



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επισκευή Και Τρόποι Ενίσχυσης Φέρουσας Τοιχοποιίας Σε
Νεοκλασικά Κτήρια**

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αναστασία Γεωργιάδη



Καστανά Φωτεινή
2024

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT.....	5
1. ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	6
1.1 Εμφάνιση του νεοκλασικισμού στην Ελλάδα.....	6
1.2 Οι βασικές αρχές της αρχιτεκτονικής του Νεοκλασικισμού.....	6
1.3 Διατηρητέα κτήρια	8
1.4 Χαρακτηριστικά Νεοκλασικών Κτηρίων.....	8
2. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΤΗΡΙΩΝ	10
2.1 Η διαδικασία μελέτης αποκατάστασης.....	10
2.2 ΑΙΤΙΕΣ ΒΛΑΒΩΝ	11
2.2.1 Ενδογενείς Παράγοντες	12
2.2.2 Εξωγενείς Παράγοντες.....	12
2.2.2.1 Σεισμός	13
2.2.2.2 Πυρκαγιά	15
2.2.2.3 Κλιματικοί Παράγοντες.....	16
2.2.2.4 Βιολογικοί Παράγοντες	19
2.2.3 Καθίζηση του εδάφους	20
3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΛΕΧΟΥ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ	21
3.1 Μέθοδοι διάγνωσης βλαβών	21
3.2 Έλεγχος Δομικών Στοιχείων	21
3.2.1 Μη Καταστρεπτικές Μέθοδοι.....	22
3.2.2 Καταστρεπτικές Μέθοδοι.....	26
3.3 Έλεγχος Μηχανικών Στοιχείων.....	27
3.3.1 Μη Καταστρεπτικές Μέθοδοι.....	28
3.3.2 Καταστρεπτικές Μέθοδοι	29
3.4 Έλεγχος Παραμόρφωσης	30
4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ.....	34

.....	34
4.1 Κριτήρια επεμβάσεων	35
4.2 Αρχές επεμβάσεων	36
4.3.1 Αρμολόγημα	37
4.3.2 Καθαίρεση και τοπική ανακατασκευή.....	38
4.3.3 Βλάβες στις γωνίες των τοίχων.....	39
4.3.4 Ενέσεις σε ρωγμές	40
4.3.5 Συρραφή μεγάλων ρωγμών.....	41
4.3.6 Συρραφή αποκολλημένων τοίχων.....	42
4.3.7 Συρραφή αποκολλημένων τοίχων.....	46
4.3.8 Επισκευή κτηρίων με οροφωγραφίες	47
5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ	50
5.1 Κατασκευή μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος.....	50
5.2 Οριζόντιο Διάφραγμα	54
5.3 Ενίσχυση θεμελίων	58
6. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ	60
❖ Κτήριο στην οδό Επιμενίδου 19	60
❖ Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη	63
❖ 46ο Λύκειο Αθηνών.....	68
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	71
Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία	72
Πηγή εικόνων	74

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες, οφείλω στην κυρία Γεωργιάδη Αναστασία, Καθηγήτρια στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής μου εργασίας για τη πολύτιμη βοήθεια της καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την υποστήριξη που μου πρόσφεραν όλα αυτά τα χρόνια της φοίτησης μου.

Καστανά Φωτεινή

Πάτρα, 2024

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως θέμα την επισκευή και την ενίσχυση φέρουσας τοιχοποιίας σε νεοκλασικά κτήρια. Η κατασκευή των κτηρίων με φέρουσα οργανισμό τοιχοποιίας κυριάρχησε μέχρι και την δεκαετία του 30'. Το σπλισμένο σκυρόδεμα δεν είχε ακόμα την ευρεία εφαρμογή του. Θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθούν τα νεοκλασικά κτήρια με φέροντα οργανισμό τοιχοποιία.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής των βλαβών που προκύπτουν στα νεοκλασικά κτήρια, καθώς και των τρόπων επισκευής τους. Το πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζει μια ανασκόπηση της νεοκλασικής αρχιτεκτονικής και τα χαρακτηριστικά που αποτυπώνονται στα κτήρια. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στα αίτια που προκαλούν τις βλάβες. Το τρίτο κεφάλαιο εστιάζει στην ορθή διάγνωση του προβλήματος, με τους κατάλληλους μεθόδους και με τα κατάλληλα όργανα επιτυγχάνεται ο έλεγχος της τοιχοποιίας. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στα κτήρια και στις αρχές των ιστορικών κτηρίων, καθώς και στις τεχνικές επεμβάσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε περίπτωση.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια καταγραφής των τεχνικών ενίσχυσης των κτηρίων που έχουν υποστεί σοβαρά προβλήματα, αυξάνοντας την αντοχή τους. Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται κάποια νεοκλασικά κτήρια της Ελλάδας. Περιγράφονται οι μορφές φθοράς που έχουν υποστεί όλο αυτό τον καιρό μέχρι την αποκατάστασή τους, λόγω αμέλειας. Τέλος περιγράφονται οι εργασίες επισκευής, ενίσχυσης ή αλλαγής χρήσης που έχουν πραγματοποιηθεί.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ

Νεοκλασικό Κτήριο, Επισκευή, Αποκατάσταση, Φέρουσα Τοιχοποιία, Βλάβες.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the reinforcement and restoration of load-bearing masonry in neoclassical buildings. The construction of buildings with load-bearing masonry dominated until the 1930s. Reinforced concrete had not been used until then. It was considered appropriate to study the neoclassical buildings with load-bearing masonry.

In this project, an attempt is made to record the damage that occurs in the neoclassical buildings, as well as the methods of their repair. The first chapter presents an overview of neoclassical architecture and the characteristics reflected in the buildings. The second chapter refers to the causes that cause the damage. The third chapter focuses on the correct diagnosis of the problem, with the appropriate methods and with the appropriate instruments the control of the masonry is achieved. The fourth chapter refers to the buildings and the principles of historic buildings, as well as the intervention techniques that can be used in each case.

In the fifth chapter, an attempt is made to record the strengthening techniques of buildings that have suffered serious problems, increasing their strength. In the sixth and last chapter, some neoclassical buildings of Greece are presented. The forms of wear and tear they have suffered all this time until their restoration, due to negligence, are described. Finally, the repair, reinforcement or change of use works that have been carried out are described.

KEYWORDS

Neoclassical Building, Reinforcement, Restoration, Load-Bearing, Damage

1. ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

1.1 Εμφάνιση του νεοκλασικισμού στην Ελλάδα

Η νεοκλασική αρχιτεκτονική έφτασε στην Ελλάδα στις αρχές του 19^{ου} αιώνα όπου αγαπήθηκε και θεωρήθηκε η αρχιτεκτονική που ένωνε την Ελλάδα με το ένδοξο παρελθόν της .

Ο νεοκλασικισμός επικράτησε στην Ελλάδα τόσο στα αστικά κέντρα όσο και στην ύπαιθρο για περίπου έναν ολόκληρο αιώνα. Ο κύριος λόγος που έγινε αυτό είναι γιατί οι απελευθερωμένοι Έλληνες αλλά και οι υπόδουλοι, αναζητούσαν την εθνική τους ταυτότητα. Ήταν αναμενόμενο να δεχθούν με ενθουσιασμό μορφές τέχνης που πήγάζαν από τη πιο λαμπρή περίοδο της ιστορίας τους, την οποία εκείνη την περίοδο θαύμαζε και υιοθετούσε σχεδόν ολόκληρη η Ευρώπη.

Τα πρώτα κτήρια εφαρμογής ήταν δημόσια όπως, το στρατιωτικό νοσοκομείο Μακρυγιάννη, τα Παλαιά Ανάκτορα του Όθωνα ,το Πανεπιστήμιο , το Αστεροσκοπείο , το Αρσάκειο, το Βαρβάκειο , η Παλαιά Βουλή, η Ακαδημία, το Πολυτεχνείο, το Δημοτικό Θέατρο Πειραιά, το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο , το Ζάππειο Μέγαρο και η Εθνική Βιβλιοθήκη.

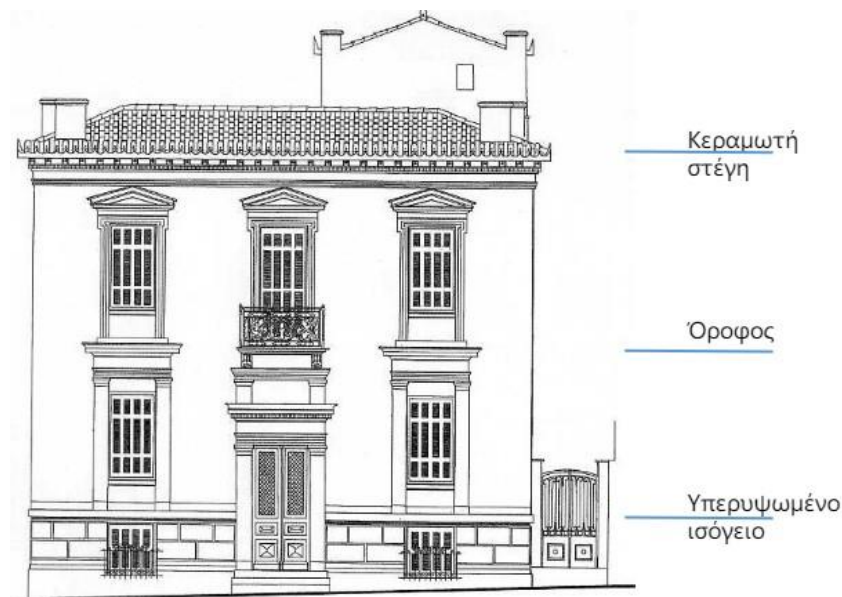
1.2 Οι βασικές αρχές της αρχιτεκτονικής του Νεοκλασικισμού

Η αρχιτεκτονική του νεοκλασικισμού ήρθε στην Ελλάδα από ξένους αρχιτέκτονες οι οποίοι εφάρμοσαν τις αρχές σε δημόσια κτήρια και αργότερα σε οικίες. Οι αρχές αποτέλεσαν ένα σύνολο από χαρακτηριστικές μορφές, τυποποιημένες και εύκολα αναγνωρίσιμες από όλους. Οι αρχές ενός νεοκλασικού κτηρίου είναι οι εξής ¹:

¹ Δημητσάντου-Κρεμεζή Αικατερίνη, «Νεοκλασικά Σπίτια Της Αττικής», Αρχείο Σπουδαστηρίου Αρχιτεκτονικής Μορφολογίας, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2009.

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

- Κατακόρυφοι φέροντες λιθόκτιστοι τοίχοι στηρίζουν τα οριζόντια ξύλινα δάπεδα και την στέγη. Στα υπόγεια υπάρχουν θόλοι και καμάρες.
- Η διάρθρωση της κάτοψης και της κύριας όψης καθορίζονται γεωμετρικά με άξονες για την χάραξη των τοίχων, τη θέση των ανοιγμάτων και τη διάταξη των επιμέρους στοιχείων, όπως αετώματα και εξώστες.
- Η κύρια όψη είναι συμμετρική και αποτελείται από ένα κεντρικό τμήμα που βρίσκεται σε μία μικρή προεξοχή. Στο κεντρικό τμήμα είναι ο κατακόρυφος άξονας στον οποίο τοποθετούνται η υπερυψωμένη θύρα εισόδου με τα μαρμάρινα σκαλοπάτια που οδηγούν σε αυτή και ο κεντρικός μαρμάρινος εξώστης του ορόφου.



Εικόνα 1.1 Τυπική όψη νεοκλασικού κτηρίου.

• Η διάταξη των ανοιγμάτων και των εξωστών σε κατακόρυφους άξονες, καθώς και το κεντρικό αέτωμα που στέφει το σύνολο, αναδεικνύουν την κατακόρυφη διεύθυνση, ενώ τα επαναλαμβανόμενα παράθυρα που παρατίθενται ρυθμικά, καθώς και άλλα στοιχεία του κορμού του κτίσματος (γείσα της στέγης, οι περιμετρικές ζώνες μικρής προεξοχής που υποδηλώνουν την θέση των πατημάτων, διακοσμητικές ταινίες) συντελούν στον τονισμό της οριζόντιας διεύθυνσης.

• Στα νεοκλασικά ρυθμού κτήρια χαρακτηρίζονται από την τάξη, την κανονικότητα και την αφηρημένη γεωμετρικότητα. Όλα τα επιμέρους στοιχεία είναι δεμένα με το σύνολο σαν οργανικά μέλη του. Προορίζονται για συγκεκριμένη θέση και είναι κατάλληλα διαμορφωμένα για αυτήν. Δεν

είναι μέρη του συνόλου που μπορεί να μετακινηθούν. Γενικά η μορφή του κτηρίου είναι «κλειστή», ολοκληρωμένη και παγιωμένη. Δεν μπορεί να δεχθεί προσθήκες χωρίς επιπτώσεις στο γενικό σύνολο του κτηρίου.

1.3 Διατηρητέα κτήρια

Διατηρητέα ονομάζονται τα κτήρια για τα οποία έχει εκδοθεί Διάταγμα Διατήρησης από τον Υπουργό Εσωτερικών σύμφωνα με το Άρθρο 38 του Νόμου περί Πολεοδομίας και Χωροταξίας. Το εκάστοτε Διάταγμα δημοσιεύεται στην Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας.

Για να ανακηρυχθεί ένα κτήριο ως διατηρητέο μπορεί να γίνει με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- Μετά από αίτηση του ιδιοκτήτη για έκδοση Διατάγματος Διατήρησης.
- Μετά από πρόταση της Πολεοδομίας ή της Τοπικής Αρχής ή ομάδων μηχανικών μιας περιοχής για ένα συγκεκριμένο κτήριο.

Η αίτηση υποβάλλεται σε ειδικό έντυπο, στον Κλάδο Διατήρησης που βρίσκεται στα Κεντρικά Γραφεία του Τμήματος Πολεοδομίας και Οικήσεως.

1.4 Χαρακτηριστικά Νεοκλασικών Κτηρίων

Τα χαρακτηριστικά που παρατηρεί κάποιος σε ένα νεοκλασικό διατηρητέο κτήριο είναι τα εξής:

- Η πέτρινη ή μαρμάρινη βάση του κτηρίου,
- Τα μαρμάρινα σκαλοπάτια,
- Η ακριβής συμμετρία των όψεων,
- Τα μαρμάρινα μπαλκόνια με τα φουρούσια,
- Παραστάδες-κιονόκρανα-επίκρανα,
- Περίτεχνα κιγκλιδώματα,
- Στέγες επικαλυμμένες με κεραμίδια βυζαντινού τύπου,
- Τα υλικά κατασκευής είναι η πέτρα και το τούβλο,

- Στα δημόσια νεοκλασικά κτήρια παρατηρούνται τοιχογραφίες και οροφोगραφίες. Η έμπνευση προέρχεται από τη μυθολογία και την ελληνική ιστορία, αρχαία και νεότερη. Διακοσμητικά στοιχεία όπως ανθέμια, ρόδακες και άλλα φυτικά κοσμήματα, στολίζουν συνήθως τις φανταστικές οροφές στα δωμάτια, τους διαδρόμους και τους άλλους βοηθητικούς χώρους. Τα πιο δημοφιλή θέματα είναι οι Θεοί του Ολύμπου, οι 9 μούσες, οι 4 εποχές, αγγελάκια και μυθολογικές παραστάσεις, μυθικά όντα και γύπες, καθώς και απεικονίσεις αρχαίων μνημείων. Πολλές φορές και θέματα από τον αγώνα της απελευθέρωσης του 1821.

2. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΤΗΡΙΩΝ

2.1 Η διαδικασία μελέτης αποκατάστασης

Σημαντικό είναι να υπάρχει γνώση πάνω στο αντικείμενο της παθολογίας των κτηρίων ώστε να βρίσκονται λύσεις – προτάσεις στα αίτια που προκαλούν τις βλάβες. Για την διεξαγωγή μιας μελέτης συντήρησης και αποκατάστασης χρειάζεται μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία διάγνωσης της φθοράς των υλικών. Η μελέτη της παθολογίας των κτηρίων περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες :

I. Αναγνώριση της δομής της κατασκευής

- Συλλογή αναλυτικών στοιχείων με ακρίβεια (σχεδιαστική αποτύπωση)
- Λήψη φωτογραφιών
- Αναγνώριση των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί
- Εύρεση των αρχικών σχεδίων της κατασκευής και σύγκριση των παλαιότερων φωτογραφιών με των νεότερων προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για τις επεμβάσεις που έχουν προηγηθεί
- Καταγραφή και παρακολούθηση των βλαβών. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τοπικές μετρήσεις στο μνημείο και εξέταση της μορφολογίας των επιφανειών

II. Εργαστηριακές έρευνες

- Αναγνώριση του τρόπου δόμησης
- Στοιχεία για τις μηχανικές ιδιότητες των υλικών. Προϋποθέτει δειγματοληψία από ένα μέρος του μνημείου ώστε να εντοπιστούν το είδος αλλά και τα αίτια της φθοράς

III. Διάγνωση των βλαβών

IV. Επαναπροσδιορισμός

- Πιθανές επεμβάσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν,
- Έλεγχος στην αντοχή της φέρουσα τοιχοποιίας.

V. Τελική πρόταση

- Μελέτη,
- Προδιάγραφες υλικών,
- Μέθοδοι ενισχύσεων-επεμβάσεων.

2.2 ΑΙΤΙΕΣ ΒΛΑΒΩΝ

Οι βλάβες που μπορεί να εμφανιστούν στα ιστορικά κτήρια, διαφέρουν όσον αφορά την μορφή και την έκταση τους. Η λεπτομερής αποτύπωση των φερόντων στοιχείων ή αναζήτηση στοιχείων για τυχόν επεμβάσεις που έχουν γίνει κατά την διάρκεια ζωής της κατασκευής αποτελούν τα βασικά βήματα για την μελέτη της παθολογίας. Συνήθως οι αιτίες δεν εντοπίζονται ευκολά λόγω έλλειψης πληροφοριών των κτηρίων. Οι ζημιές μπορεί να είναι μόνιμες όπως η υγρασία ή προσωρινές όπως ο σεισμός. Οι αιτίες βλαβών χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις ενδογενείς και τις εξωγενείς.



Εικόνα 2.1: Κατάρρευση τοίχων ορόφου σε κτήριο την δεκαετία του 1950 λόγω σεισμικών δονήσεων.

2.2.1 Ενδογενείς Παράγοντες

Οι ενδογενείς παράγοντες προέρχονται από το εσωτερικό του κτηρίου και δεν είναι εύκολο να εντοπιστούν. Οι συνήθεις παράγοντες που επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα την εμφάνιση των βλαβών στα κτήρια είναι οι εξής:

- Η μορφολογία του κτηρίου ,δηλαδή η ανομοιόμορφη κατανομή των δυνάμεων και η ύπαρξη μεγάλων και συνεχών ανοιγμάτων σε γωνίες κτισμάτων,
- Ο ελλιπής σχεδιασμός των δομικών στοιχείων και ο λανθασμένος τρόπος σύνδεση τους.
- Η χρήση κακής ποιότητας υλικών. Φθαρμένα υλικά, ύπαρξη μεγάλου ποσοστού αλάτων και κονίαμα χαμηλής αντοχής,
- Η τροποποίηση του αρχικού συστήματος της κατασκευής κατά την διάρκεια της ζωής της, και
- Η μη τακτική συντήρηση του κτηρίου

Κατά την διάρκεια της μελέτης αποκατάστασης της κατασκευής γίνονται έρευνες ώστε να αντιμετωπισθούν οι παραπάνω αιτίες, αν και καθίσταται εξαιρετικά δύσκολο είτε λόγω της αστοχίας των υλικών είτε της ανεπαρκούς αρχικής μελέτης της κατασκευής.

2.2.2 Εξωγενείς Παράγοντες

Στους εξωγενείς παράγοντες περιλαμβάνονται αιτίες που προέρχονται από τυχαία γεγονότα, όπως για παράδειγμα από σεισμούς και πυρκαγιές. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι αιτίες που προέρχονται από κλιματικούς ή περιβαλλοντικούς παράγοντες οι οποίοι διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή.

Τυχαία Γεγονότα

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν κυρίως ο σεισμός και η πυρκαγιά. Οι παραπάνω αιτίες μπορούν να προκαλέσουν από μία μικρή αστοχία έως και ολική καταστροφή των κατασκευών. Η περίπτωση του σεισμού εμφανίζεται πιο συχνά στην Ελλάδα, καθώς είναι μία αρκετά σεισμογενής χώρα.

2.2.2.1 Σεισμός

Κατά κύριο λόγο οι βλάβες που έχουν υποστεί τα κτήρια στον ελλαδικό χώρο οφείλονται στην ένταση και την διεύθυνση του σεισμού, καθώς και στην κακή ποιότητα των υλικών. Στην κακή ποιότητα των υλικών περιλαμβάνονται οι προσθήκες που έχουν γίνει κατά την διάρκεια της ζωής του κτηρίου, η ασυμβατότητα των λίθων, η μεγάλη ποσότητα κονιάματος και η ύπαρξη του σενάζ η όχι στην κατασκευή. Με την απουσία του οριζοντίου διαζώματος κάθε τοίχος είναι ανεξάρτητος και παραμορφώνεται ανάλογα την διεύθυνση του σεισμού.

Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται κάποια είδη βλαβών που έχουν υποστεί τα κτήρια μετά από σεισμό.



- Στην διπλανή εικόνα, φαίνεται ένα νεοκλασικό κτήριο που βρίσκεται στην πόλη του Πειραιά. Εξαιτίας του ισχυρού σεισμού έχουν προκληθεί ρωγμές στο κέλυφος του κτηρίου, καθώς και χρωματικές αλλοιώσεις.

Εικόνα 2.2: Ρωγμές σε κτήριο στον Πειραιά μετά από ισχυρό σεισμό.



- Άλλη μία συνηθισμένη συνέπεια των σεισμών είναι οι ρωγμές στα ανώφλια των ανοιγμάτων.

Εικόνα 2.3 Ρωγμές στα ανώφλια.

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

- Συνήθως οι βλάβες περιορίζονται στον όροφο του κτηρίου. Οι βλάβες είναι καμπτικές και αν είναι μικρής έντασης περιορίζονται σε ρωγμές ανωφλιών και επικολλήσεις επιχρισμάτων (εικόνα 2.4). Αν οι βλάβες παρουσιαστούν στο ισόγειο είναι σημαντικές και προκαλούν διατμητικές αστοχίες στους πεσσούς. (εικόνα 2.5).



Εικόνα 2.4: Βλάβες στον όροφο του νεοκλασικού κτηρίου που έχουν προκριθεί από σεισμό.



Εικόνα 2.5 Βλάβες στο ισόγειο ενός νεοκλασικού κτηρίου.

2.2.2.2 Πυρκαγιά

Οι επιπτώσεις της φωτιάς στα κτήρια είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε ανεπανόρθωτες βλάβες και ολική κατάρρευση της τοιχοποιίας. Έχει παρατηρηθεί ότι οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι πολύ μεγάλες καθώς υπάρχουν ξύλινα στοιχεία και εύφλεκτα υλικά που το επιτρέπουν.

Έτσι διαπιστώνονται οι παρακάτω βλάβες²:

- Έντονη ρηγμάτωση και κύρτωση των τοίχων,
- Αποκόλληση επιχρίσματος,
- Κατάρρευση ξύλινων στοιχείων,

Πρόκειται για την συχνότερη βλάβη που παρατηρείται, καθώς οι στέγες και τα πατώματα επιτρέπουν την γρήγορη διάδοση της φωτιάς σε όλο το κτήριο. Είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι στην φάση των επεμβάσεων λαμβάνονται συστάσεις για πρόβλεψη πυροπροστασίας, όπως περιμετρική μόνωση της στέγης και αύξηση των διατομών των ξύλινων υποστυλωμάτων.



Εικόνα 2.6: Κατάρρευση στέγης και μέρος του ξύλινου δαπέδου, λόγω πυρκαγιάς σε νεοκλασικό κτήριο στην οδό Σταδίου 47, Αθήνα.

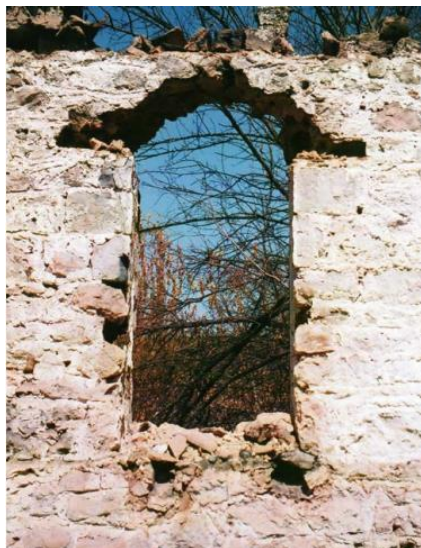


Εικόνα 2.7: Κατάρρευση του πατώματος.

-
- ² Ε. Βιντζηλαίου, Χ. Ζέρης, Κ. Τρέζος, Μ. Χρονόπουλος, Κ. Μανωλεδάκη, Θ. Τάσιος, 'Πρακτικός Οδηγός Για Την Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας Και Τις Δομητικές Επισκευές Μετά Από Πυρκαγιά Σε Μικρά Κτήρια Από Σκυρόδεμα Και Από Τοιχοποιία', Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, Οκτώβριος 2008.

- Βλάβες στα υπέρθυρα,

Μία ακόμα σημαντική βλάβη είναι οι διατμητικές αστοχίες στις γωνίες των ανοιγμάτων και η καύση των ξύλινων στοιχείων.



Εικόνα 2.8: Καύση των ξύλινων στοιχείων των ανοιγμάτων.



Εικόνα 2.9: Ρωγμές στις γωνίες των παραθύρων.

2.2.2.3 Κλιματικοί Παράγοντες

Υγρασία

Η εμφάνιση της υγρασίας σε ένα κτήριο μπορεί να δημιουργεί επιπλέον πολλές άλλες βλάβες που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια της κατασκευής. Οι συνηθέστεροι τρόποι του νερού στις κατασκευές είναι:

- Υγρασία από φυσικά φαινόμενα όπως, βροχή και το χιόνι
- Υπέργεια νερά
- Ανερχομένη υγρασία από το έδαφος
- Υπόγεια νερά και
- Υγρασία που προέρχεται από το εσωτερικό του κτηρίου, όπως υδρατμοί και νερά σωληνώσεων.

Η μη έγκαιρη αντιμετώπιση της υγρασίας ελλοχεύει σοβαρούς κίνδυνους για την κατάσταση του κτηρίου. Μπορεί να προκαλέσει βλάβες όπως:

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

- Αποσαθρώσεις δομικών υλικών

Η εισχώρηση του νερού στο εσωτερικό της τοιχοποιίας προκαλεί διόγκωση των υλικών καθώς και εκτινάξεις λόγω των σχηματισμών αλάτων. Τα άλατα με την πάροδο του χρόνου προκαλούν προβλήματα στην συνοχή του τοίχου. Τα άλατα είτε βρίσκονται από την αρχή στο υλικό είτε μεταφέρονται από το έδαφος.

- Εμφάνιση κηλίδων

Το νερό μεταφέρει τα άλατα στην επιφάνεια του κτηρίου, ως αποτέλεσμα της εξάτμισης να δημιουργούνται οι κηλίδες.

- Αποφλοιώσεις και αποκολλήσεις
- Αποχρωματισμοί επιφανειών
- Ρηγματώσεις στην τοιχοποιία

Ο όγκος του νερού που είναι εγκλωβισμένος στην τοιχοποιία δεν είναι σταθερός και μεταβάλλεται συνεχώς, προκαλώντας τάσεις που οδηγούν σε ρηγματώσεις.

- Μείωση της θερμομονωτικής λειτουργίας του κτηρίου

Τα κενά αέρος που υπάρχουν στα δομικά υλικά «γемίζουν» με νερό με αποτέλεσμα να καταστρέφονται.

Στις παρακάτω φωτογραφίες απεικονίζονται κάποια είδη βλαβών που προκαλεί η ύπαρξη του νερού στην τοιχοποιία.



Εικόνα 2.10: Διάβρωση του τοίχου



Εικόνα 2.11: Ανερχόμενη υγρασία.

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Στην φωτογραφία στα αριστερά φαίνεται η ζημιά που έχει προκαλέσει η υγρασία, δηλαδή αποδιοργάνωση του κονιάματος και αποκόλληση του επιχρίσματος. Αν δεν αντιμετωπισθούν έγκαιρα θα διαβρωθεί και η λιθοδομή. Στην εικόνα 2.11, η ανερχόμενη υγρασία από το έδαφος προκαλεί διάβρωση του κονιάματος.



Εικόνα 2.12: Προβλήματα στην στέγη λόγω υγρασίας.



Εικόνα 2.13: Ξύλινη στέγη.

Στις φωτογραφίες 2.12 και 2.13 φαίνεται ζημιά των νερών της βροχής που εισχωρούν στις στέγες των κτηρίων προκαλώντας σοβαρά προβλήματα διάβρωσης των ξύλινων στοιχείων.

Βλάστηση

Η εμφάνιση φυτών στο σώμα του κτηρίου μπορεί να επηρεάσει την αντοχή τους. Προκαλούν κατακράτηση νερού στην επιφάνεια των υλικών, δημιουργούν αποσάθρωση του συνδετικού κονιάματος καθώς και παραμόρφωση των δομικών στοιχείων όπως απεικονίζεται παρακάτω.



Εικόνα 2.14: Βλάστηση στην τοιχοδομή.



Εικόνα 2.15: Βλάστηση στην τοιχοποιία.

Στην φωτογραφία 2.15, απεικονίζεται το κτήριο στην οδό Σμολένσκι στο νέο Φάληρο πριν την αποκατάσταση του, με βλάβες στην στέγη λόγω ανάπτυξης φυτών.

2.2.2.4 Βιολογικοί Παράγοντες

Έντομα – Μύκητες

Η εμφάνιση των φυτών γύρω από το κτήριο έχουν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη εντόμων και μυκητών. Καταστρέφοντας έτσι τα ξύλινα στοιχεία όπως στέγες, πατώματα και κουφώματα. Από την βακτηριακή εισβολή προκύπτει η μείωση της αντοχής του ξύλου και η αλλαγή στο χρώμα του.



Εικόνα 2.16: Οπές από έντομα σε ξύλινες επιφάνειες.

Από τους παραπάνω περιβαλλοντικούς και βιολογικούς παράγοντες προκύπτει ότι έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην γήρανση των υλικών ιδιαίτερα στις κατασκευές από ξύλο, (πχ ξυλοδεσιές) ή την οξείδωση μεταλλικών στοιχείων (πχ ελκυστήρων και δοκών).

2.2.3 Καθίζηση του εδάφους

Ένας σημαντικός παράγοντας, εκτός από αυτούς που προαναφέρθηκαν, είναι οι καθιζήσεις του εδάφους, οι οποίες συσχετίζονται με αρκετές ζημίες σε ιστορικές κατασκευές. Το μη σταθερό έδαφος θεμελίωσης προκαλεί παραμορφώσεις στο κέλυφος του κτηρίου, ρωγμές στην φέρουσα τοιχοποιία, αλλά και διάτρητες αστοχίες στα ανοίγματα. Είναι επίσης δύσκολο να εντοπιστούν, παρά μόνο όταν οι ζημίες που έχουν προκληθεί είναι εκτεταμένες.



Τα θεμέλια των παλιότερων κτηρίων δεν έχουν έκταση κάτω από το έδαφος με αποτέλεσμα το κτήριο να είναι επιρρεπής σε τέτοιου είδους βλάβες (όπως φαίνεται στην φωτογραφία 2.17).

Εικόνα 2.17 : Ρωγμές στην ανωδομή λόγω καθίζησης.

Κάποια αίτια των παραπάνω αποτελεσμάτων είναι η αστοχία των θεμελίων λόγω υπερφόρτωσης, τα μεγάλα και ανομοιόμορφα ανοίγματα που δημιουργούν μεγάλα φορτία στο έδαφος, η προσθήκη νέου κτηρίου ακριβώς δίπλα στο παλιό ή η επέκταση του ήδη υπάρχοντος δημιουργούν καθιζήσεις, εάν δεν γίνει σωστή ένωση των δύο κτηρίων με κοινά λιθοσώματα.

3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΛΕΧΟΥ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ

3.1 Μέθοδοι διάγνωσης βλαβών

Όταν γίνεται μία μελέτη για την αποκατάσταση ή την ενίσχυση σε μία υφιστάμενη τοιχοποιία πρέπει να υπάρχει γνώση των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών καθώς να γίνεται η καταγραφή των πιθανών ρωγμών και παραμορφώσεων. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι και όργανα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την γνώση των ιδιοτήτων της τοιχοποιίας. Οι μέθοδοι με τις οποίες γίνεται η καταγραφή είναι α) η εξέταση των δομικών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί, β) η καταγραφή των μηχανικών χαρακτηριστικών και γ) η παρατήρηση των ζημιών με την πάροδο του χρόνου.

Συγκεκριμένα οι έλεγχοι που πρέπει να γίνουν από το μελετητή είναι οι εξής :

- Μετρήσεις των παραμορφώσεων και των ρωγμών στην φέρουσα τοιχοποιία,
- Μελέτη του σχήματος της κατασκευής. Οι συμμετρικές κατόψεις έχουν καλύτερη συμπεριφορά από τις ασύμμετρες,
- Προσδιορισμός της θέσης ακαμψίας πάνω στην κάτοψη,
- Έλεγχος της ευρύτερης θέσης της κατασκευής. Έχει καταγραφεί ότι τα κτήρια που βρίσκονται σε γωνιακές οικοδομές παρουσιάζουν κατάρρευση μετά από σεισμό.

Οι παραπάνω έλεγχοι πρέπει να εξασφαλίζουν την εφαρμογή των κατάλληλων μεθόδων διάγνωσης βλαβών αλλά και την ενδεδειγμένη και την αναλυτική περιγραφή αποτελεσμάτων της έρευνας.

3.2 Έλεγχος Δομικών Στοιχείων

Για να γίνει ο έλεγχος, υπάρχουν δυο μεγάλες κατηγορίες οι καταστρεπτικές και οι μη καταστρεπτικές μέθοδοι. Με τις καταστρεπτικές μεθόδους, χρειάζεται να παρθούν δείγματα από την τοιχοποιία εξασφαλίζοντας καλύτερες αλλά και περισσότερες πληροφορίες για την δομή του κτηρίου. Ωστόσο δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα σε όλες τις περιπτώσεις γι' αυτό χρησιμοποιούνται οι μη καταστρεπτικές μέθοδοι σε όλη την επιφάνεια του κτηρίου χωρίς κάποιον περιορισμό, αλλά με λιγότερες πληροφορίες.

Πλεονεκτήματα μη καταστροφικών μεθόδων

Οι μη καταστροφικές μέθοδοι παρουσιάζουν μια σειρά από πλεονεκτήματα όπως:

- Τοπικός έλεγχος της κατασκευής
- Διατήρηση της αρτιότητας της εξεταζόμενης κατασκευής
- Απόδοση άμεσων αποτελεσμάτων

3.2.1 Μη Καταστρεπτικές Μέθοδοι

Οπτικός έλεγχος

Ο οπτικός έλεγχος ανήκει στις μη καταστρεπτικές μεθόδους, με την οποία γίνεται αναγνώριση των βλαβών και των φθορών στο κέλυφος των υφιστάμενων κτηρίων. Με την βοήθεια των σκαριφημάτων γίνεται η καταγραφή τους, όπως ρωγμές, προβλήματα υγρασίας, διάβρωση των οπλισμών, φθορές στο σκυρόδεμα, σκουριά, μεγάλες ρηγματώσεις, χρωματικές αλλοιώσεις στις όψεις. Στα ειδικά έντυπα γίνεται η καταγραφή των παρακάτω χαρακτηριστικών:

- Η σεισμικότητα της περιοχής
- Το έτος κατασκευής
- Ο αριθμός των οροφών του
- Εξωτερικές και εσωτερικές υπάρχουσες βλάβες που μπορεί να υπάρχουν
- Την κατηγορία εδάφους που βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο
- Τα χαρακτηριστικά της περιοχής που βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο και
- Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ανά τύπο κτηρίου

Πιο συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά για τα κτήρια με φέρουσα τοιχοποιία είναι:

- Τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί
- Το πάχος των τοίχων
- Το ποσοστό των ανοιγμάτων
- Η ύπαρξη ή όχι των διαζωμάτων και
- Οι συνδέσεις μεταξύ οροφών και πατωμάτων με τους εξωτερικούς τοίχους.

Ηχητική μέθοδος

Οι ταλαντώνεις μεταδίδονται σε όλα τα υλικά, δηλαδή στα στερεά, υγρά και τα αέρια δημιουργώντας ήχους, ακουστικούς και υπέρηχους. Η διαφορά είναι ότι οι υπέρηχοι ήχοι μεταδίδονται σε πολύ μεγαλύτερες συχνότητες και γίνονται αντιληπτοί μόνο με ειδικές συσκευές.

Ο ήχος στα στερεά σώματα διαδίδεται με τρία είδη κυμάτων, τα διαμήκη, τα εγκάρσια και τα επιφανειακά. Ωστόσο τα διαμήκη κύματα διαδίδονται με μεγαλύτερη ταχύτητα γι' αυτό χρησιμοποιούνται περισσότερο. Υπάρχουν τρεις τρόποι μετάδοσης των ηχητικών κυμάτων, η άμεση μετάδοση, η ημι-άμεση μετάδοση και η έμμεση μετάδοση. Η μέθοδος των υπέρηχων είναι έμμεση μη καταστρεπτική, με τους δύο κρυστάλλους τον πομπό και τον δέκτη να τοποθετούνται αντικριστά στις επιφάνειες του κτηρίου.

Για να γίνει η έρευνα με την υπερηχητική μέθοδο δημιουργούνται μηχανικά κύματα και προκαλούν δονήσεις στη τοιχοποιία. Υπάρχουν δύο τρόποι, ο ενεργητικός και ο παθητικός. Με τον ενεργητικό τρόπο, ο πομπός παράγει κύματα σε πολύ μεγάλη συχνότητα, τα οποία διαδίδονται μέσα στο υλικό και τα λαμβάνει ο δέκτης. Τα χαρακτηριστικά των δονήσεων την στιγμή που τα λαμβάνει ο δέκτης χρησιμοποιούνται για την καταγραφή της εσωτερικής κατάστασης της τοιχοποιίας. Ο παθητικός τρόπος είναι διαφορετικός και βασίζεται στα κύματα που θα παραχθούν όταν αλλάζει η εσωτερική κατάσταση των υλικών, δηλαδή σε κάποια παραμόρφωση στην διάρκεια του χρόνου. Η μετάδοση των υπερηχητικών κυμάτων στις τοιχοποιίες προκαλούν προβλήματα στην ορθότητα των αποτελεσμάτων λόγω των ανομοιογενών υλικών. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπισθεί με την χρήση ακουστικών κυμάτων. Η μέθοδος ορίζεται χτυπώντας ένα σφυρί πάνω σε μία μεταλλική πλάκα τοποθετείτε πάνω στην τοιχοποιία. Με την βοήθεια δύο επιταχυνσιογράφων οι οποίοι τοποθετούνται αντικριστά, καταγράφεται από τον έναν ο χρόνος εκκίνησης του κύματος και από τον άλλον η άφιξη του. Με την επανάληψη της διαδικασίας μπορεί να προσδιοριστεί η κατάσταση που βρίσκεται η τοιχοποιία. Εάν υπάρχουν κενά στο υλικό της τοιχοποιίας τότε το κύμα θα καθυστερήσει να φτάσει στην απέναντι πλευρά.

Ως αποτέλεσμα της μεθόδου αυτής μπορεί να διαμορφωθεί η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, να εντοπισθούν τα κενά στο εσωτερικό του υλικού και να προσδιοριστεί η ανομοιομορφία του.

Θερμογραφική μέθοδος

Με την βοήθεια ειδικών μηχανών, όπως θερμοφωτογραφικών, που χρησιμεύουν στην καταγραφή της μεταβολής της θερμοκρασίας αλλά και στην χρωματική αποτύπωση που εκφράζουν τα διαφορετικά επίπεδα της. Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι θερμογραφικού ελέγχου, ο παθητικός και ο ενεργητικός.

Με τον παθητικό έλεγχο εξετάζονται τα υλικά και οι κατασκευές που έχουν διαφορετική θερμοκρασία από το περιβάλλον τους. Με την μέθοδο αυτή, καταγράφεται η αναδυόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία που παράγει το υλικό. Το βασικό όργανο αυτής της μεθόδου είναι ένας ανιχνευτής που εξετάζει μια συγκεκριμένη επιφάνεια του κτηρίου. Η υπέρυθρη ακτινοβολία που προβάλετε από τον ανιχνευτή μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα και μέσω ενός ενισχυτή και μιας οθόνης ο παραλήπτης λαμβάνει τα αποτελέσματα. Η εικόνα είναι με αποχρώσεις του γκρι για ενδιάμεσες θερμοκρασίες και με πράσινο χρώμα για τις θερμότερες.

Στον έλεγχο η ενεργητική μέθοδο εφαρμόζεται μια εξωτερική πηγή διέγερσης των υλικών που εξετάζονται. Στην μέθοδο αυτή εντοπίζονται πιθανές ασυνέχειες και ελαττώματα σε μια επιφάνεια. Με την βοήθεια εξωτερικής πηγής υπό εξέταση επιφάνεια δέχεται ένα θερμικό παλμό. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του υλικού μεταβάλλεται λόγω του θερμικού παλμού. Η διαφορά θερμοκρασίας από την μια περιοχή στην άλλη δηλώνει ανομοιογένεια στο υλικό.

Ο ενεργητικός έλεγχος επιτρέπει την εξέταση της επιφάνειας σε βάθος, παρουσιάζοντας όμως λειτουργικά προβλήματα, αφού δεν είναι εύκολη η εφαρμογή του σε εξωτερικούς χώρους. Εκτός από την δομή του υλικού, ο ενεργητικός έλεγχος εξαρτάται και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Γι' αυτό σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμόζουμε τον παθητικό έλεγχο, με τον οποίο παίρνουμε γρήγορα και ακριβή αποτελέσματα

Μέθοδοι ενδοσκόπησης

Η μέθοδος της ενδοσκόπησης προσφέρει την δυνατότητα της εξερεύνησης στο εσωτερικό της τοιχοποιίας μέσα από τις υπάρχουσες ρωγμές ή εσκεμμένες οπές που θα δημιουργηθούν για την ερευνά. Οι οπές έχουν μικρή διάμετρο περίπου 10 έως 15 mm χωρίς να επηρεάζουν την αντοχή της τοιχοποιίας και διορθώνονται σε δεύτερη φάση καθώς επιχρίονται. Ο σωλήνας εισχωρεί από την

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

οπή που έχει δημιουργηθεί φωτογραφίζοντας ή καταγράφοντας με χρήση βίντεο το εσωτερικό της τοιχοποιίας. Εντοπίζει βαθουλώματα, κενά και γίνεται ο έλεγχος της κατάστασης του οπλισμού.

Οι βασικότερες συσκευές ενδοσκόπησης είναι οι εξής:

α) τα ενδοσκόπια, άμεση εικόνα με την συσκευή παροχής ενέργειας και επεξεργαστή εικόνας. (εικόνα 3.1)

β) μμποροσκόπια, η εικόνα μεταφέρεται μέσω φακών. (εικόνα 3.2)

γ) και τα ινoσκόπια, μικροί σωλήνες από οπτικές ίνες με διάμετρο 6-250 μm . (εικόνα 3.3)



Εικόνα 3.1



Εικόνα 3.2



Εικόνα 3.3

Η διαφορά μεταξύ των παραπάνω τρόπων ενδοσκόπησης εμφανίζεται στον κορμό τους. Τα ενδοσκόπια και τα μμποροσκόπια είναι δυσπροσάρμοστα σε αντίθεση με τα ινoσκόπια που έχουν πιο ευλύγιστο κορμό. Τα ινoσκόπια έχουν την δυνατότητα να ακολουθούν κατά μήκος την τοιχοποιία συλλέγοντας χρήσιμες πληροφορίες για τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί. Σε όλους τους τύπους, το άκρο που βρίσκεται μέσα στην τοιχοποιία έχει την δυνατότητα να περιστραφεί και με την τοποθέτηση ειδικής κάμερας να γίνει η καταγραφή των πληροφοριών. Η μέθοδο της ενδοσκόπησης είναι πολύ δημοφιλής καθώς δίνει πολλές και χρήσιμες πληροφορίες για την περιοχή της τοιχοποιίας που πρέπει να μελετηθεί. Η δημιουργία πολλαπλών οπών, σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους όπως τις ηχητικές, μπορούν να διαμορφώσουν βέλτιστα και πιο έγκυρα αποτελέσματα.

3.2.2 Καταστρεπτικές Μέθοδοι

Παραπάνω αναφέρθηκαν κάποιες από τις μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξέταση της εσωτερικής δομής της τοιχοποιίας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συνδυαστικά για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Η λήψη πυρήνων ανήκει στην καταστρεπτική μέθοδο και δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις περιπτώσεις κτηρίων. Πριν την λήψη της μεθόδου είναι απαραίτητο να αποφασιστούν οι διαστάσεις των πυρήνων (συνήθως διάμετρος 10-20 cm, και βάθος μέχρι 40 cm), ο αριθμός τους και τα δομικά στοιχεία από τα οποία θα παρθούν τα δείγματα. Το δοκίμιο είναι κυλινδρικού σχήματος και όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες παρουσιάζεται μια συσκευή λήψης πυρήνων.



Εικόνα 3.4 : Συσκευή λήψης δοκιμίων



Εικόνα 3.5 : Συσκευή λήψης δοκιμίων σε υφιστάμενη τοιχοποιία.

Με την μέθοδο της πυρηνοληψίας καταγράφονται η εξής πληροφορίες³ :

³ Π.Α Κακαβάς, Π.Α. Λέμης Πετρόπουλος'' Πειραματικές Μέθοδοι Αποτίμησης της δομικής Ακεραιότητας Υλικών –Κατασκευών.'', Νοέμβριος 2008

- Ο προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής,
- Ο προσδιορισμός της εφελκυστική αντοχής,
- Η μέτρηση του RH και το βάθος της ενανθράκωσης⁴,
- Ο προσδιορισμός του μεγέθους των αδρανών,
- Η υπόδειξη των ρωγμών και των άλλων αστοχιών στην μάζα της τοιχοποιίας,
- Μέτρηση υγρασίας του δοκιμίου.



Εικόνα 3..6 Δοκίμιο από συσκευή πυρηνοληψίας.

3.3 Έλεγχος Μηχανικών Στοιχείων

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας είναι η θλιπτική, η διατμητική, η καμπτική αντοχή της τοιχοποιίας και το μέτρο ελαστικότητας. Σε μεγάλο βαθμό οι καταστρεπτικές μέθοδοι είναι πιο αξιόπιστες στο να εντοπίσουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά με ακρίβεια, αλλά η χρήση τους είναι πολύ περιορισμένη. Στα διατηρητέα κτήρια για παράδειγμα η χρήση τους απαγορεύεται. Γι' αυτό έχουν βρεθεί άλλο τρόποι για τον προσδιορισμό της αντοχής της τοιχοποιίας και του κονιάματος, μη καταστρεπτικοί μέθοδοι, όπου η αξιοπιστία τους προκύπτει ανάλογα με το όργανο που θα χρησιμοποιηθεί.

⁴ Η αντίδραση του υδροξειδίου του ασβεστίου με το νερό και το υδροξείδιο του άνθρακα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της αλκαλικότητας του σκυροδέματος.

3.3.1 Μη Καταστρεπτικές Μέθοδοι

Κρουσίμετρο

Η μέθοδος του κρουσιμέτρου ανήκει σε μία πειραματική μη καταστρεπτική τεχνική, που βασίζεται στη μέτρηση της επιφανειακής σκληρότητα που εξετάζεται. Δίνει εκτίμηση της ποιότητας της τοιχοποιίας σε βάθος έως 3 cm. Η μέθοδος αυτή δεν προσφέρει την δυνατότητα για έγκυρα αποτελέσματα αν δεν συνδυαστεί με άλλες πειραματικές μεθόδους όπως, την μέθοδο των υπερήχων. Είναι ένα απλό όργανο που έχει σχεδιαστεί για να καθορίζει την θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, των λίθων και του κονιάματος. Το κρουσίμετρο πιέζει την επιφάνεια που εξετάζεται (π.χ. δοκάρι δάπεδο, κολώνα) και η τιμή της πίεσης εμφανίζεται πάνω στο κρουσίμετρο. Βάση του διαγράμματος πίεσης- αντοχής που υπάρχει πάνω στο όργανο υπολογίζεται η θλιπτική αντοχή. Στην επιφάνεια που ελέγχεται πρέπει να γίνονται 10 με 15 κρούσεις σε διαφορετικά σημεία για να προκύψει ως τελικό αποτέλεσμα ο μέσος όρος των μετρήσεων. (φωτογραφία 3.7)⁵.

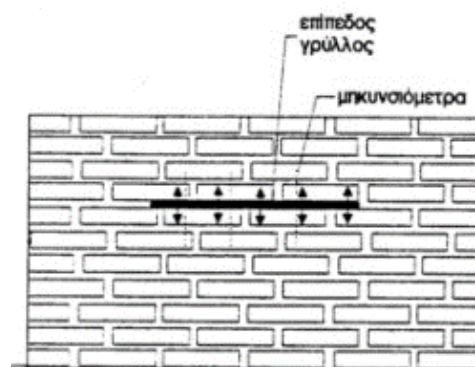


Εικόνα 3.7 Η μέθοδος του κρουσιμέτρου.

Επίπεδοι γρύλοι

Μία ακόμα μη-καταστρεπτική μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή παραμορφώσεων, σε κτήρια με φέροντα οργανισμό τον λίθο, είναι η μέθοδος των επίπεδων γρύλων.

Εικόνα 3.8: Επίπεδος γρύλος εισέρχεται στο εσωτερικό της τοιχοποιίας για τον προσδιορισμό της ορθής τάσης.



⁵ Σ. Δέμης, σελ. 17, 'Μη Καταστροφικές Δοκιμές Σκυροδέματος', Πανεπιστήμιο Πατρών, 2016

Στην επιφάνεια της τοιχοποιίας που θα ελεγχθεί, δημιουργείται μια εγκοπή στην οποία εισέρχεται ο επίπεδος γρύλος. Η εγκοπή πρέπει να είναι καθετή στο σημείο που θα οριστούν οι τάσεις. Η τιμή της πίεσης του μανομέτρου του γρύλου δίνει την τάση της τοιχοποιίας κάθετα στην εγκοπή.

Για τον προσδιορισμό των ελαστικών χαρακτηριστικών τοποθετούνται δυο επίπεδοι γρύλοι, παράλληλα μεταξύ τους, ο ένας πάνω από τον άλλον και αναμεσά τους μερικές στρώσεις από την τοιχοποιία. Στους γρύλους εισάγεται ίση πίεση και μετρούνται οι παραμορφώσεις στην ενδιάμεση τοιχοποιία. Με την σχέση τάσης- παραμόρφωσης προκύπτει το μετρό ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι μπορούν να εφαρμοστούν μόνο κοντά στην επιφάνειά του τοίχου, διότι εκεί μπορούν να γίνουν οι εγκοπές. Ωστόσο, το πλεονέκτημα τους είναι ότι λόγω των μικρών διαστάσεων τους μπορούν χρησιμοποιούν και σε επιφάνειες μνημείων.

3.3.2 Καταστρεπτικές Μέθοδοι

Οι καταστρεπτικές μέθοδοι εφαρμόζονται: α) σε τμήματα από το υπό έλεγχο υλικό και β) σε δοκίμια τα οποία είναι κατασκευασμένα από τα ίδια υλικά που είναι και η κατασκευή. Προσδιορίζοντας την αντοχή και το μέτρο ελαστικότητας του υλικού. Τα δείγματα που θα ληφθούν από την κατασκευή πρέπει να είναι από θέσεις που δεν θα επηρεάσουν την αντοχή της κατασκευής μακροχρόνια. Αν σε έναν πυρήνα παρατηρηθούν ρωγμές, τότε θα προωθηθεί για περαιτέρω ελέγχους.

Σε υπάρχουσες κατασκευές τα δείγματα μπορούν να παρθούν από τμήματα της κατασκευής που πρόκειται να καθαιρεθούν. Αν η κατασκευή έχει χαρακτηριστεί ως «μνημείο» δεν μπορεί να γίνει ο έλεγχος της αντοχής των υλικών με αυτήν την μέθοδο.

3.4 Έλεγχος Παραμόρφωσης

Σε οποιαδήποτε κατασκευή που έχει υποστεί παραμορφώσεις και συνεχίζουν να υφίστανται , απαιτείται αφενός ο προσδιορισμός των παραμορφώσεων και αφετέρου η παρακολούθηση της εξέλιξης τους στον χρόνο. Απαραίτητο να υπάρχουν τα στοιχεία των παραμορφώσεων που έχει υποστεί μία κατασκευή . Ακόμα και όταν έχει αλλάξει χρήση. Σε θολωτές κατασκευές η εκτίμηση της αντοχή τους προκύπτει από την μέτρηση της παραμόρφωσης.

3.4.1 Έλεγχος μακροχρονίων φορτίων

Ο έλεγχος και η καταγραφή της δράσης των μακροχρονίων φορτίων απαιτούν συνέχεις και μακροχρόνιες μετρήσεις για την σωστή καταγραφή των παραμορφώσεων. Οι τεχνικές για την καταγραφή των παραμορφώσεων είναι :

➤ Ακουστικά επιμηκυνσιόμετρα

Το ακουστικό επιμηκυνσιόμετρο σχηματίζεται από ένα λεπτό τεντωμένο σύρμα που τα άκρα του στερεώνονται σε μεταλλικές πλάκες στην επιφάνεια της οποίας μετρώνται οι παραμορφώσεις. Ολο το σύστημα βρίσκεται υπό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο το οποίο πάλλει την χορδή. Το ηλεκτρομαγνητικό κύκλωμά μετρά τον αριθμό των κύκλων της ταλάντωσης σε συγκεκριμένο χρόνο και έτσι γίνεται γνωστή η συχνότητα της ταλάντωσης, η οποία είναι ανάλογη της εφελκυστικής δύναμής του σύρματος. Αν μεταβληθεί η δύναμη της χορδής λόγω της μετακίνησης της επιφάνειας τότε και η συχνότητα της ταλάντωσης θα αλλάξει. Για συγκεκριμένο μήκος του μηκυνσιομέτρου είναι δυνατόν να υπολογισθεί η προέκταση του από την αλλαγή της συχνότητας ταλαντώσεως. Τα μήκη των ακουστικών μηκυνσιομέτρου κυμαίνονται από 50 έως 150 mm.

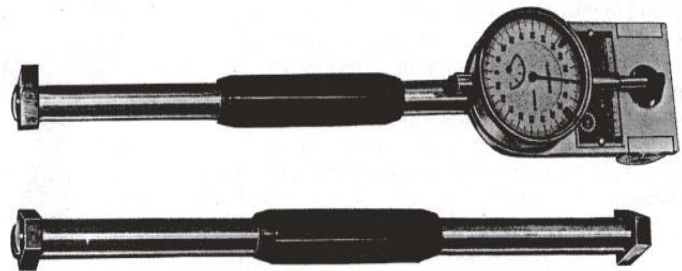
Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον διαχωρισμό των παραμορφώσεων που οφείλονται σε θερμοκρασιακές μεταβολές. Ένας τρόπος διόρθωσης του σφάλματος που μπορεί να προκύψει λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών είναι η τοποθέτηση δευτέρου ακουστικού μηκυνσιομέτρου σε γειτονική περιοχή της κατασκευής. Τοποθετείται σε περιοχή που δεν υπάρχουν παραμορφώσεις, αλλά βρίσκεται στις ίδιες θερμοκρασιακές συνθήκες με το προηγούμενο μηκυνσιόμετρο.

Οι τυχόν καταγραφές του δεύτερου αυτού μηκυσιομέτρου θα οφείλονται στις θερμοκρασιακές μεταβολές. Αν αφαιρεθούν από το βασικό μηκυσιόμετρο θα προκύψει η παραμόρφωση εξ' αιτίας των άλλων αιτίων πλην της θερμοκρασίας.

Ακόμα ένας τρόπος αντιμετώπισης της επίδρασης της θερμοκρασίας στις καταγραφές είναι να παρέχονται συνεχώς πληροφορίες για την θερμοκρασιακή μεταβολή. Με γνωστή τη σταθερά θερμικής διαστολής του υλικού υπολογίζεται η θερμική παραμόρφωση, ώστε η αφαιρούμενη από την συνολική παραμόρφωση να προκύπτει η παραμόρφωση μόνο λόγω των άλλων μετακινήσεων του στοιχείου.

➤ Μηχανικά επιμηκυσιόμετρα

Τα μηχανικά μηκυσιόμετρα αποτελούνται από μία ράβδο μέτρησης. Το ένα άκρο καταλήγει σε μία σταθερή πολύ λεπτή κωνική ακίδα και το άλλο άκρο σε ίδια πολύ λεπτή κωνική ακίδα η οποία όμως κινείται μέσω ευαίσθητου



ελατηρίου κατά την διεύθυνση της ράβδου. Στο άνω άκρο της κινητής κωνικής ακίδας συνδέεται μετρητικό όργανο το οποίο καταγράφει την μετακίνηση της. Τα όργανα αυτά συνοδεύονται από μία δεύτερη ράβδο με σταθερές εσοχές σε απόσταση ίση με την απόσταση των κορυφών των κωνικών ακίδων. Μία τρίτη ράβδος με σταθερές τις δύο λεπτές κωνικές ακίδες για τοποθέτηση των λεπτών κυκλικών ελασμάτων. Αφού τοποθετηθούν τα λεπτά κυκλικά ελάσματα στο δομικό στοιχείο (σκυρόδεμα, τοιχοποιία, ξύλο ή μέταλλο) με την βοήθεια της ράβδου γίνεται η αρχική μέτρηση. Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για να είναι οι μετρήσεις συγκρίσιμες γίνεται χρήση της δεύτερης ράβδου με τις σταθερές εσοχές ώστε οι μετρήσεις κάθε κύκλου να ξεκινούν από την ίδια βάση μετρήσεων. Τα μήκη των μηχανικών μηκυσιομέτρων κυμαίνονται από 50 έως 200 mm.

Στην εικόνα 3.9 απεικονίζεται το μηχανικό μηκυσιόμετρο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για την επίδραση των θερμοκρασιακών παραμορφώσεων ισχύουν όσα αναφέρθηκαν και για τα ακουστικά μηκυσιόμετρα.

➤ Μέτρηση μετακινήσεων

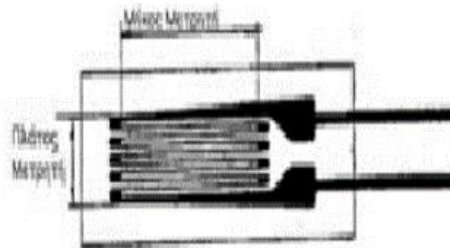
Για να μετρηθούν οι μετακινήσεις των κατασκευών χρειάζονται λεπτομερείς αποτυπώσεις στην αρχή και στο τέλος του χρονικού διαστήματος. Η καλή γνώση τοπογραφίας σε συνεργασία με τις σύγχρονες μεθόδους αποτύπωσης παρέχει την ακριβή θέση της κατασκευής. Με την πάροδο του χρόνου και τις μακροχρόνιες παρατηρήσεις δίνονται τα στοιχεία για την πρόοδο των μετακινήσεων.

3.4.2 Έλεγχος παροδικών φορτίων

Για τον έλεγχο της δράσης των παροδικών φορτίων πρέπει να χρησιμοποιούνται όργανα που να έχουν την δυνατότητα της συνεχούς καταγραφής. Όταν τα αποτελέσματα είναι σε ψηφιακή μορφή είναι εύκολα διαχειρίσιμα. Τα όργανα για τον έλεγχο δράσης των φορτίων είναι:

➤ Ηλεκτρικά μηκυσιόμετρα

Τα ηλεκτρικά μηκυσιόμετρα χρησιμοποιούνται κυρίως για την καταγραφή παροδικών μεταβολών παραμορφώσεων. Ωστόσο δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση μακροχρονίων παραμορφώσεων. Αυτό συμβαίνει διότι καταστρέφονται οι μετρητές μετά από μεγάλη περίοδο αδράνειας. Τα ηλεκτρικά μηκυσιόμετρα είναι μια πεπλατυσμένη σπείρα από χάλκινο



Εικόνα 4.10: Ηλεκτρικό επιμηκυσιόμετρο.

σύρμα που μοιάζει με πλακέτα ολοκληρωμένου κυκλώματος, η οποία τοποθετείται στην τοιχοποιία και διαρρέεται από ρεύμα. Όταν παραμορφωθεί το σύρμα επιμηκύνεται και η διατομή του μεταβάλλεται με συνέπεια τη μεταβολή της ηλεκτρικής αντίστασης. Με τα κατάλληλα όργανα η μεταβολή της τάσης του ρεύματος μετατρέπεται σε μεταβολή του μήκους του οργάνου. Τα μήκη των ηλεκτρικών μηκυσιομέτρων κυμαίνονται από 1 mm έως 100 mm. Στην εικόνα 4.10 απεικονίζεται ένα ηλεκτρικό μηκυσιόμετρο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για την επίδραση των θερμοκρασιακών παραμορφώσεων ισχύουν όσα αναφέρθηκαν και για τα ακουστικά μηκυσιόμετρα.

➤ Μέτρηση μετακινήσεων

Η μέτρηση των σχετικών μετακινήσεων σε μια κατασκευή πραγματοποιείται με την τοποθέτηση μιας συσκευής αποτελούμενη από ένα κύλινδρο με ένα καλώδιο στην άκρη του. Ο κύλινδρος τοποθετείται σε ένα σημείο στην κατασκευή και το καλώδιο σε ένα άλλο σημείο. Η μεταβολή του μήκους που θα δημιουργηθεί από την σχετική μετακίνηση των σημείων καταγράφεται από την συσκευή.

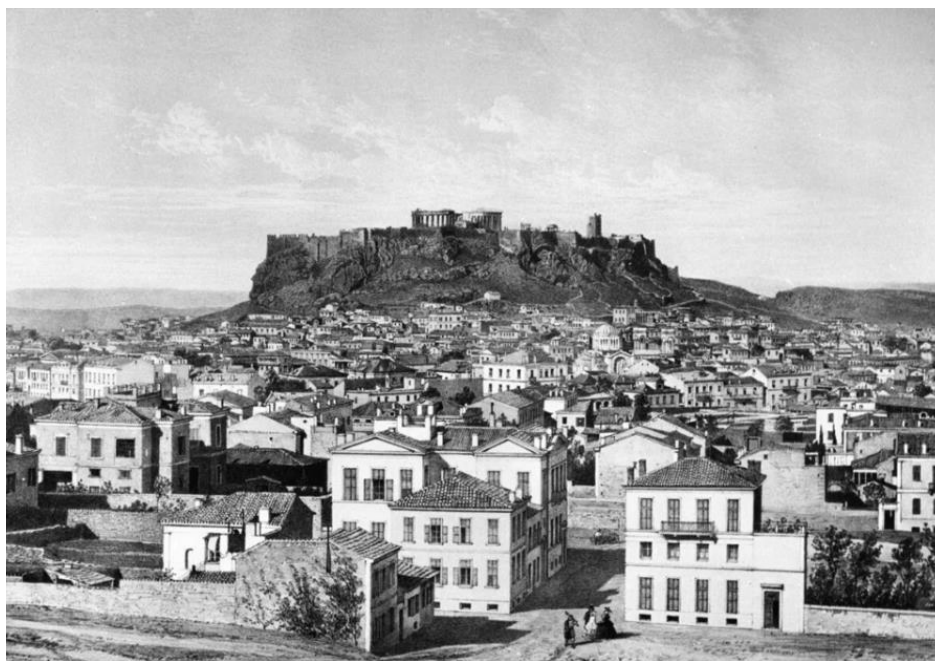
➤ Επιταχυνσιογράφοι

Οι επιταχυνσιογράφοι καταγράφουν τις επιπτώσεις των διάφορων φορτίσεων. Σημειώνουν τις επιταχύνσεις στα σημεία που έχουν τοποθετηθεί. Αποτυπώνουν σεισμικές δράσεις αλλά και άλλες παροδικές φορτίσεις. Για ταλαντώσεις κάτω από 20 Hz έχουν μειωμένη ακρίβεια.

4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

Εισαγωγή

Τα κτήρια που έχουν φέροντα οργανισμό από τοιχοποιία καταλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος της Ελλάδας. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα κτήρια που έχουν χαρακτηριστεί ως «μνημεία» συμφωνά με τον χάρτη της Βενετίας και η άλλη κατηγορία είναι τα διατηρητέα, (κτήρια ιστορικής σημασίας όπως μνημεία και αρχαιολογικοί χώροι). Οι κατηγορίες των κτηρίων αυτών σε ότι αφορά τα υλικά αλλά και τον τρόπο δόμησης παρουσιάζουν σημαντικές ιδιαιτερότητες στην αποκατάστασή τους περιορίζοντας την εφαρμογή των συγχρόνων κανονισμών.



Εικόνα 4.1: Το κέντρο της Αθήνας το 1861

Η εξειδικευμένη γνώση για την συντήρηση και την επισκευή των κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία είναι αναγκαία ώστε να διατηρηθεί η πολιτιστική κληρονομία του κάθε τόπου.

4.1 Κριτήρια επεμβάσεων

Αξίζει να σημειωθούν κάποια από τα βασικά κριτήρια επεμβάσεων που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τα νεοκλασικά κτήρια με φέρουσα τοιχοποιία.

Τα κριτήρια επεμβάσεων είναι τα εξής⁶ :

- Η διάκριση του κτηρίου ως «μνημείο», «διατηρητέο» ή απλή κατασκευή και η εφαρμογή του νομικού πλαισίου και αρχών που ορίζουν το συγκεκριμένο κτήριο. Όταν ένα κτήριο έχει χαρακτηριστεί ως «μνημείο» τα κριτήρια που θέτουν οι χάρτες προστασίας μνημείων είναι πιο αυστηρά. Ένας από αυτούς είναι ο χάρτης της Βενετίας⁷. Μερικά από τα σημαντικότερα αυτά κριτήρια είναι:
 1. Η διαδικασία της αποκατάστασης έχει ως στόχο την διατήρηση των ιστορικών αξιών του μνημείου. Στηρίζεται στον σεβασμό, στο πρωτότυπο ως σύνολο αλλά και στα επιμέρους στοιχεία με τρόπο ώστε να μην αλλοιώνεται η αρχιτεκτονική του μορφή.
 2. Οι εργασίες αποκατάστασης, συντήρησης και ανασκαφής θα πρέπει να στηρίζονται σε μία ολοκληρωμένη τεκμηρίωση. Η τεκμηρίωση θα πρέπει να περιλαμβάνει αναλυτικές τεχνικές εκθέσεις, σχέδια και φωτογραφίες. Θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται όλες οι φάσεις εργασιών και να ανανεώνεται όταν προστίθενται νέα στοιχεία. Η τεκμηρίωση καταχωρείται στα αρχεία ενός δημόσιου ιδρύματος και είναι προσιτή στους ερευνητές.
 3. Κατά την διάρκεια της αποκατάστασης τα νέα υλικά πρέπει να είναι συμβατά με τα ήδη υφιστάμενα.

⁶ Μίλων Α. Δημοσθένους "Μέθοδοι και Υλικά Αποκατάστασης και Ενίσχυσης Διατηρητέων Κτηρίων από Φέρουσα τοιχοποιία" Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2009

⁷ Πολιτιστικό Ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς, "Συντήρηση Αναστήλωση και Αποκατάσταση Μνημείων Στην Ελλάδα 1950-20000"

- Το οικονομικό κόστος των επεμβάσεων
- Η ταχύτητα εκτέλεσης των εργασιών και
- Η επαρκής στήριξη κατά την διάρκεια των εργασιών.

4.2 Αρχές επεμβάσεων

Οι αρχές των επεμβάσεων είναι οι εξής⁸:

- Μείωση του επιπροσθέτου βάρους με την αφαίρεση και την αντικατάσταση των δομικών διακοσμητικών στοιχείων όπως οι εξώστες, τα γείσα και οι καμινάδες
- Σε εργασίες με φέροντα τοίχο πρέπει να γίνει λήψη μέτρων στήριξης των εξωστών
- Αναδιάρθρωση των κουφωμάτων που βρίσκονται κοντά στην ένωση των τοίχων όταν υπάρχουν βλάβες στην σύνδεση τους
- Προσθήκη νέων τοίχων σε κατάλληλες θέσεις με στόχο τη διόρθωση της έντονης εκκεντρότητας μεταξύ κέντρου βάρους και κέντρου στροφής του κτίσματος. Σε περίπτωση ασυμμετρίας σε κάτοψη η δημιουργία αρμού με διακοπή της συνέχειας υφισταμένων και προσθήκη νέων τοίχων στον αρμό είναι συχνά προτιμότερη από την προσπάθεια ενίσχυσης των υφισταμένων στοιχείων
- Κριτήριο για την επιλογή των μεθόδων και τεχνικών επεμβάσεων, εκτός από το οικονομικό κομμάτι, πρέπει να αποτελεί η τεχνική δυνατότητα εφαρμογής τους στις ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες. Για παράδειγμα το επίπεδο εξοπλισμού, η εμπειρία των συνεργείων και της επίβλεψης
- Σε περίπτωση αντίστοιχων βλαβών ή αμφιβολιών ως προς την αντοχή τους είναι απαραίτητη η βελτίωση των συνδέσεων μεταξύ φερόντων στοιχείων, σύνδεση διασταυρούμενων τοίχων και αγκύρωση διαφραγμάτων στα κατακόρυφα στοιχεία
- Βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας μέσω της αύξησης της δυσκαμψίας και της αντοχής των πατωμάτων

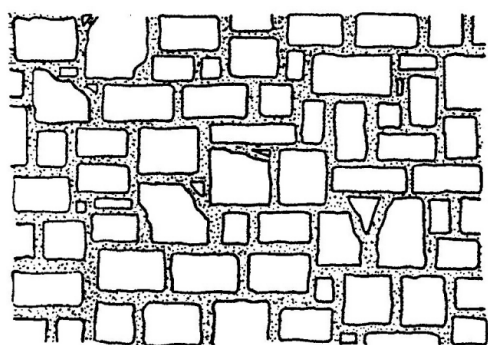
⁸ Μίλων Α. Δημοσθένους "Μέθοδοι και Υλικά Αποκατάστασης και Ενίσχυσης Διατηρητέων Κτηρίων από Φέρουσα τοιχοποιία" Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2009

- Όταν στην κατασκευή δεν είχε προβλεφθεί διάφραγμα στο επίπεδο των πατωμάτων ή της στέγης, η προσθήκη νέου διαφράγματος τις περισσότερες φορές έχει ως συνέπεια τη δραστική μείωση τοπικών ενισχύσεων.

4.3 Τεχνικές Επεμβάσεων

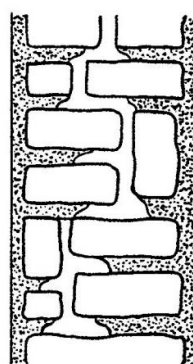
4.3.1 Αρμολόγημα

Η επιφανειακή αντικατάσταση του παλιού κονιάματος στους αρμούς του τοίχου γίνεται με την διαδικασία του αρμολογήματος. Το αρμολόγημα εφαρμόζεται είτε σε παλιές τοιχοποιίες όπου το υπάρχον κονίαμα έχει διαβρωθεί είτε για να αυξήσει την αντοχή του τοίχου. Συνίσταται το κονίαμα που θα χρησιμοποιηθεί να έχει τις ίδιες αναλογίες με το υπάρχον. Το βαθύ αρμολόγημα εξαρτάται από την κατάσταση που βρίσκεται η τοιχοποιία και απαιτεί μεγάλη προσοχή διότι μπορεί να οδηγήσει σε χαλάρωση της συνάφειας των λιθοσωμάτων.



ΠΡΟΣΟΨΗ

Εικόνα 4.2 : Πρόσοψη – αρμολόγημα στην τοιχοποιία.



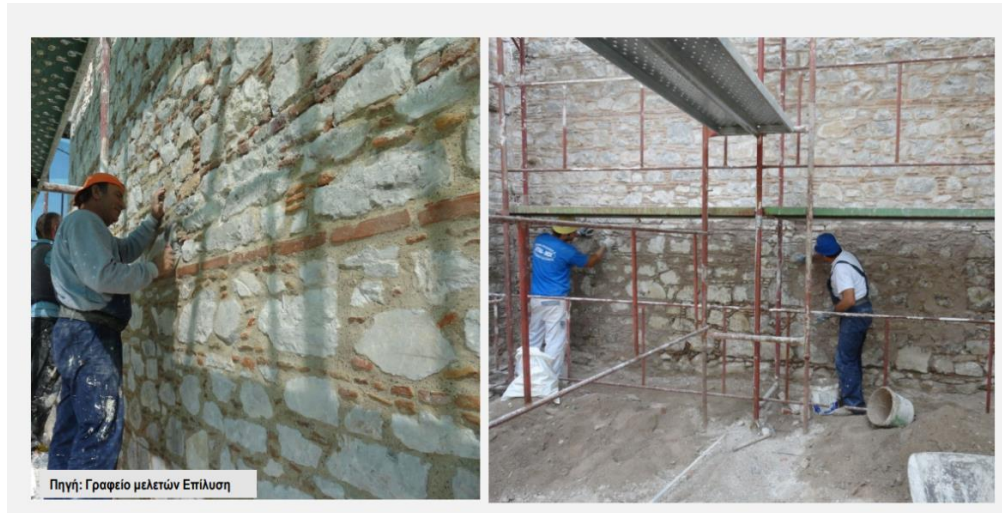
ΤΟΜΗ

Εικόνα 4.3 : Τομή - αρμολόγημα και επίχρισμα στην τοιχοποιία.

Η αφαίρεση του παλιού κονιάματος πραγματοποιείται και στις δύο όψεις του τοίχου. Γίνετε είτε με το χέρι είτε με μηχανικά μέσα, όπως πίεση νερού, αέρα και αμμοβολή⁹. Η επιλογή του μέσου

⁹ Εκτόξευση άμμου με μηχανικά μέσα για τον καλύτερο καθαρισμό αδρών επιφανειών

εξαρτάται από την ποιότητα του κτηρίου και του κονιάματος. Η οικονομικότερη λύση για τη καθαίρεση του κονιάματος είναι η χρήση του νερού υπό πίεση. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις περιπτώσεις, όταν για παράδειγμα υπάρχουν ξύλινα δάπεδα. Η χρήση του αέρα και της αμμοβολής προκαλεί δυσκολίες και ο χειριστής δυσκολεύεται από την σκόνη που δημιουργείται. Γι' αυτό υπάρχουν συσκευές που συνδυάζουν αέρα και νερό υπό πίεση παρέχοντας την επιλογή του καλύτερου μέσου σε κάθε περίπτωση.



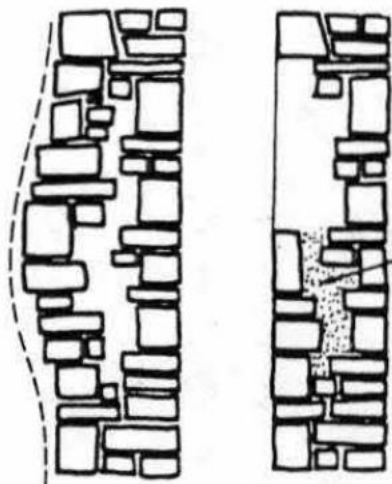
Εικόνα 4.4: Εργασίες αρμολογήματος σε φέρουσα τοιχοποιία κτηρίου(Πηγή: Μιλτιάδου 2016)

Μετά την αρμολόγηση η τοιχοποιία έχει νέα μηχανικά χαρακτηριστικά. Για τον υπολογισμό της νέας αντοχής πρέπει να ληφθεί υπόψη το ποσοστό του καινούριου κονιάματος ως προς το συνολικό όγκο του συνδετικού κονιάματος. Ωστόσο πρέπει να υπολογισθεί η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και το μέτρο ελαστικότητας.

4.3.2 Καθαίρεση και τοπική ανακατασκευή

Η τοπική κύρτωση στις τοιχοποιίες οφείλεται στις μεγάλες θλιπτικές δυνάμεις που δέχεται ο τοίχος σε συνδυασμό με την απώλεια της σύνδεσης των λιθοσωμάτων. Το «καμπούριασμα» μπορεί να εμφανιστεί στην μία ή και στις δύο πλευρές του τοίχου.

Στην περίπτωση της αμφίπλευρης διόγκωσης καθαιρείται και ανακατασκευάζεται το μέρος του τοίχου που έχει υποστεί βλάβη. Εάν η μία πλευρά που έχει μείνει κατακόρυφη είναι στερεή τότε καθαιρείται και ανακατασκευάζεται μόνο η πλευρά που έχει υποστεί βλάβη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι λείπουν διάτονες¹⁰ ή μπατικοί λίθοι¹¹ ώστε να συνδεθούν οι κατακόρυφες στρώσεις.



Εικόνα 4.5 Μονόπλευρη κύρτωση. Ξανά κτίσιμο και γέμισμα με τσιμεντοκονίαμα (Πηγή: :Βιτζηλαίου 2004)

4.3.3 Βλάβες στις γωνίες των τοίχων

Οι βλάβες είναι συνηθισμένες στα άνω τμήματα των γωνιών των κτηρίων λόγω των σεισμών, κυρίως σε κτήρια που δεν έχουν πλάκες σκυροδέματος και σενάζ¹². Η αιτία είναι η κακή συνοχή των λιθοσωμάτων στις γωνίες των κτηρίων με αποτέλεσμα οι σεισμικές δονήσεις να προκαλούν την αποκόλληση του τοίχου. Οι επισκευές για την κατάρρευση των γωνιών στο άνω

¹⁰ Η σύνδεση των δύο πλευρών του κάθε τοίχου πραγματοποιείται με διάτονες λίθους.

¹¹ Στην μπατικοί τοιχοποιία ο τοίχος είναι όσο το μήκος του τούβλου ή του λίθου. Η τοποθέτηση γίνεται με δύο στρώσεις εναλλάξ. Στην πρώτη τοποθετούνται δύο δρομικά το ένα δίπλα στο άλλο με αρμό ενδιάμεσα. Στην δεύτερη η τοποθέτηση γίνεται ώστε το μήκος του να είναι κάθετα στο μήκος του τοίχου.

¹² Ξύλινες ή μεταλλικές ενισχύσεις που εντασσόντουσαν στο πάχος των τοίχων. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλιζόταν η διαφραγματική λειτουργία των κατακόρυφων στοιχείων σε περίπτωση σεισμού. Η τοποθέτηση γινόταν στο ύψος του πρεκτιού, σαν στρωτήρας ή στην στέψη της στέγης. Ο ρόλος τους ήταν να ενισχύσουν τον φέροντα οργανισμό.

τμήμα της τοιχοποιία, είναι η αρχική υποστύλωση της στέγης, η αφαίρεση των σαθρών τμημάτων και το κτίσιμο του τοίχου με προσοχή στην συνάφεια των λίθων.

Εάν είναι απαραίτητο να ενισχυθεί η γωνία, θα πρέπει να τοποθετηθεί στο άνω μέρος οριζόντιο διάζωμα και στο κάτω τμήμα γίνεται σκυροδέτηση του υποστυλώματος. Για την καλύτερη συνεργασία του σκυροδέματος με την τοιχοποιία, η γωνιά οπλίζεται με 4Φ/16, 6Φ/20 συνδετήρες αλλά και τζινέτια¹³. Με την τεχνική αυτή ανακτάται και βελτιώνεται η αντοχή της τοιχοποιίας στην περιοχή αυτή.

4.3.4 Ενέσεις σε ρωγμές

Οι τοιχοποιίες οι οποίες εμφανίζουν ρωγμές μικρού μήκους σε αραιή διάταξη, επισκευάζονται με δύο διαφορετικούς τρόπους ανάλογα την τοιχοποιία.

Στις πλινθοδομές και στις λιθοδομές με μικρό πάχος, πρώτα καθαιρείται το επιχρίσμα στα σημεία όπου χρειάζονται, έπειτα γίνεται διεύρυνση της ρωγμής με τοπικό σπάσιμο των λίθων ή των τούβλων. Το επόμενο βήμα είναι να τριφτεί η ρωγμή ώστε να απομακρυνθούν τα κατεστραμμένα υλικά. Έπειτα γίνεται καθαρισμός με πίεση νερού και εισάγεται μέσα στην ρωγμή το τσιμεντοκονίαμα. Τέλος, διεξάγεται αρμολόγημα και τοποθέτηση επιχρίσματος.

Στις λιθοδομές με μεγάλο πάχος ο ελαφρύς οπλισμός δεν είναι αποτελεσματικός, γι' αυτό ενδείκνυται η τεχνική των ενέσεων. Οι εργασίες που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την εφαρμογή των ενεμάτων, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, είναι η αφαίρεση του επιχρίσματος και η διερεύνηση των ρωγμών. Στην συνέχεια ανοίγονται οπές πάνω στην ρωγμή και τοποθετούνται ελαστικοί σωλήνες. Είναι αναγκαίο να υπάρχουν δύο οπές τουλάχιστον σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η εισαγωγή αρχίζει από την χαμηλότερη στάθμη μέχρι το υλικό να υπερχειλίσει από την οπή που βρίσκεται πιο ψηλά. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται στην αμέσως επόμενη οπή. Μόλις ολοκληρωθεί η εργασία αυτή απαραίτητος είναι ο καθαρισμός του ενέματος πριν στεγνώσει και αλλοιωθεί η όψη. Τα μειονεκτήματα της τεχνικής είναι ότι χρειάζεται λεπτομερής εργασία, ειδικό

¹³ Τα τζινέτια είναι χαλύβδινες ταινίες που έχουν λυγίσει ώστε να έχουν σχήμα Γ. Η εύκολη τοποθέτηση τους σε ξύλα πραγματοποιείται επειδή στις άκρες τους έχουν αιχμές.

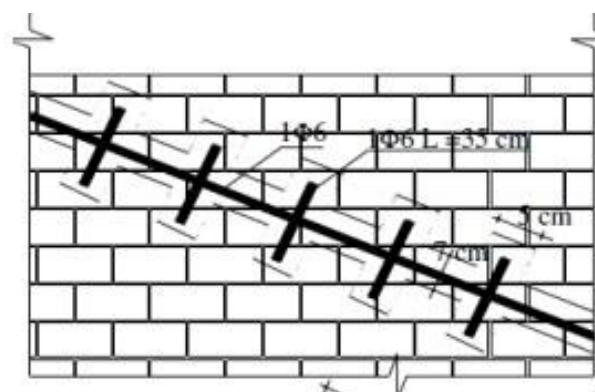
εξοπλισμό και απαιτεί μεγάλο κόστος. Ωστόσο, επαναφέρει την αντοχή της τοιχοποιίας στην αρχική της κατάσταση.

4.3.5 Συρραφή μεγάλων ρωγμών

Στις περιπτώσεις που παρατηρείται ισχυρή και πυκνή ρηγμάτωση, οι προηγούμενες τεχνικές επισκευής δεν συνιστούνται. Ανάλογα με το είδος της ρωγμής ακολουθούνται οι παρακάτω εργασίες για την επισκευή τους. Για την συρραφή κατακόρυφων ρωγμών:

- Τα ραγισμένα λιθосώματα αναπληρώνονται είτε με τσιμεντοκονίαμα, είτε με νέα λιθосώματα. Τοποθετούνται τζινέτια ή μεταλλικές λάμες για την ορθότερη σύνδεση του τσιμεντοκονιάματος με την υπάρχουσα κατάσταση
- Τα λιθосώματα σε όλο το μήκος της τομής καθαίρονται. Με την χρήση επιμηκών λίθων ξαναδημιουργείται ο τοίχος. Για να αποφευχθεί στο μέλλον η επανεμφάνιση των κατακόρυφων ρωγμών και οι αποκολλήσεις των τοίχων πρέπει να δημιουργηθεί τραχεία επιφάνεια
- Μετά την αφαίρεση των λιθосωμάτων γίνεται η συμπλήρωση του κενού με σκυρόδεμα οπλισμού 2Φ14 και με αγκράφες Φ6/50.

Στην συρραφή λοξών ρωγμών δεν μπορούν ευκολά να πραγματοποιηθούν οι παραπάνω ενέργειες. Αφαιρούνται λιθосώματα κατά μήκος του τοίχου, δημιουργώντας κενά είτε κατακόρυφα είτε οριζόντια για να γεμιστούν με σκυρόδεμα οπλισμού 2Φ14 και Φ6/50. Με την τεχνική της συρραφής στις ρωγμές αυξάνεται η αντοχή της τοιχοποιίας, ωστόσο υπάρχει πάντα ο κίνδυνος της παραμόρφωσης των όψεων των κτηρίων.



Εικόνα 4.6 Συρραφή λοξής ρωγμής.

4.3.6 Συρραφή αποκολλημένων τοίχων

Λόγω των σεισμικών δράσεων παρατηρούνται αρκετές βλάβες στις γωνίες των κτηρίων. Στα κτήρια στα οποία δεν έχουν σενάζ στην ανώτερη στάθμη των τοίχων τους. Σε περίπτωση κατάρρευσης της γωνίας οι τεχνικές επισκευής είναι οι παρακάτω:

- Υποστύλωση της στέγης
- Καθαίρεση των χαλαρών τμημάτων της τοιχοποιίας και
- Προετοιμασία της επιφάνειας και προσεχτικό ξανακτίσιμο της γωνίας.

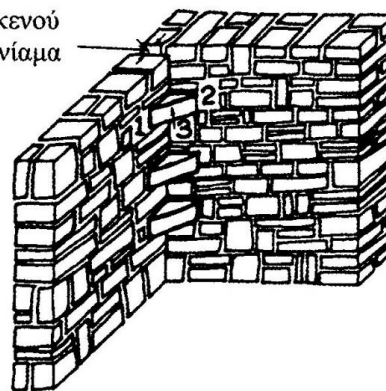
Για την ενίσχυση της, κατασκευάζεται οριζόντιο διάζωμα μέχρι 20 εκατοστά, οπλισμένο με 4φ16και συνδετήρες φ6/40. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή όταν η αποκόλληση οφείλεται στην καθίζηση του εδάφους. Η απλή επισκευή της γωνίας είναι αναποτελεσματική καθώς το αίτιο εξακολουθεί να υφίστανται.

Εάν στην αποκόλληση μεταξύ των δύο τοίχων, στις γωνίες του κτηρίου, παρουσιαστεί εκτεταμένη βλάβη θα πρέπει να ξανά κτιστούν με τις τεχνικές που αναφέρθηκαν ήδη. Όταν όμως οι τοίχοι είναι σε καλή κατάσταση πραγματοποιούνται οι παρακάτω ενέργειες:

➤ Λιθοσυρραφή και από τις δυο πλευρές του τοίχου.

- Αφαίρεση κάποιων αναγκαίων λιθοσωμάτων από τους τοίχους και συμπλήρωση νέων. Η διαδικασία συνεχίζεται ανά 60 με 70 cm,
- Γέμισμα των κενών με τσιμεντοκονίαμα και
- Κάλυψη με εξάγωνο πλέγμα και επίχρισμα με τσιμεντοκονία

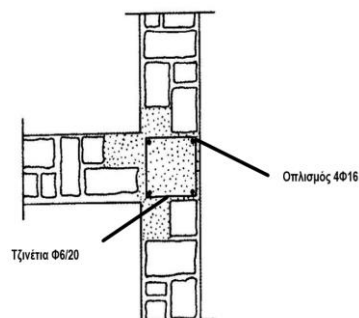
Συμπλήρωση κενού με τσιμεντοκονίαμα



Εικόνα 4.7: Συρραφή στην γωνία του τοίχου

- Καθαίρεση και γέμισμα υποστυλώματος με οπλισμό 4Φ16

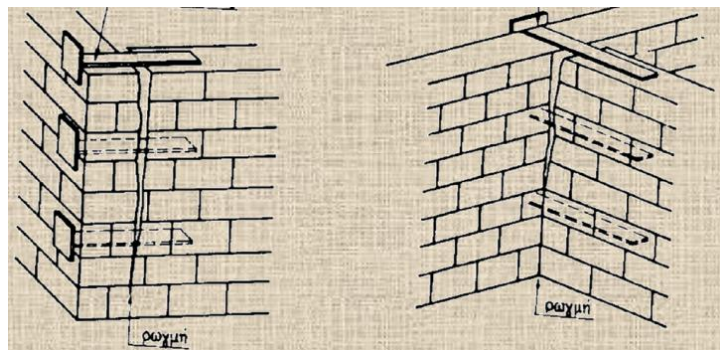
Αφού καθαιρεθεί η υπάρχουσα τοιχοποιία σε όλο το ύψος της γωνίας, χυτεύεται υποστύλωμα με οπλισμό 4Φ16 και τζινέτια Φ6/20 cm.



Εικόνα 4.8 Αποκατάσταση γωνίας με χύτευση του υποστυλώματος.

- Μεταλλικές λάμες

Η συρραφή των τοίχων από οπτοπλινθοδομή ή λαξευμένη λιθοδομή μπορεί να γίνει και με μεταλλικές λάμες. Η τοποθέτηση των μεταλλικών λαμών στους αρμούς των τοίχων γίνεται είτε στις γωνίες είτε στις ενώσεις τους. Η ρωγή γεμίζει με ένεμα και εξωτερικά τοποθετείται κοτετσόσυρμα¹⁴ και επίχρισμα με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα.



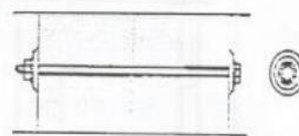
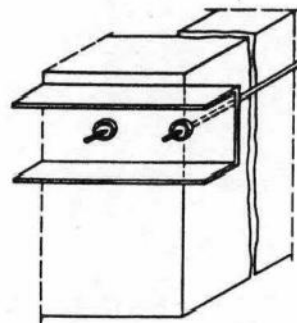
Εικόνα 4.9 Συρραφή της τοιχοποιίας με μεταλλικό έλασμα.

¹⁴ Πλέγμα Γαλβάνιζε με διχτυωτά συρματοπλέγματα εξάγωνης οπής.

➤ Ελκυστήρες

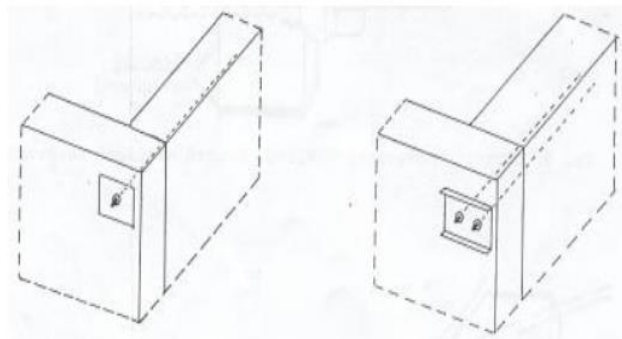
Οι ελκυστήρες είναι από τους πιο σημαντικούς και πιο γνωστούς τρόπους επισκευής και ενίσχυσης των κατασκευών. Είναι κατασκευασμένοι συνήθως από δομικό χάλυβα και χρησιμοποιούνται για την προσωρινή επισκευή ή την ενίσχυση των φερόντων στοιχείων. Η προσθήκη ελκυστήρων είναι δημοφιλής τρόπος σύνδεσης αποκολλημένων τοίχων σε κτήρια που έχουν υποστεί σοβαρές βλάβες. Πέραν της εύκολης τοποθέτησης τους, παρουσιάζουν την δυνατότητα εύκολης αφαίρεσης μέχρι την εφαρμογή μόνιμων μέτρων. Τα οποία θα προκύψουν από πιθανή μεταγενέστερή μελέτη. Συνήθως τοποθετούνται οριζόντιοι κάτω από την έδραση της στέγης ή και των δαπέδων. Σπάνια τοποθετούνται κατακόρυφοι στις γωνίες των κτηρίων. Το πάχος της τοιχοποιίας πρέπει να ξεπερνάει τα 45 cm για την εφαρμογή τους. Για την τοποθέτησή τους ανοίγονται οπές στον τοίχο σε αντίθετες θέσεις και στο ίδιο ύψος, με τρυπάνι. Η μια πλευρά των ελκυστήρων ακυρώνεται μονιμά στην τοιχοποιία. Μετά την εισχώρηση γίνεται γέμισμα των κενών με τσιμεντένεμα.

Εικόνα 4.10 ελκυστηρες για την σύνδεση των τοιχων.



Εικόνα 4.11 : Λεπτομέρεια ελκυστήρα, μέσα στην τοιχοποιία.

Εάν στους ελκυστήρες εφαρμοστούν εκ των προτέρων προένταση τότε τα στοιχεία αυτά ονομάζονται τένοντες. Οι τένοντες κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα προένταση καθώς ο δομικός χάλυβας δεν επαρκεί και αποτελούν αξιόλογο τρόπο ενίσχυσης.



Εικόνα 4.12: Τοποθέτηση έναν ή δύο τενόντων ανάλογα το πάχος του τοίχου.

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Ο αριθμός των τενόντων που μπορούν να ενσωματωθούν σε μία τοιχοποιία στο ίδιο ύψος εξαρτάται από το πάχος του τοίχου. Για μικρού πάχους τοιχοποιία τοποθετείται ένας τένοντας και για μεγάλες δύο η και περισσότεροι. Πρέπει να τονιστεί ότι οι τένοντες χρησιμοποιούνται μόνο σε σοβαρές βλάβες της τοιχοποιίας.

Οι ελκυστήρες εισάγονται στις γωνίες του κτηρίου, για την καλύτερη σύνδεση των τοίχων (εικόνα 4.13). Για να έχουν την μέγιστη αποτελεσματικότητά θα πρέπει να ελέγχονται τακτικά ώστε να μην υπάρχει χαλάρωση που τους καθιστά ανίσχυρους Έπειτα από πειράματα αλλά και πραγματικούς σεισμούς έχει αποδειχθεί ότι σε κτήρια από λιθοδομή είναι αποτελεσματική η χρήση των χαλύβδινων ελκυστήρων από 16 έως 28mm, ανάλογα το πάχος της κατασκευής.



Εικόνα 4.13: Τοποθέτηση ελκυστήρα.

Τα πλεονεκτήματα είναι:

- Η γρήγορη βελτίωση της συμπεριφοράς της τοιχοποιίας σε οριζόντιες μετακινήσεις λόγω της σεισμικής φόρτισης
- Η χρήση τους ως μέσο ενίσχυσης σε κατασκευές μνημειακού χαρακτήρα. Η εφαρμογή τους δεν προκαλεί μεγάλες επεμβάσεις στις ορατές επιφάνειες των μνημείων
- Η μέθοδος αυτή είναι εύκολα αναστρέψιμη
- Το μικρό κατασκευαστικό κόστος.



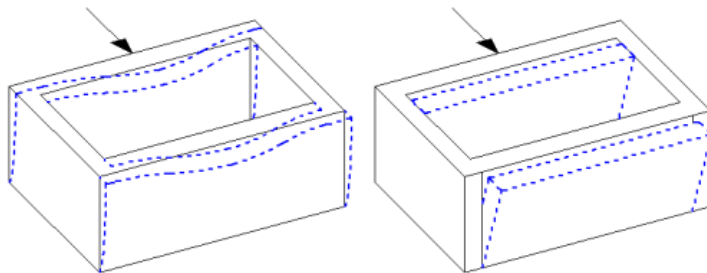
Εικόνα 4.14: Τοποθέτηση ελκυστήρα.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Οι τένοντες υπόκεινται σε χαλάρωση με την πάροδο του χρόνου και επιβάλλεται συστηματικός έλεγχος
- Η χρήση τους ως συμπληρωματική μέθοδος επέμβασης
- Η πάροδος του χρόνου προκαλεί διάβρωση στους χάλυβες
- Η έλλειψη εμπειρίας των μηχανικών καθιστούν περιορισμένη την χρήση τους.

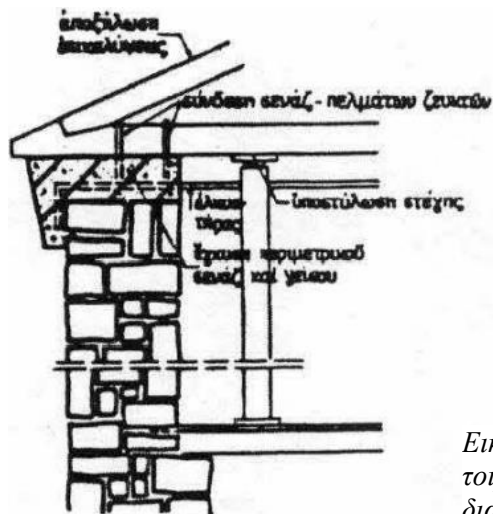
4.3.7 Συρραφή αποκολλημένων τοίχων

Τα διαζώματα συνήθως είναι κατασκευασμένα από ξύλο, από οπλισμένη τοιχοποιία ή από οπλισμένο σκυρόδεμα. Με την εφαρμογή τους, αφενός αυξάνεται η καμπτική λειτουργία της κατασκευής και αφετέρου βελτιώνεται η παραμορφωσιμότητα της.



Εικόνα 4.15 : Στις παραπάνω φωτογραφίες απεικονίζονται οι παραμορφώσεις των τοίχων σε έναν σεισμό. Στην πρώτη φωτογραφία υπάρχει πλάκα σκυροδέματος σε αντίθεση με την δεύτερη.

Τα διαζώματα εφαρμόζονται είτε στην στέγη του είτε σε ενδιάμεση θέση στον τοίχο.



Εικόνα 4.16: Σύνδεση της τοιχοποιίας με την στέγη με τα διαζώματα.

Ο ρόλος του είναι πολύ σημαντικός διότι επιδιορθώνει βλάβες και ενισχύει συνολικά την κατασκευή. Το διάζωμα συγκρατεί τους τοίχους μεταξύ τους και δεν τους επιτρέπει να παραμορφωθούν.

4.3.8 Επίσκευή κτηρίων με οροφोगραφίες¹⁵

Οι οροφोगραφίες και οι τοιχογραφίες των νεοκλασικών κτηρίων αποτελούν άρρηκτο κομμάτι της νεοκλασικής αρχιτεκτονικής. Για την συντήρηση των οροφोगραφιών ενός νεοκλασικού διατηρητέου κτιρίου η διαδικασία περιλαμβάνει τις εξής ενέργειες :

- Ερευνά των υλικών και της μεθόδου που έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των οροφोगραφιών και τοιχογραφιών,
- Περιγραφή των αιτιών που έχουν δημιουργήσει τις βλάβες,
- Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου και υλικών συντήρησης.
- Επίτευξη της βέλτιστης αισθητικής παρουσίας των οροφोगραφιών και των τοιχογραφιών.



Εικόνα 4.17: Οροφोगραφία σε νεοκλασικό κτήριο στον Πειραιά.

¹⁵<https://www.archaiologia.gr/blog>

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Οι οροφωγραφίες θα φωτογραφηθούν με πολύ καλή ανάλυση ώστε να μπορεί να μελετηθεί η υπάρχουσα κατάσταση τους. Θα μελετηθούν ξεχωριστά οι χώροι ως προς τις πιθανές βλάβες που μπορεί να έχουν αναπτύξει (για παράδειγμα ρωγμές, υγρασία, επικαλύψεις από ασβεστόχρωμα κλπ.). Γίνεται έλεγχος στο μπαγδαντί¹⁶ για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται.



Εικόνα 4.18: Οροφωγραφία.

Έπειτα θα ελεγχθεί και το υπόστρωμα ώστε να κατανοηθεί η υπάρχουσα κατάστασή του. Η μέθοδος που θα πραγματοποιηθεί εξαρτάται από τα αρχικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή τους.

Τα αίτια που προκαλούν βλάβες στις οροφωγραφίες-τοιχογραφίες είναι:

- Οι ρωγμές που οφείλονται από φυσικά αίτια όπως σεισμούς και φωτιές όπου το υπόστρωμα έχει υποστεί βλάβες
- Υγρασία
- Δράση των αλάτων, συσσώρευση αλάτων στο υπόστρωμα και
- Βιολογικοί παράγοντες

Πριν αρχίσουν οι εργασίες για την συντήρηση είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για την αποτροπή εισχώρησης υγρασίας στην τοιχοδομή του κτηρίου και να γίνουν αρμολογήματα για να σφραγιστούν οι υπάρχουσες ρωγμές..

¹⁶Σχηματίζεται από ξύλινο σκελετό με κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία . Μικρότερα ξύλα -κλαδιά δέντρων, παχάκια, λεπτές σανίδες ή καλάμια μικρής διατομής καρφώνονται οριζόντια πάνω στους ορθοστάτες του σκελετού αφήνοντας κενό όχι μεγαλύτερο από 2εκ. Το κενό αυτό στην συνέχεια καλύπτεται από μικρούς λίθους, κεραμικά στοιχεία κ.α. όπως συμβαίνει και στους ξυλόπηκτους τοίχους και τέλος, ο τοίχος επιχρίεται. Το κενό αυτό, έπειτα, ενισχύει την πρόσφυση του επιχρίσματος

Τα στάδια περιλαμβάνουν¹⁷ :

- Καθαρισμός της ζωγραφικής επιφάνειάς με πινέλο υψηλής ποιότητας, ώστε να μην βγαίνουν οι τρίχες από το πινέλο και κολλάνε πάνω στην επιφάνεια
- Στερέωση της τοιχογραφίας. Τα τμήματα της επιφάνειας στα οποία εντοπίζονται ρωγμές και προβλήματα αποκόλλησης συγκρατούνται. Αντιμετωπίζονται τα προβλήματα της αντοχής του κονιάματος και αποκαθίσταται η πρόσφυση τους
- Το βασικό κριτήριο είναι η ενίσχυση της τοιχογραφίας με τρόπο που δεν θα αλλοιώνει το έργο. Αν δεν εισαχθεί σωστή ποσότητα στερεωτικού υπάρχει κίνδυνος φθοράς και υπερχειλίσης των αρμολογημάτων που έχουν γίνει. Όταν εισάγονται μεγάλες ποσότητες πρέπει να γίνονται με βοήθεια σωλήνων για την καλύτερη απορρόφηση του (εικόνα 4.20).



Εικόνα 4.19: Εισαγωγή στερεωτικού στο εσωτερικό τα τοιχοποιίας.

Σε σπάνιες περιπτώσεις όπου έχει αφαιρεθεί η τοιχογραφία, ακολουθούμε μία από τις παρακάτω μεθόδους: α) αφαίρεση μόνο της ζωγραφικής αφάνειας, β) αφαίρεση του κονιάματος και της ζωγραφικής επιφάνειάς ή γ) αφαίρεση του κονιάματος, της ζωγραφικής επιφάνειας και της τοιχοδομής. Το νέο υπόστρωμα που θα τοποθετηθεί η τοιχογραφία πρέπει να ακολουθεί αισθητικά και φυσικοχημικά/μηχανικά κριτήρια.

¹⁷ <https://www.archaiologia.gr/blog>

5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

5.1 Κατασκευή μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος

Οι μανδύες χρησιμοποιούνται σε κτήρια με προχωρημένες βλάβες, κυρίως μετά από σεισμό. Πιθανόν να προκαλέσουν σημαντικές αλλαγές στην αρχιτεκτονική όψη των κτηρίων. Η κατασκευή του αμφίπλευρου μανδύα παρόλο που είναι σε αρκετές περιπτώσεις αποτελεσματική δεν ενδείκνυται πάντα. Απαγορεύεται να γίνει η ενίσχυση με αμφίπλευρο μανδύα όταν ένα κτήριο έχει ιδιαιτερότητες και απαιτεί μεγάλο κόστος η ανακατασκευή του. Επιπλέον δεν μπορεί να γίνει όταν έχει καταγραφεί ως διατηρητέο. Επιπλέον συστήνεται να μην χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή όταν στους εσωτερικούς τοίχους υπάρχουν τοιχογραφίες, οπού το κόστος μεταφοράς, επανατοποθέτησης και ο κίνδυνος αλλοίωσης είναι μεγάλος.

Οι μανδύες χωρίζονται σε τρεις τύπους:

- Ελαφρά οπλισμένος μανδύας . Είναι η πιο απλή μορφή μανδύα. Κατασκευάζεται με διαδοχικές επιχρίσεις τσιμεντοκονιάματος. Έχει συνολικό πάχος 3-5 cm και οπλίζεται με ελαφρό πλέγμα
- Μονόπλευρος μανδύας. Κατασκευάζονται με εκτόξευση σε αλληπάλληλες στρώσεις ή με επιτόπου έγχυτο σκυρόδεμα. Τοποθετείται ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25 και απαιτείται ελάχιστο πάχος μανδύα 10cm,
- Αμφίπλευρος μανδύας .Κατασκευάζονται με χρήση εκτοξευόμενου τσιμεντοκονιάματος ανά στρώσεις. Τοποθετείται ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25 και απαιτείται ελάχιστο πάχος μανδύα 5cm.

Οι αμφίπλευροι μανδύες θωρούνται ιδιαίτερα αποτελεσματικοί λόγω της συμμετρίας που έχουν οι διατομές τους. Ωστόσο, σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρούνται περιορισμοί και δυσκολίες. Η αδυναμία εκτέλεσης εργασιών στους εσωτερικούς χώρους και η διατήρηση των εξωτερικών όψεων της τοιχοποιίας για λόγους αρχιτεκτονικούς η αισθητικούς, είναι κάποιες από τις δυσκολίες. Γι' αυτό επιλέγονται οι μονόπλευροι μανδύες. Ωστόσο δεν έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα με τους αμφίπλευρους μανδύες, αφού λειτουργούν μόνο στην περίπτωση που εφελκύεται η παρειά που είναι κατασκευασμένη. Επιλέγονται σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει πρόσβαση για να γίνουν ξυλοτύποι. Επίσης, οι μονόπλευροι μανδύες δεν αλλοιώνουν

την μορφολογία του κτιρίου. Αυτό, αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο ενίσχυσης αφού αυξάνει σημαντικά τη θλιπτική, εφελκυστική και διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας.

Ελαφρά οπλισμένος μανδύας¹⁸

Το πλεονέκτημα του είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτοξευμένο¹⁹ σκυρόδεμα που ανέρχεται σε μικρότερο κόστος από το έγχυτο²⁰. Επιπλέον, κατασκευάζονται με πάχος μέχρι 5 cm καθιστώντας το εφικτό να πραγματοποιηθούν χωρίς να γίνουν αλλαγές στην εμφάνιση του κτηρίου. Το παλιό κονίαμα καθαιρείται και γίνεται σκλήρυνση στην επιφάνειά της τοιχοποιίας πριν αρχίσει η κατασκευή των μανδύων. Ο οπλισμός γίνεται με ελαφρό πλέγμα με αλληπάλληλές στρώσεις τσιμεντοκονιάματος.

Μονόπλευρος μανδύας²¹

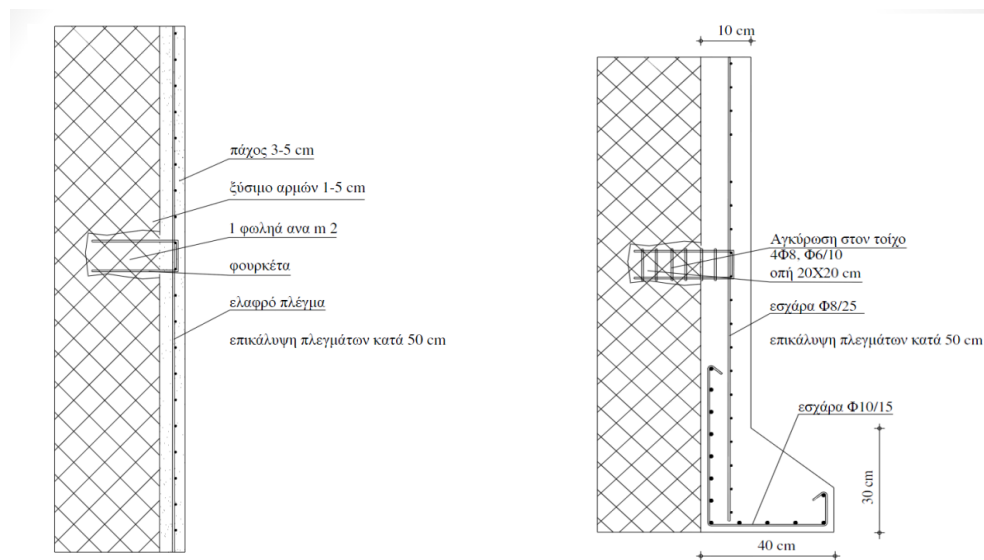
Ο οπλισμός του μονόπλευρου εκτοξευμένου μανδύα είναι Φ8/25 και το πάχος του δεν ξεπερνάει τα 10 cm. Ενώ εάν το σκυρόδεμα είναι χυτό το ελάχιστο είναι τα 10 cm.

¹⁸ Γιαννάκας Νικόλαος ``Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών``

¹⁹ Έγχυτο Σκυρόδεμα χρησιμοποιείται για επισκευές σε επιφάνειες, όπως στο πάνω πέλμα των πλακών ή δοκών ή μέσα σε τύπους για να αποτελέσει μανδύα υποστρωμάτων. Τα κυρία πλεονεκτήματά του είναι ότι εμποδίζει την εμφάνιση των ρωγμών και παρέχει αυξημένη αντοχή στην επιφάνεια του.

²⁰ Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμά χρησιμοποιείται για ενίσχυση ή επισκευή δομικών στοιχείων από σκυρόδεμά ή τοιχοποιία. Λόγω μη χρησιμοποίησης ξυλότοιχου εφαρμόζεται σε επιφάνειες οιασδήποτε κλίσης, ακόμη και σε οροφές. Συνήθως το επιπρόσθετο πάχος είναι της τάξης των 7cm. Απαιτείται ειδικό εξοπλισμό και εκπαιδευμένα συνεργεία για την αξιόπιστη εφαρμογή του.

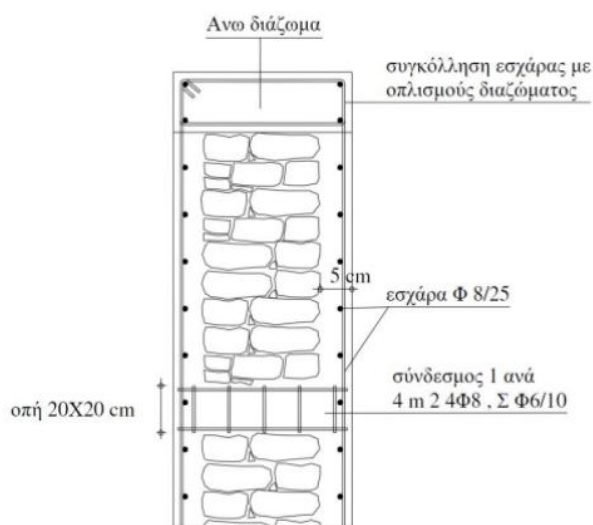
²¹ Γιαννάκας Νικόλαος ``Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών``



Αμφίπλευρος μανδύας²²

Εικόνα 5.1: Ελαφρά οπλισμένος μανδύας και μονόπλευρος μανδύας σε ανοδομή

Ο οπλισμός του αμφίπλευρου εκτοξευμένου μανδύα είναι $\Phi 8/25$ και το πάχος του είναι μέχρι 8 cm σε κάθε πλευρά. Ενώ εάν το σκυρόδεμα είναι χυτό το ελάχιστο είναι τα 10 cm.



Εικόνα 5.2: Αμφίπλευρος μανδύας σε ανοδομή

²² Γιαννάκας Νικόλαος'' Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών ''

Τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι η σημαντική αύξηση των σεισμικών φορτίων της κατασκευής, οι εκτεταμένες εργασίες υψηλού κόστους, η αλλοίωση των όψεων του κτιρίου και η συγκέντρωση υγρασίας πίσω από την τοιχοποιία.

Για την εφαρμογή των μανδύων τα στάδια που απαιτούνται για την υλοποίησή τους είναι τα εξής:

- Καθαίρεση όλων των επιχρισμάτων
- Αφαίρεση του υπάρχον κονιάματος σε όσο μεγαλύτερο βάθος και άνοιγμα φωλιών για αγκύρωση του μανδύα
- Διαμόρφωση αυλακιών ή οπών για σύνδεση του μανδύα με άλλα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος
- Πλύσιμο με νερό υπό πίεση
- Τοποθέτηση οπλισμού και αγκύρωση του μέσα στην τοιχοποιία,
- Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος ανά στρώσεις
- Διαμόρφωση τελικής όψης μανδύα

Για να είναι αποδοτική η ενίσχυση με την μέθοδο του εκτοξευμένου σκυροδέματος θα πρέπει συνολικά ο μανδύας να μην ξεπερνάει το 10 εκατοστά, οι αποστάσεις μεταξύ των συνδετήρων και οι αγκυρώσεις των μεταλλικών ράβδων να ακολουθούν τους κανόνες του κανονισμού. Επίσης, μεγάλο ρόλο έχει η σωστή και συχνή συντήρηση των μανδύων.

Για την ενίσχυση των τοιχιών με μανδύα από έγχυτο σκυρόδεμα, πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση ξυλοτύπου είναι αναγκαία ώστε να γίνει η σκυροδέτηση του μανδύα και το πάχος του να μην είναι μεγαλύτερο από 8 εκατοστά.

5.2 Οριζόντιο Διάφραγμα

Η παρουσία των δύσκαμπτων δαπέδων διασφαλίζει την κατανομή των οριζοντίων δυνάμεων, μειώνει το ύψος των τοίχων αυξάνοντας την καμπτική και την διατμητική λειτουργία τους. Τα δάπεδα από οπλισμένο σκυρόδεμα εξασφαλίζουν την καλύτερη διαφραγματική λειτουργία. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι νέες πλάκες πρέπει να στηρίζονται και σε ένα μέρος της εξωτερικής στρώσης της τοιχοποιίας και όχι μόνο στην εσωτερική πλευρά. Σε περίπτωση σεισμού η εξωτερική στρώση συγκρούεται από την πλάκα. Οι βλάβες που θα προκληθούν μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την κατάρρευση του τοίχου. Χωρίς την διαφραγματική λειτουργία η κατασκευή μπορεί να παραμορφωθεί οποιαδήποτε στιγμή, παραδείγματος χάρη σε έναν σεισμό.

Ανάλογα την κατάσταση που βρίσκεται η τοιχοποιία του κτηρίου, η διαφραγματική λειτουργία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ορισμένο βαθμό με τους παρακάτω τρόπους :

- Κατασκευή οριζόντιου μεταλλικού ή ξύλινου δικτυώματος κάτω από την στάθμη των δαπέδων ή της στέγης.²³



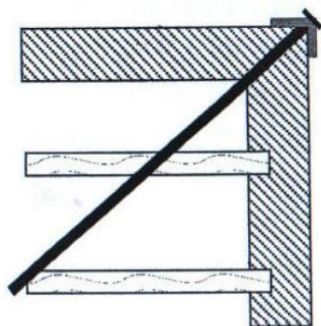
Εικόνα 5.3: Οριζόντιο διάφραγμα κάτω από ξύλινη στέγη.

²³Μηλιάδου, ομιλία με θέμα «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία»

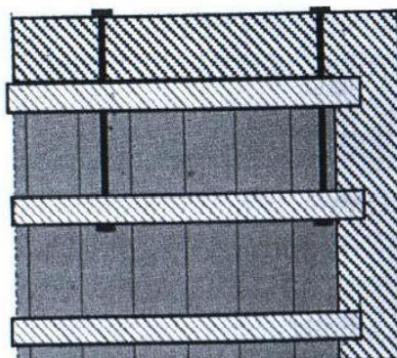
- Για να επιτευχθεί η διαφραγματική λειτουργία, στο υφιστάμενο δάπεδο γίνεται χρήση ελκυστήρων, με αγκύρωση στην φέρουσα τοιχοποιία του κτηρίου όπως φαίνεται στην εικόνα 5.4.



Παράλληλα χρησιμοποιούνται και μεταλλικοί ράβδοι διαγώνιοι για μεγαλύτερη δυσκαμψία του ξύλινου πατώματος. Αν οι αποστάσεις των τοίχων δεν είναι πολύ μεγάλες τοποθετούνται διαγώνιοι ελκυστήρες που ακυρώνονται στην εξωτερική επιφάνεια των τοίχων (εικόνες 5.5-5.6). Όταν το δάπεδο σχηματίζεται από τούβλα που εδράζονται σιδηροδοκούς διατομής διπλού ταυ, τότε η διαφραγματική λειτουργία εξασφαλίζεται με την αγκύρωση τους παράλληλα στους δοκούς.



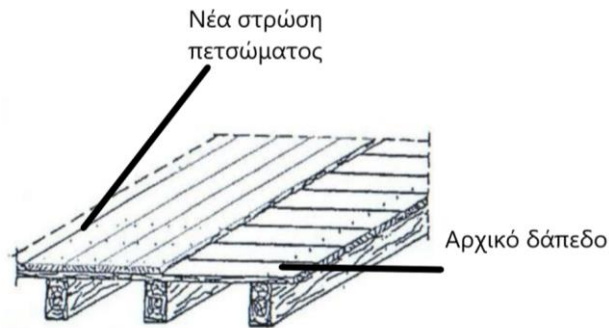
Εικόνα 5.5: Διαγώνιοι μεταλλικοί σύνδεσμοι



Εικόνα 5.6: Χρήση ελκυστήρων για την καλύτερη διαφραγματική λειτουργία του δαπέδου.

- Κατασκευή ελαφράς πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος πάνω από το υφιστάμενο ξύλινο δάπεδο, όποτε αυτό χρησιμεύει και ως ξυλότυπος.

- Η τοποθέτηση δευτέρου πετσώματος²⁴ στο ξύλινο πάτωμα τοποθετημένο κάθετα από το αρχικό.



Εικόνα 5.7: Τοποθέτηση δεύτερου πετσώματος πάνω στο αρχικό δάπεδο.

Εικόνα 5.8: Ενίσχυση διαφραγματικής λειτουργίας.

Με την τοποθέτηση του δεύτερου πετσώματος κάθετα στο υφιστάμενο ξύλινο δάπεδο, δεν είναι αρκετό για να εξασφαλιστεί από μόνη της η διαφραγματική λειτουργία. Δεν διασφαλίζεται συνεργασία των τοίχων που είναι παράλληλοι στους ξυλόδρομους. Οι δοκοί απλώς εδράζονται στους τοίχους χωρίς να μεταφέρουν φορτία ώστε να αυξηθεί η δυσκαμψία. Επομένως χρειάζεται και κάποια άλλη επέμβαση από αυτές που αναφέρθηκαν για να πραγματοποιηθεί η διαφραγματική λειτουργία.

²⁴ Δεύτερο στρώμα ξύλου πάνω από το αρχικό.

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Οι επισκευές και οι προσθήκες στοιχείων που αφορούν πατώματα και στέγες βελτιώνουν την δυσκαμψία και μειώνουν την παραμορφωσιμότητα. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε κτήρια αρκετών χρόνων δεν πρέπει να γίνεται μετατροπή των εύκαμπτων πατωμάτων σε πολύ δύσκαμπτων.



Όπως φαίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες, από βλάβες σεισμών σε

Εικόνα 5.9: Το κτήριο έχει δεχθεί σοβαρή κατάρρευση και πολλές ζημιές.

κτήρια στην περιοχή της Καλαμάτας, στο κτήριο όπου το πάτωμα αλλάχθηκε από πλακά οπλισμένου σκυροδέματος υπέστη μερική κατάρρευση, ενώ το άλλο κτήριο που το πάτωμα παρέμεινε ξύλινο και δεν υπέστη κάποια επεξεργασία δεν σημειώθηκε κάποια κατάρρευση.



Εικόνα 5.10: Στο κτήριο αυτό όπου παρέμεινε το ξύλινο δάπεδο έχει δεχθεί επισκευάσιμες ζημιές χωρίς κατάρρευση.

Σε συμπέρασμα των όσων αναφέρθηκαν, τα πατώματα και οι στέγες χρησιμοποιούνται για την διαφραγματική λειτουργία στα νεοκλασικά κτήρια κατά την διεύθυνση των δοκών. Τα πατώματα πρέπει να δασώνονται και να ενισχύονται και είναι αδύνατον να συμβεί όταν έχουν υποστεί ανεπανόρθωτες ζημιές. Πρέπει να αντικαθίστανται με παρόμοια υλικά με τα αρχικά. Το πάτωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα απαγορεύεται να χρησιμοποιείται σε πολύ παλιά κτήρια που δεν έχουν αντοχή και δεν μπορούν να αντέξουν τόσο μεγάλα φορτία.

5.3 Ενίσχυση θεμελίων ²⁵

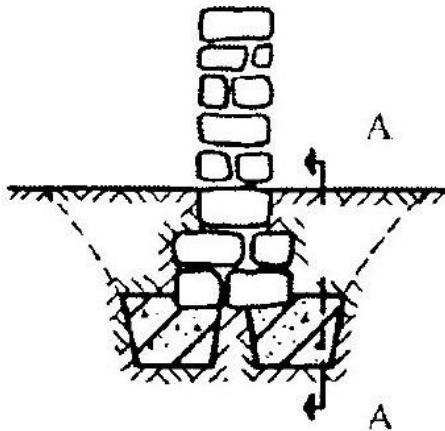
Ένα σημαντικό κομμάτι στον τομέα των ενισχύσεων είναι αυτό των θεμελίων. Λόγω ότι δεν είναι ορατά, σπανίως εξετάζονται και λαμβάνονται υπόψη στην εκτίμηση της κατάστασης μίας κατασκευής. Παρά μόνο όταν υπάρχουν σαφή στοιχεία ότι ευθύνονται για τυχόν βλάβες. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει, ότι η αρχική εκτίμηση της κατάστασης είχε αποδοθεί σε λάθος αίτιο. Ενισχύσεις των θεμελίων προτείνονται όταν γίνονται εκσκαφές σε όμορα οικόπεδα και το βάθος των εκσκαφών είναι χαμηλότερο από το κτήριο που πραγματοποιούνται εργασίες.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος ενισχύσεων των θεμελίων είναι οι «υποθεμελιώσεις». Η ενίσχυση των θεμελίων των κτιρίων από τοιχοποιία γίνεται με την κατασκευή «ντουλαπιού», μισού-μισού. Πραγματοποιείται σταδιακή υποσκαφή στο μισό πάχος του θεμελίου σκυροδέτηση και επανάληψη στο άλλο μισό πάχος του θεμελίου. Επιπλέον, η ενίσχυση γίνεται και με περιμετρική εξωτερική ζώνη συνεχούς λωρίδας από οπλισμένο σκυρόδεμα. Εκτός από την συνεχή λωρίδα (υποσκαφή) κάτω από το θεμέλιο, μπορεί να κατασκευαστεί περιμετρικά και να ακυρωθεί μέσω οπών που ανοίγονται ανά 2,50 m. Ο ελάχιστος οπλισμός που πρέπει να χρησιμοποιείται είναι 4Φ16 με συνδετήρες Φ6/20. Οι τοίχοι πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους σε διαστάσεις 20/40 cm οπλισμένες με 4Φ12 και συνδετήρες Φ8/200.

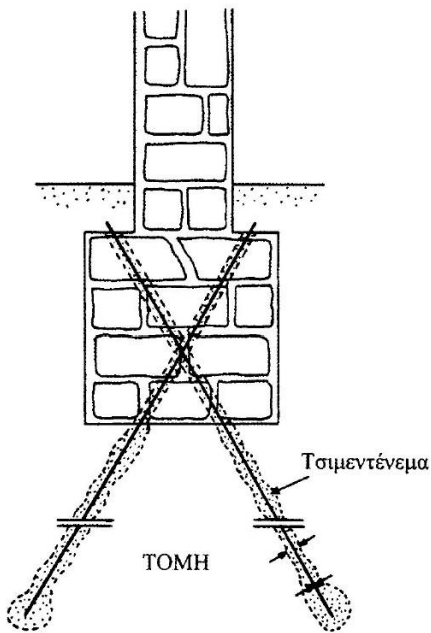


5.11: Ενισχύσεις θεμελίων περιμετρικής ζώνης από οπλισμένο σκυρόδεμα.

²⁵ Καραντώνη Φ., 'Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές.'



Εικόνα 5.12: Ενίσχυση θεμελίων με υποθεμελίωση τύπου «ντουλαπιού»



Εικόνα 5.13: Ενίσχυση θεμελίωσης με ριζοπασσάλους.

Άλλος ένας τρόπος είναι η ενίσχυση του εδάφους και των θεμελίων με την μέθοδο των ριζοπασσάλων ή μικροπασσάλων. Για την υλοποίηση της τεχνικής αυτής, ανοίγονται οπές με τρυπάνια με μέγιστη διάμετρο 30 cm, διαγώνια των θεμελίων και σε βάθος 3,00 m. Ράβδοι οπλισμού τοποθετούνται στις οπές και στην συνέχεια εισέρχεται ισχυρό τσιμεντένεμα. Το τσιμεντένεμα βελτιώνει τις ιδιότητες του εδάφους και ενισχύει τα θεμέλια της κατασκευής. Η απόσταση των οπών εξαρτάται από τις ιδιότητες της τοιχοποιίας και δεν πρέπει να ξεπερνούν το 1,00m, καθώς η επέμβαση καθίσταται άκυρη. Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι δεν δημιουργεί βλάβες ούτε στην ανωδομή του κτηρίου ούτε στο έδαφος. Η χρήση των μικροπασσάλων θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος.

6. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

❖ Κτήριο στην οδό Επιμενίδου 19

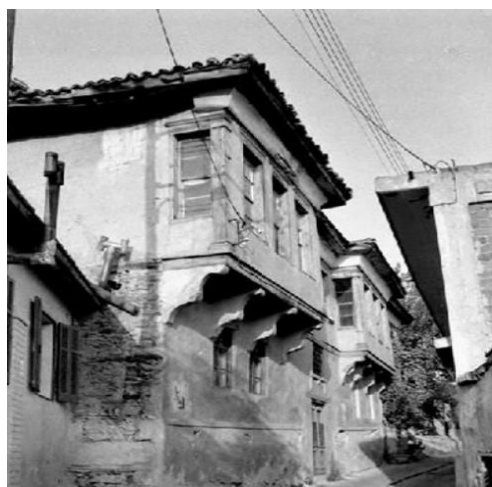
Περιγραφή Κτηρίου

Στην οδό Επιμενίδου 19 βρίσκεται το νεοκλασικό κτήριο²⁶. Χρονολογείται ότι κατασκευάστηκε το 1900-1925. Αποκαταστάθηκε το 1995 με σεβασμό στα τυπολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του. Σήμερα ανήκει στο Δήμο Θεσσαλονίκης και, μεταξύ άλλων, στεγάζει τα γραφεία του Παραρτήματος Θεσσαλονίκης της ΕΛΛΕΤ.

Είναι ένα γωνιακό κτίσμα το οποίο εδράζεται με το έδαφος με αρκετά μεγάλη κλίση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι από την μία πλευρά του στην άλλη υπάρχει η υψομετρική διαφορά των 4,00 μέτρων. Από την εγκάρσια τομή φαίνονται οι τρεις στάθμες (φωτογραφία 6.6) . Η χαμηλότερη στάθμη είναι 30 εκατοστά ψηλότερη από την στάθμη του δρόμου, η δεύτερη 1,10μ. από την πρώτη όπου διαμορφώνονται οι χώροι του υπερυψωμένου ισογείου. Η τρίτη και τελευταία στάθμη αποτελεί τον μοναδικό όροφο του κτηρίου. Λόγω της κλίσης που αναφέραμε παραπάνω, η στάθμη αυτή καταλήγει στην πίσω βορεινή πλευρά. Η κύρια είσοδος γίνεται από την Νότια πλευρά του κτηρίου.



Εικόνα 6.1: Φωτογραφία του κτηρίου το 2019.



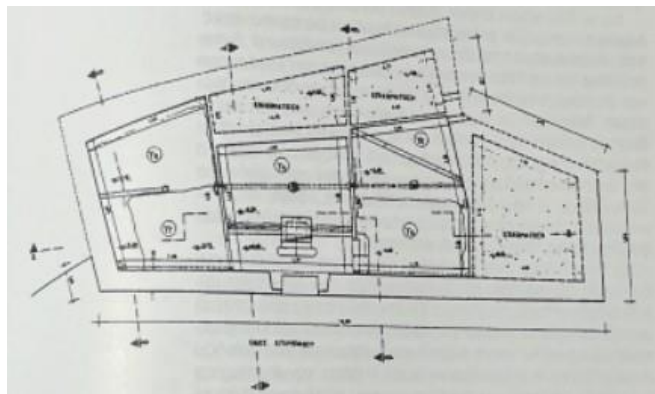
Εικόνα 6.2: Η φωτογραφία είναι τραβηγμένη το 1982 (Πλάτων Κλεανθίδης 1982)

²⁶ Το κτήριο στην οδό Επιμενίδου 19 συνδυάζει τη μακεδονίτικη παραδοσιακή αρχιτεκτονική (προεξοχές με ξύλινα φουρούσια) με νεοκλασικά στοιχεία (αέτωμα στον άξονα της πρόσοψης, παραστάδες με επίκρανα).

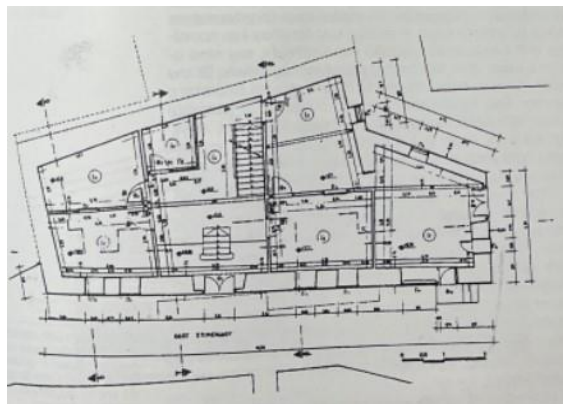
ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Στην δεξιά εικόνα απεικονίζεται το κτήριο από φωτογραφία του 1982 (πριν την αποκατάσταση του), ενώ στην αριστερή φωτογραφία του 2019 (μετά την αποκατάσταση του).

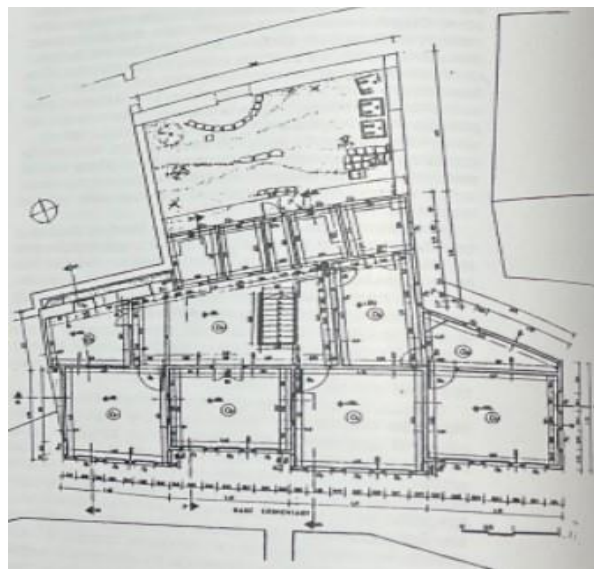
Σχέδια κτηρίου²⁷



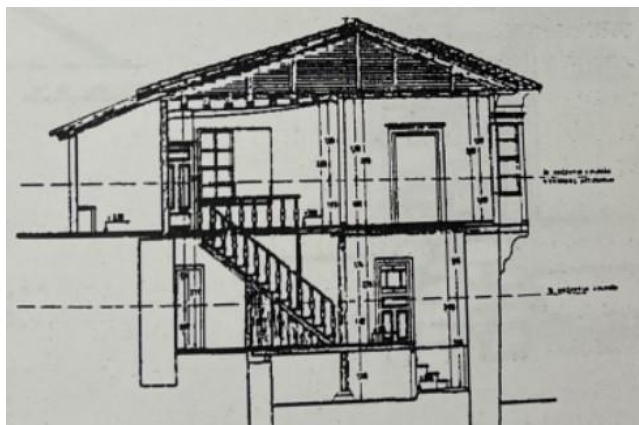
Εικόνα 6.3: Κάτοψη πρώτης στάθμης.



Εικόνα 6.4: Κάτοψη δεύτερης στάθμης.



Εικόνα 6.5: Κάτοψη τρίτης στάθμης.



Εικόνα 6.6: Εγκάρσια τομή.

²⁷ Μ.Ε. Νομικός, «Αποκατάσταση και Επανάχρηση Ιστορικών Κτηρίων και Συνόλων».

Παθολογία του κτηρίου²⁸

Οι βλάβες που εμφάνιζε το κτήριο :

- Η κατάσταση των δαπέδων είναι κακή
- Οι περισσότερες σανίδες οροφής είχαν καταστραφεί,
- Η στέγη του κτηρίου βρισκόταν σε κακή κατάσταση. Η υγρασία είχε προκαλέσει διάβρωση του πετσώματος της στέγης,
- Το ορατό τμήμα της δυτικής τειχοποιίας εμφάνιζε έντονες ασυνέχειες και επάλληλες ανακατασκευές,
- Το νότιο τμήμα παρουσίαζε αποκλίσεις από την κατάκορφο 13 εκατοστά καθώς και ρηγματώσεις στην λιθοδομή.

Επεμβάσεις

Πρώτη και δεύτερη στάθμη

- Το κλιμακοστάσιο στην δεύτερη στάθμη του κτηρίου είναι μεταγενέστερη προσθήκη και χρονολογείται περίπου το 1925 με 1928,
- Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα κατασκευάστηκε προσθετή λιθοδομή με οριζόντιες ενισχύσεις από οπτόπλινθους σε επαφή με την προϋφιστάμενη. Αυτή η σημαντική επέμβαση οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η προϋφιστάμενη λιθοδομή ήταν σε κακή κατάσταση,
- Η αποξήλωση των διαχωριστικών τοίχων από κόντρα πλακέ στον χώρο του αποχωρητηρίου,
- Η κατασκευή νέων πατωμάτων
- Η κατασκευή νέων τοίχων

Τρίτη στάθμη

- Κατασκευή μεταγενέστερων διαχωριστικών τοίχων από ξυλόπηκτη τοιχοποιία με πλήρωση από διάτρητους οπτόπλινθους

²⁸ Μ.Ε. Νομικός, «Αποκατάσταση και Επανάχρηση Ιστορικών Κτηρίων και Συνόλων».

- Αντικατάσταση των σανίδων των δαπέδων

Συνοψίζοντας ο χώρος του ισογείου (πρώτη και δεύτερη στάθμη) έχει υποστεί τις περισσότερες προσθήκες και αλλαγές. Οι αλλαγές που έχουν γίνει στον όροφο του κτηρίου είναι γνωστές και σχετίζονται με τις αλλαγές στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

❖ Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη

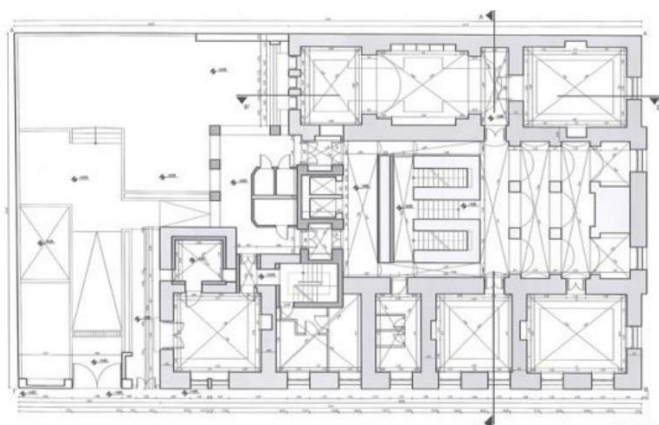
Περιγραφή Κτηρίου

Στην συμβολή των οδών Αμαλίας και Ξενοφώντος στο κέντρο της Αθήνας βρίσκεται το τριώροφο νεοκλασικό κτήριο όπου αποτελείται από τέσσερα επίπεδα. Πρόκειται για ένα διατηρητέο νεοκλασικό κτήριο του 1870, που αποκαταστάθηκε το 1993 και στην συνέχεια το 1999 από την τεχνική εταιρεία ΕΔΡΑΣΙΣ, για να στεγάσει το Γραφείο του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου στην Ελλάδα. Κτίστηκε από τον αρχιτέκτονα Theophil Hansen (1813-1891). Αρχικά αποτέλεσε την οικία του Κυριακούλη Μαυρομιχάλη, βουλευτή και πρωθυπουργό, αργότερα έμεινε για πολλά χρόνια άδειο και κατόπιν το αγόρασε η οικογένεια Ράλλη. Επίσης λειτούργησε και ως εκπαιδευτήριο.

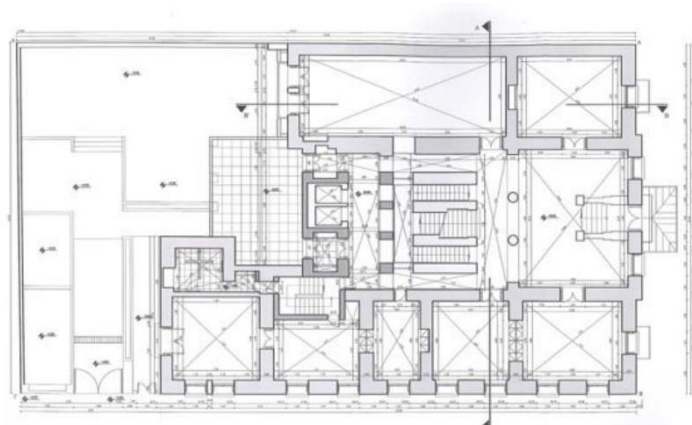


Εικόνα 6.7: Πρόσοψη του Μεγάρου Μαυρομιχάλη

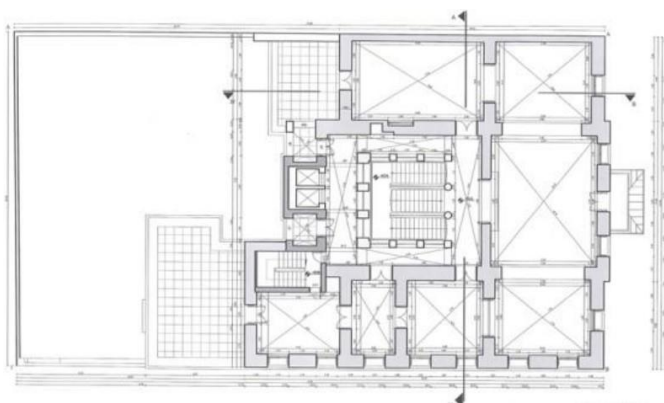
Σχέδια κτηρίου²⁹



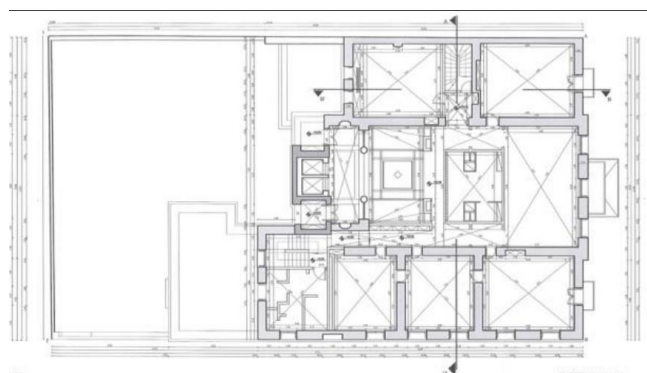
Εικόνα 6.8: Κάτοψη υπογείου.



Εικόνα 6.9: Κάτοψη ισογείου.



Εικόνα 6.10: Κάτοψη Α' ορόφου.



Εικόνα 6.11: Κάτοψη Β' ορόφου.

²⁹ Μ. Αναστασίου, « Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα: Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».



Εικόνα 6.12: Όψη από την οδό Αμαλίας.

Παθολογία του κτηρίου³⁰

Η καταγραφή των βλαβών του κτηρίου διαφοροποιείται σε δυο περιόδους. Η πρώτη περίοδος αφορά το χρονικό διάστημα από την κατασκευή του κτηρίου μέχρι την απόφαση της επανάχρησής του ως Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. Η δεύτερη περίοδος αφορά βλάβες από τον σεισμό του 1999, όπου ήδη στεγαζόταν το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.

Στην πρώτη περίοδο τα αίτια οφειλόntonταν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το φαινόμενο της διάβρωσης και της φυσικής γήρανσης των υλικών. Σε συνδυασμό με την έλλειψη συντήρησης, τις αυθαίρετες και καταστροφικές ανθρώπινες παρεμβάσεις που υπέστη το κτήριο λόγω της πρώτης αλλαγής χρήσης (από κατοικία σε εκπαιδευτήριο).

Στη δεύτερη περίοδο μετά την αποκατάστασή του και την επανάχρησή του ως Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, οι βλάβες που προκλήθηκαν οφείλονταν, κατά κύριο λόγο, στις τυχαματικές φορτίσεις και εδαφολογικές παραμορφώσεις (καθιζήσεις λόγω του σεισμού, οι οποίες εμφανώς καταπόνησαν το δομικό του σύστημα).

³⁰ Μ. Αναστασίου, « Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα: Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Τα αποτελέσματα των βλαβών που προέκυψαν και στις δύο περιόδους ήταν η μείωση της φέρουσας ικανότητας του δομικού του συστήματος, η αλλοίωση και η καταστροφή των αξιόλογων αρχιτεκτονικών δομικών στοιχείων. Από τις διερευνητικές εργασίες της πρώτης περιόδου διαπιστώθηκε:

- Ταλάντωση του οριζόντιου φορέα
- Σαπισμένα επιχρίσματα
- Διαχρονικές επεμβάσεις και αλλοιώσεις στις επικαλύψεις των ξύλινων δαπέδων
- Πολύ κακή κατάσταση των ξύλινων κλιμάκων
- Κακή κατάσταση των κουφωμάτων
- Πολύ κακή κατάσταση των επιχρισμάτων των οροφών με ποσοστό σε ελλείψεις έως 70% του ζωγραφικού διακόσμου

Από τις διερευνητικές εργασίες της δεύτερης περιόδου διαπιστώθηκε:

- Η αναγκαιότητα ενίσχυσης των θεμελίων
- Η ανάγκη ομογενοποίησης και ενίσχυσης των λιθοδομών και τον υπολοίπων τοιχοποιιών
- Η επιτακτική ανάγκη αποκατάστασης της στέγης
- Η κακή κατάσταση των επιχρισμάτων,
- Η καταστροφή του ζωγραφικού ή του ανάγλυφου διακόσμου σε διάφορες περιοχές.

Επεμβάσεις ³¹

Έπειτα από διαγωνισμό την αρχιτεκτονική μελέτη την ανέλαβαν ο Ιωάννης Γιαννιώτης και η Βασιλική Γιαννιώτη που είχε ως στόχο την αποκατάσταση του κτηρίου και την αλλαγή χρήσης ως Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.

Οι εργασίες αποκατάστασης οι οποίες έγιναν είναι οι εξής:

- Βελτιστοποίηση της φέρουσας αντοχής του ήδη υπάρχοντος φορέα του κτηρίου

³¹ Μ. Αναστασίου, « Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα: Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

- Σημαντική επέμβαση με την κατασκευή νέου πυρήνα κατακόρυφης επικοινωνίας από οπλισμένο σκυρόδεμα για την ομαλή και αμεσότερη μετάβαση σε όλα τα επίπεδα
- Καθαίρεση των περιμετρικών τοίχων του κλιμακοστασίου στο ισόγειο, για να επιτευχθεί η οπτική επικοινωνία προθαλάμου και λειτουργικών χώρων πίσω από το κλιμακοστάσιο
- Καθαίρεση παλαιού ξύλινου κλιμακοστασίου που εκτείνονταν από το υπόγειο στο 2ο όροφο
- Εργασίες εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης, κλιματισμού, πυρόσβεσης και τηλεπικοινωνιών υψηλών απαιτήσεων ασφαλείας
- Ανακατασκευή των υπαρχόντων ξύλινων δαπέδων στην αρχική τους μορφή
- Επιστρώσεις μαρμάρινων δαπέδων στο χώρο του υπογείου που μετατράπηκε σε χώρο κύριας χρήσης για τη λειτουργία βιβλιοθήκης
- Αποκατάσταση ζωγραφικού και ανάγλυφου διακόσμου που αποτελούσε αναπόσπαστο στοιχείο της μορφολογικής έκφρασης του κτιρίου
- Αντικατάσταση των εξωτερικών υαλοστασίων των κουφωμάτων με διπλούς υαλοπίνακες
- Αποκατάσταση των εσωτερικών κουφωμάτων.

Οι εργασίες αποκατάστασης από τις βλάβες που υπέστη το κτήριο από το σεισμό το 1999 είναι οι εξής :

- Κατά μήκος των παρειών των θεμελίων κατασκευάστηκε περιμετρική θεμελιοδοκός
- Τοποθέτηση χαλύβδινων ράβδων
- Σφράγιση ρωγμών με την μεθόδου του αρμολογήματος
- Ενίσχυση της τοιχοποιίας με ενέματα
- Επισκευή και ενίσχυση της ξύλινης στέγης με μεταλλικούς δοκούς
- Χρωματισμός όλων των επιφανειών
- Συντήρηση του ζωγραφικού διακόσμου
- Συντήρηση των μαρμάρινων επιφανειών (όπως των μαρμαροποδίων φουρουσιών, δαπέδων οροφών και στέψεις στηθαίων).

❖ 46ο Λύκειο Αθηνών

Περιγραφή κτηρίου

Στην οδό Ασκληπιού στο κέντρο της Αθήνας βρίσκεται το τριώροφο νεοκλασικό κτήριο. Πρόκειται για ένα διατηρητέο νεοκλασικό κτίριο του 1914 που σχεδίασε ο αρχιτέκτονας Ανδρέας Κριεζής. Το κτήριο έχει υποστεί μεταγενέστερες επεμβάσεις με κλείσιμο και διάνοιξη ανοιγμάτων με οπτόπλινθους. Η φέρουσα τοιχοποιία του κτηρίου να αποτελείται από αργολιθοδομή με τους λίθους να αποτελούνται από 50-60 cm. Από τον Ιούνιο του 1993 ανακηρύχτηκε ως διατηρητέο (ΦΕΚ 651/93).



Εικόνα 6.13: Πρόσοψη του κτηρίου (πριν την αποκατάσταση του).

Παθολογία του κτηρίου³²

Αίτια που πιθανόν προκάλεσαν τις βλάβες είναι α) η έλλειψη του σενάζ στην στάθμη της στέγης, β) η ανεπάρκεια των συνδέσεων των εγκάρσιων τοίχων, γ) η απουσία του διαφράγματος στην στέψη του Α' ορόφου και δ) το ποσοστό των μεγάλων ανοιγμάτων περιμετρικά της τοιχοποιίας.

Οι βλάβες που προκλήθηκαν και καταγράφηκαν είναι οι εξής:

- Λοξές ρηγματώσεις στον Α' όροφο, πάνω από τα πρέκια
- Κατακόρυφες ρηγματώσεις και αποκολλήσεις τοίχων
- Αποκόλληση της λιθοδομής περιμετρικά των ανοιγμάτων, τα οποία είναι μεταγενέστερη προσθήκη
- Οξείδωση των μεταλλικών δοκών



Εικόνα 6.14: Φωτογραφία του κτηρίου σήμερα (Google Maps).

³² Χ. Βαχλιώτης, Ν.Ι. Πετρομιχλάκης, Χ.Θ Παπαδόπουλος, Μ. Ζαΐμη, Ε. Σκαρή, Ε. Τουμπακάρη, «Αποκατάσταση Και Ενίσχυση Διατηρητέων Κτηρίων Από Φέρουσα Τοιχοποιία- Διαστασιολόγηση Εφαρμογή των επεμβάσεων, ΤΕΕ ,Θεσσαλονίκη 2009.

Εργασίες επισκευής³³

Οι εργασίες αποκατάστασης οι οποίες έγιναν είναι οι εξής:

- Τιμμεντενέσεις για αποκατάσταση της συνοχής και αύξηση της αντοχής στην φέρουσα τοιχοποιία
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων φθαρμένων ξύλινων δοκών της στέγης
- Επισκευή όλων των κουφωμάτων
- Ανακατασκευή όλων των επιχρισμάτων
- Επαναφορά των πατωμάτων στην αρχική τους μορφή
- Μόνωση δωμάτων
- Συντήρηση όλων των ξύλινων επιφανειών του κτηρίου
- Χρωματισμός όλων των επιφανειών
- Κατασκευή Η/Μ εγκαταστάσεων



Εικόνα 6.15: Αντικατάσταση των φθαρμένων ξύλινων δοκών της στέγης.



Εικόνα 6.16: Τοπική αποκατάσταση και συμπλήρωση τμημάτων της τοιχοποιίας.

³³ Χ. Βαχλιώτης, Ν.Ι. Πετρομιχαλάκης, Χ.Θ Παπαδόπουλος, Μ. Ζαΐμη, Ε. Σκαρή, Ε. Τουμπακάρη, «Αποκατάσταση Και Ενίσχυση Διατηρητέων Κτηρίων Από Φέρουσα Τοιχοποιία- Διαστασιολόγηση Εφαρμογή των επεμβάσεων, ΤΕΕ ,Θεσσαλονίκη 2009.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η Ελλάδα αδυνατεί στην προστασία και στην ανάδειξη των νεοκλασικών κτηρίων. Η Πολιτεία οφείλει να συμμετάσχει στο πολιτικό, κοινωνικό και οικονομικό κόστος για την διαχείριση του πολιτισμικού πλούτου. Απαιτούνται μετρά και δράσεις ώστε να προωθηθούν τα οφέλη στον κλάδο του πολιτισμού.

Με την παρούσα διπλωματική εργασία έγινε εστίαση στις έννοιες του Νεοκλασικισμού και στα χαρακτηριστικά των νεοκλασικών κτηρίων. Επιπλέον, αναφέρθηκαν οι βλάβες αλλά και τα αίτια που τις προκαλούν. Σημαντική αναφορά έγιναν στις επισκευές και ενισχύσεις. Τέλος, σημειώθηκαν τρία πολύ σημαντικά παραδείγματα νεοκλασικών κτηρίων με αναφορά στις βλάβες και στις επισκευές που έχουν δεχθεί στην διάρκεια της ζωής τους.

Διαπιστώθηκε ότι η χώρα μας είναι πλούσια σε τέτοια «κοσμήματα» και είναι σημαντικό να συντηρηθούν και να αξιοποιηθούν με τους κατάλαλους τρόπους επισκευής και ενίσχυσης, όπως αυτούς που αναφερθήκαν στην παρούσα εργασία.

Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία

- Καραντώνη Φ., «Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές», Αθήνα 2012. [Προσπέλαση 16/12/23].
- Μηλιάδου, ομιλία με θέμα «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία στην Ημερίδα Αποτίμηση και Επεμβάσεις σε Κτήρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα και Τοιχοποιίες», ΤΕΙ τμήμα Πελοποννήσου , Τρίπολη 2016. [Προσπέλαση 10/01/24].
- Βιτζηλαίου , «Συμπεριφορά Τοιχοπληρώσεων με Διάζωμα» [Προσπέλαση 10/10/23].
- Ε.Βιντζηλαίου, «Τεχνικές επεμβάσεων σε Κατασκευές από Τοιχοποιία», 2004 [Προσπέλαση 10/10/23].
- Μίλτων Α. Δημοσθένους, «Μέθοδοι και Υλικά Αποκατάστασης και Ενίσχυσης Διατηρητέων Κτηρίων από Φέρουσα τοιχοποιία», Θεσσαλονίκη , Φεβρουάριος 2009. [Προσπέλαση 10/10/23].
- Μίλτων Α. Δημοσθένους και Στυλιανίδης Κ. , «Κριτήρια Επιλογής Μεθόδων Επισκευής και Ενισχύσεις Μνημείων και Παραδοσιακών Κτηρίων από Τοιχοποιία», Θεσσαλονίκη. [Προσπέλαση 10/10/23].
- Ντεγιαννάκη Μ., «Τεχνικές Επισκευής και Ενισχύσεις σε Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία», 9^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών, Μάρτιος 2003. [Προσπέλαση 29/09/23].
- Μαυρατζώτης Γ., Μπακ. Ν., «Ενίσχυση Ιστορικών Κτηρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία με Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων», 10^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών, Μάρτιος 2004. [Προσπέλαση 29/09/23].
- Στέφανος Δρίτσος, «Επεμβάσεις- Επισκευές –Ενισχύσεις μετά από Πυρκαγιά», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος ,Οκτώβριος 2007 [Προσπέλαση 23/01/24].
- Κωσταντίνος Σπυράκος, «Συνοπτικές Οδηγίες Για Επισκευή Του Φέροντος Οργανισμού Κτηρίων Από Οπλισμένο Σκυρόδεμα Σε Βλάβες Από Σεισμό», Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας Και Δημόσιων Έργων Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού Και Προστασίας, Αθήνα , Σεπτέμβριος 1999. [Προσπέλαση 26/09/23].

- Ζάρπας Ραφαήλ, Ρήγα Μαρία., « Περιγραφή του Σεισμού Και Των Βλαβών Που Προκλήθηκαν στο Κέντρο Των Άνω Λιοσίων (1999)», 9^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών, Φεβρουάριος 2000. [Προσπέλαση 26/09/23].
- Ε. Βιντζηλαίου. Χ. Ζέρης, Κ. Τρέζος, Μ. Χρονόπουλος, Κ. Μανωλεδάκη, Θ Τάσιος, «Πρακτικός Οδηγός Για Την Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας Και Τις Δομητικές Επισκευές Μετά Από Πυρκαγιά Σε Μικρά Κτήρια Από Σκυρόδεμα Και Από Τοιχοποιία», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος ,Αθήνα, Οκτώβριος 2008. [Προσπέλαση 30/09/23].
- Δ. Τσιπότα, Γ. Ι. Μαντάνη , «Ξύλινες Εφαρμογές σε Κτήρια – Επεμβάσεις Συντήρησης.» Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Νοέμβριος – Δεκέμβριος 2020. [Προσπέλαση 09/12/23].
- Α. Βαγγελάκος, «Έντατική Κατάσταση και Παθολογία Μεγάλων Ιστορικών κτηρίων στην Κεντρική Έλλάδα», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2008. [Προσπέλαση 10/12/23].
- <https://www.archaiologia.gr/blog>[Προσπέλαση 16/12/23].
- Μ. Αναστασίου, « Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα: Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».[Προσπέλαση 18/01/24].
- Μ. Καρδαμίτση – Αδάμη, Μ. Μπίρης Εκδοτικός Οίκος Μέλισσα : «Νεοκλασική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα» –2001[Προσπέλαση 16/12/23].
- Χ. Βαχλιώτης, Ν.Ι. Πετρομιχελάκης, Χ.Θ Παπαδόπουλος, Μ. Ζαΐμη, Ε. Σκαρή, Ε. Τουμπακάρη, « Αποκατάσταση Και Ενίσχυση Διατηρητέων Κτηρίων Από Φέρουσα Τοιχοποιία- Διαστασιολόγηση Εφαρμογή των επεμβάσεων, ΤΕΕ ,Θεσσαλονίκη 2009. [Προσπέλαση 20/01/24].
- Χ. Τζαναβάρα, «Η Κρυμμένη πολυτέλεια» ,Διαθέσιμο στο: https://www.efsyn.gr/nisides/15434_i-krymmeni-polyteleia[Προσπέλαση 16/12/23].

Πηγή εικόνων

Κεφάλαιο 1

Εικόνα 1.1: Αφροδίσα Ζάρκος, «Νεοκλασική Μορφολογία Και Βασικές Αρχές Δόμησης», Διαθέσιμο στο: <https://docplayer.gr/5073802-Neoklasiki-morfologia-kai-vasikes-arhes-domisis.html>.

Κεφάλαιο 2

Εικόνα 2.1: Σ. Αναγνωστάκης, 2018, σελ. 40 , Διαθέσιμο στο : <https://slideplayer.gr/slide/15380379/>.

Εικόνα 2.2 : grtimes.gr, «Ρωγμές Στα Περίφημα Νεοκλασικά Σπίτα Του Πειραιά»,2019, Διαθέσιμο στο: <https://www.grtimes.gr/ellada/rogmes-sta-perifima-neoklasika-spitia-toy-peiraia>.

Εικόνα 2.3; Καραντώνη Φ. , σελ. 312, 2012, «Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές».

Εικόνα 2.4: Καραντώνη Φ. , σελ. 316, 2012, «Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές».

Εικόνα 2.5: Καραντώνη Φ. , σελ. 37, 2012, «Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές».

Εικόνα 2.6: Νεοκλασικό Αλέξανδρου Σούτσου; Εικόνες Καταστροφής Μετά Την Πυρκαγιά, Διαθέσιμο στο: <https://www.iefimerida.gr/ellada/neoklasiko-alexandroy-soytsoy-eikones-katastrofis>

Εικόνα 2.7: Ε. Βιντζηλαίου. Χ. Ζέρης, Κ. Τρέζος, Μ. Χρονόπουλος, Κ. Μανωλεδάκη, Θ Τάσιος, 2008, σελ. 159, «Πρακτικός Οδηγός Για Την Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας Και Τις Δομητικές Επισκευές Μετά Από Πυρκαγιά Σε Μικρά Κτήρια Από Σκυρόδεμα Και Από Τοιχοποιία», Αθήνα.

Εικόνα 2.8: Ε. Βιντζηλαίου. Χ. Ζέρης, Κ. Τρέζος, Μ. Χρονόπουλος, Κ. Μανωλεδάκη, Θ Τάσιος, 2008, σελ. 160, «Πρακτικός Οδηγός Για Την Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας Και Τις Δομητικές Επισκευές Μετά Από Πυρκαγιά Σε Μικρά Κτήρια Από Σκυρόδεμα Και Από Τοιχοποιία», Αθήνα.

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Εικόνα 2.9: Ε. Βιντζηλαίου. Χ. Ζέρης, Κ. Τρέζος, Μ. Χρονόπουλος, Κ. Μανωλεδάκη, Θ. Τάσιος, 2008, σελ. 161, «Πρακτικός Οδηγός Για Την Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας Και Τις Δομητικές Επισκευές Μετά Από Πυρκαγιά Σε Μικρά Κτήρια Από Σκυρόδεμα Και Από Τοιχοποιία», Αθήνα.

Εικόνα 2.10: Σ.Αναγνωστάκης, 2018, σελ. 32, Διαθέσιμο στο:<https://slideplayer.gr/slide/15380379/>.

Εικόνα 2.11:Σ. Αναγνωστάκης, 2018, σελ.32 , Διαθέσιμο στο <https://slideplayer.gr/slide/15380379/>.

Εικόνα2.12:Σ.Αναγνωστάκης, 2018,σελ.35 , Διαθέσιμο στο : <https://slideplayer.gr/slide/15380379/>.

Εικόνα 2.13: Διαθέσιμο στο : <http://5a.arch.ntua.gr/project/15571/16494>.

Εικόνα 2.14: Σ. Αναγνωστάκης, 2018, σελ. , Διαθέσιμο στο : <https://slideplayer.gr/slide/15380379/>.

Εικόνα 2.15: Διαθέσιμο στο : <https://tseva.webnode.page/news>.

Εικόνα 2.16: Δ. Τσιπότα, Γ. Ι. Μαντάνη , 2020, σελ. 73 «Εύλινες Εφαρμογές σε Κτήρια – Επεμβάσεις Συντήρησης», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Εικόνα 2.17: Σ. Αναγνωστάκης, 2018, σελ. 46, Διαθέσιμο στο <https://slideplayer.gr/slide/15380379/>.

Κεφάλαιο 3

Εικόνα 3.1: Καραντώνη Φ. , σελ. 128, 2012, «Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές».

Εικόνα 3.2: Καραντώνη Φ. , σελ. 128, 2012, «Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές».

Εικόνα 3.3: Καραντώνη Φ. , σελ. 128, 2012, «Κατασκευές από τοιχοποιία. Σχεδιασμός και Επισκευές».

Εικόνα 3.4: Διαθέσιμο στο : http://enisxiseis.gr/activities/elegxoi_antoxis.aspx.

Εικόνα 3.5: Διαθέσιμο στο : <https://nnk.gr/pirinolipsia.html>.

Εικόνα 3.6 : Μηλιάδου, σελ. 39, ομιλία με θέμα «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία στην Ημερίδα Αποτίμηση και Επεμβάσεις σε Κτήρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα και Τοιχοποιίες», ΤΕΙ τμήμα Πελοποννήσου , Τρίπολη 2016

Εικόνα 3.7: Σ. Δέμης,2016, σελ. 17, «Μη Καταστροφικές Δοκιμές Σκυροδέματος», Πανεπιστήμιο Πατρών, Διαθέσιμο στο: <https://docplayer.gr/43782145-Mi-katastrofikes-dokimes-skyrodematos.html>.

Εικόνα 3.8: ΧΡ. Σπανός Μ. Σπιθάκης Κ. Τρέζος, σελ. 81 ,ΤΕΕ Αντισεισμική Θωράκιση Υφιστάμενων Κατασκευών Ομάδα Εργασίας ΙΙ-3: Πρακτικά– Διδακτικά Εγχειρίδια. Μέθοδοι Για Την Επιτόπου Αποτίμηση Των Χαρακτηριστικών Των Υλικών, Διαθέσιμο στο: <https://portal.tee.gr/portal/page/portal/teeait/drast/hmerida-11-12-2004/TAB5851916/TEEInsituAssessmentTextBook.pdf>.

Εικόνα 3.9: ΧΡ. Σπανός Μ. Σπιθάκης Κ. Τρέζος, σελ. 85 ,ΤΕΕ Αντισεισμική Θωράκιση Υφιστάμενων Κατασκευών Ομάδα Εργασίας ΙΙ-3: Πρακτικά– Διδακτικά Εγχειρίδια. Μέθοδοι Για Την Επιτόπου Αποτίμηση Των Χαρακτηριστικών Των Υλικών, Διαθέσιμο στο: <https://portal.tee.gr/portal/page/portal/teeait/drast/hmerida-11-12-2004/TAB5851916/TEEInsituAssessmentTextBook.pdf>.

Εικόνα 3.10: Βασίλης Μπίζας , Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σελ.40, ``Η Διάδοση Τασικού Παλμού Σαν Μη Καταστροφική Μέθοδος Ελέγχου Παραμόρφωσης`` ,Διαθέσιμο στο:<https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/43953/teliko%20bizas.pdf?sequence=1>.

Κεφάλαιο 4

Εικόνα 4.1: «Πως ήταν η Αθήνα τον 19^ο αιώνα.», 2022, Διαθέσιμο στο: <https://maleviziotis.gr>.

Εικόνα 4.2: Στέφανος Δρίτσος, σελ. 6, «Επεμβάσεις- Επισκευές –Ενισχύσεις μετά από Πυρκαγιά», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος ,Οκτώβριος 2007.

Εικόνα 4.3: Στέφανος Δρίτσος, σελ. 6, «Επεμβάσεις- Επισκευές –Ενισχύσεις μετά από Πυρκαγιά», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος ,Οκτώβριος 2007.

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Εικόνα 4.4: Μηλιάδου, σελ. 11 , ομιλία με θέμα: «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία στην Ημερίδα Αποτίμηση και Επεμβάσεις σε Κτήρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα και Τοιχοποιίες», ΤΕΙ τμήμα Πελοποννήσου , Τρίπολη 2016.

Εικόνα 4.5:Ε. Βιντζηλαίου, «Τεχνικές Επεμβάσεων Σε Κατασκευές Από Τοιχοποιία», Αθήνα 2004.

Εικόνα 4.6: Γιάννακας Νικόλαος, Κεφ. 5, «Επισκευές Και Ενισχύσεις των Κατασκευών», Διαθέσιμο στο: <https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php>.

Εικόνα 4.7:Ε. Βιντζηλαίου, «Τεχνικές Επεμβάσεων Σε Κατασκευές Από Τοιχοποιία», Αθήνα 2004.

Εικόνα 4.8: Σ. Δρίτσος, « Επεμβάσεις -Επισκευές/Ενισχύσεις Μετά Από Πυρκαγιά».

Εικόνα 4.9: Μ. Σταυρουλάκη, «Προστασία Και Ανάδειξη Αρχαιολογικών Χώρων Και Μνημείων».

Εικόνα 4.10: Γ. Μαυρατζώτης, Ν. Μπακ, «Ενίσχυση Ιστορικών Κτηρίων Από Φέρουσα Τοιχοποιία Με Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων».

Εικόνα 4.11: Γ. Μαυρατζώτης, Ν. Μπακ, «Ενίσχυση Ιστορικών Κτηρίων Από Φέρουσα Τοιχοποιία Με Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων».

Εικόνα 4.12: Γ. Μαυρατζώτης, Ν. Μπακ, «Ενίσχυση Ιστορικών Κτηρίων Από Φέρουσα Τοιχοποιία Με Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων».

Εικόνα 4.13: Διαθέσιμο στο: <http://5a.arch.ntua.gr/project/18380/18641>.

Εικόνα 4.14: Διαθέσιμο στο: <http://5a.arch.ntua.gr/project/18380/18641>.

Εικόνα 4.15: Χ. Ιγνατάκης, « Κτήρια από Φέρουσα τοιχοποιία Σύνθεση Και Συμπεριφορά Φέροντος οργανισμού, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.

Εικόνα 4.16: Ε. Βιντζηλαίου, «Τεχνικές Επεμβάσεων Σε Κατασκευές Από Τοιχοποιία».

Εικόνα 4.17: «Διακοσμητικές και Αρχιτεκτονικές Λεπτομέρειες των Νεοκλασικών Κτηρίων του Πειραιά», Διαθέσιμο στο :<https://tseva.webnode.page/news/>.

Εικόνα 4.18: «Διακοσμητικές και Αρχιτεκτονικές Λεπτομέρειες των Νεοκλασικών Κτηρίων του Πειραιά», Διαθέσιμο στο :<https://tseva.webnode.page/news/>.

Εικόνα 4.19: «Διακοσμητικές και Αρχιτεκτονικές Λεπτομέρειες των Νεοκλασικών Κτηρίων του Πειραιά», Διαθέσιμο στο :<https://tseva.webnode.page/news/>.

Κεφάλαιο 5

Εικόνα 5.1: Μ. Σταυρουλάκη, «Προστασία Και Ανάδειξη Αρχαιολογικών Χώρων Και Μνημείων».

Εικόνα 5.2: Μ. Σταυρουλάκη, «Προστασία Και Ανάδειξη Αρχαιολογικών Χώρων Και Μνημείων».

Εικόνα 5.3: Μηλιάδου, ομιλία με θέμα «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία».

Εικόνα 5.4: Μηλιάδου, ομιλία με θέμα: «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία».

Εικόνα 5.5: Μ. Σταυρουλάκη, «Προστασία Και Ανάδειξη Αρχαιολογικών Χώρων Και Μνημείων».

Εικόνα 5.6: Μ. Σταυρουλάκη, «Προστασία Και Ανάδειξη Αρχαιολογικών Χώρων Και Μνημείων».

Εικόνα 5.7: Μ. Σταυρουλάκη, «Προστασία Και Ανάδειξη Αρχαιολογικών Χώρων Και Μνημείων».

Εικόνα 5.8: Μηλιάδου, ομιλία με θέμα: «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία».

Εικόνα 5.9: Μηλιάδου, ομιλία με θέμα: «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία».

Εικόνα 5.10: Μηλιάδου, ομιλία με θέμα: «Επεμβάσεις Βελτίωσης της Συμπεριφοράς Κτηρίων από Τοιχοποιία».

Εικόνα 5.11: Σ. Αναγνωστάκης, 2018, Διαθέσιμο στο:<https://slideplayer.gr/slide/15380379/>.

Εικόνα 5.12: Σ. Δρίτσος, « Επεμβάσεις-Επισκευές Μετά Από Πυρκαγιά».

Εικόνα 5.13: Σ. Δρίτσος, « Επεμβάσεις-Επισκευές Μετά Από Πυρκαγιά».

Κεφάλαιο 6

Εικόνα 6.1: ANEO Αρχείο Διατηρητέων Κτηρίων, Διαθέσιμο στο: <https://diathrhteia.blogspot.com/2019/03/19.html>.

Εικόνα 6.2 «Σπάνιες εικόνες : Το κτήριο του Συλλόγου Αρχιτεκτόνων Θεσσαλονίκης Στην Άνω Πόλη» ,Διαθέσιμο στο:<https://parallaximag.gr/thessaloniki-news/spanies-eikones-to-ktirio-toy-sylogoy-architektonon-thessalonikis-stin-ano-poli>.

Εικόνα 6.3: Μ.Ε. Νομικός, σελ. 87, «Αποκατάσταση και Επανάχρηση Ιστορικών Κτηρίων και Συνόλων».

Εικόνα 6.4: Μ.Ε. Νομικός, σελ. 87,«Αποκατάσταση και Επανάχρηση Ιστορικών Κτηρίων και Συνόλων».

Εικόνα 6.5: Μ.Ε. Νομικός, σελ. 90,«Αποκατάσταση και Επανάχρηση Ιστορικών Κτηρίων και Συνόλων».

Εικόνα 6.6: Μ.Ε. Νομικός, σελ. 90,«Αποκατάσταση και Επανάχρηση Ιστορικών Κτηρίων και Συνόλων».

Εικόνα 6.7: «5 Από Τα ωραιότερα νεοκλασικά κτήρια της Αθήνας και οι ιστορίες τους», Διαθέσιμο στο: <https://www.dinfo.gr>.

Εικόνα 6.8: Μαρία Μ. Αναστασίου, «Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα : Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».

Εικόνα 6.9: Μαρία Μ. Αναστασίου, «Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα : Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».

Εικόνα 6.10: Μαρία Μ. Αναστασίου, «Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα : Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».

Εικόνα 6.11: Μαρία Μ. Αναστασίου, «Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα : Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΣΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ

Εικόνα 6.12: Μαρία Μ. Αναστασίου, «Η Επίδραση του Νεοκλασικισμού στην Αθήνα : Το Μέγαρο Μαυρομιχάλη».

Εικόνα 6.13: Διαθέσιμο στο: <https://www.oocities.org/athens/agora/8452/school3.jpg>.

Εικόνα 6.14: Φωτογραφία από Google Maps.

Εικόνα 6.15: Γιαννακάς Νικόλαος, «Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών».

Εικόνα 6.16: Γιαννακάς Νικόλαος, «Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών».