

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη κονιαμάτων- εφαρμογές, σύνθεση και αντοχή



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ-ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

Δρ Κακαβάς Παναγιώτης

Αναπλ. Καθηγητής .Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

Γεώργιος Μηλιώνης

Χρυσάνθος Χρυσανθόπουλος

ΠΑΤΡΑ, 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της πτυχιακής μας εργασίας είναι : «Μελέτη κονιαμάτων-εφαρμογές, σύνθεση και αντοχή». Θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Καθηγητή και Επόπτη μας, τον κύριο Δρ. Παναγιώτη Κακαβά για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε και την ευκαιρία που μας έδωσε.

Με εκτίμηση ,

Γιώργος Μηλιώνης

Χρυσάνθος Χρυσανθόπουλος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζουμε τα υλικά , τα είδη και τις εφαρμογές των κονιαμάτων. Προσπάθεια μας είναι να παρουσιάσουμε όσο γίνεται πληρέστερα τις ιδιότητες και τις εφαρμογές των κονιαμάτων ως βασικό αντικείμενο της μετέπειτα επαγγελματικής μας δραστηριότητας. (οικοδομικές εργασίες κ.α.)

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε γενικά στα υλικά, στις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των κονιαμάτων.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει τεχνικές και προδιαγραφές εφαρμογής τους.

Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις πληροφορίες, τις προδιαγραφές και τους ελέγχους που ισχύουν για κονιάματα που προορίζονται για επιχρίσματα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις τεχνικές και στα υλικά που χρησιμοποιούνται ως επισκευαστικά κονιάματα παλαιών κτιρίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	6
1.1 ΓΕΝΙΚΑ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	6
1.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ	8
1.3 ΕΙΔΗ ΑΣΒΕΣΤΟΥ.....	13
1.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	23
2.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	23
2.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	28
2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΠΙΧΡΗΣΜΑΤΑ.....	35
3.1 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	35
3.2 ΥΛΙΚΑ	36
3.3 ΥΛΙΚΑ - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ.....	38
3.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ	47
4.1 ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ	47

4.2 ΤΡΙΜΕΡΕΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΥΔΡΑΣΒΕΣΤΟΥ – ΠΟΖΟΛΑΝΗΣ - ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ	54
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ - ΟΡΙΣΜΟΙ

Με τον όρο «Κονιάματα» εννοούμε τα μίγματα μίας ή περισσοτέρων συνδετικών υλών (κονιών), νερού, λεπτόκοκκων αδρανών (<4mm) και ενδεχομένως ειδικών προσθέτων, τα οποία έχουν αξιόλογη ρευστότητα και πλαστικότητα όταν είναι νωπά, αποκτούν δε μετά την πήξη και σκλήρυνση της συνδετικής ύλης, μηχανική αντοχή και άλλες φυσικές και χημικές ιδιότητες. Οι ιδιότητες του νωπού και του σκληρυμένου κονιάματος εξαρτώνται από το είδος και τις αναλογίες των πρώτων υλών, από τον τρόπο ανάμιξης και μορφοποίησης και από τις συνθήκες που επικρατούν και εφαρμόζονται κατά την διάρκεια της σκλήρυνσης.

Τα κονιάματα μπορούν να διαιρεθούν κατά διάφορους τρόπους όπως :

Ανάλογα με τον τρόπο πήξης και σκλήρυνσης που εξαρτάται από το είδος της κονιάς, σε υδραυλικά και αερικά.

Ανάλογα με το φαινόμενο βάρος τους σε ελαφριά (<1500Kg/m³) και βαριά (>1500Kg/m³).

Ανάλογα με το είδος της κονιάς ή των αδρανών σε:

Τσιμεντοκονιάματα με συνδετική ύλη το τσιμέντο

Ασβεστοκονιάματα με συνδετική ύλη τον πολτό άσβεστου ή την κονιοποιημένη υδράσβεστο.

Τσιμεντοασβεστοκονιάματα ή μικτά κονιάματα με μίγμα τσιμέντου και άσβεστου ως συνδετική ύλη.

Ποζολανικά κονιάματα με συνδετική ύλη άσβεστο (με μερική υποκατάσταση με τσιμέντο) και ποζολάνη (φυσική ή τεχνητή).

Μαρμαροκονιάματα με κύριο αδρανές την μαρμαρόσκονη αντί της άμμου και συνδετική ύλη ασβέστη ή τσιμέντο (με ενδεχόμενη μικρή προσθήκη γύψου)

Γυψοκονιάματα με κύριο συνδετικό υλικό την γύψο.

Ανάλογα με την χρήση τους σε κονιάματα δόμησης ή κονιάματα τοιχοποιίας, κονιάματα επιχρισμάτων, ισοπεδωτικά ή κονιάματα εξίσωσης δαπέδων, επισκευαστικά κονιάματα και συγκολλητικά όπου υπάγονται οι διάφορες κόλλες. Διάφορες επιμέρους κατηγορίες όπως θερμομονωτικά, ηχομονωτικά, πυράντοχα κλπ, είναι υποπεριπτώσεις των παραπάνω γενικών διαιρέσεων.

Η σύνθεση των μικτών κονιαμάτων εκφράζεται με τρεις αριθμούς που αναφέρονται, με την σειρά, σε μέρη όγκου τσιμέντου

προς ασβέστη προς άμμο. Όταν γίνεται αναφορά σε απλά κονιάματα (με μία κονία) πάλι προτίθεται ο όγκος της κονίας σε σχέση με τον όγκο της άμμου. Είναι προφανές ότι τα παραπάνω κονιάματα έχουν διαφορετικές συνθέσεις και ιδιότητες ανάλογα με την χρήση τους, όπως θα αναλυθεί στην συνέχεια.

Τα κονιάματα που προορίζονται για τα διάφορα δομικά έργα, έχουν ένα μεγάλο εύρος διαφορετικών χρήσεων, ανάλογα με τις επιδιωκόμενες ιδιότητες που εξαρτώνται από την σύνθεση και την ποσοστιαία αναλογία των πρώτων υλών αλλά και τον τρόπο παρασκευής των. Τα σημεία ακριβώς αυτά είναι που διαφοροποιούν τα κονιάματα από τις υπόλοιπες κατηγορίες δομικών προϊόντων. Στα κονιάματα και σε μικρότερο βαθμό στα σκυροδέματα, ο μηχανικός δεν καλείται να επιλέξει από μία κατηγορία παρεμφερών έτοιμων δομικών προϊόντων αυτό που καλύπτει τις ιδιότητες του έργου του, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις, συνεκτιμώντας πολλές παραμέτρους, σχεδιάζει ή επιλέγει το καταλληλότερο για την περίπτωση του.

Από όσα περιληπτικά αναφέρθηκαν προηγουμένως, είναι προφανές ότι ένα υλικό όπως είναι το κονίαμα, που προορίζεται για να συνδέσει μεταξύ τους τα διάφορα στοιχεία για δημιουργία μιας ενιαίας μονολιθικής μάζας που να αντέχει σε υψηλά φορτία, είναι απαραίτητο να αναπτύσσει ικανοποιητικές αντοχές με μεγάλο συντελεστή ασφαλείας. Παράλληλα με τις αντοχές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλες σημαντικές τους ιδιότητες οι οποίες καθορίζουν την ποιότητα του κονιάματος και τα πεδία εφαρμογής του. Οι επιπλέον αυτές ιδιότητες είναι η εργασιμότητα για τα νωπά κονιάματα και η πρόσφυση και η ανθεκτικότητα για τα σκληρυμένα. Οι ιδιότητες αυτές είναι σύνθετες και συντίθενται από άλλες επί μέρους που με την σειρά τους εξαρτώνται από τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν στην αρχή και που σχετίζονται με τις πρώτες ύλες και τον τρόπο παρασκευής των κονιαμάτων.

1.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Με βάση τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 998-1:2003 και ΕΛΟΤ EN 998-2:2003, που αναφέρονται στις δύο πρώτες κατηγορίες κονιαμάτων, οι οποίες είναι και οι περισσότερο διαδεδομένες οι συνηθέστερες πρώτες ύλες για τα κονιάματα είναι οι κονίες (συνδετικά υλικά), τα αδρανή, τα χημικά πρόσμικτα, τα πρόσθετα και το νερό. Επιμέρους εξειδικευμένες πρώτες ύλες (όπως πχ είναι το $Mg(OH)_2$ και το $MgCl_2$ για τα κονιάματα δαπέδων κλπ) αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους των διαφόρων κεφαλαίων.

Ως κονίες χρησιμοποιούνται τα τσιμέντα, οι ασβέστες, τα τσιμέντα τοιχοποιίας, οι γύψοι και άλλα ανόργανα υλικά με αποδεδειγμένη καταλληλότητα όπως είναι τα ποζολανικά υλικά.

- Τσιμέντο.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τύποι CEM I, CEM II και CEM IV κατά ΕΛΟΤ EN 197-1:2000 με την προϋπόθεση ότι δεν έχουν υποστεί αλλοιώσεις από μακροχρόνια ή κακή αποθήκευση. Στο ίδιο πρότυπο αναφέρονται όλες οι απαιτήσεις ποιότητας (ελάχιστες ή μέγιστες τιμές των φυσικών, χημικών και μηχανικών ιδιοτήτων) που πρέπει να καλύπτουν τα τσιμέντα προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κονίες στα κονιάματα.

- Άσβεστος

Ο όρος άσβεστος (ασβέστης) είναι ένας γενικός όρος που περιλαμβάνει όλες τις φυσικές και χημικές μορφές των διαφόρων ποιοτήτων με τις οποίες το οξείδιο ή/και το υδροξείδιο του ασβεστίου και του μαγνησίου μπορούν να εμφανισθούν. Επειδή πολλές φορές προκαλείται σύγχυση με την ορολογία του ασβέστη κρίνεται σκόπιμο να δοθούν οι σημαντικότεροι ορισμοί κατά ΕΛΟΤ EN 459-1:2001 καθώς και οι υποδιαίρεσεις των δομικών ασβεστών που είναι κατάλληλες για κονιάματα.

Άλλες αερικές κονίες.

Οι συνηθέστερες αερικές κονίες που ανάλογα με την εφαρμογή μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα κονιάματα, περιληπτικά είναι οι εξής :

- Άργιλος

Εκτός από καθαρό λευκό καολίνη ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) περιέχει λίγο ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), οξείδια του σιδήρου (Fe) και

άλλες προσμίξεις που καθορίζουν το χρώμα του. Χρησιμοποιείται για τα πυρίμαχα επιχρίσματα.

- Πηλός

Φυσικό μίγμα από άργιλο και λεπτόκοκκα έως μεσόκοκκα αμμώδη συστατικά. Με την ξήρανση σκληρύνεται και συστέλλεται τόσο περισσότερο όσο πιο παχύ είναι, δηλαδή όσο περισσότερο άργιλο περιέχει. Ο πηλός στην τελική ξηρά κατάσταση έχει καλές ηχομονωτικές και θερμομονωτικές ιδιότητες, αλλά είναι ευαίσθητος στο νερό και στον παγετό. Είναι από τις παλαιότερες κονίες που χρησιμοποιήθηκαν.

- Δομικοί γύψοι

Προέρχονται από τον ορυκτό γύψο (CaSO_4) μετά από μερική ή ολική αφυδάτωσή του. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κονιάματα επιχρισμάτων και πολλές φορές αναμιγνύονται με ειδικά πρόσθετα τα οποία βελτιώνουν ορισμένες ιδιότητες (συνεκτικότητα, χρόνος πήξεως, πρόσφυση, κλπ.). Ο κοινός γύψος (ανυδρίτης) πήζει πολύ γρήγορα (αρχή μεταξύ 8 και 20min – τέλος μεταξύ 20 και 60min).

Οι δομικός γύψος είναι σκόνη συνήθως λευκή, υπόλευκη ή κιτρινωπή. Παραδίνεται κυρίως σε σάκους αλλά και χύμα σε σιλό. Όπως οι άλλες κονίες πρέπει να αποθηκεύεται οπωσδήποτε σε στεγνό χώρο. Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για εργασίες στόκου, σε κονιάματα επιχρισμάτων σε επιχρίσματα επί μεταλλικών πλεγμάτων, για την κατασκευή δομικών πλακών και σωμάτων καθώς και για την κατασκευή δαπέδων.

- Κονίες ανυδρίτη

Είναι μη υδραυλικές συνδετικές ύλες που παρασκευάζονται με συνάλεση ή ανάμιξη ανυδρίτη και διεγέρτη. Ως ανυδρίτης χρησιμοποιείται φυσικό ή συνθετικό CaSO_4 με περιεκτικότητα τουλάχιστον 85% CaSO_4 . Ως διεγέρτες χρησιμεύουν ύλες με βασικές ιδιότητες (άσβεστοι ή τσιμέντα Πόρτλαντ) ή διάφορα άλατα καθώς και μίγματα μεταξύ των. Η πήξη τους αρχίζει αφού περάσουν τουλάχιστον 20min από την παρασκευή τους και πρέπει να λήξει τις επόμενες 12 ώρες. Πρέπει να έχουν σταθερότητα όγκου και δεν επιτρέπεται η ανάμιξή τους με υδραυλικές κονίες για να αποφευχθεί η διόγκωση κατά την πήξη. Χρησιμοποιούνται κυρίως για δάπεδα και διακοσμητικά επιχρίσματα.

- Ποζολάνες

Γνωστές από τα πολύ παλιά χρόνια. Απαντούν σε οικίες της Δήλου (2ος αιώνας π.Χ.), αλλά και σε μνημεία της Ρωμαϊκής

εποχής. Έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλα έργα του προηγούμενου αιώνα (Διώρυγα Σουέζ, Ισθμός Κορίνθου). Είναι φυσικά ή τεχνητά πυριτικά ή αργιλοπυριτικά υλικά, η χαρακτηριστική ιδιότητα των οποίων είναι ότι σε λεπτότατο καταμερισμό και με την παρουσία υγρασίας ενώνονται χημικά με την υδράσβεστο, στη συνήθη θερμοκρασία, και σχηματίζουν υδραυλικές ενώσεις. Αναλυτικά οι ποζολάνες περιγράφονται στο ΕΛΟΤ EN 197 – 1 : 2001.

- Οι ιπτάμενες τέφρες.
(Περιγράφονται στο ΕΛΟΤ EN 197 – 1 : 2001.)

- Τα τσιμέντα τοιχοποιίας
Είναι εργοστασιακά παρασκευασμένες λεπτόκοκκες υδραυλικές κονίες που ενεργοποιούνται σημαντικά και αναπτύσσουν αντοχές με την παρουσία κλίνκερ τσιμέντου πόρτλαντ το οποίο, ανάλογα με την κλάση του τσιμέντου τοιχοποιίας, είναι κατ' ελάχιστον 25 ή 40%. Όταν αναμειγνύεται μόνο με άμμο και νερό, χωρίς άλλα πρόσθετα παράγει ένα εργάσιμο κονίαμα κατάλληλο για τοιχοδομές και επιχρίσματα. Η περισσότερο σημαντική τους χρήση είναι για κονιάματα τοιχοδομών καθώς και για το πρώτο χέρι των επιχρισμάτων, καθόσον πλεονεκτούν μεν ως προς τις αντοχές που προσδίδουν στο κονίαμα, μειονεκτούν όμως σε άλλες ιδιότητες και κυρίως στην πρόσφυση μεταξύ του κονιάματος και των μονάδων της τοιχοποιίας. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες αντοχών MC 5, MC 12,5 και MC 22.5 όπου στην πρώτη το κλίνκερ είναι 25%min, ενώ στις άλλες είναι 40%min. Τα οργανικά υλικά σε όλες τις περιπτώσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 1%. Διακρίνονται σε τσιμέντα που επιτρέπουν (air entraining) ή όχι (non-air entraining) την διείσδυση του αέρα, το δε ποσοστό διάκρισης για την μία ή την άλλη κατηγορία είναι το 6%.

- Αδρανή για κονιάματα
Η άμμος είναι το συνηθέστερο αδρανές υλικό που χρησιμοποιείται στα κονιάματα. Δεν πρέπει να περιέχει προσμίξεις που i) να είναι ικανές να προκαλέσουν μείωση της αντοχής και της σταθερότητας των κονιαμάτων, ii) να επηρεάσουν δυσμενώς άλλες ιδιότητες των και iii) να προκαλέσουν επιβλαβείς χημικές αντιδράσεις με την εκάστοτε συνδετική ύλη.

Πιο συγκεκριμένα κατά την επιλογή και την χρήση των αδρανών, έμφαση δίνεται :

α) στην κοκκομετρική διαβάθμιση όπου προτιμάται η χρήση αδρανών με σχετικά μεγάλο εύρος προκειμένου να καλύπτουν οι μικροί κόκκοι τα κενά που αφήνουν οι μεγαλύτεροι. Επιδιώκεται όπως το <math><250\mu\text{m}</math> κλάσμα να είναι το 10-25% του συνολικού βάρους της άμμου. Εάν το κλάσμα αυτό αντιπροσωπεύει ποσοστό μικρότερο του 10%, τότε θα υπάρχουν κενά και τότε θα πρέπει να προστεθεί κονία για να βελτιωθεί η εργασιμότητα. Αυξημένο όμως ποσοστό κονίας θα οδηγήσει σε ρωγμές λόγω του αυξημένης συστολής ξήρασης. Όταν όμως υπάρχουν αδρανή υλικά με αυξημένο λεπτόκοκκο κλάσμα (δηλαδή με μέγεθος κόκκου μικρότερο των 63 μm) σε ποσοστό μεγαλύτερο του 5%, τότε δημιουργείται έντονο πρόβλημα καθόσον καλύπτονται οι κόκκοι του αδρανούς και εμποδίζεται η ένωση του με τον πολτό. Το λεπτόκοκκο αυτό κλάσμα λέγεται παιπάλη.

β) Στην παρουσία αλάτων και άλλων προσμίξεων καθώς και στην παρουσία χρωματοειδών υλικών που καθιστούν δύσκολη την πρόσφυση μεταξύ αδρανούς και συνδετικού υλικού. Στα επιβλαβή συστατικά περιλαμβάνονται φυτικές και χημικές ουσίες, τεμάχια άνθρακα, τέφρες κλπ

γ) Στην υγρασία όπου οι αναλογίες μίξης των συστατικών των κονιαμάτων που δίνονται στα διάφορα πρότυπα, ισχύουν με την προϋπόθεση ότι η άμμος περιέχει υγρασία περίπου 3%. Ιδιαίτερα ξηρές ή πολύ υγρές άμμοι καταλαμβάνουν διαφορετικό χώρο. Για τον λόγο αυτό κατά τον καθορισμό των αναλογιών ενός κονιάματος οι ποσότητες των άμμων πρέπει να διορθώνονται ανάλογα με την υγρασία που έχουν.

· Πρόσμικτα και πρόσθετα

Βελτιωτικά ή χημικά πρόσμικτα (admixture) είναι τα υλικά που προστίθενται, σε μικρές ποσότητες σε σχέση με την μάζα της κονίας, κατά την διάρκεια της ανάμιξης του κονιάματος με σκοπό να τροποποιήσουν τις ιδιότητες κυρίως του νωπού αλλά και του σκληρυμένου κονιάματος. Δεδομένου ότι ευρίσκονται σε υπερλεπτό διαμερισμό, η προσθήκη τους πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και σε πρώτη φάση να αναμειγνύονται με τις κονίες (και όχι και με τα αδρανή) για να αποφευχθεί ο σχηματισμός συσσωματωμάτων. Σε αυτά υπάγονται οι ρευστοποιητές οι υπερρευστοποιητές, οι πλαστικοποιητές, οι επιταχυντές πήξης, οι επιβραδυντές και τα αερακτικά. Συνήθως προστίθενται σε μικρά ποσοστά και δεν υπερβαίνουν το 2%. Αν χρησιμοποιηθούν σε μικρότερα ποσοστά όπως 0.2% (2g ανά Kg τσιμέντου), θα πρέπει να προστεθούν με μορφή αιωρήματος με μέρος του νερού.

Τα πρόσθετα συστατικά (addition) είναι τα λεπτομερώς διαμερισμένα ανόργανα υλικά που χρησιμοποιούνται στο κονίαμα στοχεύοντας είτε να βελτιώσουν κάποιες ιδιότητες του είτε να πετύχουν συγκεκριμένες ιδιότητες. Διακρίνονται δύο κατηγορίες προσθέτων : τα σχεδόν αδρανή πρόσθετα (τύπου I, όπου υπάγονται τα φιλλερ αδρανών με προδιαγραφές σύμφωνες με το ΕΛΟΤ EN 12620 και τα χρώματα) και τα πρόσθετα που έχουν ποζολανικές ή λανθάνουσες υδραυλικές ιδιότητες. Τα τελευταία (τύπου II), που περιλαμβάνουν τις Ιπτάμενες τέφρες, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 450, και την πυριτική παιπάλη, κατά pr-EN 13263, διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες.

- Το νερό

Το νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από επιβλαβείς προσμίξεις όπως οργανικά και ανόργανα οξέα, λίπη και λάδια, διαλυτά σάκχαρα, αιωρούμενες ουσίες και υπερβολικά ποσά διαλυμένων αλάτων (κυρίως θεικών και χλωριούχων). Τα πολύ σκληρά νερά καθώς και το θαλασσινό νερό μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις ανάγκης μόνο για κονιάματα τοιχοδομών εφ' όσον ικανοποιούν το τεστ καταλληλότητας νερού. Το Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ 345 καθώς και το ΕΛΟΤ EN 1008 αναφέρονται για την καταλληλότητα νερού ανάμιξης και συντήρησης δοκιμίων.

1.3 ΕΙΔΗ ΑΣΒΕΣΤΟΥ

Έχουμε τις εξής κατηγορίες :

- Υδραυλικές άσβεστοι (hydraulic limes).

Είναι άσβεστοι που κυρίως συνίστανται από πυριτικά άλατα του ασβεστίου και του αργιλίου καθώς και υδροξείδιο του ασβεστίου. Παράγονται με έψηση πλουσίων σε αργίλιο ασβεστόλιθων και στην συνέχεια σβήσιμο και άλεση ή με την ανάμειξη των κατάλληλων υλικών με υδροξείδιο του ασβεστίου. Έχουν την ιδιότητα να πήζουν και να σκληραίνουν όταν έρχονται σε επαφή με το νερό. Το διοξείδιο του άνθρακα συμβάλλει θετικά στην διαδικασία της σκλήρυνσης. Διακρίνονται στις υδραυλικές και στις φυσικές υδραυλικές ασβέστους. Δεν παράγονται βιομηχανικά στην Ελλάδα.

Η φυσική υδραυλική άσβεστος προέρχεται από έψηση ειδικών μαργαϊκών ασβεστόλιθων που περιέχουν 5-20% άργιλο. Η έψηση γίνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες από αυτές του τσιμέντου και συγκεκριμένα από 900-1300°C Η άσβεστος αυτή έχει υδραυλικές ιδιότητες που οφείλονται στις ενώσεις του ασβεστίου με το πυρίτιο το αργίλιο και τον σίδηρο που αποτελούν τους υδραυλικούς παράγοντες της κονιάς. Μειονεκτεί όμως σημαντικά λόγω του μεγάλου ποσοστού του ελεύθερου CaO που περισεύει. Για τον λόγο αυτόν δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσια στα διάφορα κονιάματα, αλλά απαιτεί ποζολάνες ώστε να δεσμευτεί το ελεύθερο CaO με το ενεργό SiO₂ που αυτές ως γνωστόν έχουν.

- Αερικές άσβεστοι (air limes).

Άσβεστοι που κυρίως συνίστανται από οξείδιο ή υδροξείδιο του ασβεστίου και οι οποίες σκληραίνουν αργά στον αέρα κάτω από την επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Κατά κανόνα δεν σκληραίνουν κάτω από το νερό καθόσον δεν έχουν υδραυλικές ιδιότητες.

- Άσβεστοι άσβεστοι (Quicklimes).

Είναι αερικές άσβεστοι που συνίστανται κυρίως από οξείδιο του ασβεστίου και του μαγνησίου και παράγονται κατά την ασβεστοποίηση των ασβεστόλιθων.

Παρουσιάζουν εξώθερμη αντίδραση όταν έρχονται σε επαφή με το νερό. Ανάλογα με το μέγεθος των χαρακτηρίζονται ως λίθοι, κοκκώδεις, αλεσμένες, πολύ αλεσμένες.

- Σβησμένες άσβεστοι (slaked ή hydrated limes).

Είναι αερικές άσβεστοι που κυρίως συνίστανται από υδροξείδιο του ασβεστίου που προέρχεται από ελεγχόμενο σβήσιμο (προσθήκη νερού) των άσβηστων ασβεστών. Παράγονται ως ξηρά σκόνη (σκόνη υδρασβέστου ή υδράσβεστος) και στην Ελλάδα κυρίως ως πολτός και δεν εμφανίζουν εξώθερμη αντίδραση σε επαφή με το νερό. Με τις μορφές αυτές συμμετέχουν στα κονιάματα. Σε αυτές υπάγονται και οι Δολομιτικές υδράσβεστοι που είναι σβησμένες άσβεστοι που συνίστανται κυρίως από υδροξείδιο του ασβεστίου και του μαγνησίου καθώς και οξείδιο του μαγνησίου. Διακρίνονται σε α) ημιενυδατωμένες που αποτελούνται από υδροξείδιο του ασβεστίου και οξείδιο του μαγνησίου και β) σε πλήρως ενυδατωμένες που είναι μόνο υδροξείδια. Δεν παράγονται βιομηχανικά στην Ελλάδα. Ειδική περίπτωση είναι το Γαλάκτωμα ή γάλα άσβεστου (milk of lime), που είναι το προϊόν που παρασκευάζεται όταν αραιωθεί με νερό, άριστης ποιότητας πολτός άσβεστου. Χρησιμοποιείται κυρίως στους λευκούς χρωματισμούς σε συνδυασμό με άλλα υλικά που του επαυξάνουν τις ιδιότητες του. Το αιώρημα αυτό συνήθως περιέχει έως 40% κ.β. στερεά.

- Η υδράσβεστος σε σκόνη.

Όπως σημειώθηκε προηγουμένως προκύπτει με ελεγχόμενη προσθήκη νερού στο οξείδιο του ασβεστίου. Βιομηχανικά παρασκευάζεται σε διατάξεις διακοπτόμενης ή συνεχούς λειτουργίας, αφού προηγουμένως η άσβεστος θρυμματισθεί σε κομμάτια μικρότερα από 2cm. Επειδή όμως η αντίδραση είναι εξώθερμη και γίνεται με ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας, ένα μέρος του νερού εξατμίζεται. Γι' αυτό στην βιομηχανική πράξη η σβέση γίνεται με νερό σε αναλογία 60-65%, οπότε προκύπτει η σκόνη. Μετά την παραγωγή της πρέπει πρώτα να υποβληθεί σε καθαρισμό με τον οποίο απομακρύνονται οι άσβεστοι, άψητοι και υπερψημένοι κόκκοι και στην συνέχεια να κονιοποιηθεί λεπτά και να σακκευθεί. Σε περισσότερο σύγχρονες εγκαταστάσεις, η κατεργασία γίνεται με την χρησιμοποίηση αυξημένης πίεσης οπότε η ενυδάτωση είναι συντομότερη και πληρέστερη.

Η σκόνη έχει χρώμα υπόλευκο έως λευκό και προσβάλλεται πολύ λίγο από το CO₂ της ατμόσφαιρας. Αυτό συμβαίνει καθόσον δεν υπάρχει ελεύθερο νερό για να αρχίσουν οι αντιδράσεις που περιγράφονται στο κεφάλαιο του μηχανισμού της ενανθράκωσης. Σε αντίθεση με τον πολτό όπου η παρουσία MgO αποτελεί δυσμενή παράγοντα για την ταχύτητα φύρασης, στην σκόνη η

ύπαρξη MgO συντελεί στην αύξηση της, μικρότερης σε σχέση με τον πολτό, πλαστικότητας, λόγω της ικανότητας του MgO να συγκρατεί περισσότερο νερό.

Σε σχέση με τον ασβεστοπολτό που περιγράφεται στην συνέχεια, η σκόνη πλεονεκτεί στο ότι δεν χρειάζεται φύραση και στο γεγονός ότι αποθηκεύεται και μεταφέρεται ευκολότερα και ασφαλέστερα από ότι ο πολτός, ενώ παράλληλα δεν απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή για να προστατευθεί από την προσβολή με το CO₂. Ο προσδιορισμός των αναλογιών των κονιαμάτων είναι πιο εύκολος όπως και η πρόσμιξη των συστατικών των κονιαμάτων είναι ταχύτερη και πληρέστερη. Τα κονιάματα με σκόνη τέλος εμφανίζουν μικρότερη συστολή κατά την πήξη.

Ο πολτός αντίθετα πλεονεκτεί στο ότι έχει μεγαλύτερη ικανότητα παραλαβής άμμου στα κονιάματα τα οποία, όταν κατασκευάζονται με πολτό, είναι πιο πλαστικά. Τα επιχρίσματα με πολτό έχουν μεγαλύτερη αντοχή, πρόσφυση και συνοχή. Παράλληλα ο πολτός έχει μεγαλύτερη απόδοση (m³ παραγόμενου ένυδρου προϊόντος ανά t CaO) κατά την σβέση του. Στην υδράσβεστο τέλος υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να βρεθούν άσβεστοι, άψητοι και υπερψημένοι κόκκοι οι οποίοι προφανώς θα έχουν δυσμενή επίπτωση στην ανθεκτικότητα των κονιαμάτων.

- Ο ασβεστοπολτός, (Lime putty).

Είναι σβησμένη άσβεστος αναμειγμένη με νερό προς μία επιθυμητή συνεκτικότητα, που συνίσταται κυρίως από υδροξείδιο του ασβεστίου με ή χωρίς υδροξείδιο του μαγνησίου. Προκύπτει από το σβήσιμο των άσβηστων ασβεστών με ελεγχόμενη περίσσεια νερού ή μετά την ανάμειξη υδρασβέστου με νερό. Στην Ελλάδα, σε αντίθεση με τις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες και τις ΗΠΑ, ο ασβέστης χρησιμοποιείται με την μορφή του πολτού. Ο πολτός αποτελεί μείγμα κολλοειδούς και κρυσταλλικής μορφής του υδροξειδίου του ασβεστίου. Δεδομένου ότι πλαστικές ιδιότητες έχει μόνο η κολλοειδής μορφή, επιβάλλεται όπως το σβήσιμο (η προσθήκη του νερού δηλαδή) γίνεται με συνθήκες που ευνοούν την δημιουργία της μορφής αυτής (κολλοειδούς), η οποία έχει μεγάλο όγκο, μεγάλη πλαστικότητα και την ικανότητα να παραλάβει μεγάλη ποσότητα άμμου κατά την παρασκευή των ασβεστοκονιαμάτων.

Η ποιότητα επομένως του πολτού εξαρτάται, εκτός από την ποιότητα της ασβέστου και από τις συνθήκες σβέσης. Δεδομένου ότι το κολλοειδές υδροξείδιο του ασβεστίου σχηματίζεται με πολύ ταχύτερο ρυθμό από ότι το κρυσταλλικό, επιδιώκεται η ταχύτερη δυνατή σβέση της ασβέστου, γεγονός που επιτυγχάνεται με

συνεχή ανάδευση. Το νερό της σβέσης πρέπει να είναι μαλακό και καθαρό. Το θαλασσινό νερό είναι ακατάλληλο γιατί προκαλεί εξανθήματα στις κατασκευές. Επιπλέον κατά την σβέση θα πρέπει το νερό να καλύπτει τελείως την υδράσβεστο και όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, για την παραγωγή πολτού η ποσότητά του είναι έως και πενταπλάσια της θεωρητικώς απαιτούμενης. Η ακριβής ποσότητα αποτελεί τον βασικό παράγοντα για την επιτυχή δημιουργία πολτού. Εάν υπολείπεται, υπάρχει κίνδυνος τεμάχια της ασβέστου να μένουν ακάλυπτα και να υπερθερμανθούν, οπότε δεν σβήνονται αλλά μετατρέπονται σε σβώλους και τρίμματα αδρανούς υδρασβέστου. Εάν πλεονάζει αυτής που κανονικά απαιτείται, με την απευθείας μάλιστα προσθήκη νερού, τότε επιβραδύνεται η αντίδραση σβέσης λόγω ψύξης του συστήματος και παράγεται προϊόν κρυσταλλικού μάλλον χαρακτήρα (κοκκώδης υδράσβεστος).

Όταν ο πολτός προέρχεται από την σβέση καλής ποιότητας ασβέστου και έχουν τηρηθεί οι κανόνες της σβέσης, τότε προκύπτει η λεγόμενη παχιά υδράσβεστος. Αυτή έχει λιπαρή υφή, μεγάλη πλαστικότητα και ικανότητα παραλαβής και συγκράτησης μεγάλης ποσότητας άμμου. Αντιθέτως υπάρχει η ισχνή υδράσβεστος που είναι αυτή με μεγάλο ποσοστό προσμίξεων ή η προερχόμενη από αντικανονικό ψήσιμο και σβήσιμο. Η ισχνή υδράσβεστος έχει τις ιδιότητες της παχιάς σε σημαντικά μικρότερο βαθμό.

Ισχύουσες προδιαγραφές και απαιτήσεις ποιότητας για τον ασβέστη.

ι) Υδραυλικοί και αερικοί ασβέστες

Με βάση τις Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές ΕΛΟΤ EN 459-1:2001, ΕΛΟΤ EN 459-2:2002 και ΕΛΟΤ EN 459-3:2001 που αναφέρονται παρακάτω, προβλέπονται οι παρακάτω τύποι ασβεστών :

CL 90, CL 80, CL 70, DL 85, DL 80, HL 2, HL 3.5, HL 5, NHL 2, NHL 3.5 NHL 5

όπου οι πέντε πρώτοι τύποι (CL= Calcium Lime, DL= Dolomitic Lime), αναφέρονται στην ελάχιστη περιεκτικότητα αθροίσματος $\text{CaO} + \text{MgO}$, ενώ οι έξι τελευταίοι τύποι αναφέρονται για τις υδραυλικές ασβέστους και τις φυσικές υδραυλικές ασβέστους και βασική απαίτηση έχουν τις ελάχιστες αντοχές των στις 28 ημέρες.

Το σύστημα πιστοποίησης που έχει προταθεί να ακολουθηθεί από όλα τα κράτη μέλη της CEN είναι το τύπου 2 που προβλέπει

δήλωση της συμμόρφωσης του προϊόντος στις υπάρχουσες προδιαγραφές από τον κατασκευαστή, και πιστοποίηση του ελέγχου ποιότητας στο εργοστάσιο από αναγνωρισμένο οργανισμό

Ο έλεγχος ποιότητας περιλαμβάνει χημικές αναλύσεις και έλεγχο των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων τόσο στον άσβηστο ασβέστη όσο και στις διάφορες ενυδατωμένες μορφές.

Για τον άσβηστο ασβέστη οι τιμές αναφέρονται στην "ως παραλαμβάνεται" ποιότητα ενώ στις άλλες περιπτώσεις (υδράσβεστο, πολτό, υδραυλική άσβεστο) οι τιμές αναφέρονται επί ξηρού. Λεπτομέρειες για την εκτέλεση κάθε αναλύσεως υπάρχουν στην προδιαγραφή ΕΛΟΤ EN 459-2. Οι χημικές απαιτήσεις ανά ποιότητα ασβέστου (%κατά βάρος) εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χημικές απαιτήσεις ποιοτήτων ασβέστη κατά ΕΛΟΤ EN 459-1:2001

	Τύπος οικοδομικού ασβέστη	CaO + MgO	MgO	CO ₂	SO ₃	Διαθέσιμος ασβέστης
	CL 90	³ 90	5 ^c £	£ 4	£ 2	-
	CL 80	³ 80	5 ^c £	£ 7	£ 2	-
	CL 70	³ 70	5 £	£ 12	£ 2	-
	DL 85	³ 85	30 ³	£ 7	£ 2	-
	DL 80	³ 80	5 ³	£ 7	£ 2	-
	HL 2	-	-	-	£ 3 ^b	³ 8
	HL 3,5	-	-	-	£ 3 ^b	³ 6
	HL 5	-	-	-	£ 3 ^b	³ 3
	NHL 2	-	-	-	£ 3 ^b	³ 15
0	NHL 3,5	-	-	-	£ 3 ^b	³ 9
1	NHL 5	-	-	-	£ 3 ^b	³ 3

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Η τιμές είναι εφαρμόσιμες σε όλα τα είδη ασβέστη. Για άσβηστο ασβέστη αυτές οι τιμές ανταποκρίνονται στο τελικό προϊόν; Για όλα τα άλλα είδη ασβέστη (ένυδρο, ασβεστοπολλτό, και υδραυλικούς ασβέστες) οι τιμές βασίζονται στο προϊόν μετά από την αφαίρεση της υγρασίας και του περιεχόμενου δεσμευμένου νερού.

^a Τιμές που δίδονται σε ποσοστά από τη μάζα

^b SO₃ περιεχόμενο πάνω από 3% και μέχρι το 7% είναι επιτρεπτό, εάν η πυκνότητα αποδειχθεί σε 28 ημέρες με νερό που χρησιμοποιήθηκε με βάση τη δοκιμή του ΕΛΟΤ EN 196-2.

^c MgO περιεχόμενο μέχρι 7% είναι αποδεκτό εάν περάσει τη δοκιμή πυκνότητας όπως δίδεται στο 5.3 ΕΛΟΤ EN 459-2:2002

Οι υδραυλικές άσβεστοι πρέπει επιπλέον να εμφανίζουν αντοχές (σε N/mm²) ως εξής (Πίνακας 2) :

Πίνακας 2. Θλιπτικές αντοχές υδραυλικών ασβέστων

Τύπος του οικοδομικού ασβέστη	Θλιπτική αντοχή N/mm ²	
	7 ημέρες	28 ημέρες
HL 2 και NHL 2		2 με 7
HL 3,5 και NHL 3,5	³ 1,5	3,5 με 10
HL 5 και NHL 5	³ 2	5 με 15 ¹⁾
¹ HL 5 και NHL 5 με φαινόμενη πυκνότητα μικρότερη από 0,90 kg/dm ³ , επιτρέπεται να έχει αντοχή μέχρι 20 N/mm ²		

Οι έλεγχοι των φυσικών ιδιοτήτων περιλαμβάνουν για μεν τον άσβηστο ασβέστη εξέταση της σταθερότητας όγκου, της αντιδραστικότητας, του φαινόμενου βάρους, ενώ για τις ενυδατωμένες μορφές επί πλέον απαιτείται η λεπτότητα, τα διάφορα τεστ με το νερό (συγκράτηση, διείδυση, απαίτηση) και ο περιεχόμενος αέρας.

Τέλος για τις υδραυλικές ασβέστους απαιτείται ο χρόνος πήξης. Οι τιμές και τα όρια των φυσικών ιδιοτήτων εμφανίζονται στους επόμενους πίνακες (Πίνακες 3 και 4).

Πίνακας 3. Φυσικές απαιτήσεις του άσβεστου ασβέστη

Τύπος του οικοδομικού ασβέστη	Σταθερότητα όγκου μετά το σβήσιμο ^{a)} σε σχέση με το 5.5.3 του ΕΛΟΤ EN 459-2 (2002 ^{b)})	Απόδοση σε σχέση με το 5.9 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002 ²⁾ dm ³ /10kg.
CL 90	Πέρασε	³ 26
CL 80		
CL 70		
DL 85	Πέρασε	-
DL 80	Πέρασε	-

a) Το σβήσιμο σύμφωνα με τις οδηγίες του παραγωγού του ασβέστη.
 b) Αυτές οι απαιτήσεις εφαρμόζονται στον οικοδομικό ασβέστη για κονιάματα τοιχοποιίας, και σοβαντίσματα.

Οι τιμές του πίνακα 4 αναφέρονται για διάφορα τεστ που περιγράφονται στο ΕΛΟΤ EN 459-2 του 2002. Περισσότερες επίσης λεπτομέρειες υπάρχουν και στο ΕΛΟΤ EN 459-1.

Πίνακας 4.

Τύπος οικοδομικού ασβέστη	Λεπτότητα ⁶	Περιεχόμενος ελεύθερος νερό ¹	Σταθερότητα όγκου ^{2,4}		Δοκιμές κονιάματος ⁵		Χρόνος πήξης ¹	
	Σε σχέση με το 5,2 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002	Σε σχέση με το 5.11 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002	Για οικοδομικούς ασβέστες εκτός από ασβεστοπολτούς και ενυδατωμένους δολομιτικούς ασβέστες ³	Για οικοδομικό ασβέστη και ενυδατωμένους Δολομιτικούς ασβέστες Σε σχέση με το 5.3.3	Διείσδυση	Περιεχόμενος αέρας	Αρχική	Τελική
% Συγκρατούμενο κ.β.	%	%	Αναφορική μέθοδος σε σχέση με το 5.3.2.1 του	Εναλλακτική μέθοδος σε σχέση με το 5.3.2.2	Σε σχέση με το 5.5 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002	Σε σχέση με το 5.7 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002	Σε σχέση με το 5.4 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002	
0,9mm 0,2mm	%	%	mm	Mm	mm	%	h	
CL 90	£ 7 £ 2	£ 2	£ 2	£ 20	Πέρασε	£ 12		
CL 80								
CL 70								
DL 85								
DL 80								
HL 2	£ 15 £ 5	£ 2	£ 2	£ 20	-	£ 20	>1	£ 15
HL 3,5								
HL 5								
NHL 2								
NHL 3,5								
0								
1								

- 1 Για ασβεστοπολτό το περιεχόμενο νερό είναι £ 70 % και ³ 45 %
- 2 Βλέπε 5.3 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002
- 3 Για υδραυλικούς ασβέστες και φυσικούς υδραυλικούς ασβέστες με SO₃ και περιεχόμενο περισσότερο από 3% και μέχρι 7%, η πυκνότητα δοκιμάζεται επιπροσθέτως σύμφωνα με το 5.3.2.3 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002
- 4 Επίσης οι ένυδροι ασβέστες του ασβεστίου, ασβεστόστοκοι και ενυδατωμένοι δολομιτικοί ασβέστες που περιέχουν κόκκους μεγαλύτερους των 02,mm θα πρέπει να είναι άρτιοι όταν δοκιμάζονται σύμφωνα με το 5.3.4 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002
- 5 Χρησιμοποιώντας σταθερό κόνιαμα σύμφωνα με το 5.5.1 του ΕΛΟΤ EN 459-2:2002
- 6 Όχι για ασβεστοπολτό
- 7 Η λεπτότητα και η περιεχόμενη υγρασία εφαρμόζεται στον οικοδομικό ασβέστη σε όλες τις χρήσεις. Η πυκνότητα, η διείσδυση, ο περιεχόμενος αέρας και ο χρόνος πήξης εφαρμόζονται όταν ο οικοδομικός ασβέστης προορίζεται για κόνιαμα τοιχοποιίας, σοβάτισμα και για «λάσπισμα» τοίχου.
 - e Δεν εφαρμόζεται για HL2 και NHL2

1.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

- Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά θεωρούμενα ως οι ελάχιστες ή οι μέγιστες τιμές των απαραίτητων ιδιοτήτων που πρέπει να καλύπτουν τα κονιάματα, αναφέρονται για κάθε κατηγορία, σε σχέση με τις μεθόδους δοκιμών, χωριστά, κυρίως στα πλαίσια της αντίστοιχης ανάπτυξης.

Οι ιδιότητες γενικά διακρίνονται σε ιδιότητες νωπού και σκληρυμένου κονιάματος.

Στο γενικό αυτό κεφάλαιο, αναφέρονται γενικές παρατηρήσεις ως προς τις ιδιότητες των κονιαμάτων, που επιβεβαιώνουν τον αναντικατάστατο ρόλο τους ως δομικό υλικό.

Αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου ότι στα κονιάματα, παράλληλα με τις αντοχές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλες σημαντικές τους ιδιότητες όπως η εργασιμότητα για τα νωπά κονιάματα και η πρόσφυση και η ανθεκτικότητα για τα σκληρυμένα, οι οποίες καθορίζουν την ποιότητα του κονιάματος και τα πεδία εφαρμογής του.

- Μηχανική αντοχή

Ιδιαίτερα όσον αφορά στην μηχανική αντοχή των κονιαμάτων δόμησης θα πρέπει να αναφερθεί ότι, σε αντίθεση με τα σκυροδέματα, δεν πρέπει να υπερτονίζεται η σημασία της. Στα κονιάματα δόμησης, όπως και σε άλλες κατηγορίες κονιαμάτων, η μηχανική αντοχή δεν είναι γενικά απαραίτητο να είναι μεγάλη και κατά κανόνα πρέπει να είναι μικρότερη από αυτή των δομικών στοιχείων με τα οποία χρησιμοποιείται. Αναφέρονται στην βιβλιογραφία πολλές περιπτώσεις όπου πολλές φορές στην προσπάθεια της επίτευξης των μεγαλύτερων δυνατών αντοχών, να δημιουργούνται τελικώς κατώτερης ποιότητας κονιάματα.

- Εργασιμότητα

Η εργασιμότητα είναι μία σύνθετη ιδιότητα και συντίθεται από την πλαστικότητα που είναι η ικανότητα να μορφοποιείται το κονίαμα χωρίς να χάνει την συνοχή του, την ρευστότητα και το αναπόμικτο που είναι η ικανότητα να διατηρεί την ομοιογένεια και να μην διαχωρίζεται σε στρώσεις διαφόρων συνθέσεων κατά την παραμονή του ή την μεταφορά του.

- Ανθεκτικότητα

Ανθεκτικότητα είναι η ικανότητα μιας κατασκευής να διατηρεί την αρχική της εμφάνιση, την αντοχή της και την ακεραιότητα της για πολλά χρόνια. Στην τοιχοποιία οι δύο πιο σημαντικές προϋποθέσεις για την εξασφάλιση της ανθεκτικότητας είναι μία αμετάβλητη σε διαστάσεις δομική μονάδα και ένα κονίαμα που να εξασφαλίζει μία μόνιμη και τέλεια πρόσφυση, καθιστώντας παράλληλα την όλη κατασκευή υδατοστεγή. Μία συνολική θεώρηση του θέματος της ανθεκτικότητας περιλαμβάνει μεταξύ άλλων αντιμετώπιση των θεμάτων της εξανθήσεως, της αυτογενούς αποκαταστάσεως μικρορωγμών, του περιεχομένου αέρα, του παγετού και της στεγανότητας.

- Πρόσφυση

Μεταξύ των διαφόρων παραγόντων που συντελούν στην δημιουργία μιας υγιούς τοιχοποιίας, η πρόσφυση μεταξύ του κονιάματος και των λοιπών στοιχείων της τοιχοποιίας, αναγνωρίζεται από όλους ως ο σημαντικότερος παράγοντας. Είναι προφανές ότι τοιχοποιίες που χαρακτηρίζονται από ισχυρή και ανθεκτική πρόσφυση, είναι ικανοποιητικά αδιαπέραστες από την υγρασία και επαρκώς ισχυρές για να ανθίστανται στις εξωτερικές καταπονήσεις από την πίεση του ανέμου και τις σεισμικές δονήσεις παράμετρο που ενδιαφέρει ιδιαίτερα την Ελλάδα, λόγω της αυξημένης σεισμικότητας που παρουσιάζει.

Η πρόσφυση μπορεί να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα μιας συνδυασμένης δράσης μηχανικής προσφύσεως και χημικής αντιδράσεως. Η μηχανική πρόσφυση επισυμβαίνει όταν ενυδατώνεται το συνδετικό υλικό προκειμένου να σχηματίσει πυριτικούς κρυστάλλους που εισχωρούν μέσα στις ρωγμές ή στα τριχοειδή κενά των τούβλων. Η χημική πρόσφυση λαμβάνει χώρα στην διεπιφάνεια κονιάματος και μονάδας τοιχοποιίας. Η άσβεστος σε ένα κονίαμα δημιουργεί περιβάλλον με pH περίπου 12.4 στο οποίο οι πυριτικές και οι ενώσεις του αργιλίου διαλύονται και αντιδρούν με τα ιόντα ασβεστίου του κονιάματος για να δώσουν κατάλληλα προϊόντα που κατά κάποιο τρόπο εμπλέκουν σε ένα ιδιαίτερα σταθερό δεσμό το κονίαμα και τα τούβλα μεταξύ τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

2.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1. Η μηχανική αντοχή των κονιαμάτων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες οι κυριότεροι των οποίων είναι :

- Η ποιότητα και κοκκομετρική σύνθεση της άμμου, όπου όταν η κοκκομετρική σύνθεση της οδηγεί στον περιορισμό του ποσοστού των κενών χώρων και επομένως του ποσοστού της κονιάς, λαμβάνονται ισχυρότερα κονιάματα.
- Το ποσοστό της κονιάς, όπου κονιάματα με μεγαλύτερο ποσοστό κονιάς είναι ανθεκτικότερα. Ο όρος αυτός ισχύει μέχρι το ποσοστό εκείνο που εξασφαλίζει την συμπλήρωση των κενών της άμμου.
- Το είδος της κονιάς. Η άσβεστος π.χ. χρησιμοποιείται στα διάφορα τσιμεντοκονιάματα, παρόλο που η αντοχή της μετά την σκλήρυνση είναι μικρότερη από εκείνη του τσιμέντου, καθόσον βελτιώνει μερικές βασικές την αύξηση της προσφύσεως του κονιάματος με τις μονάδες τοιχοποιίας καθώς και των παραγόντων που επηρεάζουν την αντοχή, έκταση και ανθεκτικότητα της προσφύσεως, iii) την αύξηση της στεγανότητας των τοιχοποιιών, iv) την αύξηση της πλαστικότητας και εργασιμότητας v) την εξασφάλιση της ικανότητας για αυτογενή αποκατάσταση μικρορωγμών και vi) την μείωση των εξανθημάτων των τοιχοποιιών
- Ο λόγος νερό/τσιμέντο. Ειδικά για τα τσιμεντοκονιάματα, η αντοχή τους αυξάνει (μέσα σε ορισμένα όρια) αντιστρόφως ανάλογα με τον λόγο N/T.
- Ο τρόπος παρασκευής και εφαρμογής του κονιάματος καθώς και οι συνθήκες που επικρατούν ή εξασφαλίζονται κατά την διάρκεια της πήξης ή της σκλήρυνσης
- Ο εγκλωβισμένος αέρας. Η αντοχή των κονιαμάτων μειώνεται σταθερά όσο η περιεκτικότητα σε εγκλωβισμένο αέρα αυξάνει.

Γενικώς η μείωση στην ικανότητα του κονιάματος για συγκράτηση νερού ή άμμου, αυξάνει παράλληλα με την αντοχή και τούτο ισχύει για όλα τα κονιάματα..

2. Οι ιδιότητες που συνθέτουν την εργασιμότητα και αναφέρθηκαν προηγουμένως, επηρεάζονται από διάφορους

παράγοντες με αλληλοσυγκρουόμενες επιδράσεις σε σημείο ώστε η βελτίωση της μιας ιδιότητας να συνεπάγεται επιδείνωση μιας άλλης. Αύξηση π.χ. του ποσοστού του νερού αυξάνει την ρευστότητα αλλά μειώνει το αναπόμικτο. Η ρευστότητα επηρεάζεται επίσης από το μέγεθος και το είδος των κόκκων του αδρανούς. Μεγαλύτερη αναλογία μεγάλων κόκκων, όπως και κόκκων με λεία και καμπύλη επιφάνεια αυξάνουν την ρευστότητα. Κατά κανόνα η πλαστικότητα του κονιάματος αυξάνεται σε συνάρτηση με το ποσοστό της. Η χρησιμοποίηση τέλους χημικών προσμίκτων, των οποίων η προσθήκη προβλέπεται από τους νέους κανονισμούς (ΕΛΟΤ EN 998-1 και ΕΛΟΤ 998-2), τροποποιεί, προς την κατεύθυνση που επιδιώκεται, την εργασιμότητα..

3. Το θέμα της πρόσφυσης τέλους είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο εάν κρίνει κανείς την πληθώρα των παραγόντων που επιδρούν σε αυτήν. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται μεταβλητές όπως:

- Ο τύπος του κονιάματος: Εργάσιμα, συγκράτηση υγρασίας, ρευστότητα, χαρακτηριστικά πήξης, περιεχόμενος αέρας, αντοχή, σταθερότητα όγκου κλπ
- Ο τύπος των στοιχείων που συνιστούν την τοιχοποιία : απορροφητικότητα, διαπερατότητα, χαρακτηριστικά επιφανείας κλπ
- Τεχνική δόμησης : Πλήρωση αρμών, βαθμός πίεσης που ασκείται στα δομικά στοιχεία, τύπος και μορφή εργαλείων κλπ.

Τα προβλήματα που απαντώνται στα κονιάματα σχετίζονται σε μικρό ή μεγαλύτερο βαθμό με την κατηγορία του κονιάματος. Μία γενική θεώρηση περιλαμβάνει τα εξής προβλήματα :

Η εξάνθηση των τοιχοποιιών

Η εξάνθηση των τοιχοποιιών εμφανίζεται ως μία λευκή επικάλυψη ή λεπτός αφρός που καλύπτει τις εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων των οικοδομών. Αν και ορισμένες μορφές εξανθήσεως έχουν προσωρινό χαρακτήρα και διαρκούν για σύντομο χρονικό διάστημα, υπάρχει μία μόνιμη μορφή η οποία είναι πιθανό μετά από μία βροχή να εξαφανίζεται προσωρινά, αλλά με την πάροδο των ετών συνεχώς εμφανίζεται δημιουργώντας προβλήματα καθόσον εκτός του ότι καταστρέφει την όλη εμφάνιση και την αισθητική της κατασκευής, συχνά με την πάροδο του χρόνου

προκαλεί την αποσύνθεση του κονιάματος και την χαλάρωση των μονάδων τοιχοποιίας.

Η μόνιμη αυτή μορφή είναι η περισσότερο ολέθρια επειδή συμβαίνει στο εσωτερικό του τοίχου και δεν γίνεται αντιληπτή από την αρχή. Είναι συχνότερη στις περιπτώσεις πυκνών κονιαμάτων και πλίνθων στις οποίες η πρόσφυση έχει διασπασθεί στην επιφάνεια επαφής κονιάματος και πλίνθου. Το νερό της βροχής διεισδύει μέσα από τις ρωγμές, αλλά μετά τη διαβροχή η τοιχοποιία του τύπου αυτού παρουσιάζει αντίσταση στο στέγνωμα επειδή το νερό ευρίσκεται εγκλωβισμένο και δεν μπορεί να εξατμισθεί όπως θα συνέβαινε στην περίπτωση που τα τούβλα ήταν πορώδη. Η κατακρατούμενη αυτή υγρασία, προσελκύει και στη συνέχεια διαλύει διάφορα θειικά άλατα (του καλίου και του νατρίου κυρίως), τα οποία είναι διαλυτά και συνήθως συγκεντρώνονται στις υγρές αυτές περιοχές. Τα άλατα αυτά επιδρούν χημικά στην επιφάνεια της τοιχοποιίας ενώ παράλληλα επισπεύδουν την αποσύνθεση του κονιάματος. Η εξάνθηση που προκαλείται από άλλα διαλυτά άλατα και άλλες αδιάλυτες ουσίες όπως το ανθρακικό ασβέστιο, επιφέρει μικρότερης έκτασης προβλήματα που είναι προσωρινής και όχι μόνιμης φύσεως.

Από τις βασικότερες αιτίες για την δημιουργία εξανθημάτων είναι:

1. Ο λανθασμένος σχεδιασμός και η κακότεχνη κατασκευή (παράλειψη προστασίας, ατελής πλήρωση αρμών και ρωγμών κονιάματος, μη χρησιμοποίηση μονωτικής στρώσεως, ύπαρξη ελαττωματικών στομιών υδρορροών κλπ)

2. Η κακή επιλογή των μονάδων της τοιχοποιίας, ιδίως όταν τα τούβλα είναι αργιλικής προελεύσεως

3. Η κακή επιλογή των υλικών των κονιαμάτων και ιδίως όταν τα χρησιμοποιούμενα τσιμέντα δεν είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκάλια

4. Οι συνθήκες περιβάλλοντος και κυρίως αφ ενός μεν η ύπαρξη βροχοπτώσεων και αφ ετέρου δε η αυξημένη παρουσία καπνού, SO_2 , και H_2S στα βιομηχανικά αέρια.

✚ Η δημιουργία πεταλίδων (pitting and popping)

Το φαινόμενο pitting και popping είναι πρόβλημα που οφείλεται στις ασβέστους που χρησιμοποιούνται στα επιχρίσματα αν και τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται με μικρότερη ένταση. Οι απαιτήσεις για λεπτόκοκκο υλικό (+200: 15% max) που τίθενται για τους τύπους N και S της υδρασβέστου κατά ASTM έχουν ως

σκοπό να ελαχιστοποιήσουν την εμφάνιση των pits και pops. Είναι προφανές ότι όταν το $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ευρίσκεται σε μορφή πολτού, όπως συμβαίνει στο 95% των περιπτώσεων στην Ελλάδα, ο κίνδυνος από τα pittings και poppings λόγω κοκκομετρίας στην ουσία είναι ανύπαρκτος λόγω του γεγονότος ότι το $\text{Ca}(\text{OH})_2$ είναι σε κολλοειδείς διαστάσεις. Αντιθέτως στην υδράσβεστο λόγω του κινδύνου να υπάρχουν άσβεστοι κόκκοι CaCO_3 το πρόβλημα είναι εντονότερο.

Ως pits ή φαινόμενο pitting θεωρούνται πολύ μικρές σχεδόν αθέατες τρύπες που έχουν αισθητική επίπτωση στην επιφάνεια του κονιάματος και προκαλούνται περισσότερο από τα μεγαλύτερου μεγέθους σωματίδια (+30 mesh), που κυρίως συνίστανται από SiO_2 ή άψητα CaCO_3 και που είναι ασυμβίβαστα με λεπτομερώς αλεσμένη υδράσβεστο. Τα μεγάλα σωματίδια εξασκούν πίεση και σκάνε με ένα κρότο (pop) από την επιφάνεια του κονιάματος. Αν και έχει ελαχιστοποιηθεί το φαινόμενο εντούτοις περιοδικά συμβαίνει και ως εκ τούτου οι προδιαγραφές των ΗΠΑ για την υδράσβεστο που χρησιμοποιείται σε επιχρίσματα περιλαμβάνουν σχετικό test που πρέπει να καλύπτουν οι υδράσβεστοι αυτοί.

✚ Ρηγματώσεις

Έχει παρατηρηθεί ότι τα κονιάματα (ιδίως τα δόμησης και επιχρισμάτων) ενίοτε παρουσιάζουν ατέλειες με μορφή κυρίως α) μικρορωγμών που οφείλονται σε μικροκαθιζήσεις ή μετακινήσεις της τοιχοποιίας και ευρίσκονται μέσα στη μάζα του κονιάματος και β) μικρών κενών και ανωμαλιών στην επιφάνεια επαφής κονιάματος και πλίνθων. Οι ρηγματώσεις αυτές είναι δυνατόν να συμβούν κατά την διάρκεια της αρχικής σκληρύνσεως ως αποτέλεσμα της συρρικνώσεως και συμπυκνώσεως του κονιάματος είτε μετά την σκλήρυνση είτε λόγω διαφορετικού συντελεστή θερμικής διαστολής των επιμέρους στοιχείων της τοιχοποιίας είτε λόγω αλληπαλλήλων μεταλλαγών στον όγκο τους (ύγρανση, ξήρανση), ακόμα και λόγω μετακινήσεως του τοίχου.

Στην επιλογή των κονιών που θα συνθέσουν ένα κονίαμα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η άσβεστος έχει την ικανότητα να αποκαθιστά μόνη της τυχόν μικροελαττώματα ή ζημιές στη μάζα της. Αυτό γίνεται καθώς CO_2 από την ατμόσφαιρα αντιδρά χημικά με την άσβεστο σχηματίζοντας CaCO_3 . Το νερό της βροχής που απορροφάται από το κονίαμα διαλύει απειροελάχιστες ποσότητες μη δεσμευμένης ασβέστου (υδροξείδιο του ασβεστίου), που διεισδύει στη ρωγμή ή το κενό και σύντομα στερεοποιείται και εναποτίθεται ως ίζημα που γεμίζει αυτά τα μικροσκοπικά τριχοειδή

κενά. Έτσι σχηματίζεται μία συμπαγής και αδιαπέραστη μάζα κονιάματος και μια ακόμα πιο ισχυρή πρόσφυση μεταξύ πλίνθων και κονιάματος.

2.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

✚ Μεταφορά και Αποθήκευση Υλικών

- α. Η υδράσβεστος θα πρέπει να προσκομίζεται μέσα σε σφραγισμένους σάκους ή ξύλινα κιβώτια και θα αποθηκεύεται συσκευασμένη σε στεγασμένους, απόλυτα ξηρούς χώρους. Οι συσκευασίες θα φέρουν τη σφραγίδα του εργοστασίου παραγωγής του υλικού.
- β. Η άμμος, κατά την αποθήκευση της στο εργοτάξιο πρέπει να προστατεύεται από διάφορες ουσίες, οι οποίες είναι δυνατό να προκαλέσουν τη ρύπανσή της.
- γ. Η αποθήκευση του τσιμέντου στο εργοτάξιο γίνεται σε ειδικές δεξαμενές (silo). Στην περίπτωση που δεν διατίθενται οι δεξαμενές, το τσιμέντο μεταφέρεται σε σφραγισμένους χάρτινους σάκους και αποθηκεύεται σε κλειστούς, καλά αεριζόμενους χώρους προστατευμένους από την υγρασία και τις καιρικές συνθήκες, πάνω σε ξύλινες, υπερυψωμένες κατά 30 cm από το έδαφος, πλατφόρμες με ύψος στοίβαξης το πολύ 8 σάκους. Ο Ανάδοχος υποχρεούται να αποθηκεύει ξεχωριστά τις παραλαμβανόμενες ποσότητες τσιμέντου, ώστε να είναι δυνατή η δειγματοληψία ανά πάσα στιγμή.
- δ. Το έτοιμο κονίαμα μεταφέρεται σε σχετικώς ψυχρά δοχεία και δεν εκτίθεται άμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία. Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι τα μεταλλικά καρτσάκια, δοχεία και λοιπά μέσα για τη μεταφορά και χρήση του κονιάματος είναι σχετικώς ψυχρά.

✚ Προστασία

- α. Στην περίπτωση που η εξωτερική θερμοκρασία είναι πάνω από 37°C και το ποσοστό σχετικής υγρασίας κάτω από 50%, όλα τα υλικά θα προστατεύονται και θα σκιάζονται από την απευθείας έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία.
- β. Στην περίπτωση που η εξωτερική θερμοκρασία είναι κάτω από 4°C, ο Ανάδοχος υποβάλλει προτάσεις προστασίας των υλικών υπό συνθήκες παγετού προς έγκριση στην Υπηρεσία. Τα μέτρα προστασίας που πρέπει να λαμβάνονται γενικά είναι τα ακόλουθα:
 - Σε θερμοκρασίες κάτω από 4°C η άμμος ή το νερό του κονιάματος θα θερμαίνονται, ώστε το παραγόμενο κονίαμα να έχει θερμοκρασία 4°C - 40°C. Η θερμοκρασία του κονιάματος θα διατηρείται πάνω από τον παγετό για τουλάχιστον 48 ώρες μετά τη χρήση του στην κατασκευή.
 - Απαγορεύεται η χρήση υλικών που έχουν προσβληθεί από παγετό.

- Σβήσιμο Ασβέστη
 - α. Στην περίπτωση που το σβήσιμο του ασβέστη γίνεται στο χώρο του έργου, θα πρέπει ο ασβέστης να είναι καλά ψημένος, καθόλου αλλοιωμένος από τον αέρα, τις βροχές και την υγρασία, όχι κονιοποιημένος, παχύς και τέτοιος, ώστε να δίνει πολτό σε κανονική σύσταση.
 - β. Ο ασβέστης πρέπει να σβήνεται αμέσως μόλις προσκομισθεί στο εργοτάξιο, αλλιώς πρέπει να αποθηκεύεται σε κλειστούς χώρους καλά αεριζόμενους και όχι υγρούς. Ο ασβέστης πρέπει μετά το σβήσιμο να παραμένει στον ασβεστόλακκο και να καλύπτεται εντελώς από το νερό του σβησίματος.
 - γ. Η ανάδευση του μίγματος ασβέστη και νερού μέσα στο κιβώτιο σβέσης, γίνεται αφού τελειώσει ο κοχλασμός που παράγεται από την ένωση των δύο αυτών υλικών και διαρκεί μέχρι το μίγμα να μεταβληθεί σε υδαρή πολτό, οπότε προστίθεται το επιπλέον νερό για τη μετατροπή του πολτού σε γαλάκτωμα. Η οπή, μέσα από την οποία ρέει το γαλάκτωμα στον ασβεστόλακκο, φέρει μόνιμο συρμάτινο διάφραγμα, για να συγκρατεί τα αδιάλυτα στοιχεία του ασβέστη που υπάρχουν στο κιβώτιο. Τα υπολείμματα αυτά πρέπει ν' απομακρύνονται πριν ξαναχρησιμοποιηθεί το κιβώτιο για νέο σβήσιμο.
 - δ. Ο ασβεστόλακκος διανοίγεται σε αδιαπέρατο έδαφος, γιατί η μεγάλη απορροφητικότητα δημιουργεί κίνδυνο ξήρανσης του φυράματος. Η ωρίμανση («σίτεμα») πρέπει να διαρκεί τουλάχιστον 15 ημέρες και θεωρείται ότι είναι επαρκής, όταν στην επιφάνεια του φυράματος σχηματισθούν ραγάδες ανοίγματος δακτύλου. Στην περίπτωση που ο ασβέστης πρόκειται να χρησιμοποιηθεί μετά από πολλές ημέρες από την ωρίμανσή του, προστατεύεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα μέσα στον ασβεστόλακκο με στρώμα άμμου που διατηρείται συνεχώς υγρή. Η χρήση πολτού ασβέστη θα πρέπει να γίνεται όχι νωρίτερα από 15 ημέρες από το σβήσιμο.
 - ε. Το νερό που χρησιμοποιείται για το σβήσιμο του ασβέστη είναι καθαρό, πόσιμο και απαλλαγμένο από διοξειδίο του άνθρακα ή διαλυμένα άλατα.

- Γενικές Απαιτήσεις

- α. Εφόσον το κονίαμα προέρχεται έτοιμο από βιομηχανία, πρέπει να ακολουθηθούν οι οδηγίες χρήσης του (π.χ. οδηγίες για την ποσότητα τσιμέντου και νερού που πρέπει να προστεθεί στο εργοτάξιο, του πρόσμικτου που ενδεχομένως πρέπει να προστεθεί σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του κατασκευαστή για την προοριζόμενη χρήση κτλ).
- β. Τα πρόσμικτα δεν πρέπει να μειώνουν την αντοχή των κονιαμάτων και δεν πρέπει να έχουν επιπτώσεις στην αντοχή των υλικών και των κατασκευών που έρχονται σε επαφή (προσωρινή ή μόνιμη). Την ευθύνη για τυχόν βλάβες που μπορεί να προξενήσουν, φέρει αποκλειστικά ο Ανάδοχος της κατασκευής ακόμη και αν τα πρόσμικτα έχουν εγκριθεί από την Υπηρεσία. Πριν τη χρήση των εγκεκριμένων πρόσμικτων, ο Ανάδοχος παρασκευάζει δείγματα κονιαμάτων σε ποσότητες, που θα

υποδεικνύει η Υπηρεσία. Η παρασκευή των δειγμάτων θα γίνεται 6 - 8 εβδομάδες πριν τη χρήση του κονιάματος στο έργο. Οι μέθοδοι δοκιμών για τα πρόσμικτα κονιαμάτων περιγράφονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 480, ενώ οι μέθοδοι δειγματοληψίας περιγράφονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 934.

- γ. Ειδικά όταν πρόκειται περί τσιμεντοκονιαμάτων, τα κονιάματα πρέπει να χρησιμοποιούνται αμέσως μετά την παρασκευή τους, γι' αυτό και θα παρασκευάζονται πάντοτε σε ποσότητες τέτοιες, ώστε να μην ξηραίνονται πριν από τη χρήση τους. Κονίαμα που έχει σκληρυνθεί τόσο, ώστε να μην μπορεί να επανέλθει στην κανονική του κατάσταση, μόνο με κατεργασία και χωρίς προσθήκη νερού, απορρίπτεται. Ο τρόπος επεξεργασίας των μερικώς σκληρυμένων μιγμάτων για την απόκτηση της επιθυμητής πλαστικότητας καθορίζεται από την Υπηρεσία. Οι μέγιστοι χρόνοι μεταξύ παρασκευής και χρήσης ανάλογα με το είδος του κονιάματος για εσωτερικούς χώρους είναι οι ακόλουθοι, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από την Υπηρεσία:

- για ασβεστοκονίαμα με πολτό ασβέστη 3,5 h
- για ασβεστοκονίαμα με υδράσβεστο 5 h
- για κονιάματα με τσιμέντο 2,5 h.

· Αναλογίες

- α. Οι Αναλογίες των υλικών των κονιαμάτων πρέπει να τηρούνται αυστηρά και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά δοχεία τυπικών διαστάσεων και ανάλογα του προορισμού των. Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν καθορίζονται οι αναλογίες στα υπόλοιπα Συμβατικά Τεύχη, ο Ανάδοχος θα τηρεί τις οδηγίες της Υπηρεσίας.
- β. Οι συνήθεις αναλογίες κονιαμάτων αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 5. Αναλογίες Κονιαμάτων

#	Είδος Κονιάματος	Τσιμέντο [kg/m ³]	Ασβέστης (κατ' όγκο)	Άμμος (κατ' όγκο)
1	2	3	4	5
1	Ασβεστοκονίαμα 1:2	-	0,42	0,84
2	Ασβεστοκονίαμα 1:2,5	-	0,36	0,90
3	Ασβεστοκονίαμα 1:3	-	0,32	0,96
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 1:2	150	0,42	0,84
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 1:2,5	300	0,36	0,90
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 1:3	450	0,32	0,96

#	Είδος Κονιάματος	Τσιμέντο [kg/m ³]	Ασβέστης (κατ' όγκο)	Άμμος (κατ' όγκο)
1	2	3	4	5
7	Τσιμεντοκονίαμα 350	350	0,10	1,12
8	Τσιμεντοκονίαμα 400	450	0,10	1,06
9	Τσιμεντοκονίαμα 600	600	0,10	1,00

Πηγή: «Δομική Τεχνολογία, Υλικά & Εφαρμογές», Σ.Κ. Κούκης

- γ. Δεν επιτρέπονται αποκλίσεις στις αναλογίες των υλικών, χωρίς προηγουμένως να έχουν διεξαχθεί επιπλέον έλεγχοι και να έχουν προσκομιστεί οι απαραίτητες εγκρίσεις.
 - δ. Το κονίαμα που χρησιμοποιείται στη δόμηση τοιχοποιιών και στα επιχρίσματα είναι τουλάχιστον 350 kg - 400 kg ανά m³ κονιάματος. Για τις εξωτερικές αρμολογήσεις χρησιμοποιούνται ασβεστοτσιμεντοκονιάματα που περιέχουν τουλάχιστον 450 kg τσιμέντου ανά m³ κονιάματος.
 - ε. Δεν επιτρέπεται η χρήση φτυαριών για τη μέτρηση των απαιτούμενων ποσοτήτων.
- Ανάμιξη
 - α. Το κονίαμα θα παρασκευάζεται με μηχανικό αναμικτήρα ανάλογα με την απαιτούμενη ποσότητα. Η ανάμιξη θα διαρκεί επαρκές χρονικό διάστημα, ώστε το μίγμα που προκύπτει κάθε φορά, να έχει ομοιογένεια σε όλη του τη μάζα. Πρακτική ένδειξη της ομοιογένειας του μίγματος είναι η ομοιομορφία του χρώματος του. Ο χρόνος πρόσμιξης των υλικών στον αναμικτήρα μετά την προσθήκη όλων των υλικών (μαζί με το νερό), δεν πρέπει να είναι λιγότερος από 5 λεπτά. Πρέπει πάντως να αποφεύγεται η υπερβολική ανάδευση.
 - β. Ο αναμικτήρας πρέπει να είναι διακριβωμένος και να ρυθμίζει ομοιόμορφα και με ακρίβεια την παρεχόμενη ποσότητα νερού.
 - γ. Η ανάμιξη δεν θα επαναλαμβάνεται παρά μόνο στις περιπτώσεις που επιτρέπεται από τον κατασκευαστή. Τα τσιμεντοκονιάματα χρησιμοποιούνται εντός 2,5 h από την ανάμιξη. Τα ξηραμένα τσιμεντοκονιάματα κρίνονται απορριπτέα και δεν χρησιμοποιούνται σε καμία περίπτωση (ούτε με προσθήκη νερού και νέα ανάμιξη).
 - δ. Στην περίπτωση που η συνδετική ύλη είναι σε μορφή σκόνης (τσιμέντο, σκόνη υδρασβέστου κτλ), προηγείται η ανάμιξή της σε ξηρή κατάσταση με το αδρανές υλικό και μετά θα γίνεται η ανάμιξη με βαθμιαία προσθήκη νερού.
 - ε. Όταν πρόκειται για ασβεστοκονιάματα ενισχυμένα με τσιμέντο, το τσιμέντο αναμιγνύεται σε ξηρή κατάσταση με την άμμο, και το κονίαμα παρασκευάζεται με προσθήκη στο μίγμα πολτού ασβέστη σε υδαρή μορφή.

- στ. Η προσθήκη στο κονίαμα συνδετικού υλικού σε μικρότερη ποσότητα από την προδιαγεγραμμένη, προκαλεί φθορές όπως μείωση αντοχής, δημιουργία ρωγμών κτλ, ενώ η προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας προκαλεί ρηγματώσεις από υπερβολική συστολή ξήρανσης κτλ.
- ζ. Η προσθήκη στο κονίαμα πολύ μικρότερης αναλογίας νερού προκαλεί αποσάθρωση ή αποκόλληση του επιχρίσματος, το δε αντίθετο, εμφάνιση τριχοειδών ρωγμών, σημαντική μείωση της αντοχής και της στεγανότητας του κτλ. Γενική αρχή είναι ότι στα κονιάματα πρέπει να προστίθεται λιγότερο, παρά περισσότερο από το απαιτούμενο συνολικά νερό και αυτό γιατί:
- Όταν η ποσότητα του νερού είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, το κονίαμα παρουσιάζει φθορές με πιθανότητα να επιδεινωθούν με την πάροδο του χρόνου.
 - Η τυχόν έλλειψη ρευστότητάς του έχει περιθώριο να διορθωθεί με την προσθήκη νερού μέχρι την επιτρεπόμενη αναλογία.
 - Στην περίπτωση που το κονίαμα έχει αυξημένη ρευστότητα η διόρθωση είναι δυσκολότερη, γιατί πρέπει να προστεθεί στο κονίαμα ποσότητα απ' όλα τα υλικά στην κατάλληλη αναλογία.
- η. Με ιδιαίτερη προσοχή ελέγχεται η ανάμιξη των αδρανών καθώς και η πήξη του κονιάματος, έτσι ώστε να εντοπίζεται εγκαίρως η ανάγκη χρήσης επιταχυντή.
- θ. Δεν επιτρέπεται η χρήση κονιάματος στις ακόλουθες περιπτώσεις:
- αν αρχίζει να χάνει τη ρευστότητα του (αρχίζει να πήζει)
 - αν έχουν περάσει οι χρονικοί περιορισμοί της παραγράφου «Γενικές απαιτήσεις» του παρόντος, ακόμα και αν δεν έχει πήξει
 - αν κατά την κατασκευή το επίχρισμα πέσει στο δάπεδο
 - αν το κονίαμα περιέχει ορατά κομμάτια ασβέστη
 - αν τα υλικά του κονιάματος (τσιμέντο, ασβέστης, άμμος) δεν πληρούν τις προδιαγραφές.

2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ

- α. Κάθε φορτίο έτοιμου βιομηχανικού κονιάματος που προσκομίζεται στο Εργοτάξιο πρέπει να συνοδεύεται από το σχετικό δελτίο αποστολής στο οποίο αναγράφονται: η κατηγορία κονιάματος, οι αναλογίες ανάμιξης, το είδος του συνδετικού υλικού, η ποιότητα και ποσότητα των προσμίκτων και οι οδηγίες χρήσης του. Τα φορτία των κονιών (τσιμέντα, ασβέστης) απορρίπτονται από την Υπηρεσία και αντικαθίστανται με δαπάνες του Αναδόχου στις ακόλουθες περιπτώσεις:
- όταν δεν πληρούν τις προδιαγραφές
 - όταν οι συσκευασίες των υλικών έχουν υποστεί φθορές ή έχουν ρωγμές
 - όταν φορτία που προσκομίζονται σε σάκους έχουν αποκτήσει ανομοιόμορφη κατανομή πυκνότητας ή έχουν ημισκληρυνθεί (λόγω υγρασίας)
- β. Ο πολτός ασβέστη δεν πρέπει να περιέχει θρόμβους, μικρούς λίθους (άψητα, άμμο ή άλλες αδρανείς ουσίες). Ειδικά όταν ο ασβέστης προορίζεται για την κατασκευή επιχρισμάτων, δεν επιτρέπεται να προέρχεται από το κατώτερο στρώμα του πολτού του ασβεστόλακκου (ως κατώτερο στρώμα νοείται το στρώμα με πάχος 10 cm από τον πυθμένα).
- γ. Ο Ανάδοχος έχει την υποχρέωση να εκτελεί με δικές του δαπάνες δειγματοληπτικό έλεγχο για κάθε ποσότητα 1 t άνυδρης ασβέστου, 5 t τσιμέντου και 100 m³ άμμου, που προορίζεται για την παρασκευή κονιαμάτων, με σκοπό την εξακρίβωση των ιδιοτήτων τους. Η δειγματοληψία γίνεται με τη μέθοδο της τεταρτοδιαίρεσεως. Οι απαιτούμενες εργαστηριακές δοκιμές γίνονται σε εργαστήριο αναγνωρισμένο και εγκεκριμένο από την Υπηρεσία και θα γίνονται κατά τις οδηγίες του ΚΕΔΕ και τα αντίστοιχα πρότυπα (για το τσιμέντο ΕΛΟΤ EN 196, για τον ασβέστη ΕΛΟΤ EN 459, για τα αδρανή βλ. παράγραφο «Άμμος»). Η Υπηρεσία έχει δικαίωμα να απαιτήσει από τον Ανάδοχο μελέτη κοκκομετρικής σύνθεσης κονιαμάτων, προκειμένου να εξασφαλισθούν οι επιθυμητές αντοχές και να είναι εφικτός ο δειγματοληπτικός έλεγχος κατά τα ισχύοντα πρότυπα.
- δ. Ποσότητα τσιμέντου που κατά την προσκόμιση έχει ανομοιόμορφη κατανομή πυκνότητας (έχει σβωλιάσει) απορρίπτεται. Η Υπηρεσία δικαιούται να λαμβάνει δείγματα από κάθε παρτίδα τσιμέντου που έρχεται στο εργοτάξιο και να διεξάγει δοκιμές σε αναγνωρισμένο εργαστήριο. Αν από τις ενδείξεις των δοκιμών προκύψει ότι το τσιμέντο δεν εκπληρώνει τους όρους του ισχύοντος Κανονισμού ή / και τους όρους του παρόντος και των υπόλοιπων Συμβατικών Τευχών, η ποσότητα που αντιπροσωπεύεται από το δείγμα απορρίπτεται και απομακρύνεται από το εργοτάξιο.
- ε. Διευκρινίζεται ότι η μη άσκηση ελέγχου ή η τυχόν διάγνωση ελαττωμάτων από έλεγχο που έχει γίνει ή και η προσωρινή αποδοχή υλικών που προσκομίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν, δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από την υποχρέωση του να αποκαλύψει τα κρυμμένα μέρη

των διαφόρων τμημάτων των έτοιμων εργασιών και να καθαιρέσει ή να ανακατασκευάσει τμήματα του έργου, για την κατασκευή των οποίων διαπιστωθεί, ότι έγινε χρήση αδόκιμων υλικών. Επίσης δεν τον απαλλάσσει από την ευθύνη για την ποιότητα και το δόκιμο των υλικών και των εργασιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΠΙΧΡΗΣΜΑΤΑ

3.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

- α. Αναφερόμαστε σε εργασίες εσωτερικών και εξωτερικών επιχρισμάτων και γυψοκονιαμάτων επί επιφανειών τοιχοποιίας ή δομικών στοιχείων από σκυρόδεμα.
- β. Ως «επίχρισμα» νοείται η επένδυση μιας όψης με κονίαμα. Οι εργασίες επιχρισμάτων που θα αναφερθούμε είναι οι ακόλουθες:
 1. πεταχτά επιχρίσματα
 2. σαγρέ επιχρίσματα
 3. εσωτερικά τριπτά επιχρίσματα μαρμαροκονίας
 4. τριπτά τσιμεντοκονιάματα ή τσιμεντοασβεστοκονιάματα
 5. εξωτερικά επιχρίσματα μαρμαροτσιμεντοκονίας
 6. επιχρίσματα τσιμεντοκονίας τριπτά ή πατητά 600 kg τσιμέντου
 7. επιχρίσματα επί μεταλλικού πλέγματος
 8. επιχρίσματα με γυψοκονιάματα
 9. θερμομονωτικά επιχρίσματα
 10. ειδικά, έτοιμα, βιομηχανικά επιχρίσματα

3.2 ΥΛΙΚΑ

Γενικά

- α. Οι προδιαγραφές των υλικών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή κονιαμάτων για επιχρίσεις αναφέρονται στο άρθρο «Κονιάματα» και συμπληρώνονται από τα αναφερόμενα στο παρόν άρθρο.
- β. Τα αδρανή υλικά δεν θα περιέχουν ουσίες που είναι δυνατόν να μειώσουν την εμφάνιση ή τον προορισμό του επιχρίσματος και τα άλλα ενσωματωμένα υλικά. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην κοκκομετρική σύνθεση των αδρανών, την οποία θα υποβάλλει ο Ανάδοχος για κάθε είδος κονιάματος προς έγκριση.
- γ. Ο ασβέστης των επιχρισμάτων πρέπει να είναι παχύς ή τουλάχιστον μέτρια παχύς (ποσοστό σε υδράσβεστο τουλάχιστον 80%). Ένδειξη του πάχους είναι η απόχρωση του. Όσο λευκότερος είναι ο πολτός, τόσο παχύτερος είναι. Κατά κανόνα ο παχύς ασβέστης (ποσοστό υδράσβεστου πάνω από 90%), πρέπει να αναμιγνύεται με καλά κοκκομετρημένη άμμο.

Μεταφορά και Αποθήκευση

- α. Όλα τα υλικά θα προστατεύονται έναντι της θερμότητας, βροχής και μόλυνσης από ξένα σώματα και θα αποθηκεύονται σύμφωνα και με τις οδηγίες της Υπηρεσίας. Τα μεταλλικά αντικείμενα θα καλύπτονται μέχρι τη χρήση τους.
- β. Τα υλικά χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη χρονική σειρά παραλαβής, (δηλαδή χρησιμοποιούνται πρώτα τα υλικά των παλαιότερων παραλαβών).

Γύψος

Η γύψος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο φρέσκια, καθαρή, καλά κονιοποιημένη και μαλακή στην αφή. Δεν θα χρησιμοποιείται γύψος παλαιότερη των 3 μηνών. Αναμειγνυόμενη με νερό πρέπει να στερεοποιείται μέσα σε ελάχιστα λεπτά. Στο γυψοκονίαμα προστίθεται ασβέστης ή κόλλα με σκοπό την καθυστέρηση της πήξης του. Απαγορεύεται η χρήση ακόμη και ελάχιστης γύψου στα εξωτερικά επιχρίσματα ή για τη στερέωση και τον εγκιβωτισμό μεταλλικών στοιχείων. Για τη γύψο που χρησιμοποιείται στα κονιάματα ισχύει το πρότυπο ΕΛΟΤ 783 ενώ για τους ορισμούς, τις απαιτήσεις και τις μεθόδους δοκιμών των γυψοκονιαμάτων το DIN 13279.

Μαρμαροκονία

Η μαρμαροκονία θα προέρχεται από καθαρό μάρμαρο, θα είναι της καλύτερης ποιότητας, λευκή, αμιγής απαλλαγμένη ξένων ουσιών και ανάλογα

με τον προορισμό της λεπτόκοκκη (τελείως κονιοποιημένη) ή χονδρόκοκκη (ρύζι) N^ο 1 - 3. Σε καμία περίπτωση όμως δεν θα είναι «πούδρα». Θα είναι επίσης καλά λειοτριμμένη.

Χρωστικές Ουσίες

Οι χρωστικές ουσίες που προστίθενται στα κονιάματα επιχρισμάτων πρέπει να είναι λειοτριμμένες, να μην διαλύονται στο νερό, να μην επηρεάζονται από τα αλκάλια και να μην επιδρούν στις συνδετικές ουσίες του κονιάματος. Η ανάμιξη χρωστικών ουσιών στα κονιάματα γίνεται πριν τη διαβροχή τους. Στα επιχρίσματα που περιέχουν πολτό ασβέστη, η χρωστική ουσία ανακατεύεται με τα υλικά του κονιάματος πριν από αυτόν.

Στεγανωτικά Μάζας

- α. Τα στεγανωτικά μάζας είναι πρόσθετα μονωτικά υλικά σε μορφή σκόνης ή σε υγρή μορφή. Όταν προστίθενται στα κονιάματα επιχρισμάτων, τους προσδίδουν στεγανωτικές ιδιότητες, οι οποίες εξαρτώνται από το προστιθέμενο υλικό, από το ποσοστό ανάμιξης στο κονίαμα και από τον τρόπο ανάμιξης του με τα συστατικά του κονιάματος.
- β. Ο Ανάδοχος υποχρεούται, πριν από την χρήση στεγανωτικού μάζας, να υποβάλλει προς έλεγχο και έγκριση στην Υπηρεσία τις οδηγίες χρήσης και τα πιστοποιητικά ποιότητας του υλικού. Διαφορετικά, η Υπηρεσία δικαιούται να μην επιτρέψει τη χρήση του και να επιβάλλει την αντικατάστασή του.

3.3 ΥΛΙΚΑ - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Προδιαγραφές

- α. Ο Ανάδοχος αναλαμβάνει, εφόσον απαιτείται, την τμηματική ή συνεχή εκτέλεση της εργασίας κατά τις οδηγίες της Υπηρεσίας και είναι υποχρεωμένος να διαθέτει όλον τον απαιτούμενο εξοπλισμό και υλικά έγκαιρα για την εμπρόθεσμη και έντεχνη εκτέλεση των εργασιών. Προτού χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε μηχανικός εξοπλισμός για εργασίες επιχρίσματος, θα πρέπει να εξασφαλισθεί η έγκριση της Υπηρεσίας.
- β. Τα ικριώματα που χρησιμοποιούνται για τις επιχρίσεις (σταθερά ή κινητά) δεν θα έρχονται σε επαφή με τις προς επίχριση επιφάνειες, και δεν θα στερεώνονται στα τοιχώματα με εγκάρσιες δοκίδες (τρυπτόξυλα). Θα είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις για την ασφάλεια του εργατοτεχνικού προσωπικού. Τα ικριώματα για τα εσωτερικά επιχρίσματα μπορεί να είναι κινητά. Για τα εξωτερικά επιχρίσματα τα ικριώματα θα στερεώνονται στην κατασκευή μέσω των υπάρχοντων παραθύρων, θυρών κτλ αλλά με τη χρήση ορθοστατών που τοποθετούνται εσωτερικά στην κατάλληλη πυκνότητα και σφηνώνονται μεταξύ οροφής και δαπέδου.
- γ. Μετά το τελείωμα των εργασιών επιχρισμάτων όλοι οι χώροι και ο εξοπλισμός που βρίσκεται μέσα σ' αυτούς καθαρίζονται με επιμέλεια. Ακάθαρτα νερά που περιέχουν διάφορα υλικά (γύψο, ασβέστη, τσιμέντο, κτλ) δεν θα απορρίπτονται στις αποχετεύσεις χώρων εργασίας και δεν επιτρέπεται να φθάνουν μέχρι τα συστήματα υπονόμων μέσω υπαιθρίων αποχετεύσεων ή εκροών ταρατσών και δαπέδων. Τα μπάζα και τα απόβλητα θα αποκομίζονται και θα αποτίθενται σε κατάλληλο χώρο που έχει προταθεί από τον Ανάδοχο και εγκριθεί από την Υπηρεσία. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος επίσης, να απομακρύνει τα εργαλεία, τα ικριώματα, τα υλικά κτλ από το εργοτάξιο σε χώρο που θα υποδειχθεί από την Υπηρεσία ή τις αρμόδιες Αρχές της περιοχής.
- δ. Το υλικό και η κατάσταση του υποβάθρου αποτελούν βασικά στοιχεία για την επιλογή του επιχρίσματος.
 - Στην περίπτωση υποβάθρου χωρίς πόρους, ανθεκτικού και λείου (χυτό σκυρόδεμα, ολόσωμοι βαρείς τσιμεντόλιθοι ή στοιχεία σκυροδέματος και πυκνοί συμπαγείς κεραμικοί πλίνθοι), η πρώτη στρώση πρέπει να είναι πεταχτή. Το συνολικό πάχος του επιχρίσματος δεν θα ξεπερνά τα 16 mm.
 - Εναλλακτικά στην περίπτωση υποβάθρου από χυτό σκυρόδεμα, η επιφάνειά του πρέπει να εκτραχυνθεί για να μπορεί να ενσωματωθεί το επίχρισμα. Αυτό επιτυγχάνεται και με τη χρήση ειδικών ξυλοτύπων με ελαφρό ανάγλυφο στην εσωτερική τους επιφάνεια.
 - Σε σχετικά ανθεκτικό και πορώδες υπόβαθρο (π.χ. τσιμεντόλιθοι από ελαφροσκυρόδεμα) η πρόσφυση του επιχρίσματος είναι ικανοποιητική και βελτιώνεται με το σκάψιμο των αρμών. Αν ο τοίχος

παρουσιάζει ανομοιομορφη απορροφητικότητα η πρώτη στρώση είναι πεταχτή.

- Αν το υπόβαθρο είναι πορώδες με σχετικά περιορισμένη αντοχή (αφροσκυροδέματα, ή μερικά ελαφροσκυροδέματα με ελαφρά αδρανή και μαλακά τούβλα) και πολύ απορροφητικό, πρέπει να διαβραχεί πριν την εφαρμογή.
 - Αν το υπόβαθρο είναι από σκυρόδεμα χωρίς λεπτόκοκκα υλικά (δηλαδή χωρίς επαρκή απορροφητικότητα), το επίχρισμα έχει καλή πρόσφυση διότι η επιφάνεια είναι τραχεία αλλά πρέπει να εφαρμοστεί αρκετά παχιά πρώτη στρώση επιχρίσματος, ώστε να καλύψει τα κενά και να δώσει απορροφητική επιφάνεια για την τελική στρώση.
 - Στις περιπτώσεις που το υπόβαθρο αποτελείται από κατασκευή με ξύλινο ή μεταλλικό σκελετό, ελαφρά ή μονωτικά πετάσματα, φθαρμένη τοιχοποιία, ανώμαλη επιφάνεια, παλιούς σοβάδες ή χρώματα, αλλαγή υλικού ή άλλα ευαίσθητα σημεία, η πρώτη στρώση επιχρίσματος θα είναι παχιά και θα ενισχύεται με ελαφρό πλέγμα ή νερβομετάλ. Το συνολικό πάχος του επιχρίσματος θα φτάνει τα 25 mm.
 - Στην περίπτωση που το υπόβαθρο αποτελείται από πλίνθους που περιέχουν θειούχες προσμίξεις, πρέπει το επίχρισμα να επιτρέπει την αναπνοή του τοίχου, ώστε να παρεμποδίζεται η παραμονή της υγρασίας στον τοίχο για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Γενικά οι πλίνθοι που πρόκειται να επιχριστούν δεν πρέπει να περιέχουν θειούχες προσμίξεις σε ποσοστό πάνω από 0,5% και τα τσιμεντοκονιάματα θα αποτελούνται οπωσδήποτε από τσιμέντο Portland ανθεκτικό στη επίδραση του θείου.
- ε. Η επιθυμητή εμφάνιση των επιχρισμάτων επιτυγχάνεται με την επιλογή του χρώματος και της υφής τους. Η υφή των επιχρισμάτων εξαρτάται από τα ακόλουθα:
- το μέγεθος και το σχήμα των αδρανών
 - τη σύνθεση του μίγματος της τελικής στρώσης
 - τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή και τον τρόπο χρήσης του
 - την ειδική επιφανειακή επεξεργασία της τελικής επιχρισμένης επιφάνειας
- στ. Τα επιχρίσματα δεν πρέπει να είναι ισχυρότερα από την επιφάνεια, επί της οποίας τοποθετούνται, γιατί αλλιώς οι τάσεις που ασκεί το επίχρισμα στο υπόβαθρο κατά τη συρρίκνωση του μπορούν να προκαλέσουν ρωγμές σε ένα από τα δύο υλικά ή να δημιουργήσουν αποκολλήσεις. Για τον ίδιο λόγο κάθε στρώση επιχρίσματος δεν πρέπει να είναι ισχυρότερη από την προηγούμενη της. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση διαφορετικών μιγμάτων ανά στρώση ή την κατασκευή στρώσεων μικρότερου πάχους από τις προηγούμενες. Στην περίπτωση που απαιτείται ένα ιδιαίτερα ανθεκτικό και σκληρό φινίρισμα, η τελική στρώση μπορεί να είναι ισχυρότερη από τις προηγούμενες αλλά πολύ λεπτή (πάχος 3 mm – 4 mm).

- α. Δεν θα εκτελούνται εργασίες επιχρισμάτων σε επιφάνειες που παρουσιάζουν τα ακόλουθα ελαττώματα, χωρίς την έγκριση της Υπηρεσίας:
- ανώμαλη επιφάνεια
 - ρωγμές τάσης
 - πολύ λείες επιφάνειες
 - υγρασία
 - λιπαρές κηλίδες (λάδι από καλούπια)
 - σκυρόδεμα ηλικίας μικρότερης των 4 εβδομάδων από της κατασκευής του
 - εισέχοντα ή εξέχοντα εντοιχισμένα κουτιά Η/Μ εγκαταστάσεων (ο έλεγχος γίνεται με ευθύνη του Αναδόχου)
 - σαθρά, κούφια και κενά τμήματα.
- β. Εκτός αν προσδιορίζεται διαφορετικά, οι επιφάνειες θα εκτραχύνονται πριν τη διάστρωση της πρώτης στρώσης επιχρίσματος. Θα αφαιρούνται τυχόν πλεονάζοντα κονιάματα και στις περιοχές που πρόκειται να επενδυθούν με πλακίδια, τα σκύρα σκυροδέματος θα είναι εκθειμένα, ώστε να δημιουργούν «άγρια» επιφάνεια πρόσφυσης. Θα αφαιρούνται τυχόν προεξοχές του σκυροδέματος, εφόσον εμποδίζουν τη σωστή εφαρμογή της πρώτης στρώσης.
- γ. Οι επιφάνειες βουρτσίζονται και αφαιρούνται από αυτές τυχόν χαλαρά τεμάχια, σκόνη, εξανθήματα και άλλες ξένες ουσίες. Τα σαθρά τμήματα ή τα κενά μέρη πρέπει να αποκαθίστανται πριν τη διάστρωση του επιχρίσματος. Η επιδιόρθωση των ανωμαλιών στις προς επίχριση επιφάνειες, όπως και η κάλυψη των αυλακών και λοιπών φθορών, που ενδεχομένως δημιουργούνται κατά την κατασκευή των Η/Μ εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβάνεται στη συνολική δαπάνη για τις εργασίες των επιχρισμάτων.
- Στην περίπτωση που οι προεξοχές (λίθων, πλίνθων, σκύρων) δεν υπερβαίνουν τα 3,5 cm, επιπεδώνονται με την αποκοπή τεμαχίων πλίνθου και συμπληρώνονται με ασβεστοσιμεντοκονίαμα (τσιβίκια).
 - Στην περίπτωση που το βάθος των ανωμαλιών είναι 3,5 cm - 5 cm, τοποθετείται επί της τοιχοποιίας γαλβανισμένο συρματόπλεγμα με πάχος 0,8 mm – 1,5 mm ή λεπτό νερβομετάλλ, επί του οποίου διαστρώνεται τσιμεντοκονίαμα.
 - Στην περίπτωση που το βάθος των ανωμαλιών υπερβαίνει τα 5 cm, η επιφάνεια καλύπτεται από ορθοδρομική οπτοπλινθοδομή.
- δ. Οι προς επίχριση επιφάνειες ψεκάζονται με καθαρό νερό, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη ύγρανσή τους, χωρίς όμως να ρέει ή να πλεονάζει επιφανειακό νερό.
- ε. Όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθούν γαλβανισμένα μεταλλικά τεμάχια που δεν θα καλυφθούν τελείως από τσιμεντοκονίαμα, αυτά βάζονται με αντισκωριακό. Θα είναι από μορφοσίδηρο ή από υλικό που καθορίζεται στο παρόν Τεύχος στο άρθρο «Σιδηρές Κατασκευές». Σε κάθε περίπτωση, ενισχύονται με γωνιόκρανα και πλέγμα όλες οι ακμές ανοιγμάτων, όπου το διάκενο μεταξύ ανοίγματος και πλαισίου κουφώματος είναι μεγαλύτερο των 2 cm και αφού πληρωθεί μερικώς το διάκενο για να εξασφαλιστεί συμπαγής και έντεχνη πλήρωσή του. Η διαμόρφωση των

κατακόρυφων και πλάγιων εξωτερικών γωνιών γίνεται επίσης με τη χρήση γωνιόκρανων από μαλακό γαλβανισμένο χάλυβα. Τα γωνιόκρανα και οι διατομές απόληξης επιχρισμάτων τοποθετούνται με μεγάλη ακρίβεια, διότι αποτελούν τους βασικούς οδηγούς επιπεδότητας της επιχρισμένης επιφάνειας.

- στ. Στην περίπτωση που το χονδρό κονίαμα πρόκειται να διαστρωθεί επί διαφορετικών υποστρωμάτων και πάνω από αυλακώσεις σωλήνων, τοποθετείται κεντρικά επάνω από τον αρμό μία λωρίδα πλέγματος πλάτους 300 mm από μαλακό γαλβανισμένο χάλυβα με μία στρώση ασφαλικής βαφής. Εκτός από αυτό στις περιπτώσεις μικρού πλάτους κάποιου εκ των δύο υλικών, το ένα από αυτά θα καλύπτεται τελείως με ένα πλέγμα που θα επεκτείνεται 75 mm από κάθε πλευρά. Θα τοποθετείται μία μονωτική μεμβράνη από χαρτί οικοδομών, για να διαχωριστεί η πρώτη στρώση επιχρίσματος από το υλικό βάσης και κοτετσόσυρμα στο υπόστρωμα.
- ζ. Στην περίπτωση που τοποθετείται υλικό με διαφορετικό συντελεστή διαστολής (ξύλο, σίδηρος κτλ), αυτό καλύπτεται με γαλβανισμένο συρματόπλεγμα ή λεπτό νερβομετάλλ.
- η. Στις περιπτώσεις επανεπίχρισης τοιχωμάτων ή οροφών, αφαιρείται το παλιό επίχρισμα, και εκβαθύνονται οι αρμοί σε βάθος 1,5 cm. Η προς επανεπίχριση επιφάνεια τρίβεται με συρμάτινη βούρτσα και πλένεται με νερό υψηλής πίεσης. Στην περίπτωση που προς επανεπίχριση επιφάνεια είναι από σκυρόδεμα, χρησιμοποιείται ειδικό εργαλείο για την αφαίρεση του παλαιού επιχρίσματος και την εκτράχυνση της επιφάνειας.

Περιβαλλοντικές Συνθήκες

- α. Ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες για τις κατασκευές επιχρισμάτων είναι οι ακόλουθες:
 - θερμοκρασία περιβάλλοντος και τοιχώματος 15°C - 30°C
 - ελαφρά υγρή ατμόσφαιρα, επιφάνεια που δεν προσβάλλεται από τις ηλιακές ακτίνες
 - ήπιοι άνεμοι
 - συχνή διαβροχή των τοιχωμάτων.
- β. Η κατασκευή των επιχρισμάτων διακόπτεται υποχρεωτικά όταν :
 - η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι κάτω από 4°C
 - πνέουν ξηροί άνεμοι
 - η θερμοκρασία των αδρανών υλικών ή του νερού είναι κάτω από 4°C
 - λίγο πριν από την έναρξη κατασκευής των επιχρισμάτων, η επιφάνεια έχει εκτεθεί στη βροχή.

3.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Πεταχτά Επιχρίσματα

- α. Ακολουθείται η μέθοδος διάστρωσης για την πρώτη στρώση επιχρίσματος (πεταχτό) που περιγράφηκε στην παράγραφο «Κατασκευή». Στη συνέχεια διαστρώνονται με το μυστρί μικρές ποσότητες κονιάματος, ώστε η επιφάνεια να καλυφθεί εντελώς και να αποκτήσει ομοιόμορφη, τραχεία υφή. Πριν τη διάστρωση του πεταχτού ο τοίχος διαβρέχεται και μόλις η επιφάνεια στεγνώσει ενώ ο τοίχος είναι ακόμη νωπός εκτοξεύεται το «πεταχτό».
- β. Στην περίπτωση πεταχτού επιχρίσματος 3 στρώσεων, αυτό διαστρώνεται όπως τα τριπτά. Η διαφορά έγκειται στην τελευταία στρώση, η οποία εκτελείται με τον ίδιο τρόπο με την πρώτη στρώση (πεταχτά).

Επιχρίσματα Σαγρέ

- α. Επιχρίσματα σαγρέ διαστρώνονται σε εξωτερικές επιφάνειες, κατά προτίμηση δημιουργώντας αρμούς, έτσι ώστε ο λόγος μήκους προς ύψος να μην υπερβαίνει το $1\frac{1}{2} : 1$, με προβλεπόμενο σχέδιο και τύπο από τη μελέτη. Ο τύπος και το σχέδιο των αρμών πρέπει να έχει εγκριθεί από την Υπηρεσία.
- β. Όλες οι επιφάνειες σκυροδέματος και οπτοπλινθοδομών θα ψεκάζονται με τσιμεντοκονίαμα 450 kg τσιμέντου με μεσόκοκκη άμμο (πεταχτό), το οποίο δεν θα απλώνεται με το μυστρί. Η δεύτερη στρώση (λάσπωμα) επίσης αποτελείται επίσης από τσιμεντοκονίαμα 450 kg τσιμέντου με μεσόκοκκη άμμο, ενώ η τρίτη στρώση θα εκτελείται σε δύο φάσεις από άμμο σπυρωτή, μεσόκοκκη, ραντιστή (ριππή) με «θυμαράκι» ή ειδικό «μηχανάκι σαγρέ».
- δ. Η επιχρισμένη επιφάνεια δεν θα παρουσιάζει ατέλειες που θα μειώνουν την εμφάνιση ή τη λειτουργία της, και εκτός αν έχει καθορισθεί διαφορετικά, οι ακμές θα είναι στρογγυλεμένες με μία ακτίνα περίπου 2 mm.
- ε. Ως ενίσχυση χρησιμοποιούνται γαλβανισμένα συρμάτινα πλέγματα διαστάσεων οπής 25 mm x 16 mm που στερεώνονται με 8 προσδέσεις ανά m^2 . Το πλέγμα θα απέχει 6 mm από την επιφάνεια. Δεν θα καλύπτονται οι αρμοί διαστολής. Η Υπηρεσία μπορεί να υποδείξει εναλλακτικές μεθόδους στερέωσης του πλέγματος. Ενισχύσεις στα σαγρέ επιχρίσματα τοποθετούνται σε εξωτερικές επιχρίσεις επί σκυροδέματος.

Εσωτερικά Επιχρίσματα Μαρμαροκονίας Τριπτά

- α. Η πρώτη στρώση (πεταχτό) ακολουθεί τους γενικότερους κανόνες διάστρωσης της πρώτης στρώσης επιχρισμάτων και καλύπτει ολόκληρη την επιχριόμενη επιφάνεια.

- β. Το πάχος της δεύτερης στρώσης (λάσπωμα) είναι περίπου 15 mm.
- γ. Για την τρίτη στρώση (ψιλό) χρησιμοποιείται ασβεστοκονίαμα 150 kg τσιμέντου ανά m^3 κονιάματος με αναλογία κατ' όγκο, 1 μέρους πολτού ασβέστη ανά 2 μέρη μαρμαρόσκονη. Η τελική επιφάνεια του επιχρίσματος επεξεργάζεται με τριβίδι. Το πάχος της τρίτης στρώσεως είναι περίπου 6 mm. Η τρίτη στρώση των τριπτών επιχρισμάτων εκτελείται σε δύο φάσεις. Κατά την πρώτη φάση (αστάρωμα) διαστρώνεται το κονίαμα σε λεπτό πάχος στο λάσπωμα. Το αστάρι δεν διαστρώνεται, αν η προηγούμενη στρώση δεν έχει «τραβήξει» αρκετά και δεν έχει διαβραχεί. Τοποθετείται «τραβηχτό» με συνηθισμένο ξύλινο τριβίδι και σχηματίζει μία αδρή επιφάνεια. Στη συνέχεια, καθώς συνδέεται με την δεύτερη στρώση, διαστρώνεται ελαφρά η εξώτατη μεμβράνη (ψιλό) της τελευταίας στρώσης, με ξύλινο τριβίδι επενδεδυμένο με ελαστικό. Κατά το τριβίδισμα η επιφάνεια διαβρέχεται με τη χρήση πινέλου, με ασβεστόνερο (απαγορεύεται γαλάκτωμα άσβεστου). Η διαβροχή δεν πρέπει να είναι ούτε υπερβολική ούτε ανεπαρκής. Η επεξεργασία της επιφάνειας με μαλακό υλικό (αφρολέξ κτλ) χωρίς προηγούμενο τριβίδισμα με ξύλινη σανίδα, δεν γίνεται αποδεκτή. Το τριβίδισμα συνεχίζεται μέχρι να γίνει η επιφάνεια λεία και επίπεδη, η δε συστολή του κονιάματος με την αποξήρανση δεν πρέπει να δημιουργεί τριχιάσματα.

Τριπτά Τσιμεντοκονιάματα ή Ασβεστοκονιάματα

Για τα τριπτά τσιμεντοκονιάματα ή ασβεστοτσιμεντοκονιάματα ισχύουν τα αναφερόμενα στην προηγούμενη παράγραφο. Η διαφορά είναι ότι αντί για μαρμαροκονία για την τελική στρώση χρησιμοποιείται τσιμεντοκονίαμα ή τσιμεντοασβεστοκονίαμα με μικρό ποσοστό ασβέστη. Η επεξεργασία γίνεται αποκλειστικά με το τριβίδι και μόλις το τσιμεντοκονίαμα της τελικής στρώσης αρχίσει ν' αποκτά σύσταση. Το επίχρισμα πρέπει να προστατεύεται από τις ηλιακές ακτίνες και τους ξηρούς ανέμους τουλάχιστον για 3 μέρες. Μόλις η επιφάνεια σκληρυνθεί, διαβρέχεται συχνά ή προτιμότερο διατηρείται συνέχεια νωπή (με βρεγμένες ψάθες, λινάτσες, σανίδες κλπ.) για τουλάχιστον 3 μέρες.

Εξωτερικά Πατητά Επιχρίσματα Τσιμεντομαρμαροκονίας

- α. Η πρώτη στρώση θα κατασκευαστεί ως ανωτέρω.
- β. Για τη δεύτερη στρώση (λάσπωμα) χρησιμοποιείται κονίαμα 450 kg κοινού τσιμέντου, $1,05 m^3$ άμμου και όχι περισσότερο από $0,07 m^3$ πολτού ασβέστη. Το πάχος της δεύτερης στρώσης είναι περίπου 15 mm. Η επιφάνεια του λάσπωματος χαράσσεται με το μυστρί, ώστε να σχηματίζονται πυκνά διασταυρούμενες γραμμές.
- γ. Η τρίτη στρώση θα ολοκληρωθεί σε δύο διαδοχικές φάσεις και αποτελείται από κονίαμα με αναλογία κατ' όγκο 1 μέρος λευκού τσιμέντου ανά 2,5 - 3 μέρη μαρμαρόσκονης με ή χωρίς προσθήκη ορυκτού χρώματος. Η τελική επιφάνεια θα επεξεργαστεί αρχικά με το τριβίδι και κατόπιν θα πατηθεί με το μυστρί.

Επιχρίσματα Τσιμεντοκονίας Τριπτά ή Πατητά 600 kg Τσιμέντου

- α. Για τα επιχρίσματα αυτού του τύπου χρησιμοποιείται κονίαμα 600 kg κοινού τσιμέντου αναλογίας $1,05 \text{ m}^3$ άμμου για κάθε m^3 κονιάματος. Η εργασία εκτελείται σε 3 στρώσεις. Η επιφάνεια της τρίτης στρώσης θα λειανθεί με το μυστρί. Το συνολικό πάχος του επιχρίσματος είναι περίπου 2,5 cm.
- β. Στα πατητά τσιμεντοκονιάματα η τελευταία στρώση πάχους 4 mm - 6 mm εκτελείται μόλις το κονίαμα αρχίσει να ξηραίνεται. Η επεξεργασία της επιπεδότητας και λείανσης εκτελείται με προσεκτικό πάτημα με το μυστρί. Κατά τα λοιπά ισχύουν τα ανωτέρω αναφερόμενα.
- γ. Οι επιχριόμενες επιφάνειες θα διατηρούνται υγρές, κυρίως στις περιόδους αυξημένης θερμοκρασίας με τη χρήση καλυμμάτων από λινάτσα. Η δαπάνη της προστασίας αυτής περιλαμβάνεται στην αντίστοιχη τιμή μονάδος.

Επιχρίσματα επί μεταλλικού πλέγματος

Πριν την έναρξη της εργασίας κατασκευής επιχρισμάτων πάνω σε μεταλλικό πλέγμα, ελέγχεται η πρόσφυση τους στο πλέγμα. Ως κονίαμα χρησιμοποιείται τσιμεντοκονίαμα 450 kg τσιμέντου ή τσιμεντοασβεστοκονίαμα, στο οποίο ο ασβέστης δεν θα υπερβαίνει το 10% του τσιμέντου. Η επιλογή και η ακριβής σύσταση των κονιαμάτων που χρησιμοποιούνται για την επίχριση μεταλλικών πλεγμάτων ορίζεται από την Υπηρεσία. Η διάστρωση της πρώτης στρώσης του κονιάματος πάνω σε μεταλλικό πλέγμα γίνεται με δύο τρόπους :

- είτε με την πίεση σανίδας με χειρολαβή, ώστε να συσσωρευτεί πίσω από το πλέγμα αρκετή ποσότητα κονιάματος
- είτε με την εφαρμογή δύο ή τριών στρώσεων πιτσιλιστού κονιάματος (οροφοκονιάματα). Η διάστρωση της δεύτερης και τρίτης στρώσης του τσιμεντοκονιάματος θα γίνει μετά την ξήρανση της προηγούμενης. Με αυτόν τον τρόπο κατασκευής φράσσονται εντελώς τα μάτια του πλέγματος και δημιουργείται μία τραχιά επιφάνεια, κατάλληλη για να δεχθεί τις επόμενες στρώσεις του επιχρίσματος.

Γυψοκονιάματα

- α. Γυψοκονίαμα επιτρέπεται να χρησιμοποιείται μόνο σε εσωτερικούς χώρους που δεν υποβάλλονται σε συνθήκες υγρασίας. Το γυψοκονίαμα αποτελείται από μια στρώση πάχους 10 mm, εκτός αν πρόκειται περί πορωδών και απορροφητικών επιφανειών ή λείων επιφανειών με χαμηλή υδατοαπορροφητικότητα. Στις περιπτώσεις αυτές πριν τη διάστρωση του γυψοκονιάματος διαστρώνεται μια στρώση από ακρυλικό αστάρι ή από ακρυλικό αστάρι αναμεμειγμένο με χαλαζιακή άμμο με υψηλή αντοχή στα αλκάλια.
- β. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος πρέπει να είναι μεταξύ 15°C - 30°C και να διατηρείται σε αυτά τα επίπεδα επί μία εβδομάδα πριν την επίχριση

και μέχρι να δημιουργηθούν συνθήκες θερμοκρασίας κατοικημένου χώρου.

- γ. Διασφαλίζεται επαρκής εξαερισμός για την ανανέωση του αέρα, την απομάκρυνση της υγρασίας και την επιτάχυνση της ξήρανσης του επιχρίσματος.
- δ. Στην περίπτωση που το κτίριο εκτίθεται σε ζεστό ξηρό αέρα και σε θερμοκρασιακές μεταβολές ημέρας - νύχτας μεγαλύτερες από 10°C, πρέπει να καλύπτονται τα ανοίγματα, στα οποία δεν έχουν τοποθετηθεί οι υαλοπίνακες.
- ε. Οι διακοσμητικές εργασίες με γύψο ενδείκνυται να ολοκληρώνονται πριν εφαρμοστεί η τελική στρώση επιχρίσματος στις παρακείμενες περιοχές. Ο διακοσμητικός γύψος ενισχύεται με μεταλλικά πλέγματα όπου απαιτείται. Οι σκοτίες διαμορφώνονται ακριβώς στις θέσεις που δείχνουν τα κατασκευαστικά σχέδια.
- στ. Πριν την εφαρμογή των γυψοκονιαμάτων οι επιφάνειες θα ελέγχονται για τα ακόλουθα:
 - ύπαρξη σκόνης, ελαίων ή σαθρών τμημάτων
 - περιεκτικότητα σε υγρασία (κατά βάρος όχι μεγαλύτερη από 3%)
 - το κονίαμα των τοιχοποιιών πρέπει να έχει αποξηραθεί τελείως
 - η ύπαρξη αρμών διαστολής, οι οποίοι δεν θα καλύπτονται με γυψοκονίαμα
- ζ. Σε όλες τις κατακόρυφες ακμές τοποθετούνται γωνιόκрана από γαλβανισμένο χάλυβα. Στα σημεία αλλαγής των υλικών των προς επίχριση επιφανειών, τα γυψοκονιάματα ενισχύονται με πλαστικά υαλοπετάσματα ινών πολυπροπυλενίου, πολυεστέρα ή πολυουρεθάνης κτλ. Θα διαστρώνεται μια στρώση κονιάματος πάχους 6 mm – 7 mm, κατόπιν θα διαστρώνεται δεύτερη στρώση πάχους 7 mm – 8 mm. Στους αρμούς διαστολής τοποθετούνται διατομές από γαλβανισμένο χάλυβα ή αλουμίνιο με αρμοκάλυπτρα από EPDM.

Θερμομονωτικά Επιχρίσματα

- α. Τα θερμομονωτικά επιχρίσματα εφαρμόζονται σε 3 στρώσεις (όπως τα επιχρίσματα τσιμεντοκονίας) συνολικού πάχους 3 cm. Στην περίπτωση που απαιτείται αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα εφαρμόζονται επιπλέον στρώσεις επί μεταλλικού πλέγματος με συνολικό πάχος 2 cm. Τις 3 πρώτες ημέρες ενδείκνυται να διαβρέχονται, ώστε να ενισχύεται η αντοχή τους.
- β. Τα θερμομονωτικά επιχρίσματα που παρασκευάζονται στο εργοτάξιο, αποτελούνται από περλίτη, τσιμέντο, πλαστικοποιητή και νερό, με σύνθεση ανάλογη με την απαιτούμενη θερμομονωτική ικανότητα και τις συνθήκες λειτουργίας. Καταρχήν αναμιγνύεται το νερό με τον πλαστικοποιητή, στη συνέχεια προστίθεται το τσιμέντο, ακολουθεί ανάμιξη για 20 sec και κατόπιν προστίθεται ο διογκωμένος περλίτης. Το μίγμα αναδεύεται για 1 min – 2 min. Το μίγμα αφήνεται για 10 min – 15 min πριν να χρησιμοποιηθεί. Η τρίτη στρώση είναι η ίδια με τα μαρμαροκονιάματα.

Έτοιμα Επιχρίσματα

- α. Η εφαρμογή των έτοιμων επιχρισμάτων γίνεται αμέσως μετά την ανάμιξη τους με τη χρήση σωλήνα εκτόξευσης. Η απαιτούμενη ποσότητα εκτοξεύεται στην επιφάνεια του τοίχου, όπου έχουν τοποθετηθεί γαλβανισμένοι μεταλλικοί οδηγοί. Στη συνέχεια διαστρώνεται το επίχρισμα. Η επόμενη στρώση μπορεί να εφαρμοστεί λίγες ώρες αργότερα ή την επόμενη μέρα. Γενικά για την ανάμιξη και την εφαρμογή των έτοιμων κονιαμάτων ως επιχρίσματα, ο Ανάδοχος υποχρεούται να ακολουθεί πιστά τις οδηγίες εφαρμογής των εργοστασίων παραγωγής των υλικών. Η προσθήκη χημικών βελτιωτικών πρόσμικτων, χωρίς σχετική οδηγία του εργοστασίου παραγωγής του υλικού απαγορεύεται.
- β. Τα επιχρίσματα από ακρυλικά κονιάματα εφαρμόζονται επί όλων των σταθερών επιφανειών με κατάλληλη μέθοδο ανάλογα με την υφή της προς επίχριση επιφάνειας, σε 2 στρώσεις πεταχτού και τελικής στρώσης πάχους 12 mm – 15 mm αναλόγως των οδηγιών του εργοστασίου παραγωγής. Στην περίπτωση που οι προς επίχριση επιφάνειες έχουν μεγάλες ανωμαλίες, θα προηγείται η διάστρωση πρώτης και δεύτερης στρώσης με ασβεστοτσιμεντοκονιάματα ικανού πάχους και κατόπιν θα διαστρώνεται το ακρυλικό κονίαμα με πάχος 5 mm – 6 mm.

Επιχρίσματα Ελαφρών Χωρισμάτων

Τα επιχρίσματα για τα ελαφρά χωρίσματα μπορεί να είναι τσιμεντοειδή επιχρίσματα με μεγάλη ρευστότητα ή ειδικά επιχρίσματα με οργανική βάση. Εφαρμόζονται με την παρεμβολή λεπτών μεταλλικών πλεγμάτων ή πλεγμάτων από υαλοΐνες για τη βελτίωση της πρόσφυσης και είναι πεταχτά ή τριφτά και εκτελούνται χειροκίνητα ή με μηχανή εκτόξευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

4.1 ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η συντήρηση και η αποκατάσταση ιστορικών κτιρίων είναι ένα μεγάλο σε έκταση και σημασίας θέμα. Είναι γνωστό ότι οι επεμβάσεις και ο ανασχεδιασμός κτιρίων που είτε παρουσιάζουν βλάβες και χρειάζονται επισκευή είτε χρειάζονται ενίσχυση για κάποιο λόγο είναι σύνθετο και δύσκολο πρόβλημα.

Εξωτερικές δράσεις όπως σεισμοί, ελλιπής συντήρηση των κατασκευών καθώς επίσης και η αλληλεπίδραση με ένα ολοένα επιθετικότερο περιβάλλον προκαλούν συχνά την απώλεια της συνάφειας των δομικών στοιχείων μεταξύ τους, ρηγματώσεις και προβλήματα ανθεκτικότητας σε διάρκεια. Επιπλέον επισκευές με χρήση τσιμέντου Portland, πολυμερών οργανικών υλικών ή με συνδυασμό αυτών αποδείχθηκαν συχνά ασύμβατες με τον υπάρχοντα φορέα με συνέπεια την επέκταση των βλαβών (Τουμβακάρη και Συνεργάτες 2000).

Το αντικείμενο και οι αρχές της αποκατάστασης των ιστορικών κτιρίων παρουσιάζονται στον Χάρτη της Βενετίας (Venice Charter 1964). Η ορθή επιλογή των υλικών και των μεθόδων αποκατάστασης είναι ιδιαίτερα δύσκολη εξ' αιτίας της ταχύτατης εξέλιξης της τεχνολογίας, της πληθώρας νέων υλικών που χρησιμοποιούνται στις επισκευές καθώς και ότι ο Χάρτης της Βενετίας αφήνει πολλά περιθώρια επιλογών. Γενικά θεωρείται ότι ο καλύτερος τρόπος για την επίτευξη της ζητούμενης συμβατότητας και ανθεκτικότητας είναι η χρήση «παραδοσιακών» υλικών και αναστρέψιμων μεθόδων επέμβασης, στο μέτρο του δυνατού (Penelis 1989).

Σε κάθε περίπτωση αποκατάστασης είναι απαραίτητη η ακριβής εκτίμηση των παλιών υλικών και των παραγόντων που συνετέλεσαν στην αλλοίωσή τους. Επιπλέον ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε ορισμένες παραμέτρους των παλιών υλικών όταν αυτά αποφασιστούν να χρησιμοποιηθούν εκ νέου στην επισκευή του κτιρίου.

Οι αιτίες φθοράς των παλιών κονιαμάτων είναι ποικίλες και συχνά αλληλοεξαρτώμενες. Συνήθως προέρχονται από κακοτεχνίες, υγρασία, διαλυτά άλατα, παγετό, υπέρβαση του ορίου αντοχής θλίψης, φωτιά και βιολογικές επιδράσεις. Οι παραπάνω αιτίες έχουν ως αποτέλεσμα την διάλυση της συνδετικής ύλης, γεγονός που προκαλεί αύξηση του πορώδους και κατά συνέπεια την πτώση της μηχανικής αντοχής. Συνέπεια αυτών είναι ο μετασχηματισμός τεμαχιδίων του υλικού σε νέες υδατοδιαλυτές χημικές ενώσεις, την δημιουργία εξανθημάτων ή την καταστροφή του ιστού του κονιάματος από βλαβερά συστατικά.

Οι σημαντικότερες αιτίες οι οποίες επιφέρουν την αλλοίωση ή καταστροφή των κονιαμάτων είναι (Μανίτα & Πανταζόπουλος 2000):

- Η πτώση της μηχανικής αντοχής του κονιάματος λόγω γήρανσης του υλικού,
- Η ενανθράκωση προκαλεί αύξηση στο πορώδες του κονιάματος με αποτέλεσμα την αύξηση του ερπυσμού και της ταχύτητας ανάπτυξής του (Σίδερης 1984),
- Το περιεχόμενο ποσοστό υγρασίας αποτελεί σημαντική παράμετρος της ανθεκτικότητας του κονιάματος επειδή οι περισσότεροι μηχανισμοί φθοράς για να πραγματοποιηθούν χρειάζονται νερό,
- Ο συνδυασμός μικρού πορώδους, υγρασίας και παρουσίας διαλυτών αλάτων έχει ως αποτέλεσμα την δυσχέρεια της ελεύθερης εξάτμισης του νερού, την απόθεση και κρυστάλλωση των αλάτων στα τοιχώματα των πόρων των λίθων δομής και την δημιουργία κρυσταλλικών πιέσεων (Τάσιος 1993),
- Η συνεχής ροή του νερού προκαλεί επίσης σημαντική φθορά των υλικών (Τάσιος 1993),
- Οι ακραίες μεταβολές των τιμών της θερμοκρασίας προκαλούν διαδοχικούς κύκλους ψύξης - απόψυξης του υλικού με αποτέλεσμα την απώλεια βάρους λόγω απότριψης και μείωσης της μηχανικής αντοχής,
- Επιπλέον, η πτώση της θερμοκρασίας οδηγεί σε πήξη του νερού που βρίσκεται στους τριχοειδείς πόρους, με αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του. Αυτή η αύξηση του όγκου του νερού προκαλεί την άσκηση ισχυρών υδραυλικών πιέσεων στα τοιχώματα των πόρων και την πιθανή τοπική θραύση του ιστού του κονιάματος (Τριανταφύλλου 1997),
- Οι βιολογικές επιδράσεις από προέρχονται από την δράση των φυτών προκαλούν φθορά στα παλιά κονιάματα. Οι ρίζες των φυτών διεισδύουν στις μικρορωγμές του κονιάματος και ασκούν πιέσεις με αποτέλεσμα την αύξηση της υπάρχουσας ρηγμάτωσης. Επιπλέον, η σήψη τους δίνει χουμικό οξύ το οποίο προκαλεί διάβρωση.

Αντίστοιχα, οι λίθοι που χρησιμοποιούνται στην οικοδομική ποικίλουν ως προς την γεωλογική προέλευση, την σύσταση, τις φυσικές ιδιότητες, και την μηχανική αντοχή. Τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, ο τρόπος επεξεργασίας και χρήσης του και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (είδος πετρώματος, ορυκτολογική σύσταση, ιστός, υφή) καθορίζουν την ανθεκτικότητα των δομικών λίθων.

Οι παράγοντες που συντελούν στη φθορά των δομικών λίθων των κτιρίων μπορούν να διακριθούν σε φυσικούς, χημικούς βιολογικούς κλιματολογικούς παράγοντες και γεωλογικούς. Πιο αναλυτικά (Μανίτα & Πανταζόπουλος 2000):

- Η μεταβολή της θερμοκρασίας η οποία προκαλεί την χαλάρωση της σύνδεσης των υλικών και την δημιουργία ρηγματώσεων,
- Το νερό ελέγχει την ενυδάτωση, μεταφορά, κρυστάλλωση και

ανακρυστάλλωση των αλάτων τα οποία μπορεί να προκαλέσουν την δημιουργία στεγανών στρωμάτων στην επιφάνεια με δυσμενή αποτελέσματα,

- Η συνεχής έκθεση των δομικών λίθων στον άνεμο και στην αμμοβολή φθείρει τις επιφάνειές τους,
- Η δράσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και του διοξειδίου του πυριτίου (SO₂) της ατμόσφαιρας προκαλούν χημικές φθορές των δομικών λίθων και ιδιαίτερα αυτών με ασβεστολιθική σύσταση (γυψοποίηση του ασβεστόλιθου),
- Οι μικροοργανισμοί, τα φυτά και τα ζώα είναι δυνατόν να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές είτε με την έκκριση ποσοτήτων οργανικών οξέων είτε με την κατακράτηση νερού είτε με τις μηχανικές τάσεις που δύναται να ασκήσουν,
- Οι βλάβες που προέρχονται είτε από σεισμούς, είτε από καθιζήσεις ή δονήσεις του εδάφους μπορεί να είναι καταστρεπτικές για την ευστάθειας του ιστορικού κτιρίου (Δρίτσος 2001).

Η επιλογή ενός ορθολογικού σχήματος επέμβασης σε υφιστάμενο κτίριο προϋποθέτει μια σειρά από ερευνητικές εργασίες και συνεκτίμηση πολλών παραμέτρων. Οι σημαντικότερες απαιτήσεις για τον καθορισμό της βέλτιστης τεχνικής επέμβασης είναι (Δημοσθένους & Στυλιανίδης 2000):

- Σαφή γνώση των υλικών και της μορφολογίας του φέροντα οργανισμού του κτιρίου,
- Αποτύπωση της παθολογίας και περιγραφή του τύπου και της έκτασης των βλαβών,
- Προσδιορισμός και τεκμηρίωση των αιτιών πρόκλησης της υφιστάμενης παθολογίας και των βλαβών του κτιρίου,
- Εκτίμηση της υφιστάμενης αντοχής του φέροντα οργανισμού με επιτόπου και εργαστηριακές δοκιμές,
- Σαφή γνώση των διαφόρων τεχνικών επισκευής και ενίσχυσης.

Τα κριτήρια και οι αρχές επεμβάσεων που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή των κατάλληλων τεχνικών συμβάλουν καθοριστικά στην αποτελεσματικότητα του τελικού σχήματος επέμβασης. Τα κριτήρια αυτά είναι:

- Σεβασμός στο πρωτότυπο,
- Αντιστρεψιμότητα προτεινόμενων επεμβάσεων,
- Συμβατότητα προτεινόμενων και υφιστάμενων υλικών, Ύ Διαχρονικότητα νέων επεμβάσεων,
- Οικονομικό κόστος επέμβασης και συντήρησης, Ύ Χρόνος αποπεράτωσης,

- Κοινωνικό και ψυχολογικό κόστος των ενοίκων και του κοινωνικού συνόλου,
- Επαρκής και ευσταθής υποσύλωση κατά την διάρκεια των εργασιών επέμβασης.

Συνήθης εργασία κατά την αποκατάσταση λιθοδομής είναι η αφαίρεση των σαθρών κονιαμάτων και η εφαρμογή νέων. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζονται στην εκτίμηση της ποιότητας των παλιών κονιαμάτων είναι ποικίλες και διαφορετικές σε κάθε περίπτωση. Μετά τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των παλιών κονιαμάτων αναζητούνται οι ιδιότητες των κονιαμάτων αποκατάστασης.

Τα χαρακτηριστικά του κονιάματος αποκατάστασης πρέπει να είναι (Rota Rossi-Doria R):

- Εύκολη εργασιμότητα,
- Σύντομη και αξιόπιστη πήξη τόσο σε υγρό όσο και σε ξηρό περιβάλλον,
- Χαμηλή ξήρανση κατά την διάρκεια της πήξης,
- Μηχανικά και θερμικά χαρακτηριστικά και πορώδες παρόμοια των αντίστοιχων των στοιχείων της τοιχοποιίας,
- Μειωμένη περιεκτικότητα σε διαλυτά άλατα.

Οι τεχνικές επεμβάσεων μπορούν να χωριστούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το ποσοστό ενσωμάτωσής τους στο κτίριο και την ευκολία ή δυσκολία αφαίρεσής τους από αυτό (βαθμός αναστρεψιμότητας). Επομένως, ήπιες επεμβάσεις χαρακτηρίζονται εκείνες που δεν ενσωματώνονται σε μεγάλο ποσοστό στον υφιστάμενο φορέα και μπορούν εύκολα να αφαιρεθούν. Δραστικές χαρακτηρίζονται οι επεμβάσεις με υψηλό ποσοστό ενσωμάτωσης στον υφιστάμενο φορέα και η αφαίρεσή τους είναι δύσκολη ή αδύνατη.

Οι πλέον διαδεδομένες τεχνικές επισκευής και ενίσχυσης αναλύονται στην συνέχεια (Δημοσθένους & Στυλιανίδης 2000):

Βαθύ αρμολόγημα

Η συγκεκριμένη μέθοδος συνιστάται για λιθοδομές μικρού πάχους (< 0.004 m) ή πλινθοδομές που παρουσιάζουν ρηγματώσεις μέχρι 0,1 m. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από τον βαθμό αποκατάστασης του υπάρχοντος κονιάματος χαμηλής αντοχής από το νέο κονίαμα υψηλής αντοχής. Γενικά έχουμε τοπική αύξηση της αντοχής του τοίχου.

Ενέσεις σε ρωγμές

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται όπου το εύρος των ρωγμών της τοιχοποιίας δεν υπερβαίνει τα 0,01 m ενώ μπορεί να εφαρμοστεί και σε τοιχοποιίες μεγαλύτερου πάχους. Η τεχνική αυτή οδηγεί σε αποκατάσταση της αρχικής αντοχής της τοιχοποιίας ενώ βασικά της μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος λόγω διάθεσης σχετικού εξοπλισμού και σχολαστική εργασία.

Στην περίπτωση όπου επιδιώκουμε με το ένεμα που εισάγεται στην μάζα της τοιχοποιίας, την πλήρωση όχι μόνο των ενδεχόμενων ρωγμών αλλά και όλων των κενών στο εσωτερικό της τότε πρόκειται για την τεχνική της ομογενοποίησης της μάζας. Η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα αποδοτική στην περίπτωση αργολιδομών με μεγάλο ποσοστό κονιάματος χαμηλής ποιότητας καθώς και στην περίπτωση τρίστρωτων τοιχοποιιών.

Συρραφή μεγάλων ρωγμών

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε περιπτώσεις μεγάλων ρωγμών καθώς και ρωγμές μεγάλου εύρους ή μήκους που εκτείνονται οριζόντια, κατακόρυφα ή διαγώνια στην επιφάνεια του τοίχου. Με την τεχνική αυτή αυξάνεται η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας ενώ προκαλείται γενικά αλλοίωση της εξωτερικής όψης του τοίχου.

Συρραφή αποκολλημένων τοίχων

Εφαρμόζεται όπου υπάρχει ρωγμή αποκόλλησης ή μερική κατάρρευση στην θέση ένωσης γωνιακών ή εσωτερικών τοίχων. Με την συγκεκριμένη τεχνική ανακτάται και εν μέρει αυξάνεται τοπικά η αντοχή του τοίχου στην ανακατασκευαζόμενη περιοχή.

Είναι φανερό από τα παραπάνω ότι κατά την διάρκεια της αποκατάστασης των μνημείων προκύπτει η ανάγκη είτε να επαναληφθούν οι παλιές κατασκευαστικές μέθοδοι είτε να συμπληρωθεί το υφιστάμενο «παραδοσιακό» υλικό. Τα παραδοσιακά υλικά, την εποχή που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν κοινά και βρίσκονταν με σχετική ευκολία γιατί προέρχονταν από τις κοντινές προς το μνημείο περιοχές ή λατομεία (Χαριτίδου - Μαυρούδη 2000). Σήμερα όπου η παραγωγή των παραπάνω υλικών έχει σταματήσει, η σύγχρονη τεχνολογία δεν έχει ενεργοποιηθεί για να καλύψει το παραπάνω κενό της αγοράς.

Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι ο όρος 'συμβατότητα' δεν έχει πλήρως αποσαφηνιστεί. Υπάρχει η ανάγκη του ακριβούς προσδιορισμού του όρου συμβατότητα σε ότι αφορά τα ιστορικά κτίρια. Είναι απλά αποδεκτό ότι συμβατότητα δεν σημαίνει απαραίτητα υλικά με τα ίδια χημικά συστατικά αλλά με παρόμοιες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες (Rodrigues 1996). Μέχρι τώρα ο προσδιορισμός της συμβατότητας των υλικών στηριζόταν σε πειραματικά αποτελέσματα σε συνθήκες εργαστηρίου οι οποίες διαφέρουν

σημαντικά από τις πραγματικές. Τα υλικά εξετάζονται με την χρήση μεθόδων που χρησιμοποιούνται για δοκιμές σκυροδέματος και τα αποτελέσματα συγκρίνονται με τα αυθεντικά υλικά (Μογορούλου και Συνεργάτες 2005α).

Στην συνέχεια παρουσιάζονται παραδοσιακά υλικά που προτείνονται να χρησιμοποιούνται για τις αποκαταστάσεις των μνημείων και ιστορικών κτιρίων

Πηλός

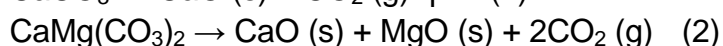
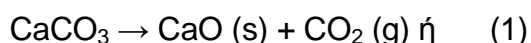
Γενικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι όλοι οι πηλοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην δόμηση αρκεί να μην περιέχουν οργανικές προσμίξεις. Ο πηλός δόμησης πρέπει να έχει σχετικά υψηλή αντοχή σε θλίψη και κάμψη, χαμηλό ποσοστό συστολή ξήρανσης κατά την διάρκεια της διαδικασίας ξήρανσης και σχετικά ικανοποιητική ταχύτητα σκλήρυνσης. Η κοκκομετρική διαβάθμιση και το μέγεθος των τεμαχιδίων του πηλού επηρεάζει άμεσα τις φυσικομηχανικές ιδιότητες και την υδραυλικότητα των κονιαμάτων (Μογορούλου και Συνεργάτες 1997).

Στην περίπτωση των επιχρισμάτων με βάση τον πηλό πρέπει να έχουν σχετικά υψηλή ταχύτητα σκλήρυνσης, ικανοποιητική υδατοστεγανότητα, χαμηλό ποσοστό μικρορηγματώσεων κατά την διάρκεια της σκλήρυνσης και ιδιαίτερη καλή συνάφεια με το υπόστρωμα (Παπαγιάννη & Μπέη 2000).

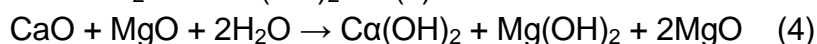
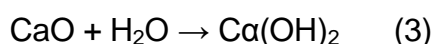
Άσβεστος και ασβεστοκονιάματα

Τα ασβεστοκονιάματα εμφανίζονται σε μεγάλο ποσοστό σε ιστορικά κτίρια. Παρουσιάζουν μικρό ποσοστό κατακράτησης νερού είτε σε ελεύθερη μορφή είτε στην δομή τους και μεγάλο ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα. Ο λόγος της περιεκτικότητας σε διοξειδίου του άνθρακα και δομικά δεσμευμένου νερού είναι συνήθως πάνω από 10 (Μογορούλου και Συνεργάτες 2005β).

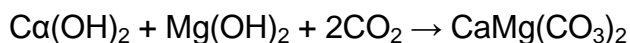
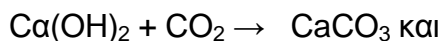
Η φυσική υδραυλική άσβεστος παρασκευάζεται από την φρύξη σε θερμοκρασία $< 900^{\circ}\text{C}$ ασβεστολιθικών μαργών, ασβεστολίθων και δολομιτών σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές εξισώσεις (Gourdin, Kingery, 1975):



Στην συνέχεια γίνεται αποπύρωση του CaO ή $\text{CaMg(CO}_3)_2$:



Τέλος γίνεται σκλήρυνση της ένυδρης ασβέστου σε επαφή με την ατμόσφαιρα δημιουργώντας ένα κονίαμα με πολύ καλές αντοχές, αδιάλυτο σε νερό το οποίο δεν περιέχει υδατοδιαλυτά άλατα ενώ έχει και πολύ καλή ικανότητα διαπνοής (Wendehorst, 1981):



Η διαδικασία σκλήρυνσης (εναθράκωσης) είναι σχετικά αργή σε συνήθεις συνθήκες λόγω της μικρής περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα και επηρεάζεται από την σχετική υγρασία της περιοχής εφαρμογής (Μογορούλου και Συνεργάτες 2005β).

Η μαγνησιακή ένυδρη άσβεστος προσδίδει στο κονίαμα τα χαρακτηριστικά της πλαστικότητας, συνοχής και ανθεκτικότητας στην ρηγμάτωση σε μεγαλύτερο βαθμό από την συνήθη άσβεστο λόγω της ινώδους δομής των κρυστάλλων του ένυδρου μαγνησίου.

Ποζολανικά πρόσθετα

Η προσθήκη ποζολανικό υλικού, όπως θηραϊκή ή σκυδραϊκή γη και γενικά υλικά ηφαιστειογενής προέλευσης, στα κονιάματα αποκατάστασης βελτιώνει τις ιδιότητές τους και επηρεάζεται η τελική θλιπτική αντοχή λόγω της υδραυλικότητας των ποζολανών. (Ashall και Συνεργάτες 1996). Η αύξηση της περιεχόμενης ποζολάνης αυξάνει αναλογικά την τελική θλιπτική και εφελκυστική αντοχή του υλικού. Επιπλέον αυξάνεται και η αντίσταση στην αποσάθρωση του κονιάματος.

Στην κατηγορία των ποζολανικών πρόσθετων ανήκουν και οι φυσικοί ζεόλιθοι. Είναι ορυκτά που προέρχονται από υδροθερμικές μεταβολές σε ηφαιστειακά πετρώματα. Διακρίνονται για την σταθερότητά τους και την αδιαλυτότητά τους. Η χρήση των φυσικών ζεόλιθων στα ιστορικά κονιάματα προσδίδει αυξημένες ποζολανικές ιδιότητες και ανθεκτικότητα.

Καολίνης - Μετακαολίνης

Ο καολίνης είναι άργιλος ο οποίος έχει σχηματιστεί από υδροθερμικές κυρίως μεταβολές σε αστριούχα πετρώματα (γρανίτες, τραχείτες κ.α) και περιέχει, λόγω του σχηματισμού του, τις λιγότερες προσμίξεις από όλους τους αργίλους. Η ανάμιξη του καολίνη με άσβεστο και νερό δημιουργεί νέα σύνθετα ένυδρα άλατα. Ο μετακαολίνης προέρχεται από θερμική επεξεργασία καολίνη και παρουσιάζει έντονες ποζολανικές ιδιότητες ενώ με ανάμιξη σε κονιάματα δίνει μεγάλες φυσικομηχανικές αντοχές, μεγάλη ανθεκτικότητα και επιτρέπει την σκλήρυνση του κονιάματος εντός του νερού (Chiaverini, 2004).

4.2 ΤΡΙΜΕΡΕΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΥΔΡΑΣΒΕΣΤΟΥ – ΠΟΖΟΛΑΝΗΣ - ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

Ο προβληματισμός αναφορικά με τα κριτήρια που πρέπει να διέπουν το σχεδιασμό υλικών επισκευής για ιστορικές τοιχοποιίες παρουσιάστηκε συστηματικά για πρώτη φορά σε συνέδριο του ICCROM (1982).

Τα κονιάματα και τα επιχρίσματα αποτελούν σημαντική πηγή ιστορικών πληροφοριών, η οποία αξιοποιείται ανεπαρκώς. Η μελέτη τους αμελείται και αυθεντικά υλικά συχνά καταστρέφονται χωρίς διατήρηση δειγμάτων και χωρίς κατάλληλη τεκμηρίωση. Η εφαρμογή ενεμάτων γίνεται για τη σταθεροποίηση παλαιών τοιχοποιιών χωρίς καμία θεωρητική αντιμετώπιση τόσο των απαιτήσεων που πρέπει να πληρεί το ίδιο το ένεμα όσο και της μελλοντικής συμπεριφοράς των επισκευασμένων κατασκευών υπό την επίδραση περιβαλλοντικών δράσεων. Τα κονιάματα ανεπαρκούς πορώδους και υπερβολικών αντοχών, τα οποία παράγουν επικίνδυνα προϊόντα κατά τη διαδικασία πήξης, χρησιμοποιούνται συχνά σε παλαιές τοιχοποιίες, ακόμα και σε επαφή με σημαντικά έργα τέχνης (τοιχογραφίες, νωπογραφίες).

Όπως προκύπτει από την ανάλυση πλήθους ιστορικών κονιαμάτων στον Ελλαδικό χώρο από διάφορους μελετητές, από γραπτές πηγές και από πρακτικές παραδόσεις, η συντριπτική πλειοψηφία των υλικών αυτών κατατάσσεται είτε στην κατηγορία των ασβεστοκονιαμάτων είτε σε εκείνη των ασβεστοποζολανικών κονιαμάτων, όπου η ποζολάνη είναι είτε φυσική είτε τεχνητή (κεραμάλευρο). Η σύγκλιση των συμπερασμάτων είναι σημαντική, αν ληφθεί υπόψη ότι έχουν προκύψει από την εφαρμογή διαφορετικών, συχνά, μεθόδων, δεδομένου ότι ακόμα δεν υπάρχει ένα κοινά αποδεκτό πρωτόκολλο για την ανάλυση ιστορικών κονιαμάτων.

Οι απαιτήσεις δομικής επιτελεστικότητας θεωρούμε ότι καθιστούν αναπόφευκτη την χρήση υδραυλικών συνθέσεων. Πράγματι, η εφαρμογή καθαρών ασβεστιτικών κονιαμάτων δεν θα επέτρεπε την ανάπτυξη των επιθυμητών αντοχών σε ένα εύλογο χρονικό ορίζοντα, η δε εφαρμογή ασβεστιτικών ενεμάτων δεν έχει νόημα, δεδομένου του εξαιρετικά αργού ρυθμού ενανθράκωσης στο εσωτερικό των τοιχοποιιών. Οι υδραυλικές συνθέσεις που χρησιμοποιήθηκαν, και μάλιστα από την Αρχαιότητα, είναι κυρίως ασβεστοποζολανικές. Η παραγωγή και εφαρμογή υδραυλικής ασβέστου δεν ήταν ποτέ εκτεταμένη. Άρα, η απαίτηση για αναφορά στις τοπικές ιστορικές τεχνολογίες ικανοποιείται με τη χρήση υδρασβέστου και ποζολανών.

Συνθέσεις αποτελούμενες μόνο από ασβέστη και ποζολάνη (στη λεπτότητα του τσιμέντου) εμφανίζουν το μειονέκτημα της πολύ βραδείας ανάπτυξης των μηχανικών αντοχών καθώς και μειωμένης ανθεκτικότητας. Η προσθήκη μιας τσιμεντιτικής φάσης είναι, λοιπόν, απαραίτητη για την ανάπτυξη σε σύντομο χρονικό διάστημα μιας ανθεκτικής μικροδομής. Η τσιμεντιτική αυτή φάση μπορεί να προέλθει από την προσθήκη τσιμέντου

Portland (C_2S , C_3S κυρίως), ακόμα και, εφόσον δικαιολογείται, φυσικής υδραυλικής ασβέστου (η οποία περιέχει C_2S). Η τελευταία περιέχει επίσης $Ca(OH)_2$, το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη για την ποζολανική αντίδραση.

Για πρώτη φορά μελετήθηκαν συνθέσεις ενεμάτων με τσιμέντο Portland, υδράσβεστο, φυσικές ποζολάνες και, ενίοτε, λεπτόκοκκη άμμο ή/και κεραμάλευρο, στα τέλη της δεκαετίας του 80. Η αναγκαιότητα επίτευξης αντοχών της τάξης των 6 MPa στις 28 ημέρες σε συνδυασμό με το γεγονός ότι, όπως αποδείχθηκε από τη μελέτη επισκευασμένων τοιχοποιιών, συνθέσεις υψηλής περιεκτικότητας σε τσιμέντο δεν είναι αναγκαίες για το επίπεδο και, κυρίως, το είδος των αντοχών που απαιτούνται σε μια κατασκευή από τοιχοποιία (υπενθυμίζεται ότι κριτήριο σχεδιασμού, τουλάχιστον για τα ενέματα, είναι η συνάφεια), έκαναν αναγκαία τη μελέτη τριμερών συνθέσεων με στόχο, πέρα από τη μελέτη της ανάπτυξης της μικροδομής, να προσδιοριστεί ένα ελάχιστο όριο περιεκτικότητας σε τσιμέντο.

Σε πρώτη φάση, για τη μελέτη συστημάτων υδρασβέστου - ποζολάνης - τσιμέντου χρησιμοποιήθηκαν:

- (α) σκόνη υδρασβέστου,
- (β) τσιμέντο Portland CEM I 42.5 σε περιεκτικότητα 10% ή 30%,
- (γ) φυσική ποζολάνη (Trass) (0-80 μm),
- (δ) πυριτική παιπάλη
- (ε) υπερρευστοποιητής (1 - 1.5%-κ.β.στερεών).

Ο λόγος υδρασβέστου προς ποζολάνη κυμαινόταν από 1: 3 ως 1 : 5. Η περιεκτικότητα σε νερό κυμαινόταν μεταξύ 0.8 - 0.9 και προέκυψε από τις δοκιμές διεισδυτικότητας σε στήλες άμμου με κενά μικρότερα των 0.3mm. Οι συνθέσεις αυτές προτείνονται ως βάση σχεδιασμού ενεμάτων υψηλής διεισδυτικότητας καθώς δεν περιέχουν άμμο.

Η μελέτη της ενυδάτωσης των συνθέσεων κατά τις πρώτες ώρες έγινε διαμέσου του προσδιορισμού των καμπυλών θερμότητας ενυδάτωσης. Το ένεμα αναφοράς CbO (80% κ.β. τσιμέντο, 20% υδράσβεστος) εμφάνισε τη δεύτερη κορυφή του μετά από 42 ώρες, με σχετική δηλ. καθυστέρηση σε σχέση με τις αμιγείς τσιμεντοκονίες.

Τα τριμερή ενέματα εμφάνισαν τη δεύτερη κορυφή μετά από 8-12 ώρες, και μάλιστα ανεξάρτητα από το λόγο υδρασβέστου - ποζολάνης και την περιεκτικότητα ή όχι πυριτικής παιπάλης (SF) .

	S04-					A1 ³⁺				
C[%]	80%	0%	30%	30%	30%	80%	0%	30%	30%	30%
t [h]	CbO	Ποζ.	13bO	15bO	13b1O	CbO	Ποζ.	13bO	15bO	13b1O
0	76.9	4.6	36.1	36.0	32.2	1072	446	24	6	0
1/2	73.3	4.5	28.1	26.2	24.6	302	370	0	0	0
1	65.5	4.8	23.2	23.2	20.9	444	304	12	0	0
2	57.4	4.7	18.5	17.8	17.8	132	210	0	4	0
4	50.7	5.1	16.2	16.2	16.5	106	306	0	0	0
8	45.3	5.0	14.9	12.9	8.9	74	192	0	0	20
C[%]: περιεκτικότητα σε τσιμέντο										

Πίνακας 6. Συγκέντρωση S04 = (mmol/l) και A1³⁺ (μg/l)

Η κορυφή αυτή αποδίδεται στην ενυδάτωση του τσιμέντου και όχι στην ποζολανική αντίδραση, η οποία γίνεται εμφανής με το πέρασμα κάποιων ημερών. Για τη σύνθεση 13b0 (30% κ.β. τσιμέντο, 0% SF) η κορυφή εμφανίζεται σε 10 ώρες με τιμή 1.96 J/(g.h) και στη σύνθεση 13b10 (30% κ.β. τσιμέντο, 10% SF) στις 9.5 ώρες με τιμή 2.97 J/(g.h). Οι αντίστοιχες τιμές για τη σύνθεση αναφοράς είναι 42 ώρες και 1.6 J/(g.h).

Η εξέλιξη της συγκέντρωσης ιόντων

Τα θειικά ιόντα (βλέπε Πίνακα 6) προέρχονται κυρίως από τη γύψο και τα θειικά αλκάλια του τσιμέντου. Η συγκέντρωση θειικών στο διάλυμα των τριμερών συνθέσεων είναι η μισή σε σχέση προς τη σύνθεση αναφοράς. Παρατηρείται επίσης μεγάλη μείωση της περιεκτικότητας σε αργίλιο, τα αποτελέσματα όμως χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, καθώς οι μετρηθείσες συγκεντρώσεις (με ICP/MS- Inductively Coupled Plasma / Mass Spectroscopy) είναι μικρότερες εκείνων που αφορούν στην ποζολάνη. Στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται η μετρηθείσα, με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης, συγκέντρωση αλκαλίων όπου είναι φανερό η δραστική μείωση του K⁺ και η σχετική μείωση του Na⁺.

	κ+					Na+				
C[%]	80%	0%	30%	30%	30%	80%	0%	30%	30%	30%
t [h]	CbO	Ποζ.	13bO	15bO	13b1O	CbO	Ποζ.	13bO	15bO	13b1O
0	83.5	6.4	24.2	17.9	33.7	35.2	14.3	28.2	26.5	33.3
1/2	95.9	6.5	19.7	16.8	21.3	40.3	19.8	27.5	25.7	27.6
1	96.8	5.7	18.3	16.3	20.4	40.0	14.8	25.6	25.8	27.6
2	99.7	5.5	66.7*	15.3	19.6	41.5	13.7	51.7*	27.3	28.8
4	102.5	5.6	16.4	15.3	20.5	42.4	17.4	25.5	26.0	39.8
8	103.4	5.7	16.8	15.2	20.0	42.5	14.4	28.0	26.1	30.2
* Οι τιμές αυτές αποδίδονται σε μη χαρακτηριστικό δείγμα										

Πίνακας 7. Συγκέντρωση κ+ (mol/l) και Na + (υιοί/l)

ηλικία	CcA	CH	Cc	An.	Q
28	5.42	25.69	8.63	6.56	20.35
60	6.57	28.65	22.3	8.36	22.38
90	8.29	21.51	39.31	7.23	18.53
180	9.32	23.33	16.09	5.7	21.17
365		12.09	15.98	4.16	21.07

CcA : ενανθρακωμένες ασβεστοαργλικές ενώσεις
 CH : πορτλανδίτης Q: χαλαζίας
 Cc : καλσίτης
 Anal. : αναλσίτης

Πίνακας 8. Ορυκτολογική ανάλυση τριμερών συνθέσεων 13bO

Η ορυκτολογική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της περίθλασης ακτινών X και χαρακτηριστικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 8. Αξίζει να σημειωθεί η ανάπτυξη ενανθρακωμένων ασβεστοαργλικών ενώσεων, οι οποίες ανιχνεύονται από την 28^η ως την 180^η μέρα, όχι όμως και σε ηλικία 365 ημερών.

Γενικά, μια φυσική ποζολάνη δεν είναι διαλυτή σε HCl. Αντίθετα SiO₂ που προέρχεται από C-S-H είναι διαλυτό σε HCl. Για το λόγο αυτό, η ποσοτική μελέτη των συνθέσεων στηρίχτηκε στον προσδιορισμό του αδιαλύτου υπολείμματος και του διαλυτού SiO₂ σε διάφορες ηλικίες ως εκπιμητριών της εξέλιξης της ποζολανικής αντίδρασης. Χαρακτηριστικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 9. Η μείωση του αδιαλύτου υπολείμματος είναι ισχυρή κατά τις πρώτες 28 ημέρες στο ένεμα 13b0 (30% κ.β. τσιμέντο, 0% SF). Στη συνέχεια, ο ρυθμός μειώνεται μέχρι τις 365 ημέρες.

Στις συνθέσεις με SF (13b10) παρατηρείται μείωση του αδιάλυτου υπολείμματος μέχρι τις 90 ημέρες, και μετά πρακτικά σταθεροποίηση, γεγονός που αποδεικνύει την ισχυρή επιβράδυνση της ποζολανικής αντίδρασης. Αντίστοιχα, παρατηρείται αύξηση του διαλυτού SiO₂, επί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς SF και μικρότερο, όταν υπάρχει SF.

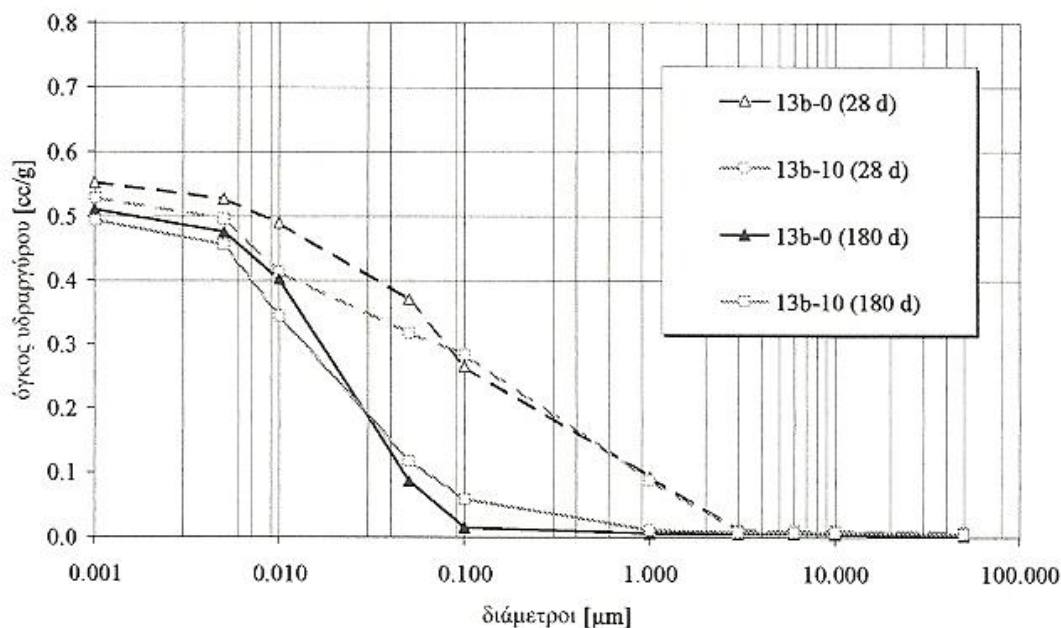
Ηλικία	αδιάλυτο υπόλειμμα		διαλυτό πυρίτιο	
	13b0	13b10	13b0	13b10
άνυδρο	36.74	δεν μετρήθηκε	7.41	δεν μετρήθηκε
28	21.96	26.39	17.37	17.83
60	21.24	23.09	17.5	21.38
90	19.33	21.68	18.12	22
180	19.12	21.49	19.62	22.45
365	17.68	δεν μετρήθηκε	21.16	δεν μετρήθηκε

Πίνακας 9. Αδιάλυτο υπόλειμμα και διαλυτό διοξείδιο του πυριτίου [%]

Εξέλιξη του πορώδους

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται και συγκρίνεται η εξέλιξη του συνολικού πορώδους των συνθέσεων 13b0 (30% κ.β. τσιμέντο, 0% SF) και 13b10 (30% κ.β. τσιμέντο, 10% SF) στις ηλικίες των 28 και 180 ημερών, όπως μετρήθηκε με ποροσιμετρία υδραργύρου. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μείωση του πορώδους της σύνθεσης 13b10 σε σχέση με την 13b0 στην περιοχή κάτω των 0.1μm στην ηλικία των 28 ημερών, προφανώς λόγω της παρουσίας της πυριτικής παιπάλης.

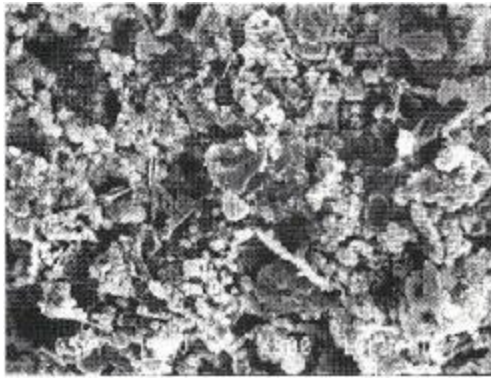
Με το πέρας των 180 ημερών, παρατηρείται και στις δύο περιπτώσεις μια εξαιρετική μείωση του πορώδους, ιδιαίτερα στην περιοχή μεταξύ 0.005 - 3 μm λόγω κυρίως της ποζολανικής αντίδρασης. Στην ηλικία των 180 ημερών, οι δύο συνθέσεις παρουσιάζουν πολύ μικρές διαφορές. Ας σημειωθεί στη θέση αυτή ότι η πορώδης αυτή δομή δεν είναι βέλτιστη και θα έπρεπε να επιδιωχθεί διατήρηση του πορώδους γύρω στο 1 μm. Πάντως, το πορώδες αποτελεί λιγότερο κρίσιμη παράμετρο σχεδιασμού για τα ενέματα απ' ό,τι για τα κονιάματα.



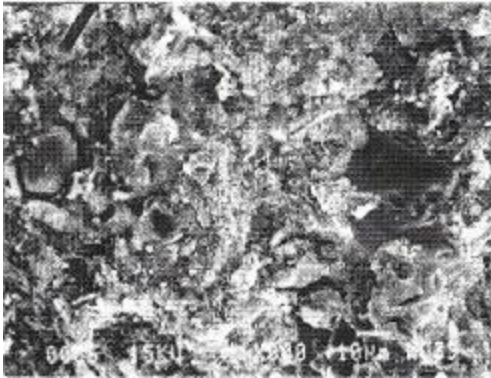
Εικόνα 1. Μεταβολή του συνολικού πορώδους συνθέσεων με (13b10) και χωρίς (13b0) πυριτική παιπάλη στην ηλικία των 28 και 180 ημερών

Εξέλιξη της μικροδομής

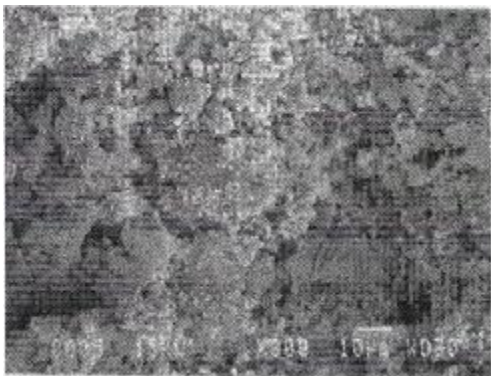
Η γενική εικόνα των ενεμάτων 15b0 (30% κ.β. τσιμέντο, 0% SF) και 15b10 (30% κ.β. τσιμέντο, 10% SF) στις ηλικίες των 28 και 180 ημερών παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Το ένεμα χωρίς πυριτική παιπάλη παρουσιάζει πορώδη μικροδομή, όπου φαίνονται καθαρά τα C-S-H τα οποία καλύπτουν σφαιρικούς κόκκους τσιμέντου ή ποζολάνης. Μεγαλύτεροι κόκκοι ποζολάνης και κρύσταλλοι πορτλανδίτη φαίνονται επίσης (Εικόνα 2α). Στην ηλικία των 180 ημερών το πορώδες έχει σαφώς μειωθεί ενώ οι κρύσταλλοι πορτλανδίτη δεν διακρίνονται πλέον, αν και υπάρχουν στη μάζα του υλικού (Εικόνα 2β). Συγκριτικά, το πορώδες της σύνθεσης 15b10 είναι εμφανώς μειωμένο ακόμα και στην ηλικία των 28 ημερών (Εικόνα 2γ) ενώ οι κρύσταλλοι πορτλανδίτη δεν διακρίνονται πλέον παρόλο που είναι παρόντες στη μάζα του υλικού. Στην ηλικία των 180 ημερών (Εικόνα 2δ) είναι σαφής μια εικόνα αμόρφου υλικού με εξαιρετικά μειωμένο πορώδες, παρόλο που ακόμα διακρίνονται C-S-H σε περιοχές περισσότερο πορώδεις.



(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικόνα 2. Επιφάνειες θραύσης (α) ενέματος 15bO στις 28 και (β) στις 180 ημέρες και (γ) 15b1O στις 28 και (δ) στις 180 ημέρες (800x)

(f _{gr,t}) συνθέσεων (ενεμάτων) αναφοράς [MPa]								
C [%]:			10%				30%	
σύνθεση:		13aO		15aO		13bO	15bO	
ηλικία	f _{gr,c}	f _{gr,t}	f _{gr,c}	f _{gr,t}	f _{gr,c}	f _{gr,t}	f _{gr,c}	f _{gr,t}
14ημ.	0.7	0.3	0.7	0.4	1.8	0.8	1.8	0.7
28ημ.	2.2	0.7	2.1	0.8	3.2	1.5	3.5	1.2
60ημ.	4.7	1.6	4.5	1.9	6.9	2.0	5.5	1.9
90ημ.	5.0	1.0	5.4	1.1	7.8	2.5	7.3	2.3
180 ημ.	5.6	0.4	4.1	0.0	13.1	2.3	11.2	1.9

Πίνακας 10. Θλιπτική αντοχή (f_{grc}) και αντοχή σε εφελκυσμό από κάμψη

Εφελκυστική και θλιπτική αντοχή

Αρχικώς μελετήθηκαν διάφορες συνθέσεις ενεμάτων με σκοπό να καθοριστεί το ελάχιστο απαιτούμενο ποσοστό τσιμέντου. Δυο ποσοστά τσιμέντου εξετάστηκαν: 10%-κ.β. και 30%-κ.β. στερεών. Τα αποτελέσματα των δοκιμών σε κάμψη και θλίψη δοκιμίων 40x40x160mm παρουσιάζονται στον παραπάνω Πίνακα 10. Η θλιπτική αντοχή των ενεμάτων που περιέχουν τσιμέντο σε ποσοστό 30%-κ.β. αυξάνεται σταθερά στο χρόνο. Αντιθέτως, στα ενέματα με το χαμηλότερο ποσοστό τσιμέντου (10%-κ.β.) παρατηρήθηκε στασιμότητα μετά τις 90 ημέρες. Και για τους δυο τύπους ενεμάτων, η αντοχή σε εφελκυσμό από κάμψη αυξήθηκε μέχρι την ηλικία των 60 ημερών. Εν συνεχεία, παρατηρήθηκε πτώση της καμπτικής αντοχής των ενεμάτων με 10% τσιμέντο. Αντίθετα, η καμπτική αντοχή των συνθεσεων με τσιμέντο 30%-κ.β., αυξήθηκε έως τις 90 ημέρες και έπειτα μειώθηκε ελαφρά. Η αντοχή σε εφελκυσμό είναι μια μηχανική ιδιότητα εντόνως εξαρτώμενη απ' την εσωτερική μικρορρηγμάτωση. Η παρατηρηθείσα μείωση της αντοχής μπορεί να αποδοθεί σε μια προοδευτική μικρορρηγμάτωση, στην οποία τα ενέματα με ποσοστό τσιμέντου 10%κ.β. είναι πιο ευάλωτα. Αντίθετα, η παρουσία ενός μεγαλύτερου ποσοστού τσιμέντου φαίνεται ότι δημιουργεί στις μικρές ηλικίες μια ανθεκτικότερη μικροδομή, στο εσωτερικό της οποίας μπορεί να εξελιχθεί η ποζολανική αντίδραση.

Εφελκυστική και διατμητική αντοχή συνάφειας

Στον παρακάτω Πίνακα 11 παρουσιάζονται χαρακτηριστικές τιμές εφελκυστικής και διατμητικής αντοχής συνάφειας των τριμερών συνθέσεων με ασβεστολιθικό υπόστρωμα και με υπόστρωμα από οπτοπλίνθους. Όσον

αφορά στον εφελκυσμό επί ασβεστολιθικού υποστρώματος, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ενεμάτων, του ενέματος αναφοράς Cb0 συμπεριλαμβανομένου. Η αλλαγή των συνθηκών συντήρησης (13b0 Θ) είχε ως αποτέλεσμα τον μηδενισμό, πρακτικά, της εφελκυστικής αντοχής συνάφειας.

διατμ.	13b0		13b10		Cb0		13b0 Θ**	
ορθή τάση	A	O	A	O	A	O	A	O
0.1	0.573	0.704	0.892	0.908	0.980	1.216	0.132	0.197
0.3	0.598	0.878	0.979	0.894	-	1.045	0.316	0.701
1	0.991	1.205	1.258	1.780	1.307	2.381	0.592	0.833
εφελκ.	1.63	0.62*	1.47	0.55*	1.76	0.53*	0	0

* αστοχία οπτοπλίνθου

** θερμές/ξηρές συνθήκες συντήρησης

Πίνακας 11. Διατμητική και εφελκυστική αντοχή συνάφειας με ασβεστολιθικό (A) υπόστρωμα και υπόστρωμα με οπτόπλινθους (O) (στις 60 ημέρες)

Τα αποτελέσματα που αφορούν στη διατμητική αντοχή συνάφειας υπό διάφορες ορθές τάσεις έδειξαν διαφορές μεταξύ των ενεμάτων. Η παρουσία λεπτόκοκκων υλικών, όπως της πυριτικής παιπάλης, είχε ως συνέπεια τη μεγάλη αύξηση της διατμητικής αντοχή συνάφειας, η οποία πλησίασε πλέον εκείνη του τσιμεντενέματος αναφοράς Cb0. Σε πρόσφατες εργασίες επιβεβαιώνεται ότι, με την κατάλληλη σύνθεση, ακόμα και με υλικά όπως ο μετακαολίνης, ο οποίος είναι λιγότερο λεπτόκοκκος και πιο εύχρηστος από την πυριτική παιπάλη, μπορούν να επιτευχθούν αντοχές συνάφειας των τριμερών ενεμάτων παραπλήσιες του ενέματος αναφοράς.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΡΙΜΕΡΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ

Παρακάτω παρουσιάζουμε ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά τριμερών συνθέσεων κονιαμάτων και ενεμάτων, οι οποίες μελετήθηκαν για εφαρμογή σε ιστορικές τοιχοποιίες (Τουμπακάρη & Παπαδόπουλος 2004, Μαλαμή 2001, Μαλαμή 2004, Βιντζηλαίου κ.α, 2008).

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

(α) υδράσβεστος σε πολτό,

(β) λευκό τσιμέντο Portland I 42.5,

(γ) ποζολάνη Μήλου (0-75μm),

(δ) μη εμπορική ποζολάνη από την Kω σε τρεις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις (0-8mm, 0-4mm και 0- 45μm),

(ε) πυριτική άμμος (0-2mm) και πυριτικά (2-8mm) και ασβεστολιθικά (4-8mm) αδρανή από την Αττική,

(στ) άμμος από την Κω (περιέχει κυρίως πυριτικά αδρανή και feldspar) ως έχει (0-2.36 mm) και κοσκινισμένη (0-1.7mm),

(ζ) καθαρή χαλαζιακή άμμος (0-4mm) καθώς και μικρή ποσότητα υπερρευστοποιητή.

Οι συνθέσεις δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες διότι τόσο η διάμετρος του μέγιστου κόκκου των χρησιμοποιηθέντων αδρανών, η σύνθεση αυτών (η οποία μπορεί να είναι μίγμα διαφόρων άμμων) όσο και η κοκκομετρική καμπύλη διαφέρουν μεταξύ τους. Με την παράθεσή τους, όμως, επιχειρείται να δειχθούν τα εξής:

	Τσιμέ- ντο [%]	ηλι- κία	f _t [MPa]	f _c [MPa]	Φαινόμε. πορ. [%]	Συστολή ξήρ. [%]	Μέγιστος κόκκος**
M2f	0%	28	0.50	2.50	26.7		1.19 mm
		90	0.90	4.20	25.26		
DC1	7.5%	28	2.58	8.44		0.045	8 mm
		28*	2.61	9.83	22.2	0.154	8 mm
DC2	7.5%	28	3.05	12.54		0.031	8 mm
		28*	3.12	12.95	19.2	0.137	8 mm
DC3	7.5%	28	2.10	6.60			8 mm
		90	2.40	10.10			
M1f	10%	28	2.70	11.60	20.87		1.19 mm
		90	3.20	21.20	20.14		
M1c	10%	28	3.00	14.30	22.03		4 mm
		90	3.70	24.40	17.52		
ένεμα 1	12%	28	1.60	4.20			0.8 mm
		90	2.10	8.00			
ένεμα 2	30%	28	1.50	3.20			χωρίς άμμο
		90	2.50	7.80			

Η περιεκτικότητα σε τσιμέντο αναφέρεται στο συνολικό βάρος (δηλ. συμπερ. αδρανή)

** συντήρηση στο εργαστήριο και όχι σε υγρό θάλαμο*

*** μέγιστος κόκκος άμμου & αδρανών στο αντίστοιχο κονίαμα / ένεμα*

Πίνακας 12. Τριμερείς συνθέσεις κονιαμάτων και ενεμάτων

(α) Οι τιμές αντοχών της σύνθεσης αναφοράς M2f, η οποία είναι ασβεστοποζολανική με μια μάλλον χονδρόκοκκη ποζολάνη, ιδίως δε η εφελκυστική αντοχή αυτής, δεν κρίνονται επαρκείς για επισκευή ιστορικών τοιχοποιιών. Επιπλέον, η σύνθεση αυτή αποδείχθηκε εξαιρετικά ευάλωτη σε δοκιμές ανθεκτικότητας. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει την άποψη ότι απαιτείται μια ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο για την ενίσχυση της μικροδομής έναντι των αναπτυσσόμενων τάσεων λόγω περιβαλλοντικών δράσεων και ενανθράκωσης του ίδιου του υλικού.

(β) Το εύρος των αντοχών που μπορούν να επιτευχθούν φαίνεται από τη μετρηθείσα θλιπτική αντοχή των 24 MPa (M1c), η οποία, αν και δεν είναι συμβατή με μια ιστορική τοιχοποιία, δείχνει τις ευρύτερες δυνατότητες των τριμερών συνθέσεων (για διάφορες εφαρμογές).

(γ) Ας παρατηρηθεί στη θέση αυτή ότι οι εφελκυστικές αντοχές από κάμψη ορισμένων συνθέσεων είναι συγκρίσιμες (π.χ. DC2 έναντι M1f) παρά τη διαφορετική σύνθεση και ποιότητα άμμου και αδρανών. Επιβεβαιώνεται, ότι η ποιότητα και κοκκοδιαβάθμιση των αδρανών επηρεάζουν τις αντοχές (και το πορώδες), και συνεπώς αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την προσαρμογή και βελτιστοποίηση των συνθέσεων.

(δ) Από τη σύγκριση συνθέσεων στις οποίες χρησιμοποιούνται πυριτικά αδρανή σύμφωνα με πρότυπη κοκκομετρία (DC 1-2) όσο και τοπικά αδρανή με κοκκοδιαβάθμιση παραπλήσια του αντίστοιχου ιστορικού κονιάματος καθώς και χονδρόκοκκη ποζολάνη (DC3) δείχνεται ότι είναι δυνατή η χρήση των τοπικών αδρανών και κοκκοδιαβαθμίσεων ενώ η συνακόλουθη σχετική πτώση των αντοχών μπορεί να αντισταθμιστεί, εάν είναι επιθυμητό, από την κατάλληλη προσαρμογή του συνδετικού υλικού.

(ε) Ο βέλτιστος λόγος υδρασβέστου προς ποζολάνη εξαρτάται από τη λεπτότητα της ποζολάνης (DC 1 έναντι DC2).

(στ) Από την παράθεση των μετρήσεων συστολής ξήρανσης δείχνεται ότι οι τριμερείς συνθέσεις είναι σχετικά ευάλωτες στις συνθήκες συντήρησης.

(ζ) Ποσοστό τσιμέντου 30% κ.β. είναι αρκετό για την ανάπτυξη ενεμάτων με απαιτήσεις διεισδυτικότητας σε κενά συμβατικής διαμέτρου 0.3mm (ένεμα 2). Με αλλαγή των απαιτήσεων διεισδυτικότητας, το ποσοστό αυτό διαφοροποιείται (ένεμα 1). Το αντίστοιχο ποσοστό στα κονιάματα μπορεί να φτάσει και το 5% (επί του συνολικού ξηρού βάρους της σύνθεσης).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. http://library.tee.gr/digital/m2316/m2316_toubakari.pdf
2. http://www.aegean.gr/aegean/greek/news/2010-11/Diag_prom/%CE%A6%CE%91%CE%9A%CE%95%CE%9B%CE%9F%CE%A3%20%CE%94%CE%97%CE%9C%CE%9F%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%91%CE%A3%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%9F%CE%A5%20%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%97%CE%A3%20%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%9F%CE%A5%20%CE%92%CE%84%20%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%9F%CE%A5%20%CE%A3%CE%A5%CE%93%CE%9A%CE%A1%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%9F%CE%A3%20%CE%A0%CE%91%CE%9D.%20%CE%91%CE%99%CE%93%CE%91%CE%99%CE%9F%CE%A5%20%CE%A3%CE%A4%CE%97%20%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%9F/%CE%A4%CE%95%CE%A5%CE%A7%CE%97%20%CE%94%CE%97%CE%9C%CE%9F%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%97%CE%A3%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%9F%CE%A5/%CE%93%CE%95%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%A4%CE%A3%CE%A5%20-%20KONIAMATA%20-%20EPIXRISMATA.pdf
3. <http://poseidon.library.tuc.gr/artemis/MT2012-0085/MT2012-0085.pdf>
4. <http://poseidon.library.tuc.gr/artemis/MT2012-0085/MT2012-0085.pdf>
5. http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/7917/tekidiss_geopolymerdurability.pdf?sequence=1
6. <http://www.ggde.gr/dmdocuments/14-02-03-00.pdf>
7. 1. Boynton, R.S., **Chemistry and Technology of Lime and Limestone**, Interscience, New York, (1966), pg.396.
8. 2. European Committee for Standardization, **EN 998-1, Specification for mortar for masonry, Part 2 Masonry mortar**, 2000
9. 3. Oates, J.A.H. **Lime and Limestone, Chemistry and Technology, Production and uses**, Wiley-VCH, Germany 1998, pg 456.
10. 4. European Committee for Standardization, **EN 998-2, Specification for mortar for masonry, Part 1 Rendering/plastering**, 2000

- 11.5. Hedin, R., **Plasticity of lime mortars**. N.L.A., Washington D.C., Annual operating meeting, (1962) pg.3
- 12.6. ASTM C-207-79, **Standard specification for hydrated lime for masonry purposes**, Philadelphia, PA 19103.
- 13.7. Walker, D.D., **Hydrated lime, an irreplaceable mortar plasticizer** Proc. of 7th International Lime Congress. Rome (1990), pp 289-313.
- 14.8. Boynton, R.S., Gutschick, K.A., **Durability of mortar and masonry**, Masonry Mortar Technical Notes I N.L.A. Washington D.C. (1964)
- 15.9. Boynton, R.S., Gutschick, K.A., **Strength considerations in mortar and masonry**, Masonry Mortar Technical Notes II N.L.A. Washington D.C. (1964)
- 16.10. Boynton, R.S., Gutschick, K.A., **Bond of mortar to masonry units**, Masonry Mortar Technical Notes III N.L.A. Washington D.C. (1964).
- 17.11. Boynton, R.S., Gutschick, K.A., **Efflorescence of masonry**, Masonry Mortar Technical Notes IV, N.L.A. Washington D.C. (1966).
- 18.12. Boynton, R.S., Gutschick, K.A., **Effect of mortar composition on wall leakage**, Masonry Mortar Technical Notes V N.L.A. Washington D.C. (1979).
- 19.13. Matthys, J.H., **Conventional masonry mortar investigation on concrete block**, N.L.A., (1989).
- 20.14. Matthys, J.H., **Flexural bond strength of portland cement lime and masonry cement mortars**, Proc of 8th International Brick/block Conference, Dublin, (1988), Vol.1, pp.284-91.
- 21.15. Ritchie, T., Plewes, W.G., **Moisture penetration of brick masonry panels**, A.S.T.M. Bulletin (1960).
- 22.16. Voss, W.C., **Exterior masonry construction**, N.L.A. Bulletin No 324, (1960).
- 23.17. Mehlmann, M., Oppermann, B., **The role of masonry mortar and rendering mortar in modern masonry construction**, Proc of 8th International Brick/block Conference, Dublin, (1988), Vol.1, pp 139-49.
- 24.18. Tsimas, S. **Lime an irreplaceable mortar constituent Civil Engineering**, European Courses - Mechanics and structural restoration of masonry structures. Lab of reinforced concrete. Athens (1992).
- 25.19. R. Wendehorst. **Δομικά Υλικά**, Εκδόσεις Μ.Γκιούρδας, Αθήνα (1981), σ. 720
- 26.20. Τσίμας Σ., Αποστολίδου Α., **Μελέτη της ασβέστου που προορίζεται για δομικές χρήσεις**, ΤΕΕ, Αθήνα 1984. Σελ 56
- 27.21. Πατσαβούδης Δ., **Τεχνολογία δομικών υλικών**, ΟΕΔΒ, Αθήνα 1989
- 28.22. Τσίμας, Σ., και άλλοι, **Διατύπωση προτάσεων για την σύνταξη προ-διαγραφών για τα επιχρίσματα**, ΤΕΕ/Ε.Ε.Δ.Υ.Σ, 1987
- 29.23 Τσίμας Σ. **Δομικά υλικά (Τσιμέντο - Ασβέστης - Σκυρόδεμα - Κονιάματα)**, ΕΜΠ, Αθήνα 2001.
- 30.24 ΕΛΟΤ EN 998.01:2003 **Προδιαγραφή κονιαμάτων τοιχοποιίας- Μέρος 1: Εξωτερικά και εσωτερικά επιχρίσματα**
- 31.25 ΕΛΟΤ EN 998.02:2003 **Προδιαγραφή κονιαμάτων τοιχοποιίας- Μέρος 2: Κονίαμα τοιχοποιίας**

32. http://library.tee.gr/digital/m2173/m2173_theodoridis.pdf
33. Ashall, G. Butlin, N. R. Teutonico, M. J. Martin, W., 1996, Development of lime mortar formulations for use in historical buildings, Durability of building materials and components 7, E & FN Spon, Vol 1, pp. 353-359
34. Chiaverini, J., 2004, Metakaolin - lime mortar: a replica of Genoese 'porcellana' as a mortar for restoration, Proceedings of the 2nd Swiss Geoscience Meeting, Lausanne
35. Δημοσθένους, Α.Μ. & Στυλιανίδης, Χ. Κ. 2000, Κριτήρια επιλογής μεθόδων επισκευής και ενίσχυσης μνημείων και παραδοσιακών κτιρίων από τοιχοποιία, Πρακτικά 1^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Ήπιες επεμβάσεις για την προστασία ιστορικών κατασκευών, σελ 445-461, Θεσ/νικη
36. Δρίτσος, Σ. 2001, Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, Πάτρα, Εκδόσεις Πανεπιστήμιο Πατρών
37. Χαριτίδου - Μαυρούδη, Π. Ε. 2000, Ζητήματα εφαρμογής ήπιων επεμβάσεων σε μνημεία της νεώτερης αρχιτεκτονικής κληρονομιάς. Από την επιλογή στην υλοποίηση, Πρακτικά 1^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Ήπιες επεμβάσεις για την προστασία ιστορικών κατασκευών, Θεσ/νικη

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χημικές απαιτήσεις ποιότητων ασβέστη κατά ΕΛΟΤ EN 459-1:2001	17
Πίνακας 2. Θλιπτικές αντοχές υδραυλικών ασβέστων	18
Πίνακας 3. Φυσικές απαιτήσεις του άσβεστου ασβέστη	19
Πίνακας 4.	19
Πίνακας 5. Αναλογίες Κονιαμάτων	30
Πίνακας 6. Συγκέντρωση $S04 =$ (mmol/l) και Al^{3+} (μg/l).....	56
Πίνακας 7. Συγκέντρωση K^{+} (mol/l) και Na^{+} (υιοί/l)	57
Πίνακας 8. Ορυκτολογική ανάλυση τριμερών συνθέσεων 13bO.....	57
Πίνακας 9. Αδιάλυτο υπόλειμμα και διαλυτό διοξείδιο του πυριτίου [%].....	58
Πίνακας 10. Θλιπτική αντοχή (f_{grc}) και αντοχή σε εφελκυσμό από κάμψη.....	61
Πίνακας 11. Διατμητική και εφελκυστική αντοχή συνάφειας με ασβεστολιθικό (A) υπόστρωμα και υπόστρωμα με οπτόπλινθους (O) (στις 60 ημέρες).....	62
Πίνακας 12. Τριμερείς συνθέσεις κονιαμάτων και ενεμάτων	63