

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΛΑΙΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

ΙΩΑΝΝΑ ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΗ

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ Α.Π.Θ.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ^{1,2,3,4}

Κονίαμα : Έμπλεκτον, Τίτανος, cocciopesto, opus cementitium, stucco, Κουρασάνι, λύκιον

• Το αρχαιότερο σύνθετο δομικό υλικό που εξακολουθεί να χρησιμοποιείται στη δόμηση

ΚΟΝΙΑΜΑ : ΣΥΝΔΕΤΙΚΗ ΚΟΝΙΑ+ΑΔΡΑΝΗ+ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ

- Διάκριση κονιαμάτων
 - Δόμησης - Διακοσμητική
 - Επιχρισμάτων - Λερικά
 - Επίστρωσης δαπέδου - Υδραυλικά
- Χαρακτηριστικά παλαιών κονιαμάτων
 - Μικρό φαινόμενο ειδικό βάρος 1,5-1,75
 - Υψηλό πορώδες, (20-40%). Μικρή συγκρατησιμότητα νερού-ταχεία ξήρανση
 - Υψηλού βαθμού συμπύκνωση
 - Πολύ καλή συνάφεια αδρανών με πήγμα
 - Καλά κρυσταλλωμένο συνδετικό υλικό
- Οι παλαιοί οικοδόμοι στοχεύουν στη δημιουργία δομής που να μη συγκρατεί το νερό αλλά να επιτρέπει την ελεύθερη αναπνοή της κατασκευής και την ταχεία ξήρανση
 - Δεν χρησιμοποιούν μεταλλικές ράβδους (ελκυστήρες) μέσα στη μάζα του κονιάματος που να μην είναι ορατοί

Συνδετικές κονίες

Πηλός	Η πρώτη κονία στην ιστορία της δόμησης
Άργιλος	(από 10.000 π.Χ.). Είναι γνωστό ότι η προσθήκη ινών
+ ιλύς +	(άχυρα κάνναβις, τρίχες) αυξάνει την αντοχή των
άμμος	πηλοκονιαμάτων.

Τα πηλοκονιάματα επιχρίζονται με άσβεστο. Με συμπύκνωση και φυσική ξήρανση κατασκευάζονται τα πλιθιά (οι ωμόπλιθοι). Η θλιπτική αντοχή κυμαίνεται 10-25 kg/cm²

Γύψος	Παρά την εύκολη καμίνευση (400°C) του υλικού, η χρήση
CaSO ₄ · 2H ₂ O	του παραμένει περιορισμένη (Αίγυπτος 3000 π.Χ., Κύπρος 600 π.Χ.) λόγω της προσβολής από υγρασία.

Άσβεστος	Γνωστή από προϊστορικά χρόνια (Μεσοποταμία
Ca(OH) ₂	2450 π.Χ.). Χρησιμοποιείται για δόμηση και επίχριση.
	Καμινεύεται στους 850-900°C με καύσιμο ύλη ξύλα.
	Ο τρόπος καμίνευσης και φύρασης
	CaCO ₃ @ CaO @ CaO + H ₂ O @ ασβεστοπολτός
	επιρεάζει αισθητά την δραστικότητα της ασβέστου.

Πουζολάνες	Θηραϊκή γη - Ηφαιστιογενούς προέλευσης αργιλοπυριτικό υλικό το οποίο αντιδρά με ασβέστο προς σχηματισμό ασβεστοπυριτικών και ασβεστοαργιλικών ενώσεων που σκληρύνονται παρουσία υγρασίας. Αν και είναι γνωστές οι ιδιότητες των υλικών αυτών στην Ελλάδα η χρήση τους εξαπλώνεται στη Ρωμαϊκή εποχή. Μέχρι το τέλος του 19ου αιώνα όλα τα μεγάλα έργα (Ισθμός Κορίνθου, Σουέζ) κατασκευάζονται με σκυρόδεμα από ασβέστη+θηραϊκή γη
Κρεαμάλευρο	Γνωστή η χρήση του από τα Ρωμαϊκά χρόνια (cocciopesto). Προστίθεται ως κονία (filler) και ως αδρανές σε χονδρόκοκκο κλάσμα. Βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε δάπεδα και σε επιχρίσματα.
Οργανικά πρόσμικτα	Για να αυξηθεί η πλαστικότητα και η συνοχή διάφορα οργανικής προέλευσης υλικά όπως αυγά, αίμα, γάλα, λάδι κ.λ.π., ⁵ χρησιμοποιούνται στο μίγμα κυρίως μετά τη Ρωμαϊκή περίοδο. Πιθανόν τα πρωτεϊνούχα πρόσμικτα να είχαν δράση air entraining agents.

2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΛΑΙΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

- Υπήρχαν κριτήρια επιλογής πρώτων υλών ;
- Υπήρχε γνώση της συμπεριφοράς των κονιαμάτων ;
- Ποιοι παράγοντες επηρέαζαν την εξέλιξη τεχνολογίας κονιαμάτων ;
- Ποιο είναι το μυστικό των ανθεκτικών κονιαμάτων που λειτουργούν (ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις κατασκευών) μέχρι σήμερα ;
- Τι έχει να μας διδάξει η τεχνολογία των παλαιών κονιαμάτων ;

- Ο Vitruvius¹ αναφέρει κριτήρια επιλογής άμμου όσον αφορά την περιεκτικότητα και σε πηλό.

- Στο Βιβλίο VII του ίδιου αναφέρεται η σημασία της καλής φύρασης της ασβέστου για την αποφυγή ξεφλουδισμάτων στα stucco και προτείνει πρακτικά κριτήρια.

- Ιδιαίτερη μνεία γίνεται επίσης στο Βιβλίο VII του συγγραφέα σχετικά με την επεξεργασία του nucleus εντοπίζοντας δύο συμπτώματα αστοχίας : τη διόγκωση από την απορρόφηση υγρασίας και τη ρηγμάτωση από τη ξήρανση. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι τα επιχρίσματα πρέπει να στρώνονται σε στρώσεις μικρού πάχους για να αποφευχθεί η ρηγμάτωση.

- Η δόμηση μεγάλου πάχους αρμών με κονίαμα αποδεικνύει τη δεξιοτεχνία που είχαν οι μάστορες στην παρασκευή κονιαμάτων τα οποία έπρεπε να έχουν ικανοποιητική συνοχή και πλαστικότητα ώστε να δουλεύονται χωρίς να ρέουν.

Παραδείγματα ανάλυσης παλαιών κονιαμάτων

2.1 Προϊστορικός οικισμός Τούμπας Θεσσαλονίκης

• Μελετήθηκαν δείγματα κονιαμάτων των φάσεων της Ύστερης Εποχής του Χαλκού 1200-1100 π.Χ. : Ωμόπλινθοι, Συνδετικό Πηλοκονίαμα, Πηλοκονία επιχρίσματος που ελήφθησαν από εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους κατοικιών και από αναλημματικούς τοίχους.

Ερωτήματα

- Γίνονταν επιλογή πηλού για κάθε χρήση ;
- Υπήρχαν κριτήρια αξιολόγησης δραστηρότητας πηλού ;

Από τη συνδυασμένη ανάλυση κοκκομετρίας, χημικής σύστασης, μικροσκοπικής εξέτασης και προσδιορισμού μηχανικής αντοχής προέκυψε :

- Στα πλιθιά το ποσοστό του CaO κυμαίνεται από 6-12% (SiO₂ 46-55%, Al₂O₃ 12- 14%) ενώ στα συνδετικά πηλοκονιάματα είναι σταθερά 15-17% και τα επιχρίσματα 24%. Σε πλιθιά αναλημματικού νότιου τοίχου η περιεκτικότητα σε CaO βρέθηκε 21%.
- Δεν φαίνεται να υπάρχει διαφοροποίηση των πηλών ως προς την λεπιότητα (το 65-85% του υλικού διέρχεται το 0.04mm ανοίγματος κόσκινο)
- Οι αντοχές των πηλοκονιαμάτων κυμαίνονται από 5-7kgf/cm²
- Υπάρχουν στα πλιθιά εγκλείσματα (κεραμικά υλικά, κοχύλια) ίνες ξύλου, κόκκοι κάρβουνου, βότσαλα, συσσωματώματα ασβεστίτη, ριζίδια, άλατα.

2.2 Αρχαία Όλυνθος

Αρχαιολογικός χώρος^{7, 8}. Ερείπια πόλης 5ου-4ου αιώνα π.Χ. κτισμένης με το Ιπποδάμειο σύστημα με χαρακτηριστική στενωπό ανάμεσα στα τετράγωνα οικιών για απορροή των νερών.

· Μελετήθηκαν κονιάματα από αργολιθοδομή τοίχων κατοικιών, από δάπεδα και επιχρίσματα. Συναντώνται πηλοκονιάματα και ασβεστοκονιάματα.

Από την ανάλυση προκύπτει :

- Οι κοκκομετρικές καμπύλες είναι ομαλές. (Εικ.1)
- Εχρησιμοποιείτο πιο χονδρό κοκκομετρικό υλικό για δάπεδα (περίπου 6mm) και πιο λεπτόκοκκο για συνδετικό υλικό (4 mm) και επιχρίσματα.
- Το σχετικά μεγάλο ποσοστό αδιαλύτου υπολείμματος σε συνδυασμό με τα διαλυτά σε οξύ οξείδια, υποδεικνύουν τη χρήση πουζολανικού υλικού στα κονιάματα των δαπέδων και επιλεκτικά σε επιχρίσματα εξωτερικών τοίχων που γειτονεύουν με στενωπό ή σε εσωτερικούς τοίχους χώρων με υγρασία.
- Τα αδρανή υλικά των κονιαμάτων έχουν ληφθεί από το ρέμα Βατόνια που συνορεύει με τον οικισμό.
- Τα επιχρίσματα εφαρμόζονται σε στρώσεις και εμφανίζουν εξαιρετική πρόσφυση με το υπόστρωμα.

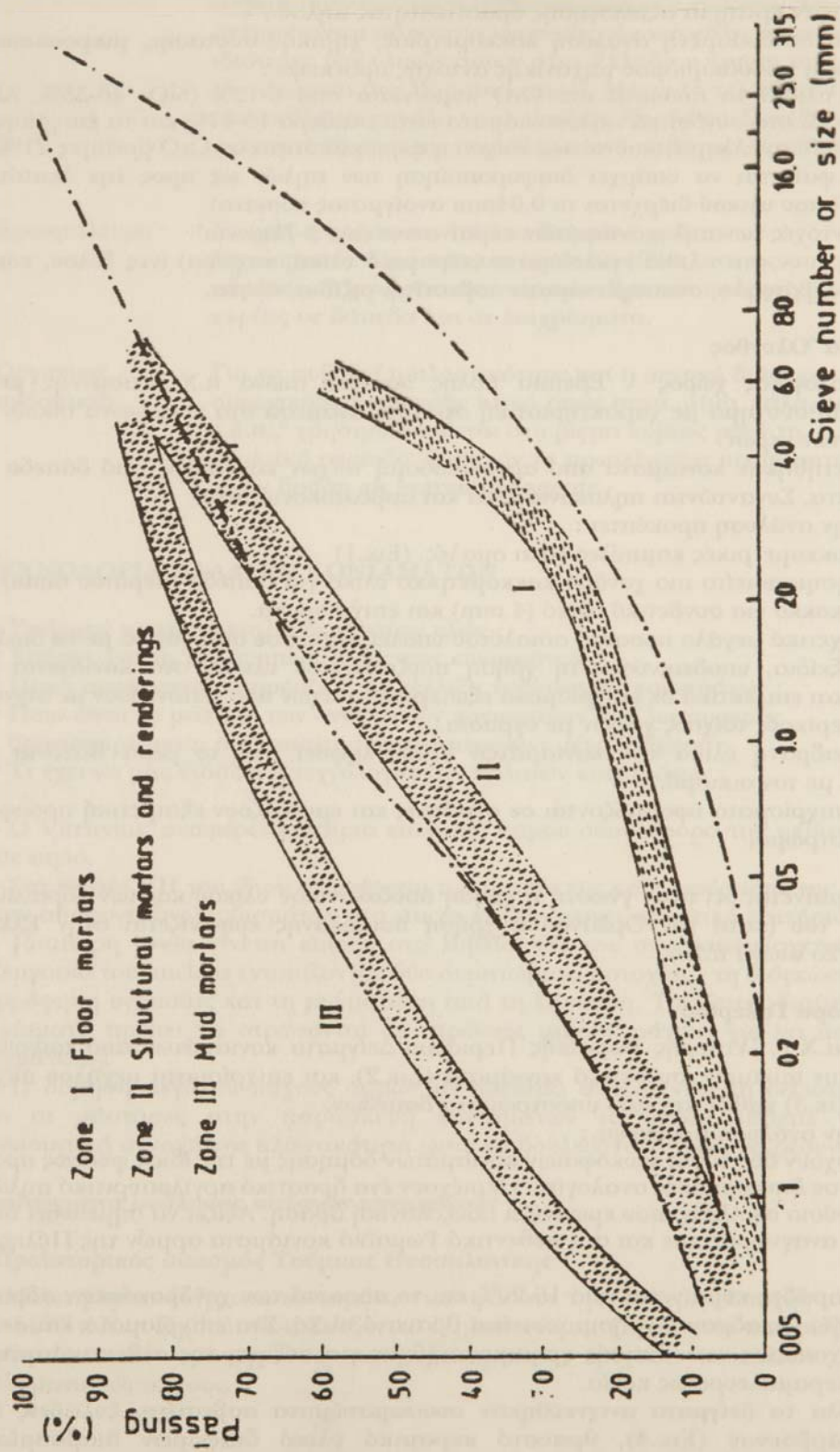
Επισημαίνεται ότι ήταν γνωστή η χρήση πουζολανικού υλικού και των υδραυλικών ιδιοτήτων του (κατά τον Ορλάνδο η χρήση πουζολάνης εμφανίζεται στην Ελλάδα τον 3ο με 2ο αιώνα π.Χ.)

2.3 Ανάκτορα Γαλερίου

(305 π.Χ.)⁹. Ύστερης Ρωμαϊκής Περιόδου Δείγματα κονιαμάτων από τοιχοποιία τύπου «opus mixtum», συνδετικά κονιάματα (Εικ.2), και επιχρίσματα μεγάλου πάχους (5-6cm) (Εικ.3) καθώς και από υποστρώματα δαπέδων.

Από την ανάλυση προέκυψε :

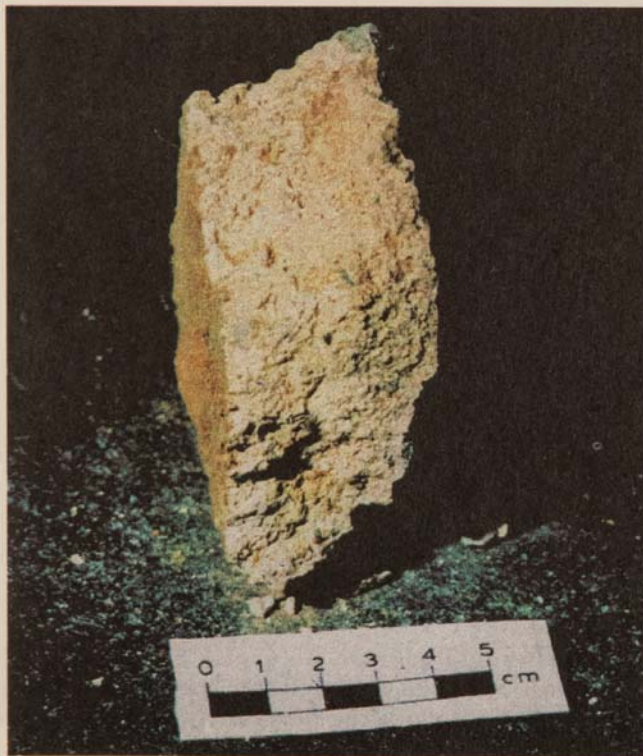
- Υπάρχουν δύο τύποι λευκόφαιων κονιαμάτων δόμησης με της ίδιας φύσεως πρώτες ύλες αλλά σε διαφορετικές αναλογίες. Περιέχουν ένα δραστικό αργιλοπυριτικό πηλώδες υλικό (πλούσιο σε Al₂O₃) που εμφανίζει πουζολανική δράση. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ίδιο υλικό αναγνωρίστηκε και στα αυθεντικά Ρωμαϊκά κονιάματα αρμών της Πύλης του Γαλερίου.
- Το πορώδες κυμαίνεται από 16-20% και το ποσοστό των χονδροκόκκων αδρανών από 10-30%. Ως αδρανές χρησιμοποιείται θραυστό υλικό. Στα επιχρίσματα και σε ένα τμήμα τοιχοποιίας νοτιοδυτικής χρησιμοποιήθηκε για αύξηση της ανθεκτικότητας σε υγρασία, κεραμάλευρο ως κονία.
- Σε όλα τα δείγματα ανιχνεύθηκαν συσσωματώματα ασβεστίτη, ξυλώδεις ίνες, κόκκοι κάρβουνου (Εικ.4), θραυστό κεραμικό υλικό διάφορων διαβαθμίσεων (μέχρι 16mm).



ΕΙΚ.1. Κοκκομετρικές καμπύλες κονιαμάτων Αρχαίας Ολύνθου.



ΕΙΚ.2 Συνδετικό κονίαμα απο ανάκτορα Γαλερίον



ΕΙΚ.3 Επίχρσιμα πάχους απο ανάκτορα Γαλερίου



ΕΙΚ. 4 Ξυλώδεις ίνες εγκλεισμένες σε δομικό κονίαμα

2.4 Ναός Αχειροποιήτου (5ος αιώνας μ.Χ.)¹⁰. Πρωτοβυζαντινή περίοδος

Τα κονιάματα έχουν ληφθεί από τοιχοποιία του Ναού.

Από την ανάλυση προέκυψε :

- Το κονίαμα αποτελείται από άσβεστο και πυρώδες υλικό σε αναλογία περίπου 1:1. Το συνολικό ποσοστό ασβέστου κυμαίνονταν από 30-40%. Σε ορισμένα δείγματα της φάσης αυτής, υπάρχει ένδειξη προσθήκης πουζολάνης. Σε αυτά το ποσοστό ασβέστου είναι περίπου 25%.

- Το κλαστικό υλικό των κονιαμάτων αποτελείται από χαλαζίες, άστριους, θραυσμένο ασβεστόλιθο και λίγα θραυσμένα κεραμικά υλικά.

- Υπάρχουν συσσωματώματα ασβεστίτη στο πήγμα της κονιάς και κρύσταλλοι ασβεστίτη διαφορετικού μεγέθους (Εικ.5).
- Το πλέγμα των μικρορωγμών (0.2mm) είναι τυχαία αναπτυγμένο.
- Υπάρχει αδρανές υλικό (filler) στο πήγμα.
- Παρατηρείται πολύ καλή συνάφεια αδρανών - πήγματος.
- Η αντοχή του κονιάματος κυμαίνονταν από 10 έως 20 kgr/cm².

2.5 Ναός Αγίας Σοφίας (7ος αιώνας μ.Χ.)¹⁰. Μεσοβυζαντινή Περίοδος

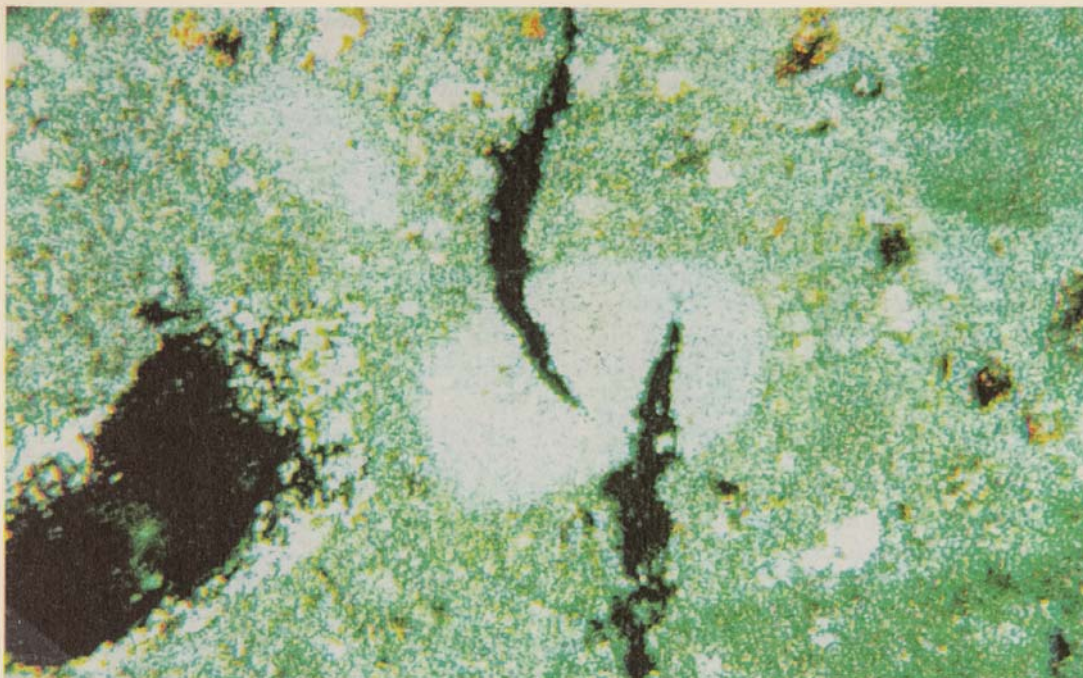
Δείγματα κονιαμάτων ελήφθησαν από τους αρμούς των τοιχοποιιών.

- Είναι εξαιρετικής αντοχής (35-60 kgr/cm²) και ανθεκτικότητας
 - Παρουσιάζουν χαρακτηριστική ομοιότητα με τα κονιάματα φάσης 7ου αιώνα μ.Χ. της Λαχειροποιήτου που σημαίνει ότι ακολουθήθηκε κάποια συνταγή από τους μάστορες.
- Από την ανάλυση των κονιαμάτων προέκυψε :

- Χημική σύσταση
- SiO₂ 40%
- CaO 30-32%, MgO <2%
- Ομοιόμορφη κοκκομετρική κατανομή των κόκκων.
- Αναλογία κονιάς/αδρανών 1: 2.5 ή 1: 3
- Το κλαστικό υλικό είναι πολύ καλά κατανεμημένο και αποτελείται από χαλαζία, αστρίους, πυρόξενους και θραυσμένο κεραμικό υλικό (μέχρι 20mm)
- Το πήγμα εμφανίζει τριχοειδή μικρορηγματώση (<2mm) μικρό ποσοστό μικροπόρων (περίπου 0.2mm). Διακρίνονται κρύσταλλοι ασβεστίτη, συσσωματώματα ασβέστου και αδρανές (filler) υλικό καθώς και λίγους κόκκους κάρβουνου.
- Το ρήγμα παρουσιάζει εξαιρετικά καλή συνάφεια με αδρανή. Υπάρχουν ζώνες αντίδρασης γύρω από τα αδρανή (θραυστά κεραμικά) και φάσεις ανακρυσταλλωμένου υλικού μέσα στις ρηγματώσεις (Εικ.6.).
- Είναι έκδηλη η προσεκτική επιλογή των υλικών και της τεχνικής εφαρμογής των.



ΕΙΚ.5 Κόκκοι κάρβουνου εγκλεισμένοι σε παλιό κονίαμα



ΕΙΚ.6 Κρύσταλλοι ασβεστίτη σε βυζαντινό κονίαμα

2.6 Ναός Αγίας Αικατερίνης (13ος αιώνας μ.Χ.)¹¹

Ναός Αγίου Παντελεήμονα (14ος αιώνας μ.Χ.) Ύστερη Βυζαντινή Περίοδος

Δείγματα κονιαμάτων ελήφθησαν από συνδετικά κονιάματα τοιχοποιιών με παχείς αρμούς. Από την ανάλυση προέκυψαν τα :

- Είναι λευκόφαια με μικρή σταθερότητα όγκου. Ως συνδετική κονία χρησιμοποιήθηκε άσβεστος και πηλώδες υλικό σε αναλογία 1:0.5
- Η αντοχή των κονιαμάτων κυμαίνεται από 10-25kgf/cm².
- Στην κοκκομετρία των υλικών επικρατούν τα λεπτόκοκκα (<4mm) κλάσματα. Το ποσοστό των χονδρόκοκκων δεν ξεπερνά το 7-13%
- Στο κλαστικό υλικό υπάρχει μεγάλη ποικιλία κόκκων (χαλαζιάς, άστριοι, πυρόξενοι, σχιστόλιθοι, βιοτίτης) με στρογγυλεμένα άκρα
- Στο πήγμα υπάρχουν συσσωματώματα ασβεστίτη. Η αναλογία πόρων ήταν 7-10%.
- Η συνάφεια πήγματος-αδρανών δεν είναι καλή. Υπάρχουν ρηγματώσεις γύρω από τα αδρανή.

2.7 Οθωμανικά μνημεία¹²

Η Οθωμανική Περίοδος καλύπτει ένα μεγάλο κομμάτι της Ιστορίας της Μακεδονίας και της Θεσσαλονίκης (1430-1912) αλλά τα περισσότερα Οθωμανικά Μνημεία είναι του 15ου και του 16ου αιώνα μ.Χ.

Alakazar - Αλαιζά Ιμαρέτ - Bey Hamam - Pasha Hamam - Pazar Hamam - Bezesteni - Minaret of Rotonda

Από την ανάλυση 100 περίπου δειγμάτων προέκυψε ότι τα κονιάματα :

- Διακρίνονται από τη μεγάλη περιεκτικότητα σε άσβεστο (το 95% των δειγμάτων περιέχει 41 έως 48% CaO)
- Το 80-90% του υλικού των κονιαμάτων είναι λεπτόκοκκο (<4mm) και η κοκκομετρική καμπύλη είναι ομαλή. Στα περισσότερα δείγματα η καμπύλη βρίσκεται μέσα στην καλή περιοχή των σημερινών προδιαγραφών.
- Το ποσοστό του πυρρικού υλικού (SiO₂) είναι χαμηλό, 8-17%
- Υπάρχουν όμως κονιάματα όπου το SiO₂ ανέρχεται σε 20-40%.

Αυτά χρησιμοποιούνταν επιλεκτικά σε περιπτώσεις αυξημένης αντοχής (κεντρικοί πεσσοί στο Bezesteni) ή ανθεκτικότητας (τοιχώματα δεξαμενών Hamam)

- Ένας αριθμός (5%) των δειγμάτων λευκό-ρόζ χροιάς περιέχει λεπτόκοκκο θραυσμένο κεραμικό υλικό (δάπεδα Pazar Hamam)

- Τα κονιάματα έχουν υψηλό πορώδες 20-25% και εξαιρετικά καλή πρόσφυση στις πλίνθους

- Από την παρατήρηση με μικροσκόπιο φαίνονται τα εξής :

- συσσωματώματα ασβεστίτη- εγκλείσματα θραυσμένου κεραμικού, ως αδρανές υλικό-τεμάχια θραυσμένων μαρμάρων- κόκκοι κάρβουνου- ίνες ξύλων

- Η άσβεστος επίσης συμμετέχει στο σχηματισμό δευτερογενών φάσεων ανακρυστάλλωσης μέσα στις ρωγμές

- Ως προς την αντοχή το 45% των δειγμάτων παρουσίασε αντοχή 15-22kgr/cm²

2.8 Αρχοντικό Τζωτζα (Καστοριά 19ος αιώνας)¹¹

Λιθοδομή - ωμοπλινθοδομή - τσατμάς

- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν την περίοδο αυτή τα επιχρίσματα

- Η συνδετική κονία είναι : πηλός (CaO 0-5% SiO₂) ή άσβεστο + πηλός (CaO 30-40% ή 15-20%) με πιθανές αναλογίες ασβέστου /πηλού 1:1 ή 1:5

- Το ειδικό βάρος κυμαίνεται από 1.55-1.65 και είναι χαμηλής αντοχής 10-15kgr/cm²

- Τα πλιθιά είναι κατασκευασμένα από τον ίδιο πηλό της περιοχής

- Περιέχουν ίνες ξύλου, άχυρα, τρίχες ζώων και μεγάλη περιεκτικότητα λεπτόκοκκων (λεπτόκοκκο κλάσμα/χονδρόκοκκο 10:1 ή 15:1) Εικ.7

- Γίνεται επιλογή πηλού και γνωρίζουν ποιος πηλός είναι κατάλληλος για ανάμιξη με άσβεστο.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

• Υπήρχε σε υψηλό βαθμό εμπειρική γνώση. Δεν ήξεραν μηχανισμούς δράσεων αλλά το αποτέλεσμα. Η γνώση αυτή μεταβιβάζεται από γενιά σε γενιά με τους μάστορες (παραδοσιακές τεχνικές) που λειτουργούν με κριτήρια απλά και διαισθητικά.

• Δουλεύοντας με φυσικά υλικά χαμηλής ικανότητας επέμεναν στην εργασία τους (π.χ. συμπύκνωση) με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αντοχή και η συνδετική ικανότητα των κονιαμάτων. Το μυστικό των εξαιρετικών κονιαμάτων της Αγίας Σοφίας βρίσκεται στην καλή επιλογή πρώτων υλών και στην καλή συμπύκνωσή τους.

• Χρησιμοποιούν υλικά της περιοχής και γίνεται επιλεκτική χρήση των υλικών με αποτέλεσμα την οικονομία στο έργο και την καλύτερη εναρμόνισή του στον περιβάλλοντα χώρο.

• Ό,τι μας διδάσκει η τεχνολογία παλαιών κονιαμάτων είναι :

Να ακολουθούνται οι διαχρονικές αξίες αρχές της οικονομίας, της οικολογίας και της εναρμόνισης με το περιβάλλον στη δόμηση.

Να αξιοποιούνται τα εγχώρια υλικά.

Να επενδύουμε στην εργασία που καταβάλλεται για την εφαρμογή των υλικών δόμησης ώστε να έχουμε αναβάθμιση της ποιότητας των δομικών έργων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ορλάνδος, Α., *Τα Δομήσιμα Υλικά των Αρχαίων Ελλήνων*, Τόμος Β', Εκδόσεις Εστία, Αθήνα 1955, σελ. 15-24.
2. Vitruvius, *The Ten Books on Architecture*, Dover Publication Institute, New York 1960, pp. 44-45.
3. Papayianni, I., «Durability Lessons from the Study of Old Mortars and Concretes», *P.K. Mehta Symposium*, Nice May 23 1994, pp. 1-23.
4. Papayianni, I., «Evaluation of repair mortars based on mechanical characteristics»,

- ICCROM Int. Colloquium on Methods of Evaluating Products for the Conservation of Porous Building Materials in Monuments, Rome, June 1995.
5. Sickels L.B., «Organic versus synthetics: their Use as additives in mortars Op. Ct.», ICCROM, Roma, 1981.
 6. Χουρζεμανόγλου Α. - Παπαγιάννη Ι. - Μήτρακας Μ., *Ανάλυση Πηλοκοκκιομαμάτων Προϊστορικού Οικισμού Τούμπας Θεσσαλονίκης*, Επί διπλώματι Εργασία, Τμ. Χημικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
 - 7 16η Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων, *Archaeological Site of Olynthos, Study of Restoration and Elevation*, Thessaloniki, Sept. 1991.
 8. Papayianni, I., at all «Mortars Used for Intervention on Archaeological Site of Olynthos», *Proceedings of Conference STREMA '95*, Crete, May 1995.
 - 9.. Papayianni, I. - Athanassiou F. - Malama B. - Miza M. - Sarantidou H., «The Restoration of the Galerious Palace in Thessaloniki», presented at *STREMA '97 Conference on Structural Studies, Repair and Maintenance of Historical Buildings*, San Sebastian, June 1997.
 10. Astreinidou, P. - Papayianni, I., «From Byzantine to Ottoman Period», submitted at *STREMA '99 Conf.* (unpublished).
 11. Papayianni, I. - Tsolaki, A., «Microstructural and Mechanical Strength of Ancient Mortars», *Proceedings of Int. Workshop on Materials for Consolidation and Restoration of Monuments*, Thessaloniki, Sept. 19th 1995.
 12. Papayianni, I., «Technology of mortars and Bricks Used in Ottoman monuments of Thessaloniki», *Proc. of Int. Conference on Studies in Ancient Structures*, Istanbul, 14-18 July 1997.

SUMMARY

TECHNOLOGY OF ANCIENT MORTARS

I. PAPAYIANNI

Mortar is the oldest composite material that attests the conscious effort of the man to construct his environment. The diachronicity of the material allows the observation of the process of building technology through the past years.

In this article the characteristics of old mortars (chemical composition, gradation, porosity, mechanical strength) representative of all historical periods from the prehistoric age up to the last century are shortly presented. The mortar samples were selected from the North Greece area. More than 500 mortar samples were studied experimentally in the frame of NATO SIS Project "Materials for Consolidation and Restoration of Monuments and Historical Buildings", that has been carried out by Aristotle University of Thessaloniki. Other pieces of information that concern techniques of application or principles in ancient building construction are also mentioned.