Archetype

Πρακτικά και θεωρητικά ζητήματα κατάλληλων επεμβάσεων σε κατασκευές από τοιχοποιία της αρχιτεκτονικής μας κληρονομιάς

Χριστίνα Ιωακειμίδου - 21/10/2026

Εικόνα Εξωφύλλου: Μονή Δαφνίου (11ος αιώνας). Καθολικό και Ανατολική Πτέρυγα κελιών του εσωτερικού περιβόλου. | Πηγή: efada.gr

Η αντιμετώπιση των κτιρίων από τοιχοποιία αποτελεί ένα σύνθετο και απαιτητικό επιστημονικό πεδίο, το οποίο διαφοροποιείται ουσιωδώς από αυτό των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα. Όπως τονίζει η κυρια Ανδρονίκη Μιλτιάδου, καθηγήτρια του ΕΜΠ, στην ομιλία της στο Building Strengthening Show 2025, η τοιχοποιία, χαρακτηριζόμενη ως ένα «ατίθασο» υλικό, παρουσιάζει ιδιαίτερες μηχανικές ιδιότητες και συμπεριφορά που δεν διδάσκονται επαρκώς στις πολυτεχνικές σχολές, οδηγώντας σε ελλιπή κατανόηση του υλικού από πολλούς μηχανικούς.

Ιστορικά, μετά τους σεισμούς του 1981 στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη, οι προσπάθειες θέσπισης οδηγιών για επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία στηρίχθηκαν, όπως εξάλλου και σε άλλες χώρες (π.χ την Ιταλία), - κατά κύριο λόγο στις γνώσεις για τη συμπεριφορά των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Αυτή η προσέγγιση, σύμφωνα με την ομιλήτρια, οδήγησε στην ευρεία εφαρμογή επεμβατικών τεχνικών, όπως η αντικατάσταση ξύλινων πατωμάτων στεγών και δωμάτων με πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος, η χρήση διαζωμάτων από σκυρόδεμα και η εφαρμογή μανδυών, συχνά χωρίς να λαμβάνεται μέριμνα για την μηχανική

αλλά και τη φυσικοχημική συμβατότητα των υλικών. Η εμπειρία από την συμπεριφορά κτιρίων με τέτοιες επεμβάσεις σε μεταγενέστερους σεισμούς, όπως για παράδειγμα στην Καλαμάτα, στην Βρύσα και στην Ίλικα της Ιταλίας, ανέδειξε τις καταστροφικές συνέπειες αυτών των επιλογών, καθώς η αύξηση της δυσκαμψίας και των μαζών, σε συνδυασμό με την ασυμβατότητα των υλικών, τροποποίησε το δομητικό σύστημα με τρόπο που εμπόδιζε τη σωστή απόκριση της κατασκευής και τη διαπνοή της τοιχοποιίας.

Σεισμική τράπεζα (Sapienza and Roma Tre) | Πηγή εικόνας: media.enea.it

Όπως αναφέρει η κυρία Μιλτιάδου, τα τελευταία σαράντα χρόνια, η έρευνα επικεντρώθηκε στην κατανόηση της συμπεριφοράς της τοιχοποιίας, στη βελτίωση των διαγνωστικών μεθόδων, στην ανάπτυξη καινοτόμων υλικών/τεχνικών και στον ορθολογικότερο σχεδιασμό των επεμβάσεων αποκατάστασης, οι οποίες στηρίζονται στην τεκμηρίωση και την αποτίμηση της αποτελεσματικότητάς τους, όπως αποτυπώνεται στις διατάξεις του νέου κανονισμού για την Αποτίμηση και τις Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας (ΚΑΔΕΤ). Η όποια επέμβαση απαιτεί προηγούμενη εξαντλητική «τεκμηρίωση» του κτιρίου, καθώς κάθε κατασκευή διαθέτει τη δική της ιστορικότητα και μηχανική υπόσταση, συχνά χωρίς να έχει προηγηθεί αρχική μελέτη. Η ομιλήτρια αναλύοντας τις επεμβάσεις, τις διακρίνει αρχικά σε αυτές που στοχεύουν στην επισκευή, και σε εκείνες που αποσκοπούν στην ενίσχυση, βελτιώνοντας είτε τα χαρακτηριστικά του υλικού, είτε την απόκριση του συνόλου του δομικού συνολικού συστήματος. Επί παραδείγματι, το βαθύ αρμολόγημα αποτελεί αναγκαία εργασία μόνο όταν τα κονιάματα έχουν αποδιοργανωθεί, ενώ πρέπει να εκτελείται με χρήση κατά κύριο λόγο ασβεστο-ποζολανικών κονιαμάτων, αποφεύγοντας τα ισχυρά τσιμεντοκονιάματα που αποδεικνύονται βλαπτικά. Απαιτείται προσεκτική επιλογή εργαλείων για την τοποθέτηση του κονιάματος μέσα στον αρμό με καλή συμπίεση και σε στρώσεις, καθώς και προστασία από την εξάτμιση του νερού για περίπου δεκατέσσερις ημέρες, ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές αντοχές.

26 9:21

Αρμολογήματα | Πηγή εικόνας: Α. Μιλτιάδου, Γραφείο Μελετών Επίλυση

Στις περιπτώσεις ρωγμών στις παρειές της τοιχοποιίας, αυτές που έχουν μικρό εύρος έως 5 χιλιοστά και δεν είναι διαμπερείς, δύνανται να αντιμετωπιστούν με πλήρωσή τους με κατάλληλα ενέματα, ενώ στις μεγαλύτερου εύρους ή στις διαμπερείς ρωγμές απαιτείται και η συρραφή τους με κλειδιά, είτε λίθινα είτε μεταλλικά. Η αποκατάσταση των ξυλοδεσιών, οι οποίες, όπως υπογραμμίζει η κ. Μιλτιάδου, λειτουργούν ως σύστημα και όχι ως μεμονωμένα στοιχεία, απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Στο Ρετζέπ Πασά Τζαμί στην πόλη της Ρόδου, η επέμβαση περιέλαβε την αφαίρεση λίθων για τη διαμόρφωση πρόσβασης στις οπές των αποσαρθρωμένων ξυλοδεσιών, την πλήρωση των οπών με κατάλληλο κονίαμα και την τοποθέτηση τενόντων για την αποκατάσταση της συστημικής λειτουργίας των ξυλοδεσιών. Αντίστοιχα, στην Παναγία Κρήνα στη Χίο, στη βάση του τυμπάνου του τρούλου, λόγω της πολυγωνικής κάτοψης των οπών των ξυλοδεσιών, χρησιμοποιήθηκε κονίαμα υδραυλικής ασβέστου ελαφρώς οπλισμένο με ράβδους από ανοξείδωτο χάλυβα για τη υποκατάσταση του ξύλινου διαζώματος (διατομής τέτοιας που να αντιστοιχεί στην εφελκυστική αντοχή του ξύλου), ενώ παράλληλα για λόγους ασφαλείας τοποθετήθηκε και εξωτερική περίδεση με λάμα από ανοξείδωτο χάλυβα.

Αναλύοντας τη διαδικασία εισπίεσης ενεμάτων, η ομιλήτρια τονίζει, πως η συγκεκριμένη τεχνική αποτελεί κεντρικό πυλώνα των επεμβάσεων στην τοιχοποιία, στοχεύοντας στην ομογενοποίηση της μάζας της και στην πλήρωση των κενών και ασυνεχειών, ακόμα και των πολύ λεπτών, της τάξεως των 0,2 έως 0,4 χιλιοστών. Η επιτυχία της τεχνικής εξαρτάται από την ορθή μεθοδολογία σχεδιασμού και εφαρμογής του ενέματος, με έμφαση στην εξασφάλιση της ενεσιμότητας της σύνθεσης, δηλ., της ικανότητά της να εισχωρήσει στην τοιχοποιία υπό χαμηλή πίεση και να πληρώσει τα μικρού και μεγάλου εύρους κενά και ασυνέχειες που συνυπάρχουν στο εσωτερικό της. Όσον αφορά την αντοχή, επιδιώκεται το ένεμα να έχει υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή συνάφεια με τα υφιστάμενα υλικά της τοιχοποιίας και χαμηλή σε θλίψη –κατά το δυνατόν, σύμφωνα και με τον στόχο της ενίσχυσης- ώστε η εφαρμογή ενεμάτων να

μην προσδώσει υπέρμετρα υψηλή δυσκαμψία. Ως προς τη σύστασή τους, τα σύγχρονα ενέματα με βάση την υδραυλική άσβεστο ή οι τριμερείς συνθέσεις συνδυασμού υδρασβέστου με ποζολάνη και μικρό ποσοστό λευκού τσιμέντου (~30%) είναι πλέον προτιμητέα. Υπογραμμίζοντας τα λάθη της διαδικασίας, η κ. Ανδρονίκη Μιλτιάδου τονίζει ότι η πρακτική του πλυσίματος του εσωτερικού της τοιχοποιίας πριν την έγχυση του ενέματος είναι εξαιρετικά επικίνδυνη, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για τοιχοποιίες χαμηλών αντοχών δίστρωτες ή τρίστρωτες με κονίαμα δόμησης που περιέχει πηλό, κάτι εξαιρετικά διαδεδομένο στη χώρα μας. Η διύγρανση του πηλού μειώνει τις αντοχές του κονιάματος και άρα και της τοιχοποιίας, ενώ τα λεπτόκοκκα υλικά από την απόπλυση του πηλού των υπαρχόντων κονιαμάτων μπορεί να εμφράξουν τις ρωγμές και τις διόδους του ενέματος, καθώς μετακινούνται προς τις χαμηλότερες στάθμες. Η διαδικασία απαιτεί χρήση ειδικού εξοπλισμού (αναμεικτήρα υψηλού στροβιλισμού ταχύστροφο (≥ 1500 rpm, αναδευτήρα, αντλία συνεχούς ροής, καταγραφικό πιέσεων και ποσοτήτων, τρίοδη βαλβίδα και μανόμετρο στο ακροφύσιο), τοποθέτηση πυκνού κανάβου σωληνίσκων και σωστή στερέωσή τους από κάτω προς τα πάνω για τη διατήρηση της υδροστατικής πίεσης. Απαιτεί επίσης καθημερινούς ελέγχους της ποιότητας του ενέματος και συνεχή καταγραφή των ποσοτήτων ενέματος ανά σωληνίσκο εισόδου, πρακτική που επιβάλλεται και από τη σχετική τεχνική προδιαγραφή (ΕΤΕΠ1501-14-02-04-00). Στο Καθολικό της Μονής Δαφνίου, η συστηματική εφαρμογή ενεμάτων αύξησε σημαντικά την ιδιοσυχνότητα της κατασκευής, ενώ στο Αρχοντικό των Μπενιζέλων στην Πλάκα, τα ενέματα επέτρεψαν την ασφαλή διάνοιξη νέων ανοιγμάτων, αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της σωστής επέμβασης. Ωστόσο, καθώς πρόκειται για μία μη ορατή επέμβαση, είναι απαραίτητη η πλήρης τεκμηρίωσή της ως προς την ποιότητα του ενέματος και της εκτέλεσης των ενέσεων, καθώς και ως προς όγκο του ενέματος που καταναλώθηκε ανά σωληνίσκο εισόδου. Η τήρηση των στοιχείων αυτών στον φάκελο του έργου πρέπει να εξασφαλίζεται από τον Επιβλέποντα Μηχανικό, ώστε να μπορεί να αποδειχθεί ότι η αφανής αυτή εργασία εκτελέστηκε σωστά και ο Μηχανικός μερίμνησε για την ικανοποιητική πλήρωση των κενών και την ομογενοποίηση της μάζας της τοιχοποιίας και την ως εκ τούτου ενίσχυσή της.

Εφαρμογή ενεμάτων σε τοιχοποιίες. Οι σωληνίσκοι πρέπει να τοποθετούνται με το άνω άκρο προς τα πάνω. Πηγή Εικόνων: Α. Μιλτιάδου

Η ομιλήτρια αναφερόμενη στους μανδύες, σημειώνει ότι σύμφωνα με τις οδηγίες του ΚΑΔΕΤ, αυτοί πρέπει να αποφεύγονται, καθώς για να είναι αποτελεσματικοί απαιτείται η αμφίπλευρη εφαρμογή τους με σημαντική επίπτωση στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και την μορφή του κτιρίου. Επιπλέον, αυξάνουν την μάζα και την δυσκαμψία του δομήματος και επομένως και τα σεισμικά φορτία και περιορίζουν τη διαπνοή της τοιχοποιίας, μειώνουν δε την διάρκεια ζωής του κτιρίου, λόγω οξείδωσης του οπλισμού. Αντιθέτως, τα ινοπλισμένα επιχρίσματα αποτελούν μια αποδεκτή λύση, εφόσον εφαρμόζονται με κατάλληλα κονιάματα ανόργανης μήτρας, κατά προτίμηση υδραυλικής ασβέστου και όχι με ρητίνες και τοποθετούνται μόνον εκεί που η μελέτη ορίζει ότι είναι απαραίτητα. Η ομιλήτρια τόνισε ότι, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ποιότητα της αγκύρωσης τους στην τοιχοποιία. Σε κάθε περίπτωση προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτών των επεμβάσεων στις επιφάνειες των παρειών της τοιχοποιίας είναι να έχει προηγηθεί η ομογενοποίηση της μάζας τοιχοποιίας με υδραυλικά ενέματα.

Η ενίσχυση του δομήματος με περιδέσεις, ελκυστήρες/ θλιπτήρες και αντηρίδες παραμένει μια κλασική και δόκιμη λύση. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει και στην περίπτωση αυτή να δίνεται στον σχεδιασμό των κατάλληλων μέσων σύνδεσής τους με την τοιχοποιία. Τα στοιχεία σύνδεσης και αγκύρωσης πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο που να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις από πλευράς στατικής λειτουργίας, αλλά παράλληλα να εντάσσονται αρμονικά στην αισθητική και την αρχιτεκτονική του κτιρίου.

Ως προς την βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων και της στέγης, αυτή πρέπει να επιτυγχάνεται όχι με την αντικατάσταση των ξύλινων φορέων από βαριές πλάκες σκυροδέματος, αλλά με την ενίσχυσή τους μεχρήση επιφανειακών ή γραμμικών στοιχείων από ξύλο ή χάλυβα. Τα παραπάνω στοιχεία είναι ικανά να προσδώσουν δυσκαμψία χωρίς να αυξήσουν δυσανάλογα τις μάζες. Επίσης, κατά τη κα. Μιλτιάδου, η τοποθέτηση οριζόντιων διαζωμάτων είναι κρίσιμη για την εξασφάλιση της ακεραιότητας της

κατασκευής. Στην στάθμη της στέψη των τοίχων, όπου υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης σε όλο το πάχος της τοιχοποιίας, τα διαζώματα τοποθετούνται πάνω στην τοιχοποιία, ώστε να ενεργοποιούν και την εσωτερική και την εξωτερική παρειά της, και συνδέονται με την υποκείμενη τοιχοποιία με κατάλληλα βλήτρα. Στην στάθμη όμως των ορόφων, , τα οριζόντια διαζώματα πρέπει να τοποθετούνται παράλληλα με τις όψεις της τοιχοποιίας και να συνδέονται με αυτήν διαμπερώς. Τα ενδιάμεσα διαζώματα, όταν συνδυάζονται και με ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος συνδέονται μεταξύ τους στις γωνίες διαμορφώνοντας ένα κλειστό πλαισίωμα («τελάρωμα») στο εσωτερικό του κτιρίου, Παράλληλα, , συνδέονται με τις φέρουσες ξύλινες δοκούς, αλλά και με τους κατακόρυφους τοίχους διαμπερώς

Η βασική αρχή που διέπει τον σχεδιασμό των πλακών αγκύρωσης των διαφόρων συνδετικών μέσων είναι σαφής: όσο πιο υποβαθμισμένη είναι η τοιχοποιία, τόσο μεγαλύτερη και κατάλληλα διαμορφωμένη πρέπει να είναι η επιφάνεια της πλάκας αγκύρωσης, ώστε να αποφεύγεται η τοπική επιβάρυνση της τοιχοποιίας .Σημειώνεται επίσης ότι προϋπόθεση για διάνοιξη οπών τοποθέτησης αγκυρίων και ελκυστήρων αποτελεί η ενίσχυση της μάζας της τοιχοποιίας με ενέματα ομογενοποίησης.. Κλείνοντας την ομιλία της, η κ. Ανδρονίκη Μιλτιάδου τονίζει ότι η αποκατάσταση της αρχιτεκτονικής μας κληρονομιάς απαιτεί μια συνεχή μαθητεία και μια συνειδητή απόρριψη των απλουστευτικών μεθόδων του παρελθόντος. Η τεκμηριωμένη γνώση, η προσεκτική διάγνωση και η πιστή εφαρμογή των προδιαγραφών αποτελούν τα μόνα εργαλεία για τη διατήρηση των κατασκευών από τοιχοποιία, διασφαλίζοντας τη δομική τους επιβίωση για τις επόμενες γενιές, καθώς, μετά από σαράντα χρόνια έρευνας, η επιστημονική κοινότητα διαθέτει πλέον τα εφόδια για να προσεγγίσει την τοιχοποιία με τον σεβασμό και την ακρίβεια που της αρμόζει.

Δείτε ολόκληρη την παρουσίαση της κυρίας Ανδρονίκης Μιλτιάδου στο **Building Strengthening Show 2025**: