

# Κονιάματα με φυσική υδραυλική άσβεστο για την επισκευή και αποκατάσταση ιστορικών μνημείων

## Mortars based on natural hydraulic lime for the repair and restoration of historic monuments

Αβραμίδης Παναγιώτης,<sup>1</sup> Χατζηαγοράστου Παναγιώτης<sup>2</sup>

*Λέξεις κλειδιά: Φυσική υδραυλική άσβεστος, Επισκευή, Συνέδριο, Αθήνα*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Οι εργασίες επισκευής και αποκατάστασης στα ιστορικά μνημεία και παραδοσιακά κτίρια είναι μια διαδικασία η οποία απαιτεί τη χρήση υλικών των οποίων η σύνθεση και σύσταση να πρέπει είναι συμβατή με αυτή των πρωτότυπων υλικών κατασκευής. Τα κονιάματα με βάση την φυσική υδραυλική άσβεστο δεν περιέχουν τσιμέντο και δεδομένου ότι η σύστασή τους βρίσκεται πολύ κοντά σε αυτή των υλικών με τα οποία κατασκευάστηκαν τα ιστορικά μνημεία και τα παραδοσιακά κτίρια θεωρούνται ιδανικά για την συντήρηση και την επισκευή τους. Επίσης εμφανίζουν εξαιρετική διαπνοή, ανθεκτικότητα στα θειικά άλατα και στον σχηματισμό εξανθημάτων και άρα είναι κατάλληλα ως επιχρίσματα σε εξωτερικές και εσωτερικές τοιχοποιίες νέων κατοικιών καθώς και στην ανακαίνιση υφιστάμενων κατασκευών, ιδίως αυτών που εμφανίζουν προβλήματα με την ανερχόμενη υγρασία. Η παρούσα εισήγηση έχει ως στόχο τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων ενός τυπικού κονιάματος με βάση την υδραυλική άσβεστο και την ανάδειξη των συγκριτικών πλεονεκτημάτων που αυτό εμφανίζει σε σχέση με την χρήση αερακτικής ασβέστου και τα συμβατικά υλικά επίχρισής με βάση το τσιμέντο Portland.

**ABSTRACT:** Repair and restoration works on historical monuments and traditional buildings is a process that requires the use of materials whose composition should be compatible with that of original building materials. Mortars based on natural hydraulic lime do not contain cement and since its composition is very close to the materials with which historical monuments and traditional buildings were constructed they are ideal for their restoration and repair. Also due to its excellent transpiration, sulfate and salt resistance, they are suitable for rendering external and internal masonry of new constructions as well as for the renovation of existing structures, especially those with problems with capillary rising damp. This paper aims to determine the properties of a typical mortar based on hydraulic lime and to highlight the comparative its advantages compare with the use of air limes and mortars based on Portland cement.

---

<sup>1</sup>Χημικός Μηχανικός, ISOMAT ABEE, Θεσσαλονίκη, e mail: [avramidisp@isomat.gr](mailto:avramidisp@isomat.gr)

<sup>2</sup>Χημικός PhD, ISOMAT ABEE, Θεσσαλονίκη, e mail: [panos@isomat.gr](mailto:panos@isomat.gr)

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάδειξη, επισκευή και η συντήρηση των ιστορικών μνημείων και παραδοσιακών κτισμάτων αποτελεί μέγιστο καθήκον όλων μας ώστε αυτά να παραδοθούν στις επόμενες γενεές ως πολιτιστική κληρονομιά.

Οι εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης ιστορικών μνημείων και κατασκευών είναι ένα σύνθετο και πολύπλοκο πρόβλημα. Η παρασκευή συμβατών κονιαμάτων για την επισκευή, συντήρηση, ενίσχυση και αποκατάσταση των δομικών στοιχείων των παραπάνω κατασκευών είναι μια διαδικασία η οποία απαιτεί να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως η μορφή, η φύση και η σύσταση των πρωτότυπων υλικών, το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται αυτό, καθώς και αισθητικά κριτήρια (Στεφανίδου, 2010)

Ως συμβατό νοείται το κονίαμα το οποίο αποκαθιστά τις υφιστάμενες φθορές χωρίς να τις επιδεινώνει ή να προκαλεί νέες και είναι προσαρμοσμένο στην αισθητική των υφιστάμενων κατασκευών. Επίσης οι φυσικοχημικές αλλά και οι μηχανικές του ιδιότητες όπως η σύσταση (το είδος του συνδετικού υλικού και η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών), οι αντοχές του, το πορώδες και το μέτρο ελαστικότητας θα πρέπει να είναι ανάλογες με αυτές της προ υπάρχουσας κατασκευής (Μανωλοπούλου, 2014).

Δεδομένου ότι δεν υπάρχει ένα αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο για τον χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση των υλικών επισκευής και αποκατάστασης ιστορικών μνημείων, παρατηρείται συχνά το φαινόμενο αστοχιών μετά τις επεμβατικές εργασίες. Οι αστοχίες αυτές μπορεί να οφείλονται σε διάφορους παράγοντες όπως ο λάθος σχεδιασμός των υλικών, ο μη ορθός τρόπος εφαρμογής τους, η ανόμοια συμπεριφορά τους σε σχέση με την υφιστάμενη κατασκευή στις περιβαλλοντικές συνθήκες και καιρικές μεταβολές κτλ. Η σημαντικότερη όμως αιτία φθορών αποτελεί η χρήση μη συμβατών υλικών όπως τσιμέντο Portland, ή συνθετικές (ακρυλικές ή εποξειδικές) ρητίνες (Μανωλοπούλου, 2014).

Η παρούσα εισήγηση έχει ως σκοπό να παρουσιάσει τις ιδιότητες ενός τυπικού κονιάματος με βάση τη φυσική υδραυλική άσβεστο και τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση του ως συνδετικό στην επισκευή και αποκατάσταση ιστορικών μνημείων σε σύγκριση με τη χρήση τσιμέντου Portland και αερακτικής ασβέστου ως συνδετικού υλικού αλλά και ως Α' Ύλη στην παρασκευή επιχρισμάτων για χρήση στην σύγχρονη κατασκευή.

Η φυσική υδραυλική άσβεστος παράγεται από την ελεγχόμενη καύση, σε θερμοκρασίες από 850 ως 1300 °C, ασβεστολιθικών πετρωμάτων ( $\text{CaCO}_3$ ) τα οποία περιέχουν επίσης οξείδια του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) και του αργιλίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Ακολουθεί ενυδάτωση του προϊόντος που προκύπτει από την καύση και λειοτρίβισή του. Η κύρια υδραυλική φάση των φυσικών υδραυλικών ασβέστων είναι το πυριτικό διασβέστιο ή μπελίτης ( $\text{C}_2\text{S}$ ) σε αντίθεση με το τσιμέντο Portland όπου η κύρια φάση είναι το πυριτικό τριασβέστιο ή αλίτης ( $\text{C}_3\text{S}$ ). Επίσης στην φυσική υδραυλική άσβεστο υπάρχει σημαντική ποσότητα οξειδίου του

ασβεστίου (CaO) το οποίο δρα και αυτό υδραυλικά μετατρέπόμενο σε πορτλαντίτη (Ca(OH)<sub>2</sub>). Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 459-1 καθορίζει τις απαιτήσεις, τις φυσικοχημικές ιδιότητες και τις προδιαγραφές που πρέπει να πληροί η φυσική υδραυλική άσβεστος ώστε να είναι κατάλληλη προς χρήση. Ανάλογα με το επίπεδο των αντοχών σε θλίψη που αναπτύσσουν μετά από 28 ημέρες, οι φυσικές υδραυλικές άσβεστοι διακρίνονται σε NHL 2,0, NHL 3,5 και NHL 5,0.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Σχεδιασμός συνθέσεων κονιαμάτων

Για τις ανάγκες της εργασίας σχεδιάστηκαν 3 σειρές εργαστηριακών κονιαμάτων οι συνθέσεις των οποίων σε αναλογία % κ.β. φαίνονται στον πίνακα 1:

**Πίνακας 1:** αναλογίες συνθέσεων κονιαμάτων

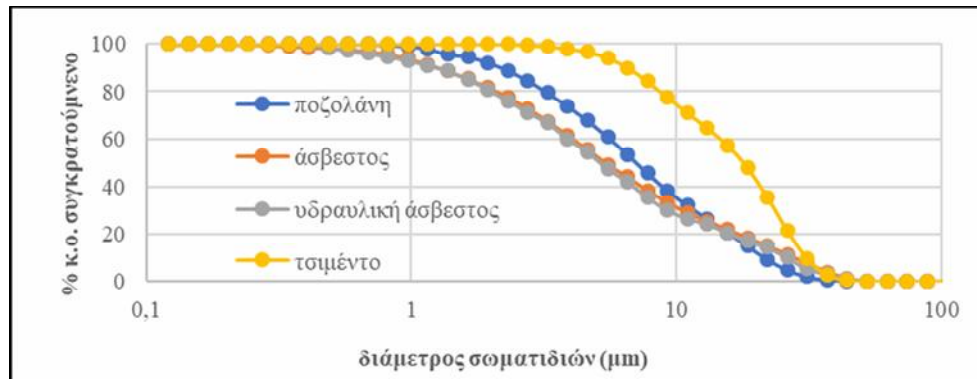
	αδρανές	Υδράσβεστος	Φυσική υδραυλική άσβεστος NHL 3,5	Λευκό τσιμέντο CEM I 52,5R	Ποζολάνη
M1	3	0,8			0,2
M2	3		0,8		0,2
M3	8,5	0,5		1	

Οι αναλογίες των αδρανών και συνδετικών υλικών που επιλέχθηκαν είναι παρόμοιες των κονιαμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται τόσο στην επισκευή και αποκατάσταση παραδοσιακών δομημάτων όσο και ως επιχρίσματα σε νεόδμητες κατασκευές.

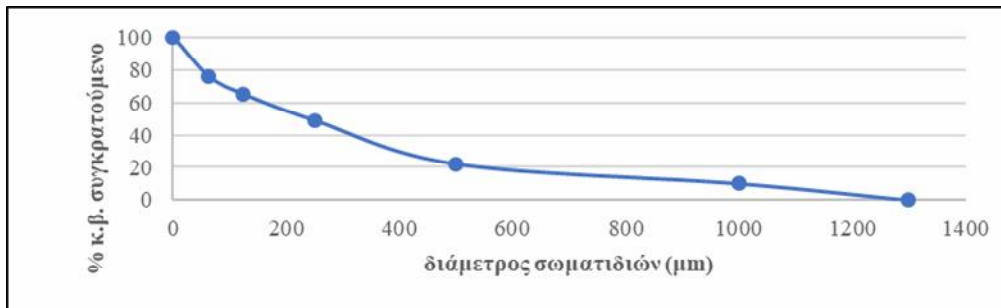
Ως συνδετικά υλικά χρησιμοποιήθηκαν υδράσβεστος NHL 3,5, ποζολανική microsilica φυσικής προέλευσης και λευκό τσιμέντο τύπου CEM I 52,5 R. Ως αδρανές χρησιμοποιήθηκε ανθρακικό ασβέστιο με διαβάθμιση 0,0-1,3 mm. Οι ιδιότητες των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στον πίνακα 2 και στα σχήματα 1 και 2. Για την βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων και της εργασιμότητας των νωπών κονιαμάτων χρησιμοποιήθηκε τροποποιητής ιξώδους σε ποσοστό 0,05-0,1%. Η ανάμιξη, η προετοιμασία των δοκιμίων και η συντήρησή τους έγινε σύμφωνα με όσα ορίζονται στην σειρά των Ευρωπαϊκών προτύπων για τον έλεγχο των κονιαμάτων επίχρισης EN 1015. Η απαίτηση σε νερό των νωπών κονιαμάτων επιλέχθηκε έτσι ώστε η εξάπλωσή τους όπως αυτή ελέγχθηκε με την τράπεζα εξάπλωσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 1015-3 να βρίσκεται μεταξύ  $155 \pm 5$  mm.

**Πίνακας 2:** χημική ανάλυση Α' υλών

	Ποζολάνη (% κ.β.)	Υδράβεστος (% κ.β.)	υδραυλική άβεστος (% κ.β.)	Τσιμέντο (% κ.β.)
SiO <sub>2</sub>	71	0,2	5,5	20,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,7	0,07	1,7	4
CaO	0,7	71,23	62,8	65,3
MgO	0,5	0,4	1	1,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	0	1,4	0,3
Na <sub>2</sub> O	3,3	0	0,1	0,15
K <sub>2</sub> O	4	0	0,4	0,57
LOI	5	26,42	25,6	3,4



**Σχήμα 1:** κοκκομετρική διαβάθμιση συνδετικών υλικών



**Σχήμα 2:** κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών

### Ιδιότητες νωπών κονιαμάτων

Στον πίνακα 3 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των νωπών κονιαμάτων που προέκυψαν:

**Πίνακας 3:** ιδιότητες νωπών κονιαμάτων

	Απαίτηση σε νερό (% κ.β. ξηρού κονιάματος)	Εξάπλωση (mm) EN 1015-03	Ειδικό βάρος νωπού κονιάματος (kg/m <sup>3</sup> ) EN 1015-06	Περιεκτικότητα σε αέρα (%) EN 1015-07
M1	26,0	155	1634	4,4
M2	22,0	160	1845	3,5
M3	20,0	158	1916	2,3

Όπως παρατηρείται το κονίαμα με βάση το τσιμέντο M3 έχει την χαμηλότερη απαίτηση σε νερό ενώ αντίθετα το M1 απαιτεί την μεγαλύτερη ποσότητα νερού για την επίτευξη της επιθυμητής εργασιμότητας. Σε ότι αφορά το ειδικό βάρος και την περιεκτικότητα σε αέρα φαίνεται ότι υπάρχει ευθεία συσχέτιση μεταξύ τους κάτι που ήταν αναμενόμενο. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε αέρα των νωπών κονιαμάτων τόσο το ειδικό βάρος μειώνεται.

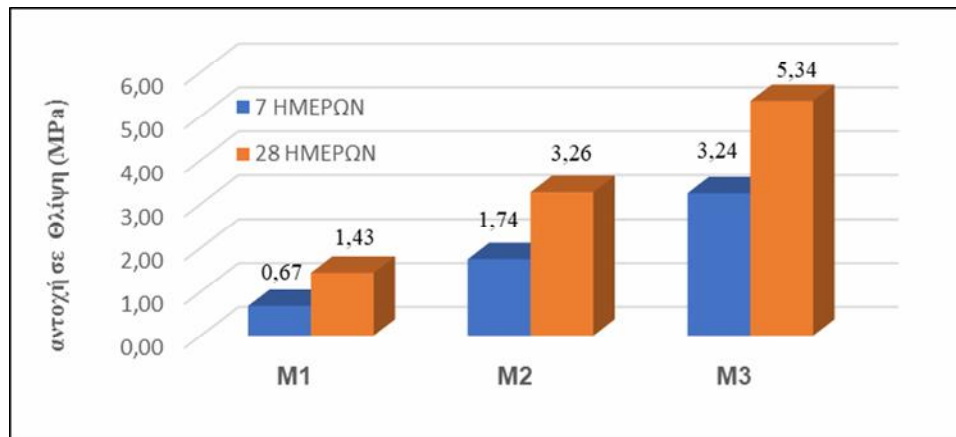
### Ιδιότητες σκληρυμένων κονιαμάτων

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων των ιδιοτήτων τους, τα νωπά κονιάματα τοποθετήθηκαν σε μήτρες διαφόρων μεγεθών και σχημάτων για την παρασκευή δοκιμίων ελέγχου. Συγκεκριμένα παρασκευάστηκαν 15 δοκίμια διαστάσεων 40x40x160 [mm] για τον προσδιορισμό της αντοχής σε κάμψη-θλίψη, τον έλεγχο του μέτρου ελαστικότητας, του πορώδους, της τριχοειδούς απορρόφησης νερού και της γραμμικής συρρίκνωσης. Επίσης παρασκευάστηκαν 2 κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 160 mm και πάχους 20 mm για τον προσδιορισμό του συντελεστή ατμοπερατότητας.

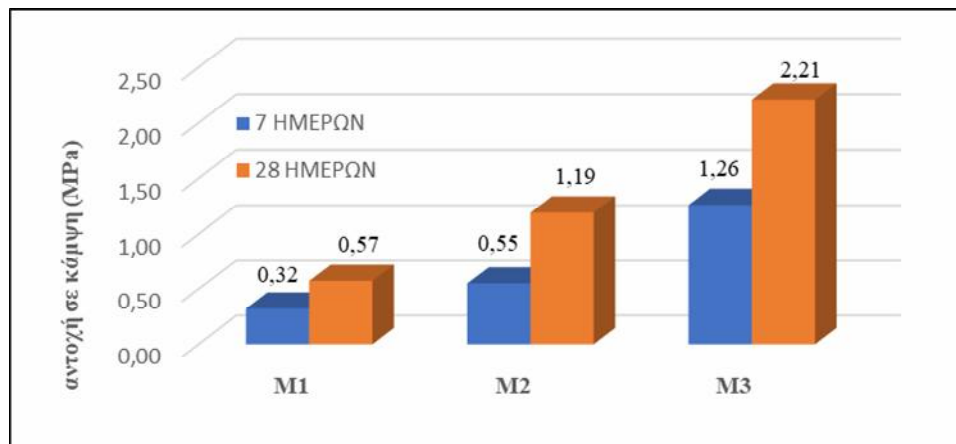
Τα δοκίμια ξεκαλουπώθηκαν 2 ημέρες μετά την χύτευση τους, τοποθετήθηκαν σε σακούλες πολυαιθυλενίου για 5 ημέρες και στη συνέχεια για άλλες 21 ημέρες σε θάλαμο σταθερών συνθηκών ( $21 \pm 2$  °C,  $55 \pm 10$  % RH). Μετά το πέρας της ωρίμανσης ελέγχθηκαν οι μετρούμενες παράμετροι. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Ο έλεγχος της αντοχής σε κάμψη και θλίψη έγινε με βάση το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1015-11 στις 7 και 28 ημέρες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα σχήματα 3 και 4. Σύμφωνα με αυτά στις 7 ημέρες φαίνεται ότι η σύνθεση M3 παρουσιάζει 86% υψηλότερες αντοχές σε θλίψη σε σχέση με την M2 και 381% σε σχέση με την M1. Τα αντίστοιχα ποσοστά στις 28 ημέρες είναι 64% και 273%. Η σύνθεση M2 με την σειρά της παρουσιάζει 259% υψηλότερες αντοχές σε θλίψη 7 ημερών σε

σχέση με την M1 και 228% στις 28 ημέρες. Παρόμοια είναι η τάση και σε ότι αφορά τις αντοχές σε κάμψη. Στις 7 ημέρες η M3 παρουσιάζει 129% υψηλότερες τιμές σε σχέση με την M2 και 292% σε σχέση με την M1. Οι αντοχές της M2 βρίσκονται κατά 171% υψηλότερα από αυτές της M1 στις 7 ημέρες και κατά 208% στις 28 ημέρες.



Σχήμα 3: αντοχή σε θλίψη



Σχήμα 4: αντοχή σε κάμψη

**Πίνακας 4:** ιδιότητες σκληρυμένων κονιαμάτων

	Ειδικό βάρος σκληρυμένων κονιαμάτων (kg/m <sup>3</sup> ) EN 1015-10	Τριχοειδής απορρόφηση νερού (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0.5</sup> ) EN 1015-18	Συντελεστής ατμοπερατότητας EN 1015-19	Μέτρο ελαστικότητας σε θλίψη (GPa) EN 13412	Πορώδες ASTM C642
M1	1392	1,86	9	2,45	32,1
M2	1448	1,32	10	3,29	31,5
M3	1550	0,75	16	13,56	18,9

Το πορώδες των σκληρυμένων κονιαμάτων προσδιορίστηκε σύμφωνα με το ASTM C642 το οποίο καθορίζει το ποσοστό των κενών πόρων (% κ.ο.). Σύμφωνα με αυτό, τα δοκίμια μετά το πέρας της συντήρησής τους, ξηραίνονται στους 110 °C για 48 ώρες μέχρι να σταθεροποιηθεί η μάζα τους, αφήνονται να ψυχθούν στους 25 °C και προσδιορίζεται η μάζα τους (A). Στη συνέχεια εμβαπτίζονται σε δεξαμενή νερού στους 21 °C για 48 ώρες. Ακολουθεί τοποθέτηση των δοκιμίων σε υδατόλουτρο και παραμονή τους υπό βρασμό για 5 ώρες. Έπειτα αφήνονται να ψυχθούν για 19 ώρες μέχρι τους 25 °C. Τέλος προσδιορίζεται η μάζα τους (C) αλλά και το φαινόμενο βάρος τους μέσα στο νερό (D). Το πορώδες υπολογίζεται από την σχέση 1:

$$\frac{(C - A)}{(C - D)} * 100 \quad (1)$$

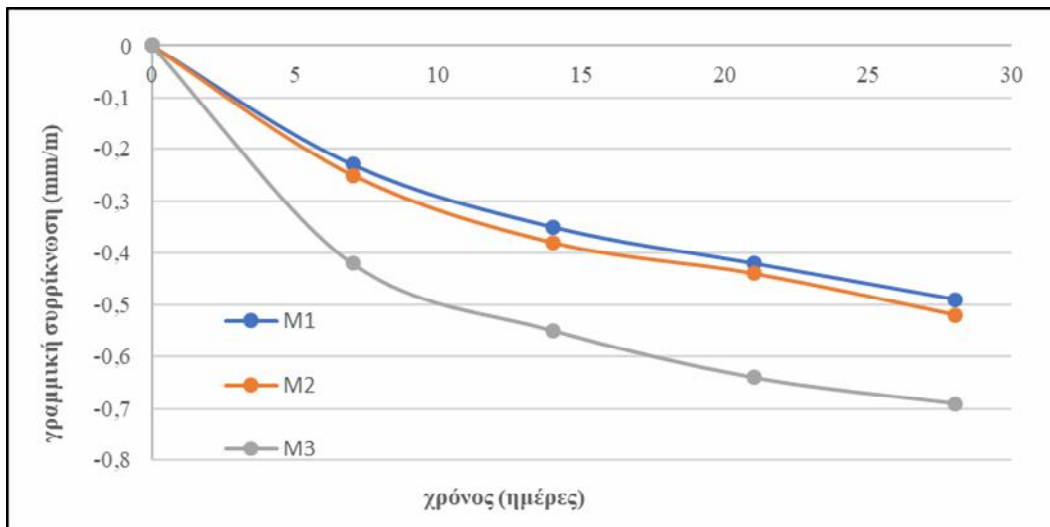
Όπως προκύπτει από τον πίνακα 4, η M3 παρουσιάζει το χαμηλότερο πορώδες από τις τρεις συνθέσεις που εξετάστηκαν. Συγκεκριμένα το πορώδες της είναι 41,1% χαμηλότερο σε σχέση με το πορώδες της M1 και κατά 40,0% σε σχέση με αυτό της M2. Αντίθετα τα πορώδη των M2 και M1 βρίσκονται πολύ κοντά με την μεταξύ τους απόκλιση να βρίσκεται στο 1,8%.

Ο συντελεστής ατμοπερατότητας των σκληρυμένων κονιαμάτων είναι ο δείκτης της ικανότητας διαπνοής τους και υπολογίστηκε σύμφωνα με το EN 1015-19. Όπως φαίνεται τα κονιάματα M1 και M2 εμφανίζουν χαμηλότερους συντελεστές ατμοπερατότητας κατά 44% και 37,5% αντίστοιχα σε σχέση με την M3. Οι συντελεστές των M1 και M2 βρίσκονται κοντά μεταξύ τους με αυτόν του M1 να βρίσκεται 10% κάτω από αυτό του M2.

Η τριχοειδής απορρόφηση νερού έγινε με βάση το EN 1015-18. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η σύνθεση M3 εμφανίζει τριχοειδή απορρόφηση νερού αισθητά χαμηλότερη σε σχέση αυτές των M1 και M2. Συγκεκριμένα ο συντελεστής τριχοειδούς απορρόφησης νερού για την M3 βρίσκεται χαμηλότερα κατά 59,6% σε σχέση με αυτό του M1 και κατά 43,2% σε σχέση με την M2. Αντίστοιχα ο συντελεστής τριχοειδούς απορρόφησης του κονιάματος M2 είναι κατά 29% μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν του M1.

Για τον υπολογισμό του μέτρου ελαστικότητας χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο EN 13412. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η σύνθεση M3 εμφανίζει υψηλότερο μέτρο ελαστικότητας κατά 453% σε σύγκριση με το M1 και 312% σε σχέση με το M2. Αντίστοιχα το μέτρο ελαστικότητας του M2 είναι κατά 34% μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό του M1.

Ο προσδιορισμός της γραμμικής συρρίκνωσης έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται στο πρότυπο EN 12617-4. Παρασκευάστηκαν 3 δοκίμια διαστάσεων 40x40x160 [mm] και ελέγχθηκε η μεταβολή στο μήκος τους μετά 7, 14 και 28 ημέρες. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στο σχήμα 5. Μετά από 28 ημέρες η συρρίκνωση του M3 είναι κατά 29% υψηλότερη από αυτή του M1 και κατά 24,6% υψηλότερη από αυτή του M2. Σε ότι αφορά την συρρίκνωση του M2 αυτή είναι κατά 6% υψηλότερη σε σχέση με του M1.



Σχήμα 5: γραμμική συρρίκνωση

### Αντίσταση στην προσβολή από θειικά άλατα

Η αντίσταση στην προσβολή από θειικά άλατα έγινε με βάση τη δοκιμή Le Chatelier-Anstett (Talero, 2002). Σύμφωνα με αυτή, στην ενυδατωμένη πάστα καθενός από τα συνδετικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στις παραπάνω συνθέσεις (αερακτική άσβεστος, υδραυλική άσβεστος και τσιμέντο Portland) προστέθηκε 50% κ.β. γύψος και επιπλέον 6% κ.β. νερό. Το μίγμα που προέκυψε διαμορφώθηκε με πίεση σε κυλινδρικά καλούπια διαμέτρου 80 mm και πάχους 30 mm και τα δοκίμια που προκύπτουν τοποθετούνται σε μόνιμη επαφή με νερό και παρακολουθείται η διόγκωση κάθε δοκιμίου.





**Σχήμα 6:** επίδραση των θεικών αλάτων στο τσιμέντο Portland



**Σχήμα 7:** επίδραση των θεικών αλάτων στην αερακτική άσβεστο



**Σχήμα 8:** επίδραση των θεικών αλάτων στην υδραυλική άσβεστο

Όπως φαίνεται από τα σχήματα 6,7 και 8 η επίδραση των θεικών αλάτων μετά από 28 ημέρες στην πάστα από τσιμέντο Portland είναι αισθητή. Ο σχηματισμός κρυστάλλων εντριγκίτη προκαλεί τη διόγκωση (>10% επί της αρχικής του διάστασης) και καταστροφή του δοκιμίου. Το δοκίμιο το οποία είχε ως συνδετικό υλικό αερακτική άσβεστο δεν παρουσίασε διόγκωση όμως ρηγμάτωσε προφανώς λόγω των χαμηλών αντοχών του και της έντονης παρουσίας υγρασίας. Αντίθετα το δοκίμιο της υδραυλικής ασβέστου εμφάνισε την μεγαλύτερη αντίσταση στα

θεικά άλατα. Δεν ρηγματώσε ενώ παρουσίασε πολύ χαμηλή διόγκωση (περίπου 2% επί της αρχικής του διάστασης).

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων καταδεικνύουν τα εξής πλεονεκτήματα από τη χρήση υδραυλικής ασβέστου στην παρασκευή κονιαμάτων για την επισκευή και αποκατάσταση ιστορικών μνημείων αλλά και νεόδμητων κατασκευών:

- ÷ Έχουν πολύ καλύτερη πλαστικότητα και εργασιμότητα σε σύγκριση με τα τσιμεντοκονιάματα, αντίστοιχη με αυτή των κονιαμάτων με αερακτική άσβεστο.
- ÷ Οι θλιπτικές τους αντοχές αναπτύσσονται σταδιακά και είναι παρόμοιες με αυτές των δομικών στοιχείων των παραδοσιακών κατασκευών. Σε αντίθεση, τα τσιμεντοκονιάματα αναπτύσσουν γρήγορα υψηλές αντοχές αυξάνοντας την πιθανότητα για πρόκληση καταστροφών στα δομικά στοιχεία με τα οποία εφάπτονται, ενώ τα ασβεστοκονιάματα έχουν πολύ χαμηλές αντοχές με αποτέλεσμα να είναι ευπαθή σε μηχανικές καταπονήσεις.
- ÷ Πήζουν σχετικά γρήγορα, σε αντίθεση με τα ασβεστοκονιάματα στα οποία ο μηχανισμός πήξης είναι πιο χρονοβόρος.
- ÷ Έχουν πολύ χαμηλότερο μέτρο ελαστικότητας σε σχέση με τα τσιμεντοκονιάματα. Το γεγονός αυτό τα καθιστά περισσότερο ελαστικά και ανθεκτικά στις καταπονήσεις και μετακινήσεις μικρής κλίμακας που μπορεί να προκαλούνται από καθιζήσεις ή θερμικές μεταβολές.
- ÷ Εμφανίζουν πολύ χαμηλή γραμμική συρρίκνωση και άρα χαμηλή τάση για ρηγματώσεις.
- ÷ Το υψηλό πορώδες τους βοηθάει ώστε τα διαλυμένα άλατα της τοιχοποιίας να κρυσταλλοποιούνται στη μάζα τους ενώ το νερό διαμέσου των πόρων τους διαχέεται στην ατμόσφαιρα εξαλείφοντας την πιθανότητα σχηματισμού εξανθημάτων .
- ÷ Έχουν πολύ χαμηλό συντελεστή ατμοπερατότητας γεγονός που σημαίνει υψηλή ικανότητα διάχυσης υδρατμών δια μέσω της μάζας τους. Αυτό σημαίνει στην πράξη ότι τα ασβεστοκονιάματα (τόσο με υδραυλική όσο και με αερακτική άσβεστο) επιτρέπουν με μεγαλύτερη ευκολία την υγρασία της τοιχοποιίας αλλά και τους εσωτερικούς ρύπους μιας υφιστάμενης κατοικίας να διαχυθούν διαμέσου της μάζας τους στο εξωτερικό περιβάλλον.

- ÷ Η υψηλή τους αντίσταση στα θειικά, τα καθιστά ιδανικά σε περιπτώσεις όπου η επιβάρυνση του εξωτερικού περιβάλλοντος από τέτοιου είδους άλατα είναι υψηλή.

Στον αντίποδα, τα τσιμεντοκονιάματα υπερέχουν σε σχέση με τα κονιάματα με βάση την υδραυλική άβεστο σε ότι αφορά την αντίσταση στην απορρόφηση νερού μέσω των τριχοειδών. Η βελτίωση αυτής της ικανότητας μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση κατάλληλων προσθέτων (άλατα του στεατικού ή του ελαϊκού οξέος, σιλικονούχες σκόνες αναδιασποράς κτλ). Αλλά δυο μειονεκτήματα που παρουσιάζουν τα κονιάματα με υδραυλική άβεστο είναι το υψηλότερο κόστος της υδραυλικής άβεστού σε σχέση με το τσιμέντο και την αερακτική άβεστο αλλά και το γεγονός ότι δεν παράγεται στην χώρα μας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. ΕΛΟΤ EN 459-1/E3 “ Δομική άβεστος - Μέρος 1: Ορισμοί, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης” 2015
2. ΕΛΟΤ EN 1015-3/A2 “Μέθοδοι δοκιμής κονιαμάτων τοιχοποιίας - Μέρος 3: Προσδιορισμός συνεκτικότητας του νωπού κονιάματος (με τράπεζα εξαπλώσεως)” 2007
3. ΕΛΟΤ EN 1015-6/A1 “Μέθοδοι δοκιμής κονιαμάτων για τοιχοποιία - Μέρος 6: Προσδιορισμός της φαινόμενης πυκνότητας του νωπού κονιάματος” 2007
4. ΕΛΟΤ EN 1015-7 “Μέθοδοι δοκιμής κονιαμάτων για τοιχοποιία - Μέρος 7: Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε αέρα νωπών κονιαμάτων” 1998
5. ΕΛΟΤ EN 1015-10/A1 “Μέθοδοι δοκιμής κονιαμάτων τοιχοποιίας - Μέρος 10: Προσδιορισμός της ξηράς φαινόμενης πυκνότητας του σκληρυμένου κονιάματος” 2007
6. ΕΛΟΤ EN 1015-11/A1 “Μέθοδοι δοκιμής κονιαμάτων τοιχοποιίας - Μέρος 11: Προσδιορισμός της αντοχής σε κάμψη και θλίψη σκληρυμένου κονιάματος” 2007
7. ΕΛΟΤ EN 1015-18 “Μέθοδοι δοκιμής για κονιάματα τοιχοποιίας - Μέρος 18: Προσδιορισμός του συντελεστή υδαταπορρόφησης των σκληρυμένων κονιαμάτων διαμέσου των τριχοειδών” 1998

8. ΕΛΟΤ EN 1015-19/A1 “Μέθοδοι δοκιμής κονιαμάτων τοιχοποιίας - Μέρος 19: Προσδιορισμός της ατμοπερατότητας των επιχρισμάτων με σκληρυμένα κονιάματα”
9. ΕΛΟΤ EN 13412 “Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή δομημάτων από σκυρόδεμα - Μέθοδοι δοκιμής - Προσδιορισμός του μέτρου ελαστικότητας σε θλίψη” 2006
10. ΕΛΟΤ EN 12617-4 “Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή δομημάτων από σκυρόδεμα - Μέθοδοι δοκιμής - Μέρος 4: Προσδιορισμός συστολής και διαστολής” 2002
11. Μανωλοπούλου Κατερίνα “Πειραματική μελέτη που αφορά στην τυποποίηση επισκευαστικών κονιαμάτων με βάση την άσβεστο” Μεταπτυχιακή εργασία (υπό την επίβλεψη της Καθ. Ιωάννας Παπαγιάννη-Παπαδοπούλου), Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ. 2014)
12. Στεφανίδου Μαρία “Παράμετροι για τη σύνθεση παραδοσιακών επισκευαστικών κονιαμάτων”, Τεχνικά Χρονικά Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ, τεύχος. 1 2010
13. ASTM C642-13 “Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete” (2013)
14. R. Talero “Kinetochemical and morphological differentiation of ettringites by the Le Chatelier-Anstett test”. Cem. Concr. Res. 32 (5), 707-717 (2002)