Archetype



Ενισχύσεις ιστορικών κτιρίων από λιθοδομή

Χριστίνα Ιωακειμίδου - 10/06/2026

Εικόνα Εξωφύλλου: Δημοτικό σχολείο στα Κοντακέικα Σάμου

Η αποκατάσταση και η αντισεισμική αναβάθμιση ιστορικών κατασκευών αποτελούν ένα από τα πιο απαιτητικά και σύνθετα πεδία της επιστήμης του πολιτικού μηχανικού, όπως τονίζει ο κ. **Χρήστος Γιαρλέλης** των ***Equidas Consulting Engineers***, στην ομιλία του στο **Building Strengthening Show 2025**. Κατά την προσέγγιση ενός υφιστάμενου κτιρίου, είτε αυτό είναι κατασκευασμένο από φέρουσα τοιχοποιία είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα, η τυπική διαδικασία αποτελείται από συγκεκριμένα διαδοχικά στάδια. Το πρώτο βήμα, κατά τον εισηγητή, είναι η αποτύπωση, η οποία περιλαμβάνει τη συλλογή ιστορικών

στοιχείων, τη γεωμετρική τεκμηρίωση και την καταγραφή των οπλισμών, όπου αυτοί υπάρχουν. Ακολουθεί η μελέτη της παθολογίας του κτιρίου και η τεκμηρίωση του φέροντος οργανισμού με τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των υλικών και των γεωτεχνικών δεδομένων. Στη συνέχεια, εκτελούνται οι αναλύσεις αποτίμησης, επιλέγεται το κατάλληλο σχήμα επεμβάσεων, πραγματοποιούνται οι αναλύσεις του ανασχεδιασμένου και ενισχυμένου πλέον κτιρίου, και η διαδικασία ολοκληρώνεται με τη σύνταξη των σχεδίων λεπτομερειών των ενισχύσεων.

Παρά την τάση να θεωρείται το στάδιο των υπολογιστικών αναλύσεων ως το κύριο μέρος μιας μελέτης, κατά τον κ. Γιαρλέλη το πρώτο τμήμα –αυτό της αποτύπωσης, της παθολογίας και της τεκμηρίωσης– είναι το πιο κρίσιμο στην πραγματικότητα, παρόλο που συχνά υποτιμάται χρονικά και οικονομικά από την αγορά. Σε αυτό το αρχικό στάδιο λαμβάνεται το 90% των κρίσιμων αποφάσεων, καθώς παρέχει την πλήρη εικόνα του κτιρίου και των πραγματικών αναγκών του. Η βαθιά κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της κατασκευής καθοδηγεί από μόνη της τις απαιτούμενες ενέργειες. Η διαδικασία της αποτύπωσης και της παθολογίας απαιτεί επαναλαμβανόμενες επισκέψεις στο έργο για τον εντοπισμό των ευαίσθητων σημείων και καταλαμβάνει περίπου το 50% του συνολικού χρόνου που απαιτείται για μια ολοκληρωμένη μελέτη ενίσχυσης. Τα συμπεράσματα αυτά προκύπτουν και μέσα από την εξέταση συγκεκριμένων παραδειγμάτων από την πράξη. Ο ομιλητής στο πρώτο μέρος της παρουσίασης αναφέρθηκε στα σεισμόπληκτα σχολικά κτήρια της Σάμου, ενώ στο δεύτερο στην Αδριάνειο Δεξαμενή στο Κολωνάκι.

1ο Μέρος:: Σεισμόπληκτα Σχολικά Κτίρια στη Σάμο

Τον Οκτώβριο του 2020, ένας ισχυρός σεισμός μεγέθους 7 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ, με επίκεντρο 14 χιλιόμετρα βόρεια της Σάμου, προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές στο νησί, το οποίο διαθέτει μεγάλο αριθμό σημαντικών κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Παρόλο που στη Σάμο σημειώθηκαν δύο ανθρώπινες απώλειες αλλά και εκτεταμένες βλάβες, οι αντίστοιχες απώλειες και βλάβες ήταν σημαντικά μεγαλύτερες στη γειτονική Σμύρνη που βρίσκεται 60 χιλιόμετρα βόρεια του επικέντρου. Εκεί, καταγράφηκε μεγάλος αριθμός καταρρεύσεων και 116 θύματα. Η διαφοροποίηση αυτή εξηγείται μέσω της σύγκρισης των φασμάτων σεισμικών επιταχύνσεων. Όπως αναφέρει ο ομιλητής, εξετάζοντας τα φάσματα του Ευρωκώδικα 8 και του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού για έδαφος κατηγορίας Β, σε σύγκριση με το ισοδύναμο ψευδοφάσμα του αντισεισμικού κανονισμού του 1959 για έδαφος κατηγορίας Α (βάσει του οποίου είχαν σχεδιαστεί τα περισσότερα κτήρια) και με βάση τη μοναδική καταγραφή του σεισμού στο Βαθύ, προκύπτουν σαφή συμπεράσματα. Οι σεισμικές επιταχύνσεις ήταν χαμηλές στις μικρές ιδιοπεριόδους, οι οποίες αντιστοιχούν στα διώροφα και τριώροφα κτήρια της Σάμου. Αντίθετα, στο εύρος ιδιοπεριόδων μεταξύ 0.4 και 0.8 δευτερολέπτων, που αντιστοιχεί στα πολυώροφα κτίρια της Σμύρνης, οι επιταχύνσεις βρέθηκαν στην αιχμή του φάσματος, γεγονός που εξηγεί τις εκτεταμένες καταρρεύσεις στην τουρκική πόλη. Επιπλέον, στην κατανομή των βλαβών συνέβαλαν η κατευθυντικότητα του σεισμού και άλλες παράμετροι.



Διατμητικές βλάβες στη λιθοδομή στο Δημοτικό Σχολείο Κοντακαίικων

Η Σάμος χαρακτηρίζεται ιστορικά από εξαιρετικά καλοκατασκευασμένες τοιχοποιίες. Πολλά από τα κτίρια αυτά είναι σήμερα εγκαταλελειμμένα και δυσανάλογα μεγάλα σε σχέση με τον σημερινό πληθυσμό, καθώς το νησί γνώρισε μεγάλη οικονομική ακμή από το 1890 έως τη Μικρασιατική Καταστροφή, εξελισσόμενο σε έναν ιδιαίτερα εύπορο τόπο, αντίστοιχα με τη Χίο και τη Λέσβο. Μεταξύ των κτιρίων που υπέστησαν σοβαρές ζημιές και μελετήθηκαν από την *Equidas Consulting Engineers*, ήταν τα Δημοτικά Σχολεία στα Κοντακαίικα και στον Πλάτανο.

Τύποι Βλαβών που Παρατηρήθηκαν στο Νησί

Όπως εξηγεί ο κ. Γιαρλέλης, κατά την αυτοψία στο νησί καταγράφηκαν διάφορες μορφές αστοχιών σε λιθόκτιστα κτίρια, με τις διατμητικές αστοχίες να εμφανίζονται εκτεταμένα, ενώ παρακείμενες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα συμπεριφέρθηκαν καλύτερα. Παρατηρήθηκαν επίσης αποκολλήσεις και εκτός επιπέδου αστοχίες της εξωτερικής στρώσης της τοιχοποιίας. Τα αετώματα αποδείχθηκαν ιδιαίτερα επικίνδυνα μορφολογικά στοιχεία. Συχνά οι μηχανικοί αποφεύγουν να τα στηρίξουν τοποθετώντας στοιχεία από σκυρόδεμα ή μέταλλο για να μην αλλοιωθεί η αρχιτεκτονική μορφή, με αποτέλεσμα την κατάρρευσή τους. Το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα σοβαρό, καθώς τα αετώματα βρίσκονται συχνά πάνω από θύρες που λειτουργούν ως έξοδοι κινδύνου, θέτοντας σε άμεσο κίνδυνο τους ανθρώπους κατά την έξοδό τους.





Κατακόρυφη ρωγμή στη λιθοδομή στο Δημοτικό Σχολείο Κοντακαίικων. Διακρίνεται το άοπλο οριζόντιο διάζωμα στη στέψη της τοιχοποιίας κάτω από τη στέγη. Διατμητική βλάβη.

Παράλληλα, η έλλειψη περιμετρικού σενάζ κάτω από τη στέγη οδηγεί σχεδόν πάντα σε αστοχία της τοιχοποιίας στη στέψη της, όπως διαπιστώθηκε σε πολλές λιθόκτιστες κατασκευές. Στο Καρλόβασι εμφανίστηκε επίσης ένα φαινόμενο ρευστοποίησης με τη μορφή εδαφικής εξάπλωσης, το οποίο προκάλεσε αστοχίες στην περιοχή των ιστορικών βυρσοδεψείων. Σημαντικές ζημιές υπέστησαν και οι ναοί, καθώς σε πολλές περιπτώσεις λόγω της κακής γεωμετρίας των θόλων (μικρός λόγος ύψους προς άνοιγμα), μια μικρή μετακίνηση των τοίχων εκτός επιπέδου προκάλεσε την άμεση πτώση τους, με χαρακτηριστικό παράδειγμα μεγάλο ναό στο Καρλόβασι, όπου οι τρούλοι κατέρρευσαν πλήρως.

Μελέτη Περίπτωσης 1: Δημοτικό Σχολείο Κοντακαίικων

Το σχολείο των Κοντακαίικων είναι ένα ιστορικό κτήριο ηλικίας άνω των 100 ετών, το οποίο βρίσκεται κοντά στο επίκεντρο του σεισμού και είναι κατασκευασμένο σε μια κεκλιμένη πλαγιά που δημιουργεί συνθήκες εδαφικής έξαρσης. Έχει ορθογωνική κάτοψη με διαστάσεις 32x10 μέτρα και συνολικό ύψος 7,5 μέτρα μαζί με τη στέγη. Η τοιχοποιία του είναι τρίστρωτη, με καθαρό πάχος που κυμαίνεται μεταξύ 50 και 70 εκατοστών, ενώ η στέγη του είναι κατασκευασμένη από φυσική ξυλεία. Η αποτύπωση της παθολογίας έδειξε σοβαρές διατμητικές και καμπτικές βλάβες στους τοίχους. Κατά τη διερεύνηση της στέγης διαπιστώθηκε ότι το υφιστάμενο περιμετρικό σενάζ από σκυρόδεμα ήταν πλήρως άοπλο και λειτουργούσε μόνο ως μορφολογικό στοιχείο, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια μεγάλη ρωγμή ακριβώς στη μέση του, που εκτεινόταν σε όλο το ύψος της τοιχοποιίας.

Εργαστηριακοί Έλεγχοι και Αναλύσεις

Για τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων, όπως αναλύει ο ομιλητής, πραγματοποιήθηκαν μη καταστροφικοί έλεγχοι με κρουσιμετρήσεις αλλά και εργαστηριακές δοκιμές σε δείγματα λίθων, κονιαμάτων και σκυροδέματος. Η τοιχοποιία αποτελείται από ασβεστόλιθο και μαργαϊκό ασβεστόλιθο. Λόγω της θέσης του κτιρίου σε ύψωμα, ελήφθη υπόψη η τοπογραφική ενίσχυση που προσαυξάνει το σεισμικό φάσμα σύμφωνα με τον κανονισμό, ενώ το έδαφος κατατάχθηκε στην κατηγορία C. Για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό χρησιμοποιήθηκε ο Ευρωκώδικας 8 και το πρόγραμμα 3Muri για τη διεξαγωγή μη γραμμικής στατικής ανάλυσης. Από τις αναλύσεις προέκυψε ιδιοπερίοδο της τάξης των 0.24 δευτερολέπτων, γεγονός που οφείλεται στο μεγάλο ύψος της κατασκευής και στα μεγάλα ανοίγματα, προσομοιάζοντας τη συμπεριφορά ως διώροφου ή τριώροφου κτιρίου. Η ανάλυση με το φάσμα του κανονισμού έδειξε ότι η ικανότητα μετακίνησης του κτιρίου ήταν 17 χιλιοστά, έναντι απαίτησης 31 χιλιοστών, δίνοντας αποτελέσματα σχετικά δυσμενέστερα από τα πραγματικά παρατηρηθέντα. Για τον λόγο αυτό, εκτελέστηκε και ανάλυση με το πραγματικό καταγεγραμμένο φάσμα του σεισμού, η οποία απέδωσε μια εικόνα βλαβών που απέδωσε με μεγαλύτερη ακρίβεια τις πραγματικές βλάβες.

Προτεινόμενες Επεμβάσεις

Στην ομιλία του ο κ. Γιαρλέλης τονίζει τις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν, οι οποίες περιλαμβάνουν την αποκατάσταση των βλαβών και την ενίσχυση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας με βαθιά αρμολογήματα και ενέματα, την εφαρμογή οπλισμένων επιχρισμάτων και στις δύο παρειές των τοίχων, την ενίσχυση των υφιστάμενων δοκών από οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς και την καθαίρεση της παλιάς ξύλινης στέγης και την ανακατασκευή της, με παράλληλη δημιουργία νέου, επαρκώς οπλισμένου περιμετρικού σενάζ. Βάσει των διατάξεων του ΚΑΔΕΤ, υπολογίστηκε η αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας μετά τα ενέματα. Λόγω της ρητής απαίτησης της τοπικής κοινωνίας για τη χρήση εγχώριων συνεργείων και παραδοσιακών τεχνιτών, επιλέχθηκε μια συμβατική μέθοδος οπλισμένου επιχρίσματος αντί για κάποια προηγμένη τεχνολογία ανόργανης μήτρας. Στην περιοχή της θεμελίωσης διαμορφώθηκε ένα νέο μικρό στοιχείο σκυροδέματος για την αγκύρωση του οπλισμού των επιχρισμάτων, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην τοποθέτηση διαμπερών βλήτρων, τα οποία διαπερνούν πλήρως το πάχος του τοίχου. Αυτός θεωρείται και ο μοναδικός αξιόπιστος τρόπος για τη σύνδεση της εσωτερικής με την εξωτερική παρειά της τρίστρωτης τοιχοποιίας.

Μελέτη Περίπτωσης 2: Δημοτικό Σχολείο Πλατάνου

Το σχολείο στον Πλάτανο είναι ένα ιδιαίτερο ιστορικό κτίριο με κάτοψη σχήματος «Τ» και διαστάσεις 14x8,5 μέτρα, κτισμένο επίσης σε κεκλιμένη πλαγιά. Το συνολικό ύψος του σχολείου είναι 7 μέτρα. Διαθέτει ένα μικρό υπόγειο, πρόπυλο με κίονες και τρίστρωτη λιθοδομή πάχους 50 εκατοστών.



Δημοτικό σχολείο στον Πλάτανο Σάμου

Το βασικό χαρακτηριστικό σε αυτή τη μελέτη, όπως αναφέρει ο εισηγητής, ήταν ο περιορισμός που δεν επέτρεπε καμία επέμβαση στις εξωτερικές όψεις προκειμένου να διατηρηθεί αναλλοίωτη η αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου. Η παθολογία κατέγραψε διατμητικές και καμπτικές βλάβες, καθώς και μια γωνιακή αστοχία, στην οποία παρατηρήθηκε πως η γωνία του κτιρίου έτεινε να αποκολληθεί. Παράλληλα, σε ορισμένα σημεία παρατηρήθηκε το σχετικά σπάνιο φαινόμενο της ρήξης της διατομής των ίδιων των λίθων και όχι απλώς ρηγμάτωση των αρμών, γεγονός που υποδηλώνει ισχυρή σφήνωση ή καλή συνοχή. Στο πρόπυλο, ένας από τους κίονες παρουσίασε αποκόλληση φλέβας σχιστόλιθου, επιβεβαιώνοντας εν τέλει τη μετακίνηση της κατασκευής.



Διατμητικές βλάβες στο Δημοτικό σχολείο στον Πλάτανο Σάμου, εξέταση του τρόπου δόμησης της λιθοδομής

Εργαστηριακοί Έλεγχοι και Αναλύσεις

Όπως ακούσαμε στην εισήγηση του κ. Γιαρλέλη, πραγματοποιήθηκαν μη καταστροφικοί έλεγχοι και λήψη δειγμάτων κονιάματος και σκυροδέματος από το δάπεδο του ισογείου. Αν και οι λίθοι ήταν ίδιοι με των Κοντακαιίκων, το κονίαμα στον Πλάτανο αποδείχθηκε σημαντικά ποιοτικότερο και οι αρχικές μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας καλύτερες. Το έδαφος θεμελίωσης κατατάχθηκε στην κατηγορία Α. Ωστόσο, κατά μήκος του λόφου, όπου είναι χτισμένο το σχολείο, όλα τα κτίρια παρουσίασαν ζημιές, εν αντιθέσει με άλλες περιοχές του οικισμού, γι’ αυτό και εισήχθη προσαύξηση 20% λόγω τοπογραφικής ενίσχυσης. Η μη γραμμική ανάλυση έδωσε ιδιοπερίοδο 0,18 δευτερολέπτων και στις δύο διευθύνσεις. Επίσης, εξαιτίας του βραχώδους εδάφους η απαίτηση του φάσματος ήταν χαμηλότερη και οι υπολογιζόμενες βλάβες ήταν μικρότερες, πλησιάζοντας την πραγματική εικόνα βλαβών. Προφανώς οι αναλύσεις μετά την εφαρμογή του πραγματικού φάσματος του σεισμού εδωσαν και πάλι ακριβέστερα αποτελέσματα.

Προτεινόμενες Επεμβάσεις

Λόγω της απαγόρευσης εξωτερικών επεμβάσεων, το σχήμα ενίσχυσης, και σε αυτή την περίπτωση, διαμορφώθηκε με ενέματα και αρμολογήματα για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών της μάζας της τοιχοποιίας, την τοποθέτηση οπλισμένων επιχρισμάτων αποκλειστικά από την εσωτερική μεριά του κτιρίου, την κατασκευή περιμετρικού σενάζ στην οροφή, καθώς και την ανακατασκευή και ενίσχυση του επικίνδυνου γείσου πάνω από την είσοδο του σχολείου. Η εσωτερική ενίσχυση με μονόπλευρο μανδύα (που δε συνηθίζεται) κρίθηκε απαραίτητη, διότι η κατασκευαστική πρακτική δόμησης στη Σάμο δεν είχε εξασφαλίσει

επαρκή εμπλοκή των λίθων μεταξύ τους, αφήνοντας τους πεσσούς ασύνδετους. Για την ενίσχυση του γείσου χωρίς μορφολογική αλλοίωση τοποθετήθηκαν μεταλλικές λάμες στο πάνω και κάτω μέρος του προεξέχοντος τμήματος, οι οποίες βλητρώθηκαν απευθείας στο νέο σενάζ, εξασφαλίζοντας την κρυφή έδρασή του.

2ο Μέρος:: Αδριάνειος Δεξαμενή στο Κολωνάκι

Το δεύτερο μέρος της ομιλίας αφορά την Αδριάνειο Δεξαμενή, η οποία βρίσκεται στους νότιους πρόποδες του λόφου του Λυκαβηττού στο Κολωνάκι και αποτελούσε τμήμα του μνημειώδους ρωμαϊκού, Αδριάνειου Υδραγωγείου (2ος αιώνας μ.Χ.). Αρχικά η Δεξαμενή ήταν ανοιχτή, αλλά με την πάροδο των αιώνων και την παρακμή της Αθήνας, η Δεξαμενή και το υδραγωγείο ξεχάστηκαν. Μετά την ίδρυση του νεοελληνικού κράτους και τη μεταφορά της πρωτεύουσας στην Αθήνα, το σύστημα ανακαλύφθηκε ξανά και συντηρήθηκε. Το 1870 κατασκευάστηκε η θολωτή ανωδομή που υπάρχει σήμερα, η οποία βρίσκεται κάτω από τον θερινό κινηματογράφο «Δεξαμενή». Η κατασκευή έχει ορθογωνική κάτοψη με διαστάσεις 15x26 μέτρα και εδράζεται σε αθηναϊκό σχιστόλιθο (έδαφος κατηγορίας Α). Τα υλικά κατασκευής της περιλαμβάνουν συμπαγή τούβλα, λίθους, κεραμίδια και κεραμόδεμα, ενώ η μορφολογία της οροφής αποτελείται από τρεις επιμήκεις θόλους (ο μεσαίος θόλος να είναι ο μεγαλύτερος), οι οποίοι συνδυάζονται με σταυροθόλια. Η στήριξη του συστήματος εξασφαλίζεται από τους περιμετρικούς τοίχους και δύο εσωτερικές σειρές μαρμάρινων κιόνων.



Εσωτερικό Αδριανείου Δεξαμενής, διακρίνονται οι μαρμάρινοι κίονες και τα σταυροθόλια.

Γύρω στο 1990, για τη λειτουργία του κινηματογράφου, διαστρώθηκε μια πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω από την οροφή της δεξαμενής, χωρίς όμως να προηγηθεί στατική μελέτη ή έλεγχος. Στα πλαίσια της ανάδειξης του μνημείου, ανατέθηκε η εκπόνηση στατικής αποτίμησης στις εταιρείες Δίκτυο Συμβούλων

Μηχανικών και Equidas Consulting Engineers.

Παθολογία και Διερεύνηση

Οι τρεις πλευρές της Δεξαμενής είναι εγκιβωτισμένες στο έδαφος, με εξαίρεση την πρόσθια όψη προς την πλατεία. Λόγω του χαρακτήρα του μνημείου, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως μη καταστροφικές μέθοδοι με κρουσιμετρήσεις, αλλά λήφθηκαν και ελάχιστοι πυρήνες για την ταυτοποίηση του εξωτερικού κεραμοδέματος και των εσωτερικών λίθων. Επιπλέον, για τον ακριβή προσδιορισμό των μόνιμων φορτίων πραγματοποιήθηκαν διερευνητικές τομές από την πλάκα του κινηματογράφου προς τα κάτω, όπου διαπιστώθηκε ότι πάνω από τα σταυροθόλια είχαν τοποθετηθεί πολλές διαδοχικές στρώσεις διαφορετικών γεμισμάτων, στα οποία προστίθενται τα φορτία γαιών και χιονιού. Σύμφωνα με τον κ. Γιαρλέλη, η παθολογία του μνημείου περιλάμβανε τριχοειδείς ρωγμές σε διάφορες θέσεις, μια εμφανή ρωγμή αποκόλλησης στην μπροστινή όψη, ορατή τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά, εξανθήματα αλάτων και αποκολλήσεις επιχρισμάτων λόγω έντονης υγρασίας και παρουσίας νερού, ανάπτυξη ριζικών συστημάτων που δημιουργούν κενά στο κονίαμα, καθώς και αποχρωματισμό των μαρμάρινων υποστυλωμάτων.

Αποτίμηση του Μνημείου και Εντοπισμός του Αδύναμου Κρίκου

Παρά την απουσία αντισεισμικού σχεδιασμού κατά την κατασκευή του, το δομικό σύστημα επέδειξε εξαιρετική συμπεριφορά στο πέρασμα του χρόνου. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε σεισμικό φάσμα με συντελεστή συμπεριφοράς ίσο με τη μονάδα, καθώς η κατασκευή δεν διαθέτει πλαστιμότητα, εξαιτίας ενός εξαιρετικά ευαίσθητου σημείου που εντοπίστηκε κατά την αποτύπωση: τη σύνδεση των ολόσωμων μαρμάρινων κιόνων με τα σταυροθόλια που είναι κατασκευασμένα από συμπαγή τούβλα. Αυτή η διεπιφάνεια αποτελεί τον αδύναμο κρίκο της κατασκευής. Συνεπώς, δημιουργήθηκαν δύο ανεξάρτητα ψηφιακά προσομοιώματα στα προγράμματα ETABS και Scada Pro, και έγιναν αναλύσεις τα αποτελέσματα των οποίων έδειξαν ότι τα σταυροθόλια βρίσκονται υπό διαρκή θλίψη, με τις αναπτυσσόμενες τάσεις να μην υπερβαίνουν τις αντοχές των υλικών. Οι πλευρικές ωθήσεις των γαιών στους τρεις περιμετρικούς τοίχους λειτουργούν ευεργετικά, δημιουργώντας μια συνθήκη εγκιβωτισμού και θλίψης, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται η ισορροπία των θόλων έναντι των μεγάλων ιδίων βαρών της ανωδομής και του κινηματογράφου. Οι συνολικές μετατοπίσεις είναι εντός των κανονιστικών ορίων, ωστόσο εντοπίστηκε έντονο πρόβλημα διαφορικής μετακίνησης, αφού τα εσωτερικά υποστυλώματα παρουσιάζουν σχεδόν διπλάσια δυνητική μετακίνηση σε σχέση με τους περιμετρικούς τοίχους, δημιουργώντας τον κίνδυνο αστοχίας της ευαίσθητης σύνδεσης κιόνων και τούβλινων σταυροθολίων κατά τη διάρκεια ενός σεισμού.



Τοποθέτηση ελκυστήρων για την ενίσχυση με ήπιες επεμβάσεις της Αδριανείου Δεξαμενής.

Εφαρμογή Ενισχύσεων

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, σχεδιάστηκε ένα σύστημα επεμβάσεων που δεν αλλοιώνει τα δυναμικά χαρακτηριστικά του μνημείου, όπως αναφέρει ο ομιλητής. Πρώτον, εγκαταστάθηκε ένα δίκτυο μεταλλικών ελκυστήρων μικρής διατομής, με σκοπό τη σύνδεση των κιόνων στη στέψη τους με τους περιμετρικούς τοίχους, ώστε να αποτραπεί η έναρξη της διαφορικής μετακίνησης. Για τη διαστασιολόγησή τους εκτελέστηκαν στατικές μη γραμμικές αναλύσεις, όπου οι ελκυστήρες που βρέθηκαν να θλίβονται αφαιρούνταν αυτόματα από το μοντέλο. Οι ελκυστήρες τοποθετήθηκαν μέσω διαμπερών οπών που δημιουργήθηκαν στο μνημείο και η τάνυσή τους έγινε με τη χρήση δυναμόκλειδου και ελέγχθηκε με laser, χωρίς να εφαρμοστεί προένταση, παρά μόνο η απαιτούμενη τάση, με σκοπό να ενεργοποιηθούν άμεσα σε εφελκυσμό. Δεύτερον, για την τοπική ενίσχυση του αδύναμου σημείου στη διεπιφάνεια κιόνων και θόλων, τοποθετήθηκαν κεκλιμένα αγκύρια Φ12 και περιμετρικά μεταλλικά κολάρα στη στέψη των κιόνων, όπου πραγματοποιήθηκε έγχυση ενέματος. Τρίτον, στην μπροστινή όψη έγινε αρμολόγημα και τοποθετήθηκαν ισχυροί διαμπερείς ελκυστήρες Φ25 για τη μόνιμη συρραφή της ρωγμής αποκόλλησης και τη σύνδεση ολόκληρου του μετώπου με το υπόλοιπο σώμα της Δεξαμενής.

Γενικά Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, από την ομιλία του κ. Χρήστου Γιαρλέλη προκύπτει ότι η μεθοδολογία αποτίμησης και ανασχεδιασμού ιστορικών κατασκευών αναδεικνύει τη θεμελιώδη σημασία της αρχικής φάσης της αποτύπωσης και της τεκμηρίωσης της παθολογίας ως το πλέον καθοριστικό στάδιο για την επιτυχία των

επεμβάσεων. Όπως καταδείχθηκε τόσο από τις περιπτώσεις των σχολικών κτιρίων της Σάμου όσο και από το μνημείο της Αδριάνειου Δεξαμενής, η βαθιά γνώση των ιδιοτήτων των υλικών, των ιστορικών κατασκευαστικών λεπτομερειών και των εδαφικών συνθηκών επιτρέπει τον ακριβή εντοπισμό των ευπαθών σημείων κάθε κατασκευής. Η επιλογή των επεμβάσεων –είτε πρόκειται για παραδοσιακές μεθόδους, όπως τα ενέματα/ αρμολογήματα και οπλισμένα επιχρίσματα, είτε για πιο εξειδικευμένες αλλά ήπιες τεχνικές, όπως η τοποθέτηση δικτύων ελκυστήρων– πρέπει να ισορροπεί ανάμεσα στην ανάγκη για επαρκή αντισεισμική θωράκιση και στον σεβασμό προς την αρχιτεκτονική και μορφολογική ακεραιότητα κάθε ιστορικής κατασκευής.

Δείτε ολόκληρη την παρουσίαση του κυρίου **Χρήστου Γιαρλέλη** στο **Building Strengthening Show 2025**:

Σχετικά άρθρα

C. Giarlelis, E. Matragos, A. Ranios, “The Seismic Rehabilitation of the Hadrian's Reservoir in Athens”, 18th World Conference on Earthquake Engineering, 2024, Milan, Italy.

Χ. Γιαρλέλης, Δ. Κουφάλης, Κ. Ρεπαπής, Ε. Λαμπρινού, Π. Ψαρρόπουλος, "Συμπεριφορά δύο λιθόκτιστων σχολικών κτιρίων κατά τον σεισμό της Σάμου, 30/10/2020", 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, 20-22 Οκτωβρίου 2022, Αθήνα.

C. Giarlelis, Repapis, C., A. Sextos, E. Vintzileou, The 2020 Samos Island (Aegean Sea) earthquake: effects on cultural heritage structures. Bull. Earthquake Eng (2026). https://doi.org/10.1007/s10518...

S. Dritsos (Ed.), J. Moseley, A. Lampropoulos, E. Apostolidi, C. Giarlelis, Characteristic Seismic Failures of Buildings, IABSE, Structural Engineering Documents SED 16, ISBN 978-3-85748-166-6, 198pp, 2019.