39



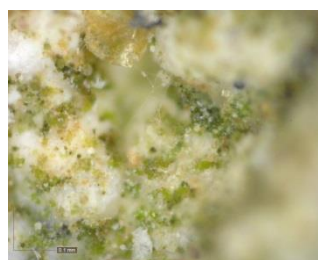
α1.



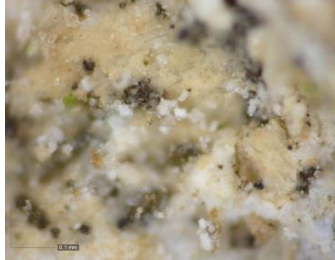
α2.



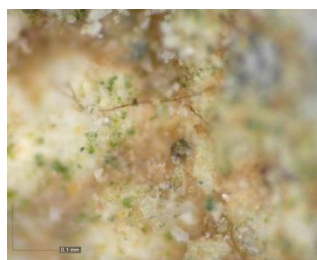
α3.



β1.



β2.



β3.

Εικόνα 92: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN39 α1, α2, α3) από στερεοσκόπιο - κονίαμα δομής, β1, β2, β3) από ψηφιακό μικροσκόπιο - κονίαμα δομής

Πίνακας 31: Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του δείγματος KN39.

Χρώμα	Το κονίαμα στη ζώνη διεπαφής με την ατμόσφαιρα είναι ανοιχτό μπλε με σημειακά καφέ αποχρώσεις ενώ το κονίαμα δομής είναι λευκό με σημειακά μπλε αποχρώσεις
Στρωματογραφία	Ενιαία και συνεκτική δομή στο υπόστρωμα διεπαφής με την ατμόσφαιρα – κονίαμα σε άμεση επαφή με βρόχινο νερό με αρκετές οπές έως 2 mm. Παρουσία βιολογική φθοράς με την εμφάνιση κρούστας στην ζώνη διεπαφής με την ατμόσφαιρα - έντονου πράσινου χρώματος
Αδρανή	Χρώματος μαύρο, γκρι, μπλε, όχρα, καφέ, λευκού, κόκκινο και φυτικές ίνες <u>Rounding and sphericity</u> Αδρανή μαύρο χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή μπλε χρώματος, high sphericity - subrounded Αδρανή γκρι χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή λευκού χρώματος, high sphericity - subangular Αδρανή κόκκινου χρώματος, high sphericity - rounded Αδρανή όχρα χρώματος, high sphericity - angular
Κοκκομετρία αδρανών	αδρανή χρώματος μαύρου, έως 1,10 mm αδρανή χρώματος γκρι, έως 1,90 mm αδρανή χρώματος μπλε, έως 0,75 mm αδρανή χρώματος λευκού, έως 1,50 mm αδρανή χρώματος κόκκινου, έως 0,40 mm αδρανή χρώματος καφέ, έως 2,00 mm αδρανή χρώματος όχρα, έως 0,50 mm
Κονία	Ασβεσίτης
Εγκλωβισμένα υλικά	Παρουσία λευκού γρόμπου διαστάσεων 7 mm και μπλε γρόμπου διαστάσεων 5,50 mm στο κονίαμα δομής Παρουσία φυτικών ινών λευκού, μπλε και καφέ χρώματος (Dino Lite).
Παρατηρήσεις	Λεπτόκοκκο κονίαμα

4.2.2 Κοκκομετρική διαβάθμιση κονιαμάτων

Η κοκκομετρική κατανομή ενός κονιάματος είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του. Από την κοκκομετρική ανάλυση γνωρίζουμε τις διαστάσεις των κόκκων των αδρανών ενός κονιάματος και πώς κατανέμονται στην κοκκομετρική καμπύλη.

Ακόμη ένα χρήσιμο στοιχείο που εξάγουμε από την κοκκομετρική ανάλυση είναι η αναλογία κονίας/αδρανών, για τη μελέτη των τεχνολογικών χαρακτηριστικών του κονιάματος⁹. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό ενός κονιάματος είναι οι ακόλουθες:

- ο προσδιορισμός της μέσω μικροσκοπικών τεχνικών δια μέσου της σχηματικής ανάλυσης, η οποία απαιτεί την προετοιμασία του κονιάματος σε λεπτές και στιλπνές τομές,

⁹ Μπακόλας Α., *Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων*, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2002, σ.52





































- ο διαχωρισμός του κονιάματος με κύκλους παγετού, η οποία βασίζεται στην αύξηση του όγκου που υφίσταται το νερό που βρίσκεται στους πόρους ενός κονιάματος όταν αυτό ψύχεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (-20°C), με αυτή τη μέθοδο υπάρχει κίνδυνος αλλοίωσης της κοκκομετρικής κατανομής εάν υπάρχουν πορώδη αδρανή,
- ο διαχωρισμός του κονιάματος με ισχυρή ψυκτική καταπόνηση, η οποία βασίζεται στην εμφάνιση του κονιάματος σε υγρό άζωτο, αφού πρώτα έχει βυθιστεί στο νερό. Το δείγμα μέσω της βίαιης ψύξης, διαχωρίζεται, αλλά είναι χρονοβόρα καθώς απαιτούνται τουλάχιστον 7 κύκλοι για το διαχωρισμό του κονιάματος και ακόμη,
- η εμφάνιση μέσα στο νερό προκαλεί απώλεια των διαλυτών αλάτων και μέρους της κονιάς, αν αυτή παρουσιάζει διαλυτότητα στο νερό.
- Τέλος, υπάρχει και ο χειρωνακτικός διαχωρισμός εν ξηρώ. Σε αυτή την τεχνική το κονίαμα διαχωρίζεται χειρωνακτικά, αφού πρώτα τα δείγματα έχουν τοποθετηθεί στο φούρνο και έπειτα σε ξηραντήρα, ούτως ώστε να μην υπάρχει εγκλωβισμένη υγρασία. Το κονίαμα ζυγίζεται πριν ξεκινήσει η διαδικασία του κοσκινίσματος, και στη συνέχεια μπαίνει σε μια σειρά από κόσκινα προκειμένου να διαχωριστούν τα διάφορα κοκκομετρικά κλάσματα. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρήζει ιδιαίτερης προσοχής από τον χειριστή καθώς πρέπει να αποσπαστεί πλήρως η κονία από τα αδρανή. Σε αυτό το στάδιο γίνονται παρατήρηση από οπτικό μικροσκόπιο, προκειμένου να υπάρξει καλύτερος καθαρισμός των αδρανών. Είναι μια μέθοδος με χαμηλό κόστος εξοπλισμού και ο χρόνος κοσκινίσματος εξαρτάται από το δείγμα.

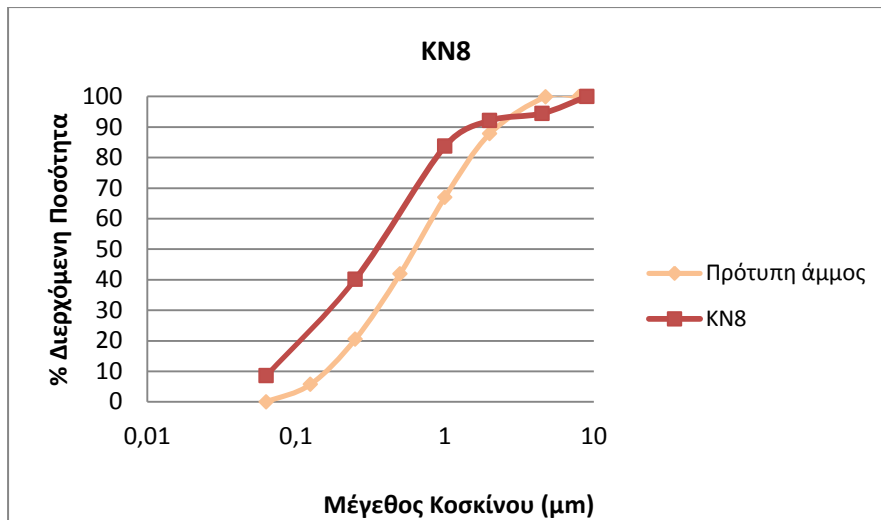


Εικόνα 93: α) Διαδικασία Κοκκομετρικής διαβάθμισης κονιαμάτων, β1, β2, β3) Διαδικασίας ζύγισης δείγματος των συγκρατούμενων αδρανών.

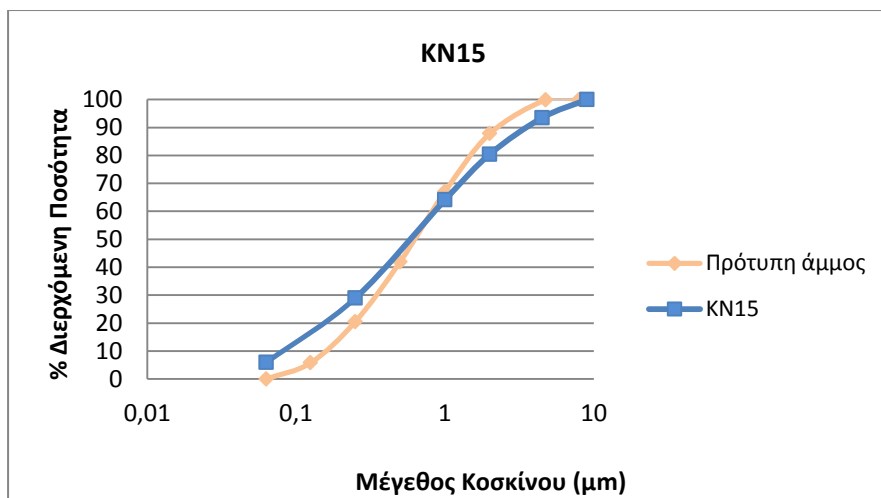
Στην παρούσα εργασία, εφαρμόστηκε η τελευταία μέθοδος χρησιμοποιώντας κόσκινα ISO 56, ανοίγματος οπών 9-4,5-2-1-0,25-0,063 μm . Η διερχόμενη ποσότητα από το τελευταίο κόσκινο θεωρείται ως κλάσμα που περιέχει την κονία του κονιάματος, το κλάσμα μπορεί να περιέχει είτε πολύ μικρή ποσότητα λεπτόκοκκων αδρανών, είτε πορώδη αδρανή τα οποία αν δεν αντιμετωπισθεί με ιδιαίτερη προσοχή η διαδικασία είναι εύκολο να τριφτούν. Στις Εικόνες 94-100, παρουσιάζονται οι κοκκομετρικές διαβαθμίσεις των κονιαμάτων KN8, KN15, KN34, KN36, KN38, σε σύγκριση με την καμπύλη της πρότυπης άμμου.

Πίνακας 32: Συγκρατώμενα Αδρανή όλων των κοσκίνων, των δειγμάτων KN8, KN15, KN34, KN36 και KN38.

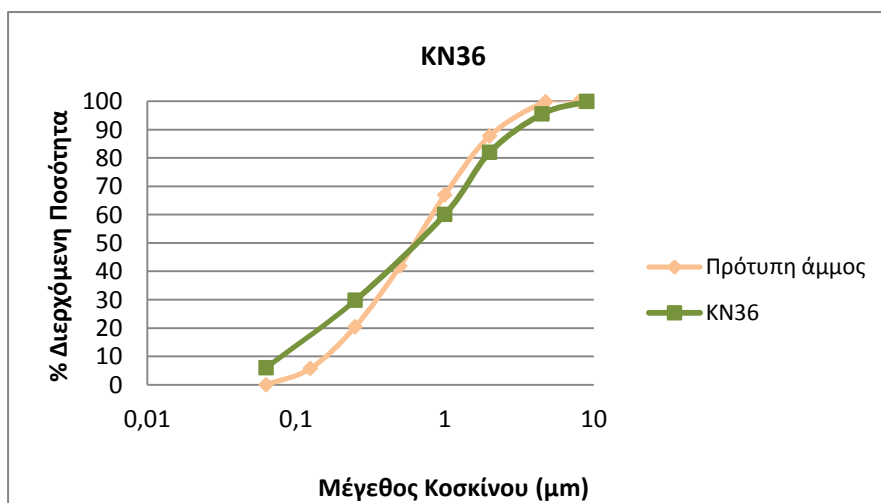
Όνομα	KN8	KN15	KN34	KN35	KN36	KN38
4.50 mm						
2.00 mm						
1.00 mm						
0.25 mm						
0.063 mm						
τυφλό						



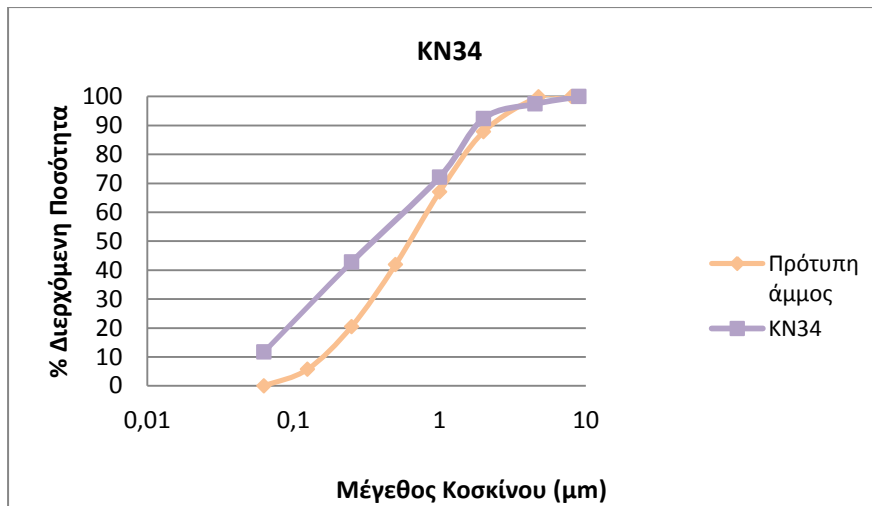
Εικόνα 94: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN8.



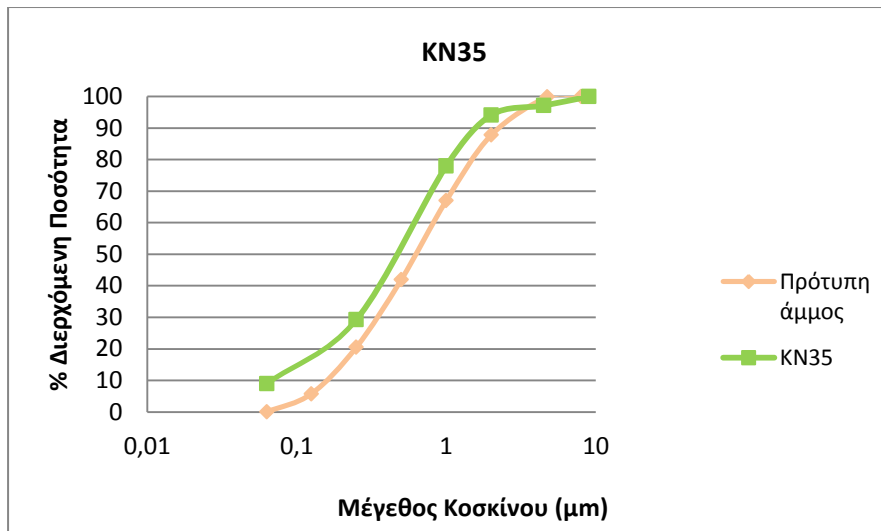
Εικόνα 95: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN15.



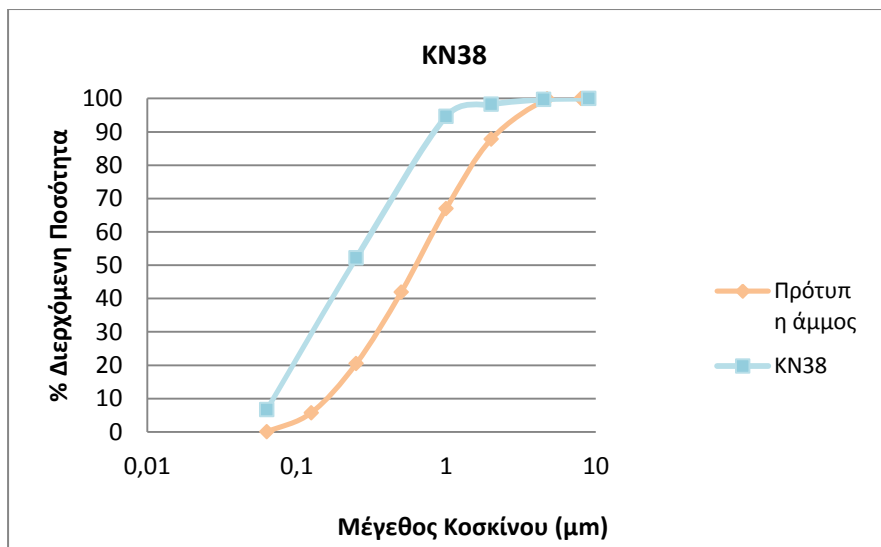
Εικόνα 96: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN36.



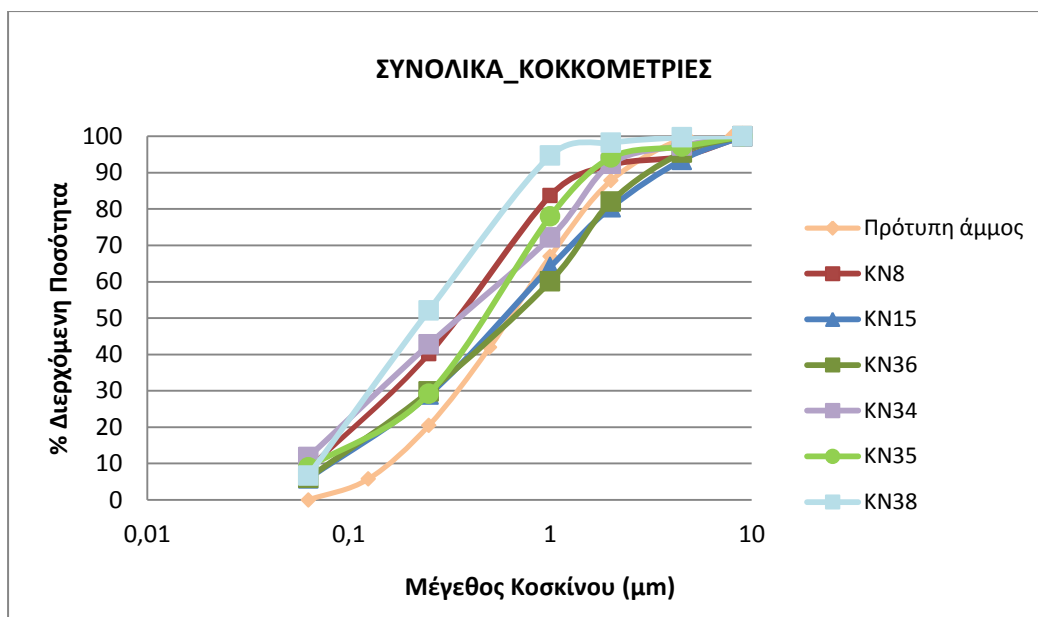
Εικόνα 97: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN34.



Εικόνα 98: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN35.



Εικόνα 99: Καμπύλη Κοκκομετρικής διαβάθμισης του κονιάματος KN38.



Εικόνα 100: Κοκκομετρικές καμπύλες διαβάθμισης των κονιαμάτων KN8, KN15, KN34, KN36 και KN38.

Τα κονιάματα που επιλέχθηκαν για την ανάλυση της κοκκομετρικής διαβάθμισης προέκυψαν από διαφορετικά σημεία δειγματοληψίας αλλά και από διαφορετικές μακροσκοπικές και μικροσκοπικές παρατηρήσεις προκειμένου να έχουμε μια εικόνα για την συνολική κοκκομετρία των δειγμάτων.

Όλα τα κονιάματα είχαν αρκετά καλή κοκκομετρική διαβάθμιση ώστε το περιεχόμενο τους σε αδρανή να συγκρίνεται με αυτό της πρότυπης άμμου (Εικόνα 107). Το κονίαμα KN8 έχει μεγάλη περιεκτικότητα κονίας (κλάσμα <0.25 mm). Τα μεγαλύτερα κλάσματα (>1 mm) υπάρχουν σε πολύ μικρά ποσοστά. Το δείγμα KN15 είναι ένα λεπτόκοκκο κονίαμα με κλάσματα (<1 mm) να αποτελούν το 80% του δείγματος.

Τα KN35 και το KN38 περιέχουν μεγάλη περιεκτικότητα κονίας (κλάσμα κλάσμα <0.25 mm). Τα μεγαλύτερα κλάσματα (>2 mm) σχεδόν απουσιάζουν από το KN38, ενώ στο KN35 υπάρχουν σε πολύ μικρό ποσοστό.

Τα δείγματα KN34 και KN36 παρουσιάζουν χαμηλή περιεκτικότητα σε κλάσματα (>4.5 mm), στο κλάσμα 2 mm το KN34 έχει 5% περιεκτικότητα, ενώ το KN36 έχει 13%. Σε κλάσματα <1 mm τα δείγματα παρουσιάζουν την ίδια περιεκτικότητα κονίας και αυτό καθιστά και τα δύο κονιάματα λεπτόκοκκα, διαπίστωση που είχε προηγηθεί από την μικροσκοπική ανάλυση.

4.3 Αποτελέσματα Χημικής και Ορυκτολογικής ανάλυσης δειγμάτων

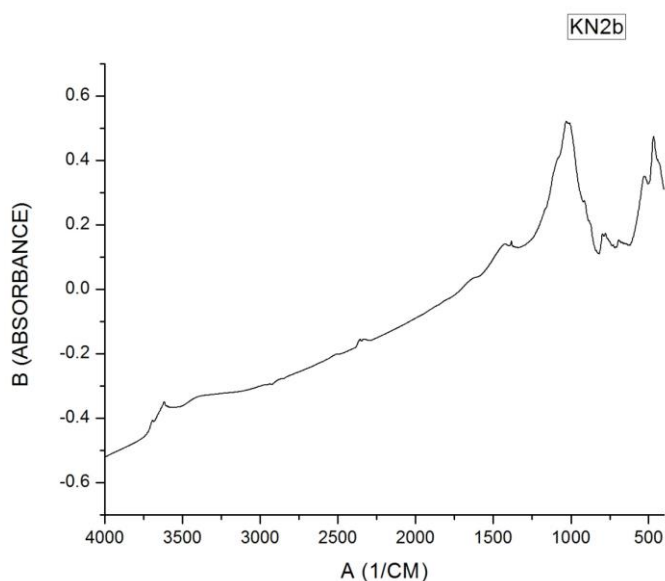
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης των δειγμάτων με FTIR, της ορυκτολογικής με XRD και της ποσοτικής ανάλυσης με XRF.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα φάσματα FTIR σε συνδυασμό με τα διαγράμματα XRD σε όσα δείγματα επιλέχθηκαν. Στην συνέχεια υποβοηθούμενη από αυτές τις αναλύσεις οργανώνονται διαγράμματα λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα από τις XRF αναλύσεις των δειγμάτων.

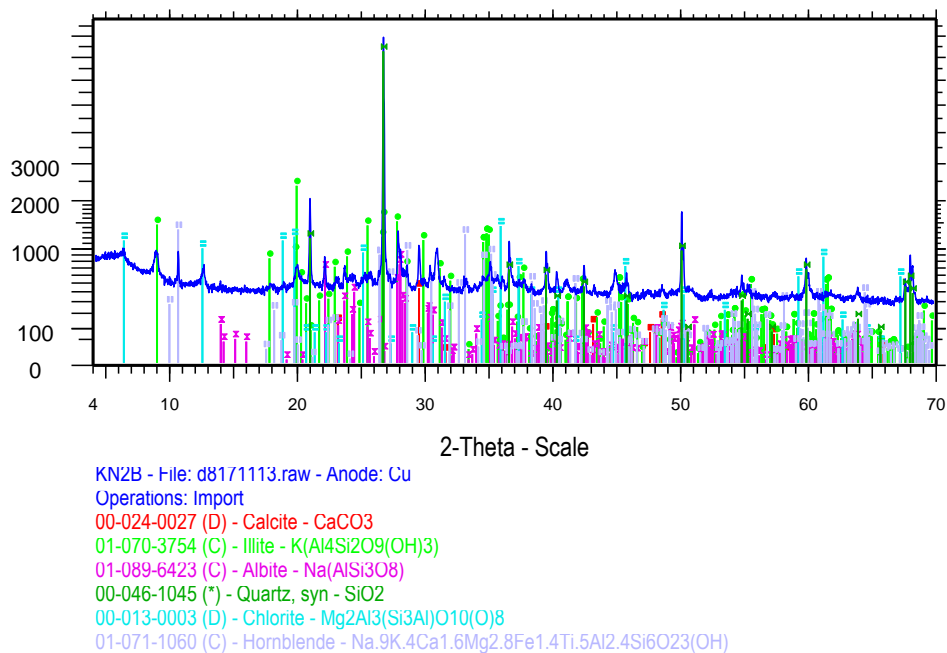
Όπως φαίνεται από την μελέτη των φασμάτων FTIR τα κονιάματα είναι κυρίως ασβεστιτικής φύσεως, με έντονη όμως την παρουσία αργιλοπυριτικών ενώσεων καθώς και την παρουσία γύψου σε κάποιο δείγμα. Ακόμη σε ορισμένα δείγματα εντοπίζονται υδραυλικές ενώσεις. Τα αποτελέσματα της ορυκτολογικής ανάλυσης επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα τις ποιοτικής ανάλυσης σε όλες τις περιπτώσεις και μέσω της εκατοστιαίας σύστασης συστατικών. Η ασβεστιτική φύση κάποιων δειγμάτων αποδίδεται στην παρουσία ασβεστίτη, είτε ως προϊόν συστατικό της κονιάς ή και των αδρανών.

Να υποσημειωθεί ότι όπου υπάρχει το -b-, (binder) μετά από το όνομα του δείγματος, πρόκειται για το κονίαμα δομής και όπου ακολουθεί το γράμμα -o-, (outside) υποδηλώνεται η μελέτη του εξωτερικού επιστρώματος του κονιάματος.

4.3.1 Αποτελέσματα Φασματοσκοπίας Υπερύθρου (FTIR) και Περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ (XRD) στα κονιάματα



Εικόνα 101: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN2b.



KN2B

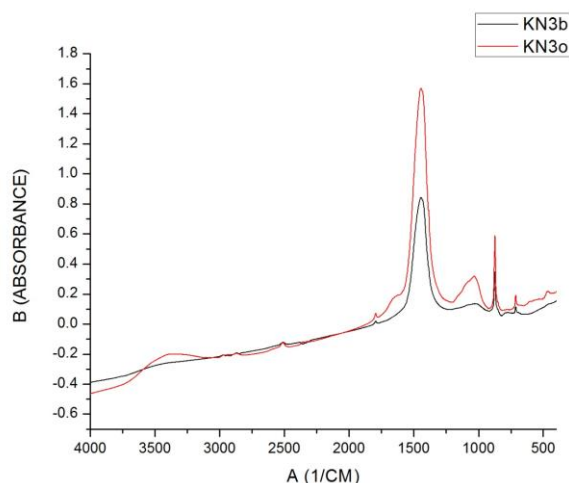
Εικόνα 102: Ανάλυση του δείγματος KN2B με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 33: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN2.

Actinolite	4.1 (± 0.69)
Calcite	3.5 (± 0.93)
Chlorite	16.6 (± 1.71)
Illite	29.0 (± 2.28)
Albite	14.2 (± 1.20)
Quartz	32.3 (± 1.44)

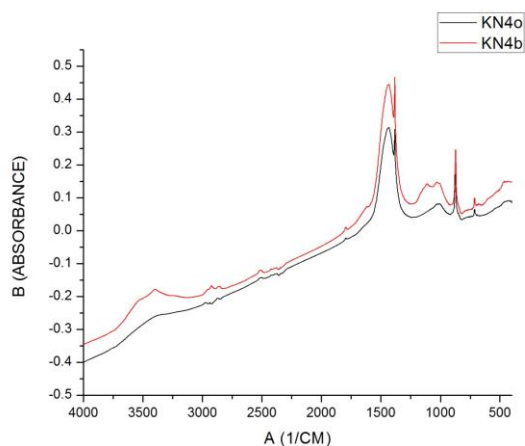
Στο KN2b οι κορυφές 3696, 1382, 1033, 770, 539 και 470 cm^{-1} αφορούν κορυφές που υποδηλώνουν αργιλοπυριτικές ενώσεις. Ακόμη εμφανίζονται οι κορυφές 876 και 797 cm^{-1} , οι οποίες αντιστοιχούν σε δολομίτη και χαλαζία αντίστοιχα.

Η περιθλασιμετρία ακτίνων Χ επιβεβαιώνει αυτές τις κορυφές. Πιο συγκεκριμένα τα ορυκτά που εμφανίζονται σε μεγαλύτερα ποσοστά είναι αργιλοπυριτικά όπως ο χλωρίτης, ο αλβίτης, ο ιλίτης, ο χαλαζίας και ο ακτινολίτης. Ο ασβεστίτης εντοπίζεται σε πολύ μικρό ποσοστό γ' αυτό και δεν εντοπίστηκε στο XRD.



Εικόνα 103: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN3.

Στο δείγμα KN3 τόσο στο κονίαμα δομής όσο και στο επίχρισμα παρατηρούνται οι ίδιες κορυφές με κάποιες διακυμάνσεις. Κυριαρχούν οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512 , 1791 , 1425 , 872 και 708 cm^{-1} στο KN3b και 2512 , 1793 , 1421 , 872 και 712 cm^{-1} στο KN3o αντίστοιχα. Ακόμη οι κορυφές 1014 στο KN3b και 1029 cm^{-1} στο KN3o παραπέμπουν σε ύπαρξη αργιλοπυριτικών στοιχείων.

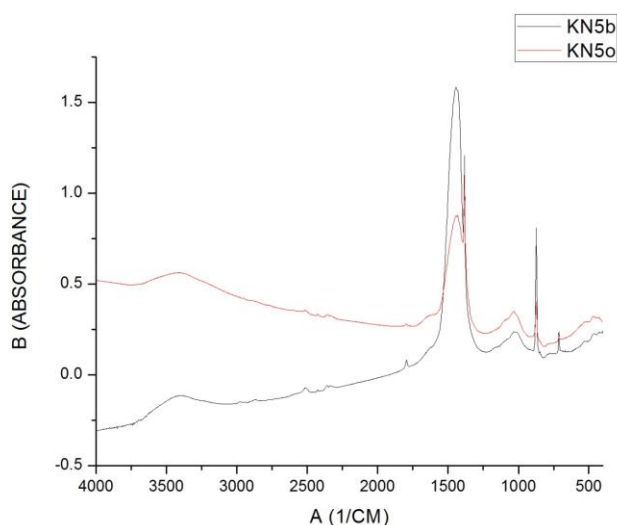


Εικόνα 104: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN4.

Στο δείγμα KN4 τόσο στο κονίαμα δομής όσο και στο επίχρισμα παρατηρούνται οι ίδιες κορυφές με κάποιες διαφορές. Στο KN4b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 1419 , 874 και 710 cm^{-1} , καθώς και οι κορυφές 1017 cm^{-1} και 1384 cm^{-1} που δηλώνουν αργιλοπυριτικές ενώσεις και KNO_3 .

Αντίστοιχα στο δείγμα KN4o παρατηρούνται οι κορυφές 2512 , 1793 , 1421 , 872 , 710 cm^{-1} υποδηλώνοντας ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, καθώς και οι κορυφές 1114 cm^{-1} , 1380 cm^{-1} που δηλώνουν αργιλοπυριτικές ενώσεις και νιτρικά άλατα (KNO_3).

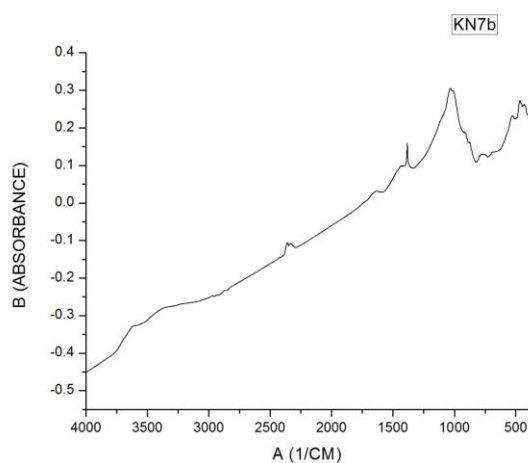
Ακόμη στο συγκεκριμένο επίχρισμα συναντώνται οι κορυφές 1025 cm^{-1} και 3432 cm^{-1} οι οποίες δηλώνουν την ύπαρξη υδραυλικών στοιχείων (pozzolana) και του νερού των υδραυλικών στοιχείων αντίστοιχα.



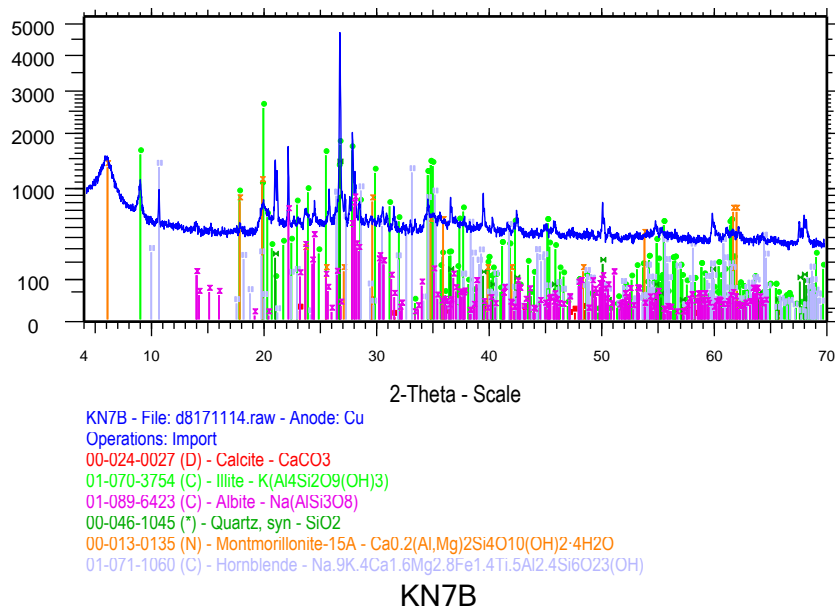
Εικόνα 105: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN5.

Στο δείγμα KN5b παρατηρούνται οι κορυφές 2512 , 1793 , 1419 , 872 , 712 cm^{-1} υποδηλώνοντας ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, καθώς και οι κορυφές 1031 cm^{-1} και 3412 cm^{-1} που δηλώνουν την ύπαρξη υδραυλικών στοιχείων (pozzolana) και του νερού των υδραυλικών στοιχείων αντίστοιχα. Ακόμη η κορυφή 1384 cm^{-1} παραπέμπει σε νιτρικά άλατα (KNO_3).

Παρότι το δείγμα KN5 αποτελεί κονίαμα δομής εξετάσθηκε και το εξωτερικό στρώμα του δείγματος KN5o, αφού στο KN5b η κονία αποσπάστηκε από βάθος. Παρατηρήθηκαν αντίστοιχες κορυφές με μικρές διαφοροποιήσεις στις τιμές και με την κορυφή στα 467 cm^{-1} να διαφοροποιείται, υποδηλώνοντας την ύπαρξη χαλαζία.



Εικόνα 106: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN7b.



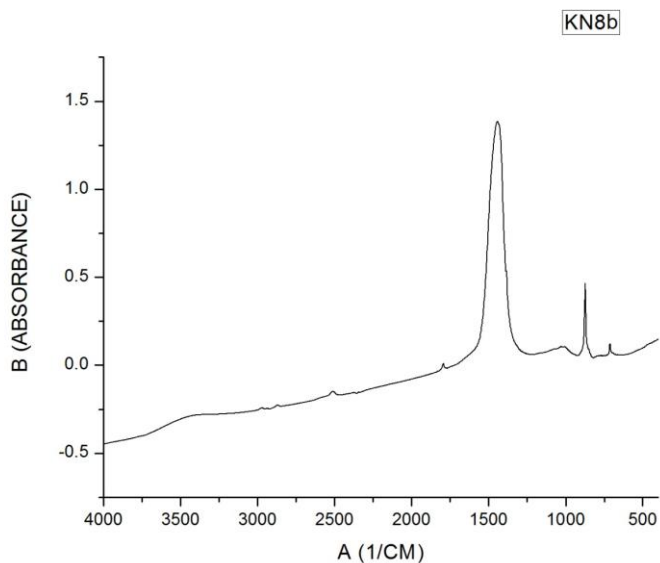
Εικόνα 107: Ανάλυση του δείγματος KN7b με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 34: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN7b.

Actinolite	4.4 (± 1)
Calcite	1.9 (± 0.7)
Montmorillonite	23.3 (± 5.4)
Illite	26.8 (± 4)
Albite	23.3 (± 2.0)
Quartz	20.3 (± 1.9)

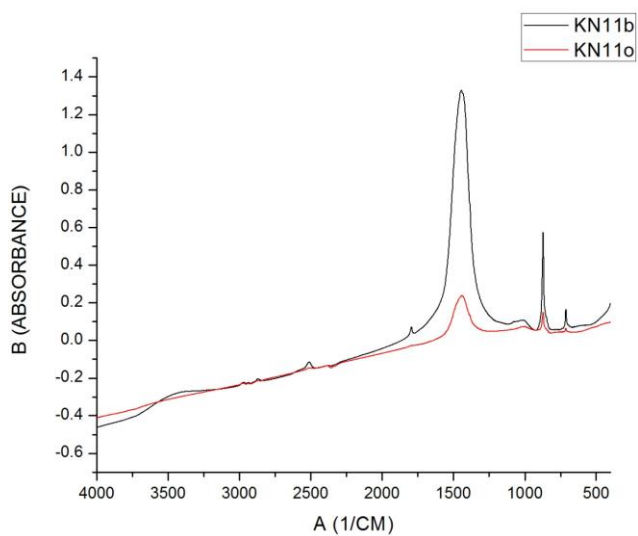
Στο δείγμα KN7b παρατηρούνται οι κορυφές 1033 , 1000 , 539 cm^{-1} υποδηλώνοντας αργιλοπυριτικής σύστασης δείγμα, καθώς και οι κορυφές 690 cm^{-1} και 460 cm^{-1} οι οποίες υποδηλώνουν χαλαζία. Ακόμη η κορυφή 1382 cm^{-1} παραπέμπει σε νιτρικά άλατα (KNO_3) και παρατηρείται η κορυφή 872 cm^{-1} , ως μονή κορυφή του ασβεστίτη.

Η περιθλασιμετρία ακτίνων Χ επιβεβαιώνει αυτές τις κορυφές. Πιο συγκεκριμένα τα ορυκτά που εμφανίζονται σε μεγαλύτερα ποσοστά είναι τα αργιλοπυριτικά όπως ο αλβίτης, ο ιλίτης, ο ακτινολίτης, ο χαλαζίας και ο μοντμοριλλονίτης. Από το φάσμα FTIR υπήρχε μια κορυφή ασβεστίτη και αυτό επιβεβαιώνεται από την εκατοστιαία σύσταση της περιθλασιμετρίας που είναι $1,9 (\pm 0.7)$.



Εικόνα 108: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN78b.

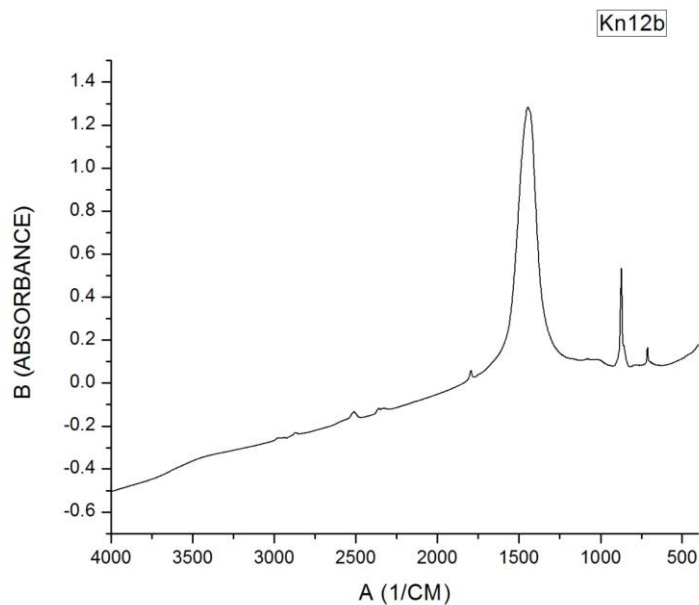
Στο δείγμα KN8b κυριαρχούν οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 2504, 1797, 1423, 872 και 710 cm^{-1} . Ακόμη η κορυφή 1016 cm^{-1} παραπέμπει σε αργιλοπυριτικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 109: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN11.

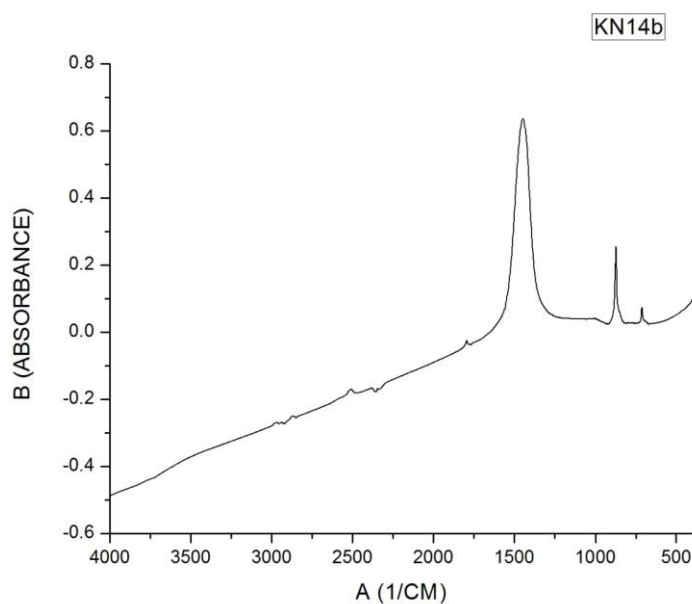
Στο KN11b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512, 1797, 1421, 872 και 710 cm^{-1} .

Στο KN11o παρατηρούνται πάλι οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 1797, 1421, 872 και 712 cm^{-1} , καθώς και οι κορυφή 1002 cm^{-1} που δηλώνει αργιλοπυριτικές ενώσεις.



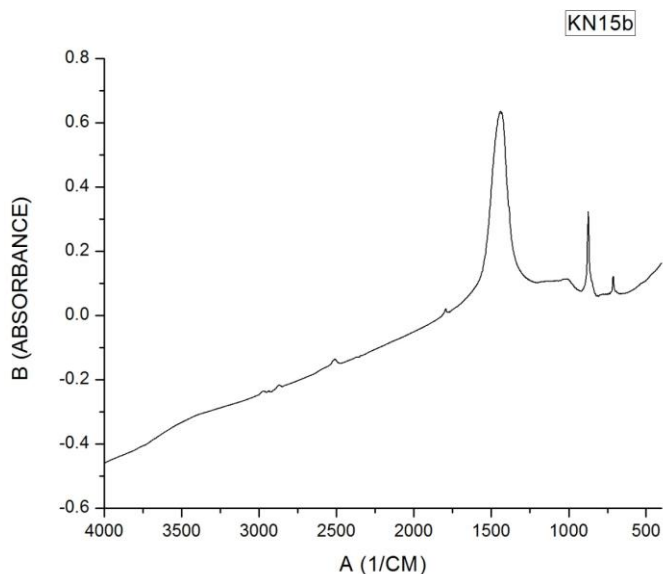
Εικόνα 110: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN12b.

Στο δείγμα KN12b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512, 1797, 1419, 874 και 710 cm^{-1} .



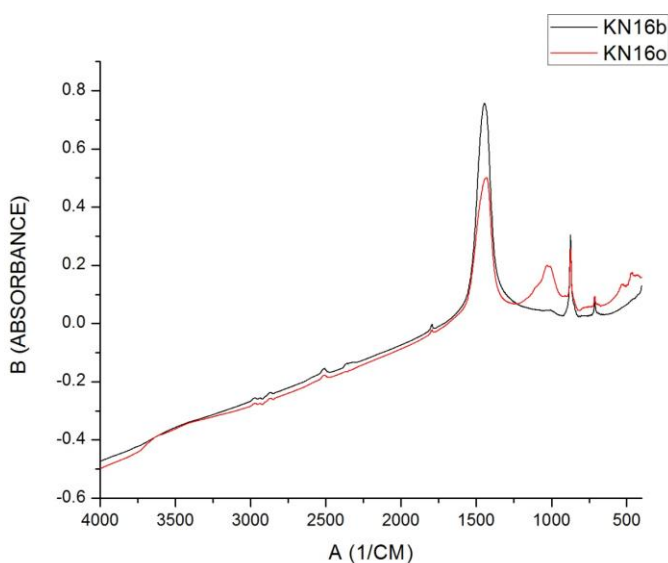
Εικόνα 111: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN14b.

Στο KN14b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512, 1793, 1423, 872 και 714 cm^{-1} .



Εικόνα 112: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN15b.

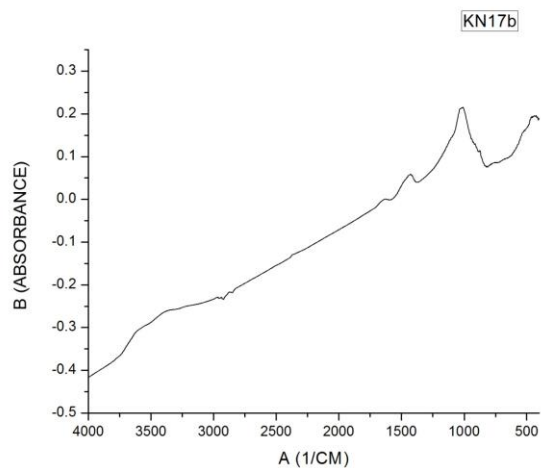
Στο KN15b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512 , 1797 , 1421 , 872 και 712 cm^{-1} καθώς και η κορυφή 1382 cm^{-1} που δηλώνει την ύπαρξη νιτρικών αλάτων.



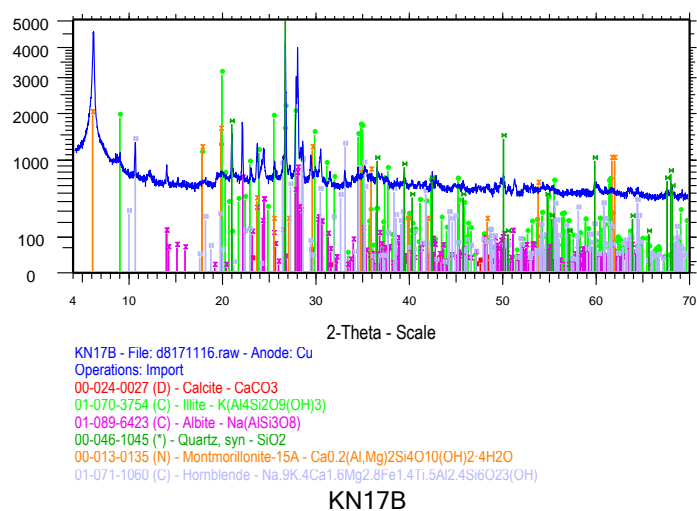
Εικόνα 113: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN16.

Στο KN16b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 2508 , 1795 , 1423 , 874 και 710 cm^{-1} .

Ενώ στο KN16o εκτός από τα ασβεστιτικά στοιχεία συναντώνται και αργιλοπυριτικά. Τα ασβεστιτικά υποδηλώνονται από τις κορυφές 2512 , 1797 , 1421 , 872 και 710 cm^{-1} και τα αργιλοπυριτικά από τις κορυφές 1035 , 522 και 465 cm^{-1} .



Εικόνα 114: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN17b.



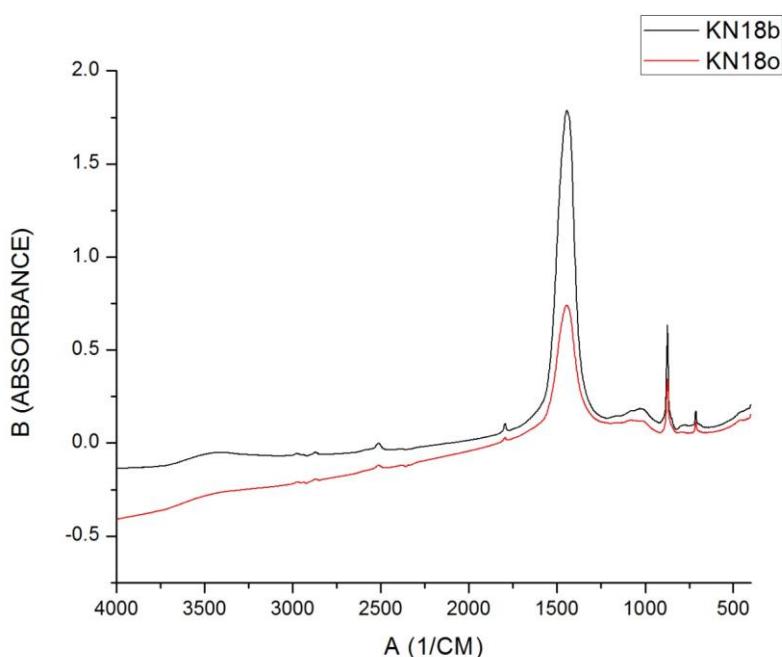
Εικόνα 115: Ανάλυση του δείγματος KN17 με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 35: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN17.

Actinolite	4.5 (±1.0)
Calcite	3.3 (±1.0)
Chlorite	4.8 (±2.1)
Illite	14.8 (±2.7)
Montmorillonite	19.0 (±1.4)
Albite	40.4 (±1.8)
Quartz	12.1 (±0.8)

Το KN17b έχει τρεις χαρακτηριστικές κορυφές που φανερώνουν την ύπαρξη αργιλοπυριτικών στοιχείων όπως οι 2913 , 1004 και 465 cm^{-1} . Ακόμη παρατηρούνται δύο κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης στοιχεία όπως οι 1423 cm^{-1} και 874 cm^{-1} .

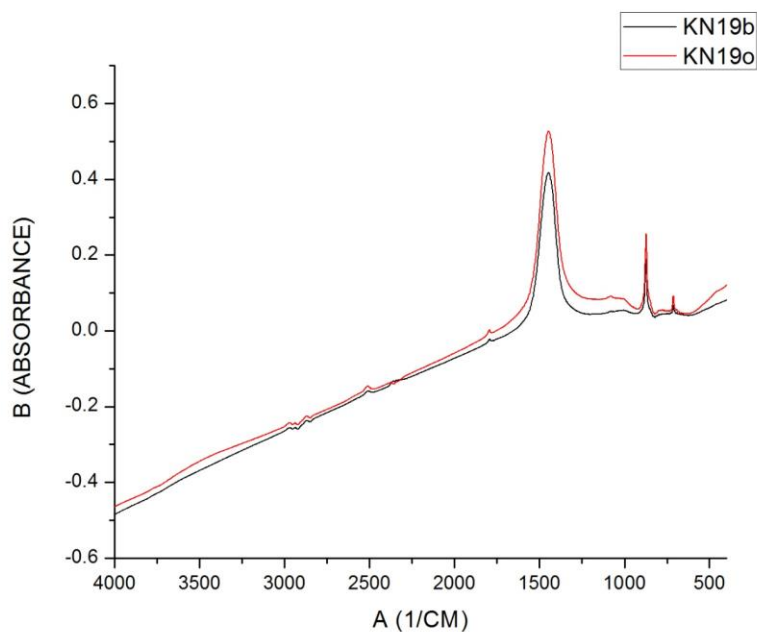
Η περιθλασιμετρία ακτίνων Χ επιβεβαιώνει αυτές τις κορυφές. Πιο συγκεκριμένα τα ορυκτά που εμφανίζονται σε μεγαλύτερα ποσοστά είναι τα αργιλοπυριτικά όπως ο χλωρίτης, ο αλβίτης, ο ιλίτης, ο ακτινολίτης, ο χαλαζίας και ο μοντμοριλλονίτης. Ακόμη εντοπίζεται ο ασβεστίτης σε ποσοστό $3.3 (\pm 1.0)$ γεγονός που πιστοποιεί και τις μόνο δύο κορυφές στο φάσμα FTIR.



Εικόνα 116: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN18.

Στο δείγμα KN18 τόσο το κονίαμα δομής (KN18b) όσο και το επίχρισμα (KN18o) παρουσιάζουν τις ίδιες κορυφές με κάποιες διαφοροποιήσεις.

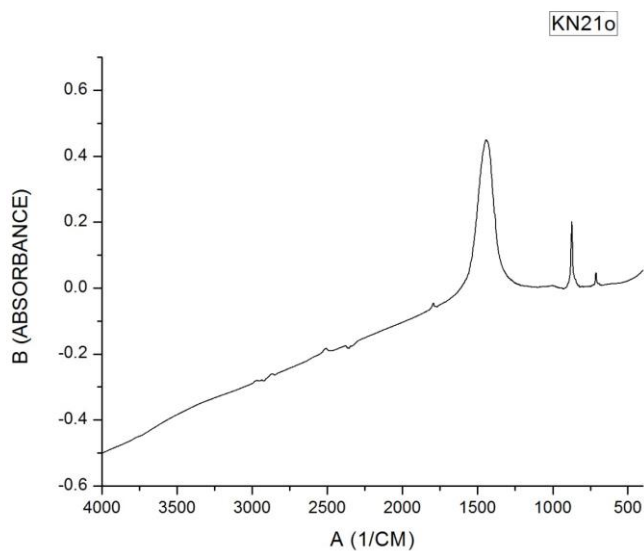
Στο KN18b παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512 , 1795 , 1419 , 874 και 712 cm^{-1} , καθώς και η κορυφή 1016 cm^{-1} που δηλώνει αργιλοπυριτικές ενώσεις. Αντίστοιχα οι κορυφές για το επίχρισμα KN18o είναι οι 2516 , 1795 , 1421 , 874 και 712 cm^{-1} .



Εικόνα 117: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN19.

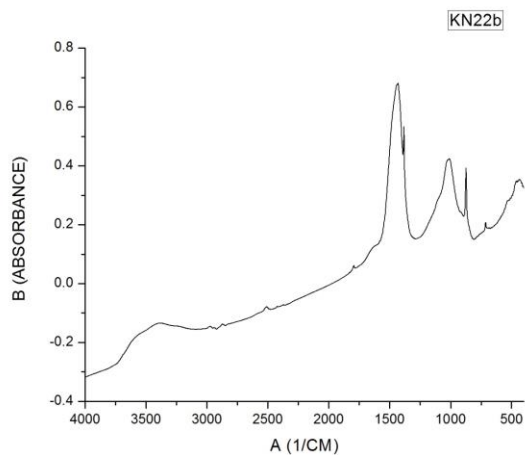
Στο δείγμα KN19 τόσο το κονίαμα δομής (KN19b) όσο και το επίχρισμα (KN19o) παρουσιάζουν τις ίδιες κορυφές με μικρές διαφοροποιήσεις στις τιμές.

Πρόκειται για αμιγώς ασβεστιτικής σύστασης δείγμα με κορυφές 1793, 1425, 872 και 714 cm^{-1} στο KN19b και κορυφές 1797, 1425, 874 και 710 cm^{-1} στο δείγμα KN19o.

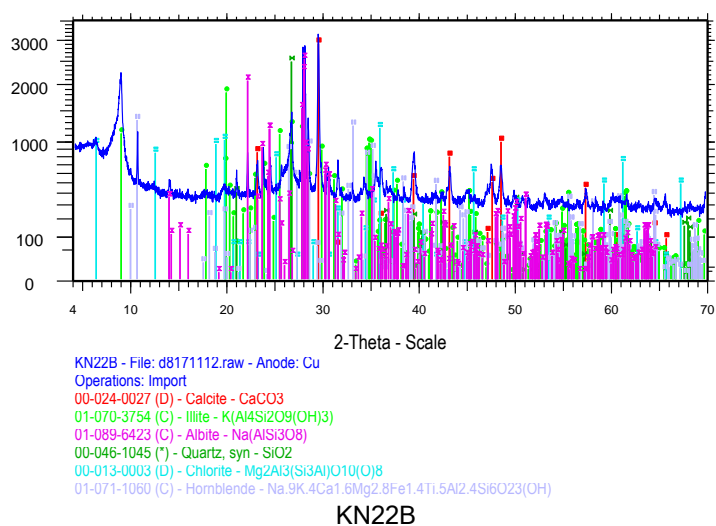


Εικόνα 118: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN21o.

Το δείγμα KN21o με κορυφές 2512, 1795, 1419, 872 και 714 cm^{-1} παραπέμπει σε κονίαμα ασβεστιτικής σύστασης.



Εικόνα 119: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN22b.



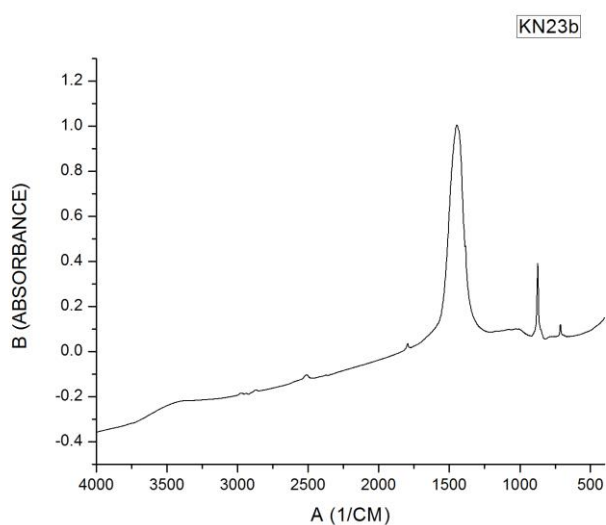
Εικόνα 120: Ανάλυση του δείγματος KN22 με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 36: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN22.

Actinolite	3.1 (± 1.0)
Calcite	26.6 (± 3.9)
Chlorite	7.0 (± 2.2)
Illite	17.9 (± 9.6)
Albite	40.6 (± 5.1)
Quartz	4.6 (± 1.2)

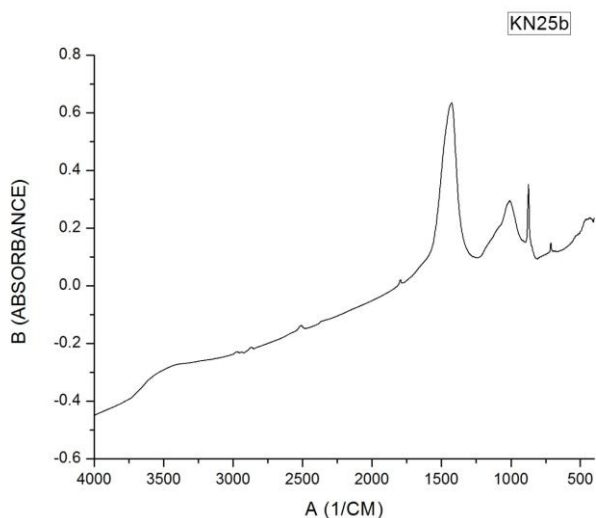
Στο KN22b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512, 1793, 1425, 874 και 710 cm^{-1} , καθώς και η κορυφή 1381 cm^{-1} που δηλώνει νιτρικά άλατα. Ακόμη συναντώνται οι κορυφές 1037, 1004 και 465 cm^{-1} οι οποίες παραπέμπουν σε αργιλοπυριτικά στοιχεία.

Η περιθλασιμετρία ακτίνων Χ επιβεβαιώνει αυτές τις κορυφές και διασαφηνίζει τις συγκεντρώσεις των ορυκτών. Πιο συγκεκριμένα τα ορυκτά που εμφανίζονται σε μεγαλύτερα ποσοστά είναι τα αργιλοπυριτικά όπως ο χλωρίτης, ο αλβίτης, ο ιλίτης, ο ακτινολίτης και ο χαλαζίας. Ακόμη εντοπίζεται ο ασβεσίτης σε εκατοστιαία σύσταση $26.6 (\pm 3.9)$ γεγονός που πιστοποιεί και τις πέντε κορυφές στο φάσμα FTIR.



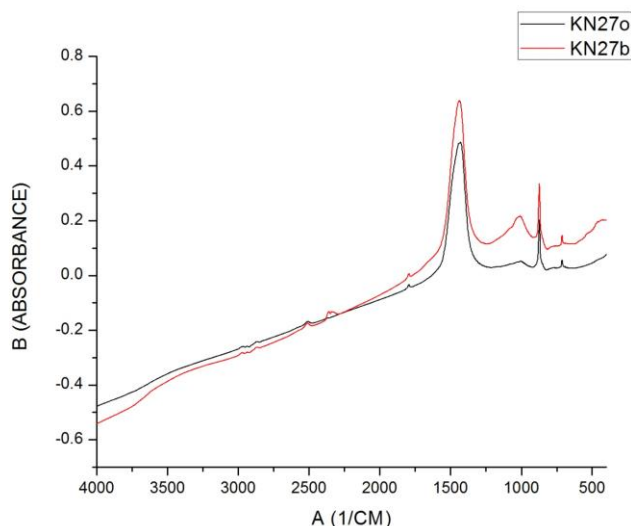
Εικόνα 121: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN23b.

Το δείγμα KN23b με κορυφές 2508, 1795, 1421, 874 και 710 cm^{-1} παραπέμπει σε κόνιαμα ασβεστιτικής σύστασης.



Εικόνα 122: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN25b.

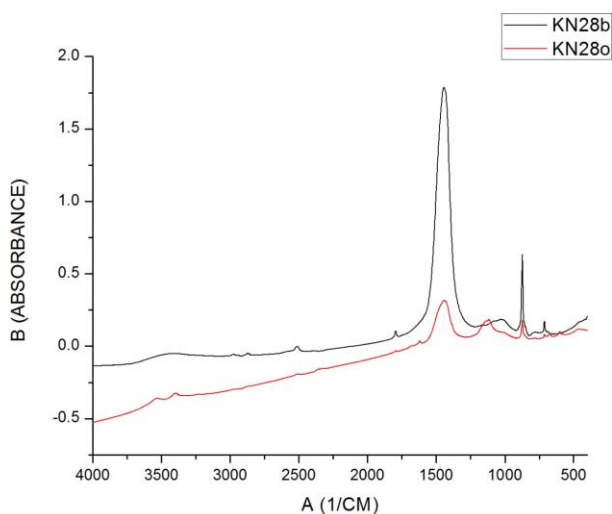
Στο KN25b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως 1793, 1417, 872 και 714 cm^{-1} . Ακόμη συναντώνται υδραυλικά στοιχεία από την κορυφή 1007 cm^{-1} και το νερό των υδραυλικών στοιχείων στην κορυφή 3508 cm^{-1} .



Εικόνα 123: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN27.

Στο δείγμα KN27b παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως 2512, 1793, 1415, 878 και 710 cm^{-1} .

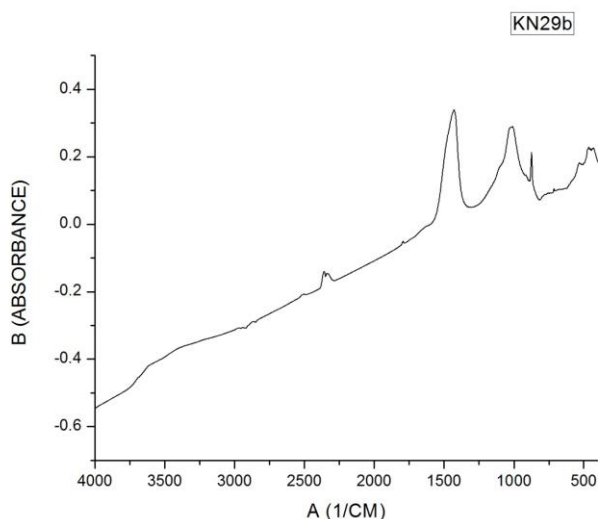
Παρότι το δείγμα KN27 αποτελεί κόνιαμα δομής μελετήθηκε και το εξωτερικό στρώμα του δείγματος (KN27o) εκτός από τις κορυφές οι οποίες υποδεικνύουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως 2516, 1791, 1421, 869 και 710 cm^{-1} παρατηρείται και η κορυφή 1005 cm^{-1} η οποία υποδηλώνει αργιλοπυριτικά στοιχεία.



Εικόνα 124: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN28.

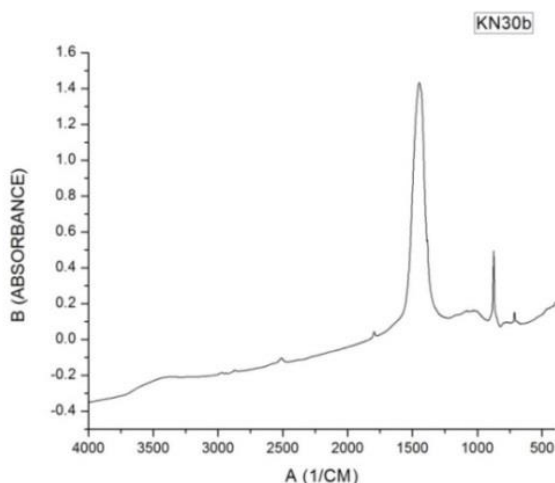
Στο δείγμα KN28b παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 2504, 1797, 1419, 872 και 710 cm^{-1} .

Ενώ στο δείγμα KN28ο εκτός του ασβεστίτη με κορυφές 2512, 1795, 1425, 872 και 714 cm^{-1} παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν την ύπαρξη γύψου με χαρακτηριστικές κορυφές τις 3536, 3393, 1619, 1113, 667 και 607 cm^{-1} .



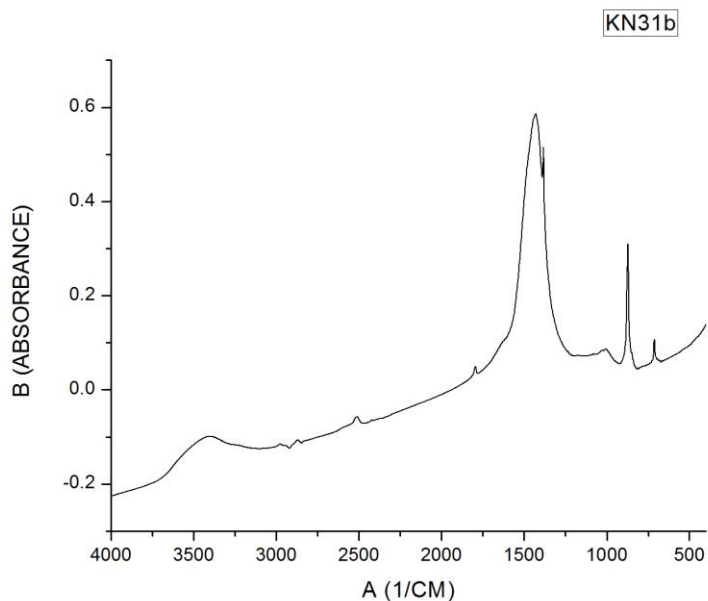
Εικόνα 125: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN28b.

Στο δείγμα KN29b παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως 1795, 1417 και 872 cm^{-1} . Ακόμη σημειώνονται οι κορυφές 1004, 536 και 469 cm^{-1} οι οποίες υποδηλώνουν την ύπαρξη αργιλοπυριτικών στοιχείων.



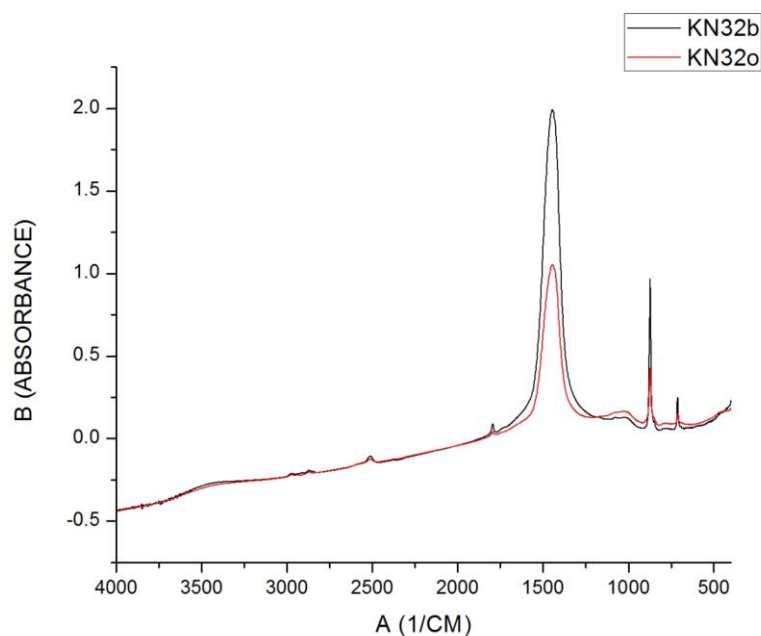
Εικόνα 126: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN30b.

Στο δείγμα KN30b παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2508, 1791, 1425, 874 και 710 cm^{-1} .



Εικόνα 127: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN31b.

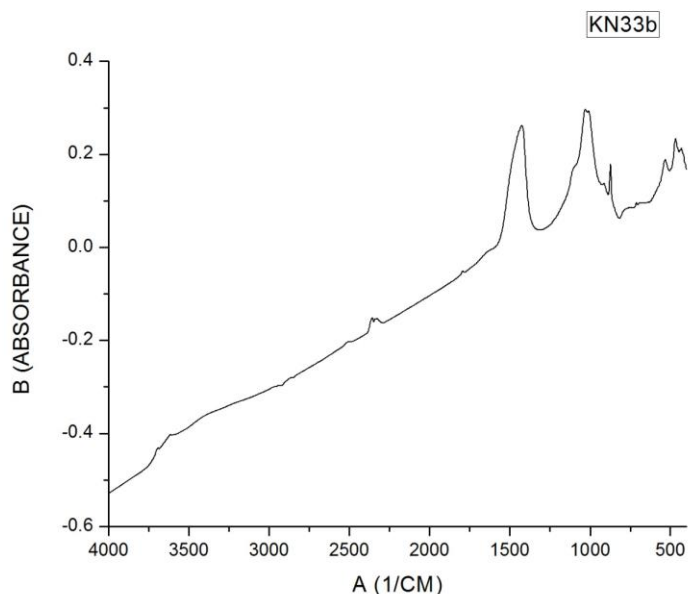
Στο δείγμα KN31b παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστοιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2508, 1797, 1427, 876 και 710 cm^{-1} . Ακόμη παρατηρούνται οι κορυφές 3394 cm^{-1} και 1013 cm^{-1} που δηλώνουν την ύπαρξη νερού υδραυλικών στοιχείων και ύπαρξη υδραυλικών στοιχείων αντίστοιχα. Επιπλέον η κορυφή 1382 σηματοδοτεί την ύπαρξη νιτρικών αλάτων (KNO_3).



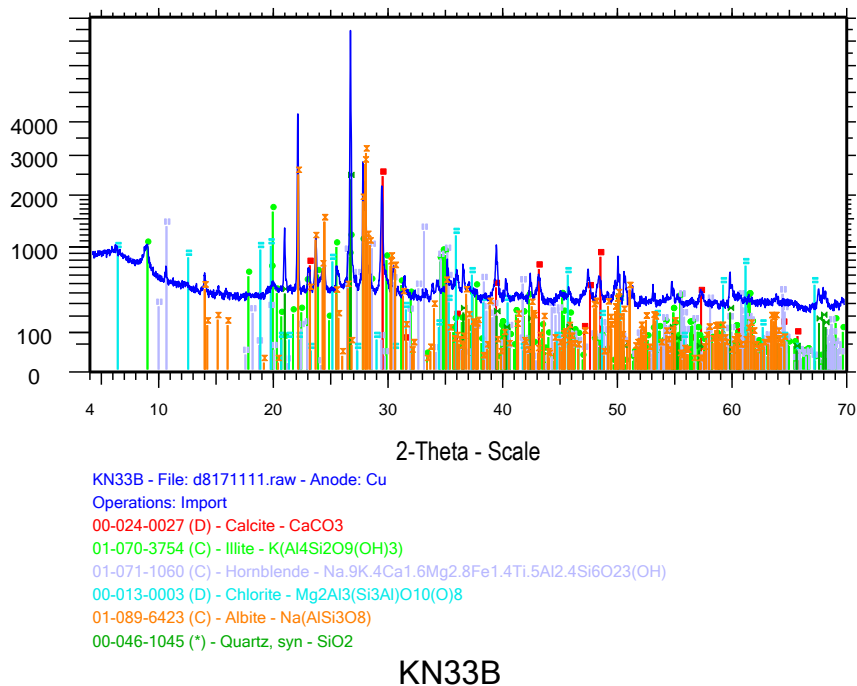
Εικόνα 128: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN32.

Στο δείγμα KN32b παρατηρούνται κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2508, 1795, 1423, 872 και 710 cm^{-1} .

Αντίστοιχα στο δείγμα KN32o παρατηρούνται οι ίδιες κορυφές που υποδεικνύουν την ασβεστίτική φύση του και επιπλέον η κορυφή 1011 cm^{-1} σηματοδοτεί την ύπαρξη αργιλοπυριτικών στοιχείων.



Εικόνα 129: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN33b.



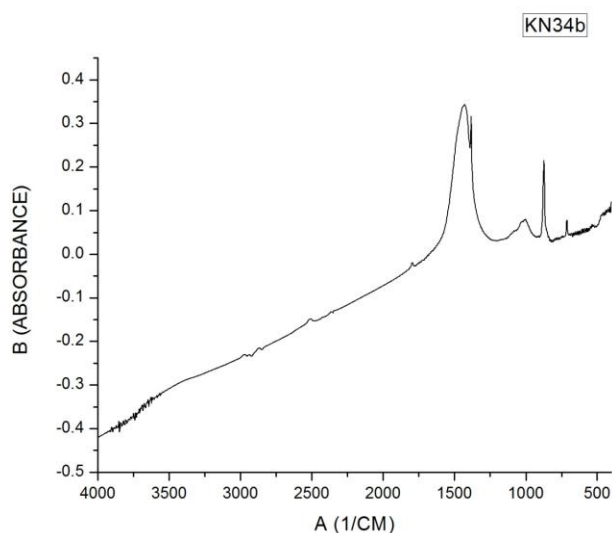
Εικόνα 130: Ανάλυση του δείγματος KN33b με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 37: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN33b.

Actinolite	1.1 (± 0.6)
Calcite	19.2 (± 1.5)
Chlorite	4.1 (± 2.2)
Illite	22.9 (± 2.6)
Albite	29.0 (± 1.7)
Quartz	23.5 (± 1.3)

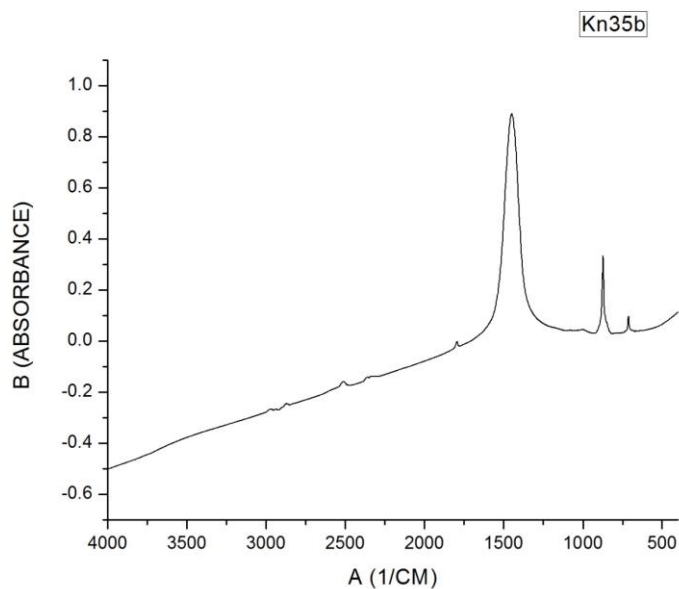
Στο δείγμα KN33b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 1793, 1415 και 872 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρούνται οι κορυφές 1104, 1035, 532 και 463 cm^{-1} υποδηλώνοντας αργιλοπυριτικά στοιχεία.

Η περιθλασιμετρία ακτίνων Χ επιβεβαιώνει αυτές τις κορυφές και διασαφηνίζει τις συγκεντρώσεις των ορυκτών, δείχνοντας ότι υπερσχύουν τα αργιλοπυριτικά συστατικά. Πιο συγκεκριμένα τα αργιλοπυριτικά ορυκτά είναι ο χλωρίτης, ο αλβίτης, ο ιλίτης, ο ακτινολίτης και ο χαλαζίας ενώ ο ασβεστίτης σε εκατοστιαία σύσταση αποτελεί το 19.2 (± 1.5).



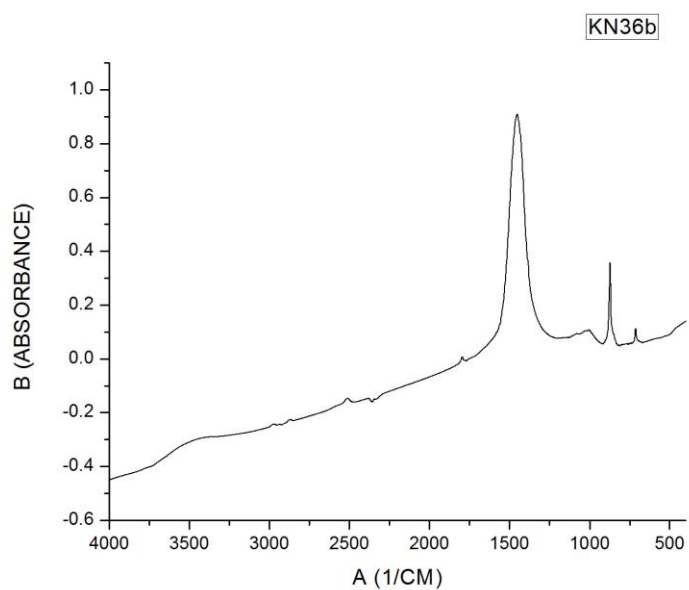
Εικόνα 131: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN34b.

Στο δείγμα KN34b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2520, 1793, 1413, 874 και 714 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρούνται οι κορυφές 1029 cm^{-1} και 1382 cm^{-1} υποδηλώνοντας αργιλοπυριτικά στοιχεία και νιτρικά άλατα (KNO_3) αντίστοιχα.



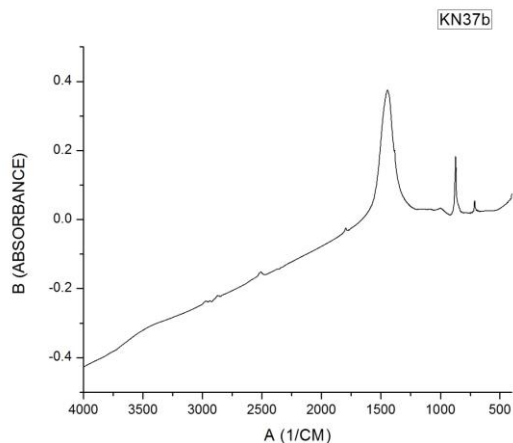
Εικόνα 132: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN35b.

Στο δείγμα KN35b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2512, 1793, 1454, 874 και 710 cm^{-1} .



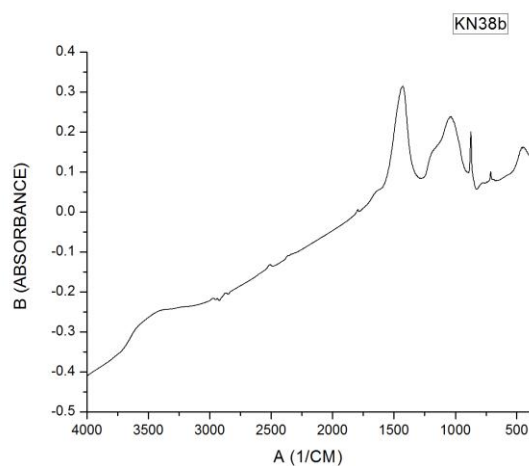
Εικόνα 133: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN36b.

Στο δείγμα KN36b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2520, 1797, 1421, 874 και 712 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρείται η κορυφή 1002 cm^{-1} υποδηλώνοντας αργιλοπυριτικά στοιχεία.

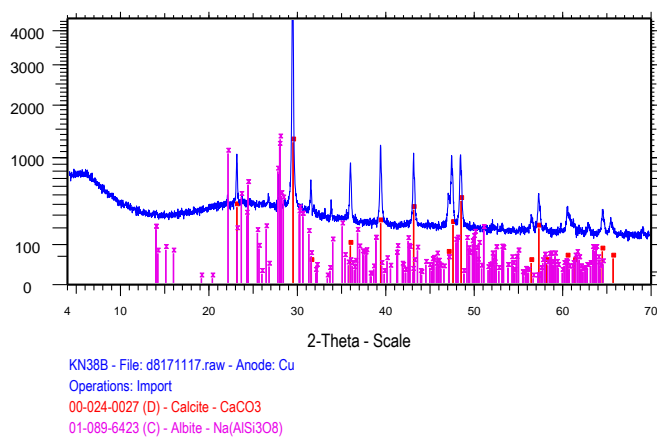


Εικόνα 134: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN37b.

Στο δείγμα KN37b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2515, 1797, 1425, 874 και 712 cm^{-1} .



Εικόνα 135: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN38b.



KN38B

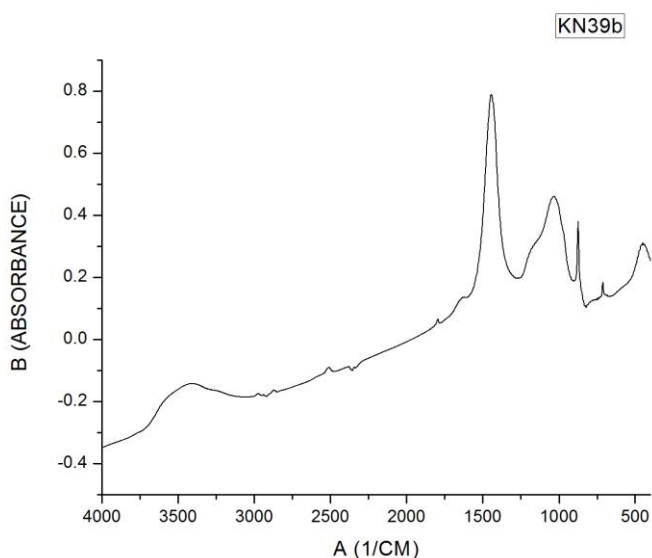
Εικόνα 136: Ανάλυση του δείγματος KN38b με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 38: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN38b.

Calcite	93.3 (± 1.2)
Albite	5.7 (± 1.2)
Quartz	0.8 (± 0.3)

Στο δείγμα KN38b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2512, 1793, 1415, 874 και 714 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρούνται οι κορυφές 1038 cm^{-1} και 451 cm^{-1} υποδηλώνοντας αργιλοπυριτικά στοιχεία. Ακόμη η κορυφή 1173 cm^{-1} υποδηλώνει την ύπαρξη υδραυλικών στοιχείων.

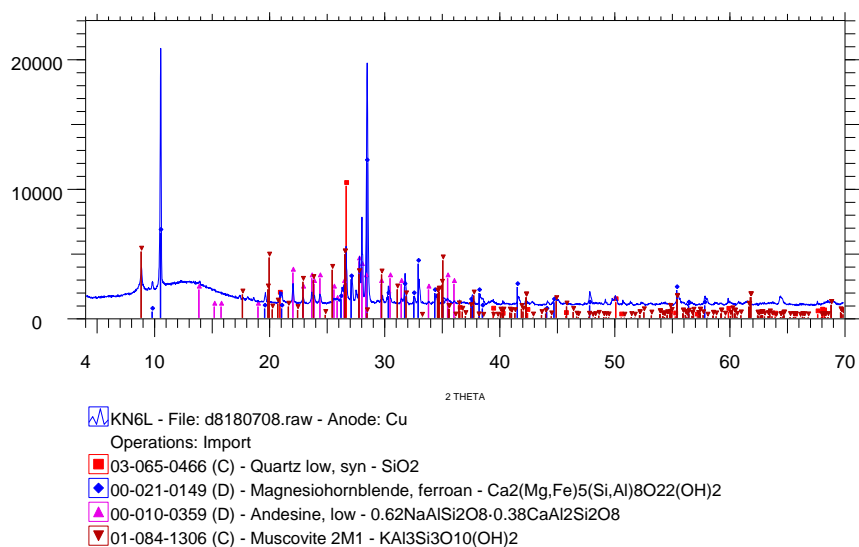
Η περιθλασιμετρία ακτίνων Χ επιβεβαιώνει αυτές τις κορυφές και διασαφηνίζει τις συγκεντρώσεις των ορυκτών, δείχνοντας ότι υπερισχύει ο ασβεστίτης. Πιο συγκεκριμένα ο ασβεστίτης σε εκατοστιαία σύσταση αποτελεί το 93.3 (± 1.2) του δείγματος. Ακόμη εντοπίζονται ο αλβίτης και ο χαλαζίας σε συνολικά ποσοστά 5.7 (± 1.2) και 0.8 (± 0.3) αντίστοιχα.



Εικόνα 137: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN39b.

Στο δείγμα KN39b παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2508, 1795, 1446, 876 και 712 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρούνται οι κορυφές 1034 cm^{-1} και 3417 cm^{-1} υποδηλώνοντας υδραυλικά στοιχεία και το νερό τους αντίστοιχα, καθώς και η κορυφή 444 cm^{-1} η οποία υποδεικνύει αργιλοπυριτικά στοιχεία.

4.3.2 Αποτελέσματα Περιθλασιμετρίας ακτίνων X (XRD) στα λιθοσώματα

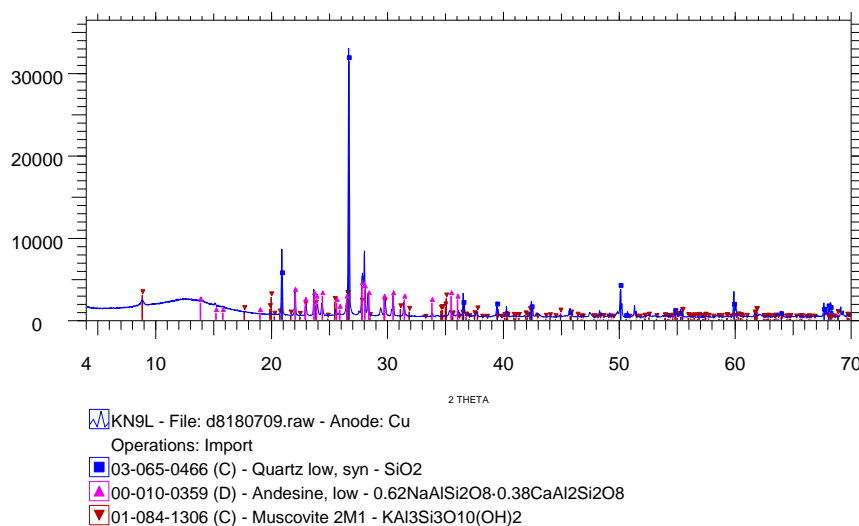


KN6L

Εικόνα 138: Ανάλυση του δείγματος KN6L με περιθλασιμετρία ακτίνων X.

Πίνακας 39: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων X για το δείγμα KN6L.

Amphibole_Hornblende	51.80 (±2)
Muscovite	4.34 (±1)
Plagioclase Andesine	31.92 (±2)
Quartz	11.9 (±1)

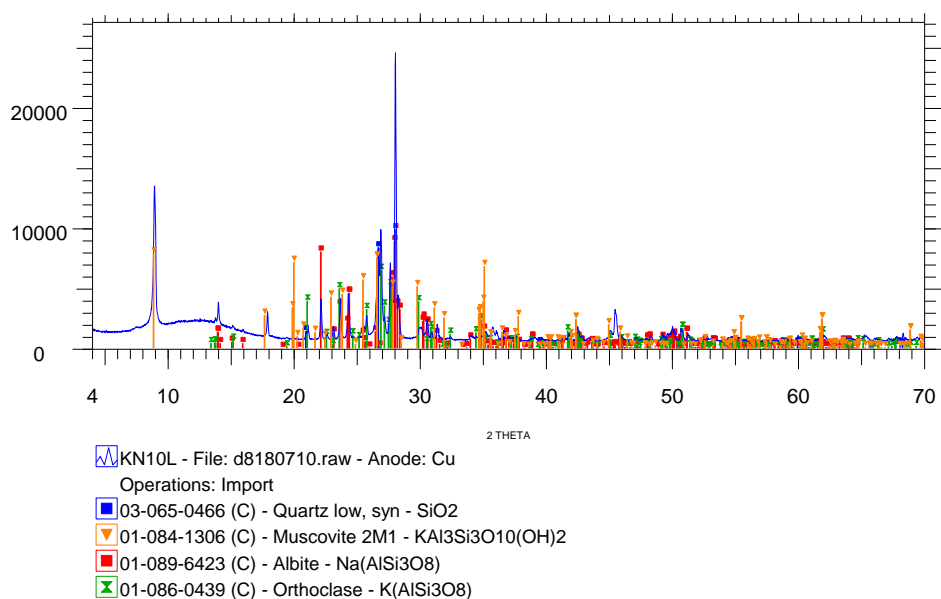


KN9L

Εικόνα 139: Ανάλυση του δείγματος KN9L με περιθλασιμετρία ακτίνων X.

Πίνακας 40: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN9L.

Muscovite	16.80 (±3)
Plagioclase Andesine	45.20 (±5)
Quartz	38.00 (±6)

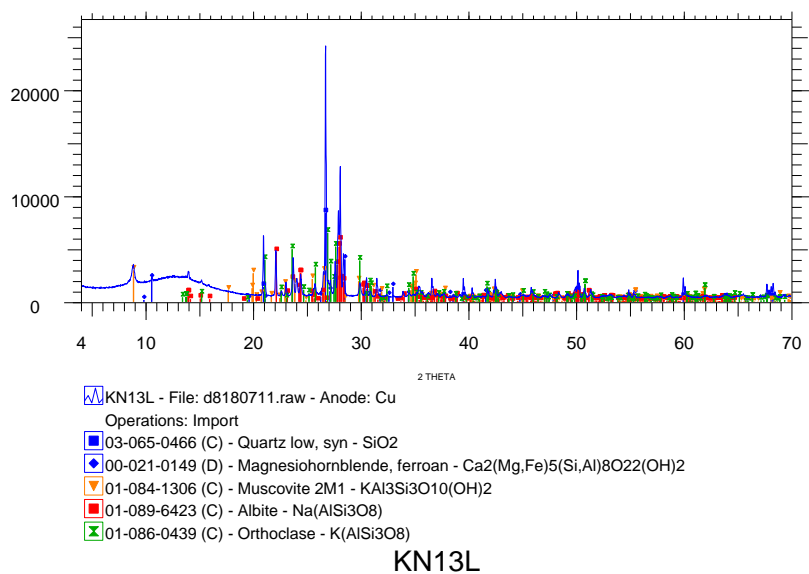


KN10L

Εικόνα 140: Ανάλυση του δείγματος KN10L με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 41: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN10L.

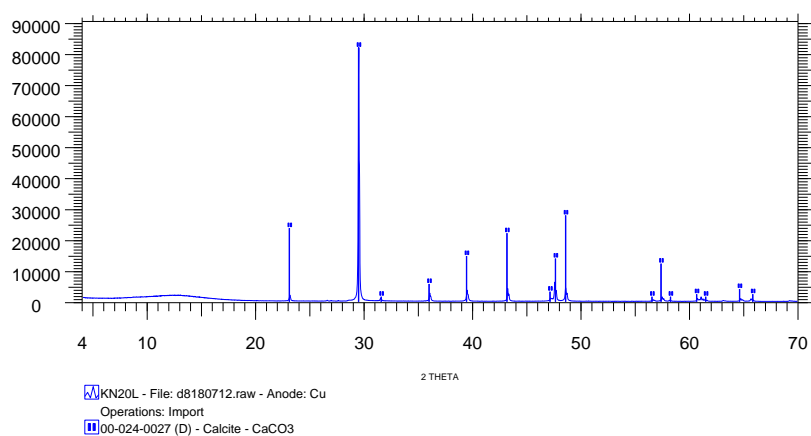
Muscovite	11.59 (±2)
Orthoclase	15.70 (±2)
Plagioclase Andesine	60.64 (±2)
Quartz	12.07 (±1)



Εικόνα 141: Ανάλυση του δείγματος KN13L με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 42: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN13L.

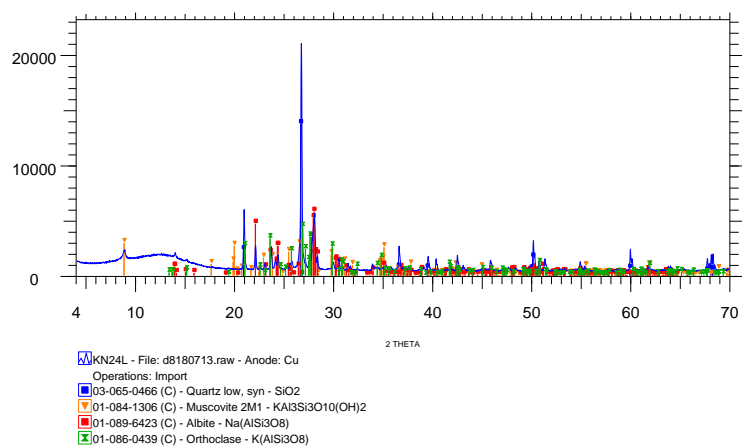
Amphibole_Hornblende	1.0 (±0.5)
Muscovite	8.37 (±2)
Plagioclase Albite	50.27 (±2)
Quartz	28.22 (±1)
Orthoclase	12.23(±2)



Εικόνα 142: Ανάλυση του δείγματος KN20L με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 43: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN20L.

Calcite	100
---------	-----

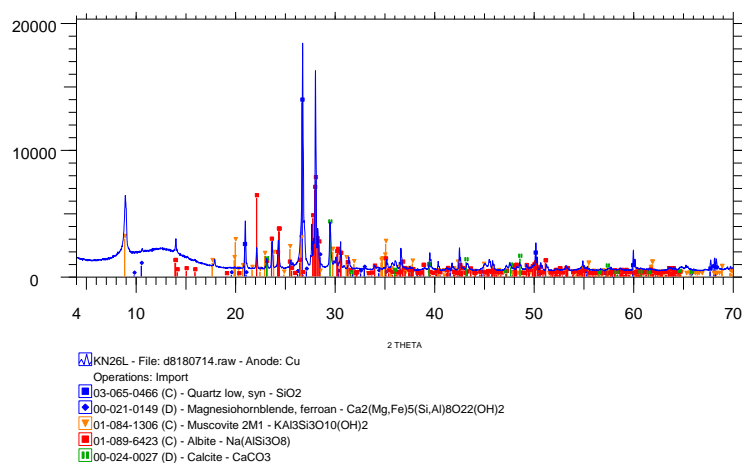


KN24L

Εικόνα 143: Ανάλυση του δείγματος KN24L με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 44: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN24L.

Muscovite	3.68 (±1)
Orthoclase	13.84 (±1)
Plagioclase Albite	38.07 (±2)
Quartz	44.41 (±2)



KN26L

Εικόνα 144: Ανάλυση του δείγματος KN26L με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Πίνακας 45: Εκατοστιαία σύσταση συστατικών από περιθλασιμετρία ακτίνων Χ για το δείγμα KN26L.

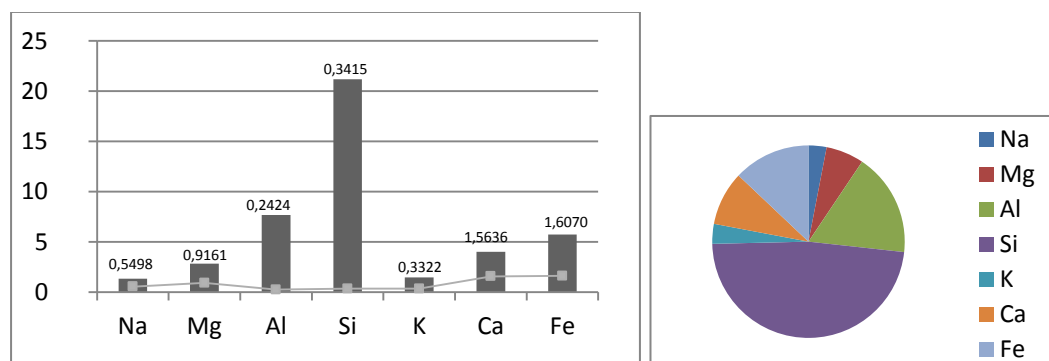
Calcite	11.92 (± 1)
Amphibole_Hornblende	2.08 (± 0.5)
Plagioclase Albite	49.56 (± 2)
Quartz	26.61 (± 1)
Muscovite	9.83 (± 1)

4.3.3 Αποτελέσματα Φθορισμομετρίας ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ (EDXRF)

Όσον αφορά την ανάλυση των αποτελεσμάτων XRF, παρουσιάζονται ομαδοποιημένα σε κατηγορίες βάσει κοινών συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων τους. Προέκυψαν τρεις γενικές κατηγορίες με τις υποκατηγορίες τους μέσω της XRF. Η ομάδα 1 ως αυτή των άργιλο-άσβεστο-πυριτικών κονιαμάτων με τρεις υποκατηγορίες αναλόγως με τις συγκεντρώσεις τους σε αργίλιο (Al), πυρίτιο (Si) και ασβέστιο (Ca) και η ομάδα 2 των ασβεστιτικών κονιαμάτων. Η ομάδα 3 δημιουργήθηκε βάσει των προηγούμενων αναλύσεων όπου έχει πιστοποιηθεί η ύπαρξη υδραυλικών στοιχείων στα κονιάματα προκειμένου να διασαφηνιστούν οι συγκεντρώσεις τους στα διάφορα στοιχεία.

Η χημική ανάλυση με την μέθοδο XRF επιβεβαιώνει και διασαφηνίζει την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση από την φασματοσκοπία υπερύθρου και την περιθλασιμετρία ακτίνων Χ.

Στην ομάδα 1.A εντάσσονται τα άργιλο-άσβεστο-πυριτικά κονιάματα με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην σύστασή τους σε πυρίτιο και σε μικρότερες συγκεντρώσεις αργίλιο και σίδηρο. Σε αυτή την ομάδα εντάχθηκαν τα δείγματα KN2, KN7 και KN17.

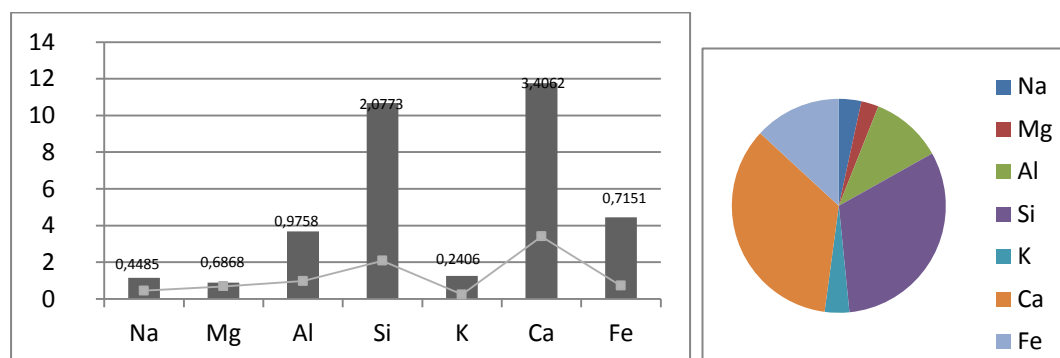


Εικόνα 145: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 1.A που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.

Πίνακας 46: Ομαδοποίηση άργιλο-άσβεστο-πυριτικών δειγμάτων.

Element	Concentration(%)				
	KN2	KN7	KN17	Average	St.dev
Sodium	0,71	1,64	1,68	1,34	0,550
Magnesium	3,53	1,78	3,14	2,82	0,916
Aluminum	7,79	7,81	7,38	7,66	0,242
Silicon	21,48	21,26	20,81	21,18	0,342
Potassium	1,55	1,76	1,11	1,47	0,332
Calcium	5,71	2,63	3,71	4,02	1,564
Iron	4,55	5,07	7,56	5,72	1,607

Στην ομάδα IB εντάσσονται τα άργιλο-άσβεστο-πυριτικά κονιάματα με την μεγαλύτερη και ισόποση συγκέντρωση στην σύσταση του από πυρίτιο και ασβέστιο και την παρουσία του αργιλίου και του σιδήρου σε μικρότερα ποσοστά. Σε αυτή την ομάδα εντάχθηκαν τα δείγματα KN22, KN23, KN29 και KN33.

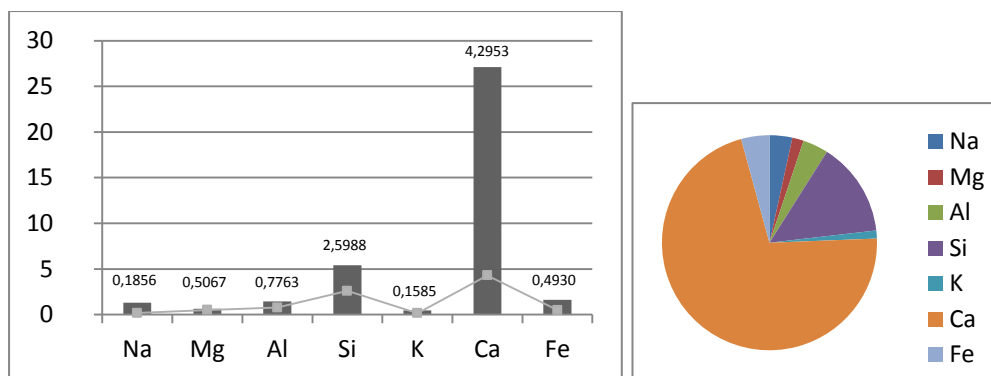


Εικόνα 146: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 1.B που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.

Πίνακας 47: Ομαδοποίηση άργιλο-άσβεστο-πυριτικών δειγμάτων με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην σύστασή τους σε πυρίτιο και ασβέστιο.

Element	Concentration(%)					
	KN22	KN23	KN29	KN33	Average	St.dev
Sodium	0,532	1,408	1,112	1,542	1,15	0,449
Magnesium	0,736	0,415	1,903	0,517	0,89	0,687
Aluminum	2,622	3,729	4,962	3,378	3,67	0,976
Silicon	7,887	11,270	12,870	10,700	10,68	2,077
Potassium	1,453	1,417	0,927	1,236	1,26	0,241
Calcium	16,630	9,081	11,560	9,792	11,77	3,406
Iron	5,473	3,972	4,395	3,944	4,45	0,715

Στην ομάδα ΙΓ εντάσσονται τα άργιλο-άσβεστο-πυριτικά κονιάματα με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην σύστασή τους σε ασβέστιο και σε μικρότερες συγκεντρώσεις πυρίτιο. Σε αυτή την ομάδα εντάχθηκαν τα δείγματα KN3, KN4, KN8, KN11ο, KN16, KN18 και KN36.

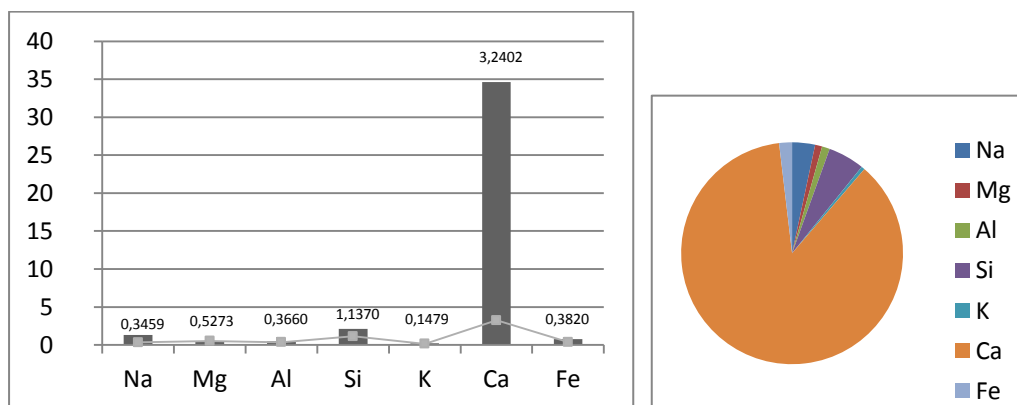


Εικόνα 147: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 1.Γ που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.

Πίνακας 48: Ομαδοποίηση άργιλο-άσβεστο-πυριτικών δειγμάτων με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην σύστασή τους σε ασβέστιο.

Element	Concentration(%)							Average	St.dev
	KN3	KN4	KN8	KN11o	KN16	KN18	KN36		
Sodium	1,042	1,542	1,168	1,515	1,255	1,209	1,388	1,30	0,186
Magnesium	0,6176	0,260	0,646	1,074	0,220	0,180	1,545	0,65	0,507
Aluminum	1,901	1,312	0,976	2,958	1,169	0,552	1,352	1,46	0,776
Silicon	8,119	5,263	3,060	9,832	4,271	3,205	4,022	5,40	2,599
Potassium	0,4913	0,701	0,276	0,560	0,537	0,356	0,285	0,46	0,159
Calcium	27,620	22,500	31,410	20,250	26,980	30,650	30,440	27,12	4,295
Iron	1,481	2,427	1,086	2,050	1,768	1,290	1,187	1,61	0,493

Στην ομάδα 2 εντάσσονται τα ασβεστιτικά κονιάματα με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην σύστασή τους από ασβέστιο. Σε αυτή την ομάδα εντάχθηκαν τα δείγματα KN11b, KN12, KN14, KN15, KN21, KN28, KN30, KN31, KN32, KN35 και KN37.

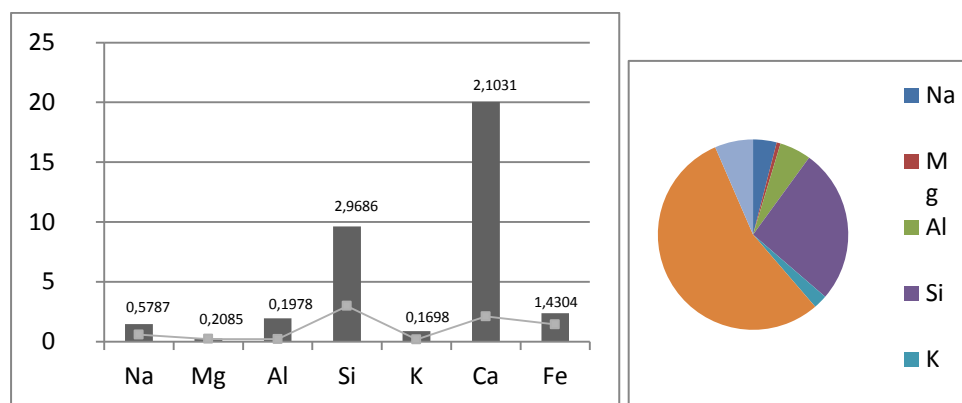


Εικόνα 148: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 2 που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.

Πίνακας 49: Ομαδοποίηση ασβεστιτικών κονιαμάτων.

Element	Concentration(%)											Average	St.dev
	KN11b	KN12	KN14	KN15	KN21	KN28	KN30	KN31	KN32	KN35	KN37		
Sodium	1,534	1,107	1,230	1,311	1,419	1,166	1,431	1,752	1,118	0,661	1,946	1,33	0,346
Magnesium	0,197	0,081	0,103	0,191	0,137	0,172	0,182	0,601	0,168	0,827	1,836	0,41	0,527
Aluminum	0,108	0,178	0,261	0,729	0,052	0,268	0,375	1,149	0,234	0,940	0,701	0,45	0,366
Silicon	0,620	1,216	1,877	3,219	0,497	1,994	2,280	3,854	1,935	3,805	1,923	2,11	1,137
Potassium	0,014	0,085	0,126	0,308	0,537	0,176	0,265	0,291	0,110	0,231	0,067	0,20	0,148
Calcium	39,060	36,240	34,470	30,070	39,180	33,620	31,890	30,660	37,180	32,050	36,580	34,64	3,240
Iron	0,279	0,520	0,620	1,282	0,243	0,815	0,904	1,453	0,621	0,960	0,540	0,75	0,382

Στην ομάδα 3 εντάσσονται τα υδραυλικά κονιάματα όπως έχουν προκύψει από τις αναλύσεις προκειμένου να ανιχνευτούν τα στοιχεία της σύστασης των δειγμάτων. Σε αυτή την ομάδα εντάχθηκαν τα κονιάματα KN25, KN38 και KN39. Η χημική μικροανάλυση με EDXRF ταυτοποιεί το ασβέστιο ως υπερέχον στοιχείο και την παρουσία πυριτίου σε μικρότερο ποσοστό.



Εικόνα 149: Κατανομή των στοιχείων ομάδας 2 που προσδιορίστηκαν με EDXRF σε ραβδόγραμμα και γράφημα κυκλικού σχήματος.

Πίνακας 50: Ομαδοποίηση υδραυλικών κονιαμάτων.

Element	Concentration(%)			Average	St.dev
	KN25	KN38	KN39		
Sodium	2,127	1,068	1,193	1,46	0,579
Magnesium	0,483	0,094	0,158	0,24	0,209
Aluminum	1,895	2,178	1,797	1,96	0,198
Silicon	6,492	12,400	9,956	9,62	2,969
Potassium	0,712	1,046	0,828	0,86	0,170
Calcium	17,620	21,180	21,340	20,05	2,103
Iron	4,030	1,627	1,484	2,38	1,430

4.3.4 Αποτελέσματα για τους γρόμπους μέσω Φασματοσκοπίας υπεράυθρου με μετασχηματισμό Fourier (FTIR)

Στα κονιάματα δομής του εν λόγου μνημείου ανιχνεύτηκαν στερεοσκοπικά γρόμποι κυρίως λευκού και καφέ, καφέ-κόκκινου χρώματος. Η μεγάλη συχνότητα με την

οποία παρουσιάζονται στα κονιάματα δεν μπορεί να θεωρηθεί τυχαίο γεγονός¹⁰. Ωστόσο οι γρόμποι είναι ένα κοινό στοιχείο των κονιαμάτων και ανεξήγητο από την τυπολογία τους και από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των μιγμάτων¹¹.

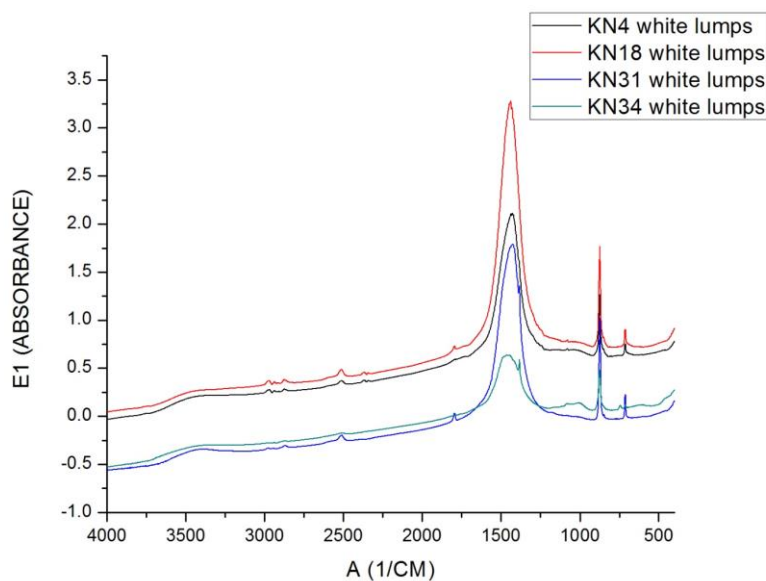
Στην προσπάθεια χαρακτηρισμού των γρόμπων στα κονιάματα τα δείγματα εξετάσθηκαν αρχικά μακροσκοπικά και στην συνέχεια στερεοσκοπικά όπου και τεκμηριώθηκε η παρουσία τους. Μορφολογικά οι γρόμποι παρουσιάζουν ποικιλία όσον αφορά τα σχήματα και τις διαστάσεις τους και οι διαστάσεις τους κυμαίνονται από μερικά χιλιοστά μέχρι και 2cm. Ακόμη είναι βέβαιη η παρουσία τους στα κονιάματα καθώς αν ήταν αδρανή δεν θα μπορούσαν να κονιοποιηθούν τόσο εύκολα για τις αναλύσεις.

Στην συνέχεια εξετάσθηκαν μέσω Φασματοσκοπίας υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier τέσσερα δείγματα τα οποία είχαν την πιο σαφή εικόνα γρόμπων. Αυτά ήταν τα δείγματα KN4, KN31, KN34 και KN18 από τα οποία τα τρία πρώτα παρουσίαζαν γρόμπους χρώματος λευκού και καφέ ενώ το KN18 μόνο λευκού.

Στις Εικόνες 151-152 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά η εξέταση των δειγμάτων με φασματοσκοπία υπερύθρου (FTIR), τόσο για τους λευκούς όσο και τους καφέ γρόμπους. Η εξέταση των τεσσάρων δειγμάτων για τους λευκούς γρόμπους ταυτοποίησε σχεδόν την αποκλειστική παρουσία ασβεστίτη για τα δείγματα KN4, KN18 και KN31, ενώ στην περίπτωση του KN34 πέρα του ασβεστίτη ανιχνεύτηκαν υδραυλικές ενώσεις και ορισμένα νιτρικά άλατα. Να τονιστεί ότι στα δείγματα KN4 και KN18 πέραν του ασβεστίτη είχαν ανιχνευθεί και αργιλοπυριτικές ενώσεις στη δομή τους και στο KN31 πέραν του ασβεστίτη είχαν ανιχνευθεί υδραυλικές ενώσεις. Αυτό θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως πρόχειρη ανάμειξη του ασβέστη στο μίγμα του κονιάματος η οποία δεν επέτρεψε την ενσωμάτωση του. Η απουσία προτλανδίτη, που σε άλλες περιπτώσεις ανάλυσης γρόμπων αποτελεί από τα κύρια συστατικά, αποδίδεται στην καλή ενανθράκωση των δειγμάτων. Σχετικά με το δείγμα KN34 είχαν ανιχνευθεί πέραν του ασβεστίτη και αργιλοπυριτικές ενώσεις και νιτρικά άλατα, ενώ στους λευκούς γρόμπους πέραν του ασβεστίτη και των νιτρικών αλάτων εντοπίζονται και υδραυλικά στοιχεία.

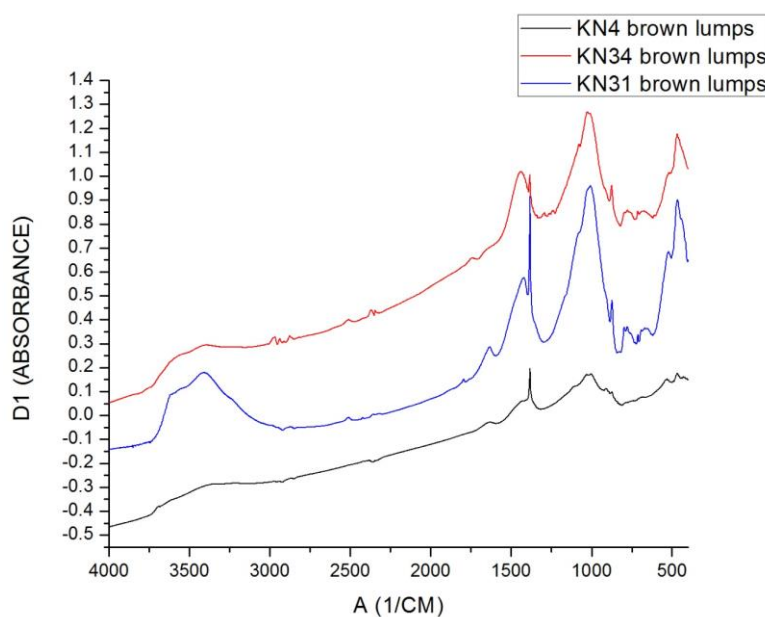
¹⁰ Bakolas A., Biscontin G., Moropoulou A., Zendri E., "Characrerization of the lumps in the mortars of historic masonry", *Thermochimica Acta*, 269/270(1995), σ.810

¹¹ Μπακόλας Α., *Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων*, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2002, σ.143



Εικόνα 150: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) των λευκών γρόμπων των δειγμάτων KN4, KN18, KN31 και KN34.

Όσον αφορά την εξέταση των τριών δειγμάτων σχετικά με τους καφέ και καφέ-κόκκινους γρόμπους, στα δείγματα KN4, KN31, KN34, ανιχνεύθηκαν πέρα του ασβεστίτη, αργιλοπυριτικές και υδραυλικές ενώσεις καθώς και νιτρικά άλατα. Στην σύσταση των κονιαμάτων δομής αυτών των δειγμάτων το KN4 είχε την ίδια σύσταση με τους καφέ γρόμπους, ενώ στο KN31 δεν εντοπιζόνταν αργιλοπυριτικές ενώσεις και στο KN34 δεν εντοπιζόνταν υδραυλικές ενώσεις. Το καφέ χρώμα όπως πιστοποιεί και η ανάλυση XRF οφείλεται στην ύπαρξη του σιδήρου.



Εικόνα 151: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) των καφέ γρόμπων των δειγμάτων KN4, KN31 και KN34.

Η παρουσία των γρόμπων στα κονιάματα πιθανότατα οφείλεται στην μη επαρκή ανάμειξη μεταξύ κονίας και αδρανών ή στη χρήση όχι τόσο καλά σβησμένου ασβέστη. Η μεγάλη συχνότητα με την οποία απαντώνται στα κονιάματα υποδηλώνει πως η παρουσία τους πιθανότητα να αποδίδει ειδικά μηχανικά χαρακτηριστικά στη δομή των κονιαμάτων. Οι γρόμποι θα μπορούσαν να διευκολύνουν την προσαρμοστικότητα των μιγμάτων στη δομή της τοιχοποιίας και να αυξήσουν την ελαστική συμπεριφορά της. Σε πολλές περιπτώσεις η χρήση κονιαμάτων με χαμηλή αντοχή σε θλίψη και χαμηλό μέτρο ελαστικότητας, στην παραδοσιακή τοιχοποιία φαίνεται να είναι σκόπιμο¹².

4.3.5 Θερμική ανάλυση (DTA-TG)

Τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης παρουσιάζονται στις Εικόνες 152-161 με σκοπό να προσδιοριστεί η υδραυλικότητα των κονιαμάτων.

Από τις γραφικές παραστάσεις των δειγμάτων επιβεβαιώνεται η παρουσία ασβεστίτη σε όλα τα δείγματα, καθώς και η αξιοσημείωτη περιεκτικότητα τους σε αργιλοπυριτικά στοιχεία (απώλεια βάρους από 200 έως 600 °C λόγω OH).

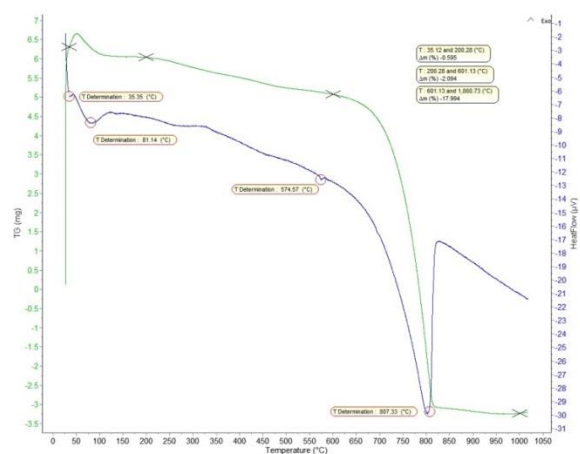
Η DTA παρέχει ποιοτικά συμπεράσματα μέσω των ενεργειακών μεταβολών που υφίστανται οι χημικές ενώσεις στη θερμοκρασιακή περιοχή 0 -1000. Η TG παρέχει τις αντίστοιχες μεταβολές βάρους από τις οποίες μπορούν να καθοριστούν ποσοτικά τα διάφορα συστατικά.

Τα δείγματα ξηράνθηκαν για 24 h σε φούρνο στους 100 °C για να απομακρυνθεί η υγρασία. Η ενεργειακή μεταβολή που λαμβάνει χώρα στην περιοχή 550-580 °C και δεν συνοδεύεται από απώλεια μάζας, οφείλεται στην μεταβολή από την α - στη β - φάση χαλαζία. Επιπλέον οι ενδόθερμες αντιδράσεις στην περιοχή 550-650 °C δηλώνουν την ύπαρξη χημικά ενωμένων νερών στα αργιλοπυριτικά συστατικά και αυτές στην περιοχή 40-100 °C υποδηλώνουν τα φυσικά ενωμένα νερά.

Τα αποτελέσματα αναφέρονται στον ποσοτικό προσδιορισμό με θερμοβαρυμετρική ανάλυση και εκφράζουν τις ποσοστιαίες απώλειες βάρους, ανά θερμοκρασιακό διάστημα.

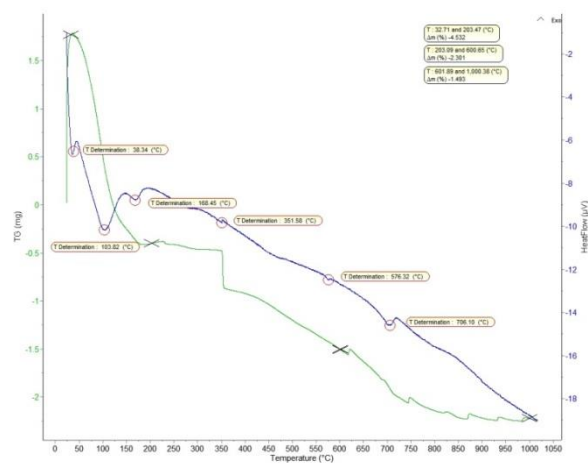
¹² Μπακόλας Α., *Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων*, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2002, σσ.146-147

KN4



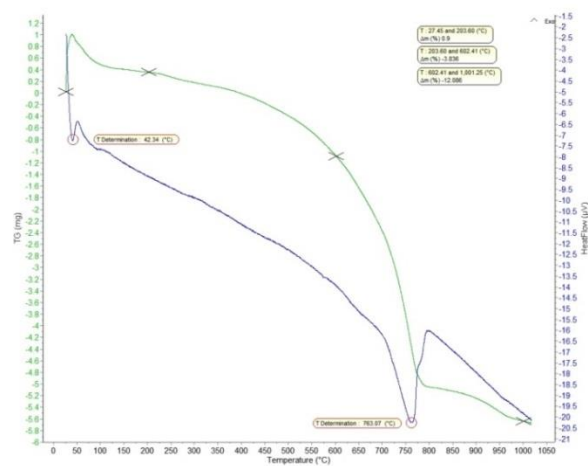
Εικόνα 152: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN4.

KN17b



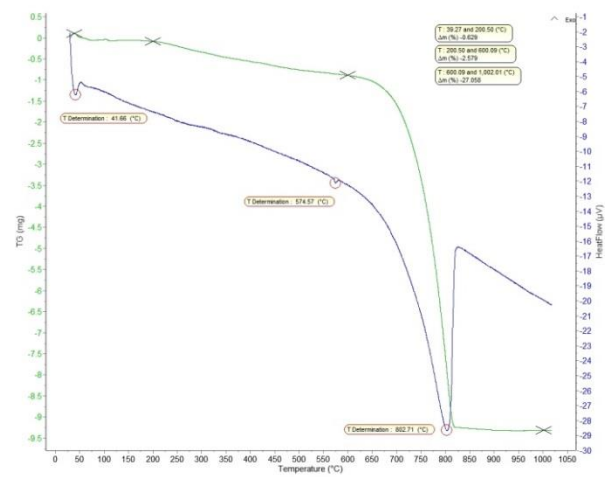
Εικόνα 153: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN4.

KN25



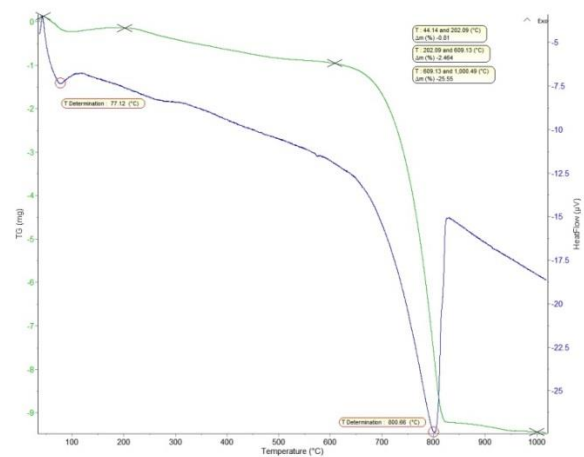
Εικόνα 154: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN25.

KN30



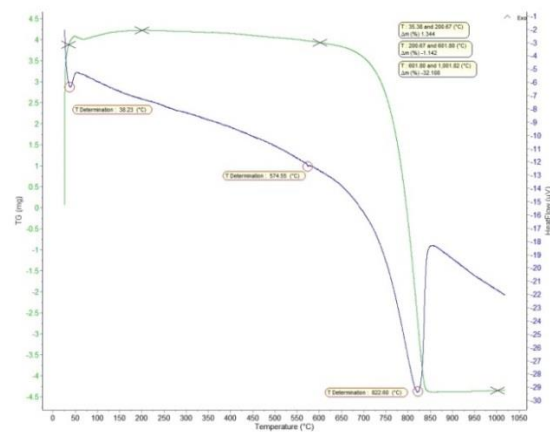
Εικόνα 155: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN30.

KN31



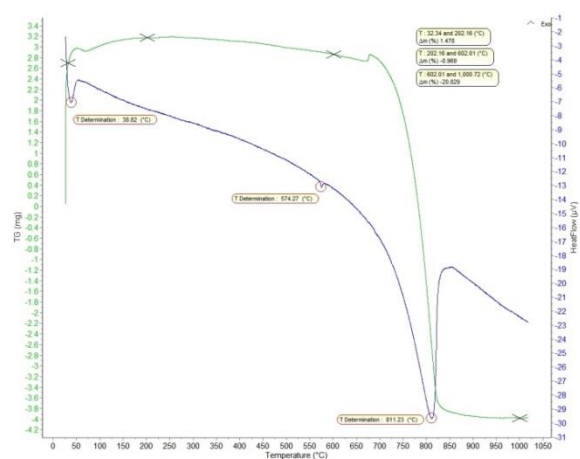
Εικόνα 156: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN31.

KN32



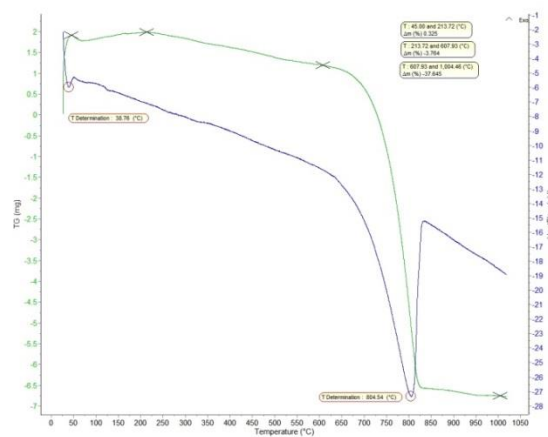
Εικόνα 157: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN32.

KN35



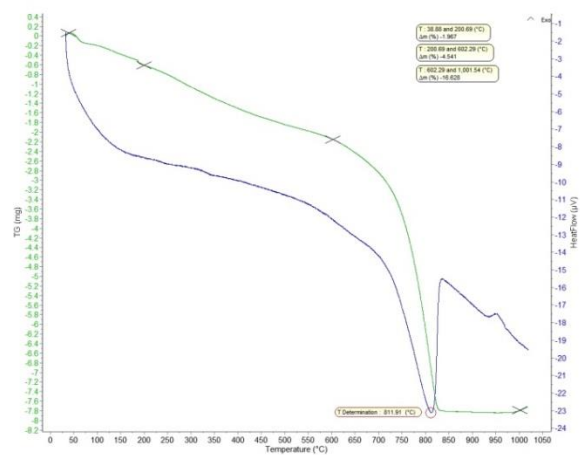
Εικόνα 158: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN35.

KN37



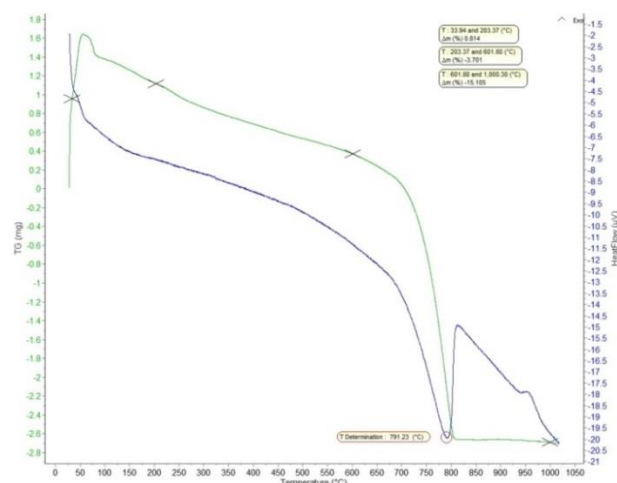
Εικόνα 159: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN35.

KN38



Εικόνα 160: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN35.

KN39



Εικόνα 161: Θερμική ανάλυση του κονιάματος KN39.

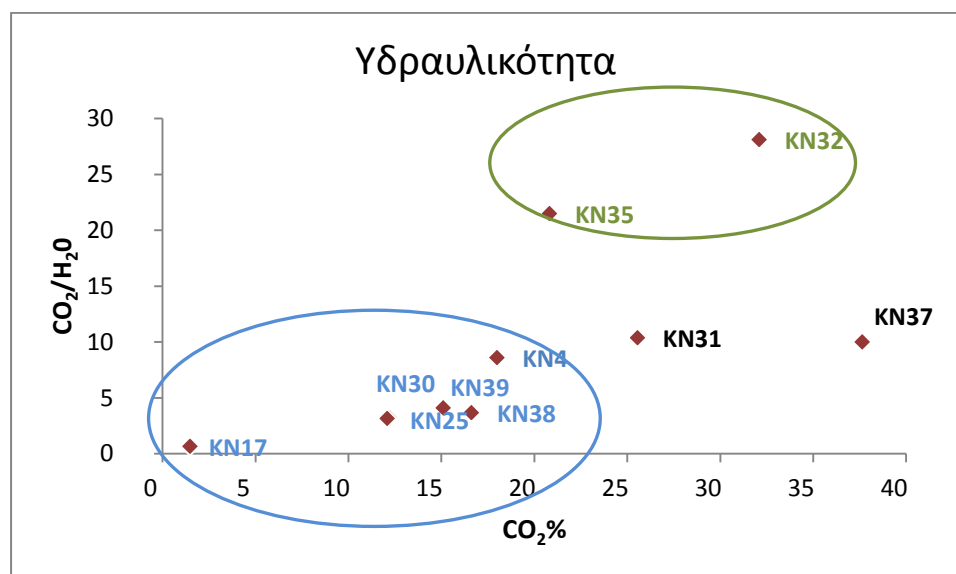
Τα παραπάνω διαγράμματα φανερώνουν μια απώλεια μάζας από τους 200-600 °C η οποία οφείλεται στα υδροξύλια (OH⁻). Παρατηρείται μικρή σχετικά απώλεια μάζας στην περιοχή 200-600 °C λόγω της ύπαρξης αργιλοπυριτικών ενώσεων. Ακόμη παρατηρείται άλλη μια απώλεια βάρους στους 600-1000 °C που οφείλεται στην μετατροπή του ανθρακικού ασβεστίου σε οξείδιο του ασβεστίου και έκλυση διοξειδίου του άνθρακα κατά την αντίδραση $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Στον Πίνακα 51 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης στα δείγματα. Πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνει την απώλεια βάρους στις περιοχές 25-200 °C, 200-600 °C και 600-1000 °C καθώς και το λόγο CO₂/H₂O. Ο λόγος CO₂/H₂O, ο οποίος υπολογίζεται από τα θερμοκρασιακά διαστήματα >600 °C και 200-600 °C ταυτοποιεί την υδραυλικότητα του κονιάματος ανάλογα με την τιμή που λαμβάνει. Υψηλές τιμές του λόγου, δηλαδή πάνω από 10 υποδηλώνουν ασβεστοτικά κονιάματα, ενώ με λόγο κάτω από 10 υποδηλώνουν υδραυλικά κονιάματα, με διαφοροποίηση στην υδραυλικότητα που παρουσιάζουν.

Τα υδραυλικά συστατικά έχουν την ιδιότητα να πήζουν και να σκληραίνουν τόσο στον αέρα όσο και σε υγρό περιβάλλον ή ακόμη και μέσα στο νερό. Αυτή η ιδιότητα προσδίδει στα υλικά αυξημένες μηχανικές αντοχές και αντοχή στη διάβρωση από περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Πίνακας 51: Αποτελέσματα θερμικής ανάλυσης κονιαμάτων.

Δείγμα	Απώλεια μάζας %(g)			CO ₂ /H ₂ O
	25-200 °C	200-600 °C	600-1000 °C	
KN4	0.595	2.094	17.994	8.59
KN17	4.532	2.301	1.493	0.65
KN25	0.912	3.79	12.205	3.22
KN30	0.9	3.836	12.086	3.15
KN31	0.81	2.464	25.55	10.37
KN32	1.344	1.142	32.108	28.12
KN35	1.478	0.969	20.829	21.50
KN37	0.325	3.764	37.645	10.00
KN38	1.967	4.541	16.628	3.66
KN39	0.814	3.701	15.105	4.08



Εικόνα 162: Διάγραμμα Υδραυλικότητας δειγμάτων KN4, KN17, KN25, KN30, KN31, KN32, KN35, KN37, KN38 και KN39.

Τα δείγματα που υποβλήθηκαν σε θερμική ανάλυση ομαδοποιούνται βάσει του δείκτη υδραυλικότητας τους σε δύο κατηγορίες, τα υδραυλικά και τα μη υδραυλικά κονιάματα. Τα δείγματα που παρουσίασαν την μεγαλύτερη υδραυλικότητα είναι τα KN17, KN25, KN30, KN38, KN39 και KN4 με δείκτες από 0,65 έως 8,59. Τα υπόλοιπα δείγματα τα οποία υποβλήθηκαν σε θερμική ανάλυση, κατατάσσονται σε αερικά κονιάματα. Αυτά είναι τα δείγματα KN32 και KN35. Στο διάγραμμα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η υδραυλικότητα όλων των δειγμάτων, με γαλάζιο χρώμα τα υδραυλικά και με πράσινο τα μη υδραυλικά.

4.4 Αποτελέσματα τριχοειδούς αναρρίχησης

Πίνακας 52: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα και λιθοσώματα.

ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ ΣΕ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ										
Κονιάματα	Μάζα (g)	Μάζα μετά από 5min	Μάζα μετά από 10min	Μάζα μετά από 90min	Μάζα μετά από 24h (g)	Μάζα μετά από 48h (g)	Εμβαδόν σε επαφή με νερό (mm ²)	Εμβαδόν/ Μάζα (mm ² /g)	Μάζα/ Εμβαδό ν (g/mm ²)	συντελεστής τριχοειδούς αναρρίχησης (g/m ² • sec ^{1/2})
Κονιάματα										
KN2b	60,83	61,51	61,91	65,49	68,65	68,73	1052,00	17,29	0,0578	59,36
KN4o	67,07	74,78	75,54	76,24	76,88	77,05	2570,00	38,32	0,0261	141,68
KN5b	92,02	97,94	99,30	106,91	108,12	108,47	1534,00	16,67	0,0600	156,78
KN7b	53,51	59,29	60,07	62,27	63,86	63,76	1315,00	24,57	0,0407	68,93
KN8b	85,35	94,38	96,15	107,64	109,40	109,42	1371,00	16,06	0,0623	276,44
KN14b	63,35	74,49	76,12	76,90	77,62	77,93	537,00	8,48	0,1180	560,71
KN15b	44,24	52,15	52,81	52,97	53,65	53,88	1123,00	25,38	0,0394	194,95
KN16o	17,61	21,10	21,28	21,40	21,77	21,88	1157,00	65,70	0,0152	174,15
KN18o	24,29	29,84	30,12	30,24	30,59	30,74	969,00	39,89	0,0251	264,56
KN21b	45,48	56,90	59,38	60,01	60,31	60,38	1082,00	23,79	0,0420	278,61
KN28b	32,37	34,13	35,11	38,29	38,55	38,63	1792,00	55,36	0,0181	76,19
KN30o	44,93	52,61	52,75	52,99	53,17	53,34	2345,00	52,19	0,0192	189,09
KN31o	59,21	65,36	66,61	69,62	70,22	70,41	1762,00	29,76	0,0336	116,56
KN32o	19,65	23,25	23,93	23,94	24,16	24,25	905,00	46,06	0,0217	199,86
KN32b	9,22	10,95	10,96	11,01	11,09	11,12	468,00	50,76	0,0197	213,42
KN34b	66,23	72,25	74,52	75,15	75,53	76,06	1089,00	16,44	0,0608	213,04
KN35b	32,09	38,27	38,31	38,34	38,65	38,65	806,00	25,12	0,0398	442,69
KN36b	41,18	47,00	48,36	48,80	49,42	49,50	1274,00	30,94	0,0323	236,34
KN37b	46,48	49,71	52,15	58,24	63,60	64,08	1064,00	22,89	0,0437	175,27
KN38b	12,69	14,03	14,59	17,08	18,28	18,42	941,00	74,15	0,0135	71
KN39b	23,94	26,96	27,78	31,06	32,50	32,78	925,00	38,64	0,0259	121,25
Λιθοσώματα										
KN6Λ	297,99	298,06	298,29	299,44	303,19	303,38	2104,00	7,06	0,1416	1,92
KN10Λ	100,06	100,23	100,27	100,72	101,24	101,24	2352,00	23,51	0,0425	3,74
KN13Λ	46,77	47,47	47,61	47,80	47,85	47,86	1984,00	42,42	0,0236	17
KN24Λ	89,03	89,54	89,61	90,53	91,17	91,28	2255,00	25,33	0,0395	13,05

Πίνακας 53: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων συντελεστών τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα και λιθοσώματα κατά αύξουσα σειρά.

Συντελεστές Τριχοειδούς Αναρρίχησης					
Κονιάματα Δομής		Επιχρίσματα		Λιθοσώματα	
KN2b	59,36	KN28o	76,19	KN6Λ	1,92
KN7b	68,93	KN31o	116,56	KN10Λ	3,74
KN38b	71	KN4o	141,68	KN24Λ	13,05
KN39b	121,25	KN16o	174,15	KN13Λ	17
KN5b	156,78	KN30o	189,09		
KN37b	175,27	KN32o	199,86		
KN15b	194,95	KN18o	264,56		
KN34b	213,04				
KN32b	213,42				
KN36b	236,34				
KN8b	276,44				
KN21b	278,61				
KN35b	442,69				
KN14b	560,71				

Με το πέρας της διαδικασίας της τριχοειδούς αναρρίχησης, λαμβάνουμε σημαντικές πληροφορίες αναφορικά με το δείκτη υδροφοβικότητας των δειγμάτων.

Στους Πίνακες 52-53 παρατηρούμε τα αποτελέσματα 21 κονιαμάτων και 4 λιθοσωμάτων τα οποία υποβλήθηκαν στο πείραμα της τριχοειδούς αναρρίχησης. Από τους συντελεστές τριχοειδούς αναρρίχησης συγκρίνουμε τα δείγματα των κονιαμάτων και των λιθοσωμάτων αντίστοιχα. Σε όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας των 48 ωρών έγιναν μακροσκοπικές παρατηρήσεις σχετικά με την συμπεριφορά των δοκιμών. Παρακάτω γίνεται σύντομη περιγραφή των δειγμάτων που υποβλήθηκαν στο πείραμα με αύξοντα δείκτη υδροφιλίας, και άρα εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με την υδροφοβικότητα τους.

Παρατηρείται ότι το KN2b αποτελεί δείγμα κονιάματος δομής με τον μικρότερο συντελεστή τριχοειδούς αναρρίχησης. Αυτό συνεπάγεται την μικρότερη απορρόφηση υγρασίας κατά την διάρκεια του πειράματος. Κατά την πειραματική διαδικασία παρατηρήθηκε μικρή απώλεια υλικού, η οποία δεν μπορούσε να αποσπαστεί με λαβίδα. Οπότε κάθε ζύγισμα απαιτούσε και τη ζύγιση από το βαμβάκι με το υλικό, προκειμένου να μετρηθεί όλο το δείγμα. Από τα είκοσι πρώτα λεπτά του πειράματος το κονίαμα άρχισε να μετατρέπεται σε λάσπη. Με το πέρας της πειραματικής διαδικασίας το δείγμα είχε κορεστεί πλήρως.

Το δείγμα KN7b, κονίαμα δομής, είχε παρόμοια συμπεριφορά με το δείγμα KN2b, με μεγαλύτερο κατά σειρά συντελεστή τριχοειδούς αναρρίχησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι και τα δύο αυτά κονιάματα αρμολογήματος κατατάσσονται στην ευρύτερη κατηγορία των άργιλο-άσβεστο-πυριτικών κονιαμάτων με την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε πυρίτιο. Πιο συγκεκριμένα, από τη ανάλυση του XRD για το KN2b και KN7b τα ορυκτά που ανιχνεύτηκαν με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ήταν ο ιλίτης, ο αλβίτης, ο μοντμοριλλονίτης και ο χαλαζίας, των οποίων το μέγεθος των κρυστάλλων είναι κάτω της κλίμακας του μικρόμετρου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα δύο αυτά κονιάματα να είναι τόσο υδρόφοβα λόγω της κοκκομετρίας τους, η οποία λειτουργεί σαν φράγμα και περιορίζει την διέλευση του νερού από τους πόρους. Πρόκειται δηλαδή για τα κονιάματα με εδαφικό υλικό που χρησιμοποιούνταν για πλήρωση της τοιχοποιίας και για τα θεμέλια, αφού αποτρέπουν την αναρρίχηση του νερού.

Ακολουθεί το δείγμα KN38b, κονίαμα δομής το οποίο παρουσίασε πολύ μικρή απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος. Από την θερμική ανάλυση το δείγμα με λόγο $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 3,66 κατατάσσεται στα υδραυλικά κονιάματα και δικαιολογείται η τόσο υδρόφοβη συμπεριφορά του.

Στην συνέχεια το KN28o αποτελεί επίχρισμα με το μικρότερο συντελεστή τριχοειδούς αναρρίχησης. Παρουσίασε πολύ μικρή απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος, ενώ να σημειωθεί ότι και η δομή του παρέμεινε ενιαία

και συνεκτική. Από την ανάλυση FTIR στο συγκεκριμένο δείγμα ανιχνεύεται γύψος, ο οποίος παρότι είναι σχετικά υδροδιαλυτός, ξεραίνεται επιφανειακά αφού κλείνουν οι πόροι του και έτσι αλλάζει το σύστημα κρυστάλλωσης του, λειτουργώντας ως φράγμα, μη επιτρέποντας την διέλευση του νερού.

Στο δείγμα KN31ο παρατηρήθηκε μικρή απώλεια υλικού από τη μία ώρα και έπειτα, το οποίο πριν από κάθε ζύγισμα, πιάνονταν με λαβίδα και τοποθετούνταν στο δισκίο με το υπόλοιπο δείγμα. Παρουσίασε μικρή απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος και κατατάσσεται δεύτερο στη λίστα των επιχρισμάτων ως προς την υδροφοβικότητα αλλά με μεγάλη διαφορά σε σχέση με το KN28ο.

Το δείγμα KN39b, κονίαμα δομής, φαίνονταν να απορροφά νερό κατά την διάρκεια του πειράματος γ' αυτό προστέθηκε νερό στα 35', 90', 300' και 480'. Όμως από τον Πίνακα 52 παρατηρείται ότι η απορρόφηση του δεν είναι πολύ μεγάλη. Μέχρι και τα 90' απορροφήθηκε ένα συγκεκριμένο ποσό υγρασίας και στην συνέχεια υπήρξε πολύ χαμηλή απορρόφηση, αφού είχε φτάσει σε κορεσμό.

Το δείγμα KN4ο διατήρησε την συνεκτική δομή του μέχρι το πέρας του πειράματος. Παρά το μικρό ύψος του δείγματος η επιφάνεια του κονιάματος δομής δεν επηρεάστηκε, τουλάχιστον με μακροσκοπική παρατήρηση και η απορρόφηση του ήταν σχετικά μικρή.

Το δείγμα KN5b, κονίαμα δομής, τοποθετήθηκε στο βρεγμένο βαμβάκι, από την μικρή πλευρά του επειδή ήταν επίπεδη σε αντίθεση με τις άλλες, οι οποίες ήταν με κοιλότητες και δεν θα υπήρχε καλή επαφή του δείγματος στο βαμβάκι. Η πάνω όψη του δείγματος, η οποία δεν ήταν τοποθετημένη στο νερό, ήταν υγρή με το πέρας του πειράματος.

Το δείγμα KN16ο, κονίαμα δεύτερου στρώματος επιχρίσματος σε συνάφεια με κονίαμα δομής, τοποθετήθηκε στο βρεγμένο βαμβάκι το δεύτερο στρώμα κονιάματος ενδιάμεσα από το επίχρισμα και το κονίαμα δομής. Παρουσίασε σχετικά μικρή απορρόφηση αλλά μεγαλύτερη από KN4ο.

Το δείγμα KN37b, κονίαμα δομής, είχε κοιλότητες σε όλες τις πλευρές του, τοποθετήθηκε στο βαμβάκι η πλευρά με τις λιγότερες ανωμαλίες. Παρουσίασε μεγάλη απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος για αυτό και προστέθηκε νερό στα 35', 90', 300', 480' καθώς το νερό απορροφούνταν με σχετικά γρήγορο ρυθμό. Από την γραφική παράσταση του προκύπτει το συμπέρασμα ότι έχει επικοινωνούντες πόρους.

Το δείγμα KN30ο, κονίαμα επιχρίσματος σε συνάφεια με κονίαμα δομής, τοποθετήθηκε στο βρεγμένο βαμβάκι το κονίαμα επιχρίσματος το οποίο ήταν μικρό σε επιφάνεια κάλυψης, οπότε το νερό επηρεάζει κατά βάση το δεύτερο στρώμα

κονιάματος. Παρουσίασε μικρή απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.

Το δείγμα KN15b, κονίαμα δομής, παρουσίασε μεγάλη απορρόφηση νερού.

Το δείγμα KN32ο παρουσίασε μεγάλη απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος εν συγκρίσει με τα προηγούμενα επιχρίσματα.

Τα δείγματα KN34b, KN32b, KN36b, κονιάματα δομής παρουσίασαν παρόμοιο ρυθμό απορρόφησης και αυτό φαίνεται από τους συντελεστές τριχοειδούς αναρρίχησης. Να σημειωθεί ότι διατηρήθηκε η πολύ συνεκτική δομή των δειγμάτων μέχρι και το πέρας της πειραματικής διαδικασίας.

Το δείγμα KN18ο, κονίαμα επιχρίσματος, μακροσκοπικά φαίνεται να παρουσίασε μικρή απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος αλλά όπως φαίνεται από τον Πίνακα 52 ο ρυθμός απορρόφησης του ήταν μεγάλος.

Το δείγμα KN8b, κονίαμα δομής, δεν είχε σημασία από ποια πλευρά θα τοποθετηθεί στο βρεγμένο βαμβάκι, καθώς όλες οι πλευρές ήταν με κοιλότητες και ρωγμές. Λόγω της μη συνεκτικής δομής κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, αποσπóταν μικρή ποσότητα από το δείγμα, óποτε σε κάθε ζύγισμα με λαβίδα αυτά τα κομμάτια, πρώτα σκουπίζονταν και έπειτα ζυγίζονταν με το υπόλοιπο δείγμα. Παρουσίασε μεγάλο ρυθμό απορροφητικότητας από τα πέντε πρώτα λεπτά.

Στο δείγμα KN21b, κονίαμα δομής, παρατηρήθηκε μικρή απώλεια υλικού, η οποία δεν μπορούσε να πιαστεί με λαβίδα. Για αυτό το λόγο, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία ζυγίσματος όπως στα δείγματα KN2, KN7. Με το πέρας της διαδικασίας ήταν ορατή η στάθμη στην οποία είχε φτάσει το νερό μέσω της τριχοειδούς αναρρίχησης.

Στο δείγμα KN35b, κονίαμα δομής, παρατηρήθηκε μικρή απώλεια υλικού από τη μία ώρα και έπειτα, το οποίο πριν από κάθε ζύγισμα, πιάνονταν με λαβίδα και τοποθετούνταν στο δισκίο με το υπόλοιπο δείγμα. Παρουσίασε μεγάλη απορρόφηση νερού κατά την διάρκεια του πειράματος για αυτό και προστέθηκε νερό στα 35', 90', 180', 300' και 480'.

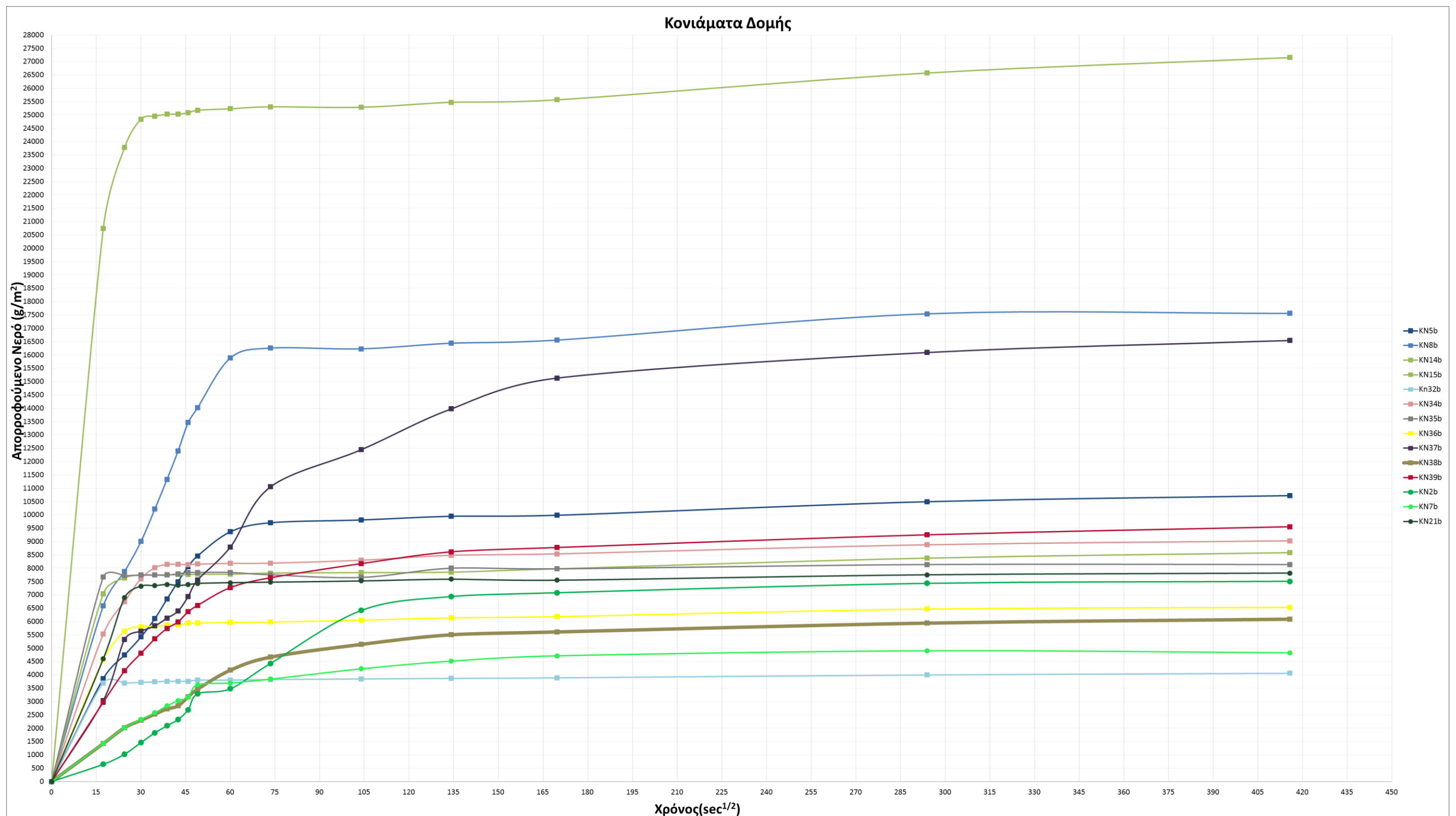
Το δείγμα KN14b, κονίαμα δομής, παρουσίασε μεγάλη απορρόφηση νερού από τα πέντε πρώτα λεπτά και με το πέρας του πειράματος στις 48 ώρες ήταν τελείως υγρό από όλες τις πλευρές.

Όσον αφορά την συμπεριφορά των λιθοσωμάτων υπήρχαν πολύ έντονες διαφορές ως προς την απορρόφηση του νερού. Το δείγμα KN6Α παρατηρούμε ότι μετά τις δύο ώρες είναι ορατό το επίπεδο στο οποίο έχει φτάσει το νερό. Ενώ με το πέρας του πειράματος στις δύο μέρες δεν έχει απορροφήσει πολύ νερό.

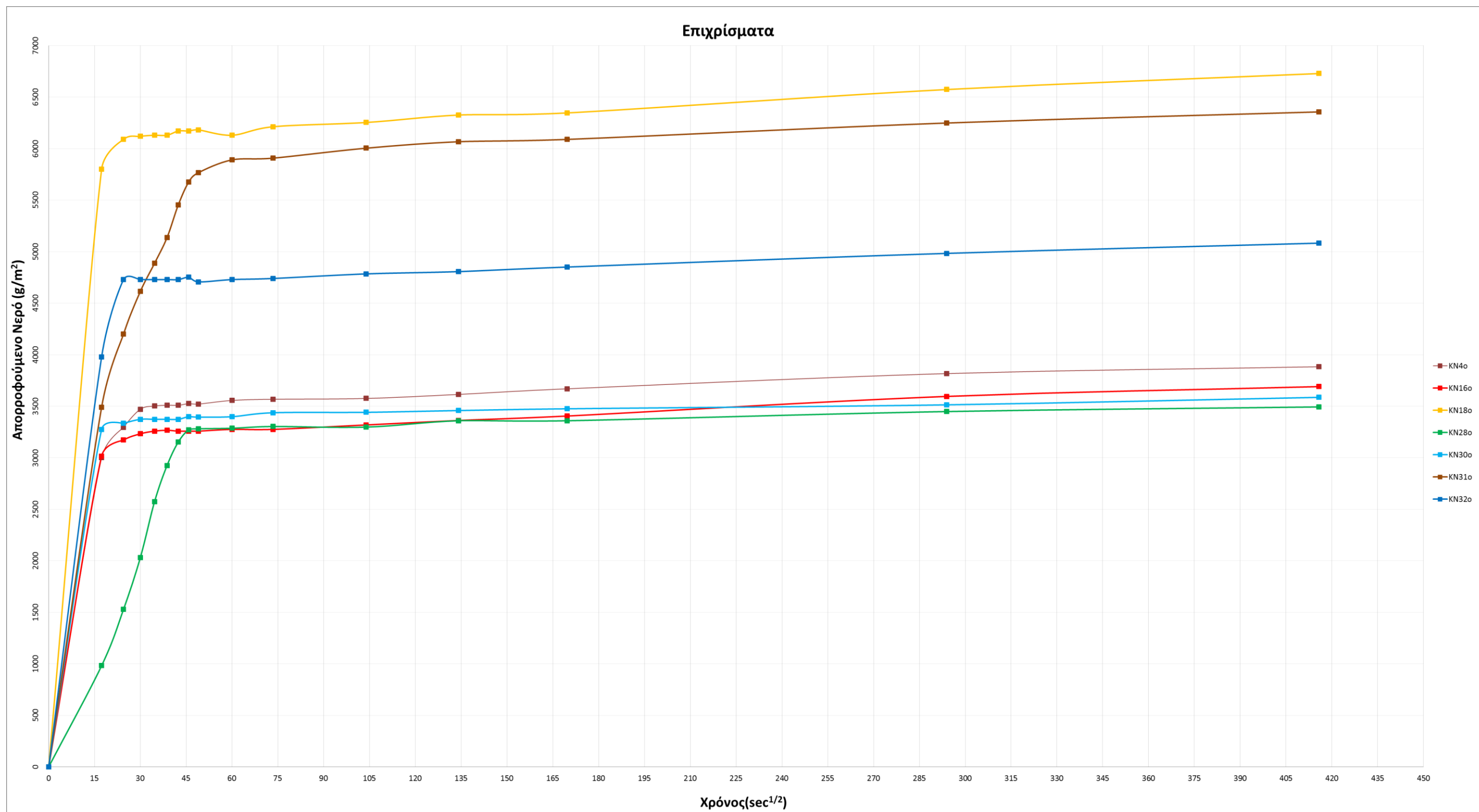
Το δείγμα KN10Λ έχει μικρή απορρόφηση νερού με το πέρας του πειράματος και δεν ήταν εφικτό να ανιχνευθεί η στάθμη του νερού με γυμνό μάτι. Ακόμη η επιφάνεια του λιθοσώματος, η οποία δεν ακουμπά στο βαμβάκι είναι τελείως στεγνή.

Το δείγμα KN24Λ είχε μικρή απορρόφηση νερού και με το πέρας του πειράματος δεν ήταν δυνατό να ανιχνευθεί η στάθμη του νερού με γυμνό μάτι, παρότι ήταν αισθητή μία υγρασία στην πλευρά που δεν ακουμπά στο βαμβάκι. Ακόμη, κατά την μεταφορά του δείγματος από το δισκίο με το βαμβάκι στο άδειο δισκίο για το ζύγισμα, ο λίθος με μικρή άσκηση πίεσης, σπάει πολύ εύκολα. Το λιθόσωμα παρουσιάζει φθορά τύπου εκφυλλώματος και με την επίδραση του ύδατος γίνεται πιο εύθραυστη η δομή του, αφού η συγκεκριμένη φθορά οφείλεται στην ασυνέχεια της δομής και της αντίδραση στην δράση του νερού.

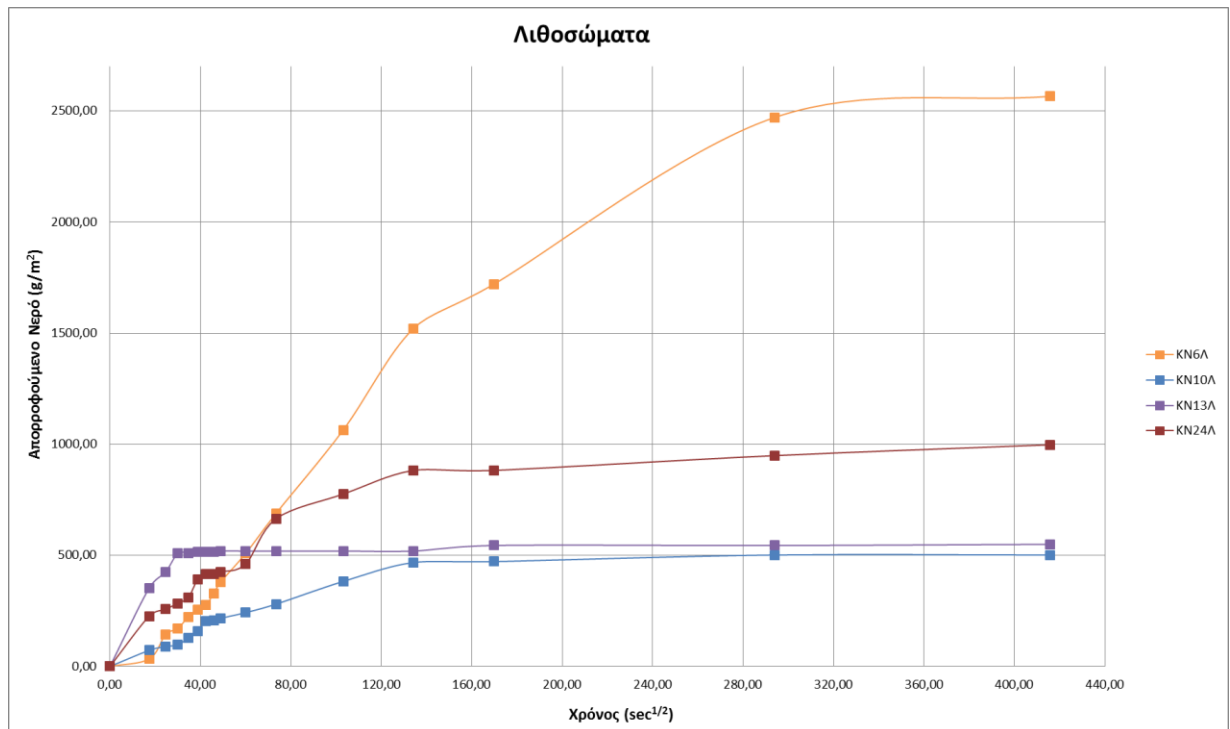
Το δείγμα KN13Λ είχε παρόμοια συμπεριφορά με το δείγμα KN24Λ αλλά με το πέρας του πειράματος η επιφάνεια του λιθοσώματος η οποία δεν ακουμπά στο βαμβάκι είναι υγρή.



Εικόνα 163: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης των κονιαμάτων δομής.



Εικόνα 164: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης των επιχρισμάτων.



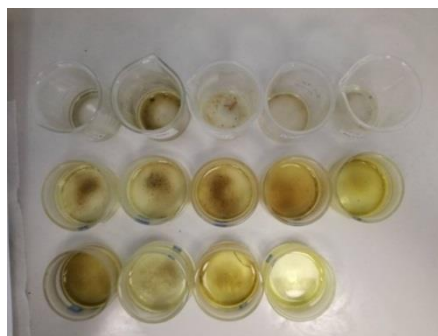
Εικόνα 165: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης των λιθοσωμάτων.

4.5 Προσδιορισμός φύσης κονιάς με χρήση HCl, NaOH

Με το πέρας των αναλύσεων χημικής, ορυκτολογικής και στοιχειακής ανάλυσης ακολούθησε πειραματική διαδικασία διασταύρωσης συμπερασμάτων για την ύπαρξη αμιγώς ασβεστιτικών κονιαμάτων ή μη. Αυτό έγινε με την δημιουργία διαλυμάτων κονιάς του εκάστοτε δείγματος και HCl.



α.



β.

Εικόνα 166: Διαλύματα των δειγμάτων διαλυμένα σε HCl.

Αρχικά τα κονιάματα κονιοποιούνται σε γουδί και τοποθετούνται στο φούρνο για 24 ώρες. Έπειτα τοποθετούνται σε ξηραντήρα, στον οποίο παραμένουν περίπου για μια ώρα. Τα δείγματα διαλύονται σε HCl, σε δοκιμαστικό σωλήνα προκειμένου να διαχωριστούν τα αργιλοπυριτικά συστατικά από τα ασβεστιτικά και τα υδραυλικά.

Ως ίζημα παρατηρούνται τα αδιάλυτα στο υδροχλωρικό οξύ αργιλοπυριτικά συστατικά ενώ το μέρος το οποίο διαλύεται με την παρουσία του οξέος είναι τα ασβεστιτικά και μέρος των υδραυλικών συστατικών. Χαρακτηριστικά μόλις εισέλθει

το HCl στο διάλυμα σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρούνταν έντονο άφρισμα λιγότερο ή και καθόλου. Αυτό συσχετίζεται με την παρουσία ή απουσία ασβεστίτη. Όταν το εξεταζόμενο δείγμα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ασβεστίτικα συστατικά τότε το “άφρισμα” είναι εντονότερο. Στον παρακάτω πίνακα είναι καταγεγραμμένες οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν από την στιγμή που μπήκε το HCl στο δοκιμαστικό σωλήνα με την κονία.

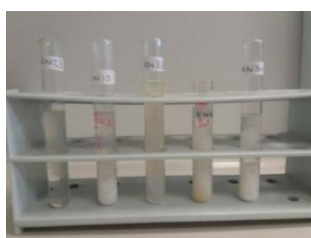
Πίνακας 54: Μακροσκοπικές παρατηρήσεις των δειγμάτων στο διάλυμα κονίας με HCl.

Διάλυμα κονίας με HCl					
Δείγματα	Μακροσκοπικές Παρατηρήσεις				
	Μετά από 7 μέρες			Μετά από 28 μέρες	
	χρώμα	ίζημα	αναβρασμός	ίζημα	άλλα
KN4	ανοιχτό κίτρινο	μεγάλο	έντονο	ναι	-
KN7	σκούρο κίτρινο	μικρό	καθόλου	ναι	-
KN15	ανοιχτό κίτρινο	μικρό	πολύ έντονο	ναι	παρουσία ινών
KN16	σκούρο κίτρινο	μικρό	έντονο	ναι	παρουσία ινών
KN18	διάφανο- μπεζ	μικρό	έντονο	ελάχιστο	-
KN22	ανοιχτό κίτρινο	μεγάλο	έντονο	ναι	παρουσία ινών
KN23	σκούρο κίτρινο	μικρό	έντονο	ναι	παρουσία ινών
KN25	ανοιχτό κίτρινο	μεγάλο	μέτριο	ναι	-
KN30	ανοιχτό κίτρινο	μικρό	πολύ έντονο	ναι	παρουσία ινών
KN32	ανοιχτό κίτρινο	μικρό	έντονο	ελάχιστο	-
KN33	σκούρο κίτρινο	μεγάλο	έντονο	ναι	-
KN37	σκούρο κίτρινο	μικρό	πολύ έντονο	ελάχιστο	-
KN38	σκούρο κίτρινο	μεγάλο	έντονο	ναι	-
KN39	ανοιχτό κίτρινο	μικρό	μέτριο	ελάχιστο	-

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 54 τα δείγματα KN15, KN30 και KN37 παρουσίασαν το πιο έντονο άφρισμα. Από τις παραπάνω αναλύσεις να σημειωθεί ότι τα τρία αυτά δείγματα από τις αναλύσεις FTIR και EDXRF έδειξαν ότι κύριο στοιχείο της σύνθεσης τους είναι ο ασβέστης. Ακόμη όσον αφορά το KN7 το οποίο δεν άφρισε καθόλου με την προσθήκη του υδροχλωρικού οξέος, συμβαδίζει με τις αναλύσεις από το FTIR, XRD και EDXRF, μάλιστα από την ποσοστιαία ανάλυση του XRD μόλις το 1,9% ανιχνεύεται ασβεστίτης. Τα δείγματα KN25 και KN39 παρουσίασαν μέτριο άφρισμα γεγονός που πιστοποιεί την υδραυλικότητα τους και το χαμηλό ποσοστό ασβεστίτη. Στα υπόλοιπα δείγματα ανιχνεύεται ασβεστίτης από τις αναλύσεις και στην συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία παρατηρήθηκε σχετικά έντονο άφρισμα αλλά όχι τόσο όσο στα αμιγώς ασβεστίτικα δείγματα. Αναφορικά με την παρουσία ινών στα δείγματα KN15, KN16, KN22 και KN23 είχε πιστοποιηθεί ήδη από την μικροσκοπική ανάλυση και εδώ ήταν πιο σαφές το χρώμα και το μέγεθος τους.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση στα κονιάματα δομής προκειμένου να εξετασθεί η άσβεστο-αργίλο-πυριτική τους σύσταση. Η πειραματική διαδικασία η οποία ακολουθήθηκε είναι η ακόλουθη. Αρχικά τα κονιάματα κονιοποιούνται σε γουδί και τοποθετούνται στο φούρνο για 24 ώρες. Έπειτα τοποθετούνται σε ξηραντήρα, στον οποίο παραμένουν για περίπου μια ώρα. Τα δείγματα διαλύονται σε HCl, σε δοκιμαστικό σωλήνα, προκειμένου να διαχωριστούν τα αργίλοπυριτικά συστατικά από τα ασβεστιτικά και τα υδραυλικά. Πιο συγκεκριμένα, το ίζημα του μίγματος αποτελείται από αργίλοπυριτικά συστατικά και χαλαζία, αδιάλυτα στο υδροχλωρικό οξύ σε αντίθεση με τα υδραυλικά συστατικά τα οποία είναι διαλυτά στο HCl.

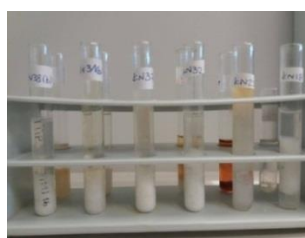
Έπειτα, σε έναν άλλο δοκιμαστικό σωλήνα και με τη βοήθεια διηθητικού χαρτιού στο χωνί, μεταφέρεται το διάλυμα ουσιαστικά αυτό με τα υδραυλικά συστατικά, αφού το ίζημα θα παραμείνει στο διηθητικό χαρτί. Ρίχνω λίγες σταγόνες από NaOH στο διάλυμα και παρατηρώ την μεταβολή της σύστασης τους. Τα αργίλοπυριτικά συστατικά τα οποία έχουν διαλυθεί στο διάλυμα φαίνονται από το λευκό ζελατινωειδές υγρό και ουσιαστικά σηματοδοτείται η ύπαρξη υδραυλικών στοιχείων.



α.



β.



γ.

Εικόνα 167: α, β, γ) Δοκιμαστικοί σωλήνες με τα διαλύματα των κονιών και την προσθήκη HCl και NaOH.

Πίνακας 55: Μακροσκοπικές παρατηρήσεις των δειγμάτων στο διάλυμα κονιάς με HCl και NaOH.

Μίγμα κονιάς με HCl και NaOH		
Δείγματα	Μακροσκοπικές Παρατηρήσεις	
	Παρουσία λευκού ζελατινωειδούς υγρού	Χρώμα διαλύματος
KN4	+++	καφέ - πορτοκαλί
KN5b	+++	-
KN7	-	έντονο κόκκινο - πορτοκαλί – καφέ σιδήρου
KN15	+	-
KN16	++	ανοιχτό καφέ - κίτρινο σιδήρου
KN17	+	διαφανές
KN18	++	λευκό
KN22	-	ανοιχτή χώρα
KN23	-	διαφανές
KN25	++	καφέ - πορτοκαλί

KN30	++	λευκό
KN31	+++	λευκό
KN32	+++	λευκό
KN33	-	ανοιχτό καφέ - πορτοκαλί
KN37	+++	λευκό
KN38	+++	λευκό
KN39	++	ανοιχτή χώρα

+++ πάρα πολύ έντονη ποσότητα λευκού ζελατινοειδούς υγρού

++ έντονη ποσότητα λευκού ζελατινοειδούς υγρού

4.6 Ομαδοποίηση μελετηθέντων δειγμάτων

Μέσω της αναλυτικής μελέτης των μακροσκοπικών, μικροσκοπικών και χημικο-ορυκτολογικών χαρακτηριστικών των κονιαμάτων και λιθοσωμάτων εξήχθησαν συμπεράσματα τα οποία επιτρέπουν την ομαδοποίηση τους βάσει κοινών χαρακτηριστικών.

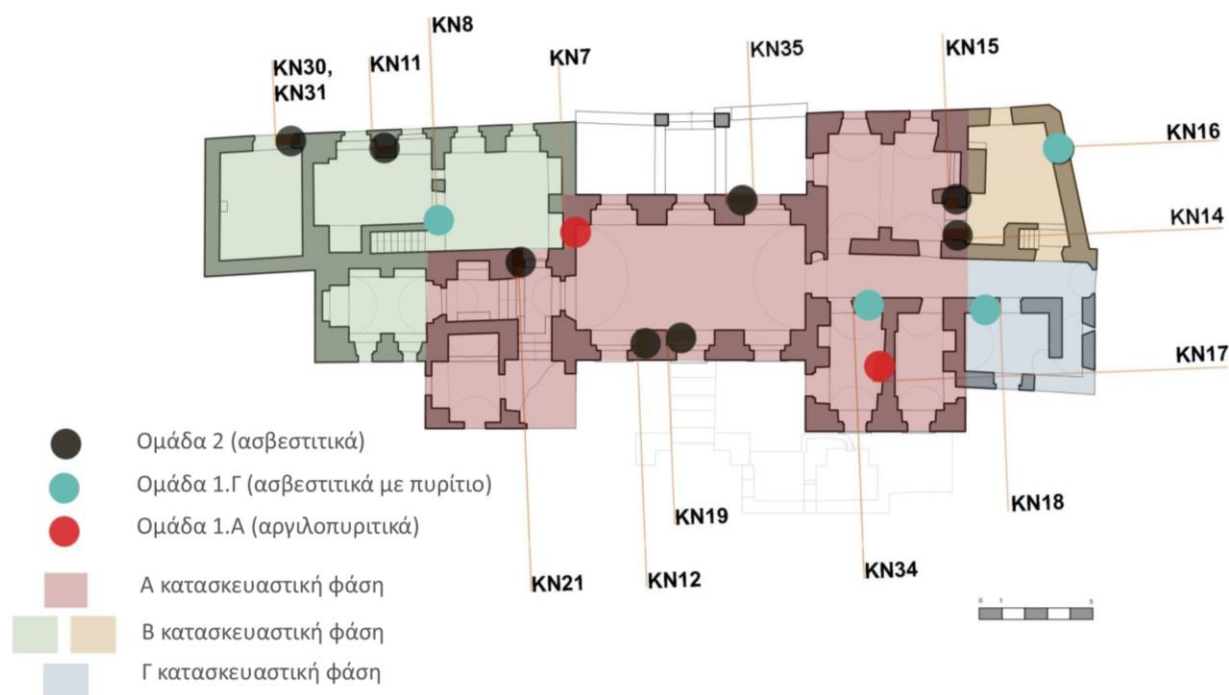
Για μια πρώτη προσέγγιση ομαδοποίησης, η μακροσκοπική και μικροσκοπική μελέτη των δειγμάτων αποτελεί κύρια μέθοδο αφού φαίνονται τα βασικότερα χαρακτηριστικά του δείγματος. Στην συνέχεια λήφθηκαν υπόψη οι χημικές, ορυκτολογικές και στοιχειακές αναλύσεις από τις οποίες διασταυρώθηκαν τα αποτελέσματα για κάθε δείγμα.

Η ομαδοποίηση των δειγμάτων είναι μια διαδικασία από την οποία προκειμένου να οδηγηθούμε σε ασφαλή και τεκμηριωμένες θέσεις κρίνεται απαραίτητη η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε με όλες τις αναλύσεις. Τα δείγματα ομαδοποιούνται σε τέσσερις ομάδες οι οποίες βασίζονται σε όλες τις αναλύσεις που έχουν προηγηθεί. Η ομάδα 1 συμπεριλαμβάνει μια γενική κατηγορία με άργιλο-άσβεστο-πυριτικά κονιάματα στην οποία εντάσσεται και η πλειοψηφία των κονιαμάτων. Σ' αυτή την ομάδα υπάρχουν τρεις υποομάδες, η 1Α στην οποία η συγκέντρωση πυριτίου είναι μεγαλύτερη και ο ασβέστης εντοπίζεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, η 1Β στην οποία η συγκέντρωση του πυριτίου είναι σχεδόν ισόποση με του ασβεστίου και η 1Γ στην οποία η συγκέντρωση σε ασβέστιο είναι η μεγαλύτερη και ακολουθούν μικρότερες συγκεντρώσεις σε πυρίτιο και άλλα. Η ομάδα 2 περιλαμβάνει κονιάματα με την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ασβέστιο και σε πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις άλλα στοιχεία. Όσον αφορά την ομάδα 3 πρόκειται για κονιάματα τα οποία εντάσσονται στα υδραυλικά και τέλος στην ομάδα 4 βρίσκεται ένα δείγμα επιχρίσματος στο οποίο πέρα από ασβέστη στην σύσταση του εντοπίζεται και ο γύψος.

Πίνακας 56: Ομαδοποίηση των δειγμάτων κονιαμάτων.

Ομάδες/ Υποομάδες		Δείγματα	Κοινά χαρακτηριστικά ομάδας	Σαφώς όμοια δείγματα	Χαρακτηριστικά όμοιων δειγμάτων
1.	A	KN2, KN7, KN17	Λεπτόκοκκα κονιάματα αρμολογήματος, καφέ χρώματος, μη συνεκτικής δομής, μεγάλης περιεκτικότητας σε πυρίτιο και πολύ μικρής σε ασβέστη	Όλα	Χαμηλός συντελεστής τριχοειδούς αναρρίχησης λόγω κοκκομετρίας
	B	KN22, KN23, KN29, KN32, KN33	Λεπτόκοκκα κονιάματα δομής, καφέ-μπεζ χρώματος, ισόποσης περιεκτικότητας σε πυρίτιο και ασβέστη, παρουσία φυτικών ινών	KN22	Ενιαία δομή
				KN23, KN29, KN32, KN33	Μη συνεκτική δομή
	Γ	KN3b, KN4b, KN5b, KN8, KN11b, KN11o, KN16, KN18, KN27, KN34, KN36	Λεπτόκοκκα κονιάματα δομής με την μεγαλύτερη συγκέντρωση στη σύσταση τους σε ασβέστιο και σε μικρότερες συγκεντρώσεις πυρίτιο και άλλα στοιχεία, παρουσία φυτικών ινών	KN3b, KN4b, KN5b	Κονιάματα περιστερώννα, χρώματος μπεζ με βιολογικές επικαθήσεις
				KN8	Μπεζ κονίαμα με παρουσία φυτικών ινών
				KN11b,KN11o, KN16, KN34	Βορειανατολικά σάλας, Μπεζ κονίαμα με παρουσία φυτικών ινών
				KN18	Λευκό κονίαμα με μαύρα στίγματα
				KN27	Γκρι-μπεζ κονίαμα με βιολογικές επικαθήσεις
				KN36	Μεγάλες οπές, βιολογικές επικαθήσεις
	2.	KN12, KN14, KN15, KN19, KN21, KN28b, KN30o, KN31, KN35, KN37	Λεπτόκοκκα κονιάματα δομής με την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ασβέστιο και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις άλλα στοιχεία	KN12, KN14, KN15, KN19, KN28b, KN35	Κονιάματα περιστερώννα, χρώματος μπεζ με βιολογικές επικαθήσεις
				KN21	Λευκό-μπεζ κονίαμα, παρουσία ρωγμών
				KN30o	Λευκό-μπεζ κονίαμα, παρουσία ρωγμών
KN31				Μπεζ κονίαμα με καφέ- κόκκινες αποχρώσεις	
KN37				Γκρι-μπεζ κονίαμα με έντονη διάβρωση λόγω υδάτων, μεγάλες οπές	
3.	KN25, KN38, KN39	Λεπτόκοκκα κονιάματα δομής, υδραυλικά στοιχεία, στοιχειακά ανιχνεύεται ασβέστης και πυρίτιο σε μεγάλα ποσοστά	KN25	Καφέ-μπεζ χρώμα, μη συνεκτική δομή	
			KN38, KN39	Λευκό-μπεζ κονίαμα, παρουσία φυτικών ινών	
4.	KN28o	Λεπτόκοκκο κονίαμα με κύρια στοιχεία τον ασβέστη και το γύψο	Όλα	-	

Έπειτα από την ομαδοποίηση των δειγμάτων ακολουθεί συσχετισμός των δειγμάτων, με τις αντίστοιχες θέσεις δειγματοληψίας, βάση των κατασκευαστικών φάσεων που αναγνωρίστηκαν στα πλαίσια της Ερευνητικής μου εργασίας. Στην Εικόνα 168 παρουσιάζεται η κάτοψη του ισογείου με τις κατασκευαστικές φάσεις οι οποίες προέκυψαν από την αναγνώριση τους στο πεδίο και επιβεβαιώνονται χρονολογικά με την ομαδοποίηση των υλικών. Συγκεκριμένα, στην πρώτη κατασκευαστική φάση, η οποία συμβολίζεται με το κοκκινωπό χρώμα, εντοπίζονται κονιάματα ασβεστιτικής φύσεως κυρίως στα επιχρίσματα, τα οποία αποτελούν μεταγενέστερες εφαρμογές. Σχετικά με τα κονιάματα δομής τα οποία αποσπάστηκαν κατά την δειγματοληψία από βάθος της τοιχοποιίας ανήκουν στα άργιλο-πυριτικά κονιάματα. Όσον αφορά τις κατασκευαστικές φάσεις Β και Γ, οι συστάσεις των κονιαμάτων δομής και των επιχρισμάτων είναι κοινές και ασβεστιτικής φύσεως.



Εικόνα 168: Κατασκευαστικές φάσεις σε σχέση με την ομαδοποίηση των δειγμάτων.

Επιπλέον να σημειωθεί ότι σχετικά με την κατηγορία των υδραυλικών κονιαμάτων, εντοπίζονται σε κονιάματα δομής στο υπόγειο και στον όροφο, σε περιοχές με άμεση γειτνίαση με το υδάτινο στοιχείο. Αυτή η επιλογή υποδηλώνει και την τεχνογνωσία της εποχής για την καλή συμπεριφορά τους σε σχέση με το νερό.

Πίνακας 57: Ομαδοποίηση των δειγμάτων λιθωμάτων.

Ομάδες	Δείγματα	Κοινά χαρακτηριστικά ομάδας	Παρόμοια δείγματα	Χαρακτηριστικά παρόμοιων δειγμάτων
1.	KN6Λ, KN9Λ, KN10Λ, KN13Λ, KN24Λ, KN26Λ	Μεταμορφωμένοι σχιστόλιθοι	KN6Λ, KN10Λ	Σκούρο γκρι χρώμα
			KN9Λ, KN13Λ, KN24Λ, KN26Λ	Ανοιχτό καφέ και γκρι χρώμα
2.	KN12	Ψαμμίτης	Όλα	-
3.	KN20Λ	Μάρμαρο	Όλα	-

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 56 στην ομάδα 1.Α και τα τρία δείγματα είναι σαφώς όμοια μεταξύ τους. Πιο αναλυτικά, αυτό σημαίνει ότι τόσο μακροσκοπικά και μικροσκοπικά είναι όμοια όσο και τα αποτελέσματα των στοιχειακών και ορυκτολογικών αναλύσεων τους. Το KN2 αποτελεί κονίαμα του περιστερώννα ενώ τα KN7 και KN17 βρίσκονται εκατέρωθεν της κεντρικής σάλας. Στην ομάδα 1.Β όλα τα δείγματα εκτός του KN22 που ανήκει στον περιστερώννα είναι όμοια μεταξύ τους. Αναλυτικότερα τα KN23 και KN29 ανήκουν στο παράρτημα των φούρνων και τα KN32 και KN33 εντοπίζονται στους στάβλους. Στην ομάδα 1.Γ παρότι τα δείγματα KN5 και KN34 δεν υποβλήθηκαν σε φθορισμομετρία ενεργειακής διασποράς ακτίνων Χ κατατάχθηκαν σε αυτή την κατηγορία καθώς το KN5 ήταν όμοιο με τα KN3 και KN4 και το KN34 με τα KN11 και KN16. Τα KN3, KN4 και KN5 ανήκουν στον περιστερώννα και είναι και αναμενόμενη η ομοιότητα τους καθώς πρόκειται για κοινή τοιχοποιία. Τα KN11 βρίσκεται βορειοανατολικά της σάλας και τα KN16 και KN34 νοτιοδυτικά της σάλας. Τα υπόλοιπα ασβεστιτικά κονιάματα με πυρίτιο σε μετρήσιμη συγκέντρωση βρίσκονται σε διάφορα σημεία στο κεντρικό κτίριο. Ακόμη σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα KN27 που βρίσκεται στους φούρνους και το KN36 στο χώρο του υπογείου.

Στην ομάδα 2 των ασβεστιτικών κονιαμάτων μια μεγάλη ομάδα όμοιων κονιαμάτων δομής βρίσκονται στην κεντρική σάλα ή εκατέρωθεν και το KN28b στο παράρτημα με τους φούρνους. Πιο συγκεκριμένα στην κεντρική σάλα εντοπίζονται τα KN12, KN19 και KN35 και εκατέρωθεν τα KN14, KN15, KN21, KN30, KN31. Ακόμη σε αυτή την κατηγορία ανήκει το KN37 στο χώρο του υπογείου. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην κεντρική σάλα περίπου στο 1/3 της τοιχοποιίας απουσιάζουν τα επιχρίσματα γεγονός που πιστοποιεί ότι η ύπαρξη ασβεστιτικών κονιαμάτων σε συνδυασμό με την υψηλή απορρόφηση νερού λόγω τριχοειδής αναρρίχησης οδηγούν σε αποκόλληση επιχρισμάτων.

Στην ομάδα 3 με τα υδραυλικά κονιάματα βρίσκονται τα KN25 και KN38, KN39, τα οποία έχουν άμεση σχέση με το υδάτινο στοιχείο με διαφορετικό τρόπο. Από την μια το KN25 βρίσκεται στην κεντρική πηγή δίπλα από την είσοδο και συνορεύει με τρεχούμενο νερό κυρίως το χειμώνα και από την άλλη τα KN38, KN39 βρίσκονται στο δώμα, όπου λόγω έλλειψης στέγης είναι σε άμεση επαφή με το νερό λόγω των όμβριων υδάτων. Να σημειωθεί εδώ η χαμηλή απορρόφηση νερού των δειγμάτων η οποία συνδέεται άμεσα με την σύστασή τους.

Τέλος στην ομάδα 4 εντάσσεται το KN28ο στο οποίο εντοπίζεται γύψος, επίχρισμα το οποίο ανήκει στο παράρτημα των φούρνων το οποίο παραμένει στην τοιχοποιία με μικρές αποκολλήσεις. Να επισημανθεί ο χαμηλός συντελεστής τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN28ο.

5. Προτάσεις συντήρησης με νέα υλικά στερέωσης και προστασίας

5.1 Θεωρητικό Μέρος

5.1.1 Αναγκαιότητα επεμβάσεων συντήρησης

Η επιτακτική ανάγκη για στερέωση και προστασία πηγάζει από την αύξηση της περιβαλλοντικής ρύπανσης η οποία με την σειρά της επηρεάζει άμεσα και έμμεσα τη διάβρωση των δομικών υλικών. Η αυξανόμενη ατμοσφαιρική ρύπανση σε συνδυασμό με την ατμοσφαιρική υγρασία, επιφέρουν στα δομικά υλικά αποσάθρωση των δομών τους. Φυσικό απότοκο των φθορών αποτελεί η υποβάθμιση των μνημειακών κατασκευών, οι οποίες αν δεν συντηρηθούν θα χαθούν ιστορικές αξίες μνήμης, αρχιτεκτονικές, περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές και όποιες άλλες φέρει ένα μνημειακό σύνολο. Οι λόγοι που πιστοποιούν την ανάγκη συντήρησης και αποκατάστασης είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού πρόκειται για τη διάσωση και την προαγωγή της πολιτισμικής κληρονομιάς κάθε τόπου.

Οι επεμβάσεις προστασίας και στερέωσης κρίνονται απαραίτητες με σκοπό τη διατήρηση της αειφορίας των μνημείων αλλά και των σύγχρονων κατασκευών. Έτσι, από την δεκαετία του 70' και του 80' έρευνες είχαν ως στόχο την εύρεση θεραπειών οι οποίες θα στερέωναν και θα προστάτευαν τα δομικά υλικά. Σήμερα υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον το οποίο αποσκοπεί στην σχεδίαση συμβατών υλικών αποκατάστασης. Κύριοι στόχοι είναι αφενός η αύξηση του χρόνου ζωής των δομικών υλικών έναντι των εξωγενών παραγόντων και αφετέρου το μειωμένο κόστος αποκατάστασης.

5.1.2 Προδιαγραφές υλικών προστασίας και στερέωσης

Βασικά χαρακτηριστικά κάθε επέμβασης είναι η αρχή της αντιστρεψιμότητας. Στην περίπτωση όμως της συντήρησης των κονιαμάτων και των λιθοσωμάτων δεν είναι εφικτό κάτι τέτοιο. Είναι σοφότερο, ως εκ τούτου να υποθέσουμε ότι μια θεραπεία, όταν εφαρμόζεται, δεν μπορεί ποτέ να αφαιρεθεί εντελώς. Βέβαια απαραίτητο είναι το κριτήριο της συμβατότητας¹³.

Τα σύγχρονα υλικά αποκαταστάσεων οφείλουν να παρουσιάζουν χημική συμβατότητα με τα υφιστάμενα δομικά υλικά και να μην αλλάζουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες των δομικών υλικών. Ακόμη οφείλουν να επιτρέπουν τη διαφυγή της υγρασίας και να μην την εγκλωβίζουν στο εσωτερικό τους προκειμένου να αποφεύγονται περαιτέρω διαβρώσεις. Επιπλέον ο σχεδιασμός τους οφείλει να μην επικεντρώνεται αποκλειστικά στην επιφάνεια του δομικού υλικού αλλά και στην προστασία της επιφάνειας από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους και την υγρασία. Ύψιστη προσοχή πρέπει να δίνεται στις μηχανικές ιδιότητες του νέου υλικού το οποίο δεν πρέπει να ξεπερνά τις αντοχές των υφιστάμενων υλικών. Εκτός από αυτά απαραίτητο είναι να διεισδύουν εύκολα στην εκάστοτε περιοχή και όποτε

¹³ Doehne E., Price C. A., *Stone Conservation: An Overview of Current Research*, Getty Publications, USA, 1996, σ.29

χρειάζεται να διεισδύουν και σε μεγάλο βάθος εντός των δομικών υλικών. Βασικό είναι επίσης να μην παρατηρείται χρωματική αλλοίωση μετά την επεξεργασία καθώς αλλάζει η εικόνα ενός μνημείου και οι αξίες που φέρει. Να επιτρέπεται η μεγαλύτερη δυνατή διατήρηση της φυσικής πάτινας και των παλαιών πολυχρωμιών και ακόμη να γίνεται με μικρή ταχύτητα έτσι ώστε να μπορεί να γίνει διακοπή αν παρατηρηθεί κάποια από τις παραπάνω περιπτώσεις.

Οι βασικοί τρόποι εφαρμογής των υλικών αυτών είναι: με πινέλο, με σπρέι, με εμβάπτιση ή μέσω της τριχοειδούς αναρριχήσεως¹⁴.

5.1.3 Περιγραφή νανοσύνθετου υλικού SurfaPore FX WB

Το νανασύνθετο υλικό SurfaPore FX WB είναι ένα στερεωτικό υγρό για την σταθεροποίηση σαθρών οικοδομικών επιφανειών με υδρόφοβη δράση στα πορώδη υλικά. Το εν λόγω υλικό αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2009 με κωδικό 09ΣΥΝ-42-789 (NANOΒΙΟΔΟΜΥΛ). Συντονιστής ήταν το “Εργαστήριο Υλικών Πολιτισμικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης” του Πολυτεχνείου Κρήτης, με εμπλεκόμενους φορείς εκτός από το Πολυτεχνείο Κρήτης, το ΕΚΕΦΕ-Δημόκριτος, τη NanoPhos A.E και την EBETAM A.E. Δημιουργήθηκαν δύο υλικά το SurfaPore FX SB με διαλύτη την ισοπροπανόλη και το SurfaPore FX WB με διαλύτη το νερό.

Πιο συγκεκριμένα, το SurfaPore FX WB είναι ένα υδατικό εναιώρημα λειτουργικών νανοσωματιδίων πυριτικής σύστασης. Λόγω του σχήματος και του μεγέθους τους τα νανοσωματίδια έχουν την ιδιότητα να διεισδύουν σε μεγάλο βάθος των δομικών επιφανειών- έως και 20mm. Μετά την εφαρμογή και τη διείσδυση τους στο υπόστρωμα, τα νανοσωματίδια “αγκυρώνουν” χημικά στην επιφάνεια εφαρμογής και επιπλέον σχηματίζουν δεσμούς μεταξύ τους. Έτσι προκύπτει ένα πυκνό τρισδιάστατο δίκτυο το οποίο ενισχύει τις μηχανικές ιδιότητες των αποσαθρωμένων επιφανειών. Ο ανόργανος χαρακτήρας των νανοσωματιδίων εξασφαλίζει τη χημική συμβατότητα και την ευκολία εφαρμογής. Ακόμη τα νανοσωματίδια δεν φράζουν τους πόρους αλλά υποστηρίζουν μηχανικά τις μικρορηγματώσεις και την “ασυνέχεια” των υλικών. Συνεπώς η εμφάνιση, το πορώδες και η διαπνοή των τροποποιημένων επιφανειών παραμένουν ανεπηρέαστα¹⁵.

Πρόκειται για ένα υλικό με πυριτική μήτρα και οξαλικό ασβέστιο. Η σύσταση του εμπνεύστηκε από διεργασίες που παρατηρήθηκαν σε αρχαία μνημεία. Στο καινοτόμο αυτό προϊόν το νανοδομημένο οξαλικό ασβέστιο δημιουργεί καλή ενσωμάτωση στη πυριτική μήτρα. Το ίδιο υλικό έχει χρησιμοποιηθεί και στις αναστηλωτικές εργασίες της Ακρόπολης καθώς και στο Όσλο της Νορβηγίας.

¹⁴ Καπριδάκη Χ. Μ., Έλεγχος χημικής συμβατότητας και βελτίωση στερεωτικών με νανοτεχνολογία, Διδακτορική διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 2015, σ.13

¹⁵ http://www.nanophos.com/images/SurfaPore_F%CE%A7_PDS_GR.pdf (30/9/18)

5.2 Πειραματικό Μέρος

Το νανοσύνθετο υλικό SurfaPore FX WB εφαρμόστηκε σε 10 κονιάματα δομής και 6 επιχρίσματα. Μετά την εφαρμογή του και με το πέρας του ενός μήνα στον οποίο ωριμάζει το υλικό, όλα τα δείγματα εξετάσθηκαν με το Dino Lite για παρατηρήσεις στην μικροδομή τους οι οποίες δεν είναι ορατές με γυμνό μάτι. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε Scotch Tape Test για να προσδιοριστεί η ποσότητα του δομικού υλικού που αποκολλάται πριν και μετά την εφαρμογή καθώς και η καλυπτικότητα του υλικού που απαιτείται στα συγκεκριμένα δομικά υλικά. Έπειτα ακολούθησε η διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης όπως αυτή έχει περιγραφεί στην Ενότητα 2.5 προκειμένου να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την απορρόφηση και κυκλοφορία του ύδατος στα κονιάματα μετά την εφαρμογή με το υλικό νανοσωματιδίων. Τέλος καθώς παρατηρήθηκαν ορισμένες κρούστες- άλατα μετά το πέρας των 30 ημερών έγινε προσεκτική λήψη του συγκεκριμένου δείγματος προκειμένου να εξακριβωθεί η σύσταση του μέσω της υπέρυθρης φασματοσκοπίας με σχηματισμό Fourier. Ακόμη μετρήθηκε η αγωγιμότητα στα συγκεκριμένα δείγματα προκειμένου να μετρηθούν τα άλατα.

5.2.1 Εφαρμογή νανοσύνθετου υλικού

Αρχικά τα δείγματα καθαρίστηκαν με πινέλο προς απομάκρυνση τυχόν σκόνης, προκειμένου η μείωση της απώλειας του υλικού μετά την εφαρμογή να είναι ακριβής. Στην συνέχεια έγινε η εφαρμογή του υλικού με την βοήθεια σύριγγας και πινέλου μέχρι κορεσμού. Η εφαρμογή σταματούσε σε σημείο κορεσμού προς αποφυγή cracking του υλικού.



Εικόνα 169: Διαδικασία εφαρμογής νανοσύνθετου υλικού SurfaPore FX WB με πινέλο.

Τα δείγματα στα οποία έγινε η εφαρμογή είναι από τα κονιάματα δομής τα KN2b, KN7b, KN5b, KN15b, KN14b, KN21b, KN31b, KN35b, KN39b, KN34b και από τα επιχρίσματα τα KN3o, KN4o, KN18o, KN28o, KN30o ΚΑΙ KN32o.

5.2.2 Αγωγιμότητα για την διευκρίνιση των αλάτων

Προκειμένου να μετρηθούν τα άλατα στα δείγματα που εντοπίστηκαν μακροσκοπικά και μικροσκοπικά και επιβεβαιώθηκαν μέσω της υπέρυθρης φασματοσκοπίας μετρήθηκε η αγωγιμότητα. Πιο συγκεκριμένα μετρήθηκε η

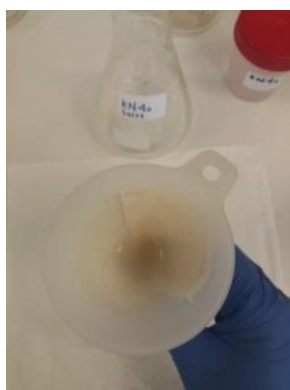
αγωγιμότητα στα δείγματα πριν την εφαρμογή του SurfaPore FX WB και μετά την εφαρμογή όπου και εμφανίστηκαν τα άλατα. Η διαδικασία η οποία ακολουθήθηκε ήταν η εξής. Σε κωνικές γυάλινες φιάλες των 200 ml τοποθετήθηκαν 100 ml απιονισμένου νερού και 100 mg του εκάστοτε δείγματος, το οποίο πρώτα είχε κονιοποιηθεί. Στην συνέχεια οι φιάλες τοποθετήθηκαν σε μαγνητικούς αναδευτήρες για 72 h. Έπειτα φιλτραρίστηκε το διάλυμα καθώς ζητούμενο είναι το υπερκείμενο υγρό στο οποίο βρίσκονται τα άλατα. Από το διαλυτό κομμάτι μετρήθηκε η αγωγιμότητα των δειγμάτων με τα άλατα και χωρίς αυτά προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Το αγωγιμόμετρο που χρησιμοποιήθηκε είναι το GLP31 της Crison και ο τύπος που υπολογίστηκε η αγωγιμότητα είναι ο $C=(A-b)*100/P$, όπου (P): βάρος Υλικού, (A): η τιμή της αγωγιμότητας του διαλύματος προς εξέταση, (b): η τιμή της αγωγιμότητας του απιονισμένου νερού.



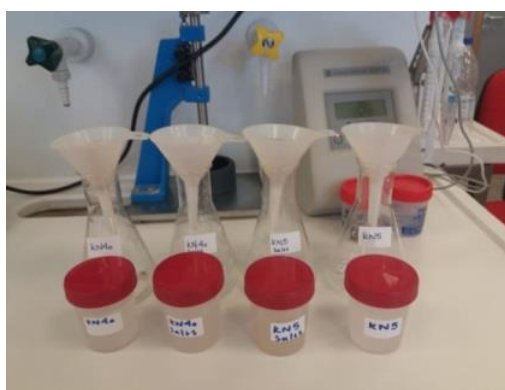
α1.



α2.



β.



γ.

Εικόνα 170: α1, α2) Οι μαγνητικοί αναδευτήρες κατά την διαδικασία της ανάδευσης, β) Διαδικασία διήθησης του διαλύματος με διηθητικό χαρτί, γ) Απεικόνιση των διαλυμάτων και του αγωγιμόμετρου.

Πίνακας 58: Αποτελέσματα Αγωγιμότητας των δειγμάτων KN4o, KN5b και KN15b.

Αγωγιμότητα $C=(A-b)*100/P$				% αύξηση αγωγιμότητας μετά την εφαρμογή
Δοκίμια	A ($\mu S/cm$)	P (mg)	C (Ms cm^{-1})	
KN4o	252	97,71	245,16	43,40
KN4o(salts)	355,3	97,52	351,57	
KN5b	170,4	99,01	159,53	138,72
KN5b(salts)	402	102,29	380,83	
KN15b	141,66	101,69	127,06	3,92
KN15b(salts)	148,36	102,93	132,04	

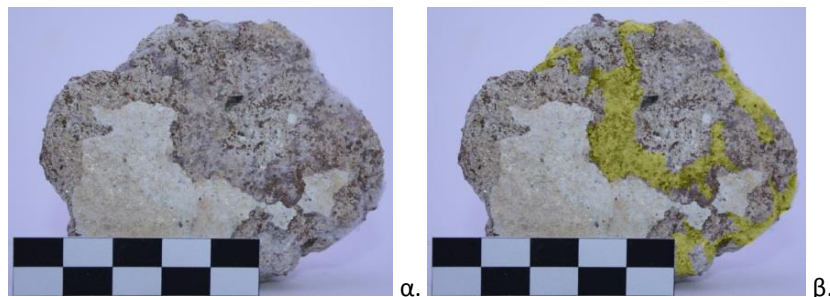
Παρατηρούμε από τον Πίνακα 58 ότι τα δείγματα KN4o και KN5b τα οποία βρίσκονται στην ίδια τοιχοποιία και έχουν την ίδια ποιοτική ανάλυση από το FTIR, παρότι το ένα είναι επίχρισμα και το άλλο κονίαμα δομής, παρουσιάζουν αισθητή αύξηση της αγωγιμότητας μετά την εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα η αγωγιμότητα του KN4o αυξάνεται κατά 43,40% και του KN5b κατά 138,72%. Το δείγμα KN15b αυξάνεται μόλις κατά 3,92%, γεγονός που πιστοποιείται και από την μικρή εξάπλωση αλάτων τόσο μακροσκοπικά όσο και μικροσκοπικά.

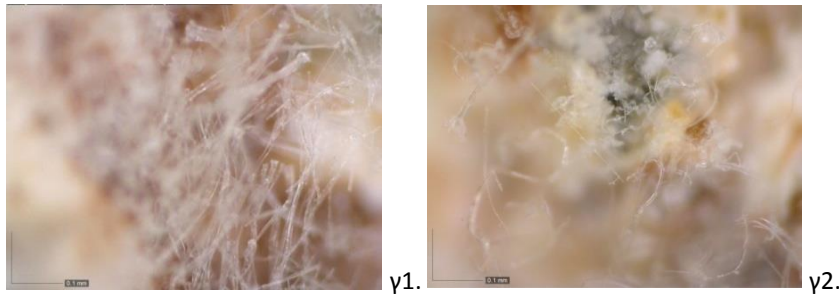
Η πολύ μεγάλη αύξηση της αγωγιμότητας του KN5b και του KN4o κατά σειρά πιστοποιούν την μεγάλη ποσότητα ευδιάλυτων αλάτων που δημιουργήθηκαν με την εφαρμογή του SurfaPore FX WB.

5.3 Αποτελέσματα μετά την εφαρμογή

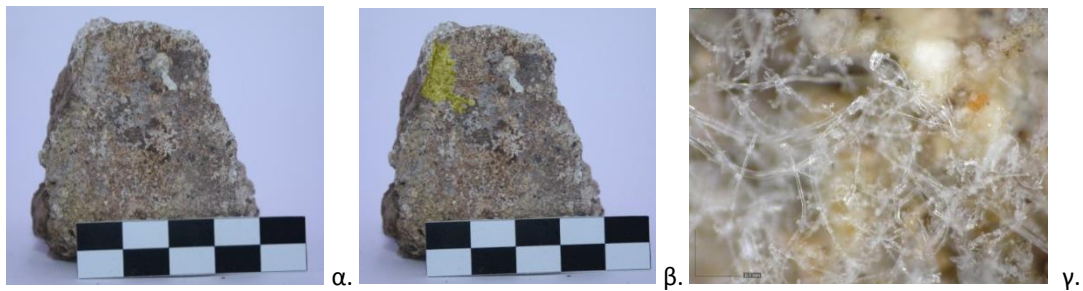
5.3.1 Παρατηρήσεις μακροσκοπικά και μικροσκοπικά

Με το πέρας του ενός μήνα παρατηρήθηκαν στα δείγματα KN4o, KN5b και KN15b άλατα. Παρακάτω παρατηρούμε την ύπαρξη αυτών των αλάτων τόσο μακροσκοπικά όσο κα μικροσκοπικά με το Dino Lite.

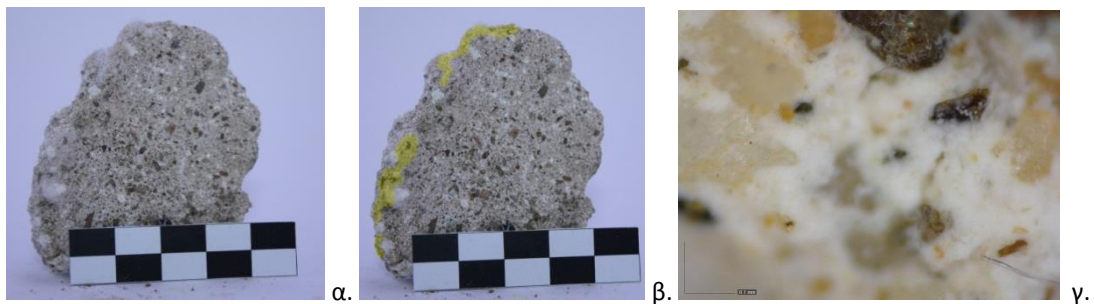




Εικόνα 171: α) Μακροσκοπική απεικόνιση του επιχρίσματος KN4o, β) Επισημάνση με κίτρινο χρώμα των σημείων με παρουσία αλάτων στο δείγμα KN4o και συγκεκριμένα στη δεύτερη επίστρωση κονιάματος μεταξύ επιχρίσματος και κονιάματος δομής, γ1, γ2) Μικροσκοπική απεικόνιση σημείου αλάτων με Dino Lite.



Εικόνα 172: α) Μακροσκοπική απεικόνιση του κονιάματος δομής KN5b, β) Επισημάνση με κίτρινο χρώμα των σημείων με παρουσία αλάτων στο δείγμα KN5b, γ) Μικροσκοπική απεικόνιση σημείου αλάτων δείγματος KN5b με Dino Lite.

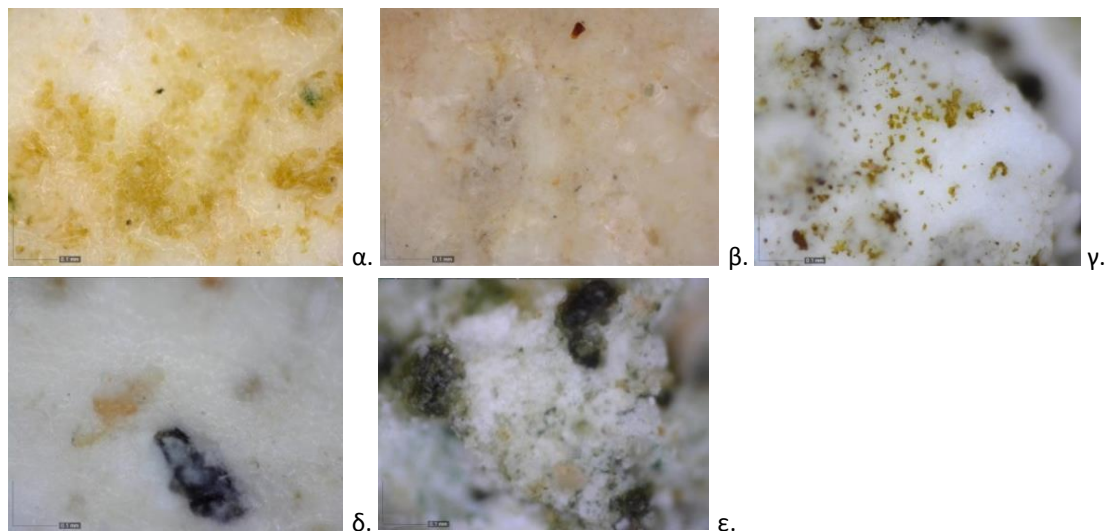


Εικόνα 173: α) Μακροσκοπική απεικόνιση του κονιάματος δομής KN15b, β) Επισημάνση με κίτρινο χρώμα των σημείων με παρουσία αλάτων στο δείγμα KN15b, γ) Μικροσκοπική απεικόνιση σημείου αλάτων δείγματος KN15b με Dino Lite.

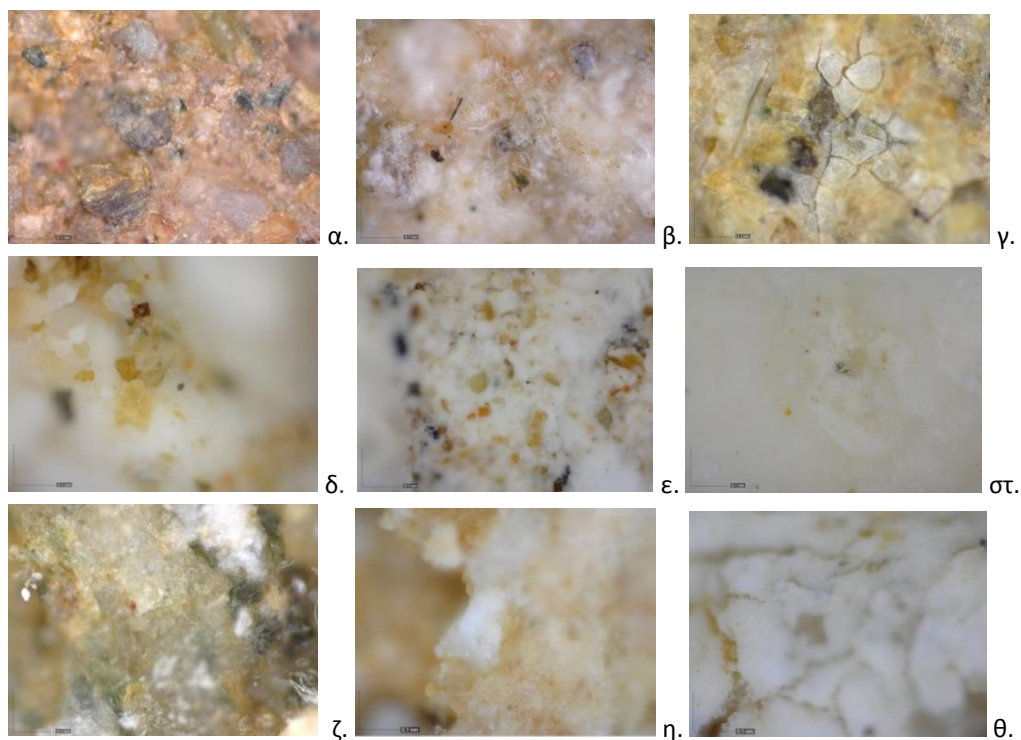
Μικροσκοπική απεικόνιση Κονιαμάτων

Παρατηρώντας τις φωτογραφίες από το μικροσκόπιο οπτικών ινών, δύο από τα δείγματα, τα κονιάματα δομής KN7b και KN35b παρουσιάζουν το φαινόμενο του cracking. Το SurfaPore FX WB είναι ένα στερεωτικό υλικό που ο μηχανισμός ωρίμανσής του αναφέρεται στην επανασύνδεση των κόκκων των δομικών υλικών που έχασαν λόγω φθοράς το συνδετικό τους υλικό. Κάθε υπέρκορη εφαρμογή του υλικού οδηγεί σε συσσώρευση στην επιφάνεια όπου δημιουργούνται μικρορηγματώσεις εξ' αιτίας της γρήγορης εξάτμισης του νερού στα επιφανειακά στρώματα του υλικού. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται στην διαδικασία sol-gel που είναι και ο μηχανισμός σκλήρυνσης του εν λόγω νανο-υλικού (Anastasia

Verganelaki, Chrysi Kapridaki and Pagona Maravelaki-Kalaitzaki, “Modified tetraethoxysilane with nano-calcium oxalate in one-pot synthesis for protection of building materials”, *Industrial and Engineering Chemistry Research*, American Chemical Society, 54 (29), 2015, pp. 7195-7206)



Εικόνα 174: Παρουσία αλάτων σε επιχρίσματα μετά την εφαρμογή του SurfaPore FX WB, α) δείγμα KN30, β) δείγμα KN40, γ) δείγμα KN180, δ) δείγμα KN300, ε) δείγμα KN320.

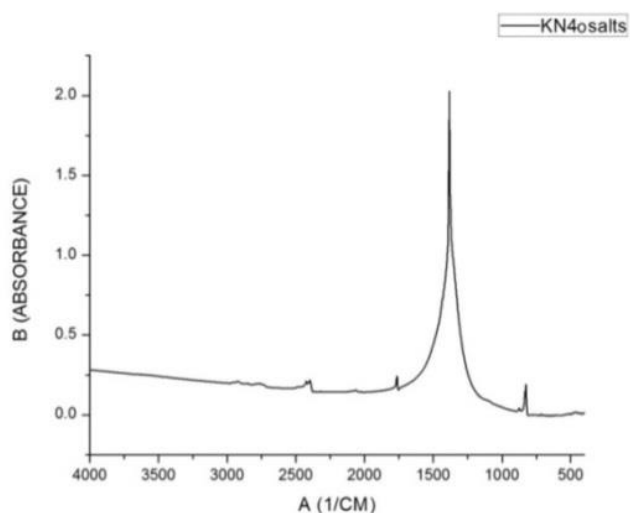




Εικόνα 175: Παρουσία αλάτων σε κονιάματα δομής μετά την εφαρμογή του SurfaPore FX WB, α) δείγμα KN2b, β) δείγμα KN5b, γ) δείγμα KN7b, δ) δείγμα KN14b, ε) δείγμα KN15b, στ) KN21b, ζ) KN31b, η) KN34b, θ) KN35b, ι) KN39b

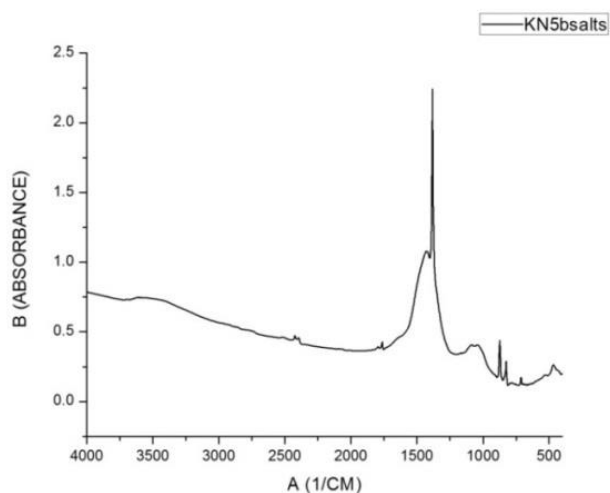
5.3.2 Φασματοσκοπία υπέρυθρου με μετασχηματισμό Fourier FTIR για διευκρίνιση αλάτων

Προκειμένου να διασαφηνιστεί η σύσταση των αλάτων που εντοπίστηκαν σε 3 δείγματα μετά την εφαρμογή του νανο-υλικού, τα εν λόγω δείγματα μελετήθηκαν με FTIR.



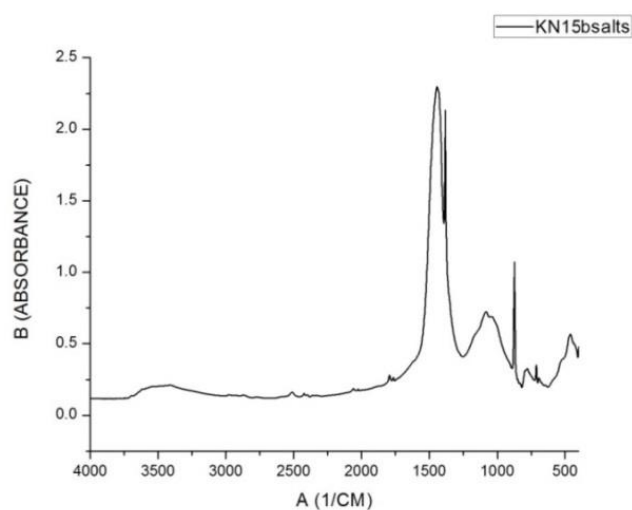
Εικόνα 176: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN4o salts.

Στο δείγμα KN4o salts παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστιτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2077, 1765, 872 και 725 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρείται η κορυφή 2918 cm^{-1} υποδηλώνοντας άργιλο-άσβεστο-πυριτικά στοιχεία. Τέλος εντοπίζεται η κορυφή 1380 cm^{-1} η οποία πιστοποιεί την ύπαρξη αλάτων στο δείγμα και συγκεκριμένα τα νιτρικά.



Εικόνα 177: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN5b salts.

Στο δείγμα KN5b salts παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2418, 1760, 1427, 874, 827 και 712 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρούνται οι κορυφές 1088, 1031, 600, 532 και 463 cm^{-1} υποδηλώνοντας άργιλο-άσβεστο-πυριτικές ενώσεις. Τέλος εντοπίζεται η κορυφή 1382 cm^{-1} η οποία πιστοποιεί την ύπαρξη αλάτων στο δείγμα και συγκεκριμένα τα νιτρικά.



Εικόνα 178: Υπέρυθρη φασματοσκοπική ανάλυση (FTIR) του δείγματος KN15b salts.

Στο δείγμα KN15b salts παρατηρούνται οι κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστίτικής σύστασης δείγμα, όπως οι 2515, 2426, 1795, 1442, 874 και 714 cm^{-1} . Επιπλέον παρατηρούνται οι κορυφές 1025 και 459 cm^{-1} υποδηλώνοντας άργιλο-άσβεστο-πυριτικές ενώσεις. Τέλος, εντοπίζεται η κορυφή 1382 cm^{-1} η οποία πιστοποιεί την ύπαρξη αλάτων στο δείγμα και συγκεκριμένα τα νιτρικά.

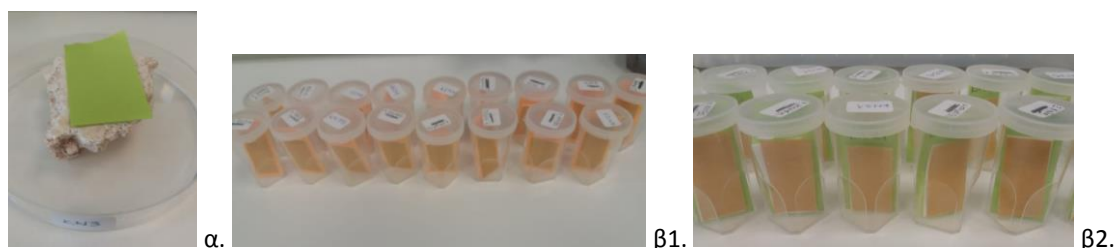
5.3.3 Υπολογισμός συνοχής των επιφανειών με Scotch Tape Test

Το Scotch Tape Test είναι μία τεχνική μέτρησης της επιφάνειας των εύθρυπτων δομικών υλικών. Πιο συγκεκριμένα, κολλητική ταινία εφαρμόζεται στην υπό εξέταση επιφάνεια και υπολογίζεται η ποσότητα του υλικού που αφαιρείται όταν αυτή αποκολληθεί. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται πριν και μετά την εφαρμογή του υλικού στερέωσης, ώστε να ελεγχθεί η μείωση της απώλειας. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε η κολλητική ταινία Tesa Power Bond 19 mm.

Για την σωστή διεξαγωγή του τεστ, κρίνεται απαραίτητο η επανάληψη της διαδικασίας να γίνεται ακριβώς στα ίδια σημεία πριν και μετά την εφαρμογή. Ακόμη μεγάλη σημασία έχει να επαναλαμβάνεται η διαδικασία υπό τις ίδιες συνθήκες. Απαιτείται η άσκηση ίδιας πίεσης στην τοποθέτηση της ταινίας και η αφαίρεση της με την ίδια δύναμη.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή του Scotch Tape πραγματοποιήθηκε σε δοκίμια τα οποία έχουν αποσπαστεί από το μνημείο και τα περισσότερα παρουσιάζουν κοιλότητες και μη συνεκτική δομή. Η παρούσα εφαρμογή θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και στο πεδίο. Μελλοντικά η παρούσα εφαρμογή θα μπορούσε να λάβει χώρο in situ προκειμένου να έχουμε μια σφαιρικότερη εικόνα για την εφαρμογή.

Χρησιμοποιήθηκε ταινία διπλής όψης με ισχυρή κολλητική ισχύ Tesa Powerbond Indoor (55740) και σε κάθε δοκίμιο έγιναν λήψεις πριν και μετά την εφαρμογή του SurfaPore FX WB. Η ταινία ζυγίζονταν στο μικροζυγό πριν και μετά την τοποθέτηση της στην επιφάνεια του δείγματος.

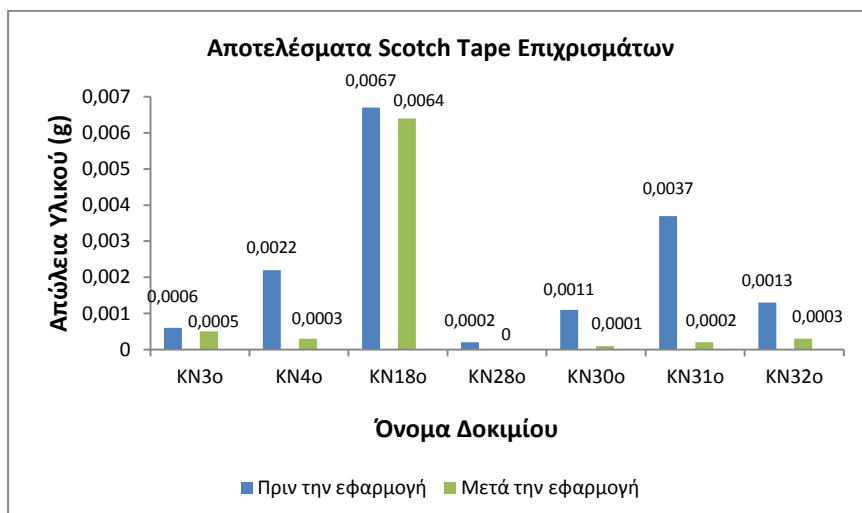


Εικόνα 179: α) Διαδικασία μέτρησης της επιφάνειας των εύθρυπτων δομικών υλικών δείγματος με κολλητική ταινία Scotch Tape, β1, β2) Σύνολο φιαλιδίων με τις κολλητικές ταινίες, πριν την διαδικασία του ζυγίσματος στο ζυγό.

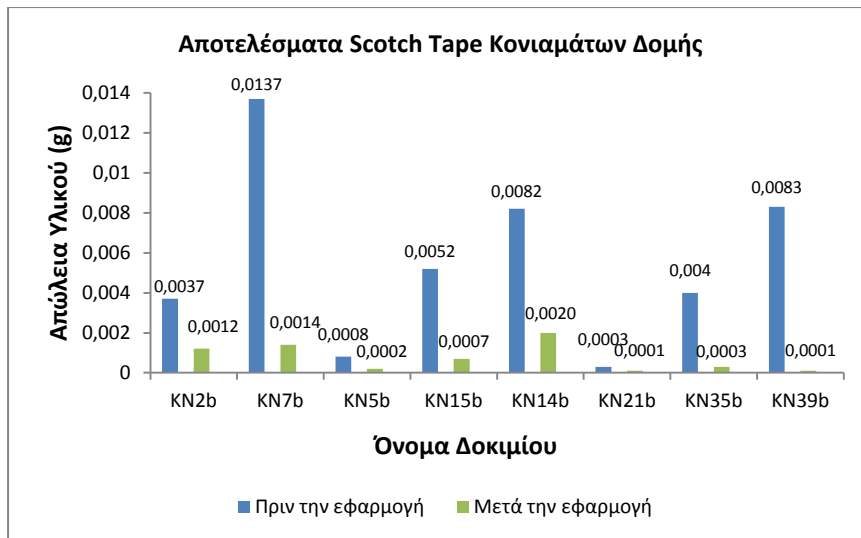
Πίνακας 59: Αποτελέσματα του Scotch Tape Test πριν και μετά την εφαρμογή του SurfaPore WB.

Είδος Κονιάματος	Όνομα	Πριν την εφαρμογή Surfa-pore WB	Μετά την εφαρμογή Surfa-pore WB	% Μείωση απώλειας μετά την εφαρμογή	Ποσότητα απορρόφησης υλικού(ml)	Καλυπτικότητα m ² /L
		Απώλεια Υλικού (g)	Απώλεια Υλικού (g)			
Επιχρίσματα	KN3o	0,0006	0,0005	16,67	0,4	3,06
	KN4o	0,0022	0,0003	86,36	2,5	1,03
	KN18o	0,0067	0,0064	4,48	1,5	1,73
	KN28o	0,0002	0	100,00	1	2,62
	KN30o	0,0011	0,0001	90,91	1,5	1,25
	KN31o	0,0037	0,0002	94,59	2,5	0,62
	KN32o	0,0013	0,0003	76,92	0,2	3,69
Δομής	KN2b	0,0037	0,0012	67,57	1	0,89
	KN7b	0,0137	0,0014	89,78	1,5	0,80
	KN5b	0,0008	0,0002	75,00	0,5	2,99
	KN15b	0,0052	0,0007	86,54	2	0,58
	KN14b	0,0082	0,0020	75,61	3	0,51
	KN21b	0,0003	0,0001	66,67	2,5	0,35
	KN35b	0,004	0,0003	92,50	4,5	0,34
	KN39b	0,0083	0,0001	98,80	2,5	0,43
	KN34b	0,0659	0,0002	99,70	4,5	0,25

Τα αποτελέσματα του Scotch Tape από τις επιφάνειες τόσο των επιχρισμάτων όσο και των κονιαμάτων δομής που ελέγχθηκαν παρατίθενται στον Πίνακα 59, αποδεικνύουν την ικανοποιητική στερέωση των υπό εξέταση δειγμάτων. Το υλικό που αφαίρεσε η ταινία μετά την εφαρμογή του νανουλικού είναι πολύ μικρότερο από αυτή πριν την στερέωση. Η διαφορά αυτή πέρα από την απώλεια υλικού στις δύο περιπτώσεις φαίνονταν και μακροσκοπικά από την παρατήρηση των τμημάτων της κολλητικής ταινίας πριν και μετά την εφαρμογή.



Εικόνα 180: Ραβδογράμματα σύγκρισης αποτελεσμάτων απώλειας υλικού μέσω του Scotch Tape Test, πριν και μετά την εφαρμογή του Surfa-pore WB, στα επιχρίσματα.



Εικόνα 181: Ραβδογράμματα σύγκρισης αποτελεσμάτων απώλειας υλικού μέσω του Scotch Tape Test, πριν και μετά την εφαρμογή του Surfapore WB, στα κονιάματα δομής.

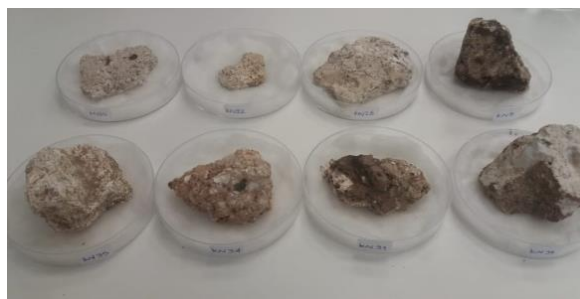
Από το γράφημα απουσιάζει το δείγμα KN34b το οποίο έχει 99,7% μείωση της απώλειας καθώς λόγω της μεγάλης απώλειας υλικού πριν την εφαρμογή θα ήταν δυσανάγνωστο στο γράφημα.

5.3.4 Αποτελέσματα Τριχοειδούς Αναρρίχησης μετά την εφαρμογή

Ο υπολογισμός του συντελεστή τριχοειδούς αναρρίχησης (Water Capillary Absorption, WCA) πριν και μετά την εφαρμογή των στερεωτικών και προστατευτικών υλικών σε κονιάματα και λιθοσώματα δίνει σημαντικές πληροφορίες για τη διαμόρφωση του πορώδους και για τις τάσεις απορρόφησης νερού στο εσωτερικό των δομικών υλικών. Η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι αυτή που περιγράφεται στο Κεφάλαιο 2.5.



α.



β.

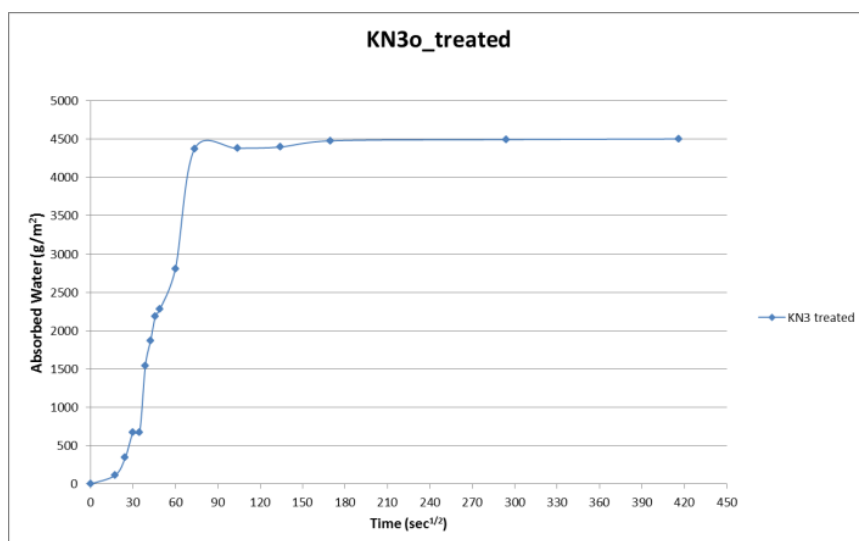
Εικόνα 182: α) Στιγμιότυπο από την πειραματική διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης πριν την έναρξη της, β) Απεικόνιση ορισμένων δειγμάτων κατά την διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης.

Πίνακας 60: Αποτελέσματα Τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα μετά την εφαρμογή του Surfapore WB.

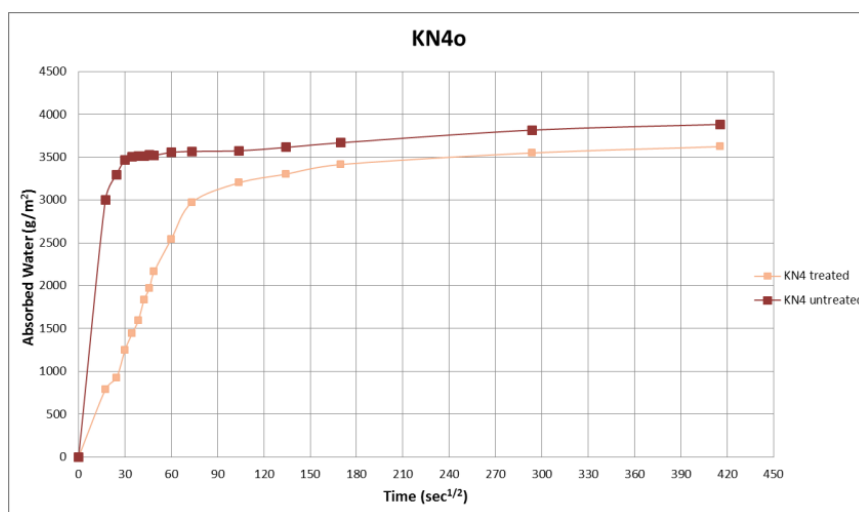
ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ ΣΕ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ SurfaPore FX WB									
Κονιάματα	Μάζα (g)	Μάζα μετά από 5min (g)	Μάζα μετά από 10min (g)	Μάζα μετά από 90min (g)	Μάζα μετά από 24h (g)	Μάζα μετά από 48h (g)	Εμβαδόν σε επαφή με νερό (m ²)	Μάζα/ Εμβαδόν (g/m ²)	συντελεστής τριχοειδούς αναρρίχησης (g/m ² • sec ^{1/2})
KN2b	58,05	58,52	59,01	62,10	64,59	64,71	0,000885	65593,22	30,01
KN4o	64,22	66,25	66,60	71,90	73,59	73,78	0,002583	24862,56	42,24
KN3o	36,19	36,33	36,61	41,54	41,69	41,70	0,001224	29566,99	20,06
KN5b	90,79	94,56	97,95	104,36	104,56	104,94	0,001495	60729,10	129,50
KN7b	51,30	52,90	53,58	55,12	56,48	56,54	0,001195	42928,87	64,36
KN14b	141,29	141,45	141,52	141,96	143,86	144,68	0,001522	92831,80	6,18
KN15b	40,90	41,13	41,37	42,43	45,35	45,46	0,001151	35534,32	15,72
KN18o	67,13	67,55	68,14	69,93	72,12	72,15	0,002599	25829,17	14,66
KN21b	23,26	23,62	23,89	25,31	27,74	27,75	0,000887	26223,22	23,43
KN28o	61,36	62,08	62,82	68,94	69,91	70,02	0,002623	23393,06	45,68
KN30o	27,47	28,10	28,74	31,88	32,22	32,28	0,001873	14666,31	44,90
KN31o	43,41	43,65	43,85	45,47	48,97	49,23	0,001557	27880,54	24,99
KN32o	9,14	9,85	10,09	10,75	10,91	10,93	0,000738	12384,82	50,02
KN34b	63,15	63,30	63,44	64,44	66,06	66,20	0,001115	56636,77	16,31
KN35b	85,69	85,72	85,80	87,58	87,58	87,75	0,00153	56006,54	4,91
KN39b	63,11	65,20	66,12	70,97	72,58	72,89	0,00	58706,98	106,40

Πίνακας 61: Αποτελέσματα συντελεστών τριχοειδούς αναρρίχησης σε κονιάματα δομής και επιχρίσματα πριν και μετά την εφαρμογή του SurfaPore WB.

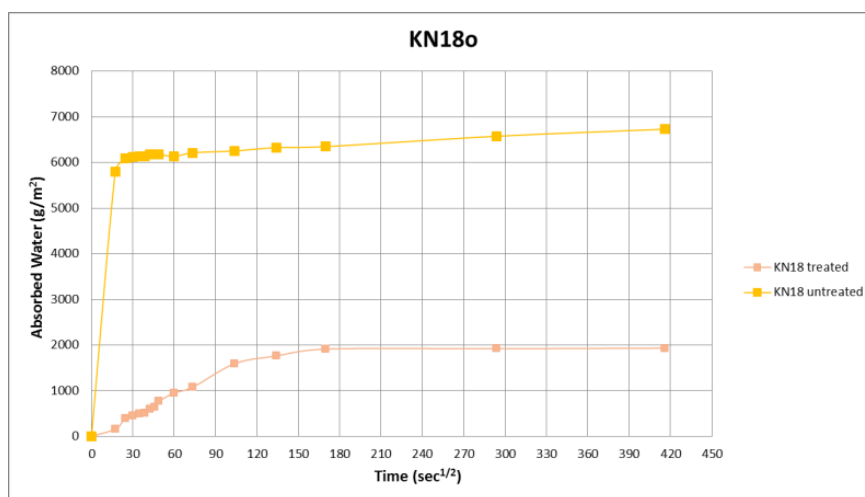
Συντελεστές τριχοειδούς αναρρίχησης πριν και μετά την εφαρμογή του SurfaPore WB							
Κονιάματα Δομής				Επιχρίσματα			
Όνομα	Συντελεστής τριχοειδούς πριν εφαρμογή	Συντελεστής τριχοειδούς μετά εφαρμογή	% Μείωση μετά την εφαρμογή	Όνομα	Συντελεστής τριχοειδούς πριν εφαρμογή	Συντελεστής τριχοειδούς μετά εφαρμογή	% Μείωση μετά την εφαρμογή
KN35b	442,69	4,91	98,89	KN18o	264,56	14,66	94,46
KN14b	560,71	6,18	98,90	KN31o	116,56	24,99	78,56
KN15b	194,95	15,72	91,94	KN4o	141,68	42,24	70,18
KN34b	213,04	16,31	92,35	KN30o	189,09	44,90	76,26
KN21b	278,61	23,43	91,59	KN28o	76,19	45,68	40,04
KN2b	59,36	30,01	49,45	KN32o	199,86	50,02	74,97
KN39b	121,25	106,40	12,25				
KN5b	156,78	129,50	17,40				



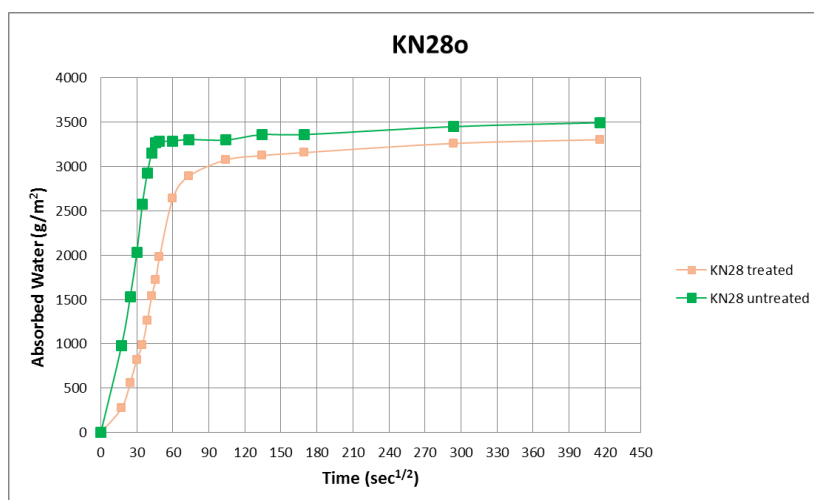
Εικόνα 183: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN3o_treated.



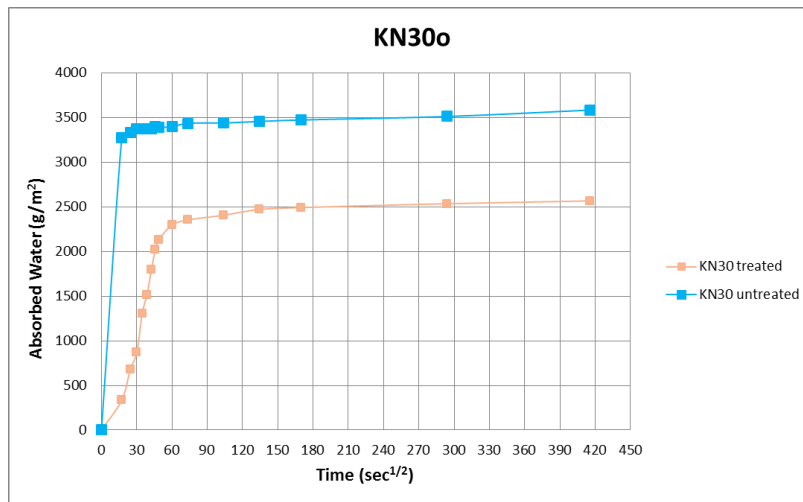
Εικόνα 184: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN4o_treated και KN4o untreated.



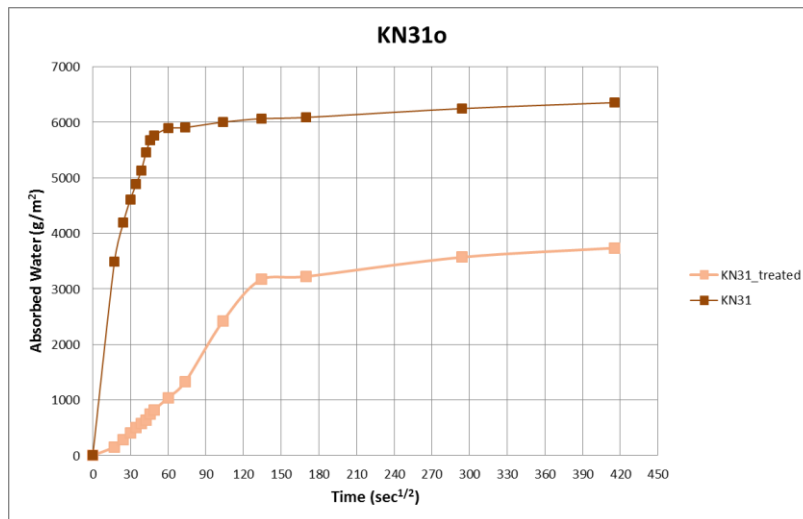
Εικόνα 185: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN18o_treated και KN18o untreated.



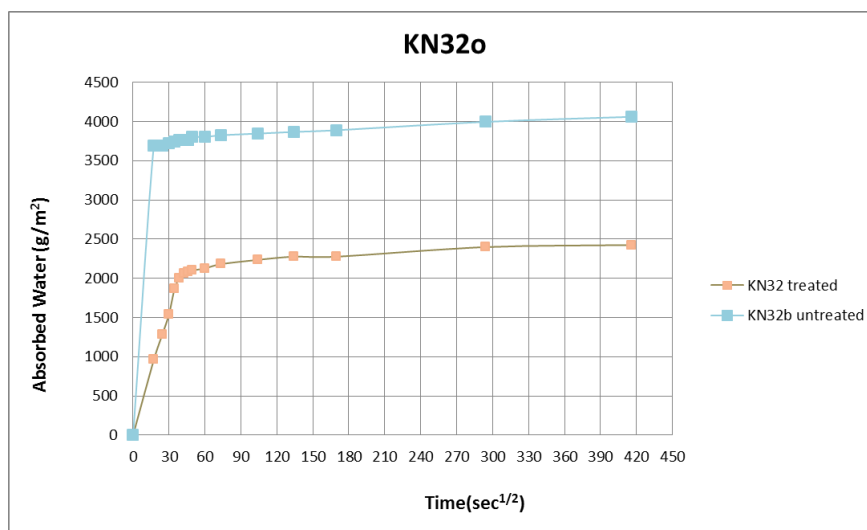
Εικόνα 186: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN28o_treated και KN28o untreated.



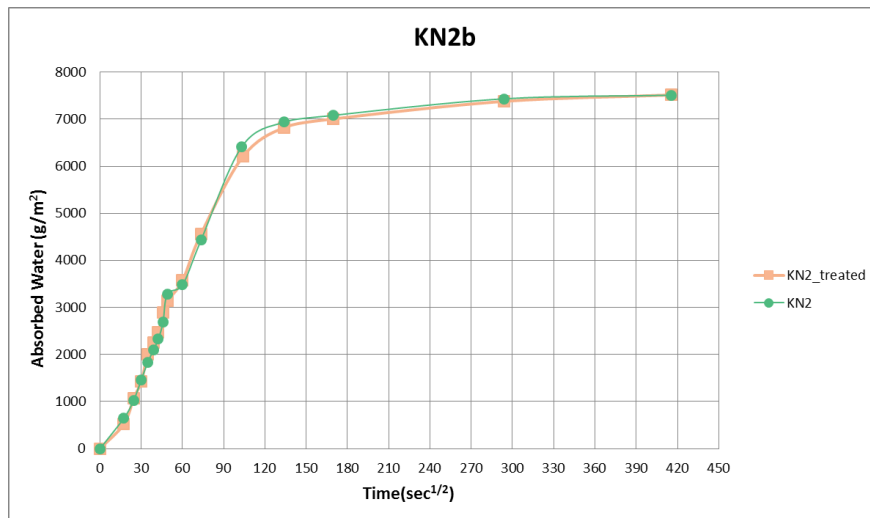
Εικόνα 187: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN30o_treated και KN30o untreated.



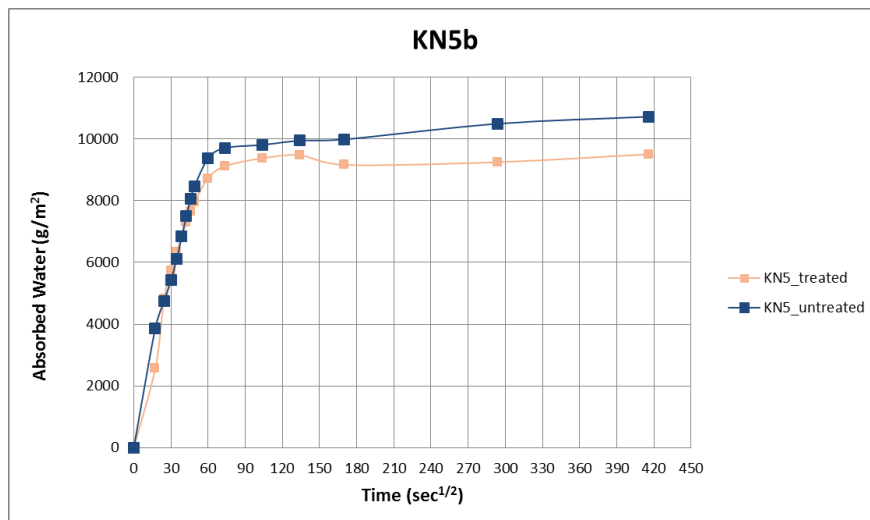
Εικόνα 188: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN31_treated και KN31 untreated.



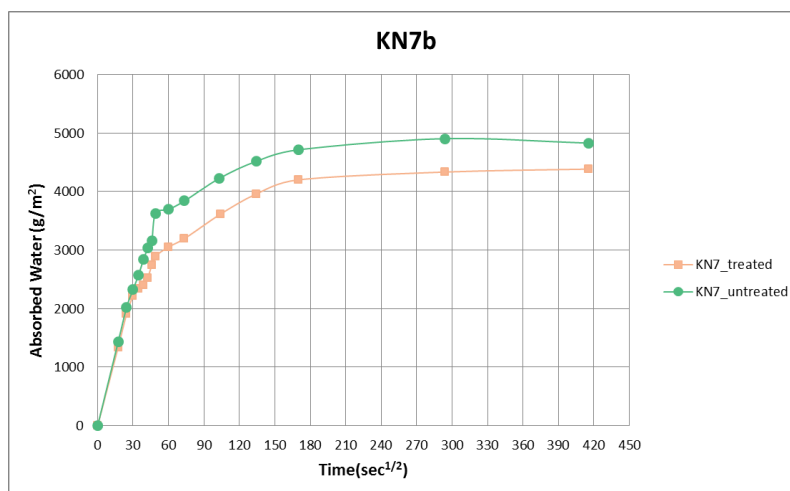
Εικόνα 189: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN32_treated και KN32 untreated.



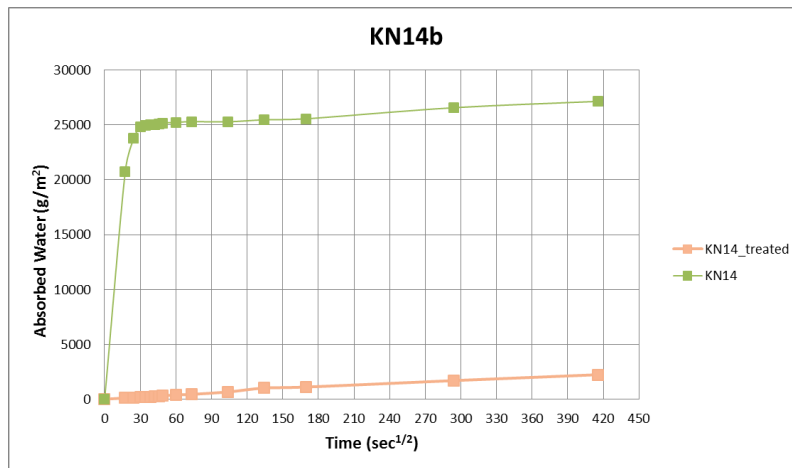
Εικόνα 190: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN2b_treated και KN2b untreated.



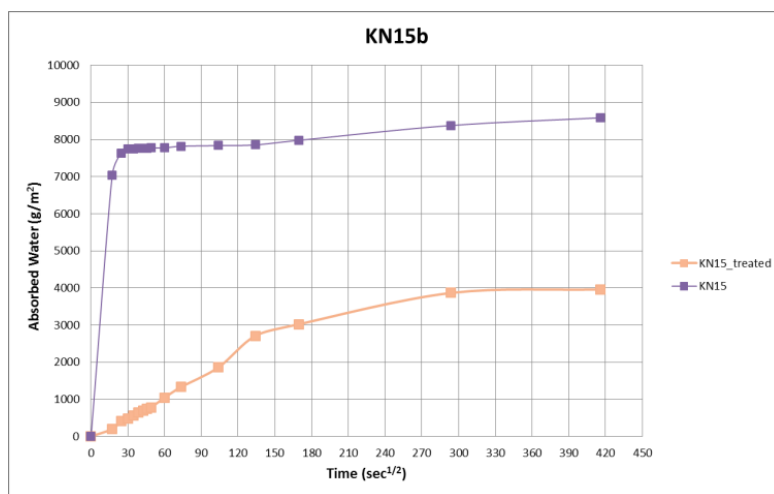
Εικόνα 191: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN5_treated και KN5 untreated.



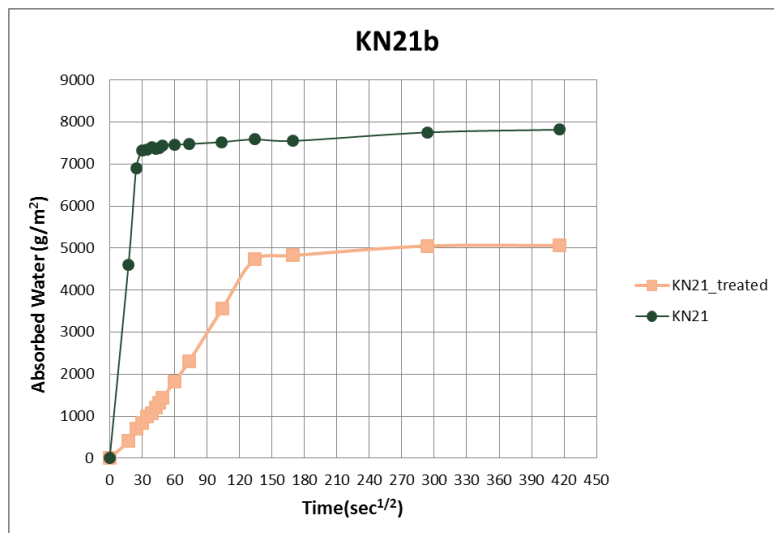
Εικόνα 192: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN7b_treated και KN7b untreated.



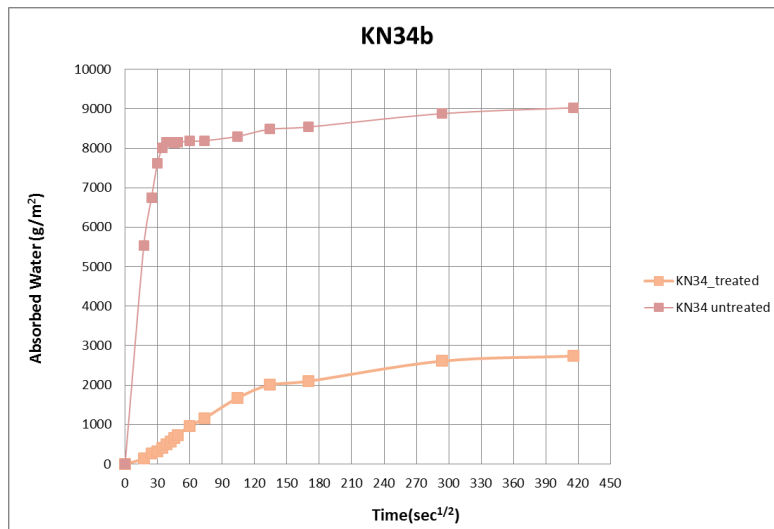
Εικόνα 193: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN14_treated και KN14 untreated.



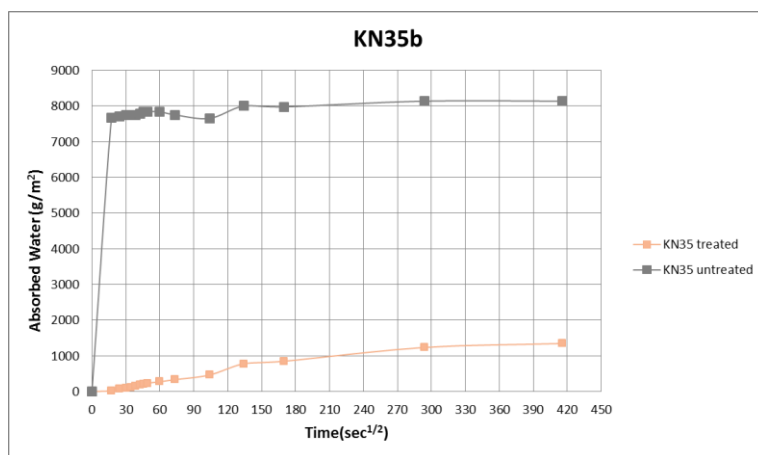
Εικόνα 194: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN15_treated και KN15 untreated.



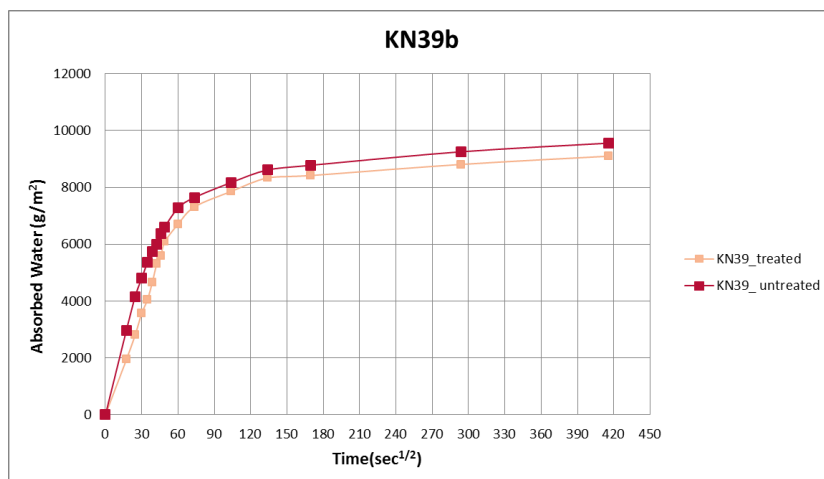
Εικόνα 195: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN21_treated και KN21 untreated.



Εικόνα 196: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN34_treated και KN34 untreated.



Εικόνα 197: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN35_treated και KN35 untreated.



Εικόνα 198: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του δείγματος KN39b_treated και KN39b untreated.

Με το πέρας της διαδικασίας της τριχοειδούς αναρρίχησης στα δείγματα όπου είχε εφαρμοστεί το SurfaPore FX WB λαμβάνουμε σημαντικές πληροφορίες αναφορικά με το δείκτη υδροφοβικότητας των δειγμάτων. Σε αυτά τα δείγματα είχε προηγηθεί

το πείραμα της τριχοειδούς αναρρίχησης πριν την εφαρμογή οπότε προκύπτουν συμπεράσματα για τα δείγματα του μνημείου αναφορικά με την χρήση του συγκεκριμένου υλικού.

Στον Πίνακα 60 παρατηρούμε τα αποτελέσματα 9 κονιαμάτων δομής και 7 επιχρισμάτων τα οποία υποβλήθηκαν στο πείραμα. Σε όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας των 48 ωρών έγιναν μακροσκοπικές παρατηρήσεις σχετικά με την συμπεριφορά των δοκιμίων. Παρακάτω, περιγράφονται τα δείγματα με αύξοντα δείκτη υδροφιλίας και παράλληλα συγκρίνονται με τα δείγματα πριν την εφαρμογή του νανουλικού, από την αντίστοιχη πειραματική διαδικασία.

Όσον αφορά τα κονιάματα επιχρίσματος, KN18ο φαίνεται να είναι το πιο υδρόφοβο με δείκτη τριχοειδούς αναρρίχησης 14,66 ενώ το αντίστοιχο δείγμα πριν την εφαρμογή είχε συντελεστή 264,56. Από τα πρώτα πέντε λεπτά παρατηρούμε ότι το δείγμα απορροφά πολύ μικρή ποσότητα νερού και μέχρι το τέλος του πειράματος έχει πολύ μικρή απορρόφηση. Μακροσκοπικά η άνω πλευρά του δείγματος μετά τις 48 ώρες ήταν τελείως στεγνή.

Στην συνέχεια ακολουθούν τα δείγματα KN3ο και KN31ο με συντελεστές 20,06 και 24,99 αντίστοιχα. Το KN3ο είναι το μόνο από τα δείγματα το οποίο δεν υποβλήθηκε στο πείραμα τριχοειδούς αναρρίχησης πριν την εφαρμογή. Μακροσκοπικά η άνω πλευρά και των δυο δειγμάτων ήταν τελείως στεγνή με το πέρας της διαδικασίας.

Ακολουθούν τα επιχρίσματα KN4ο και KN30ο με συντελεστές 42,24 και 44,90 αντίστοιχα. Και στα δύο δείγματα η άνω πλευρά των δειγμάτων ήταν σχετικά υγρή, αλλά αυτό σχετίζεται και με το μέγεθος του δοκιμίου τα οποία ήταν ιδιαίτερα μικρά. Από τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι και τα δύο δείγματα έχουν παρόμοια συμπεριφορά, με χαρακτηριστική την μικρότερη απορρόφηση στα πρώτα πέντε λεπτά και την μικρότερη απορρόφηση μέχρι το τέλος του πειράματος.

Τέλος, στα κονιάματα επιχρίσματος ακολουθούν το KN28ο και το KN32ο με συντελεστές 45,68 και 50,02. Πριν την εφαρμογή τα KN28ο ήταν το πιο υδρόφοβο επίχρισμα με συντελεστή 76,19. Μετά την εφαρμογή έγινε ακόμη πιο υδρόφοβο όπως και το KN32ο. Μακροσκοπικά μέχρι το τέλος του πειράματος το KN28ο ήταν στεγνό από πάνω ενώ το KN32ο ήταν σχετικά νωπό.

Όσον αφορά τα κονιάματα δομής τα KN35, KN14 είναι τα πιο υδρόφοβα μετά την εφαρμογή με συντελεστές 4,91 και 6,18 αντίστοιχα. Όπως φαίνεται και από τις γραφικές παραστάσεις έχουν παρόμοια μεταβολή της απορρόφησης σε σχέση με το χρόνο. Τα KN35 και KN14 είχαν την μικρότερη απορρόφηση ενώ πριν την εφαρμογή ήταν από τα πιο υδρόφιλα δείγματα με συντελεστές 442,69 και 560,71.

Μακροσκοπικά η άνω πλευρά και των δυο δειγμάτων ήταν τελείως στεγνή με το πέρας της διαδικασίας.

Ακολουθούν τα KN15 και KN34 με συντελεστές 15,72 και 16,31. Τα δύο αυτά δείγματα παρουσιάζουν παρόμοια καμπύλη όπως φαίνεται στα διαγράμματα τόσο πριν την εφαρμογή όσο και μετά. Μετά την εφαρμογή παρατηρείται μεγάλη μείωση της απορροφητικότητας νερού η οποία μέχρι το πέρας του πειράματος παραμένει σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε σχέση με πριν την εφαρμογή. Μακροσκοπικά η άνω πλευρά και των δυο δειγμάτων ήταν τελείως στεγνή με το πέρας της διαδικασίας.

Στην συνέχεια ακολουθεί το δείγμα KN21 με συντελεστή τριχοειδούς αναρρίχησης 23,43 αντίστοιχα. Πριν την εφαρμογή το δείγμα είχε πολύ μεγάλη απορροφητικότητα από τα πέντε πρώτα λεπτά ενώ μετά την εφαρμογή η απορρόφηση του ήταν με πολύ αργό ρυθμό και σε χαμηλές τιμές. Μακροσκοπικά η άνω πλευρά του δείγματος ήταν τελείως στεγνή με το πέρας της διαδικασίας.

Ακολουθούν τα δείγματα KN2 και KN7 με συντελεστές 30,01 και 64,36 αντίστοιχα. Πριν την εφαρμογή τα δύο αυτά δείγματα ήταν τα πιο υδρόφοβα από τα κονιάματα δομής με συντελεστές 59,36 και 68,93. Όπως φαίνεται από την γραφική παράσταση το KN2 είναι σχεδόν όμοια καμπύλη πριν και μετά την εφαρμογή. Από την γραφική παράσταση του κονιάματος KN7 παρατηρείται ότι από τα δέκα λεπτά του πειράματος μειώνεται η απορρόφηση νερού σε σχέση με το χρόνο. Ακόμη παρατηρείται ότι και στις δύο περιπτώσεις στα πρώτα πέντε λεπτά υπάρχει μικρότερη απορρόφηση. Μακροσκοπικά η άνω πλευρά του δείγματος KN2 ήταν τελείως στεγνή με το πέρας της διαδικασίας ενώ στο KN7 μετά τα τριάντα λεπτά η άνω επιφάνεια είναι υγρή και μετά τις πέντε ώρες “χαλαρώνει” η δομή του δείγματος. Καθώς τα δύο αυτά δείγματα ανήκουν στην ομάδα 1.Α των άργιλο-άσβεστο-πυριτικών με το στοιχείο του αργιλίου να υπερέχει το υλικό νανοτεχνολογίας που εφαρμόστηκε δεν έχει να συνεισφέρει τόσο σε αυτή την ομάδα κονιαμάτων καθώς η υδροφοβικότητα τους έχει στενά περιθώρια βελτίωσης.

Τέλος, τα δείγματα με την μεγαλύτερη απορροφητικότητα μετά την εφαρμογή είναι τα KN39 και KN5 με συντελεστές τριχοειδούς αναρρίχησης 106,40 και 129,50 αντίστοιχα. Όπως φαίνεται από τις γραφικές παραστάσεις των δυο δειγμάτων, οι καμπύλες είναι σχεδόν όμοιες πριν και μετά την εφαρμογή. Το KN39 απορροφά μετά την εφαρμογή με τον ίδιο ρυθμό με πολύ μικρή μείωση στην τιμή της απορρόφησης, ενώ το KN5 απορροφά τα πρώτα πέντε λεπτά λιγότερο νερό και μετά τα σαράντα λεπτά μειώνεται η απορροφητικότητα του. Μακροσκοπικά η άνω πλευρά του KN39 ήταν στεγνή με το πέρας της διαδικασίας ενώ του KN5 ήταν νωπή.

Συνοψίζοντας όσον αφορά την υδροφοβικότητα των κονιαμάτων μετά την εφαρμογή του υλικού παρατηρείται ότι ο ρυθμός απορρόφησης είναι πιο αργός.

Πριν την εφαρμογή στα πρώτα πέντε λεπτά του πειράματος τα δείγματα απορροφούσαν μεγάλη ποσότητα ενώ μετά την εφαρμογή απορροφούσαν λιγότερο και με μικρότερο ρυθμό. Πιο συγκεκριμένα, πριν την εφαρμογή τα πιο υδρόφοβα κονιάματα δομής είναι τα KN2, KN7, KN38 και KN39, δείγματα που ανήκουν στις ομάδες των κονιαμάτων με την σύσταση τους να υπερτερεί το πυρίτιο και τα υδραυλικά στοιχεία. Μετά την εφαρμογή του SurfaPore FX WB τα κονιάματα δομής με το μικρότερο συντελεστή τριχοειδούς αναρρίχησης είναι αυτά που ανήκουν στην ομάδα των ασβεστιτικών κονιαμάτων. Όσον αφορά τα επιχρίσματα, τα δείγματα της ομάδας 1Γ με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασβέστιο είναι τα πιο υδρόφοβα όπως το KN18ο και KN3ο. Παρατηρείται ότι σχεδόν σ' όλα τα δείγματα υπήρξε μείωση του συντελεστή τριχοειδούς αναρρίχησης και του ρυθμού απορρόφησης. Σε ορισμένα δείγματα αυτό δεν συμβαίνει τόσο έντονα όπως στα KN2, KN7 και KN4, KN5 τα οποία ανήκουν στις ομάδες 1 Α και 1 Γ. Να τονιστεί ότι σ' αυτά τα δείγματα η λεπτόκοκκη κοκκομετρία τους και η φυσικοχημική τους σύσταση σε συνδυασμό με το πορώδες τους είχε δείξει και πριν την εφαρμογή πολύ καλή υδροφοβικότητα. Ακόμη πολύ μικρή μεταβολή ως προς την βελτίωση της υδροφοβικότητας τους είχαν τα δείγματα KN28ο και KN39 που ανήκουν στα κονιάματα με γύψο και στα υδραυλικά αντίστοιχα. Συνολικά στα ασβεστιτικά κονιάματα η εφαρμογή του υλικού έχει πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα καθώς πριν την εφαρμογή αυτή η ομάδα ήταν σχετικά υδρόφιλη. Άρα, στα κονιάματα εκείνα στα οποία έχουν παρατηρηθεί και οι μεγαλύτερες αποκολλήσεις επιχρισμάτων από την Ερευνητική εργασία, η εφαρμογή του συγκεκριμένου νανο-υλικού μπορεί να φέρει σημαντικά αποτελέσματα για την βελτίωση της διάβρωσης τους.

6. Σύνθεση κονιαμάτων αποκατάστασης

6.1 Θεωρητικό μέρος

6.1.1 Στόχοι κονιαμάτων αποκατάστασης

Όσον αφορά το σχεδιασμό των κονιαμάτων αποκατάστασης με στόχο την αιεφόρα διατήρηση του μνημείου, τα κονιάματα πρέπει να έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες.

Βασικός στόχος είναι ο σχεδιασμός και η αποτίμηση συμβατών και επιτελεστικών κονιαμάτων αποκατάστασης ιστορικών μνημείων με κριτήρια τις ορυκτολογικές–φυσικοχημικές–φυσικομηχανικές τους ιδιότητες. Ακόμη οφείλουν να έχουν χαμηλό μέτρο ελαστικότητας (<5 GPa) και υψηλή πλαστικότητα, ώστε να απορροφώνται οι καταπονήσεις χωρίς να προκύπτουν ρωγμές ή διαχωρισμός από την τοιχοποιία, αφού τα παραδοσιακά κονιάματα κυμαίνονται σε αυτές τις τιμές. Επιπλέον, οφείλουν να έχουν υψηλή διαπερατότητα υδρατμών και χαμηλή απορροφητικότητα νερού ώστε να μην επιβαρύνονται τα αρχαία υλικά με ευδιάλυτα άλατα. Ακόμη τα κονιάματα πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτικά προς την

μηχανική φθορά με την προϋπόθεση ότι το νέο κονίαμα δεν πρέπει να είναι σκληρότερο από το υπάρχον ούτε ισχυρότερο των τοιχωμάτων.

6.1.2 Επιλογή συμβατών πρώτων υλών

Η επιλογή των πρώτων υλών των κονιαμάτων προέκυψε από την ανάλυση των κονιαμάτων. Ως προς την σύσταση τους τα κονιάματα θα περιέχουν είτε υδραυλικές κονίες όπως φυσική υδραυλική άσβεστο είτε υδράσβεστο σε συνδυασμό με ποζολάνη. Όσον αφορά τη ποζολάνη που χρησιμοποιήθηκε είναι η Μηλαϊκή γη καθώς πλέον η Θηραϊκή γη δεν υπάρχει στην αγορά, παρά μόνο για εφαρμογές που λαμβάνουν χώρα στο νησί της Θήρας. Η χρήση της ποζολάνης στις συνθέσεις σε συνδυασμό με την υδράσβεστο δίνουν στο κονίαμα υδραυλικές ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα, η ποζολάνη παρουσία υγρασίας αντιδρά με την υδράσβεστο και σχηματίζονται υδραυλικές ενώσεις. Στις συνθέσεις με φυσική υδραυλική άσβεστο, αν και δεν είναι απαραίτητη η προσθήκη ποζολάνης, χρησιμοποιήθηκε αλλά σε μικρότερη αναλογία σε σχέση με τις συνθέσεις της υδρασβέστου.

Αναφορικά με το αδρανές που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις συνθέσεις είναι η πυριτική άμμος με κοκκομετρία $< 2 \text{ mm}$. Αυτό γιατί προσομοιάζει στα ιστορικά κονιάματα του μνημείου τόσο ως προς την σύσταση όσο ως προς την λεπτόκοκκη κοκκομετρία.

6.2 Πειραματικό μέρος

6.2.1 Εργαστηριακές Συνθέσεις

Οι αναλύσεις των κονιαμάτων δομής και επιχρισμάτων στόχευαν στην αναγνώριση των αρχαίων υλικών προκειμένου να προταθούν συμβατά κονιάματα αποκατάστασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα αρχαία κονιάματα πρόκειται κυρίως άργιλο-άσβεστο-πυριτικά και υδραυλικά κονιάματα. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των αναλύσεων συντέθηκαν στο εργαστήριο επισκευαστικά κονιάματα με συμβατές πρώτες ύλες με τα αρχαία υλικά. Τα κονιάματα είναι δύο κατηγοριών για χρήση ως αρμολογήματα και ως επιχρίσματα. Στην συνέχεια τα προτεινόμενα κονιάματα εξετάσθηκαν ως προς τις μηχανικές τους αντοχές και την υδροφοβικότητα τους.

Για τα κονιάματα αρμολογήματος προτείνονται δύο συνθέσεις, διαφοροποιημένες ως προς το είδος των κονιών, A1 και A2. Ακόμη προτείνονται δύο συνθέσεις επιχρισμάτων, E1 και E2. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι ποσότητες των πρώτων υλών όλων των συνθέσεων καθώς και οι αναλογίες τους κατά βάρος. Αρχικά, ορίστηκαν οι επιθυμητές αναλογίες κονιάς και αδρανών. Ο λόγος για τα κονιάματα αρμολογήματος είναι $\text{κονία}/\text{αδρανής}=1/3$ και αναφέρεται στην κατά βάρος αναλογία των συστατικών, ενώ για τα κονιάματα επιχρίσματος ο λόγος είναι $1/2$. Ακόμη η ποσότητα του νερού και για τα δύο κονιάματα υπολογίστηκε αρχικά θεωρητικά, ώστε ο λόγος κονιάς προς νερό ισούται με 0.7, όμως πρακτικά αυτό

καθορίστηκε πειραματικά, κατά τη σύνθεση του κονιάματος, διότι η ποσότητα του νερού ποικίλει σημαντικά ανάλογα με τις κονίες και τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Όσον αφορά τη σύνθεση κονιάματος επιχρίσματος E1 η αναλογία της κονίας είναι υδράσβεστος/ποζολάνη ίση με 70/30 ενώ στην σύνθεση E2 η αναλογία της κονίας είναι υδραυλική άσβεστος/ποζολάνη ίση με 80/20. Σχετικά με τις συνθέσεις των κονιαμάτων αρμολογήματος, στο A1 η αναλογία της κονίας είναι υδράσβεστος/ποζολάνη ίση με 70/30 ενώ στην σύνθεση A2 η αναλογία είναι υδραυλική άσβεστος/ποζολάνη ίση με 80/20.

Πίνακας 62: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης E1.

Σύνθεση E1		
Συστατικά	Ποσότητα (g)	Αναλογίες κατά βάρος
Υδράσβεστος	245	Κονία/Αδρανή=0.5
Ποζολάνη	105	
Πυριτική άμμος	700	Νερό/Κονία=0.83
Νερό	290	

Πίνακας 63: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης E2.

Σύνθεση E2		
Συστατικά	Ποσότητα (g)	Αναλογίες κατά βάρος
NHL	400	Κονία/Αδρανή=0.5
Ποζολάνη	100	
Πυριτική άμμος	1000	Νερό/Κονία=0.68
Νερό	340	

Πίνακας 64: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης A1.

Σύνθεση A1		
Συστατικά	Ποσότητα (g)	Αναλογίες κατά βάρος
Υδράσβεστος	420	Κονία/Αδρανή=0.33
Ποζολάνη	180	
Πυριτική άμμος	1800	Νερό/Κονία=0.75
Νερό	450	

Πίνακας 65: Αναλογίες και ποσότητες των πρώτων υλών της σύνθεσης Α2.

Σύνθεση Α2		
Συστατικά	Ποσότητα (g)	Αναλογίες κατά βάρος
NHL	320	Κονία/Αδρανή=0.33
Ποζολάνη	80	
Πυριτική άμμος	1200	Νερό/Κονία=0.625
Νερό	250	

Για να εξεταστεί η εργασιμότητα των κονιαμάτων σε κάθε χύτευση πραγματοποιήθηκε δοκιμή στην τράπεζας εξάπλωσης, σύμφωνα με το πρότυπο EN 1015-3: 1999¹⁶.

Πίνακας 66: Εργασιμότητα Συνθέσεων Κονιαμάτων αποκατάστασης

Συνθέσεις	Εργασιμότητα (mm)
E1	141,505
E2	147,365
A1	134,380
A2	133,430

6.2.2 Παρασκευή κονιαμάτων αποκατάστασης

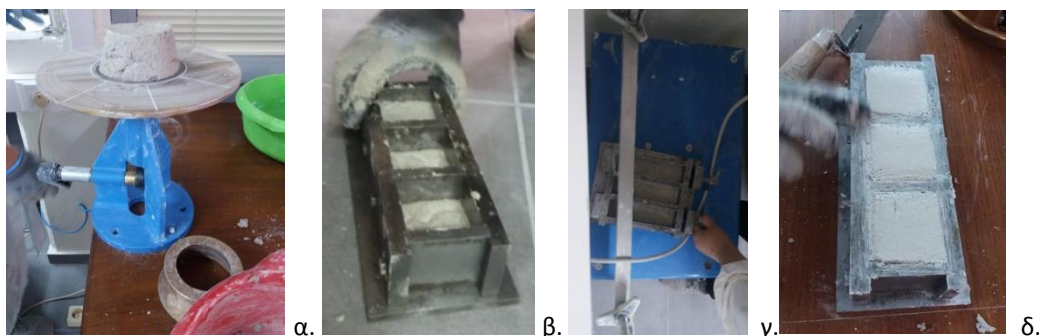
Η διαδικασία παρασκευής των κονιαμάτων ξεκίνησε με τα ζυγίσματα των κονιών και των αδρανών ώστε να τηρούνται οι αναλογίες κονίας/αδρανών που έχουν οριστεί για κάθε σύνθεση. Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν τα υλικά εν ξηρώ σε λεκάνη και προσεκτικά έγινε η ανάμειξη τους πρώτα με το χέρι και μετά με το μαλά, ώστε να υπάρχει ίση κατανομή στο μίγμα. Η τοποθέτηση του νερού γίνεται σταδιακά με παρατήρηση της εργασιμότητας του πολτού ώστε να μην υπερβεί η επιθυμητή ποσότητα (Εικόνες 199 α, β, γ). Τα μίγματα θεωρούνταν έτοιμα όταν είχαν την ιδανική ενυδάτωση. Προσεγγιστικά αυτό συνέβαινε όταν το μείγμα δεν κολλούσε πάνω στο μαλά.

¹⁶ EN 1015-3 (1999), Methods of test for mortar for masonry. Determination of consistence of fresh mortar



Εικόνα 199: α, β, γ) Διαδικασία παρασκευής κονιάματος επιχρίσματος, σύνθεσης Ε1, στάδιο ανάμιξης σε λεκάνη.

Όσον αφορά τις συνθέσεις Ε1 και Ε2 χυτεύτηκαν σε μήτρες 5x5x5 cm ενώ οι συνθέσεις Α1 και Α2 σε μήτρες 4x4x16 cm. Πριν την τοποθέτηση των συνθέσεων στις μήτρες τα κονιάματα τοποθετούνται στην τράπεζα εξάπλωσης και για δέκα φορές με τον ίδιο ρυθμό επαναλαμβάνονταν η εξάπλωση (Εικόνα 200α). Έπειτα μετρούνται δύο ενδεικτικές διαμέτροι της κάθε σύνθεσης πάνω στην τράπεζα εξάπλωσης με τη χρήση ηλεκτρονικού παχύμετρου.



Εικόνα 200: α) Τράπεζα εξάπλωσης, β) Χτύπημα της μήτρας στο έδαφος, γ) Τράπεζα δόνησης, δ) Ευθυγράμμιση της σύνθεσης με μυστρί.

Στην συνέχεια έγινε ελαφριά επάλειψη των μητρών με λάδι ορυκτής προέλευσης, με την βοήθεια πινέλου. Έπειτα η μήτρα γεμίζεται μέχρι την μέση και ανακινείται ελαφρά στο πάτωμα προκειμένου να υπάρξει η καλύτερη κατανομή στη μήτρα (Εικόνα 200β). Για να γεμίσουν οι μήτρες και να συγκροτηθεί σωστά το δοκίμιο, η μήτρα τοποθετείται στην τράπεζα δόνησης (Εικόνα 200γ), γεμίζεται πλήρως και επανατοποθετείται. Τέλος, με τη βοήθεια ενός μυστρίου ευθυγραμμίζουμε το κονίαμα και το αφήνουμε να ωριμάσει (Εικόνα 200δ). Με το πέρας της διαδικασίας της χύτευσης, υπολογίζεται η χρησιμοποιηθείσα ποσότητα νερού, αφαιρώντας από τον ογκομετρικό κύλινδρο το αρχικό νερό από αυτό που περίσσεψε.

Έπειτα από τρεις ημέρες, τα δοκίμια αφαιρούνται από τις μήτρες και τοποθετούνται σε ειδικό θάλαμο συντήρησης ώστε να παραμείνουν σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας, μέχρις ότου αποτιμηθούν οι μηχανικές αντοχές τους μετά από 28 ημέρες.

Πέρα από την χύτευση των κονιαμάτων, οι συνθέσεις των επιχρισμάτων Ε1 και Ε2 τοποθετήθηκαν σε λιθοσώματα. Αρχικά οι λίθοι ενυδατώθηκαν ελαφρά ώστε να υπάρχει καλύτερη πρόσφυση του κονιάματος και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν τα κονιάματα. Να σημειωθεί ότι και στις δύο συνθέσεις των επιχρισμάτων έγινε και μια ακόμη σύνθεση με την προσθήκη κεραμάλευρου.



Εικόνα 201: α) Εφαρμογή σύνθεσης Ε1 σε λιθόσωμα, β) Εφαρμογή σύνθεσης Ε2 σε λιθόσωμα.

6.3 Αποτελέσματα

6.3.1 Έλεγχος μηχανικών αντοχών των κονιαμάτων αρμολογήματος

Τα προτεινόμενα κονιάματα αρμολογήματος Α1 και Α2 προκειμένου να ελεγχθούν ως προς τις μηχανικές τους αντοχές σε θλίψη και κάμψη, χυτεύτηκαν σε ειδικά διαμορφωμένες μήτρες, διαστάσεων 4x4x16 cm. Τα δοκίμια παρέμειναν σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας μέχρις ότου αποτιμηθούν οι μηχανικές αντοχές τους μετά από ωρίμανση 28 ημερών. Τρία πρισματικά δοκίμια, 4x4x16 cm³, ελέγχθηκαν για τις μηχανικές αντοχές αρχικά σε κάμψη και έπειτα τα έξι κομμάτια ελέγχθηκαν στη φόρτιση μονοαξονικής θλίψης σε επιφάνεια 4x4 cm².

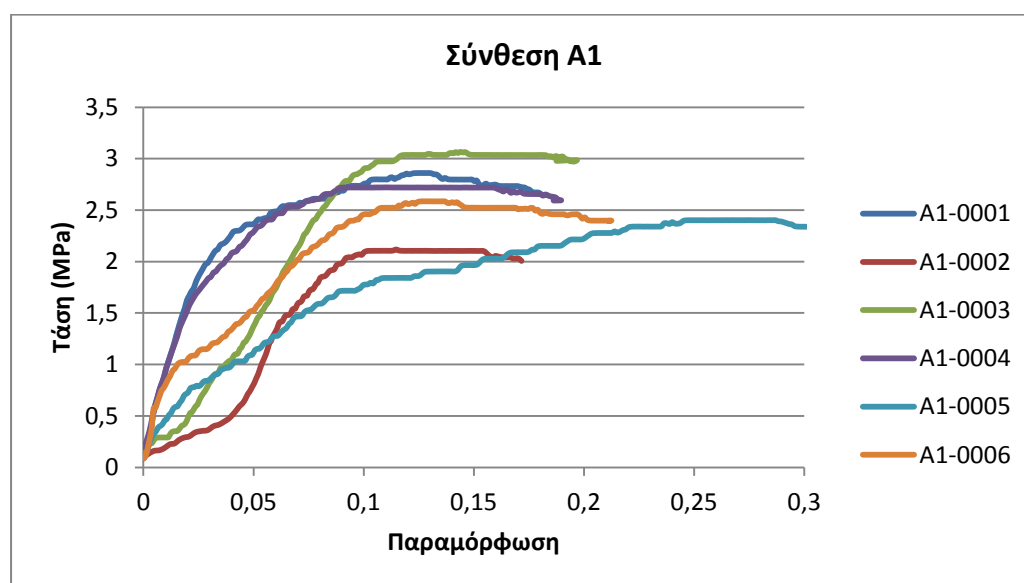
Για την έναρξη της πραγματοποίησης της δοκιμής τοποθετείται το δοκίμιο ανάμεσα σε δύο πλάκες φόρτισης και έπειτα ξεκινάει η φόρτιση μέχρι την τελική αστοχία του δοκιμίου. Η συσκευή συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή όπου καταγράφονται όλες οι τιμές της φόρτισης (μονάδες δύναμης kN) και οι αντίστοιχες μετακινήσεις σε mm. Πέρα από την τιμή της θλιπτικής αντοχής που δίνεται από αυτή την δοκιμή, εξίσου σημαντική είναι η καμπύλη τάσης – παραμόρφωσης. Από την καμπύλη μπορούμε να εκτιμήσουμε την συμπεριφορά του υλικού, δηλαδή κατά πόσο συμπεριφέρεται ελαστικά ή έχει πλαστιμότητα, το μέτρο ελαστικότητας και το δείκτη δυσθραυστότητας.

Στον Πίνακα 67 φαίνονται οι τιμές των μηχανικών αντοχών σε δοκιμές κάμψης και θλίψης μετά από ωρίμανση 28 ημερών. Στις Εικόνες 202, 203 παρατίθενται οι καμπύλες τάσης - παραμόρφωσης των συνθέσεων Α1 και Α2 που προέκυψαν από τις μηχανικές δοκιμές ελέγχου των θλιπτικών αντοχών των κονιαμάτων. Ακόμη στον Πίνακα 67 δίνονται ο δείκτης δυσθραυστότητας ο οποίος υπολογίζεται από το εμβαδόν των καμπυλών τάσης – παραμόρφωσης. Η δυσθραυστότητα ισοδυναμεί

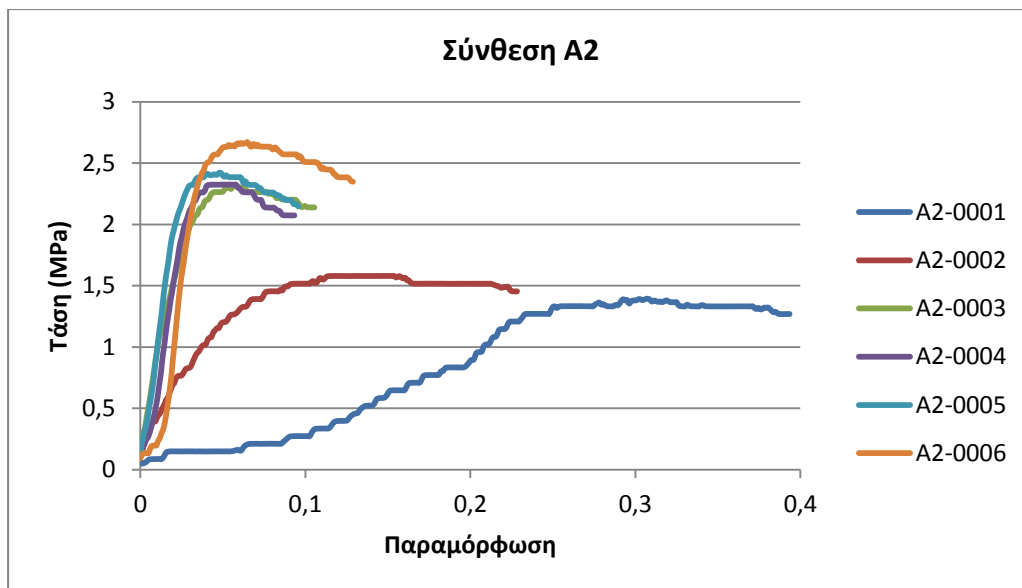
με το έργο που απαιτείται για να σπάσει ένα υλικό. Ένα υλικό με μεγάλο εμβαδόν θραύεται πιο δύσκολα, δηλαδή μπορεί να απορροφήσει μεγαλύτερη ενέργεια καταπονήσεων πριν θραυσθεί. Τέλος δίνεται το μέτρο ελαστικότητας, το οποίο ορίζεται ως η κλίση της ευθείας της καμπύλης τάσης – παραμόρφωσης. Η πλαστική συμπεριφορά αφορά τον οριζόντιο κλάδο της καμπύλης και ουσιαστικά εκφράζει ότι σε αυτή τη φάση το υλικό παίρνει μεγαλύτερες παραμορφώσεις, οι οποίες είναι πλέον μόνιμες.

Πίνακας 67: Τιμές μηχανικών αντοχών, δείκτη δυσθραυστότητας και μέτρου ελαστικότητας των κονιαμάτων A1 και A2.

Σύνθεση	Αντοχή σε θλίψη (MPa)	Αντοχή σε κάμψη (MPa)	Δείκτης Δυσθραυστότητας	Μέτρο Ελαστικότητας (GPa)
A1	2,62 ($\pm 0,31$)	1,02 ($\pm 0,13$)	0,44 ($\pm 0,11$)	0,43 ($\pm 0,22$)
A2	2,12 ($\pm 0,46$)	0,69 ($\pm 0,04$)	0,24 ($\pm 0,06$)	0,71 (0,37)



Εικόνα 202: Καμπύλη Τάσης - Παραμόρφωσης της σύνθεσης A1, για κάθε δοκίμιο.



Εικόνα 203: Καμπύλη Τάσης - Παραμόρφωσης της σύνθεσης A2, για κάθε δοκίμιο.

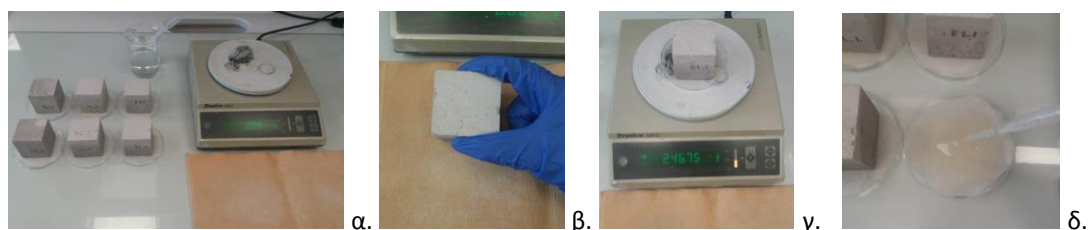
Όσον αφορά την δοκιμή των συνθέσεων σε θλίψη, η σύνθεση A1 παρουσιάζει υψηλότερες αντοχές σε σχέση με αυτές της σύνθεσης A2. Να επισημανθεί ότι βασική διαφορά της σύνθεσης A1 με την A2, είναι ότι η πρώτη έχει υδράσβεστο για κονία ενώ η A2 φυσική υδραυλική άσβεστο.

Ακόμη η σύνθεση A1 παρουσιάζει μεγαλύτερο συντελεστή δυσθραυστότητας, συνεπώς μπορεί να απορροφήσει μεγαλύτερη ενέργεια από καταπονήσεις πριν θραυσθεί, σε σχέση με τη σύνθεση A2. Το εμβαδόν που προκύπτει από την γραφική παράσταση τάσης-παραμόρφωσης είναι μεγαλύτερο για την σύνθεση A1 σε σχέση με την A2, γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να δεχτεί μεγαλύτερες παραμορφώσεις υπό την ίδια τάση.

Όσον αφορά την δοκιμή των συνθέσεων σε κάμψη, εξάγονται συμπεράσματα για την συμπεριφορά των υλικών σε εφελκυσμό, αφού οι τάσεις που αναπτύσσονται στην κάτω ίνα του δοκιμίου είναι εφελκυστικές. Η σύνθεση A1 παρουσιάζει μεγαλύτερη καμπτική αντοχή από την σύνθεση A2.

6.3.2 Αποτελέσματα τριχοειδούς αναρρίχησης

Με σκοπό να ελεγχθεί η συμπεριφορά των συντιθέμενων κονιαμάτων επιχρισμάτων ως προς την απορρόφηση του νερού πραγματοποιήθηκε η πειραματική διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης σε διαμορφωμένα δοκίμια. Εξετάστηκαν οι συνθέσεις των επιχρισμάτων E1, E2, τα οποία αποτελούν κυβικά δοκίμια ακμής 5 cm και από κάθε σύνθεση υπάρχουν τρία δοκίμια. Η διάρκεια της διαδικασίας ήταν 48 h και σε προβλεπόμενα διαστήματα μετρούνταν η διαφορά μάζας λόγω της τριχοειδούς αναρρίχησης.

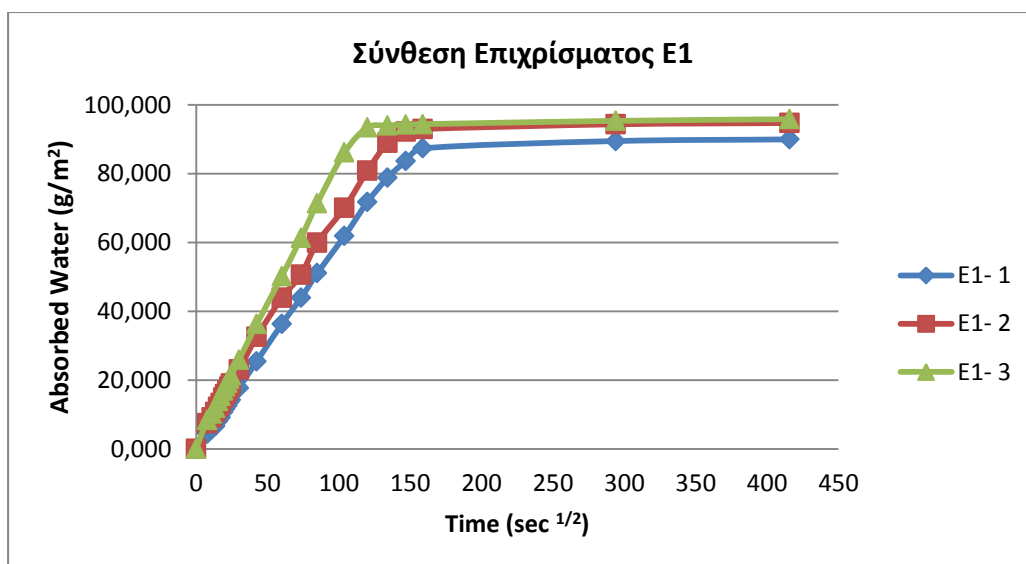


Εικόνα 204: α) Στιγμιότυπο κατά την πειραματική διαδικασία της τριχοειδούς αναρρίχησης, β) Ελαφρύ σκούπισμα δείγματος πριν την ζύγιση του, γ) Διαδικασία ζυγίσματος, δ) Προσθήκη νερού με την πιπέτα κατά την πειραματική διαδικασία

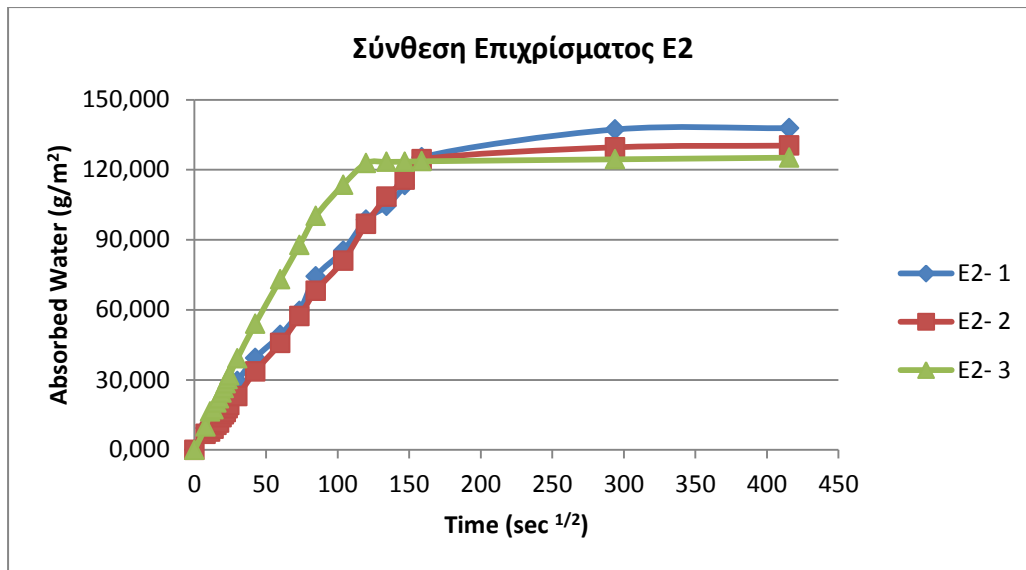
Πίνακας 68: Αποτελέσματα τριχοειδούς αναρρίχησης στα κονιάματα επιχρισμάτων E1 και E2.

ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ ΣΕ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΩΝ E1, E2									
Συνθέσεις	Μάζα (g)	Μάζα μετά από 5min (g)	Μάζα μετά από 15min (g)	Μάζα μετά από 90min (g)	Μάζα μετά από 24h (g)	Μάζα μετά από 48h (g)	Εμβαδόν σε επαφή με νερό (m ²)	Μάζα/Εμβαδόν (g/m ²)	συντελεστής τριχοειδούς αναρρίχησης (g/m ² • sec ^{1/2})
	Mm	Mm5	Mm10	Mm90	Mm24h	Mm48h	A	Mm/A=M	C _{cc}
E1- 1	230,27	232,56	234,7	241,24	252,63	252,75	0,250000	921,08	0,59
E1- 2	227,86	231,19	233,63	240,51	251,44	251,53	0,250000	911,44	0,66
E1- 3	226,87	230,70	233,34	242,20	250,7	250,82	0,250000	907,48	0,80
E2- 1	207,45	211,55	214,82	222,33	241,77	241,91	0,250000	829,80	0,94
E2- 2	209,71	212,62	215,45	224,02	242,12	242,3	0,250000	838,84	0,79
E2- 3	209,38	214,89	219,19	231,33	240,5	240,68	0,250000	837,52	1,17

Στον Πίνακα 68 παρατηρούμε τα αποτελέσματα τριχοειδούς αναρρίχησης των συνθέσεων E1 και E2 τα οποία υποβλήθηκαν στο πείραμα. Σε όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας των 48 ωρών έγιναν μακροσκοπικές παρατηρήσεις σχετικά με την συμπεριφορά των δοκιμίων.



Εικόνα 205: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του κονιάματος E1, για κάθε δοκίμιο.



Εικόνα 206: Καμπύλη τριχοειδούς αναρρίχησης του κονιάματος E2, για κάθε δοκίμιο.

Τα διαγράμματα της τριχοειδούς αναρρίχησης, δείχνουν γενικά μια σταθερή απορρόφηση νερού και από τις δύο συνθέσεις E1 και E2. Συνεπώς και στις δύο συνθέσεις το πορώδες στα υλικά είναι ομοιόμορφο και οι πόροι επικοινωνούν μεταξύ τους. Διαφορετική συμπεριφορά παρατηρήθηκε στο E2-3 το οποίο τοποθετήθηκε στην μήτρα από την τράπεζα εξάπλωσης και φαίνεται να απορροφά με μεγαλύτερο ρυθμό στην αρχή του πειράματος αλλά με το πέρας της διαδικασίας να φτάνει σε χαμηλότερο βαθμό κορεσμού από τα E2-1 και E2-2. Το κονίαμα E2 παρουσιάζει μεγαλύτερο βαθμό κορεσμού σε σχέση με το E1 στον ίδιο χρόνο. Αυτό παραπέμπει σε μεγαλύτερο πορώδες του υλικού E2.

Να επισημανθεί ότι το μεγαλύτερο πορώδες και το μέγεθος των πόρων είναι γενικά ένα επιθυμητό χαρακτηριστικό καθώς εξασφαλίζει την ταχύτερη εξάτμιση των υδρατμών από το εσωτερικό της τοιχοποιίας. Η μεγαλύτερη απορρόφηση νερού σε κατάσταση κορεσμού δεν σημαίνει κάτι αρνητικό για την σύνθεση κονιαμάτων. Αντιθέτως υλικά με μεγαλύτερη μέση διάμετρο πόρων έχουν πολύ καλή συμπεριφορά στους κύκλους κρυστάλλωσης των αλάτων, καθώς δεν οδηγούν σε ρηγματώσεις λόγω των πιέσεων στα τοιχώματα του υλικού.

7. Συμπεράσματα

Κλείνοντας αυτή την εργασία διατυπώνονται ορισμένα συμπεράσματα σε σχέση με τα μελετηθέντα ιστορικά υλικά και την γενικότερη προσέγγιση της συντήρησής τους. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάλυση των ιστορικών υλικών στην παρούσα εργασία κρίνεται απαραίτητη προκειμένου να οδηγηθούμε πέραν της ομαδοποίησης των δειγμάτων σε συμπεράσματα σχετικά με την διάβρωση του μνημείου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η σχετικά καλή διατήρηση, λόγω δομής του μνημείου και επάρκειας των αυθεντικών υλικών, σε συνδυασμό με την τεκμηριωμένη δειγματοληψία, παρά την μη επαρκή επιμέλεια του συγκροτήματος οδήγησε σε ασφαλείς και τεκμηριωμένες απόψεις σχετικά με την τεχνολογία και τη σύσταση των αυθεντικών υλικών, οι οποίες είναι απαραίτητες για την σύνθεση συμβατών κονιαμάτων αποκατάστασης.

Τα σύγχρονα κονιάματα αποκατάστασης πρέπει να είναι σε θέση να αφαιρεθούν κατά περίπτωση, προκαλώντας την ελάχιστη απώλεια των ιστορικών υλικών. Οι νέες συνθέσεις οφείλουν να προστατεύουν τα αυθεντικά υλικά και να σχεδιάζονται με γνώμονα την αειφορία του συνόλου. Αυτός είναι ο λόγος όπου σε κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία επιζητούνται πλαστικά κονιάματα με χαμηλές αντοχές, οι οποίες όμως να είναι επαρκείς για τα φορτία των τοιχοποιιών. Οι προτάσεις κονιαμάτων που περιγράφονται παραπάνω, υπακούουν σ' αυτές τις αρχές και φέρουν πορίσματα τα οποία επιδέχονται περαιτέρω μελέτη. Αναδεικνύεται η μηχανική συμβατότητα μείζονος σημασίας αρχή για το σχεδιασμό κονιαμάτων συντήρησης.

Όπως φάνηκε από την παθολογία του μνημείου στην ερευνητική εργασία, η έλλειψη στέγης και ανοιγμάτων επιφέρουν τις σημαντικότερες φθορές και βλάβες στο μνημείο, επιτρέποντας την παραμονή του νερού στις αρχιτεκτονικές επιφάνειες, οδηγώντας στην αποσάθρωση των κονιαμάτων αρμολογήματος και στην αποκόλληση των επιχρισμάτων. Κρίνεται απαραίτητη η διαδικασία αρμολόγησης και εφαρμογής νέων επιχρισμάτων, ως πρώτο βήμα πριν από την στερέωση της τοιχοποιίας όπου κριθεί απαραίτητο με κατάλληλα ενέματα. Τα κονιάματα που προτείνονται στην παρούσα διπλωματική εργασία έχουν προκύψει από την ολιστική ανάλυση των αυθεντικών υλικών και είναι συμβατά με αυτά. Ακόμη τα αποτελέσματα τόσο των μηχανικών αντοχών όσο και της τριχοειδούς αναρρίχησης έχουν επιθυμητά αποτελέσματα και προτείνονται για την αποκατάσταση του μνημείου.

Σημαντικό είναι να μην αποτελούν πανάκεια οι συνθέσεις για όλες τις επιφάνειες, αφού πρέπει να γίνεται προσεκτική εφαρμογή της κάθε σύνθεσης και όπου δεν κρίνεται απαραίτητο προτείνεται η εφαρμογή του SurfaPore FX WB ως ήπια μορφή συντήρησης. Όπως φάνηκε από την εργασία, τα κονιάματα ασβεστιτικής φύσεως

πλήττονται περισσότερο από την υγρασία και παρουσιάζουν εντονότερη διάβρωση σε σχέση με τα υδραυλικά και τα άργιλο-πυριτικά κονιάματα. Σε αυτά τα υλικά τα αποτελέσματα μετά την εφαρμογή του νανουλικού είχαν σημαντικά αποτελέσματα βελτίωσης.

Τέλος, προτείνεται μια βάση δεδομένων, στην οποία ο ερευνητής έχει αφενός τα απαραίτητα στοιχεία για μια ασφαλή μεθοδολογία ανάλυσης υλικών μνημείων και αφετέρου δημιουργείται η δυνατότητα αναζήτησης κονιαμάτων ανά περιόδους. Πρόκειται για ένα εργαλείο στην ανάλυση των μνημείων από το οποίο συστάσεις κονιαμάτων παραπέμπουν σε χρονικές φάσεις και αντιστρόφως.

8. Βιβλιογραφία

Adams J., Dollimore D., Griffiths D.I., *Thermal analytical investigation of ancient mortars from gothic churches*, Thermal analysis, 40(1993), 275-284

Aggelakopoulou E, Bakolas A., Moropoulou A., (2011), *Properties of lime- metakolin mortars for the restoration of historic mansories*. *Applied Clay Science*, 53

Baglioni P., Giorgi R., “*Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation*”, Journal of cultural heritage, The Royal Society of Chemistry 2, 2006

Bakolas A., Biscontin G., Contardi V., Franceschi E., Moropoulou A., Palazzi D., Zendri E., *Thermoanalytical research on tradition mortars in Venice*, Thermochimica Acta, 269/270(1995), 817-828

Moropoulou A., Bakolas A., Bisbikou K., *Characterization of ancient byzantine and later historic mortars by thermal analysis and X-ray diffraction techniques*, Thermochimica Acta, 269/270(1995), 779-795

Barcina L.M, Espin A., Suarez M., Garcia J.R., Rodriguez J., *Characterization of monumental carbonate stones by thermal analysis and X-ray diffraction techniques (TG, DTG and DSC)*, Thermochimica Acta, 290(1997), 181-189

Bakolas A., Biscontin G., Moropoulou A., Zendri E., “*Characerization of the lumps in the mortars of historic mansory*”, Thermochimica Acta, 269/270(1995), 809-816

Bakolas.A., Biscontin G., Moropoulou A., Zendri E., *Characerization of structural byzantine mortars by thermogravimetric analysis*, Thermochimica Acta, 321, 1998

Biscontin, Bakolas A., Zendri E., Maravelaki P., “*Microstructural characteristics of historical Venetian mortars*”, Conservation of Stone and Other Materials, edited by M.J. Thiel, RILEM UNESCO, Publ. E&FN SPON, Chapman & Hall, Paris, vol. 2, 1993

Brown M.E., *Introduction to thermal analysis- techniques and applications*, second edition Springer Netherlands, New York, 2001

Budak M., Maravelaki- Kalaitzaki P., Kallithrakas- Kontos N., (2008), Chemical characterization of Cretan clays for the design of restoration mortars, Microchimica Acta, 162

Camuffo D., *Atmospheric water and stone weathering in microclimate for cultural heritage*, Conservation, Restoration, Maintainance of indoor and outdoor monuments, Elsevier, 2014

Colleparidi M., *“Scienza e tecnologia del calcestruzzo”*, Terza Edizione Aggiornata, Hoepli, Milano, 1991

Davey N., *“Storia del materiale da costruzione”*, Il saggiatore, Milano 1965

Drdácký M., Slížková Z., *In situ peeling rests for assessing the cohesion and consolidation characteristics of historic plaster and render surfaces*, *Studies in conservation*, 2015, Vol. 60, N.2

Ferreira Pinto A.P., Delgado Rodrigues J., *“Stone consolidation: The role of treatment procedures”*, *Journal of Cultural Heritage* 9 (2008) 38-53 [30] E.M. Winkler, *“Stone in architecture - Properties, durability”*, Springer, New York, 1997

Galanos A., Doganis I., Maravelaki-Kalaitzaki P., Kallithrakas-Kontos N., *Hydraulic Mortars and Plasters at the Ancient Aqueduct of Naxos*, Greece, 11th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Torun, Poland, 15-20/9/2008

Doehne E., Price C. A., *Stone Conservation: An Overview of Current Research*, Getty Publications, USA, 1996

Galanos A., Doganis I., Maravelaki-Kalaitzaki P., Kallithrakas-Kontos N., *Investigation for Durable Cast Stone Mortars for Use in a Marine Environment*, 11th 122 International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, 15-20/9/2008, Torun, Poland

Lazzarini L., Tabasso M.L., *Il Restauro della pietra*, CEDAM, Padova, 1986

Maravelaki-Kalaitzaki P., *“Hydraulic lime-mortars with siloxane for waterproofing historic masonry”*, *Cement and Concrete Research*, 37(2), 2007

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*, Volume 36

Maravelaki-Kalaitzaki P., Bakolas A., Karatasios I., Kilikoglou V., *Hydraulic lime mortars for the restoration of historic masonry in Crete*. *Cement and Concrete Research*, 1577-1586, 2005

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

Maravelaki-Kalaitzaki P., Galanos A., Doganis I., Kallithrakas-Kontos N., "*Physico-chemical characterization of mortars as a tool in studying specific hydraulic components: application to the study of ancient Naxos aqueduct*", Applied Physics A: Materials Science & Processing, Volume 104, Issue 1, 2011

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 & Processing

Maura G., "*Dosaggio della calce in malte pozzolaniche recenti ed antiche*", Materiali e Strutture 4, 1996

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

Moropoulou A., Tsiourva Th., Biscontin G., Bakolas A., Michailidis P., Zendri E., *Evaluation of consolidation treatments of porous stones - Application on the Medieval City of Rhodes*, 4th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, Conference Proceedings, edited by Moropoulou A., F. Fezza, E. Kollias and I. Papachristodoulou, Technical Chamber of Greece, Rhodes, Vol. 3, 1997

Pachta V., Stefanidou M., Konopisi S., Papayianni I., *Technological Evolution of Historic Structural Mortars*, Journal of Civil Engineering and Architecture, ISSN 1934-7359, USA

Pachta V., Stefanidou M., Papayianni I., Analysis of ancient mortars and design of compatible repair mortars: The case study of Odeion of the 106 archaeological site of Dion, Construction and Building Materials, 40 (2013) 84- 92

Pecchioni E., Fratini F., Cantisani E., "*Atlante delle malte antiche in sezione sottile al microscopio ottico/Atlas of the ancient mortars in thin section under optical microscope*", Nardini editore, Firenze, 2014

Scoog D.A., Holler F.J., Nieman T.A., *Αρχές της ενόργανης Ανάλυσης*, 5^η έκδοση, Κωσταράκη, 2005

Verganelaki A., Kapridaki C., and Maravelaki-Kalaitzaki P., "Modified tetraethoxysilane with nano-calcium oxalate in one-pot synthesis for protection of building materials", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, American Chemical Society, 54 (29), 2015

Stefanidou M., "Study of the microstructure and the mechanical properties of traditional repair mortars", Thessaloniki, 2000

Stuart B., *Infrared stereoscopy: fundamentals and applications*, West Sussex: John Wiley & Sons, 2004

Waseda Y., Matsubara E., Shinoda K., *X-ray Diffraction Crystallography: introduction, examples and solved problems*, Springer Berlin Heidelberg, 211

Weller M., Overton T., Rourke J., Armstrong F., *Inorganic Chemistry*, Oxford University Press, sixth edition, 2014

Wilard H.H., Meritt L.L. Jr, Dean J.A., Settle F.A. Jr, *Instrumental Methods of Analysis*, Wadsworth Publishing Company, 7th Edition, Volume 21, Issue 8, United States, 1988

Γεροντάκης Φ., Μαμαλούγκας Κ., «Αποκατάσταση και νέες χρήσεις της Έπαυλης των Ιησουιτών στα Καλαμίτσια (Μέλανες) της Νάξου», Διπλωματική εργασία, Ε.Μ.Π., 1995

Καπριδάκη Χ., Έλεγχος χημικής συμβατότητας και βελτίωση στερεωτικών λίθου με Νανοτεχνολογία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 2015

Κορωναίος Α. Γ., «Τεχνικά Υλικά 1», ΕΜΠ, Αθήνα, 1985

Μαραβελάκη Π., Κονιάματα, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Μοροπούλου Α., Αγγελικοπούλου Ε., Εφαρμογές της θερμικής ανάλυσης σε ιστορικά υλικά για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Θερμικής Ανάλυσης – ΘΕΡΜΑ, Αθήνα, 2002

Μουρελάτος Δ., Αρχαία Ελληνική και Βυζαντινή Ιστορία και Τέχνη 330- 1453 μ.Χ, Διδακτικές σημειώσεις, Αθήνα, 2012

Μπακόλας Α., Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2002

Οξένκιουν – Πετροπούλου Μ., Φυσικές μέθοδοι ανάλυσης: φασματομετρικές μέθοδοι, Συμμετρία, Αθήνα, 2006

Παπαγιάννη Ι, Στεφανίδου Μ., Πάχτα Β., *Χρήση Θραυσμένου Κεραμικού υλικού για την Παραγωγή Έγχρωμων κονιαμάτων και ενεμάτων*, Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για την Αξιοποίηση των Βιομηχανικών Παραπροϊόντων στη Δόμηση ,Θεσσαλονίκη, 2005

Σκουλικίδης Θ., *Διάβρωση και Συντήρηση των δομικών υλικών των μνημείων*, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, 2000

Σταθάκης Ε., Λαγγιώτης Χ., *Τα δομικά υλικά & οι εφαρμογές τους*, Τόμος Ι", Αθήνα, 1967

Τριανταφύλλου Α.Χ., *“Δομικά Υλικά”*, 10η Έκδοση, Πάτρα, 2013

Φιλόκυπρου Μ., *Δομικά Υλικά και Κατασκευές στην Κυπριακή Αρχιτεκτονική από τη Νεολιθική περίοδο μέχρι την ύστερη Χαλκοκρατία*, Τόμος 1, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, Λευκωσία, 1998

Χατζιωάννου Θ., Κουμπάρης Μ., *Ενόργανη ανάλυση*, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 1990

Διαδικτυακές πηγές

http://www.nanophos.com/images/SurfaPore_F%CE%A7_PDS_GR.pdf (08/09/18)

<https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/CHEM165/THERMAL-2014.pdf> (13/10/18)

http://www.ipet.gr/digitech2/index.php?option=com_content&task=category§ionid=6&id=23&Itemid=54 (26/07/18)

<https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CHEM2002/XRF.pdf> (18/01/18)

<http://omega.physics.uoi.gr/xrf/greek/method.htm> (18/05/18)

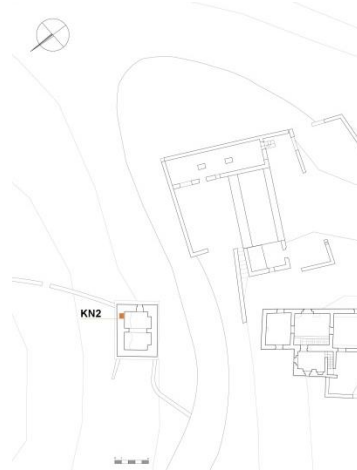
<http://docplayer.gr/2398237-Analytikies-methodoi-fasmatoskopia-ftorismoy-aktinon-h-x-ray-fluorescence-spectroscopy-xrf.html> (20/07/18)

9. Παράρτημα – Δελτία δειγμάτων

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ2

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ2 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ2 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 2,12 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☒ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

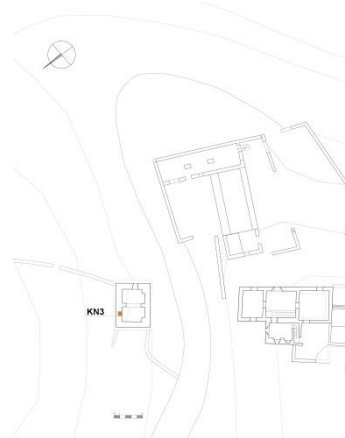
περιοχής της

δειγματοληψίας: Βρέθηκε σε βάθος 22 cm από εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ3

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ3 (Κονιάμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ3 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επιχρίσμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 2,15 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: προηγούμενη στρώση κονιάματος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

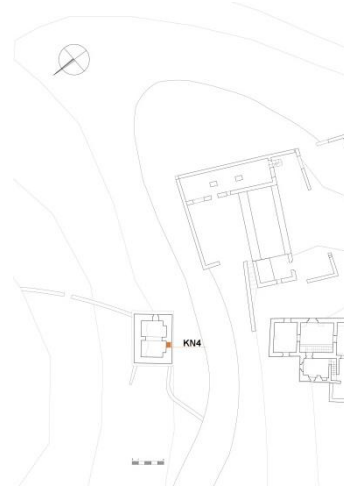
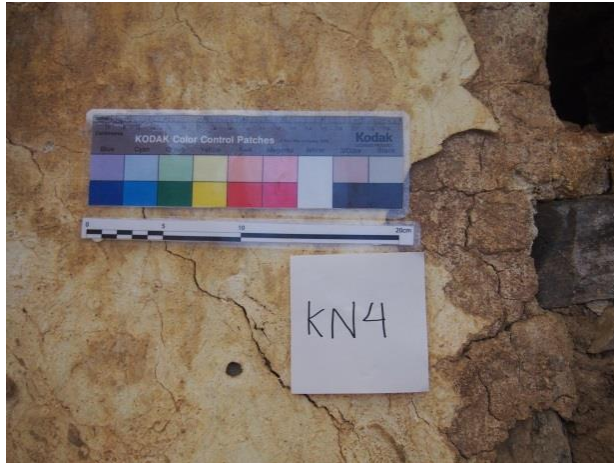
Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας:

Μακροσκοπικά
πανομοιότυπα κονιάματα
επιχρίσματος συναντώνται
στα περισσότερα σημεία
των τοιχοποιιών.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ4

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ4 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ4 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,74 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☒ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: προηγούμενη στρώση κονιαμάτων

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

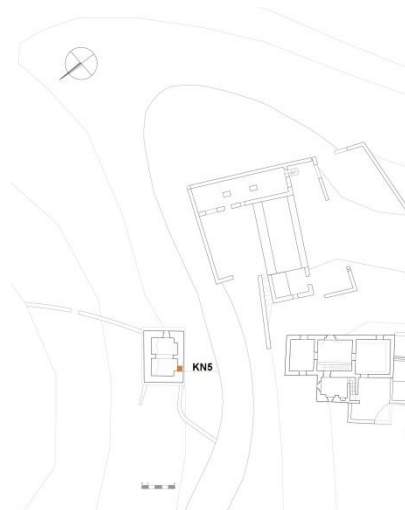
Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας:

Βρίσκεται σε σημείο στο οποίο παρατηρούνται τρεις στρώσεις κονιαμάτων. Πρώτη στρώση (επίχρισμα) το δείγμα ΚΝ3 και δεύτερη το ΚΝ4.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN5

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN5 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN5 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☒άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,64 m

Επαφή με:

- ☐πλίνθο
- ☒λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

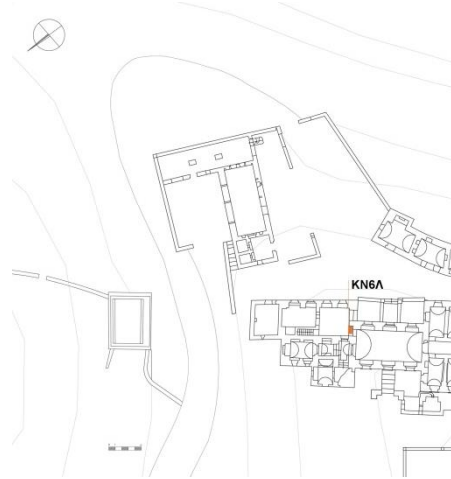
Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας:

Βρίσκεται μετά τα δείγματα KN3, KN4.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ6Λ

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ6Λ (Λίθος) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ6Λ και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: λίθος

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 2,10 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: κονίαμα

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

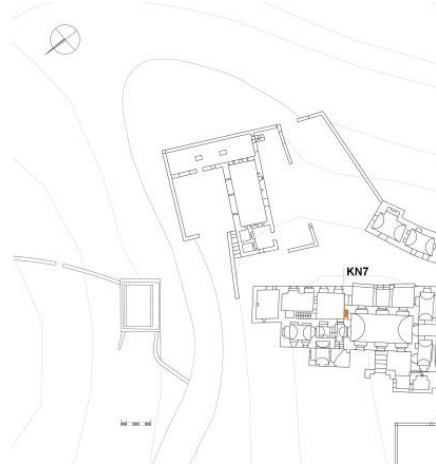
Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας:

Παρόμοιοι λίθοι
συναντώνται σε όλες τις
τοιχοποιίες του
συγκροτήματος.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN7

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN7 (Κονιάμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN7 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☒άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 2,14 m

Επαφή με:

- ☐πλίνθο
- ☒λίθο
- ☐μέταλλο
- ☒άλλο: προηγούμενη στρώση κονιάματος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο:-

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

περιοχής της

δειγματοληψίας: Βρέθηκε σε βάθος 11 cm από εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ8

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ8 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ8 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☒άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,45 m

Επαφή με:

- ☐πλίνθο
- ☒λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

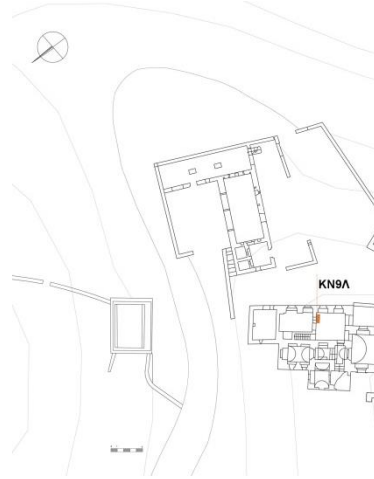
περιοχής της

δειγματοληψίας: Βρέθηκε σε βάθος 18 cm από εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ9Λ

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ9Λ (Λίθος) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ9Λ και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: λίθος

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,00 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: έδαφος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

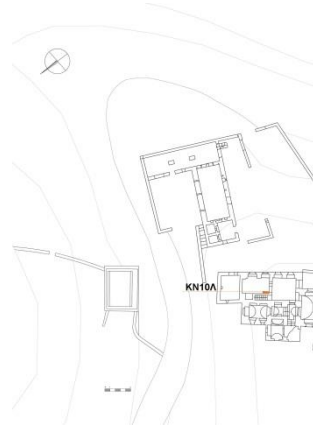
περιοχής της

δειγματοληψίας: Βρέθηκε πεσμένο στο δάπεδο ισογείου.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ10Λ

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ10Λ (Λίθος) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ10Λ και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: λίθος

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,00 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: έδαφος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

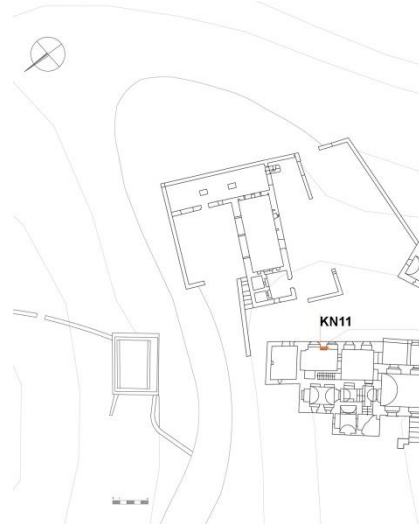
περιοχής της

δειγματοληψίας: Βρέθηκε πεσμένο στο δάπεδο ισογείου.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN11

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN11 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN11 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επιχρίσμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: σε συνάφεια με κονίαμα μεταξύ κονιάματος επιχρίσματος και δόμησης

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,28 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: προηγούμενη στρώση κονιάματος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN12

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN12 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN12 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☐άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,08 m

Επαφή με:

- ☐πλίνθο
- ☒λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

περιοχής της

δειγματοληψίας: Βρέθηκε σε βάθος 12 cm από εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας, σε σημείο εσοχής τοιχοποιίας.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ13Λ

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ13Λ (Λίθος) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ13Λ και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: λίθος

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,92 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: κονίαμα

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

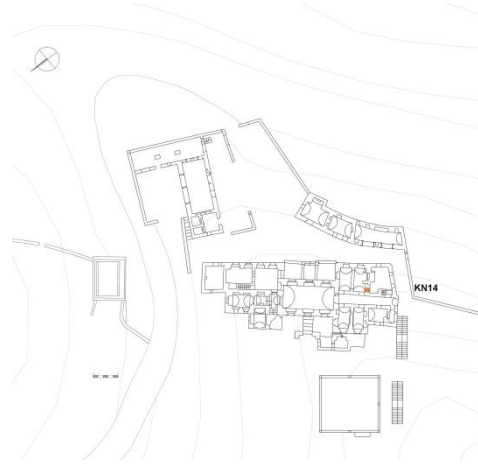
περιοχής της

δειγματοληψίας: Βρέθηκε πλήρως αποσαθρωμένο από τοιχοποιία.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ14

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ14 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ14 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☒άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,48 m

Επαφή με:

- ☐πλίνθο
- ☒λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας:** -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN15

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN15 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN15 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☒άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,48 m

Επαφή με:

- ☐πλίνθο
- ☒λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☐τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☒άλλο: τζάκι

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας:** -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN16

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN16 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN16 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: -σε συνάφεια με κονίαμα δομής (δεύτερο στρώμα)

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,50 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: προηγούμενη στρώση κονιάματος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN17

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN17 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN17 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,44 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☒ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:-

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της**

δειγματοληψίας: Βρέθηκε
σε βάθος 15 cm από
εσωτερική επιφάνεια
τοιχοποιίας, σε σημείο
εσοχής τοιχοποιίας.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ18

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ18 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ18 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: συνάφεια με κονίαμα δόμησης

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,62 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: προηγούμενη στρώση κονιάματος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ19

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ19 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ19 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: συνάφεια με κονίαμα δόμησης

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,60 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: προηγούμενη στρώση κονιάματος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

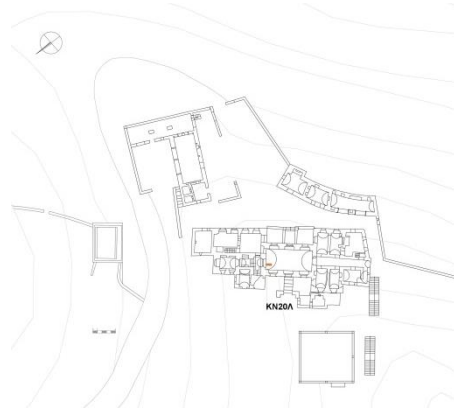
- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN20Λ

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN20Λ (Λίθος) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN20Λ και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: λίθος

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,00 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: χώμα

Στοιχείο κατασκευής:

- ☐ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☒ άλλο: δάπεδο

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

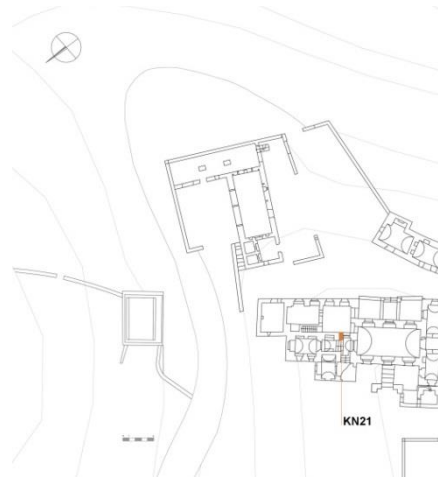
**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της**

δειγματοληψίας: Πλέον απομένει περίπου το 1/3 των πλακιδίων σάλας. Το παρόν δείγμα ήταν αποσαθρωμένο, σαν κάποιος να είχε προσπαθήσει να το διαταράξει.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN21

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN21 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN21 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: σε συνάφεια με κονίαμα δόμησης

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,35 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: προηγούμενη στρώση κονιάματος

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο:

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

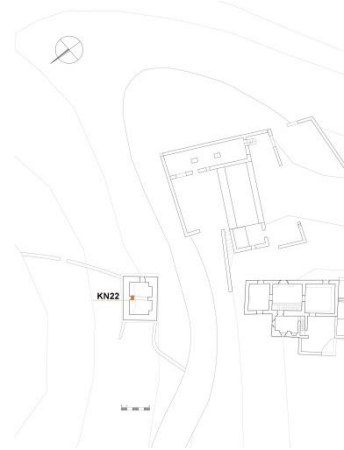
Επιπλέον στοιχεία

περιοχής της
δειγματοληψίας: Μοιάζει
με νεότερο κονίαμα.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN22

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN22 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN22 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: αρμολόγημα

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 2,00 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☒ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☐ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☒ τόξο
- ☐ άλλο:-

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

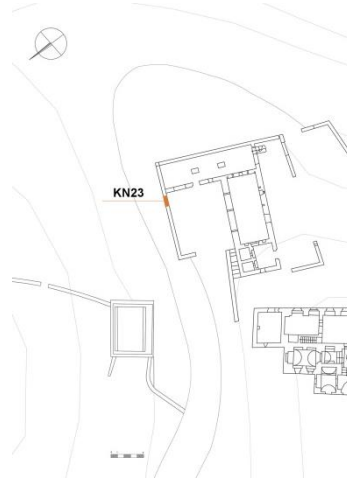
περιοχής της

δειγματοληψίας: Πολύ καλή συνοχή λίθων με κονίαμα. Το δείγμα που πάρθηκε είχε αποσαθρωθεί από τόξο.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN23

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN23 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN23 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☐άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,78 m

Επαφή με:

- ☒πλίνθο
- ☐λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☐τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☒άλλο: τοιχίο αντιστήριξης

Τρόπος δειγματοληψίας:

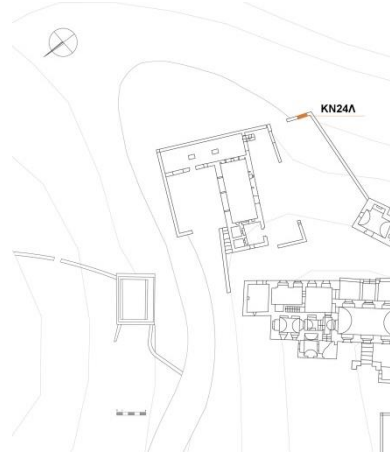
- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας:** -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ24Λ

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ24Λ (Λίθος) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ24Λ και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: λίθος

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,65 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: λίθος σε πρόσφυση με κονίαμα δομής

Στοιχείο κατασκευής:

- ☐ τοιχοποιία
- ☒ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

περιοχής της

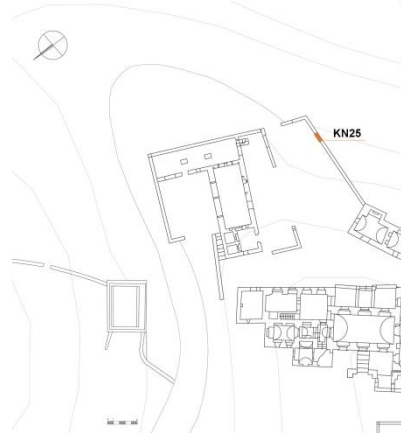
δειγματοληψίας: Σημείο

σε άμεση σχέση με το νερό, πηγή η οποία το χειμώνα είναι γεμάτη νερό και το καλοκαίρι ρέει ομαλά.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN25

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN25 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN25 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,15 m

Επαφή με:

- ☒ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☐ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☒ άλλο: τοιχίο αντιστήριξης

Τρόπος δειγματοληψίας:

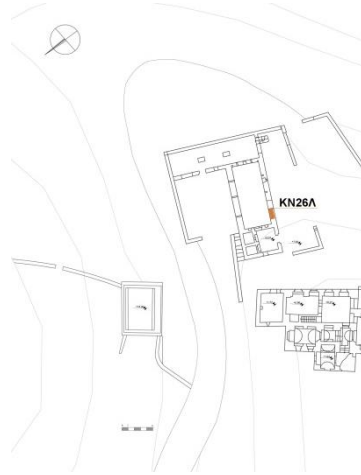
- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: Σε άμεση σχέση με το υδάτινο στοιχείο, 2μ. απόσταση από την πηγή.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN26Λ

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN26Λ (Λίθος) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN26Λ και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: λίθος

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,65 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: λίθος σε πρόσφυση με κονίαμα δομής KN27

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

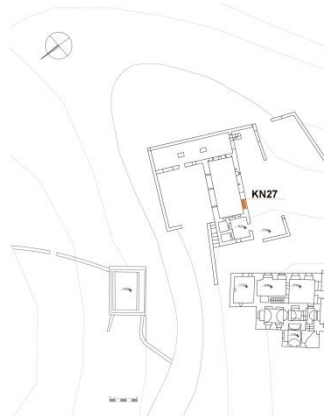
- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN27

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN27 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN27 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☐άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,65 m

Επαφή με:

- ☒πλίνθο
- ☐λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

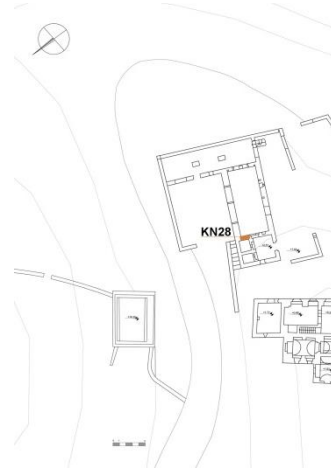
- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας:** -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN28

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN28 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN28 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,60 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: πρόσφυση με κονίαμα δομής

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

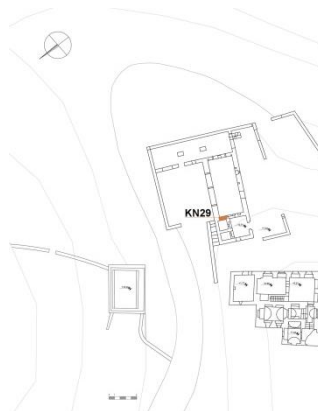
- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN29

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN29 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN29 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,50 m

Επαφή με:

- ☒ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

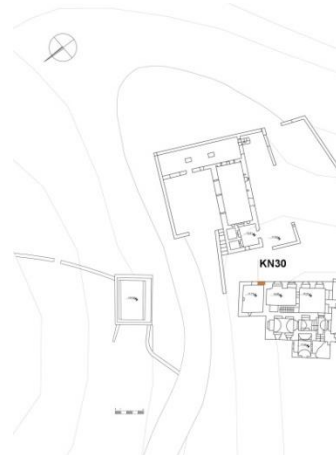
- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας:** -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ30

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ30 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ30 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,30 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: πρόσφυση με κονίαμα δομής

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

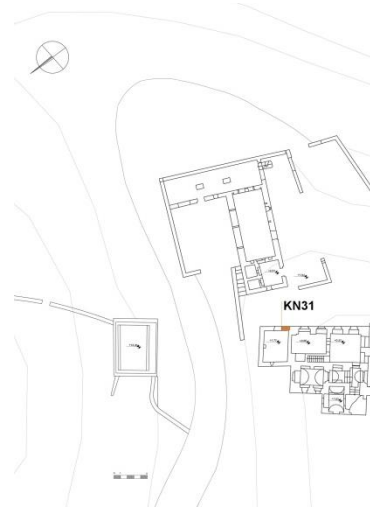
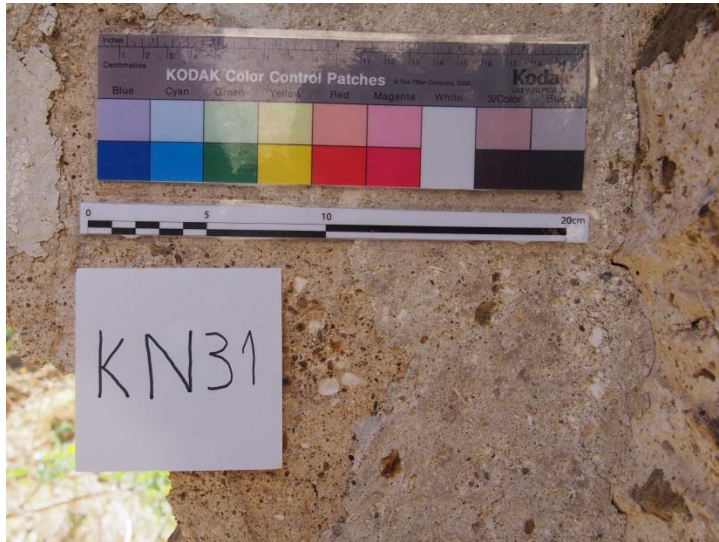
περιοχής της

δειγματοληψίας: Μεγάλη απώλεια υλικού από τοιχοποιία, αποκόλληση επιχρίσματος. Μικρό τμήμα παραμένει στην θέση του. Φαίνεται για νεότερη επέμβαση.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN31

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN31 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN31 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☒ δεύτερη επίστρωση μετά το επίχρισμα
- ☐ πλήρωση
- ☒ άλλο: σε συνάφεια με κονίαμα δομής

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,30 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: πρόσφυση με κονίαμα δομής και κονίαμα επιχρίσματος KN30

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

περιοχής της δειγματοληψίας: Έπεται του κονιάματος KN30.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN32

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN32 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN32 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☐ δόμηση
- ☒ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,65 m

Επαφή με:

- ☐ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☒ άλλο: πρόσφυση με κονίαμα δομής

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

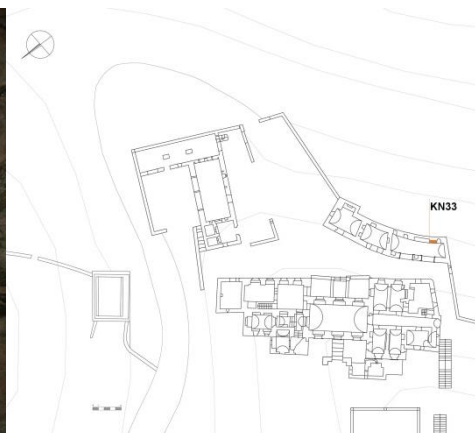
- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN33

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN33 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN33 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☐άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,80 m

Επαφή με:

- ☒πλίνθο
- ☐λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας:** -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΝ34

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: ΚΝ34 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΚΝ34 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☐άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,70 m

Επαφή με:

- ☒πλίνθο
- ☐λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

Επιπλέον στοιχεία περιοχής της δειγματοληψίας: -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN35

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN35 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN35 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☐άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 1,90 m

Επαφή με:

- ☒πλίνθο
- ☐λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

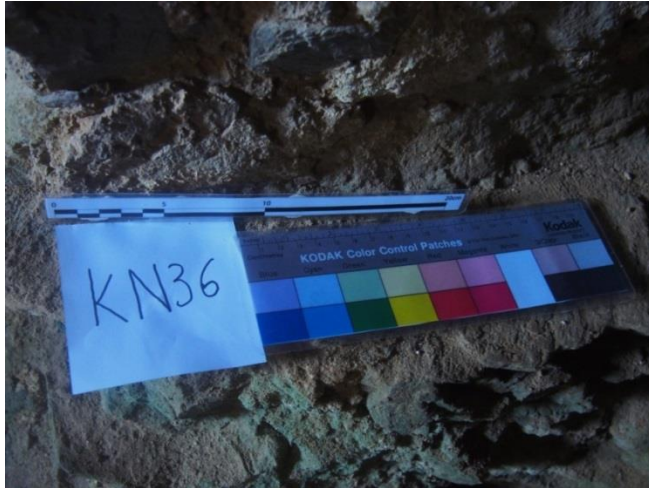
- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας: -**

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN36

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN36 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN36 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒δόμηση
- ☐επίχρισμα
- ☐επίστρωση
- ☐πλήρωση
- ☐άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,20m

Επαφή με:

- ☒πλίνθο
- ☐λίθο
- ☐μέταλλο
- ☐άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒τοιχοποιία
- ☐καμάρα
- ☐παραστάδα
- ☐πεσσός
- ☐οροφή
- ☐τόξο
- ☐άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐καλέμι
- ☒χέρι
- ☐καροτιέρα
- ☐άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

περιοχής της

δειγματοληψίας: Σε

άμεση σχέση με σημείο του υπογείου όπου αναβλύζει νερό από πηγή.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN37

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN37 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN37 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος: 0,30 m

Επαφή με:

- ☒ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☒ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☐ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία

περιοχής της

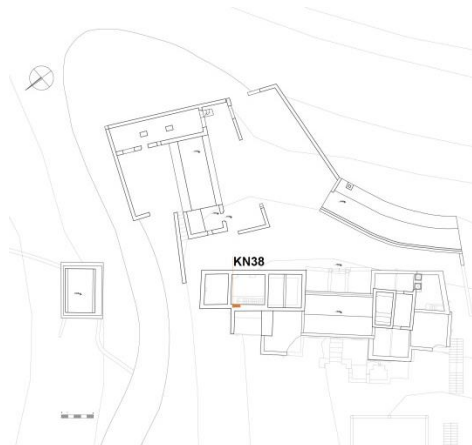
δειγματοληψίας: Σε

άμεση επαφή με νερό,
ιδιαίτερα χειμώνα.

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN38

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN38 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN38 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:
ύψος από το έδαφος:

Επαφή με:

- ☒ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

Στοιχείο κατασκευής:

- ☐ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☒ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

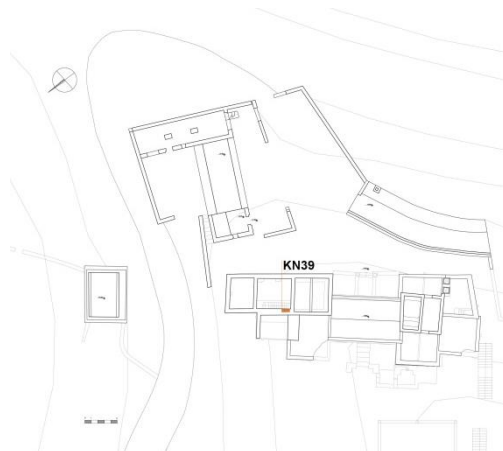
- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

**Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας:** -

ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ KN39

Προέλευση: Ανάκτορο Ιησουιτών / Καλαμίτσια, Νάξος

Κωδικός αριθμός: KN39 (Κονίαμα) Ημερομηνία Δειγματοληψίας: 22/5/2018



Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος KN39 και σημείου δειγματοληψίας σε κάτοψη.

Ιστορική περίοδος: -

Είδος δείγματος:

- ☒ δόμηση
- ☐ επίχρισμα
- ☐ επίστρωση
- ☐ πλήρωση
- ☐ άλλο: -

Θέση δειγματοληψίας:

ύψος από το έδαφος:

Επαφή με:

- ☒ πλίνθο
- ☐ λίθο
- ☐ μέταλλο
- ☐ άλλο: -

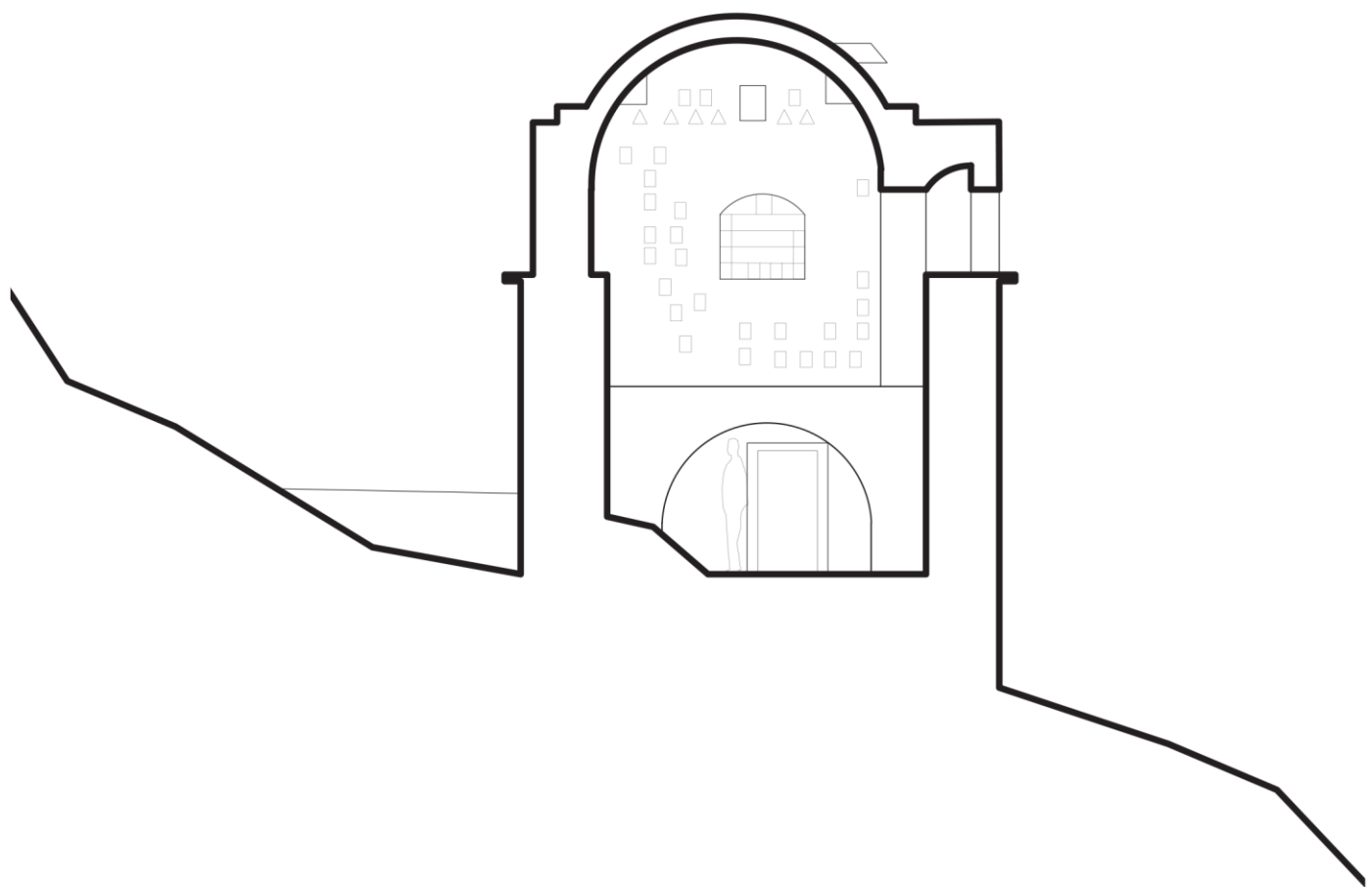
Στοιχείο κατασκευής:

- ☐ τοιχοποιία
- ☐ καμάρα
- ☐ παραστάδα
- ☐ πεσσός
- ☒ οροφή
- ☐ τόξο
- ☐ άλλο: -

Τρόπος δειγματοληψίας:

- ☐ καλέμι
- ☒ χέρι
- ☐ καροτιέρα
- ☐ άλλο:

Επιπλέον στοιχεία
περιοχής της
δειγματοληψίας: -



↙ +14.41

↙ +11.20

↙ +7.48

↙ +2.70

↙ ±0.00

