

Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΛΕΞΙΑΔΟΥ ΑΛΙΚΗ (Α.Μ.28269)

ΜΠΕΛΕΡΗ ΝΤΟΛΟΡΕΖΑ (Α.Μ.27810)

ΤΣΙΤΟΓΛΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ (Α.Μ.27367)

Επιβλέπωντας καθηγητής: κ. Μεταξάς Γεώργιος



**Έτος
[2010]**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Πρόλογος
- Εισαγωγή
 1. Γενικά χαρακτηριστικά σεισμού
 2. Βασικές αρχές σχεδιασμού τοιχοποιιών κτιρίων σε σεισμογενείς περιοχές.
 - 2.1. Συμμετρία και απλότητα κάτοψης
 - 2.2 Μόρφωση του κτιρίου
 - 2.3 Διαστάσεις , ύψος κτιρίων και αριθμός ορόφων
 - 2.4 Κατανομή των φερόντων τοίχων
 - 2.5 Ανοίγματα τοίχων
 - 2.6 Απλά κτίρια
 - 2.7 Μη φέροντα στοιχεία
 3. Παραδείγματα τρόπου δόμησης παραδοσιακών κτιρίων σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας.
 - 3.1 Αρχιτεκτονική των σπιτιών της Θάσου
 - 3.2 Αρχιτεκτονική των σπιτιών της Σαντορίνη
 - 3.3 Αρχιτεκτονική των σπιτιών της Λευκάδας
 - 3.4 Αρχιτεκτονική των σπιτιών στα Ζαγοροχώρια
- Κυρίως μέρος
 - 4.1 Μηχανική της τοιχοποιίας
 - 4.2 Κτίρια με φέρουσα τοιχοποιία,
 - 4.3 Τύποι πατωμάτων και στεγών
 - 4.4 Διαζώματα , ελκυστήρες
 - 5 Έλεγχος της δομής του κτιρίου
 - 5.1 Υλικά κατασκευής
 - 5.2 Περισφιγμένη τοιχοποιία
 - 5.3 Οπλισμένη τοιχοποιία
 - 5.4 Κονιάματα

- 6. Τυπικές βλάβες σεισμών-παθολογία**
- 6.1 Ανάλυση βλαβών**
- 6.2 Βλάβες κατασκευών από τοιχοποιία**
- 6.3 Αίτια βλαβών**
- 6.4 Ενδογενή αίτια βλαβών**
- 6.5 Εξωγενή αίτια βλαβών**
- 6.6 Παθολογία φέροντος οργανισμού**
- 6.7 Βλάβες οφειλόμενες στο έδαφος**
- 6.8 Δάπεδα**
- 6.9 Οριζόντια διαζώματα**
- 6.10 Ελληνικοί κανονισμοί**
- 6.11 Ανώφλεια, μαρκίζες και πρόβολη**
- 6.12 Στέγες**

- 7. Τρόποι αντιμετώπισης βλαβών- Επισκευές**
- 7.1 Γενικές αρχές ανασχεδιασμού**
- 7.2 Σύνταξη μελέτης επεμβάσεων**
- 7.3 Συντήρηση**
- 7.4 Κριτήρια και αρχές επεμβάσεων**
- 7.5 Τεχνικές επεμβάσεων μέσης στάθμης**
- 7.6 Τεχνικές επεμβάσεων υψηλής στάθμης**
- 7.7 Ενίσχυση θεμελίωσης**

- **Επίλογος**

- 8. Συμπεράσματα**

- 9. Επίλυση παραδοσιακού κτιρίου με την μέθοδο των πεσσών και παρουσίαση αρχιτεκτονικών σχεδίων με την χρήση ηλεκτρονικού προγράμματος Autocad**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια της αποφοίτησης μας από το τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων και έχοντας παρακολουθήσει με επιτυχία τα θεωρητικά και πρακτικά μαθήματα, συντάξαμε την πτυχιακή εργασία με θέμα **«Αποτίμηση και ανασχεδιασμός παραδοσιακών κτιρίων έναντι σεισμικών δράσεων»** που έχει ως σκοπό την ανάλυση των παραδοσιακών κτιρίων με τις γνώσεις που έχουμε αποκομίσει έως τώρα από την σχολή και από την έρευνα που έχουμε πραγματοποιήσει (βιβλία, μελέτες).

Η ενασχόληση μας με αυτό το θέμα προέκυψε λόγω της επιθυμίας μας , ζώντας σε μια από τις πιο σεισμογενείς χώρες ,την Ελλάδα να μάθουμε περισσότερα πράγματα για την εφαρμογή των αντισεισμικών κατασκευών.

Ευχαριστούμε ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Μεταξά για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια του.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε και τους υπόλοιπους καθηγητές μας για τις γνώσεις μας δώσανε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ελλάδα είναι μια χώρα αμιγώς ιστορική, κύριο χαρακτηριστικό της είναι ο πλούτος της σε ιστορικά μνημεία τα οποία εμείς οφείλουμε να τα προστατέψουμε και να τα διατηρήσουμε.

Στην πτυχιακή μας εργασία ασχοληθήκαμε με τα γενικά χαρακτηριστικά του σεισμού για να γνωρίσουμε καλύτερα την αιτία που δημιουργεί τις καταστροφές στα παραδοσιακά κτίρια .

Έπειτα μελετήσαμε ενδεικτικά τους τρόπους δόμησης σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, σε παραθαλάσσια και ορεινά μέρη και πιο συγκεκριμένα αναφερθήκαμε στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Θάσου, της Σαντορίνης, της Λευκάδας και των Ζαγοροχωρίων.

Στα παραδοσιακά κτίρια με φέροντα τοιχοποιία ασχοληθήκαμε με τα υλικά κατασκευής τους, την μηχανική της τοιχοποιίας τους, τους τύπους πατωμάτων και στεγών τους.

Έπειτα αναλύσαμε τις τυπικές βλάβες που δημιουργούνται στα παραδοσιακά κτίρια μετά από σεισμική δράση, τόσο στον φέροντα οργανισμό σε κατασκευές που είναι φτιαγμένες από τοιχοποιία, όσο και σε επιμέρους κομμάτια τους όπως δάπεδα, ανώφλια και στέγες.

Επίσης αναφερθήκαμε στις γενικές αρχές ανασχεδιασμού τους τρόπους αντιμετώπισης των βλαβών, τα κριτήρια και τις αρχές επεμβάσεων και συντήρησης τους.

Τέλος μετά το πέρας της εργασίας μας και αφού μελετήσαμε την συμπεριφορά ενός κτιρίου από τοιχοποιία έχοντας υποστεί σεισμική δράση οδηγηθήκαμε σε κάποια συμπεράσματα και κάναμε επίλυση ενός παραδοσιακού κτιρίου από τοιχοποιία με την **μέθοδο των πεσσών** και την αποτύπωση των αρχιτεκτονικών σχεδίων του με την χρήση του ηλεκτρονικού προγράμματος **Autocad**.

1.ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΕΙΣΜΟΥ

Από αρχαιοτάτων χρόνων οι άνθρωποι θεοποίησαν την δύναμη του σεισμού. Ο Εγκέλαδος κατέστρεψε πόλης, βασιλεία και πολιτισμούς. Στην σύγχρονη ιστορία έχουμε πολλά παραδείγματα βιβλικών καταστροφών. Οι επιστήμονες σήμερα εργάζονται στην κατεύθυνση της πρόβλεψης των σεισμών, χαρτογράφησης σεισμογενών περιοχών και στον πειραματισμό των αντισεισμικών κατασκευών.

Ο σεισμός είναι **φαινόμενο** το οποίο εκδηλώνεται συνήθως χωρίς σαφή προειδοποίηση, δεν μπορεί να αποτραπεί και παρά τη μικρή χρονική διάρκεια του, μπορεί να προκαλέσει μεγάλες υλικές ζημιές στις ανθρώπινες υποδομές με επακόλουθα σοβαρούς τραυματισμούς και απώλειες ανθρώπινων ζώων.

Η αναγκαιότητα σύγκρισης ενός σεισμού με κάποιο άλλο σεισμικό συμβάν σε άλλο τόπο και χρόνο, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του σαν φυσικό φαινόμενο και τα αποτελέσματά του στη λειτουργία μιας οργανωμένης κοινωνίας, επέβαλλε την υιοθέτηση δύο διαφορετικών φυσικών ποσοτήτων, του **μεγέθους** και της **έντασης** αντίστοιχα.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός σεισμού είναι το μέγεθος, το σημείο (επίκεντρο) και ο χρόνος εκδήλωσης του, καθώς ο βαθμός που έγινε αισθητός σε τοπικό επίπεδο. Η ένταση ενός σεισμού εκφράζεται με εμπειρικό τρόπο είτε σε βαθμούς της αναθεωρημένης **κλίμακας Mercalli** (MM) ή σε βαθμούς της **κλίμακας Mercalli-Sieberg** (MKS) και είναι η φυσική ποσότητα που δίνει το μέτρο των αποτελεσμάτων ενός σεισμού στους ανθρώπους και στις ανθρώπινες κατασκευές.

Κάθε σεισμός έχει τη δική του ταυτότητα που τη προσδιορίζουν φυσικά χαρακτηριστικά, επαγόμενα φαινόμενα και επιπτώσεις. Υπάρχουν πολλές κλίμακες και διάφορα σεισμικά μεγέθη **M**. Έχουμε δε διαπιστώσει ότι κάθε κέντρο (σεισμολογικό ινστιτούτο) για τον ίδιο σεισμό ανακοινώνει διαφορετικό μέγεθος. Γιατί όμως ανακοινώνεται κάθε φορά διαφορετικό μέγεθος;{

* Πηγή από τα βιβλία Αντισεισμική προστασία κατασκευών του Hugo Bachmann εκδόσεων Μ. Γκιούρδα και Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα των Γ.Γ Πενέλη και Α.Ι Κάπου εκδόσεων Ζήτη και από την ιστοσελίδα www.wikipedia.gr

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι να μετρηθούν οι διαφορετικές όψεις ενός σεισμού. Το μέγεθος M είναι το πιο κοινό μέτρο ενός σεισμού. Επειδή είναι μέτρο του μεγέθους της πηγής του σεισμού, είναι ο ίδιος αριθμός οπουδήποτε και να είμαστε, όπως και να τον αισθανθούμε. Η κλίμακα Richter μετρά τη μεγαλύτερη διαταραχή-κίνηση στην καταγραφή, αλλά υπάρχουν κι άλλες κλίμακες μεγέθους που μετρούν διαφορετικά μέρη του σεισμού.

Τα μεγέθη που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση ενός σεισμού είναι τα παρακάτω:

ML Είναι το τοπικό μέγεθος (Magnitude Local: τοπικό μέγεθος που παρουσιάστηκε από τον Charles Richter το 1935). Η κλίμακα Richter είναι ένας μαθηματικός τύπος. Το μέγεθος ενός σεισμού καθορίζεται από το λογάριθμο του πλάτους των κυμάτων που καταγράφονται από τους σειсмоγράφους σε μια ορισμένη περίοδο. Το ML είναι αξιόπιστο, όταν υπολογίζεται από σειсмоγράφους που δεν απέχουν περισσότερο από 600 χιλιόμετρα από το επίκεντρο του σεισμού. Ισχύει μόνο για ορισμένη συχνότητα σεισμικών κυμάτων και για ορισμένη απόσταση από το επίκεντρο. Έτσι, για διαφορετικές αποστάσεις από το επίκεντρο του σεισμού οι σεισμολόγοι βασίζονται σε διαφορετικά σεισμικά κύματα για τους υπολογισμούς τους.

Ms Είναι το μέγεθος που λαμβάνεται από τη μέτρηση των κυμάτων επιφανείας. Να σημειώσουμε ότι το Ms είναι μεγαλύτερο από το ML. Για παράδειγμα, αν το μέγεθος ενός σεισμού μετρήθηκε σαν 5 βαθμοί της κλίμακας Ρίχτερ (ML), μπορεί να μετρηθεί και ως 5.5 Ms. Το Ms είναι αξιόπιστο για επιφανειακούς (< 50 km βάθος) σεισμούς και για μεγάλες αποστάσεις από το επίκεντρο.

Χρησιμοποιείται στην Ελλάδα και προτάθηκε από τον Παπαζάχο.

Η ενέργεια που εκλύεται δίνεται σε erg από τον τύπο :

$$\log E = 12,24 + 1,40 M_s$$

MB Είναι μια επέκταση της κλίμακας Richter και έτσι εκμεταλλευόμαστε καλύτερα το δίκτυο των σειсмоγράφων. Είναι το μέγεθος που λαμβάνεται από τη μέτρηση των πρωτεύοντων P κυμάτων (Compressional Body Wave Magnitude). Είναι αξιόπιστο μέγεθος σεισμών με μεγαλύτερα εστιακά βάθη και για μεγάλες αποστάσεις από το επίκεντρο.*

* Πηγή από τα βιβλία Αντισεισμική προστασία κατασκευών του Hugo Bachmann εκδόσεων M. Γκιούρδα και Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα των Γ.Γ Πενέλη και Α.Ι Κάπου εκδόσεων Ζήτη και από την ιστοσελίδα www.wikipedia.gr

Mw Όλα τα προηγούμενα μεγέθη βγαίνουν από τύπους που περιέχουν ένα συγκεκριμένο πλάτος ταλάντωσης ενός σεισμικού κύματος σε κάποια χρονική στιγμή.

Το Mw, το οποίο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μεγάλων σεισμών, υπολογίζεται από ένα πολύπλοκο τύπο και είναι πολύ αξιόπιστο. Md Είναι η κλίμακα μεγέθους διάρκειας. Mo Η κλίμακα μεγέθους σεισμικής ροπής, που θεωρείται η πιο ακριβής. Προτάθηκε το 1979 και δεν εξαρτάται από την περίοδο των σεισμικών κυμάτων αλλά στη μέτρηση της σεισμικής ροπής. Me (Choy and Boatwright 1995), το οποίο εκφράζει το δυναμικό καταστροφικότητας ενός σεισμού και χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση εκλυόμενης σεισμικής ενέργειας μεγάλων συμβάντων.

Το αναμενόμενο τελικό αποτέλεσμα της σεισμικής κίνησης σε μια περιοχή (θάνατοι, υλικές ζημιές κλπ) και η αναγκαιότητα σύγκρισής του με εκείνο σε μια άλλη περιοχή οδήγησε τους επιστήμονες στην υιοθέτηση μιας ποσότητας που ονομάζεται **σεισμικός κίνδυνος**.

Ο σεισμικός κίνδυνος εξαρτάται από τη σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής και από τη τρωτότητα των τεχνικών κατασκευών που βρίσκονται στη περιοχή. Η σεισμική επικινδυνότητα μιας περιοχής εκφράζεται με μία ποσότητα το μέτρο της οποίας είναι η αναμενόμενη ένταση της σεισμικής κίνησης στη περιοχή αυτή, ενώ η τρωτότητα των τεχνικών κατασκευών εκφράζεται με το μέτρο των ιδιοτήτων των κατασκευών (π.χ ποιότητα κατασκευής, ιδιοπερίοδο, τοπικές γεωτεχνικές συνθήκες κλπ).

Οι σεισμοί κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- τους **εγκατακρημισιγενείς** είναι οι σεισμοί που πραγματοποιούνται από την πτώση μεγάλων πετρωμάτων πάνω στη Γη λόγω βαρύτητας. Τα πετρώματα αυτά είναι συνήθως οροφές διαφόρων σπηλαίων που πέφτουν και τους προκαλούν. Οι σεισμοί αυτοί έχουν μικρό μέγεθος και διαρκούν τόσο χρονικό διάστημα όσο απαιτείται για την πτώση των πετρωμάτων. Επιπλέον είναι τοπικοί σεισμοί και καλύπτουν το 3% περίπου των σεισμών που πραγματοποιούνται πάνω στη Γη.*

* Πηγή από τα βιβλία Αντισεισμική προστασία κατασκευών του Hugo Bachmann εκδόσεων Μ. Γκιούρδα και Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα των Γ.Γ Πενέλη και Α.Ι Κάπου εκδόσεων Ζήτη και από την ιστοσελίδα www.wikipedia.gr

- τους **ηφαιστειογενείς** σεισμούς που προηγούνται των ηφαιστειακών εκρήξεων ή και τις συνοδεύουν. Η αιτία που τους προκαλεί πιστεύεται ότι είναι η απελευθέρωση των αερίων του μάγματος το οποίο τροφοδοτεί τα ηφαίστεια μέσα από τους πόρους ή τις ρωγμές που φτάνουν έως και την επιφάνεια της Γης. Οι ηφαιστειογενείς σεισμοί είναι και αυτοί κυρίως μικροί σεισμοί οι οποίοι έχουν την εστία τους σε μεγάλη απόσταση από το ηφαίστειο αλλά με την πάροδο του χρόνου πλησιάζει συνέχεια προς αυτό με όλο και μικρότερο βάθος, ενώ ταυτόχρονα γίνονται συχνότεροι. Το μέγεθός τους γενικά εξαρτάται από την αντίσταση που συναντάει το μάγμα κατά την ανύψωσή του προς την επιφάνεια της Γης. Οι ηφαιστειογενείς σεισμοί καλύπτουν το 7% περίπου του συνολικού αριθμού των σεισμών που πραγματοποιούνται στον πλανήτη μας.
- τους **τεκτονικούς** που είναι και η μεγαλύτερη κατηγορία των σεισμικών δονήσεων. Οι σεισμοί αυτοί έχουν συνήθως μεγάλο μέγεθος και η εστία τους μπορεί να βρίσκεται σε βάθος 700 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της Γης. Είναι οι μεγάλοι σεισμοί που πραγματοποιούνται στον πλανήτη μας. Καλύπτουν περίπου το 90% των σεισμικών δονήσεων σε ολόκληρο τον κόσμο. **Στην χώρα μας το 90% των σεισμών είναι τεκτονικοί.**

Η χωρική κατανομή των σεισμικών εστιών καθορίζεται από το παγκόσμιο σύστημα ζωνών διάρρηξης, όπου παρατηρούνται και άλλα γεωδυναμικά φαινόμενα (ηφαιστειακή δράση, ορογένεση, κλπ.). Οι ιδιότητες του συστήματος αυτού, μεταξύ των οποίων είναι η χωρική κατανομή των σεισμών, ερμηνεύονται με τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών. Οι σεισμοί παρουσιάζουν και χρονική κατανομή (σεισμικός κύκλος, κλπ.). Η θεωρία του χάους, που έχει πρόσφατα αναπτυχθεί, δίνει ικανοποιητική ερμηνεία τόσο στη χωροχρονική κατανομή των σεισμών όσο και στη φυσική διαδικασία γένεσής τους στο σεισμογόνο ρήγμα.

Η **λιθόσφαιρα** είναι ένα δύσκαμπτο επιφανειακό στρώμα, πάχους 80 km περίπου που καλύπτει όλη τη Γη. Η λιθόσφαιρα δεν είναι συνεχής, αλλά χωρίζεται από τα δύο παγκόσμια συστήματα

* Πηγή από τα βιβλία Αντισεισμική προστασία κατασκευών του Hugo Bachmann εκδόσεων Μ. Γκιούρδα και Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα των Γ.Γ Πενέλη και Α.Ι Κάπου εκδόσεων Ζήτη και από την ιστοσελίδα www.wikipedia.gr

ζωνών διάρρηξης σε ορισμένο αριθμό **λιθοσφαιρικών πλακών**, που πραγματοποιούν σχετικές μεταξύ τους κινήσεις.

Οι λιθοσφαιρικές πλάκες **δημιουργούνται στις μεσο-ωκεάνιες ράχες** από υλικό που βγαίνει από το εσωτερικό της Γης και απομακρύνονται από αυτές με σχετικές ολισθήσεις πάνω στα ρήγματα μετασχηματισμού και τελικά **καταστρέφονται στο ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης** (νησιωτικά τόξα, ωκεάνιες τάφροι, κλπ.) με πλάγια κατάδυση αυτών μέσα στην ασθενόσφαιρα που βρίσκεται κάτω από τη λιθόσφαιρα. Συνεπώς, οι λιθοσφαιρικές πλάκες αποκλίνουν στις μεσο-ωκεάνιες ράχες και συγκλίνουν στο ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης. Κατά την κίνησή τους οι λιθοσφαιρικές πλάκες παραμορφώνονται στις παρυφές τους.

Οι οριζόντιες κινήσεις των **λιθοσφαιρικών πλακών** είναι βασικά υπεύθυνες για το σύνολο σχεδόν των γεωδυναμικών φαινομένων και συνεπώς και των σεισμών. Η μετάθεση των ηπείρων και η γένεση των ωκεάνιων τάφρων, που παλιότερα θεωρούνταν ως πιθανά αίτια γένεσης των σεισμών, θεωρούνται σήμερα ως συνέπεια της σχετικής κίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών.

Εκτός από τους κύριους σεισμούς, των οποίων η χρονική μεταβολή εκτιμάται με τις μεθόδους που αναφέρθηκαν παραπάνω, γεννιούνται στη Γη και άλλοι μικρότεροι αλλά πολυπληθέστεροι σεισμοί των οποίων η χρονική μεταβολή δεν μπορεί να εκτιμηθεί με αυτές τις μεθόδους.

Οι **μικροσεισμοί** ($M < 3.0$) εμφανίζονται βραχυπρόθεσμα υπό μορφή σμηνοσεισμών σε ορισμένες περιοχές (ηφαιστειακές, κλπ.). Γενικά, όμως, και μακροπρόθεσμα η συχνότητά τους σε μια περιοχή δε μεταβάλλεται με το χρόνο. Αυτό αποδίδεται στο ότι οι μικροί αυτοί σεισμοί είναι αποτέλεσμα του σταθερού υπολείμματος μικρών τεκτονικών τάσεων που παραμένουν στο φλοιό της Γης και δεν επηρεάζονται από τη γένεση των ισχυρών και ενδιαμέσου μεγέθους σεισμών. *

Οι **συνοδοί σεισμοί** είναι ενδιαμέσου μεγέθους σεισμοί οι οποίοι σχετίζονται με αντίστοιχους κύριους σεισμούς και, όσον αφορά στη χωροχρονική μεταβολή τους, διακρίνονται σε:

- Σε επιταχυνόμενους προτεροσεισμούς,

* Πηγή από τα βιβλία Αντισεισμική προστασία κατασκευών του Hugo Bachmann εκδόσεων Μ. Γκιούρδα και Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα των Γ.Γ Πενέλη και Α.Ι Κάπου εκδόσεων Ζήτη και από την ιστοσελίδα www.wikipedia.gr

- Σε επιβραδυνόμενους προτερσεισμούς,
- σε προσεισμούς,
- σε μετασεισμούς,
- σε υστεροσεισμούς.

Η χρονική μεταβολή των συνοδών σεισμών μελετάται μόνο στατιστικώς αλλά, επειδή η μεταβολή αυτή δεν είναι τυχαία, κατά τη μελέτη αυτή γίνεται χρήση στατιστικών μεθόδων με μνήμη. Η Ελλάδα κατέχει την πρώτη θέση στην Ευρώπη από πλευράς σεισμικότητας και την τρίτη παγκοσμίως. Η γεωγραφική της θέση συμπίπτει με περιοχή του πλανήτη μας όπου λαμβάνουν χώρα μεγάλα γεωτεκτονικά φαινόμενα όπως η σύγκλιση της Αφρικανικής με την Ευρω-ασιατική λιθοσφαιρική πλάκα με αποτέλεσμα τη μεγάλη σεισμικότητα που παρατηρείται στη περιοχή αυτή.

Η Ελλάδα είναι μια χώρα αμιγώς ιστορική, κύριο χαρακτηριστικό της οποίας είναι ο πλούτος της σε ιστορικά μνημεία, τα οποία χρήζουν προστασία και διατήρησης. Με τον όρο όμως ιστορικά μνημεία εννοούμε κάθε κατασκευή ιδιαίτερα σημαντική λόγω του ιστορικού, αρχαιολογικού, κοινωνικού προφίλ της. Κάθε κτίριο δηλαδή που έχει συνδεθεί με ένα ιστορικό πρόσωπο ή γεγονός ή αποτελεί χαρακτηριστικό δείγμα λαϊκής αρχιτεκτονικής καθώς επίσης και κτίρια που δίδουν πληροφορίες για τον τρόπο ζωής του παρελθόντος.

Η ανάγκη διατήρησης των παραπάνω κρίνεται επιτακτική αν θέλουμε να προστατεύσουμε την πολιτιστική μας κληρονομιά αλλά και να την κληροδοτήσουμε ως παρακαταθήκη στις επόμενες γενιές.

Η ασφάλεια των κτιρίων και γενικότερα των κατασκευών, αποτελεί αναμφισβήτητα τον κύριο και καθοριστικό παράγοντα για την προστασία της ζωής και της περιουσίας των πολιτών σε περίπτωση σεισμού.*

Ενώ η μελέτη και η κατασκευή των νέων κτιρίων, καθώς και τα υλικά των νέων κατασκευών, καλύπτονται από πλήθος κανονισμών και προδιαγραφών, δεν συμβαίνει το ίδιο με τις υπάρχουσες κατασκευές. Πράγματι, το σημερινό(μη ικανοποιητικό)

* Πηγή από τα βιβλία Αντισεισμική προστασία κατασκευών του Hugo Bachmann εκδόσεων Μ. Γκιούρδα και Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα των Γ.Γ Πενέλη και Α.Ι Κάπου εκδόσεων Ζήτη και από την ιστοσελίδα www.wikipedia.gr

επίπεδο των γνώσεων σε θέματα προσεισμικών και μετασεισμικών επεμβάσεων, αλλά και το πλήθος και το πολύπλοκο των προβλημάτων που σχετίζονται με τα θέματα των επεμβάσεων, καθιστούν δυσχερή τη ρύθμισή τους μέσω ενός κανονιστικού κειμένου.

Αναφέρονται μερικά μόνο από τα ερωτήματα στα οποία καλείται να απαντήσει ο Μηχανικός Μελετητής των επεμβάσεων σε μία υφιστάμενη κατασκευή: Αποτίμηση της απομένουσας φέρουσας ικανότητας μίας υφιστάμενης κατασκευής (με ή χωρίς βλάβες), στάθμη φέρουσας ικανότητας η οποία θα πρέπει να εξασφαλίζεται στο δόμημα μετά από τις επεμβάσεις, υπολογισμός των δυσκαμψιών των επί μέρους δομικών στοιχείων μετά από την εκδήλωση βλαβών και μετά από την επέμβαση, υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας μίας διατομής / ενός στοιχείου μετά από την επέμβαση, βαθμός μονολιθικότητας, μεταφορά δυνάμεων σε επιφάνειες παλιών και νέων υλικών, χειρισμός των πρόσθετων υλικών / μεθόδων επεμβάσεως / προσομοιωμάτων σχεδιασμού από απόψεως αξιοπιστίας - επί μέρους συντελεστές ασφαλείας κλπ.¹

Για την αντιμετώπιση αυτού του περίπλοκου τεχνικού προβλήματος, ο Έλληνας Μηχανικός διαθέτει (πέραν της γενικής του κατάρτισης, η οποία όμως είναι προσανατολισμένη προς τις νέες κατασκευές) οδηγίες και κείμενα όπως είναι αυτές οι συστάσεις.

Αυτά τα κείμενα περιέχουν πολύτιμες πληροφορίες, κυρίως για συνήθεις μεθόδους επεμβάσεων, με σκοπό την κατά το δυνατόν συστηματική αντιμετώπιση ενός τεχνικού προβλήματος εξαιρετικά σημαντικού για τη δημόσια ασφάλεια, αλλά και με μεγάλες συνέπειες κοινωνικού, οικονομικού και νομικού χαρακτήρα.*

* Πηγή από τα βιβλία Αντισεισμική προστασία κατασκευών του Hugo Bachmann εκδόσεων Μ. Γκιούρδα και Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα των Γ.Γ Πενέλη και Α.Ι Κάπου εκδόσεων Ζήτη και από την ιστοσελίδα www.wikipedia.gr

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΕ ΣΕΙΣΜΟΓΕΝΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Η χρήση κάθε δομικού υλικού πρέπει να γίνεται μέσα στα όρια των δυνατοτήτων του και να μην υπάρχει η απαίτηση να επιδείξει δυνατότητες που δεν διαθέτει. Είναι γνωστό ότι τα κτίρια από τοιχοποιία παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή υπό την επίδραση των σεισμικών δυνάμεων σε σχέση με κτίρια που χρησιμοποιήθηκαν υλικά όπως ο χάλυβας και το σκυρόδεμα, τα κτίρια από τοιχοποιία σε παρατηρήσεις που έγιναν απέδειξαν ότι, όσα είχαν σωστή μόρφωση επέδειξαν ικανοποιητική αντισεισμική συμπεριφορά. Η ικανοποιητική συμπεριφορά τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι είναι δυνατόν να βελτιωθεί η αντίσταση στο σεισμό αν ληφθούν υπόψη απλές αρχές αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και μόρφωση ενώ παράλληλα πληρούνται οι απαιτήσεις για ποιότητα των υλικών και την κατασκευή.

Οι βασικές αρχές που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πάντοτε κατά τον σχεδιασμό μιας αντισεισμικής κατασκευής από τοιχοποιία είναι:

- Δομική απλότητα και κανονικότητα, δηλαδή ομοιομορφία και συμμετρία.
- Στιβαρότητα.
- Διαφραγματική λειτουργία των δαπέδων.
- Επαρκής θεμελίωση.

2.1 Συμμετρία και απλότητα κάτοψης

Αν κατασκευή είναι απλή και κανονική, τα φορτία βαρύτητας και τα σεισμικά μεταφέρονται με σαφή και αδιατάρακτο τρόπο από στοιχείο σε στοιχείο, οπότε σε περίπτωση σεισμού, η σεισμική ενέργεια διαχέεται σε κάτοψη και καθ' ύψος της κατασκευής, χωρίς να συσσωρεύεται σε ανομοιομορφίες της κατασκευής αποφεύγοντας τις βαριές βλάβες και την κατάρρευση. Η συμμετρία της κάτοψης είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόκριση της κατασκευής στο σεισμό. * Στα ασύμμετρα κτίρια έχει παρατηρηθεί ότι οι βλάβες συγκεντρώνονται στα ασύμμετρα μέρη της κατασκευής, όπως σε

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα , «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

τοίχους και γωνίες εσοχών ή σε τοίχωμα πολύ μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα. Επίσης η ασυμμετρία φερόντων τοίχων μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες στροφές με αναπάντεχη συνέπεια την αστοχία των πιο τρωτών περιοχών.

Για αυτούς τους λόγους επιδιώκουμε την συμμετρία του κτιρίου τόσο σε κάτοψη όσο και καθ' ύψος.

Η απλότητα της κάτοψης μας βοηθάει στην δημιουργία μίας ρεαλιστικής προσομοίωσης και ανάλυσης του φορέα της κατασκευής. Είναι επιθυμητό, οι κατόψεις να είναι τετραγωνικές ή άπλες ορθογωνικές, διότι έχει αποδειχτεί καλύτερη η συμπεριφορά των κτιρίων αυτών υπό σεισμικές δυνάμεις. Στις ορθογωνικές κατόψεις ο λόγος της μεγάλης προς τη μικρή διάσταση είναι καλό να μην υπερβαίνει το 3,5 και αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε τα επιμήκη κτίρια πρέπει να διασπώνται με αρμούς σε μικρότερα κτίρια ώστε να ικανοποιηθεί αυτός ο περιορισμός. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται οι δυσμενείς επιδράσεις από θερμοκρασιακές μεταβολές αλλά και οι πιθανότητες να συμβούν διαφορικές καθιζήσεις λόγω διαφορετικών συνθηκών στο έδαφος.

Το ελάχιστο πάχος των φερόντων τοίχων θα προκύψει από τον έλεγχο σε διάτμηση ή θλίψη, σε σεισμογενείς περιοχές δεν μπορεί να είναι μικρότερο από κάποιες ελάχιστες τιμές, οι οποίες εξαρτώνται από το υλικό και το είδος της τοιχοποιίας. Το ελάχιστο πάχος των τοίχων οπλισμένης ή διαζωματικής τοιχοποιίας από οπτοπλίνθους πρέπει να είναι 24εκ και της απλής 30 εκ. Η λυγηρότητα του τοίχου πρέπει να εκπληρεί τη συνθήκη $h_{ef} / t \leq 15$ για τεχνητά λιθοσώματα και $h_{ef} / t \leq 9$ για φυσικούς λίθους, με h_{ef} και t το ενεργό ύψος και το πάχος του τοίχου αντίστοιχα. Όπως προέκυψε από τα πειράματα σεισμικής τράπεζας, η λυγηρότητα έχει σημαντικό ρόλο σε σεισμούς ακόμα και σε πολύ χαμηλή αντοχή σε κτίρια από ωμόπλινθους.*

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

Πινακάς 1: Σεισμική συμπεριφορά τοίχων από ωμοπλιθοδομή.

Σχετικό πάχος τοίχου	Λυγηρότητα H_w / t_w	Βλάβες
Πολύ παχύς	<4	Πρακτικά ανεπηρέαστος
Παχύς	4-6	Σπάνια ανατροπή
Μέσος	6-9	Αυξημένη σταθερότητα αλλά ευπαθής σε ισχυρή σεισμική διέγερση
Λεπτός	9-12	Μάλλον ασταθής
Πολύ λεπτός	>12	

Η σεισμική εδαφική κίνηση είναι τρισδιάστατο φαινόμενο και δεν είναι γνωστό ποια θα είναι η κύρια διεύθυνση της κατά τη διάρκεια ενός σεισμού γι' αυτό το λόγο σε σειсмоγενείς περιοχές τα στοιχεία της κατασκευής που θα παραλάβουν τις σεισμικές δυνάμεις πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να αντέχουν τη σεισμική διέγερση και στις δύο διευθύνσεις του κτηρίου. Φυσικά η παράβλεψη επαρκών φερόντων τοίχων της κατασκευής και στις δύο διευθύνσεις ενός κτηρίου είναι σοβαρές.

Η συμμετρική κατανομή των φερόντων στοιχείων στην κάτοψη ενός κτηρίου θα εμποδίσει πιθανή στρεπτική ταλάντωση, η οποία προκαλεί απρόβλεπτη συμπεριφορά της κατασκευής όταν προκαλείται ισχυρή σεισμική εδαφική κίνηση. Για τον λόγο αυτόν οι εσοχές και οι προεξοχές πρέπει να περιορίζονται. Η συνολική διάσταση των προεξοχών ή εσοχών σε μια διεύθυνση δεν πρέπει να υπερβαίνει το 25% της συνολικής διάστασης του κτηρίου στην αντίστοιχη διεύθυνση.

Σε κατασκευές από τοιχοποιία η καλής σύνδεσης των τοίχων και της δράσης των οριζόντιων διαφραγμάτων των δαπέδων είναι πολύ σημαντική. Πρέπει όμως να εξασφαλίζεται και ένα επαρκές σύστημα θεμελίωσης που να μεταφέρει τα οριακά σεισμικά φορτία της κατασκευής στο έδαφος θεμελίωσης. Αν η θεμελίωση αστοχήσει πριν επιτευχθεί η οριακή αντοχή της κατασκευής, το κτήριο είναι εκτεθειμένο σε σοβαρό κίνδυνο ανατροπής.*

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

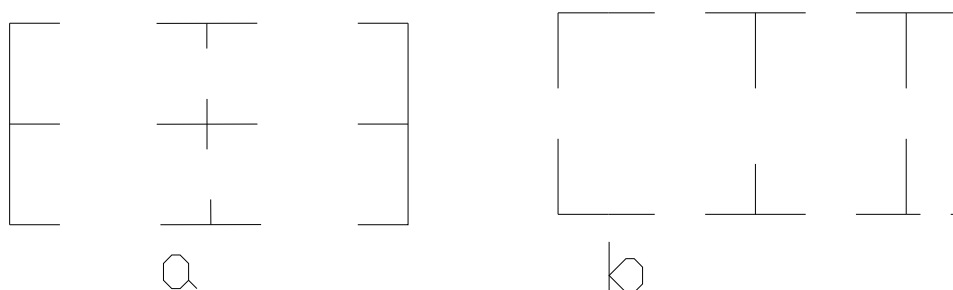
2.2 Μόρφωση του κτηρίου- Στιβαρότητα

Η τοιχοποιία είναι ένα ιδιαίτερο δομικό υλικό εξαιτίας των μηχανικών ιδιοτήτων του απαιτεί ειδική κατασκευαστική μόρφωση ακόμη και αν πρόκειται να φέρει μόνο κατακόρυφα φορτία. Οι βασικοί κανόνες δόμησης των κατασκευών από τοιχοποιία βασίζονται στην παράδοση και στην πείρα με αποτέλεσμα τα ¹ παραδοσιακά δομικά συστήματα να είναι απλά και κανονικά, αποτελούμενα από φέροντες και διασταυρούμενους τοίχους, οι οποίοι δεν αλλάζουν τη θέση και το σχήμα τους καθ' ύψος του κτηρίου και είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι και στις δύο διευθύνσεις του.

Η απλότητα και η κανονικότητα ενός κτηρίου δε βελτιώνει μόνο την αναμενόμενη δομική συμπεριφορά του αλλά και απλούστευση τους μεθόδους του αντισεισμικού ελέγχου.

Τα γενικά κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη δομική κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος είναι:

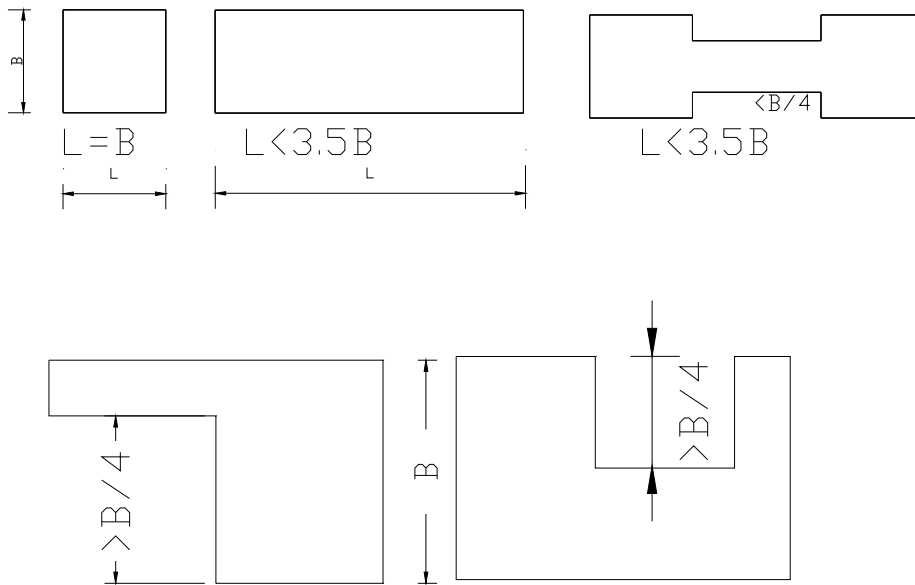
Το κτήριο πρέπει να είναι περίπου συμμετρικό όσο αφορά την πλευρική δυσκαμψία και την κατανομή της μάζας και στους δύο άξονες. Πρέπει να υπάρχει ικανός αριθμός φερόντων τοίχων, με περίπου την ίδια διατομή και δυσκαμψία σε κάθε διεύθυνση του κτηρίου.



Σχήμα 1. Κατανομή τοιχωμάτων σε κάτοψη, (α) συμμετρική και ομοιόμορφη και στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις, (β) συμμετρική αλλά όχι ομοιόμορφη στις δύο διευθύνσεις.

Η μόρφωση της κάτοψης να είναι απλή. Τα απλά τετράγωνα ή ορθογωνικά κτήρια όταν υπόκεινται σε σεισμικές δράσεις συμπεριφέρονται καλύτερα από εκείνα με πολλές προεξοχές.*

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

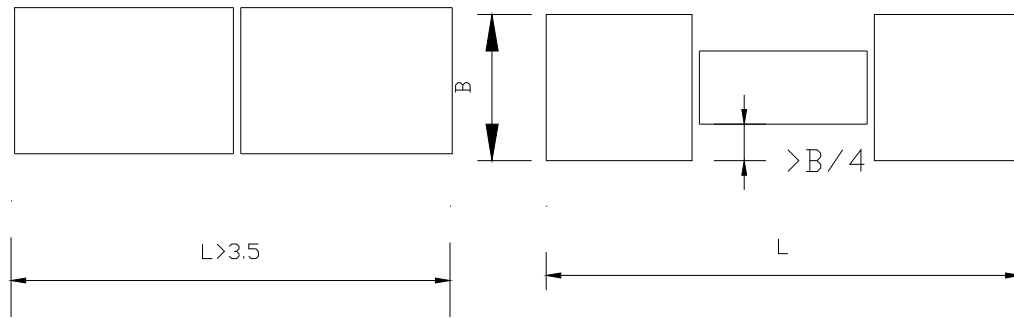


Σχήμα 2.(α) επιθυμητές και (β) μη επιθυμητές μορφές κατόψεων

Για την αποφυγή των στρεπτικών δράσεων, που είναι αποτέλεσμα των διαφορών της εδαφικής κίνησης στην περίπτωση των επιμηκών κτηρίων, είναι επιθυμητό να περιορίζεται το μήκος κάθε τμήματος του κτηρίου σε τέσσερις φορές το πλάτος του. Αν δεν μπορεί να αποφευχθεί και πρέπει να κατασκευαστεί ένα επίμηκες κτήριο, τότε πρέπει να διαιρείται σε ξεχωριστά τμήματα με κατάλληλο διαχωρισμό.

Μπορεί να απαιτηθεί διαχωρισμός των κτηρίων που διαθέτουν σύνθετο σχήμα (L, T, U ή σταυροειδές σχήμα κάτοψης) σε διαφορετικά τμήματα, ώστε να επιτευχθεί με αυτόν τον τρόπο η συμμετρία και η κανονικότητα του κάθε ξεχωριστού τμήματος. Για να εμποδίζονται τα φαινόμενα πρόσκρουσης μεταξύ γειτονικών τμημάτων πρέπει να εξασφαλίζεται σαφής διαχωρισμός των ξεχωριστών τμημάτων. Το εύρος του διαχωριστικού αρμού να είναι το λιγότερο 30 χιλ., όταν το ύψος του κτηρίου υπερβαίνει τα 9,0μ, θα πρέπει να προστίθενται 10χιλ. για κάθε όροφο(ή 3,0μ).*

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.



Σχήμα 3. Διαχωρισμός ασύμμετρων κατόψεων σε συμμετρικές.

- Το κτήριο πρέπει να είναι κανονικό και σε τομή. Πρέπει να αποφεύγονται, οι συγκεντρώσεις μαζών στους ανώτερους ορόφους.
- Μικτά δομικά συστήματα, όπως ο συνδυασμός φερόντων τοίχων σε έναν όροφο και πλαισίων οπλισμένου σκυροδέματος σε γειτονικό όροφο, δεν επιτρέπονται. Μερικές φορές για αρχιτεκτονικούς λόγους απαιτείται στον ίδιο όροφο συνδυασμός υποστυλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα και διατμητικών τοίχων από τοιχοποιία. Σε μια τέτοια περίπτωση, η τοιχοποιία πρέπει να είναι οπλισμένη με κατακόρυφο και οριζόντιο οπλισμό ώστε να βελτιωθεί η πλαστιμότητα και η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας. Τα υποστυλώματα πρέπει να αποτελούν μέρος του πλαισιωτού συστήματος, το οποίο θα συνδέεται με διατμητικούς τοίχους. Γενικά στα μεικτά συστήματα θα πρέπει να γίνεται λεπτομερής ανάλυση για να ελεγχθεί η μεταφορά των σεισμικών φορτίων από το ένα σύστημα στο άλλο και κατά τον σχεδιασμό πρέπει να δίνεται προσοχή στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες ώστε να εξασφαλίζεται ότι η κατασκευή είναι ικανή να αντέξει τις υποτιθέμενες συνέπειες των σεισμικών δράσεων. Μερικές φορές ακόμη και όταν πληρούνται οι απαιτήσεις για δομική κανονικότητα και απλότητα, η ενδεχόμενη σεισμική αντίσταση της κατασκευής δεν είναι πλήρης, εκτός αν πληρούνται και οι απαιτήσεις για την οριζόντια διαφραγματική λειτουργία και την καλή *

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

- σύνδεση των τοίχων. Οι τοίχοι πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους στη στάθμη των δαπέδων γιατί η εκτός επιπέδου ταλάντωση θα προκαλέσει την αποκόλλησή τους κατά μήκος των κρίσιμων αρμών στις γωνίες και στις συμβολές τους.

Για να εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία των δαπέδων, πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής :

1. Κάθε δάπεδο θα πρέπει να βρίσκεται στην ίδια στάθμη. Πρέπει να αποφεύγονται απότομες ανισοσταθμίες.
2. Η δύσκαμπτη συμπεριφορά του οριζοντίου διαφράγματος δεν πρέπει να αναιρείται από την ύπαρξη ασυνεχειών, όπως είναι τα κλιμακοστάσια. Μεγάλα ανοίγματα πρέπει να ενισχύονται με ειδικό σπλισμό ή οριζόντια διαζώματα.
3. Οι τετραέριστες πλάκες προτιμούνται σε σχέση με τις αμφιέριστες, καθώς κατανέμουν τα κατακόρυφα φορτία βαρύτητας πιο ομοιόμορφα στους φέροντες τοίχους.

2.3 Διαστάσεις, ύψος κτηρίου και αριθμός ορόφων

Η βελτίωση της τεχνολογίας, των μεθόδων σχεδιασμού, τα αποτελέσματα πειραματικών και θεωρητικών μεθόδων έχουν μετριάσει τους περιορισμούς στις διαστάσεις, το ύψος των κτηρίων και τον αριθμό των ορόφων.

Με εξαίρεση την άοπλη τοιχοποιία σε σεισμικές περιοχές με $a_g \geq 0.30g$, η οποία δεν επιτρέπει την κατασκευή κτηρίων με περισσότερους από δύο ορόφους, στους EC6 και EC8 δεν υπάρχουν περιορισμοί σχετικοί με τις διαστάσεις και το ύψος των κτηρίων. Σε περίπτωση κτηρίων από περισφιγμένη και σπλισμένη τοιχοποιία, τα οποία πληρούν τις βασικές απαιτήσεις για την ποιότητα των υλικών και της δομικής μορφολογίας, το μέγεθος και ο αριθμός των ορόφων εξαρτάται από τη φέρουσα ικανότητα των υλικών της τοιχοποιίας. Η κατασκευή πρέπει να πληροί τους ελέγχους λειτουργικότητας και οριακής κατάστασης αστοχίας.*

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

Στην περίπτωση ανεπιθύμητων εδαφικών συνθηκών πρέπει να τεθούν επιπλέον περιορισμοί σχετικά με τις μέγιστες διαστάσεις των κτηρίων από τοιχοποιία, εξαρτώμενοι από τα ειδικά εδαφικά χαρακτηριστικά.

Η σεισμική αντοχή των κτηρίων από τοιχοποιία πρέπει να ελέγχεται με υπολογισμούς, έχοντας υπόψη τη διαθέσιμη ποιότητα των υλικών της τοιχοποιίας και την τεχνολογία, συνήσταται το ύψος και ο αριθμός των ορόφων των κτηρίων από τοιχοποιία να μην υπερβαίνει τις τιμές του Πίνακα 2.2. Οι περιορισμοί ισχύουν για τοιχοποιίες από παραδοσιακές οπτόπλινθους ή διάτρητα λιθοσώματα. Η κοίλη οπλισμένη τοιχοποιία εξαιρείται από τους περιορισμούς αυτούς.

Πίνακας 2.2 Συνιστώμενο ύψος κτηρίων H και αριθμός ορόφων n

Εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού a_g		<0.2g	<0.2-0.3g	$\geq 0.3g$
Άοπλη τοιχοποιία	H (m)	12	9	6
	n	4	3	2
Περισφιγμένη τοιχοποιία	H(m)	18	15	12
	n	6	5	4
Οπλισμένη τοιχοποιία	H(m)	24	21	18
	n	8	7	6

2.4 Κατανομή των φερόντων τοίχων

Οι φέροντες τοίχοι ενός κτηρίου από τοιχοποιία πρέπει να είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι σε δύο κάθετες διευθύνσεις, ώστε το κτήριο να επιδείξει καλή συμπεριφορά κατά τη διάρκεια ενός σεισμού. Ο αριθμός και η αντοχή τους πρέπει να επαρκούν ώστε να αντέξουν τα επιβαλλόμενα σεισμικά φορτία. Οι τοίχοι πρέπει να είναι σταθερά συνδεδεμένοι με τα δάπεδα, τα οποία δρώντας σαν οριζόντια διαφράγματα κατανέμουν τις οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις στους τοίχους ανάλογα με τη δυσκαμψία τους. Από το δομικό σύστημα το οποίο παραλαμβάνει τα σεισμικά φορτία, οι τοίχοι ενός κτηρίου από τοιχοποιία μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:*

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

- Φέροντες τοίχοι, οι οποίοι αναλαμβάνουν τα οριζόντια φορτία που δρουν στο κτήριο
- Διαχωριστικοί τοίχοι, οι οποίοι έχουν την αποκλειστική λειτουργία του διαχωρισμού του χώρου του κτηρίου.

Από την άποψη μεταφοράς των κατακόρυφων φορτίων, οι φέροντες τοίχοι μπορούν να υποδιαιρεθούν επιπλέον σε δύο κατηγορίες:

- Φέροντες κατακόρυφα φορτία, οι οποίοι εκτός του ίδιου βάρους τους μεταφέρουν και τα κατακόρυφα φορτία των δαπέδων
- Μη φέροντες κατακόρυφα φορτία, οι οποίοι μεταφέρουν μόνο το ίδιο το βάρος τους.

Έχοντας υπόψη τη σημαντική σημασία των φερόντων τοίχων, συνίσταται αυτοί να έχουν ένα ελάχιστο πάχος 400mm όταν είναι από λίθους και 300mm για άοπλη τοιχοποιία από τεχνητά λιθοσώματα, ενώ το ελάχιστο πάχος για περισφιγμένη και οπλισμένη τοιχοποιία είναι 240mm. Όμως στους κώδικες EC6 και EC8 δεν υπάρχουν περιορισμοί για την ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους.

Για να υπάρχει ικανοποιητική απόδοση των διαφόρων δομικών συστημάτων της τοιχοποιίας, συνίσταται η απόσταση μεταξύ των φερόντων τοίχων να περιορίζεται ανάλογα με το δομικό σύστημα.

Πίνακας 3. Συνιστώμενες μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των φερόντων τοίχων

Εδαφική επιτάχυνση σεισμού a_g	<0.2g	0.2-0.3g	$\geq 0.3g$
Άοπλη τοιχοποιία	10m	8m	6m
Περισφιγμένη τοιχοποιία	15m	12m	8m
Οπλισμένη τοιχοποιία	15m	12m	8m

Αν και οι παραπάνω αποστάσεις χρησιμοποιούνται κατά τον σχεδιασμό του δομικού συστήματος του κτηρίου, πρέπει να ελέγχεται με υπολογισμούς η δομική ευστάθεια. Περιοριστικοί παράγοντες μπορεί να αποτελέσει η ανάληψη των κατακόρυφων φορτίων και η ικανότητα της εκτός επιπέδου κάμψης αυτών των τοίχων. *

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

2.5 Ανοίγματα τοίχων

Το μέγεθος και η θέση των ανοιγμάτων, δηλαδή πόρτες και παράθυρα, έχει σημαντική επίδραση στην αντοχή ενός διατμητικού τοίχου από τοιχοποιία. Όταν οι τοίχοι αυτοί υπόκεινται σε σεισμικά φορτία, στις περιοχές των ανοιγμάτων υπάρχει συγκέντρωση φορτίων, η οποία μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα αναπάντεχη ρηγμάτωση της τοιχοποιίας και την μείωση της αντοχής των στοιχείων σε πλευρικά φορτία. Για να έχουμε καλύτερη συμπεριφορά των κτηρίων από τοιχοποιία σε σεισμούς, πρέπει να ακολουθηθούν οι εξής συστάσεις όσον αφορά τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων:

- Τα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται σε τοίχους που υπόκεινται στο μικρότερο μέγεθος των κατακόρυφων φορτίων.
- Τα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται έξω από περιοχές που επηρεάζονται άμεσα από συγκεντρωμένα φορτία στις στηρίξεις δοκών.
- Σε κάθε όροφο τα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται κατά μήκος της ίδιας κατακόρυφου.
- Για να επιτευχθεί ομοιόμορφη κατανομή αντοχής και δυσκαμψίας στις δύο κάθετες διευθύνσεις, τα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται συμμετρικά στην κάτοψη του κτηρίου.
- Τα ανώφλια των ανοιγμάτων κάθε ορόφου πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.
- Τα ανοίγματα δεν πρέπει να διακόπτουν διαζώματα οπλισμένου σκυροδέματος στις στέψεις των φερόντων τοίχων.

Στα παραπάνω θα μπορούσαμε να προσθέσουμε, ότι το συνολικό μήκος των ανοιγμάτων σε ένα διατμητικό τοίχο δεν πρέπει να υπερβαίνει το μισό του μήκους του τοίχου. Στην περίπτωση κατασκευών από οπτόπλινθους και διάτρητα λιθοσώματα που βρίσκονται σε ζώνες υψηλής σεισμικότητας, η συνολική διατομή των φερόντων τοίχων σε κάθε μία από τις κάθετες διευθύνσεις να μην είναι μικρότερη από 3% της μικτής επιφάνειας του ορόφου. *

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

2.6 Απλά κτήρια

Για τα κτήρια από τοιχοποιία τα οποία είναι σύμφωνα με τις προϋποθέσεις τις σχετικές με την ποιότητα των υλικών της τοιχοποιίας και τους κατασκευαστικούς κανόνες και τους πρόσθετους κατασκευαστικούς περιορισμούς που θέτει ο EC8, δεν είναι απαραίτητος ο έλεγχος ασφαλείας. Αυτά τα κτήρια ονομάζονται «απλά κτήρια».

Τα απλά κτήρια είναι κανονικά κτήρια με σχεδόν ορθογωνική κάτοψη, όπου ο λόγος της μεγάλης προς τη μικρή πλευρά δεν υπερβαίνει το 4 και οι προεξοχές ή εσοχές από το ορθογωνικό σχήμα δεν είναι μεγαλύτερες από το 15% του μήκους της πλευράς της παράλληλης στη διεύθυνση της προεξοχής.

Ο αριθμός των ορόφων επάνω από το έδαφος για τα διάφορα δομικά συστήματα εξαρτάται από τη σεισμικότητα της περιοχής και περιορίζεται στις τιμές του Πίνακα 2.3.

Οι φέροντες τοίχοι πρέπει να τοποθετούνται σχεδόν συμμετρικά σε κάτοψη σε δύο κάθετες διευθύνσεις. Πρέπει να υπάρχουν σε κάθετη διεύθυνση τουλάχιστον δύο παράλληλοι τοίχοι το μήκος των οποίων πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το 30% του μήκους του κτηρίου στην ίδια διεύθυνση και η απόσταση αυτών των τοίχων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 75% του μήκους του κτηρίου στην άλλη διεύθυνση. Στην περίπτωση άοπλης τοιχοποιίας, οι τοίχοι σε μία διεύθυνση πρέπει να συνδέονται με τοίχους στην κάθετη διεύθυνση το πολύ ανά 7,0m.

Πίνακας 4. επιτρεπόμενος όροφος επάνω από το έδαφος, για απλά κτήρια (EC8)

Εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού a_g	<0.2g	0.2-0.3g	$\geq 0.3 g$
Άοπλη τοιχοποιία	3	2	1
Περισφιγμένη τοιχοποιία	4	3	2
Οπλισμένη τοιχοποιία	5	4	3

Η διατομή των φερόντων τοίχων σε δύο κάθετες διευθύνσεις σε κάθε όροφο, ως ποσοστό της συνολικής επιφάνειας του ορόφου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τις τιμές του Πίνακα 4.4 . *

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

Πίνακας 5. Ελάχιστη οριζόντια διατομή των διατημητικών τοίχων, με δεδομένη το επί της % τη συνολική επιφάνεια του ορόφου επάνω από την υπόψη στάθμη.

Εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού a_g	<0.2g	0.2-0.3g	≥ 0.3 g
Άοπλη τοιχοποιία	3	5	6
Περισφιγμένη τοιχοποιία	2	4	5
Οπλισμένη τοιχοποιία	2	4	5

Επίσης, το 75% των κατακόρυφων φορτίων πρέπει να ασκείται από τους φέροντες τοίχους και η διαφορά στη μάζα και την οριζόντια διατομή των φερόντων τοίχων δύο γειτονικών ορόφων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20% και στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις.

2.7 Μη φέροντα στοιχεία

Αστοχίες ή ανατροπές μη φερόντων στοιχείων, π.χ. διαχωριστικών τοίχων, καμινάδων, τοιχοποιία επικάλυψης, διακοσμητικών στοιχείων, κ.τ.λ. μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα και δομικές βλάβες στη διάρκεια ισχυρών σεισμών. Η πτώση μη φερόντων στοιχείων μπορεί να αποκλείσει διόδους και εξόδους κινδύνου, άρα δεν επιτρέπει τις ενέργειες διάσωσης μετά τους σεισμούς. Για το λόγο αυτό, όταν σχεδιάζονται κτήρια από τοιχοποιία ικανά να αντέξουν τα σεισμικά φορτία, πρέπει να δίνεται προσοχή στις κατάλληλες κατασκευαστικές λεπτομέρειες των μη φερόντων στοιχείων.

Οι διαχωριστικοί τοίχοι από λιθοσώματα πρέπει να είναι πάχους 100mm ή λιγότερο. Οι διαχωριστικοί τοίχοι, ανάλογα με το πάχος τους και τη σεισμικότητα της περιοχής, μπορεί να είναι είτε άοπλοι, είτε οπλισμένοι με οριζόντιο οπλισμό στους αρμούς για να αποτραπεί η εκτός επιπέδου αστάθεια. Αν οπλιστούν, τοποθετούνται στους οριζόντιους αρμούς ράβδοι 4-6mm σε κατακόρυφες αποστάσεις 400-600mm. Οι διαχωριστικοί τοίχοι πακτώνονται μεταξύ των δαπέδων με τη χρήση τσιμεντοκονιάματος, ενώ η σύνδεσή τους με τους φέροντες ή τις *

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα , «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

κατακόρυφες πλευρές των κατακόρυφων διαζωμάτων επιτυγχάνεται με εμπλοκή ή με μεταλλικούς συνδέσμους. Η εκτός επιπέδου ευστάθεια των διαχωριστικών τοίχων πρέπει να ελέγχεται με υπολογισμούς.

Τα αετώματα και οι σοφίτες με ύψος μεγαλύτερο από 0,5μ συνίσταται να αγκυρώνονται στα οριζόντια διαζώματα του ανώτερου ορόφου. Για να συνδεθούν αυτοί οι τοίχοι, πρέπει στη στέψη τους να κατασκευάζονται διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στην περίπτωση που το ύψος τους ξεπερνά τα 4μ, πρέπει να προστίθενται ενδιάμεσα διαζώματα σε αποστάσεις μικρότερες των 2μ και επιπλέον να κατασκευαστούν και κατακόρυφα διαζώματα, σε αποστάσεις που δεν ξεπερνάνε τα 4μ και συνδέονται μεταξύ τους με οριζόντια διαζώματα.

Οι επενδύσεις από τοιχοποιία είναι ένα αρχιτεκτονικό στοιχείο που χρησιμοποιείται για τη βελτίωση των όψεων των κτηρίων. Οι επενδύσεις στηρίζονται στο φέρον σύστημα και προσκολλώνται ή αγκυρώνονται στη φέρουσα κατασκευή πίσω από αυτές. Αν η επένδυση δεν είναι μέρος ενός φέροντος τοίχου και είναι κατασκευασμένη ως ανεξάρτητος τοίχος, πρέπει να αγκυρωθεί επαρκώς στη φέρουσα κατασκευή ακόμη και αν δεν συμμετέχει στην αντοχή της.

Ελεύθερες καμινάδες και αεραγωγοί πρέπει να κατασκευάζονται με τη χρήση τσιμεντοκονιάματος. Πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκής αγκύρωση στον ανώτερο όροφο και οπλισμό επάνω από τη στάθμη του ανωτέρου ορόφου. Διακοσμήσεις όπως κορνίζες, κατακόρυφες και οριζόντιες προεξοχές σε πρόβολο, πρέπει να οπλίζονται με χάλυβα και να αγκυρώνονται επαρκώς στο κύριο δομικό σύστημα του κτηρίου. Τέλος η επάρκεια της αγκύρωσης πρέπει να ελέγχεται με υπολογισμούς. *

* πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φιλίτσα, «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες του Τάσιου Θ.Π. και «Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α.

3.1 Παραδείγματα τρόπου δόμησης παραδοσιακών κτιρίων σε διάφορες περιοχές της Ελλάδος

Η Αρχιτεκτονική είναι η επιστήμη που οφείλει τη γένεση της στις υλικές ανάγκες του ανθρώπου τις οποίες έχει την δυνατότητα να εξυπηρετεί σε όλες τις φάσεις τους.

Στα μέσα του 20 αιώνα άρχισε να προορίζεται και να μελετάται ως «παραδοσιακή αρχιτεκτονική» του κάθε τόπου που δημιουργήσε μια ποικιλία αρχιτεκτονικών μορφών και τύπων. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι μια τέχνη οικοδόμησης για τη δημιουργία ομορφιάς και χρησιμότητας, με εναρμόνιση των πλάνων και των όγκων και των πλουτισμό της αρχιτεκτονικής άρθρωσης μέσα στην ίδια τη λειτουργία της.

Το ουσιαστικό στοιχείο της ελληνικής τέχνης που δένεται με τον άνθρωπο είναι το σπίτι, στις πιο διαφορετικές μορφές του, εκπροσωπεί την αρχιτεκτονική του λαού μας, που προσπαθεί να δέσει την ομορφιά των γραμμών και των όγκων με την λειτουργικότητα στην προσπάθεια της να λύσει συγκεκριμένα προβλήματα της κατοικίας και να εξυπηρετεί όσο περισσότερο γίνεται τις ανθρώπινες ανάγκες μας. Η κάτοψη κάθε σπιτιού έχει για προέλευση της το «κελί», το μονόσπιτο δηλαδή όπως λέει ο λαός είναι σπίτι με ένα δωμάτιο, το ελάχιστο για τις ανάγκες σε μια αρχέγονη κατοικία.

Από αυτό το μονόσπιτο προήλθαν οι διάφοροι τύποι σπιτιών της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής. οι οποίοι καθορίστηκαν από το κλίμα, τα υλικά, τις τεχνικές γνώσεις των μαστόρων, τα οικονομικά μέσα που διέθεταν καθώς και των κοινωνικών και εθιμικών ορίων της χώρας και της κάθε περιοχής. Χάρη, σε όλα τα παραπάνω δεδομένα τα κτίρια αυτά συμμορφώθηκαν στις περιστάσεις και απέκτησαν κοινά γνωρίσματα, που τους εξασφάλισαν μέσα στο χρόνο και στο χώρο την ένταξη τους στην αρχιτεκτονική γεωγραφία της χώρας μας.

Το μονόσπιτο έπρεπε να στεγάσει τους ανθρώπους, να προστατέψει τα ζώα από τις άσχημες καιρικές συνθήκες καθώς επίσης έπρεπε να προστατέψει ακόμη και τους καρπούς της γης. *

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα, κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις, επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

Αυτές ήταν οι τρεις σημαντικές ανάγκες οι οποίες καθόρισαν την εσωτερική σύνθεση του σπιτιού καθώς και την εξωτερική του μορφή. Έτσι λοιπόν με τον καιρό προστέθηκαν βάσει των παραπάνω αναγκών και άλλα στοιχεία : δωμάτια, το χαγιάτι, ο στάβλος κλπ και έτσι το μονόσπιτο απέκτησε τη διάρθρωση ενός ολοκληρωμένου σπιτιού.

Σύμφωνα με τη διαμόρφωση του εδάφους τα σπίτια αναπτύχθηκαν στο ύψος, στο πλάτος ή και στις δύο κατευθύνσεις μαζί.

Έτσι λοιπόν οι καιρικές συνθήκες κάθε περιοχής και τα υλικά τους επέτρεψαν να δημιουργηθούν κατασκευές από πέτρα και ξύλο που ακόμα και σήμερα θαυμάζουμε, όχι μόνο την αρχιτεκτονική τους αλλά και την στατική και οικοδομική τους άποψη.

Εμείς θα μελετήσουμε τον τρόπο δόμησης και την διαφορετικότητα τόσο στα υλικά όσο και στον τρόπο κατασκευής των παραδοσιακών κτιρίων ανάλογα με την περιοχή τους.

Στα **αιγαιοπελαγίτικα νησιά** μας η παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι μοναδική. Αμφιθεατρικοί οικισμοί με λευκά κυβιστικά σπίτια και στενά δαιδαλώδη δρομάκια δημιουργούν ένα μαγευτικό προορισμό. Μοιράζοντας μεταξύ τους κοινά χαρακτηριστικά, βασιζόμενα στο ίδιο κατασκευαστικό αρχέτυπο, παρουσιάζοντας όμως διαφορές στο ύψος, στη φυσιογνωμία και στην αυτοτελή αρχιτεκτονική ταυτότητα.

Η απλούστερη μορφή κατοικίας είναι τα μακρόστενα, μονόχωρα σπίτια κατασκευασμένα από πέτρα με επίπεδα δωμάτια.

Αποτελούμενα από ορθογώνιο χώρο ενιαίο με επίπεδη στέγη σαν κύριο χαρακτηριστικό τους

Λόγω τις ύπαρξης πειρατών τα σπίτια είναι επιχρισμένα μόνο στο εσωτερικό τους έτσι η εξωτερική τους όψη παραμένει βραχώδη και άγρια και φυσικά δυσδιάκριτη στον κίνδυνο της επιδρομής των πειρατών.

Το νερό είναι λιγοστό έτσι επίπεδα δώματα συγκεντρώνουν το νερό της βροχής και το διοχετεύουν σε υπόγειες δεξαμενές. Το εσωτερικό χωρίζεται σε δύο τμήματα ένα μεγάλο για την *

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα, κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις, επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

διημέρευση και ένα μικρό για τον ύπνο, μια παραλλαγή αποτελεί το δίχωρο σπίτι όπου προστίθενται μια δεύτερη μονάδα δίπλα στην πρώτη .

Λόγω των επιδρομών οι οικισμοί είναι χτισμένοι στην κορυφή λόφων, έτσι προστατεύονταν από τις επιδρομές των πειρατών.

Τα νησιά που έχουν βρεθεί υπό την κατοχή άλλων λαών παρουσιάζουν επιδράσεις στην αρχιτεκτονική τους, όπως οι περισσότερες της Τήνου και μαρμάρινα πλαίσια της Πάρου ή τα υπέροχα υπέρθυρα με τα οικόσημα της Νάξου. Επηρεασμένα από την Ενετική κατοχή. *

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

3.2 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΠΙΤΙΩΝ ΤΗΣ ΘΑΣΟΥ

Ο τύπος του σπιτιού που επικρατεί στη Θάσο είναι το διώροφο λόγω της κλίσεως του εδάφους με αποθήκη και στάβλο. τα οικοδομικά υλικά είναι η πέτρα ,η οποία υπάρχει άφθονη στην ορεινή χώρα μας. Ασβεστολιθικής φύσης , χρησιμοποιείται ακατέργαστη για τους τοίχους και χοντρολαξεμένη με αγκωνάρια για τις γωνίες .Υπέρθυρα και ορθοστάτες είναι συχνά κατασκευασμένη από μονόλιθους αδροκατεργασμένους.

Το ξύλο παίζει σημαντικό ρόλο στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική αντικαθιστώντας το σίδηρο.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1 Αρχοντικό με ρηγματώσεις στην τοιχοποιία.*

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2 *Αρχοντικό με ρηγματώσεις υπερθύρων στην τοιχοποιία*

Το ξύλο το μεταχειρίζονται συνήθως για την δημιουργία ζωνών οι οποίες δένονται με τα δοκάρια του πατώματος, σχηματίζοντας έτσι ένα οριζόντιο σκελετό ξύλινου οπλισμού, ορατό σε όλη την επιφάνεια του κτιρίου.

Οι εσωτερικοί τοίχοι γίνονται κυρίως από ξύλο και γέμισμα από αργιλώδη γη, πλασμένη με το χέρι και πέτρες ανάμεσα (τσατμάς) Εκεί όμως που φαίνεται η δεξιοτεχνία των ξυλοτεχνιτών είναι οι στέγες, τα χαγιάτια και τα μπαλκόνια. Ο ασβέστης επειδή θεωρείτο ακριβό υλικό χρησιμοποιείται κυρίως για σοβά και για το βάψιμο.

Το σίδηρο είναι υλικό που εισάγεται απ' έξω είναι ακριβό και χρησιμοποιείται για την κατασκευή οικοδομικών ειδών, όπως σιδηροδεσιές, φουρούσια, άγκιστρα, κιγκλιδώματα, σιδεριές στα παράθυρα και αντικείμενα όπως κλειδαριές και πόμολα. (

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα, κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις, επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

Ο τρόπος δόμησης εξαρτάται από τον οικονομικό συντελεστή τα οικοδομικά υλικά που διαθέτουν ,τον προσδιορισμό του κτιρίου και από την περιοχή που βρίσκεται, ανάλογα με το έδαφος και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, εάν το μέρος είναι παραθαλάσσιο ή ορεινό, όλα επηρεάζουν τον τρόπο δόμησης των παραδοσιακών κτιρίων.

Στις φτωχότερες ορεινές περιοχές οι εξωτερικοί τοίχοι είναι από ξερολιθιά ή λασποδομή και οι εσωτερικοί τοίχοι με τσατμά. Ο σοβάς γίνεται μόνο στους εσωτερικούς τοίχους και σπάνια στους εξωτερικούς πέτρινους. Όπου προσδίδουν μια πλαστικότητα στην όψη .Οι διαστάσεις που έχουν οι πόρτες και τα παράθυρα είναι συνήθως σε σχήμα ορθογώνιο, δεν υπερβαίνουν σημαντικά το ύψος του ανθρώπου, και εκθέτουν λιγότερες επιφάνειες στις κακοκαιρίες και στις επιδρομές.

Στο εσωτερικό των σπιτιών υπάρχει μια σύνθεση από αρχιτεκτονικούς χώρους που οι διαστάσεις του είναι στην κλίμακα του ανθρώπου.*

Βασικά στοιχεία του εσωτερικού διακόσμου του σπιτιού είναι η «μουσάντρα » ή «μεσάντρα », ένα είδος αποθήκης- ντουλάπας. Μέσα στο πάχος των τοίχων και στο ύψος των χεριών τοποθετούνται ερμάρια και θυρίδες εμφανείς ή κλειστές ,οπού τοποθετούνται τα σκεύη καθημερινής χρήσης.

Το τζάκι έχει ιδιαίτερη θέση μέσα στο σπίτι .το πιο συνηθισμένο σχήμα τζακιού είναι αυτό που εξέχει στο δωμάτιο, με την καμινάδα ενσωματωμένη στον τοίχο.

Το μιντέρνι, τυπικό έπιπλο ανεξάλειπτο από τα οντά , είναι ένα συνεχές ντιβάνι καναπές με στρώματα που εκτείνεται κατά μήκος μιας πλευράς του δωματίου ή εκατέρωθεν του τζακιού ή και στις τρεις πλευρές του δωματίου την ημέρα χρησιμοποιείται για καναπές και το βράδυ για κρεβάτι για τους φιλοξενούμενους.

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.



***ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 4 Ρηγματώσεις υπερθύρων στην
τοιχοποιία***

*

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 5 Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική στη Θάσο*

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

3.3 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΠΙΤΙΩΝ ΤΗΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ

Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Σαντορίνης εκμεταλλεύεται πλήρως τις ιδιαίτερες τοπογραφικές και κατασκευαστικές συνθήκες του νησιού. Απόλυτα εναρμονισμένη στο υποβλητικό ηφαιστειακό τοπίο του νησιού.

Πολλά σπίτια είναι υπόσκαφα, είναι κτίσματα υπόγεια λόγω της ιδιομορφίας του εδάφους και πάνω τους καλλιεργήσιμη γή στο χείλος του κρατήρα της λεγόμενης καλντέρας. Τα κτίσματα είναι τόσο κοντά που δεν αντιλαμβάνεται κανείς εύκολα τα όρια της ιδιοκτησίας. ενικότερα η δόμηση του νησιού σου δημιουργεί ένα αίσθημα ελευθερίας.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 6 Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική στη Σαντορίνη*

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

Τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της αρχιτεκτονικής του νησιού είναι τα μικρά ανοίγματα, οι παχύς τοίχοι, και οι λευκότητα των σαντορινιότικων σπιτιών.

Τα σπίτια ανάλογα με την χρήση και τις ανάγκες διακρίνονται σε κάποιες κατηγορίες :το αγροτικό σπίτι, το λαϊκό σπίτι και το αρχοντικό σπίτι.

Το αγροτικό σπίτι είναι απαραίτητη η μεγάλη αυλή, βρίσκονται μέσα σε χωράφια, γύρω από το σπίτι υπάρχουν :στάβλος, φούρνος, στέρνα κλπ. Το νησί της Σαντορίνης επειδή είναι άνυδρο ήταν απαραίτητη η ύπαρξη υπόγειων δεξαμενών με βρόχινο νερό.

Το λαϊκό σπίτι, το οποίο βρίσκεται στο κέντρο του οικισμού, διαθέτει λιγότερους χώρους για κατοικίδια, οι βοηθητικοί χώροι βρίσκονται σε διαφορετικό επίπεδο.

Το αρχοντικό σπίτι βρίσκεται και αυτό στο κέντρο του οικισμού και έχει επιρροές από την βενετσιάνικη αρχιτεκτονική.

Τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των σπιτιών τους είναι κυρίως ηφαιστειακά, η μαυρόπετρα , πέτρωμα σκληρό και δύσκολο για κατεργασία χρησιμοποιείται κυρίως φέροντες τοίχους, η κοκκινόπετρα η συμπαγής που χρησιμοποιείται για επενδύσεις εξωτερικών τοίχων ή υπέρθυρα και σπογγώδης που χρησιμοποιείται για κατασκευές θόλων, η ελαφρόπετρα η οποία χρησιμοποιείται λόγω του μικρού της βάρους και αυτή στην κατασκευή θόλων.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 7 Οία. Αποψη δυο συνεχόμενων αυλών σε γειτονικά σπίτια. *

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 8 *Οία .Άποψη συγκροτήματος κατοικιών όπου φαίνεται καθαρά η αλληλοδιείσδυση των όγκων στην προσπάθεια εξοικονόμησης χώρου.*

Δεδομένων των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στη Σαντορίνη, η διαμόρφωση της στέγασης γίνεται με θόλους . Είναι εύκολη και οικονομική λύση συγκεντρώνει τα βροχόνερα, απομονωτική της ζέστης και του κρύου.

Όσο αφορά τα ανοίγματα που υπάρχουν για κατασκευαστικούς λόγους συγκεντρώνονται στην πρόσοψη του κτιρίου. Το συνηθέστερο είναι δυο παράθυρα και ανάμεσα τους οι κεντρική πόρτα καθώς οι υπαρκτες φεγγίτες πάνω από την κεντρική πόρτα είναι κάτι συνηθισμένο.

Τα ανοίγματα είναι μικρά για την απώλεια όσο γίνονται λιγότερης θερμότητας και λόγω ότι το γυαλί ήταν μεγάλη πολυτέλεια.

Τα ανοιχτά χρώματα αντανακλούν μεγάλη ποσότητα ηλιακής ενέργειας και καλύτερη διανομή φωτισμού, χρησιμοποιούσαν ο ασβέστης στους χρωματισμούς για λόγους υγιεινής και ελάττωσης του ηλιακού φορτίου.*

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 9

Τυπικές θολωτές κτιστές κατοικίες της Σαντορίνης. Παρατηρούνται δυο τρόποι εξωτερικής επίσκεψης στο θόλο: το αριστερό σπίτι έχει κτιστή σκάλα, ενώ στο δεξί έχουν αφεθεί επίτηδες μερικές πέτρες να εξέχουν της θολοδομίας.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 10

*Μεροβίγλι. Αγροτικό σπίτι μέρος μεγαλύτερου συγκροτήματος. **

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα ,κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

Η αρχιτεκτονική που επικράτησε στα **νησιά του Ιονίου** ήταν και αυτή βαθιά επηρεασμένη από την Ενετική κατοχή, παραδοσιακά κτίρια λιθόκτιστα από ξύλο με κεραμοσκεπές, χαρακτηριστικό δείγμα της μεσαιωνικής πολεοδομίας. Τα παραδοσιακά κτίσματα του Ιονίου επιβάλλονται με το ελαφρύ υλικό τους, το ξύλο, δεν επιβάλλεται με το βάρος τους ούτε εντυπωσιάζουν σαν κτίσματα με τον όγκο τους. Είναι λιτά στην έκφραση τους, ελαφρά στο αρχιτεκτονικό τους σχήμα και απέριπτα στην εξωτερική τους εμφάνιση.

Ωστόσο, έχουν εκείνη την κατασκευαστική ευστάθεια και πληρότητα που δεν αλλοιώθηκε από εξωγενείς επιρροές.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 11 Εσωτερικό καπετανόσπιτου με σταυροθόλιο στην οροφή. Τα ανοίγματα του εσωτερικού χωρίσματος αντιγράφουν πιστά τα αντίστοιχα ανοίγματα της πρόσοψης του σπιτιού. *

* Πηγή από τα βιβλία «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα, κλίμακες-τοιχοποιίας» της Κόρακα Α., «Επεμβάσεις ενισχύσεις, επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον. των Τουλιάτο Π.-Τσακανίκα Ε.

3.4 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΠΙΤΙΩΝ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

Η Λευκάδα παρουσιάζεται ως χαρακτηριστικό δείγμα μεσαιωνικής πολεοδομίας. Αναπτύχθηκε ακολουθώντας ένα σχέδιο που εκφράζει το φεουδαρχικό τρόπο διοίκησης της στα χρόνια της ενετοκρατίας, έτσι διαμορφώθηκε ο βασικός πολεοδομικός ιστός της.

Το κέντρο του οικισμού είναι στην πλατεία ,εκεί που βρίσκεται και ο ιερός ναός του Αγίου Σπυρίδωνα και τον κύριο εμπορικό δρόμο το «παζάρι»,περικλείεται από ένα δρόμο σε σχήμα δαχτυλιδιού.

Μετά το σεισμό του 1948 αναπτύχθηκε στη νότια πλευρά του παλιού οικισμού ένα νέο τμήμα της Χώρας , η Νεάπολη . Έτσι η έκταση της πρωτεύουσας του νησιού με τον καιρό διπλασιάστηκε.

Στην Λευκάδα εδρεύουν δύο παραδοσιακοί οικισμοί ,έχουν χαρακτηριστεί παραδοσιακοί και προστατεύονται. Είναι τα Σύβοτα στα νοτιανατολικά και ο Άγιος Νικήτας στα δυτικά του νησιού.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 12 Παραδοσιακό Αρχοντικό Λευκάδας*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Γ.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 13 Αρχιτεκτονική Λευκάδας-Παραδοσιακός φούρνος

Υπάρχουν όμως πολλά ακόμα χωριά και οικισμοί , κυρίως στα ορεινά της Λευκάδας τα οποία έχουν διατηρήσει παραδοσιακά στοιχεία στη μορφή και στην κατασκευή των κτισμάτων τα οποία είναι κατασκευασμένα από απλά υλικά και εναρμονισμένα με το φυσικό περιβάλλον.

Τα χωριά με την απλότητα δίνουν μέτρο σεβασμού και αποτελούν ζωντανές εικόνες ενός παραδοσιακού τρόπου ζωής.

Ένας αυθεντικός οικισμός με αντιπροσωπευτικά κτίσματα της τυπικής λευκαδίτικης αρχιτεκτονικής είναι το χωριό Δρυμώνας , χτισμένο σε πλαγιά . Τα σπίτια κεραμοσκεπή , μονώροφα ή διώροφα , γερές αντισεισμικές κατασκευές με ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά : δίφυλλες πόρτες και τα παράθυρα ,εξωτερικές πέτρινες*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Γ.

σκάλες ,χαρακτηριστικό εξώστη τον « πόντζο » στην κορυφή του κεφαλόσκαλου, με τοξωτούς θόλου που οδηγούν στο κατώγι, με χαραγμένη την ημερομηνία κατασκευής του σπιτιού.

Ανάλογα δείγματα αγροτικής λευκαδίτικης αρχιτεκτονικής υπάρχουν στο χωριό Κοντάραινα και στον οικισμό του Ρουμπακιά ,που τα πέτρινα αγροτόσπιτα του στέκουν σαν φυλακές.

Το λευκαδίτικο δομικό σύστημα είναι δείγμα αντιπροσωπευτικής αντισεισμικής αρχιτεκτονικής.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 14 Παλιό κτίριο στην Λευκάδα*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Γ.

Οι σεισμοί οδήγησαν στην ανάγκη να δημιουργηθεί ένας νέος τρόπος οικοδόμησης του νησιού, ανθεκτικό στις σεισμικές δονήσεις. λόγω του σαθρού εδάφους ήταν επιτακτική ανάγκη η δημιουργία του.

Βασίστηκε κυρίως στην εκτεταμένη χρήση του ξύλου, ιδανικό για αντισεισμικές κατασκευές.

Τα παραδοσιακά κτίρια της Λευκάδας με διπλό δομικό σύστημα διαθέτουν δυο έως τρεις ορόφους στα οποία χρησιμοποιήθηκαν

ακόμη και ολόκληροι κορμοί αγριό - δέντρων αλείφοντας τα με πίσσα και τοποθετώντας τα στα θεμέλια σε όλο το μήκος και πλάτος της οικοδομής.

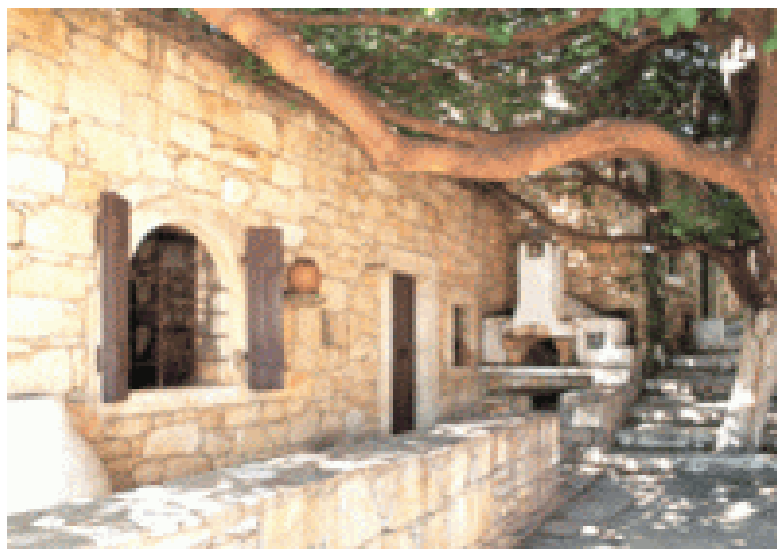
Το ξύλινο υλικό το τοποθετούσαν για ορισμένο χρονικό διάστημα μέσα στη λάσπη της λιμνοθάλασσας . Οι κορμοί σκεπάζονταν με μίγμα τριών διαφορετικών υλικών από ψιλή άμμο, πελεκητές πέτρες και σκόνη πορσελάνης. Τα θεμέλια είναι κατασκευασμένα με τη χρήση ακατέργαστων ή κατεργασμένων λίθων ,ψιλής άμμου , ποζουλάνας και ξύλινων στοιχείων οριζόντια τοποθετημένων.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 15 Εγκαταλελειμμένο αρχοντικό στην Λευκάδα*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Τ..

Με την κατάλληλη χρήση αυτών των υλικών , κατασκευάζονται καλές θεμελιώσεις και για το λόγο αυτόν δεν εντοπίστηκαν ιδιαίτερα προβλήματα. Η θεμελίωση αυτή παρουσίαζε σημαντικό βαθμό σταθερότητας γιατί κινούνταν σαν ενιαίο σύνολο σε περίπτωση σεισμού. έτσι η πιθανότητα καθίζησης ήταν ελάχιστη.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 16 Εξωτερικός τοίχος από πέτρα

Είναι άξιο λόγου να αναφερθεί ότι στο τμήμα του θεμελίου τοποθετούνταν εντός της στάθμης του υπόγειου ύδατος ,τρεις επάλληλες στρώσεις ξύλινων οριζόντιων δοκών μήκος έως δύο μέτρων , ορθογωνικής ή κυκλικής διατομής, εμβαδού διατομής της κάθε μιας περίπου 130 cm² , σε παράλληλες διατάξεις περίπου ανά 45cm προκειμένου οι τεχνίτες να αποφύγουν να εργάζονται εντός του νερού ,καθότι η στάθμη του υπόγειου ύδατος στην πόλη της Λευκάδας βρίσκεται αρκετά υψηλά από 0.50m έως 1.00m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, με αποτέλεσμα την αποφυγή των διαφορετικών καθιζήσεων των λιθόκτιστων τοίχων γεγονός που είναι ορατό μέχρι και σήμερα 100 έως 200 χρόνια μετά .Τα ξύλα αυτά πριν τη χρήσης τους ,καθαριζόταν από τη φλούδα τους και τοποθετούνταν για επτά περίπου εβδομάδες στην θαλάσσια λάσπη για να μην είναι ευπρόσβλητα από την *

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Τ.

διείσδυση των μικροοργανισμών που το αποσυνθέτουν ,ενώ στην συνέχεια αλείφονταν κατά κανόνα με πίσσα και κατράμι.

Η κοπή όλων των ξύλων γίνονταν μια ορισμένη εποχή αποκλειστικά από δέντρα όπως οξιά , δρυς ή κυπαρίσσι τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μην σαπίζουν όταν αυτά υποστούν επεξεργασία και τοποθετηθούν εντός του υπόγειου ύδατος.

Η τεχνική αυτή ξύλινης υποθεμελίωσης αποτελεί τμήμα της Ελληνικής δομικής παράδοσης αφού συναντάται και σε άλλες περιοχές εκτός της Λευκάδας , σε πέτρινα γεφύρια της Ηπείρου ,της Θεσσαλίας, Μακεδονίας καθώς και σε αγροτικό οικισμό των Κυθήρων.

Η τρίστρωτη υποθεμελίωση λειτουργεί μερικώς σαν ένα είδος μερικώς πρωτόγονης σεισμικής μόνωσης.

Μετά την θεμελίωση κατασκευάζονται οι λίθινοι τοίχοι του ισογείου που σταματούν στα ανοίγματα της πόρτας και των παραθύρων.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 17 Παραδοσιακά σπίτια κτισμένα στο λιμάνι της Λευκάδας*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Τ.

Στην εξωτερική πλευρά τους κυρίως στα σημεία μεταξύ των ανοιγμάτων τοποθετούνται σίδερα που αγκιστρώνονταν στο ξύλινο πάτωμα του πρώτου ορόφου για να συγκρατηθεί η ξύλινη κατασκευή πάνω στη λιθοδομή του ισογείου και να δέσει ολόκληρη η οικοδομή.

Το ισόγειο αποτελείται από δίστρωτη ή τρίστρωτη λιθοδομή πάχους 0.50m έως 0.70m .Εσωτερικά των περιμετρικών τοίχων του ισογείου τοποθετούνται ξύλινα υποστυλώματα τα οποία είτε εισέρχονται είτε στηρίζονται στο θεμέλιο της περιμετρικής λιθοδομής.

Εάν η κυρίως κατασκευή του ισογείου ήταν λίθινη , η αντίστοιχη του πρώτου ορόφου βασιζόταν στη χρήση του ξύλου. Οι μαστορες ένωναν τα μαδερόξυλα στις τέσσερις γωνίες της λιθοδομής για να αρχίσει η ξύλινη κατασκευή , συνδέοντας μεταξύ τους στις γωνίες με ειδικούς αρμούς καρφωμένους με ξύλινα χειροποίητα καρφιά από σκληρό ξύλο υλικό πιο ευλύγιστο στους κραδασμούς του σεισμού.

Τα ξύλινα οριζόντια δοκάρια στρώνονταν παράλληλα και τοποθετούνται σε ειδικές υποδοχές του λίθινου τοίχου ή πάνω σε μαδέρια που ήταν στρωμένα κατά μήκους του τοίχου ,φέροντας το πάτωμα του ορόφου. Όταν το απαιτούσε η κατασκευή τα μαδέρια διαπερνούσαν τον τοίχο εγκάρσια και προεξείχαν , σχηματίζοντας έναν ξύλινο πρόβολο για να στηριχτεί ο εξώστης.

Τα ξύλινα υποστυλώματα συνδέονται με την κεφαλή τους με ξύλινους δοκούς δημιουργώντας ένα ξύλινο τρισδιάστατο πλαίσιο. Τα ξύλινα αυτά δοκάρια προεκτείνονται και στηρίζονται ταυτόχρονα στη στέψη του λιθόκτιστου περιμετρικού τοίχου ,ενώνοντας στατικά το ξύλινο χωρικό σύστημα με τους λιθόκτιστους περιμετρικούς τοίχους, για τα φορτία βαρύτητας.*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συ,περιφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Τ.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 18 Παραδοσιακό αρχοντικό στη Λευκάδα

Επάνω στους δοκούς τοποθετούνται οριζόντια οι ξύλινες τεγίδες και επί των τελευταίων καρφώνονται τα σανίδια του πατώματος με αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφραγματικής λειτουργίας περί κατακόρυφο άξονα.

Στα σημεία έδρασης των δοκών επί της λιθόκτιστης περιμετρικής τοιχοποιίας ,εδράζεται ο ξύλινος όροφος που αποτελεί στην πραγματικότητα ένα ξύλινο χωρικό σύστημα δικτυώματος ,ενώ οι κύριοι κόμβοι του δικτυώματος ενισχύονται με γωνιακούς ξύλινους συνδέσμους μορφής Γ Ή L προς εξασφάλιση της πλαισιακής λειτουργίας του συστήματος..

Με το τελείωμα της πατιωσάς στήνονταν τα ξύλα για την κατασκευή του τοίχου του πρώτου ορόφου , με μια τεχνοτροπία που λέγεται τσατουμάς. Η κατασκευή άρχιζε με την τοποθέτηση τεσσάρων κορμών στις γωνίες ,*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Τ.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 19 Παραδοσιακός οικισμός στη Λευκάδα

Που στην κορυφή και στη βάση τους στερεώνονταν με χοντρά καρφιά ,τα μπρατσόλια που σχημάτιζαν δυο ορθές γωνίες .

Η κατασκευή αυτή έκανε το σπίτι ευλύγιστο για να αντέξει τους σεισμούς και σχημάτιζε την υποδομή για την ολοκλήρωση της κατασκευής με την τοποθέτηση των άλλων μικρότερων βοηθητικών ξύλων.

Έτσι άρχιζε το πλέξιμο της ξυλοδεσιάς που έδινε στο κτίριο το ιδιαίτερο ύφος ,την ιδιορρυθμία αλλά και την ελαφράδα του. Τα ενδιάμεσα ανοίγματα που άφηνε η ξυλοδεσιά συμπληρώνονταν με κομμάτια τούβλων ενωμένων με λάσπη από άμμο , ασβέστη και πορσελάνη ,που προστάτευαν την πλατιά επιφάνεια του ξύλου από τις σεισμικές δονήσεις και έτσι αποφεύγονταν οι παραμορφώσεις και οι καταστροφές.

Τέλος αν δεν ακολουθεί τρίτος όροφος κατασκευάζεται η στέγη, η οποία αποτελείται από ξύλο. Είναι ένα ξύλινο δικτύωμα στο οποίο τοποθετούνται και κεραμίδια .

Στη συνέχεια όχι όμως πάντα πληρώνεται ο ξύλινος οργανισμός του ορόφου με τοιχοποιία από συμπαγές κεραμικό τούβλο χρησιμοποιώντας κονίαμα .Τέλος τοποθετείται η εξωτερική

τσιγκινη λαμαρίνα επικαλύπτοντας τους ξύλινους δικτυωτούς περιμετρικούς τοίχους του ορόφου για λόγους υγραπρόστασίας, *

επίχρισμα τοποθετείται τόσο στην εξωτερική παρειά των περιμετρικών τοίχων του ορόφου όσο και στους λιθόκτιστους τοίχους του ισογείου.

Μετά από χρόνια και τους καταστροφικούς σεισμούς , οι κάτοικοι ξαναέφτιαξαν τα σπίτια τους με τα ίδια υλικά φροντίζοντας το πάνω τμήμα να είναι ελαφρύ και το κάλυπταν με λαμαρίνα , που συνήθιζαν να βάφουν σε απαλά χρώματα .

Τα παλιά αρχοντικά και τα πλούσια αστικά σπίτια είχαν τζάκι και ήταν χτισμένα σε μεγάλα οικόπεδα με αυλές και εντυπωσιακές εξώθυρες.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 20 Εγκαταλελειμμένο αρχοντικό στη Λευκάδα.*

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ. , «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Τ.

Εκτός από τα παραδοσιακά σπίτια των νησιωτικών περιοχών, ενδιαφέρων παρουσιάζουν και τα παραδοσιακά σπίτια με το φέρων δομικό ιστό από φέρουσα τοιχοποιία στην Ηπειρωτική Ελλάδα, που λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούν (χαμηλές θερμοκρασίες), έχουν διαφορετική κατασκευαστική ανάλυση.*

3.5 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΠΙΤΙΩΝ ΣΤΑ ΖΑΓΟΡΟΧΩΡΙΑ

Το Ζαγορίσιο σπίτι έχει ως βασικό υλικό για την κατασκευή του την πέτρα, η οποία σαν υλικό έχει πολλή μεγάλη θερμοχωρητικότητα, κάτι που είναι αναγκαίο λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν στο μέρος κατά την διάρκεια του χειμώνα.

Στα βαριά υλικά κατασκευής οφείλεται η θερμική αδράνεια των κτιρίων.

Το βασικό δομικό υλικό η πέτρα χωρίζεται σε τρία είδη: στον ασβεστόλιθο σε χρώμα λευκό ή γκρι ανοιχτό τα οποία χρησιμοποιούνται για τοιχοποιίες, επιστεγάσεις, πλακοστρώσεις. Ένα άλλο είδος πέτρας είναι η γρανιτοειδής σε χρώμα σκούρο γκρι ή γαλαζωπό το οποίο χρησιμοποιείται και αυτό για όλες τις παραπάνω χρήσεις και τέλος ο πορώδης ασβεστόλιθος, ο οποίος χρησιμοποιείται για θόλους, για τους τρούλους εκκλησιών ακόμα και για την κατασκευή φούρνων. Για την τοιχοποιία προτιμάται ένα είδος πέτρας το οποίο είναι παραλλαγή του δεύτερου είδους είναι η λεγόμενη σιδερόπετρα, η οποία έχει μεγάλη αντοχή, καθώς και η λευκή πέτρα όπως προείπαμε στα παραπάνω. Για την επιστέγαση χρησιμοποιείται η μαύρη πλάκα, η οποία είναι η ελαφριά και έχει μεγαλύτερη αντοχή στις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Οι μαντρότοιχοι, οι αντιστηρίξεις, οι βρύσες, οι γέφυρες και οι εξωτερικοί τοίχοι όλων των κατασκευών είναι από πέτρα ανεπίχριστη λευκή ή μαύρη σε κανονικές στρώσεις αράδες-ψευδισόδομο σύστημα, η οποία είναι επεξεργασμένη με μαντέμι με μικρούς αρμούς και λίγο ή καθόλου συνδετικό κονίαμα. Κατά τα προηγούμενα χρόνια το κουρασάνι ήταν το συνδετικό κονίαμα το οποίο αποτελούνταν από ένα μείγμα ισχυρού

* Πηγή από τα βιβλία «Λευκάδα ερευνώντας» της Παπαδάτου Χ., «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας» του Μαλακάση Δ. και το «Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας» του Μακάριου Τ.

ασβεστοκονιάματος με τρίματα θρυμματισμένων κεραμιδιών, τρίχες κασίκας και ασπράδι αυγού.

Η φέρουσα τοιχοποιία του ζαγορίσιου σπιτιού είναι από λιθοδομή, από τα θεμέλια μέχρι την στέγη . Τα εσωτερικά χωρίσματα κατασκευάζονται από ξύλινο σκελετό και σοβατίζονται.

Η τοιχοποιία έχει πάχος 60-70 cm και χωρίζεται με οριζόντια διαζώματα από ξυλοδεσιές σε απόσταση 70-100 cm *



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 21 Παραδοσιακός οικισμός στο Ζαγόρι

* Πηγή από τα βιβλία «Ελληνική αρχιτεκτονική» τόμος 2 και 6 των εκδόσεων Μελίσσα , «Μαθήματα ιστορίας της αρχιτεκτονικής τόμος Α εκδόσεις συμμετρία.

Το καλό αρμολόγημα και τα επιχρίσματα με ισχυρό κονίαμα αντιμετωπίζει την υγρασία.. Η επίχριση γίνεται με το λεγόμενο λουτό που αποτελείται από κατεργασμένο χώμα, ρητίνες και το κουρασάνι το οποίο προσφέρει ιδανική στεγανοποίηση.

Το ξύλο χρησιμοποιείται εκτεταμένα σε κουφώματα, πατώματα, ταβάνια, σε ξυλοδεσιές και στην εσωτερική διακόσμηση του χώρου. Χρησιμοποιήθηκε ακόμη και σε εξωτερικούς τοίχους σε περιοχές που είχαν άφθονη ξυλεία. Η ξυλεία που χρησιμοποιούνταν ήταν συνήθως καρυδιά, οξιά, κέδρο, έλατο, πεύκο, δρυ και αγριοκαστανιά.*



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 22 Πέτρινα σπίτια στα Ζαγοροχώρια

Όσο αφορά την στέγη των σπιτιών, τα ζευκτά είναι δοκάρια πελεκητά δρύινα τα λεγόμενα γρεντέδες. Φέρουν τεγίδες κατά αποστάσεις και πέταυρα από λεπτούς κορμούς ή κλαδιά δέντρων. τα πέταυρα είναι τοποθετημένα χωρίς

* Πηγή από τα βιβλία «Ελληνική αρχιτεκτονική» τόμος 2 και 6 των εκδόσεων Μελίσα, «Μαθήματα ιστορίας της αρχιτεκτονικής τόμος Α εκδόσεις συμμετρία.

πετσώματα . Οι ακμές τις στέγης εξέχουν από την πλάκα και λέγονται κορφιάδες.

Η στέγη είναι τετράρριχτη , έχει κλίση 30-40 % για να διώχνει τα νερά της βροχής για να μην διεισδύσουν στην κατασκευή και το χιόνι καθότι με την παραμονή του είναι ένα επιπλέον βάρος για την στέγη, διαμορφώνεται με ξύλινα ζευκτά, αντί για κεραμίδια στο ζαγορίσιο σπίτι γίνεται η χρήση σχιστολιθικών πλακών, ειδικές για την επιστέγαση και για την προστασία από τις δύσκολες καιρικές συνθήκες , δυνατοί άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή κατά την εποχή του χειμώνα οι οποίοι μπορούν να ξηλώσουν τα ελαφριά κεραμίδια. Αν και η χρήση των σχιστολιθικών πλακών είναι ένα επιπλέον βάρος για την κατασκευή.

Τα πατώματα είναι και αυτά ξύλινα, δημιουργούσαν ένα πολύ καλό αντισεισμικό σύνολο. Ο τρόπος κατασκευής τους ενδιαφέρων , τα πατώματα κατασκευάζονταν πάνω σε γρεντέδες οι οποίοι πακτώνονταν στην τοιχοποιία . Πάνω τους ταίριαζαν κάθετα προς την διεύθυνση μικρής διαμέτρου κορμούς δέντρων και πάνω από αυτούς έκτιζαν σχιστόπλακες, έπειτα γινόταν επίστρωση των πλακών με ειδικό κατεργασμένο χώμα . Το χώμα λειτουργούσε σαν μονωτικό τόσο για το κρύο όσο για τις μυρωδιές των ζώων που βρίσκονταν συνήθως σε υπόγειους σταύλους. Λειτουργούσε και σαν καλός αγωγός θερμότητας.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 23 Στέγες από σχιστολιθικές πλάκες στα Ζαγορίσια σπίτια

* Πηγή από τα βιβλία «Ελληνική αρχιτεκτονική» τόμος 2 και 6 των εκδόσεων Μελίσα , «Μαθήματα ιστορίας της αρχιτεκτονικής τόμος Α εκδόσεις συμμετρία.

Τα ανοίγματα στο Ζαγοριανό σπίτι συγκεντρώνονται κυρίως στους ορόφους των κατοικιών ενώ στο ισόγειο συναντάμε κυρίως πολεμίστρες . Οι λόγοι κατασκευής των ανοιγμάτων στους ορόφους των κτισμάτων είναι οι καλύτερη ασφάλεια , ο καλύτερος εξαερισμός και η καλύτερη στατική επάρκεια του κτιρίου , αφού τα ζαγορίσια σπίτια αναπτύσσονται σε δύο ή ακόμα και σε τρεις ορόφους.

Παράθυρα συναντάμε σε όλες τις ελεύθερες πλευρές της κατασκευής , το μέγεθος των παραθύρων εξαρτάται από την χρήση του χώρου και τις ανάγκες που καλύπτουν όπως των αερισμό των χώρων. Το χαγιάτι είναι ένας χώρος ιδιαίτερος , είναι ένας ημιυπαίθριος χώρος, αρκετά ευρύχωρος και βρίσκεται στην είσοδο του σπιτιού, μπορεί να κλειστεί με υαλοπίνακες και να παρέχει έτσι στο χώρο σωστό αερισμό , ηλιασμό και ηλιοπροστασία.*

Ο οντάς είναι και αυτός ένα ευρύχωρο και φωτεινό δωμάτιο με μπάσια περιμετρικά , συνήθως έχει τζάκι μεγαλύτερο από των άλλων δωματίων , τα παράθυρα είναι εκατέρωθεν του τζακιού και παρέχουν καλό αερισμό στο χώρο. Έτσι η υγρασία που συγκεντρώνεται τις ψυχρές περιόδους αποδίδεται σαν υδρατμοί. Στους χώρους των υπνοδωματίων συναντάμε ανοίγματα με την παραπάνω τυπολογία. Πολλές φορές έχουμε και την ύπαρξη φεγγίτη στο πάνω μέρος της τοιχοποιίας. Η διαφορά μεταξύ των υψών φεγγίτη και ανοιγμάτων προκαλεί μεγάλη ροή αέρα.

Τα πατζούρια σε πολλές περιπτώσεις τοποθετούνται εσωτερικά του παραθύρου , με τζαμιλίκια να βρίσκονται στο εξωτερικό μέρος του παραθύρου. Αυτού του είδους μονόφυλλα ή δίφυλλα παντζούρια λέγονται κανάτια. Ο λόγος κατασκευής του παραθύρου κατά αυτόν τον τρόπο είναι η ανεμπόδιστη ηλιοπροστασία του κτιρίου χωρίς να υπάρχουν απώλειες θερμότητας από τους χώρους διαμονής. Αυτή η διάταξη έχει το μειονέκτημα ότι δεν μπορούμε να έχουμε σκιασμό και αερισμό ταυτόχρονα. Για την προστασία της κατοικίας από ληστρικές επιδρομές στο εξωτερικό μέρος των παραθύρων τοποθετούνται κάγκελα που πακτώνονται στην τοιχοποιία.

* Πηγή από τα βιβλία «Ελληνική αρχιτεκτονική» τόμος 2 και 6 των εκδόσεων Μελίσα , «Μαθήματα ιστορίας της αρχιτεκτονικής τόμος Α εκδόσεις συμμετρία.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 24 Ανοίγματα στους ορόφους των κατοικιών για καλύτερο εξαερισμό και στατική επάρκεια.*

Η ηλιοπροστασία δεν αποτελεί αντικείμενο φροντίδας ,
Επειδή τα συνήθη ανοίγματα είναι μικρά .Οι προεξοχές στις στέγες
, τα δέντρα η ή πρασινάδες δίνουν τις αναγκαίες λύσεις .

Δεδομένου όμως των ακραίων κλιματολογικών συνθηκών
που επικρατούν στα Ζαγοροχώρια , η ηλιακή ακτινοβολία δίνει μια
αδάπανη θέρμανση κατά την διάρκεια του χειμώνα ,πολλές φορές
επιδιώκεται.

* Πηγή από τα βιβλία «Ελληνική αρχιτεκτονική» τόμος 2 και 6 των εκδόσεων Μελίσα , «Μαθήματα ιστορίας της αρχιτεκτονικής τόμος Α εκδόσεις συμμετρία.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 25 Παραδοσιακή αρχιτεκτονική με ανοίγματα στους επάνω ορόφους και πολεμίστρες στο ισόγειο *

* Πηγή από τα βιβλία «Ελληνική αρχιτεκτονική» τόμος 2 και 6 των εκδόσεων Μελίσα , «Μαθήματα ιστορίας της αρχιτεκτονικής τόμος Α εκδόσεις συμμετρία.

4.1 Μηχανική της τοιχοποιίας

Μετά από πολλούς αιώνες παραδοσιακής χρήσης και δεκαετίες χρήσης των μεθόδων επιτρεπομένων τάσεων , πρόσφατα εισήχθη στους αντισεισμικούς κανονισμούς η χρήση των ελέγχων οριακής κατάστασης της σεισμικής αντοχής των κτιρίων από τοιχοποιία .

Η φιλοσοφία του Ευρωκώδικα 6 Σχεδιασμός κατασκευών από τοιχοποιία (1) και του Ευρωκώδικα 8 Απαιτήσεις για το σχεδιασμό αντισεισμικών κατασκευών (2) , οι οποίοι ρυθμίζουν το σχεδιασμό και την κατασκευή από τοιχοποιία , βασίζεται στην στοιχειώδη απαίτηση ότι μια κατασκευή πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε , με αποδεκτή πιθανότητα να παραμείνει σε χρήση μέσα στην αναμενόμενη περίοδο ζωής της και με αναμενόμενες συνθήκες συντήρησης

Αυτό σημαίνει ότι η κατασκευή θα αντέξει σε όλες τις πιθανές δράσεις που θα συμβούν στη ζωή της χωρίς ουσιώδεις βλάβες , αλλά επίσης δε θα υποστεί δυσανάλογες βλάβες στις περιπτώσεις που θα συμβούν τυχαία γεγονότα όπως εκρήξεις , προσκρούσεις , σεισμοί ή ανθρώπινα λάθη.

Σε σεισμογενείς περιοχές κατά το σχεδιασμό λαμβάνονται υπόψη δυο βασικές απαιτήσεις :

- Απαίτηση για μη κατάρρευση και
- Απαίτηση για περιορισμό βλαβών

Η κατασκευή πρέπει να σχεδιάζεται και να κατασκευάζεται έτσι ώστε να αντέχει στη σεισμική δράση σχεδιασμού χωρίς τοπική ή γενική κατάρρευση.

Θα πρέπει επίσης αφού υποστεί ένα σεισμό αναμενόμενης έντασης (το σεισμό σχεδιασμού) , να διατηρήσει τη δομικής ακεραιότητας και ικανότητας ανάληψης φορτίων .

Αν η κατασκευή υποστεί σεισμικές δράσεις που έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβούν από το σεισμό σχεδιασμού , αλλά μικρότερη ένταση , δεν πρέπει να συμβούν βλάβες σε φέροντα ή μη φέροντα

στοιχεία οι οποίες μπορούν να περιορίσουν τη χρήση του κτιρίου ή το κόστος επισκευής τους να είναι δυσανάλογα υψηλό.*

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

Για το λόγο αυτόν κατά το σχεδιασμό μιας αντισεισμικής κατασκευής πρέπει να ελέγχονται δυο βασικές οριακές καταστάσεις που αντιστοιχούν στα παραπάνω κριτήρια :

- Οριακή κατάσταση αστοχίας , η οποία συνδέεται με την κατάρρευση ή άλλες μορφές δομικής αστοχίας και μπορεί να θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια των ανθρώπων.

- Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας, η οποία συνδέεται με τις συνέπειες των βλαβών, παραμορφώσεων ή κλίσεων , πέρα από τις οποίες δεν καλύπτονται οι προδιαγραφόμενες απαιτήσεις λειτουργικότητας του κτιρίου.

Λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών των κατασκευών από τοιχοποιία και των υλικών της τοιχοποιίας , συνήθως δεν απαιτείται ο έλεγχος των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας. Γενικά τα κτίρια από τοιχοποιία είναι δύσκαμπτες κατασκευές στις οποίες ακόμη και οι οριακές παραμορφώσεις και μετακινήσεις είναι σχετικά μικρές

Στις περισσότερες περιπτώσεις , αν μια κατασκευή από τοιχοποιία ελέγχεται για οριακή κατάσταση αστοχίας αυτόματα καλύπτονται και οι απαιτήσεις για οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

4.2.Κτίρια με φέρουσα τοιχοποιία

Οι συστάσεις πρέπει να εφαρμόζονται από τους μελετητές και κατασκευαστές με τον απαιτούμενο πρόσθετο βαθμό προσωπικής κρίσης ώστε να καλύπτεται η μεγάλη ποικιλία, ιδιομορφία και ιδιοτυπία των εμφανιζομένων στην πράξη περιπτώσεων κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.

Σημαντικό ποσοστό των κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία στη χώρα μας προστατεύεται από ειδικές νομικές διατάξεις λόγω ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής, καλλιτεχνικής, ιστορικής και πολιτιστικής αξίας (μνημεία και διατηρητέα κτίρια). Οι επεμβάσεις στα κτίρια αυτά διέπονται από ειδικό καθεστώς αρχών που περιγράφεται σε διεθνείς χάρτες, διακηρύξεις κλπ. *

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

Υπό την έννοια αυτή, η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών και μεθόδων επέμβασης σε τέτοιες κατασκευές απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, γνώση, εμπειρία και ευαισθησία.

Ο φέρων οργανισμός κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία εμφανίζει πολύ μεγάλη ποικιλία και πολυτυπία ακολουθώντας την εξέλιξη της δομητικής τεχνικής για σειρά αιώνων. Τα βασικά στοιχεία που καθορίζουν τη σύνθεση του φέροντος οργανισμού και την απόκριση των κτιρίων και συγχρόνως αποτελούν τους παράγοντες διάκρισής τους σε κατηγορίες, είναι :

- α. Ο τύπος των πατωμάτων και στεγών (οριζόντιος φέρων οργανισμός).
- β. Ο τύπος των φερουσών τοιχοποιιών (κατακόρυφος φέρων οργανισμός).
- γ. Η παρουσία (ή απουσία) και ο τύπος διαζωμάτων και ελκυστήρων.
- δ. Η παρουσία (και σύνδεση) εγκαρσίων τοίχων.

Τύποι φερουσών τοιχοποιιών.

Οι συνηθέστεροι τύποι τοιχοποιιών που συναντώνται σε κτίρια από άοπλη φέρουσα τοιχοποιία είναι οι ακόλουθοι:

- α. Λιθοδομή φυσικών λίθων (συνήθως αργολιθοδομή με ημιλάξευτα αγκωνάρια. Σε λιθοδομές μεγάλου πάχους συναντάται η λεγόμενη τρίστρωτη ή σακοειδής λιθοδομή που αποτελείται από δύο ανεξάρτητους τοίχους-όψεις από αργολιθοδομή ενώ το μεταξύ τους κενό συμπληρώνεται με σχετικά χαλαρό υλικό από θραύσματα λίθων και κονίαμα).
- β. Πλινθοδομή πλήρων οπτοπλίνθων.
- γ. Πλινθοδομή διάτρητων οπτοπλίνθων.
- δ. Πλινθοδομή ωμοπλίνθων.
- ε. Ξυλόπηκτη τοιχοποιία (Τσατμάς: Ξύλινο δικτύωμα και πλήρωση των κενών με πλινθοδομή πλήρων οπτοπλίνθων ή ωμοπλίνθων).
- στ. Ξυλόπλεκτη τοιχοποιία (Μπαδγατότοιχος: Ξύλινοι ορθοστάτες με αμφίπλευρακαρφωτούς ή και πλεκτούς λεπτούς ξύλινους πηχίσκους ή κλαδιά λυγαριάς και πεταχτό επίχρισμα).*

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

Το κονίαμα δόμησης συνήθως είναι των ακόλουθων τύπων:

α. Ασβεστοσιμεντοκονίαμα.

β. Ασβεστοκονίαμα.

γ. Αργιλοκονίαμα.*

Πολύ συχνά συνυπάρχουν στο ίδιο κτίσμα τοιχοποιίες διαφόρων τύπων, σπάνια όμως διαφοροποιείται το κονίαμα δόμησης σε τοίχους του ίδιου κτιρίου, εκτός αν πρόκειται για μεταγενέστερες φάσεις, αναδομήσεις ή προσθήκες.

Οι τοιχοποιίες μικρότερου βάρους και χαμηλότερης κατά τεκμήριο αντοχής, όπως πλινθοδομές διάτρητων πλίνθων και ξυλόπηκτες ή ξυλόπλεκτες τοιχοποιίες, συναντώνται συνήθως στους ανώτερους ορόφους, είτε χρησιμοποιούνται ως εσωτερικοί διαχωριστικοί και συχνά μη φέροντες τοίχοι. Αντίθετα, οι τοιχοποιίες μεγαλύτερου βάρους και υψηλότερης αντοχής, όπως λιθοδομές και πλινθοδομές πλήρων πλίνθων, συναντώνται συνήθως στους κατώτερους ορόφους.

Η θεμελίωση και οι φέρουσες τοιχοποιίες τυχόν υπογείων ή ημιυπόγειων χώρων σε υφιστάμενα κτίρια είναι σχεδόν αποκλειστικά κατασκευασμένες από λιθοδομή. Ειδικά για τη θεμελίωση πρέπει να σημειωθεί ότι συνήθως είναι αβαθής και αποτελείται από συνεχή λιθοδομή ισοπαχή με την τοιχοποιία του υπερκείμενου ορόφου ή με ελαφρά διαπλάτυνση μονόπλευρα ή αμφίπλευρα ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους θεμελίωσης. Κύριο χαρακτηριστικό των φερουσών τοιχοποιιών και ιδιαίτερα των λιθοδομών και πλινθοδομών πλήρων πλίνθων είναι το σχετικά μεγάλο βάρος ιδιαίτερα σε σχετικά υψηλά κτίρια όπου το πάχος των τοίχων είναι σεβαστό.

Έτσι στα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία ένα σχετικά μικρό ποσοστό της μάζας βρίσκεται συγκεντρωμένο στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης. Στην παρούσα παράγραφο πρέπει να γίνει αναφορά και στη μεγάλη κατηγορία κτιρίων που εμφανίζουν μικτό φέροντα οργανισμό με πλάκες, δοκούς και υποστυλώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα στο εσωτερικό και φέρουσες τοιχοποιίες στην περίμετρο. Τα κτίρια αυτά, που συχνά είναι πολυώροφα, αποτέλεσαν υβριδικές κατασκευές της μεταβατικής περιόδου των αρχών του 20ου αιώνα, πριν από την πλήρη

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

επικράτηση των κτιρίων με αμιγή σκελετό οπλισμένου σκυροδέματος.

Το μέγεθος, το πλήθος, αλλά κυρίως η απόσταση από τις γωνίες και η σχετική καθ' ύψος τοποθέτηση των ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα) στο ισόγειο και τους υπερκείμενους ορόφους επηρεάζει καθοριστικά τη συμπεριφορά της φέρουσας τοιχοποιίας, τόσο υπό κατακόρυφα, κυρίως όμως υπό οριζόντια (σεισμικά) φορτία. Κατά κανόνα σε κτίρια που έχουν κατασκευασθεί εμπειρικά ή με μεταγενέστερες επεμβάσεις ή προσθήκες ορόφων καθ' ύψος, παρατηρείται το ιδιαίτερα δυσμενές φαινόμενο της αναντιστοιχίας των ανοιγμάτων καθ' ύψος. Είναι φανερό ότι η αναντιστοιχία αυτή προκαλεί έντονη διατάραξη στη ροή των τάσεων προς τη θεμελίωση.

4.3. Τύποι πατωμάτων και στεγών

Τα βασικά μηχανικά χαρακτηριστικά των πατωμάτων ή δωματίων που επηρεάζουν καθοριστικά τη συμπεριφορά των κτιρίων υπό κατακόρυφα αλλά κυρίως υπό οριζόντια σεισμικά φορτία είναι τα ακόλουθα :

- α. Ο βαθμός της διαφραγματικής λειτουργίας.
 - β. Ο ισότροπος ή μη χαρακτήρας της απόκρισής τους.
 - γ. Το βάρος του πατώματος.
 - δ. Η εμφάνιση ή μη οριζόντιων ωθήσεων υπό κατακόρυφα φορτία.
- Οι βασικοί τύποι πατωμάτων που συνήθως συναντώνται σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία και η αξιολόγησή τους με βάση τα παραπάνω κριτήρια είναι οι ακόλουθοι:

4.3.1. Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.

- Εμφανίζουν πολύ μεγάλη – πρακτικά άπειρη – δυσκαμψία μέσα στο επίπεδό τους και κατά συνέπεια εξασφαλίζουν πλήρη διαφραγματική λειτουργία, με την προϋπόθεση καλής σύνδεσης με τις φέρουσες τοιχοποιίες επί των οποίων εδράζονται.
- Καταλύτης της ισότροπης εμφάνισης της διαφραγματικής τους λειτουργίας είναι η επάρκεια ή μη της σύνδεσής τους με τις υποκείμενες φέρουσες τοιχοποιίες στις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου.*

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

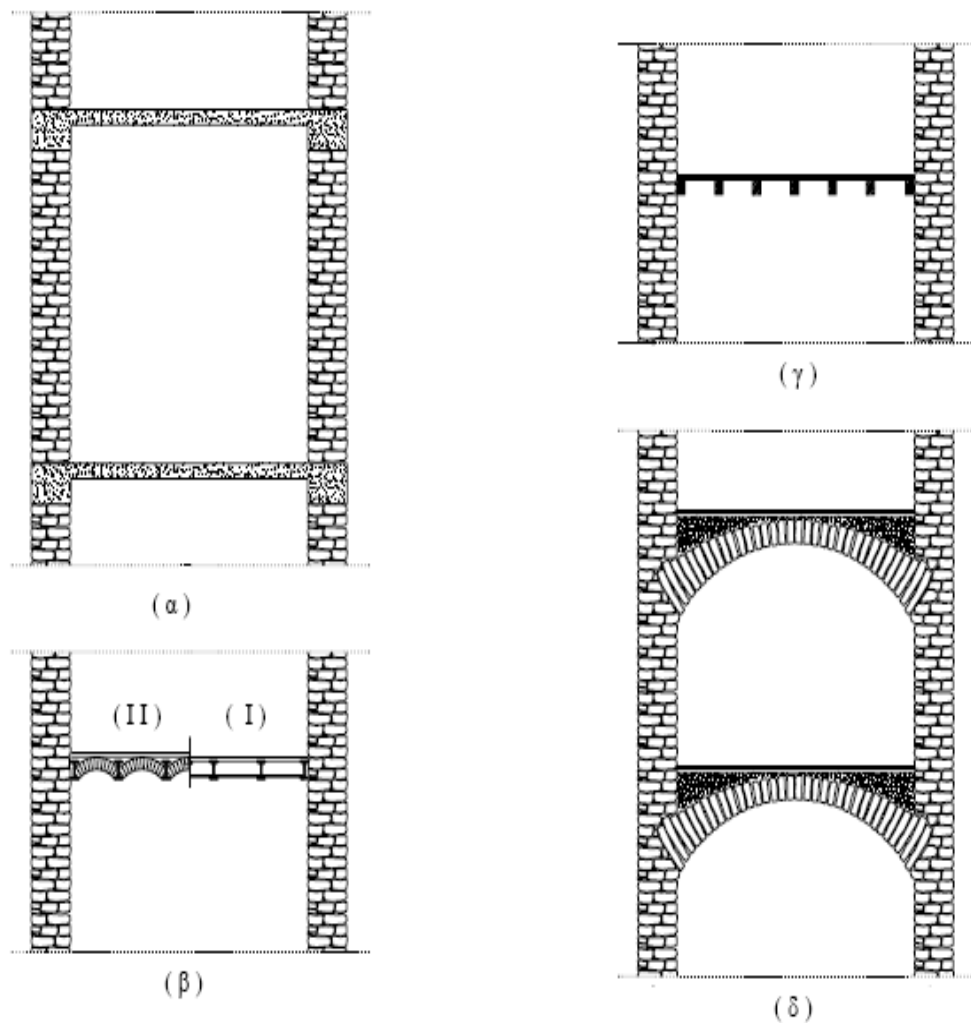
- Το βάρος των πλακών οπλισμένου σκυροδέματος συγκρινόμενο με αυτό των άλλων τύπων πατωμάτων είναι μέσο έως μεγάλο ανάλογα με το μέγεθος του ανοίγματος που καλούνται να γεφυρώσουν.
- Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό κατακόρυφα φορτία επί των τοιχοποιιών στις οποίες στηρίζονται.

4.3.2. Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση.

Αποτελούνται από φέρουσες σιδηροδοκούς (διπλά ταυ) ανά αποστάσεις 0.60m περίπου και διακρίνονται σε δύο τύπους ανάλογα με το είδος της πλινθοπλήρωσης. Ελαφρού τύπου με επίπεδες διάτρητες πλίνθους που γεφυρώνουν το κενό με απλή παράθεσή τους μεταξύ των σιδηροδοκών (τύπος βI), και βαρέως τύπου με καμαρωτή πλινθοδόμηση από μικρές συνήθεις διάτρητες πλίνθους (τύπος βII):

- Εξασφαλίζουν μικρή (τύπος βI) έως μέση (τύπος βII) δυσκαμψία στο επίπεδό τους με αντίστοιχη διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος.*

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.



Σχήμα 4. Τύποι πατώματων κυρίων από φέρουσα τοιχοποιία
 α. Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος
 β. Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση
 γ. Ξύλινα πατώματα
 δ. Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητα

- Εμφανίζουν σημαντική διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας κατά κατεύθυνση εξ αιτίας της έδρασης των μεταλλικών δοκών επί των φερουσών τοιχοποιιών σε μία μόνο από τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου. Ιδιαίτερα τα πατώματα ελαφρού τύπου εμφανίζουν έντονη ανισοτροπία δυσκαμψίας εντός του επιπέδου τους λόγω μικροολισθήσεων μεταξύ επιπέδων πλίνθων και σιδηροδοκών.*
- Το βάρος τους κυμαίνεται από σχετικά μικρό έως μέσο για τα ελαφρού τύπου πατώματα επίπεδης πλινθοπλήρωσης και από

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

μέσο έως μεγάλο για τα βαρέως τύπου πατώματα με καμαρωτή πλινθοδόμηση. Σημαντικό για τα πατώματα με καμαρωτή πλινθοδομή είναι το βάρος της επιπεδωτικής στρώσης μπάζων (χρήση κοινών ή ελαφρών υλικών π.χ. κίσηρη).

- Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία επί των φερουσών

τοιχοποιιών. Οι σχετικά ασθενείς ωθήσεις των καμαρών στα πατώματα βαρέως τύπου, αλληλοαναιρούνται στις μεσαίες σιδηροδοκούς, ενώ στις ακραίες σιδηροδοκούς αναλαμβάνονται από αυτές με υποβοήθησή τους μέσω εγκάρσιων μεταλλικών ράβδων

- ελκυστήρων, που συνδέουν τις σιδηροδοκούς μεταξύ τους.

4.3.3. Ξύλινα πατώματα (σανίδωμα επί ισχυρών ξύλινων δοκών).

Αποτελούνται από σανίδες, σε απλή παράθεση ή συνδεδεμένες με διαμήκη εντορμία (ραμποτέ), καρφωμένες επί ισχυρών ξύλινων δοκών ανά αποστάσεις 0.40 έως 0.60m περίπου. Πολλές φορές υπάρχει ελαφρό ταβάνωμα (λεπτό μη φέρον σανίδωμα) καρφωμένο επί των κάτω πελμάτων των ξύλινων δοκών. Πολύ σπάνια το σανίδωμα είναι διπλό, αποτελούμενο από δύο επάλληλες στρώσεις διασταυρούμενων σανίδων:

- Εξασφαλίζουν μικρή και σε περίπτωση διπλού σανιδώματος μέση δυσκαμψία στο επίπεδό τους με αντίστοιχη διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος.

- Εμφανίζουν σημαντική διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας κατά κατεύθυνση εξ αιτίας της έδρασης των ξύλινων φερουσών δοκών επί των φερουσών τοιχοποιιών σε μία μόνο από τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου.

- Το βάρος τους είναι σχετικά μικρό.

- Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία επί των φερουσών τοιχοποιιών.

4.3.4. Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας.

Αποτελούνται από πλινθόκτιστες ή λιθόκτιστες καμάρες (απλή καμπυλότητα), διασταυρούμενες καμάρες (σταυροθόλια) ή θόλους (διπλή καμπυλότητα). Η επιπέδωση εξασφαλίζεται με μπάζωμα.*

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

- Εξασφαλίζουν μεγάλη δυσκαμψία και ισχυρή διαφραγματική λειτουργία σε οριζόντια διεύθυνση, είναι όμως σχετικά ασαφής η στάθμη του διαφραγματικού επιπέδου.
- Η ισότροπη ή μη απόκρισή τους εξαρτάται από το βαθμό δομητικής εμπλοκής του πατώματος με τους φέροντες τοίχους της περιμέτρου (σε περίπτωση καμαρωτού πατώματος μονής καμπυλότητας είναι αμφίβολη έως ανύπαρκτη η δομητική σύνδεση στη διεύθυνση των γενετειρών).
- Το βάρος τους είναι πολύ μεγάλο, ιδιαίτερα στην περίπτωση επιπέδωσης του δαπέδου με κοινά και όχι ελαφρά υλικά.
- Είναι ο μοναδικός τύπος πατωμάτων που ασκούν σημαντικές, έως μεγάλες κατά περίπτωση, ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία επί των τοιχοποιιών στις οποίες εδράζονται. Εξ αιτίας, τόσο των ωθήσεων αλλά και του μεγάλου βάρους του πατώματος απαιτείται μεγάλο πάχος φερουσών τοιχοποιιών.

Οι στέγες κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία αποτελούνται συνήθως από ξύλινα ζευκτά ανά αποστάσεις 1.0 έως 2.0m με τεγίδες, σανίδωμα και επικεράμωση. Τα ζευκτά εδράζονται στο κορυφαίο διάζωμα των φερουσών τοιχοποιιών ή σε ξύλινες δοκούς (ποταμοί) ενσωματωμένες κατά μήκος της στέψης των τοίχων. Η εγκάρσια σύνδεση των ζευκτών εξασφαλίζεται μέσω εγκάρσιων συνδέσμων σε κατακόρυφα επίπεδα, αντιανέμιων συνδέσμων στα κεκλιμένα επίπεδα της στέγης, καθώς και μέσω των ξύλινων τεγίδων που φέρουν το σανίδωμα. Σε περίπτωση ορθογωνικής κάτοψης με δικλινή στέγη τα ζευκτά τοποθετούνται παράλληλα προς τη μικρή διάσταση του κτιρίου. Σε περίπτωση περίπου τετραγωνικής κάτοψης, καθώς και στα άκρα τετρακλινών στεγών επί ορθογωνικών κατόψεων διαμορφώνονται διασταυρούμενα ημιζευκτά με κεντρικό ή κεντρικούς ορθοστάτες (παπαάδες).

Τέλος, στην πολύ συνηθισμένη περίπτωση ακανόνιστης κάτοψης με προεξέχουσες πτέρυγες η στέγη προκύπτει ακανόνιστης μορφής. Τα χαρακτηριστικά της μηχανικής συμπεριφοράς των ξύλινων στεγών είναι τα ακόλουθα:

Προϋποθέσεις για την ανάπτυξη άξιας λόγου διαφραγματικής λειτουργίας είναι η Προϋποθέσεις για την ανάπτυξη άξιας λόγου *

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

διαφραγματικής λειτουργίας είναι η άρτια δικτύωση των ζευκτών (ύπαρξη επαρκών ορθοστατών και διαγωνίων ράβδων) η εξασφάλιση της συνέχειας στις ματίσεις των επιμήκων δοκών κάτω πέλματος, οι ισχυρές συνδέσεις στους κόμβους, η επαρκής σύνδεση των ζευκτών στις θέσεις έδρασής τους με ξύλινους ποταμούς ή προτιμότερο με ισχυρό κορυφαίο διάζωμα και η ύπαρξη ισχυρών εγκάρσιων και ιδιαίτερα αντιανέμιων συνδέσμων ή ισχυρούπληρους σανιδώματος.

Η μειωμένη εξασφάλιση ή απουσία κάποιων από τις παραπάνω προϋποθέσεις δημιουργεί κατά περίπτωση γενική ή κατά διεύθυνση (ανισοτροπία) μείωση της διαφραγματικής λειτουργίας της στέγης.

Το βάρος των ξύλινων στεγών κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων και καθορίζεται κυρίως από το βάρος της επικάλυψης. Οι συνηθέστεροι τύποι επικάλυψης κατά αύξουσα σειρά βάρους είναι οι ακόλουθοι:

- i. Ελαφρά κεραμίδια ευρωπαϊκού τύπου (γαλλικά).
- ii. Ρωμαϊκά ή Βυζαντινά καρφωτά κεραμίδια.
- iii. Βυζαντινά κολυμβητά κεραμίδια.
- iv. Επικάλυψη με λίθινες πλάκες (Πηλίου ή Ελευθερουπόλεως).

Πολλές φορές η ανεπαρκής δικτύωση των ζευκτών έχει ως συνέπεια την έντονη καμπτική καταπόνηση των ράβδων άνω και κάτω πέλματος και σημαντικές βυθίσεις με συνέπεια την έδραση της στέγης επί των εσωτερικών (συνήθως ασθενών) διαχωριστικών τοιχοποιιών με δυσμενείς συνέπειες για την ασφάλεια της κατασκευής.

Σε περίπτωση ανεπαρκούς δικτύωσης και ασθενών συνδέσεων στους κόμβους των ζευκτών σε συνδυασμό με απουσία επαρκών εσωτερικών τοιχοποιιών, εμφανίζεται "κάθισμα και άνοιγμα" της στέγης με συνέπεια την ανάπτυξη οριζόντιων ωθήσεων από τους κεκλιμένους αμείβοντες επί των περιμετρικών τοιχοποιιών έδρασης των ζευκτών.*

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

4.4. Διαζώματα – Ελκυστήρες

Τα διαζώματα και οι ελκυστήρες αποτελούν βασικά δομικά στοιχεία που ασκούν καθοριστική επιρροή στην απόκριση των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία υπό οριζόντια (σεισμικά) φορτία.*

Οι συνηθέστεροι τύποι διαζωμάτων και ελκυστήρων είναι οι ακόλουθοι:

α. Ξύλινα, μεταλλικά, ή (σε σχετικά πρόσφατες κατασκευές) από οπλισμένο σκυρόδεμα υπέρθυρα (πρέκια) στα ανώφλια των ανοιγμάτων ή και σε ενδιάμεσες στάθμες στο ύψος των ορόφων (μη συνεχή διαζώματα).

β. Συνεχή ξύλινα (ξυλοδεσιές), μεταλλικά, ή (σε σχετικά πρόσφατες κατασκευές) από οπλισμένο σκυρόδεμα οριζόντια διαζώματα στις στάθμες των ανωφλίων των ανοιγμάτων ή στις στάθμες των ορόφων και της στέγης.

γ. Μεταλλικοί ελκυστήρες (παθητικοί ή ελαφρά προεντεταμένοι) ή παθητικοί ξύλινοι ελκυστήρες στις στάθμες των ορόφων, της στέγης, ή και των ανωφλίων.

δ. Κατακόρυφα διαζώματα ξύλινα, από οπλισμένο σκυρόδεμα, ή σπανιότερα μεταλλικά.

Τα ανεξάρτητα πρέκια φέρουν απλώς την τοιχοποιία της ζώνης πάνω από τα ανώφλια των ανοιγμάτων χωρίς να συμβάλλουν στη συνολική απόκριση του κτιρίου υπό οριζόντια (σεισμικά) φορτία. Αρκετές φορές τα ανώφλια διαμορφώνονται σε μορφή τοξυλίου πλινθοδομής, οπότε το πρέκι είτε απουσιάζει, είτε τοποθετείται ως ελκυστήρας.

Τα συνεχή οριζόντια ξύλινα ή μεταλλικά διαζώματα αποτελούνται συνήθως από δύο

παράλληλες μεταξύ τους ράβδους ενσωματωμένες στο ίδιο επίπεδο στις δύο όψεις της τοιχοποιίας και συνδεδεμένες με εγκάρσιες ράβδους κατά το πάχος του τοίχου ανά διαστήματα. Ουσιαστικά πρόκειται για “ δικτυώματα μορφής σκάλας” σε οριζόντιο επίπεδο, τα οποία διασταυρώνονται στις γωνίες του

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

κτιρίου . Πολλές φορές οι εσωτερικές ράβδοι των διαζωμάτων αγκυρώνονται στα άκρα τους στις εξωτερικές όψεις των γωνιών των τοίχων μέσω εγκάρσιων μεταλλικών τεμαχίων ράβδων. Στην περίπτωση αυτή τα διαζώματα λειτουργούν και ως ελκυστήρες.

Ο κύριος ρόλος των συνεχών οριζόντιων διαζωμάτων είναι να ενισχύσουν την εκτός επιπέδου καμπτική λειτουργία των τοιχοποιιών, αναλαμβάνοντας τις οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις κάθετα στο επίπεδο του τοίχου και μεταφέροντάς τις στους εγκάρσιους τοίχους. Για το λόγο αυτό, σε παχείς τοίχους οι ξυλοδεσιές αποτελούνται συνήθως από δύο παράλληλες ξύλινες δοκούς στις όψεις της τοιχοποιίας που συνδέονται μεταξύ τους με ορθοστάτες. Αντίστοιχα, τα διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα καταλαμβάνουν ολόκληρο το πλάτος της τοιχοποιίας, ενώ έχουν σχετικά χαμηλό ύψος, καθώς καλούνται να λειτουργήσουν ως δοκοί καμπτόμενες σε οριζόντιο επίπεδο.

Οι ελκυστήρες είναι συνήθως χαλύβδινες λεπίδες ορθογωνικής διατομής ή μικρές χαλύβδινες δοκοί διατομής I ή Π, τοποθετούνται κατά τη δόμηση των τοίχων και προεντείνονται μετά την ολοκλήρωση του φέροντα οργανισμού. Συχνά συναντώνται και ξύλινοι ελκυστήρες που τοποθετούνται σε επαφή με την εσωτερική όψη των τοίχων και φέρουν στα άκρα τους μεταλλικές καρφωτές λεπίδες για την αγκύρωσή τους στην εξωτερική όψη των εγκάρσιων τοίχων. Η προένταση είναι ελαφρά και επιτυγχάνεται είτε με ράβδους αγκύρωσης κατάλληλου σχήματος, είτε με συστροφή της μεταλλικής λεπίδας σε σημεία όπου αυτή είναι προσπελάσιμη. Σημειώνεται ότι, η συμβολή της προέντασης των ελκυστήρων στην ανάπτυξη πρόθλιψης στην τοιχοποιία είναι συνήθως αμελητέα. Η προένταση επιβάλλεται κυρίως για την άρση τυχόν ανοχών μήκους ώστε η ενεργοποίηση του ελκυστήρα να είναι άμεση.

Ο κύριος ρόλος των οριζόντιων μεταλλικών ή ξύλινων ελκυστήρων είναι να αποτρέψουν την αποκόλληση υπό σεισμική καταπόνηση των διασταυρούμενων τοίχων καθ' ύψος των κατακόρυφων ακμών σε γωνίες τύπου Γ ή T.

Ορατοί ξύλινοι ή μεταλλικοί ελκυστήρες συναντώνται σε όλες σχεδόν τις κατασκευές που έχουν καμαρωτά ή θολωτά πατώματα, τόξα, αψίδες και τρούλους όπως τα Ρωμαϊκά, Βυζαντινά ή *

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

Οθωμανικά μνημεία. Οι ελκυστήρες τοποθετούνται στη στάθμη γένεσης των καμπύλων φορέων ώστε να αναλάβουν τις οριζόντιες ωθήσεις που αναπτύσσονται υπό τα κατακόρυφα φορτία. Οι ελκυστήρες αυτοί συνδέονται συνήθως στα άκρα τους με ξυλοδεσιές ενσωματωμένες στους εγκάρσιους τοίχους.

Τα κατακόρυφα διαζώματα (όταν υπάρχουν), σε συνεργασία με τα οριζόντια διαζώματα, συγκροτούν στο επίπεδο της τοιχοποιίας πλαίσια αυξημένης δυσκαμψίας που αφενός ενισχύουν τη λειτουργία δίσκου της τοιχοποιίας και αφετέρου εγκιβωτίζουν και περισφίγγουν τμήματα της τοιχοποιίας αποτρέποντας την πρόωρη ρηγμάτωσή της υπό σεισμική καταπόνηση εντός του επιπέδου της. Είναι φανερό ότι ο ρόλος των διαζωμάτων και των ελκυστήρων είναι να εξασφαλίζουν τη λειτουργία των φερουσών τοιχοποιιών ως ενιαίου συνόλου υπό οριζόντια σεισμική καταπόνηση. Πρέπει να σημειωθεί ότι, ο νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός αναγνωρίζει τη βασική συμβολή των διαζωμάτων στην πρόσδοση κάποιου βαθμού πλαστιμότητας σε φέροντες οργανισμούς από τοιχοποιία και διαφοροποιεί αντίστοιχα τις τιμές των συντελεστών σεισμικής συμπεριφοράς :

- α. Τοιχοποιία με οριζόντια διαζώματα: $q = 1.5$.
- β. Τοιχοποιία με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα: $q = 2.0$.
- γ. Τοιχοποιία οπλισμένη (κατακορύφως και οριζοντίως): $q = 2.5$.

Είναι γνωστό ότι ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς υπεισέρχεται ως διαιρέτης στη σχέση υπολογισμού της σεισμικής επιτάχυνσης σχεδιασμού, με αποτέλεσμα η ύπαρξη διαζωμάτων να προκαλεί σημαντική μείωση της οριζόντιας επιτάχυνσης σχεδιασμού του κτιρίου. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι τιμές του q για κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία είναι σημαντικά μικρότερες από αυτές των κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα, με αποτέλεσμα οι σεισμικές δράσεις σχεδιασμού κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία να προκύπτουν συγκριτικά σημαντικά υψηλότερες.*

* Πηγή από τα βιβλία «Κατασκευές από τοιχοποιία» του Καραντώνη Φ. , «Μηχανική της τοιχοποιίας από φέρουσα τοιχοποιία» του Ιγνατάκη Χ. και «Η μηχανική της τοιχοποιίας υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες» του Τάσιου Θ.Π.

5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η τοιχοποιία ήταν το κυριότερο δομικό υλικό από τις αρχές του πολιτισμού μας μέχρι και τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όπου έκανε την εμφάνιση ο χάλυβας και το σκυρόδεμα. Μερικά από τα σημαντικότερα μνημεία του πολιτισμού μας είναι κατασκευασμένα από τοιχοποιία, όπως ανάκτορα, εκκλησίες, υδραγωγεία οχυρωματικά έργα. Όμως για πολλά χρόνια αντιμετωπίζαμε την τοιχοποιία σαν αντικείμενο τέχνης και όχι αντικείμενο της επιστήμης. Με την ανάγκη που σημειώθηκε τα τελευταία χρόνια για συντήρηση των μνημείων και για τη διατήρηση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς, αφού οι πρόχειρες συντηρήσεις παλαιότερων ετών και ενισχύσεις αποδεικνύονταν αναποτελεσματικές, έπρεπε να αλλάξει ο τρόπος που ως τότε αντιμετωπιζόταν η τοιχοποιία. Η πολυπλοκότητα της κατασκευής εκμηδενίστηκε με την ανάπτυξη των υπολογιστικών προγραμμάτων αλλά και με την ικανότητα των ανθρώπων να φτιάχνουν τεχνητά τοιχώματα ώστε να έχουν σταθερές και ελεγχόμενες ιδιότητες. Σε πολλά κράτη δημιουργήθηκαν κανονισμοί, όπως ο Ευρωκώδικας 6 και 8.

Για να μπορέσουμε να ελέγξουμε τη δομή ενός κτηρίου από τοιχοποιία θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε τη συμπεριφορά του υλικού και τις ιδιότητές του. Η τοιχοποιία αποτελείται από τοιχώματα, που ονομάζονται οι δομικές μονάδες που αποτελούν την τοιχοποιία ανεξάρτητα από το αν είναι φυσικές ή τεχνητές και το συνδετικό κονίαμα. Οι τοιχοποιίες χωρίζονται σε κατηγορίες με κοινά χαρακτηριστικά ανάλογα με το είδος των τοιχωμάτων, τη λειτουργία τους στη δόμηση και τον τρόπο δόμησης.

A. Είδος τοιχωμάτων:

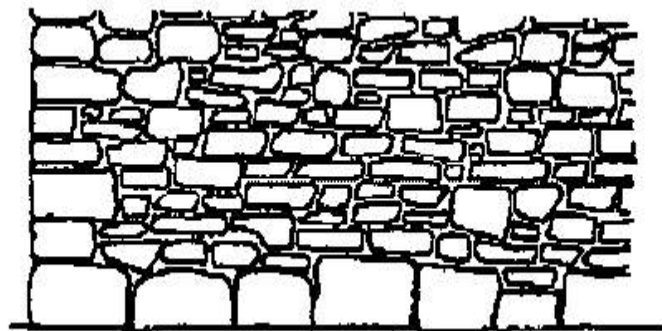
Τα τοιχοποιίες χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες, σε λιθοδομές από φυσικούς λίθους και σε πλινθοδομές από τεχνητούς λίθους.*

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός

1. Λιθοδομές, το υλικό των λιθοδομών είναι λίθοι από πετρώματα, που μετά από μικρή ή μεγάλη κατεργασία, αποκτούν το κατάλληλο σχήμα ώστε να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή ενός έργου. Στους φυσικούς λίθους ανήκουν οι γρανίτες, τα μάρμαρα, οι ασβεστόλιθοι, οι ψαμμίτες και οι σχιστόλιθοι.

Οι τοιχοποιίες από φυσικούς λίθους ανάλογα με το αν έχουν ή όχι συνδετικό κονίαμα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Ξηρολιθοδομές(ξερολιθιές) ονομάζονται οι λιθοδομές που αποτελούνται από φυσικούς λίθους χωρίς τη χρήση κονιάματος και αναλαμβάναν μόνο οριζόντιες δυνάμεις.



Σχήμα 5* Ξηρολιθοδομές

σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διώροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διώροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.



Φωτογραφία 26

- Λιθοδομές ονομάζονται οι τοιχοποιίες φτιαγμένες με φυσικούς λίθους και συνδέονται με κονίαμα. Οι λιθοδομές χρησιμοποιούνταν μέχρι την εμφάνιση του σκυροδέματος για κάθε είδους κατασκευής.
- Χυτές τοιχοποιίες κατασκευάζονται από μείγμα πηλού, κροκάλων και σκυροδέματος, τα οποία αφού σκληρύνουν συνθέτουν ένα ενιαίο κομμάτι του τοίχου.

2. Πλινθοδομές ονομάζονται οι τοιχοποιίες από τεχνητούς λίθους που κατασκευάζονται είτε επί τόπου είτε παράγονται σε εργοστάσια. Χαρακτηριστικό των πλινθοδομών είναι το συγκεκριμένο σχήμα τους και οι σταθερές διαστάσεις τους. Ανάλογα το υλικό των τεχνητών τοιχωμάτων χωρίζονται σε:(

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

- Ωμοπλινθοδομές είναι οι άψητοι πλίνθοι. Το υλικό αυτό χρησιμοποιήθηκε πολύ στη Μεσοποταμία, είναι ένα υλικό που έχει χαμηλή αντοχή και για το λόγο αυτό οι ζημιές είναι μεγάλες όταν υπόκεινται σε σεισμικές δονήσεις.
- Οπτοπλινθοδομές είναι οι ψημένες πλίνθοι, γνωστά σε εμάς και ως τούβλα και το πιο διαδεδομένο υλικό είναι ο πηλός. Οι τοιχοποιίες από οπτοπλινθοδομές κατασκευάζονται μέχρι και σήμερα ως φέρουσες τοιχοποιίες ή ως τοιχοπληρώσεις σε κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Τσιμεντοπλινθοδομές είναι οι τσιμεντόλιθοι με βάση το σκυρόδεμα όμως λόγω της κακής θερμομονωτικής τους ικανότητας δεν επιτρέπεται η χρήση τους για κατοικία.

Β. Η λειτουργία των τοιχοποιιών στο οίκημα είναι η άλλη μεγάλη κατηγορία που διακρίνονται:

- Φέρουσες όταν προορίζονται για να μεταφέρουν οριζόντια και κατακόρυφα φορτία στο έδαφος. Σε ένα κτίριο χωρίς σκελετό είναι αυτοί που θα μεταφέρουν τα κατακόρυφα φορτία από τη στέγη και τα πατώματα στο έδαφος και είναι τα στοιχεία που πρέπει να κατασκευάζονται πριν τα οριζόντια που θα στηρίζουν.
- Πληρώσεως είναι οι τοίχοι που διαμορφώνουν τους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, δε μεταφέρουν φορτία και κατασκευάζονται μετά τα πατώματα ή τις πλάκες.
- Αντιστήριξης είναι οι τοίχοι που συγκρατούν τα χώματα.
- Επένδυσης που κατασκευάζονται μόνο για διακοσμητικούς λόγους.

Γ. Τρόποι δόμησης ανεξάρτητα από τους λίθους που χρησιμοποιούνται, αν είναι φυσικοί ή τεχνητοί, χωρίζονται σε συμπαγή και σε κοίλη ή με πυρήνα. Στη συμπαγή τοιχοποιία σε μια κατακόρυφη τομή, δεν διακρίνονται κατακόρυφες ξεχωριστές (

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

στρώσεις ενώ στην κοίλη τοιχοποιία διακρίνεται η εσωτερική και εξωτερική στρώση και ανάμεσά τους είναι ο πυρήνας είτε κενός είτε πληρωμένος από κονίαμα οι σκυρόδεμα.

Συστήματα δόμησης

Αυτές είναι οι βασικές κατηγορίες των τοιχοποιιών που πρέπει να γνωρίζουμε όταν θέλουμε να εξετάσουμε τη δομή τους αλλά και να κατανοήσουμε τη λειτουργία τους σε ένα κτίριο.

Η άοπλη τοιχοποιία αποτελείται από δύο εξωτερικούς τοίχους με εσωτερική πλήρωση, όμως από τους EC6 και EC8 δεν θεωρείται αντισεισμική τοιχοποιία. Για να γίνει αντισεισμική θα πρέπει να εξασφαλίζεται σύνδεση με ένα συνδετήριο λίθο ανά τετραγωνικό μέτρο της κατακόρυφης επιφάνειας του τοίχου. Το κονίαμα που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι M2 και είναι σημαντικό να συμπληρωθούν με κονίαμα όλα τα κενά μεταξύ των λίθων, κυρίως στο εσωτερικό μέρος του τοίχου. Οι γωνίες των λίθων πρέπει να συνδέονται με λαξευμένους λίθους ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή σύνδεση των περιοχών αυτών. Όμως οι σύνδεση των φερόντων τοίχων γίνεται με την κατασκευή περιμετρικά του κτιρίου οριζόντιων διαζωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Από τους EC6 και EC8 υπάρχουν κανόνες ορθής δόμησης για τις τοιχοποιίες από οπτόπλινθους και τσιμεντόλιθους, αυτοί είναι:

- Δόμηση με τοποθέτηση των πλίνθων με κατακόρυφη τη μεγαλύτερη πλευρά δεν επιτρέπεται σε σειсмоγενείς περιοχές.
- Όταν το κονίαμα είναι γενικής χρήσης, το πάχος των αρμών δεν πρέπει να είναι μικρότερο του από 8mm και μεγαλύτερο από 15mm και οι κατακόρυφοι αρμοί πρέπει να γεμίζονται με κονίαμα.
- Για να αποφευχθεί η απορρόφηση νερού από το κονίαμα είναι σωστότερο να καταβρέχονται πρώτα οι λίθοι που θα χρησιμοποιήσουμε. (

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

- Για να μπορέσει ο τοίχος να λειτουργήσει σαν ένα ενιαίο δομικό στοιχείο θα πρέπει οι διαφορετικές στρώσεις των λιθομάτων να επικαλύπτονται.

Κατά των EC6 το ελάχιστο πάχος των φερόντων τοίχων είναι 100mm ενώ ο EC8 σε σειсмоγενείς περιοχές ορίζει σαν ελάχιστο πάχος διατμητικών τοίχων, όταν οι τοιχοποιία είναι άοπλη και σε σειсмоγενή περιοχή, 400mm για φυσικούς λίθους, 300mm για βιομηχανικούς λίθους και για άλλα υλικά τα πάχη είναι 240mm. Όμως οι Ελληνικοί κανονισμοί σύμφωνα με το βοήθημα ειδικές διατάξει για κτίρια από τοιχοποιία σε σειсмоγενείς περιοχές οι διατμητικοί τοίχοι πρέπει να ακολουθούν τα συγκεκριμένα πάχη.

Πίνακας 6. Πάχοι διατμητικών τοίχων

Τύπος τοιχοποιίας	Ελάχιστο πάχος (mm)	Ενεργό ύψος προς το πάχος	Ύψος προς μήκος
Άοπλη λιθοδομή	400	≤ 15	≤ 2
Άοπλη οπτοπλινθοδομή	300	≤ 15	≤ 2
Άοπλη οπτοπλινθοδομή σε ζώνες χαμηλής σεισμικότητας	175	≤ 15	≤ 2.5
Διαζωματική τοιχοποιία	240	≤ 15	≤ 3
Οπλισμένη τοιχοποιία	240	≤ 15	Χωρίς περιορισμό

Το μήκος ενός τοίχου πρέπει να είναι τουλάχιστον το $\frac{1}{2}$ του μέγιστου καθαρού ύψους των συντρεχόντων ανοιγμάτων, όταν πρόκειται για φυσικούς και βιομηχανικούς λίθους, ενώ πρέπει να είναι $\frac{1}{3}$ όταν πρόκειται για περισφιγμένη τοιχοποιία. Σύμφωνα με τους Ελληνικούς κανονισμούς σε σειсмоγενείς ζώνες με $a_g \geq 0.24g$ δεν επιτρέπεται η άοπλη τοιχοποιία για την κατασκευή αντισεισμικών δομικών στοιχείων σε κτίρια με παραπάνω από 2 ορόφους. *

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάρροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

Στη στάθμη κάθε ορόφου, πρέπει να τοποθετούνται οριζόντιες δοκοί από σκυρόδεμα ή χαλύβδινα διαζώματα αλλά η μεταξύ τους απόσταση δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 4m. Το σκυρόδεμα πρέπει να είναι τουλάχιστον C12/15 και το ελάχιστο ποσοστό διαμήκους οπλισμού δίνεται από τη σχέση:

$$n_{min} = f_{ctm} + f_{yk}$$

όπου f_{ctm} : είναι η μέση εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος.
 f_{yk} : η χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής του χάλυβα οπλισμού των ζωνών. Ο οπλισμός που προκύπτει από τη σχέση δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 200 cm^2 και οι συνδετήρες να είναι τουλάχιστον Φ6/250.

5.2.Περισφιγμένη τοιχοποιία

Η περισφιγμένη τοιχοποιία είναι ένα δομικό σύστημα στο οποίο οι φέροντες τοίχοι περικλείονται στις τέσσερις πλευρές τους από οπλισμένη τοιχοποιία ή οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία οπλισμένης τοιχοποιίας, όμως τα στοιχεία αυτά δεν παραλαμβάνουν ούτε οριζόντια ούτε κατακόρυφα φορτία. Δεν είναι σχεδιασμένα σαν πλαίσια για να παραλαμβάνουν ροπές. Για να εξασφαλίζεται η δομική αντοχή, τα κατακόρυφα διαζώματα πρέπει να τοποθετούνται σε όλες τις γωνιές και εσοχές του κτιρίου καθώς και στις συμβολές των τοίχων. Κατά τον EC8 απαιτείται η τοποθέτηση τους και στις δύο πλευρές των ανοιγμάτων που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη από $1,5 \text{ m}^2$ έως $2,5 \text{ m}^2$. Κατακόρυφα διαζώματα πρέπει να κατασκευάζονται σε κάθε ελεύθερο άκρο των φερόντων τοίχων και στα οριζόντια διαζώματα, η απόσταση μεταξύ των κατακόρυφων διαζωμάτων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 4,0 m. Όμως η περίσφιξη των τοίχων με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα πλεονεκτεί στα εξής:

1. βελτιώνει τη σύνδεση μεταξύ των φερόντων τοίχων.
2. βελτιώνει την ευστάθεια των λυγερών φερόντων τοίχων.*

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

3. βελτιώνει την αντοχή και την πλαστιμότητα των τοίχων.
4. μειώνει τον κίνδυνο αποσύνθεσης της τοιχοποιίας σε βλάβες σε σεισμό.

Σύμφωνα με το Βοήθημα (Ειδικές διατάξεις για κτίρια από τοιχοποιία σε σειсмоγενείς περιοχές) αναφέρει ότι:
 Σε κάθε κατακόρυφο και οριζόντιο στοιχείο περίσφιξης το ελάχιστο ποσοστό διαμήκους οπλισμού υπολογίζεται από τη σχέση:

$$p_{\min} = f_{ctm} / f_{syk}$$

f_{ctm} :είναι η μέση εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος

f_{syk} :είναι η χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής του χάλυβα οπλισμού των ζωνών.

Πάντως ο ελάχιστος οπλισμός των οριζοντίων και κατακόρυφων ζωνών δεν πρέπει να έχει διατομή μικρότερη από 240 mm^2 . Η τοποθέτηση των συνδετήρων στις κατακόρυφες και οριζόντιες ζώνες είναι επιβεβλημένη.

*Στον πίνακα 7 δίνεται η πρόταση για την εκλογή της κατάλληλης διαμέτρου και αριθμό λείων χαλύβδων, για τον οπλισμό των κατακόρυφων στοιχείων περίσφιξης, ανάλογα με τον αριθμό των ορόφων του κτιρίου και τη σεισμικότητα της περιοχής.**

Αριθμός ορόφων		$a_g < 0.1g$	$0,1g < a_g < 0,2g$	$0,2g < a_g < 0,4g$
2	1-2	4 ϕ 8	4 ϕ 10	4 ϕ 12
4	1-2	4 ϕ 8	4 ϕ 10	4 ϕ 12
4	2-4	4 ϕ 8	4 ϕ 10	4 ϕ 12
6	1-2	4 ϕ 10	4 ϕ 12	4 ϕ 14
6	3-4	4 ϕ 8	4 ϕ 10	4 ϕ 12
6	5-6	4 ϕ 8	4 ϕ 10	4 ϕ 12

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Τομαζενίτς Μ. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάωροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

5.3.Οπλισμένη τοιχοποιία

Οπλισμένη τοιχοποιία ονομάζεται το δομικό σύστημα στο οποίο τοποθετείται χάλυβας οπλισμού, με τη μορφή των ράβδων, με τη μορφή πλέγματος ή με οπές. Ο οπλισμός πρέπει να ενσωματωθεί καλά στην τοιχοποιία ώστε το σύστημα που δημιουργείται να συμπεριφέρεται μονολιθικά σε σεισμό αλλά και στα φορτία βαρύτητας. Η οπλισμένη τοιχοποιία έχει μεγαλύτερη αντίσταση στο σεισμό και απορροφά περισσότερη ενέργεια.

Τα βασικά συστήματα οπλισμένης τοιχοποιίας είναι:

- κοίλη οπλισμένη τοιχοποιία
- τοιχοποιία με οπλισμό στις οπές
- τοιχοποιία με οπλισμό σε φωλιές

Σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς και το βοήθημα ειδικές διατάξεις σε σειсмоγενής περιοχές το ελάχιστο ποσοστό του οριζόντιου οπλισμού $A_{S,H}$ πρέπει να είναι μεγαλύτερη των :

- α) του 0,05% του εμβαδού όλης της διατομής του τοίχου
- β) αυτού που προκύπτει από την εφαρμογή της σχέσης

$$p_{\min} = (f_{wt} - \mu\sigma_d) / (f_{yd} + k \times f_{wt} \sqrt{f_{yd}})$$

Όπου $\mu \approx 1, k \approx 2,5$, f_{wt} είναι η ελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας, f_{yd} είναι η τιμή σχεδιασμού του ορίου διαρροής του χάλυβα και σ_d είναι η τιμή σχεδιασμού της ορθής τάσης στον τοίχο.

Το ελάχιστο ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού που διανέμεται στον τοίχο πρέπει να είναι ίσο με τη μεγαλύτερη από τις δυο αυτές τιμές:

- α) του 0,05% του εμβαδού όλης της διατομής του τοίχου
- β) αυτού που προκύπτει από την εφαρμογή της σχέσης

$$p_{\min} = (f_{wt} - \mu\sigma_d) / (f_{yd} + k \times f_{wt} \sqrt{f_{yd}})$$

Όπου $\mu \approx 1, k \approx 2,5$, f_{wt} είναι η ελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας, f_{yd} είναι η τιμή σχεδιασμού του ορίου διαρροής του χάλυβα και σ_d είναι η τιμή σχεδιασμού της ορθής τάσης στον τοίχο.

5.4. Κονιάματα

Το κονίαμα είναι απαραίτητο σε μια κατασκευή από τοιχοποιία, είναι το υλικό που συνδέει τους λίθους μεταξύ τους και μεταφέρει τα φορτία της κατασκευής με ασφάλεια στο έδαφος. *

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διώροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

Στον Ευροκώδικα 6 τα κονιάματα διακρίνονται σε γενικής χρήσης, λεπτοκονιάματα και ελαφροβαρή κονιάματα.

Η ποιότητα ενός κονιάματος χαρακτηρίζεται από το γράμμα M (mortar) και γράφεται η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του. Τα κονιάματα με προδιαγραφόμενη σύνθεση πρέπει να αναγράφουν και την αναλογία των υλικών τους κατ'όγκο στο μείγμα π.χ. ασβεστοκονίαμα 1:2:3 είναι κονίαμα με 1 μέρος τσιμέντο, 2 μέρη άσβεστο και 3 μέρη άμμο. Επειδή δεν υπάρχουν Ελληνικοί Κανονισμοί για τα κονιάματα, οι συνιστώμενες αναλογίες των συστατικών των κονιαμάτων δίνονται από άλλους κανονισμούς, όπως DIN σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς, EN 998-2 είναι το ευρωπαϊκό πρότυπο κονιάματος κ.α.

*Πίνακας 8 : Αναλογία κονιαμάτων κατά τους Αμερικανικούς κανονισμούς ASTM C270**

Κατ' όγκο αναλογία								
Κονίαμα	Τύπος	Τσιμέντο Portland ή μείγμα	Τσιμέντο τοιχοποιία			Άσβεστο ς	Άμμος	Ελάχιστη Μέση Θλιπτική Αντοχή (MPa)
			M	S	N			
τσιμεντο-ασβεστο-κονίαμα	M	1				0.25	2.25-3	17.2
	S	1				0.25-0.5	φορές των	12.4
	N	1				0.5-1.25	όγκο των	5.2
	O	1				1.25-2.5	υπολοίπων υλικών	2.4
Τσιμέντο τοιχοποιία	M	1			1		2.25-3	17.2
	M		1				φορές των	17.2
	S	0.25			1		όγκο των	12.4
	S			1			υπολοίπων	12.4
	N				1		υλικών	5.2
O				1			2.4	

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

Πίνακας 9. : Αναλογία και όγκο υλικών κονιαμάτων κατά DIN 1053

Ομάδα κονιάματος	τσιμέντο	Άσβεστος			Υπερυδραυλική Άσβεστός	Άμμος (φυσική)
		πολτός	υδράσβεστος	Υδραυλική άσβεστος		
MI		1	1	1		3.5 3 3
MII	1 1	1.5	2		1	8 8 3
MIII	1					4

Πίνακας 10. : Αναλογία και όγκο κονιαμάτων κατά EN 998-2

Ποιότητα κονιάματος	Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή (MPa)	Κατ' όγκο αναλογία		
		τσιμέντο	Άσβεστος	Άμμος
M 2.5	2.5	1	3	9
M 5	5	1	2	6
M 10	10	1	0.5	5
M 20	20	1	-	3

Το κείμενο του EC6 απαιτεί για τις φέρουσες τοιχοποιίες κονίαμα με τουλάχιστον M2.5 και για τις οπλισμένες τοιχοποιίες, η αντοχή του να μην υπερβαίνει την αντοχή των τοιχωμάτων ώστε να αποφεύγεται η ψαθυρή αστοχία με θραύση των τοιχωμάτων. Η απαραίτητη ποσότητα νερού που θα χρησιμοποιηθεί στο κονίαμα πρέπει να εξασφαλίζει την ανάμειξη των υλικών και να έχει μικρή κάθιση. Λιγότερη ποσότητα νερού στο κονίαμα έχει σαν συνέπεια είτε την κακή επαφή του με τα τούβλα είτε το κονίαμα δεν εξαπλώνεται, για το λόγο αυτόν να εξασφαλίζεται δηλαδή η σωστή ποσότητα νερού, καλύτερα τα τούβλα να βρέχονται πριν τη χρήση τους. Έστω ότι στο κονίαμα αυξάνουμε την ποσότητα του τσιμέντου, η σύνθεση του μείγματος μας δίνει καλύτερη συνοχή, γρήγορη σκλήρυνση σε κανονική θερμοκρασία και είναι ανθεκτικότερο, πυκνότερο και αδιαπέραστο.*

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός

Οι αρνητικές επιδράσεις που έχει η αύξηση της ποσότητας τσιμέντου στο κονίαμα είναι ότι προκαλεί ρηγματώσεις στα τοιχώματα όταν είναι μικρής αντοχής και αυξάνεται η συστολή ξήρανσης.

Είναι σημαντικό να προσέχουμε τις ποσότητες των υλικών που θα είναι τσιμέντο είτε είναι άμμος, αλλάζουν τις ιδιότητες του κονιάματος και σαν γενικότερο αποτέλεσμα και της αντοχής της κατασκευής μας.

Έλεγχος της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου

Έχοντας αναφέρει τα υλικά κατασκευής, τα συστήματα δόμησης και πως αυτά συμπεριφέρονται, τα κονιάματα που πρέπει να χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη σεισμικότητα της περιοχής μπορούμε να ελέγξουμε την φέρουσα ικανότητα της τοιχοποιίας σε οριζόντια και κατακόρυφα φορτία. Στον EC8 καθορίζονται οι παρακάτω μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας οι οποίες προσδιορίζονται με πρότυπες εργαστηριακές μεθόδους:

- θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας f
- διατμητική αντοχή f_v
- καμπτική αντοχή f_x
- σχέση τάσης-παραμόρφωσης σ - ϵ

Επίσης απαιτείται να γνωρίζουμε τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας και των δομικών στοιχείων της:

- η εφελκυστική αντοχή f_t , ως ένα ισοδύναμο της διατμητικής αντοχής f_v
- το μέτρο ελαστικότητας E
- το μέτρο διάτμησης G
- ο δείκτης πλαστιμότητας μ

Οι μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας προσδιορίζονται με πρότυπα δοκίμια μικρών τοίχων ή τοιχίσκων σύμφωνα με το σύνολο προτύπων EN 1052. η θλιπτική αντοχή προσδιορίζεται με τον έλεγχο είτε τοιχίσκων από τουλάχιστον 1,5 λιθόσωμα μήκος και 3 λιθοσώματα ύψος, ή τοίχους μήκους 1,0-1,8m και ύψους 2,4-2,7m. Τα δοκίμια τοποθετούνται στη μηχανή ελέγχου και το κατακόρυφο φορτίο αυξάνεται με ομοιόμορφο ρυθμό ώστε η θραύση να επέλθει 15-30 λεπτά μετά την έναρξη του πειράματος. *

σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάρροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός

Όταν πρόκειται για λυγηρούς τοίχους (λόγος ύψους προς πάχος μεγαλύτερο από 20) μετρούνται και οι οριζόντιες μετακινήσεις στο μέσο του τοίχου, ώστε να ληφθεί υπόψη και η λυγηρότητα. Αν δ είναι η μετακίνηση πριν την επιβολή του μέγιστου φορτίου και t το πάχος του τοίχου, η τιμή του πειράματος μπορεί να αυξηθεί κατά ένα συντελεστή $\frac{t}{t-\delta}$, αρκεί η αύξηση αυτή να μην είναι

μεγαλύτερη από 15%.

Σύμφωνα με το EN 1052-1, ελέγχονται τρία δοκίμια και υπολογίζονται τα αποτελέσματα. Η μέση θλιπτική αντοχή f της τοιχοποιίας διορθώνεται αν η θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων και του κονιάματος απέχουν από τις μέσες τιμές σχεδιασμού κατά 25% των προδιαγραμμένων τιμών. Η χαρακτηριστική αντοχή της τοιχοποιίας f_k προσδιορίζεται ως η μικρότερη τιμή των $f_k = f/1,2$ και $f_k = f_{\min}$

Αν δεν υπάρχουν δεδομένα εργαστηριακών ελέγχων, η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της άοπλης τοιχοποιίας από κονίαμα γενικής χρήσης μπορεί να υπολογιστεί με βάση την ανοιγμένη θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων f_b και την αντοχή του κονιάματος f_m από την εξίσωση:

$$f_k = K \times f_b^{0,65} \times f_m^{0,25} \quad (\text{σε MPa})$$

με την προϋπόθεση ότι η f_m δεν είναι μεγαλύτερη από 20 MPa αλλά ούτε από $2 f_b$. Η τιμή της σταθεράς K (σε MPa) εξαρτάται από την κατάταξη των λιθοσωμάτων σε ομάδες σύμφωνα με τον πίνακα 3. Ο EC 6 προτείνει τις παρακάτω τιμές για την σταθερά K:

1. 0,60 για λιθοσώματα Ομάδας 1 σε τοίχο χωρίς κατά πλάτος αρμό κονιάματος(δρομικός τοίχος)
2. 0,55 για λιθοσώματα Ομάδας 2α σε τοίχο χωρίς κατά πλάτος αρμό κονιάματος(δρομικός τοίχος)
3. 0,50 για λιθοσώματα Ομάδας 2β σε τοίχο χωρίς κατά πλάτος αρμό κονιάματος(δρομικός τοίχος) και για λιθοσώματα Ομάδας 1 σε τοίχο με κατά πλάτος αρμό κονιάματος(για μπατικούς, υπερμπατικούς τοίχους)
4. 0,45 για λιθοσώματα Ομάδας 2α σε τοίχο με κατά πλάτος αρμό κονιάματος
5. 0,40 για λιθοσώματα Ομάδας 2β σε τοίχο με κατά πλάτος αρμό κονιάματος και για τα λιθοσώματα Ομάδας 3.*

σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάρροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός

Πίνακας 10. Η συσχέτιση τυπικών τιμών της χαρακτηριστικής θλιπτικής αντοχής f_k από ελέγχους δοκιμών και αναμενόμενων τιμών με τη χρήση της παραπάνω εξίσωσης, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Λιθόσωμα	Ομάδα	Κονίαμα (MPa)	f_k (MPa)	
			Από δοκιμή	Από εξίσωση
10	1-αργιλικό	0,5	2,0	2,3
15	1-αργιλικό	2,5	2,5	4,4
7,5	2 α-αργιλικό	5,0	5,0	2,4
15	2 α-αργιλικό	2,5	2,5	4,0
15	2 α-αργιλικό	3,0	3,0	4,8
7,5	2 α-άλλο	3,5	3,5	3,0
7,5	2 α-άλλο	3,0	4,0	3,0
7,5	2 β-αργιλικό	2,3	4,5	2,3

Κάθε φορά που εισάγεται μια νέα τεχνολογία ή ένα νέο σχήμα λιθοσώματος, πρέπει να πραγματοποιούνται πειραματικοί έλεγχοι για τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων της τοιχοποιίας.

Η διατμητική αντοχή είναι η αντοχή της τοιχοποιίας που δέχεται διατμητικές δυνάμεις. Είναι ένας συνδυασμός της αρχικής διατμητικής αντοχής υπό θλιπτική τάση και της αύξησης της αντοχής εξαιτίας της θλιπτικής τάσης κάθετα στη διάτμηση. Η αρχική διατμητική αντοχή υπό μηδενική θλιπτική τάση f_{vko} προσδιορίζεται με έλεγχο κατά EN 1052-3 των δοκιμών που λέγονται τριλέτες. Ο ελάχιστος αριθμός δοκιμών που πρέπει να ελεγχθεί είναι πέντε. Η ελάχιστη αποδεκτή τιμή της διατμητικής αντοχής υπό μηδενική θλιπτική τάση είναι 0,03MPa και η χαρακτηριστική διατμητική αντοχή της άοπλης τοιχοποιίας δίνεται από την εξίσωση:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma_d$$

σ_d είναι η θλιπτική τάση σχεδιασμού κάθετα στη διάτμηση. Η τιμή αυτή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0,065 f_b (που δεν είναι μικρότερη από f_{vko}), ή μικρότερη από μια οριακή τιμή που προσδιορίζεται από τον EC6 και εξαρτάται από την ομάδα λιθοσωμάτων και την ποιότητα του κονιάματος.*

σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάρροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός

Πίνακας 11: Τυπικές τιμές της αρχικής διατμητικής αντοχής υπό μηδενική θλίψη f_{vko} και οριακές τιμές της χαρακτηριστικής διατμητικής αντοχής f_{vk} για γενικά κονιάματα γενικής χρήσης (EC6).

Ομάδα λιθοσωμάτων	κονίαμα	f_{vko} (MPa)	Οριακές τιμές f_{vk} (MPa)
1 αργιλικά	M10-M20	0,3	1,7
	M2,5-M9	0,2	1,5
1 άλλα	M10-M20	0,2	1,7
	M2,5-M9	0,15	1,5
2α αργιλικά	M10-M20	0,3	1,4
	M2,5-M9	0,2	1,2
2α άλλα	M10-M20	0,2	1,4
2 β αργιλικά	M2,5-M9	0,15	1,2

Υπάρχει κι άλλος τρόπος προσέγγισης της διατμητικής αντοχής, δηλαδή η διατμητική αντοχή της άοπλης τοιχοποιίας είναι η μέγιστη τιμή της κύριας εφελκυστικής τάσης που αναπτύσσεται σε ένα συγκεκριμένο γεωμετρίας τοίχο από τοιχοποιία, που έχει προσομοιωθεί ως ελαστικό, ομογενές και ισότροπο τοίχιο υπό το διατμητικό φορτίο που άντεξε ο τοίχος. Η τιμή της κύριας εφελκυστικής τάσης στην αστοχία, που αναπτύσσεται με αυτές τις προϋποθέσεις λέγεται εφελκυστική αντοχή f_t .

Δεν υπάρχουν ακόμα πρότυπα για απευθείας πειραματικό προσδιορισμό της διατμητικής αντοχής f_v και της εφελκυστικής αντοχής f_t . Για τον προσδιορισμό τους θα πρέπει να γίνουν πειράματα είτε ανακυκλιζόμενα, είτε μονοτονικά πριονοειδή, είτε πειράματα διαγώνιας θλίψης. Έχει βρεθεί από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων διαφορετικών μεθοδολογιών ότι οι διαφορές δεν είναι σημαντικές, είτε πρόκειται για τον προσδιορισμό της εφελκυστικής τάσης είτε πρόκειται για την διατμητική τάση εμείς αυτό που λαμβάνουμε υπόψη είναι η επίδραση της θλιπτικής τάσης στον τοίχο.*

σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazenic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazenic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

Πίνακας 12: Συσχέτιση μεταξύ πειραματικών τιμών της εφελκυστικής αντοχής f_{tk} και της αρχικής διατμητικής αντοχής f_{vko} της τοιχοποιίας.

Λιθόσωμα	Ομάδα	Κονίαμα	Αντοχή f_k (MPa)	
			f_{tk}	f_{vko}
10	1-αργιλικό	0,5	0,04	0,10
15	1-αργιλικό	2,5	0,18	0,20
7,5	2 α-αργιλικό	2,0	0,30	0,10
15	2 α-αργιλικό	2,5	0,12	0,20
15	2 α-αργιλικό	5	0,18	0,20
7,5	2 α-αργιλικό	5	0,27	0,15
7,5	2 α-αργιλικό	5	0,27	0,15
7,5	2 α-αργιλικό	3	0,10	0,20

Από τη συσχέτιση μεγάλου αριθμού πειραματικών αποτελεσμάτων, ο λόγος μεταξύ της εφελκυστικής και της θλιπτικής αντοχής οποιουδήποτε τύπου τοιχοποιίας κυμαίνεται μεταξύ

$$0,03 f_k \leq f_{tk} \leq 0,09 f_k$$

με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να βρούμε την εφελκυστική αντοχή αν γνωρίζουμε μόνο τη θλιπτική αντοχή ενός συγκεκριμένου τύπου τοιχοποιίας.

Όσο εξελίσσεται η τεχνολογία αναπτύσσονται νέοι μέθοδοι για τον έλεγχο της δομής του κτιρίου, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες σε καταστρεπτικές και μη καταστρεπτικές μέθοδοι. Θα αναφέρουμε τις μεθόδους αυτές αφού αποτελούν εργαλείο για τους μηχανικούς οι μέθοδοι αυτοί.

Μη καταστρεπτικοί μέθοδοι: μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ευρεία κλίμακα σε μία κατασκευή και επανειλημμένα, αφού δεν επιφέρουν αλλαγή σε αυτήν. Τέτοιες μέθοδοι είναι:

1. Ραντάρ: ραδιοκύματα μεγάλης συχνότητας μπορούν να διαδοθούν μέχρι βάθους 20m και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του εδάφους, της δομής της τοιχοποιίας για τυχόν κοιλότητες κ.α.*

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάρροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

2. Ηχητικές μέθοδοι: χρησιμοποιούνται με μεγάλη επιτυχία στη διερεύνηση της δομής ομογενών υλικών και για τον εντοπισμό της θέσης του σπλισμού στο σπλισμένο σκυρόδεμα. Όμως η τοιχοποιία δεν αποτελεί ομογενές υλικό και η ταχύτητα με την οποία ο ήχος διαδίδεται στα στερεά υλικά εξαρτάται από το μέτρο ελαστικότητας και την πυκνότητα του υλικού. Η αλλαγή της ταχύτητας διάδοσης από τμήμα σε τμήμα δεν καθιστά την καταλληλότερη μέθοδο.
3. Θερμογραφική μέθοδος: η εφαρμογή της θερμογραφίας βασίζεται στην ιδέα ότι η θερμοκρασία της επιφάνειας εξαρτάται από το υλικό που είναι πίσω της. Έτσι το πίσω μέρος μίας επιφάνειας μπορεί να είναι κάποιο συνεχές υλικό ή κάποιο κενό το οποίο αλλάζει τη θερμοκρασία της τοιχοποιίας. Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίζουμε τα υλικά και τον τρόπο κτισίματος, της ύπαρξης κτισμένων ανοιγμάτων, αψίδων, ελκυστήρων κ.α.
4. Μέθοδοι ενδοσκόπησης: Οι συσκευές ενδοσκόπησης δίνουν τη δυνατότητα επισκόπησης του εσωτερικού της τοιχοποιίας από υφιστάμενα κενά ή ρωγμές. Οι οπές που ανοίγονται είναι μικρές 1,7mm και μπορούν εύκολα να αποκαταστηθούν με επίχρισμα.
Η ενδοσκόπηση δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε υλικά χωρίς εσωτερικά κενά, όπως το σκυρόδεμα. Το πλήθος των πληροφοριών που παρέχουν τα ενδοσκόπια καθιστούν τη χρήση τους δημοφιλή σε όλο τον κόσμο, σε συνδυασμό με θερμογραφικές ή ηχητικές μεθόδους μπορούν να δώσουν άριστα αποτελέσματα.
5. Ραδιογραφία: Η μέθοδος αυτή είναι η πιο πρόσφατη αλλά δεν είναι διαδεδομένη λόγω του μεγάλου κόστους της. Βασίζεται στο διαφορετικό βαθμό απορρόφησης της ακτινοβολίας από τα διάφορα υλικά και αποτυπώνεται με διαφορετικές αποχρώσεις σε φωτογραφικό φιλμ. Η αρχή λειτουργίας των συσκευών ραδιογραφίας προϋποθέτει την εφαρμογή της και από τις δυο πλευρές της τοιχοποιίας.*

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

Καταστρεπτικοί μέθοδοι: είναι διερευνητικές τομές ή λήψη δοκιμίων και παρέχουν πολλές πληροφορίες αλλά δεν τυγχάνουν ευρείας εφαρμογής αφού υπάρχει καταστροφή του τμήματος της κατασκευής. Τέτοια μέθοδος είναι η λήψη πυρήνων, θα πρέπει να λαμβάνονται πυρήνες που να περιλαμβάνουν κονίαμα και λιθοσώματα, ώστε να εκτιμάται και η σύνθεση τους. Η μέθοδος αυτή δεν εφαρμόζεται πάντα γιατί υπάρχει μείωση της αντοχής της κατασκευής.

Η Ελλάδα είναι μια χώρα αμιγώς ιστορική κύριο χαρακτηριστικό της οποίας είναι ο πλούτος της σε ιστορικά μνημεία, τα οποία χρήζουν προστασία και διατήρησης. Με τον όρο όμως ιστορικά μνημεία εννοούμε κάθε κατασκευή ιδιαίτερα σημαντική λόγω του ιστορικού, αρχαιολογικού, κοινωνικού προφίλ της. Κάθε κτίριο δηλαδή που έχει συνδεθεί με ένα ιστορικό πρόσωπο ή γεγονός ή αποτελεί χαρακτηριστικό δείγμα λαϊκής αρχιτεκτονικής καθώς επίσης και κτίρια που δίδουν πληροφορίες για τον τρόπο ζωής και εργασίας του παρελθόντος (βιομηχανικά κτίρια ελαιοτριβεία)

Η ανάγκη διατήρησης των παραπάνω κρίνεται επιτακτική αν θέλουμε να προστατεύσουμε την πολιτιστική μας κληρονομιά αλλά και να την κληροδοτήσουμε ως παρακαταθήκη στις επόμενες γενιές.

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με την χρήση FRP στον τρόπο ενίσχυσης και επισκευής των ιστορικών μνημείων, αλλά πριν φθάσουμε πρέπει να εξετάσουμε το θέμα των επισκευών διεξοδικά.*

6. Τυπικές βλάβες σεισμών-παθολογία

6.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΛΑΒΩΝ

Οι βλάβες εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τα υλικά τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του κτιρίου. Ειδικότερα εφόσον ο λόγος γίνεται για ιστορικά κτίρια – μνημεία, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την δόμηση αυτών ήταν συνήθως η πέτρα,

* Πηγή από τα βιβλία «Αντισεισμικά κατασκευαί» του Ρουσόπουλος Α. «Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς απλών κτιρίων κατά EC8 με χρήση κριτηρίου αστοχίας» του Σχίζα Α., Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία του Tomazevic M. και Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διάροφου κτιρίου πριν κ μετά από την ενίσχυση του» του Βέρρα Α.

το ξύλο , το τούβλο , -πλίνθος και επίσης το σκυρόδεμα και ο χάλυβας στα μεταγενέστερα μνημεία του 20 αιώνα .

Τα εν λόγω υλικά (πέτρα , ξύλο , πλίνθος) είναι πολύ αδύνατα σε εφελκυσμό .

Παράλληλα η πλειονότητα των ιστορικών κτιρίων είναι φέροντες οργανισμοί οι οποίοι αποτελούνται από φέροντες τοίχους .

Αναλυτικότερα από:

Πεσσούς (κατακόρυφα τμήματα μεταξύ των ανοιγμάτων όταν η απόσταση είναι μικρή)

Τοίχους (κατακόρυφα τμήματα χωρίς ανοίγματα)

Συνδετικές δοκοί (οριζόντια τμήματα μεταξύ των ανοιγμάτων)

Εν συνεχεία οι βλάβες μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες

Έμμεσες βλάβες δευτερευόντων κατασκευαστικών στοιχείων όπως εσωτερικοί διαχωριστικοί τοίχοι , σκαλοπάτια και οι οποίες εν επηρεάζουν την γενικότερη στατική λειτουργία του κτιρίου.

Άμεσες βλάβες της φέρουσας τοιχοποιίας οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στατική συμπεριφορά του κτιρίου και δημιουργούνται από μετακινήσεις , παραμορφώσεις η ρηγματώσεις του κτιρίου.

Ειδικότερα μετακίνηση της φέρουσας τοιχοποιίας έχουμε όταν μετακινηθεί από την αρχική της θέση χωρίς να αλλάξει μορφή.

Παραμόρφωση έχουμε όταν κάτω από την δράση ισχυρών τάσεων (διατμητικές , εφελκυστικές) παρατηρούνται αλλαγές στην μορφή της τοιχοποιίας π.χ. από καθιζήσεις θεμελίων.

Ρηγματώσεις των τοίχων παρουσιάζονται όταν σημειωθεί μετατόπιση διαφόρων σημείων του υλικού . Τις ρηγματώσεις μπορούμε να τις διακρίνουμε σε ρηγματώσεις των τοίχων παρουσιάζονται όταν σημειωθεί μετατόπιση διαφόρων σημείων του υλικού . *

Τις ρηγματώσεις μπορούμε να τις διακρίνουμε σε ρηγματώσεις εφελκυσμού οι οποίες προκαλούνται είτε από μια σχετική μετατόπιση μεταξύ δυο τοίχων είτε από καθίζηση του θεμελίου και στρέψη του κτιρίου σχήμα 1 ορφανουδάκης 1992
ρηγματώσεις θλίψης οι οποίες παρουσιάζονται όπου υπάρχει υπέρβαση της αντοχής σε θλίψη από κάμψη και συνοδεύονται από φουσκώματα και σε πιο προχωρημένο στάδιο σε συνδυασμό με

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

οριζόντιες ρωγμές σχήμα 2 ορφανουδάκης 1992 . Όταν διαπιστώνουμε ρωγμές θλίψης υπάρχει σοβαρός κίνδυνος κατάρρευσης.

6.2 ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Η γνώση της παθολογίας των κατασκευών είναι σημαντική γιατί ο προσδιορισμός των αιτιών και των βλαβών είναι απαραίτητος προκειμένου να αρθεί το αίτιο που τις προκάλεσε και στη συνέχεια

να αποκατασταθεί η κατασκευή , διότι σε περίπτωση επισκευής χωρίς άρση του αιτίου οι βλάβες θα επαναληφθούν .

Έχει όμως αποδειχτεί ότι τις περισσότερες φορές μια βλάβη είναι συσσωρευτικό αποτέλεσμα περισσότερων του ενός αιτιών , γεγονός που δυσχεραίνει τον προσδιορισμό των πραγματικών . Ένας επιπλέον παράγοντας που περιπλέκει την αιτιολόγηση των βλαβών είναι ότι πολλά αίτια εκδηλώνονται με τον ίδιο τρόπο και επομένως πρέπει με την μέθοδο του αποκλεισμού μερικώς να οδηγηθούμε στα πραγματικά.

Για τους λόγους αυτούς η γνώση της συμπεριφοράς των κατασκευών από τοιχοποιία , σε συνδυασμό με την τεκμηρίωση της κάθε συγκεκριμένης κατασκευής , θα οδηγήσει στην ερμηνεία των αιτιών που προκάλεσαν τη συγκεκριμένη βλάβη και τελικά στη θεραπεία του προβλήματος .

Τα κτίρια από τοιχοποιία που ήταν σχεδιασμένα και κατασκευασμένα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των σύγχρονων αντισεισμικών κανονισμών , συμπεριφέρθηκαν ικανοποιητικά.*

Οι περιπτώσεις κατάρρευσης ήταν ελάχιστες και περιορίζονταν σε κτίρια στα οποία μόνο εν μέρει είχαν εφαρμοστεί οι απαιτήσεις των κανονισμών , ειδικά εκείνες που σχετίζονται με την ποιότητα της κατασκευής .

Αν και η δομική μορφολογία των κτιρίων ποικίλει στις διαφορετικές περιοχές , οι βλάβες τους εξαιτίας σεισμικών δράσεων μπορούν να καταταγούν με ενιαίο τρόπο .Μπορούν να αναγνωριστούν ως οι εξής τύποι βλαβών από την ανάλυση της μορφής των παρατηρούμενων σεισμικών βλαβών :

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

- Ρωγμές μεταξύ τοίχων και δαπέδων
- Ρωγμές στις γωνίες και τις συμβολές τοίχων
- Εκτός επιπέδου κατάρρευση των περιμετρικών τοίχων
- Ρωγμές σε ανώφλια και στηθαία
- Διαγώνιες ρωγμές σε φέροντες τοίχους
- Μερική ή πλήρη κατάρρευση του κτιρίου

Η ανάλυση της μορφής των βλαβών μπορεί να αναδείξει σαφώς τα ασθενή και τα ισχυρά σημεία των διαφορετικών δομικών συστημάτων . Με βάση την ανάλυση των βλαβών , μπορεί να προσδιοριστεί ο μηχανισμός αστοχίας , μπορούν να προσδιοριστούν οι δυνάμεις που αναπτύσσονται στο δομικό σύστημα κατά τη διάρκεια ενός σεισμού .

Όμως δεν μπορούν να εκτιμηθούν ποσοτικά δεδομένα σχετικά με την σεισμική δράση ή την αντοχή του συστήματος χωρίς να γίνουν πρόσθετες πειραματικές έρευνες που προσομοιώνουν την παρατηρούμενη συμπεριφορά και το είδος των βλαβών.

Στο σχ. 2.19 φαίνονται οι παραμορφώσεις και οι χαρακτηριστικοί τύποι βλαβών των φερόντων τοίχων ενός απλού κτιρίου από τοιχοποιία , υπό την επίδραση σεισμικών δράσεων.

Όπως μπορείτε να δείτε οι φέροντες τοίχοι οι οποίοι είναι εγκάρσιοι στη σεισμική δράση υπόκεινται σε κάμψη εκτός του επιπέδου τους , η οποία προκαλεί κατακόρυφες ρωγμές στις γωνίες και στη μέση τους .

Όμως στους τοίχους που είναι παράλληλοι προς τη σεισμική δράση , η κάμψη και η διάτμηση προκαλούν οριζόντιες και διαγώνιες ρωγμές αντίστοιχα.*

Η τεκμηρίωση πρέπει να περιλαμβάνει:

α) ΛΕΠΤΟΜΕΡΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ των φερόντων στοιχείων της κατασκευής . Αν η εργασία αυτή είναι σχετικά απλή στις πλαισιωτές κατασκευές , στις κατασκευές από τοιχοποιία μερικές φορές καθίσταται δυσχερής , καθώς διάφορες δομικές επεμβάσεις είναι δυνατόν να δίδουν λανθασμένη εικόνα για τα φέροντα στοιχεία . Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι πολλές από τις κατασκευές από τοιχοποιία έχουν ζωή ακόμα και εκατοντάδων ετών και έχουν πιθανότατα υποστεί πολλές επεμβάσεις.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Στο στάδιο αυτό μεγάλη βοήθεια προσφέρουν μέθοδοι επισκόπησης π.χ. ακτινογραφίες, υπέρθυρη ακτινοβολία

β) ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ εφ' όσον υπάρχουν , των αρχικών σχεδίων της κατασκευής και διασταύρωσης τους με την υπάρχουσα κατάσταση . Πολύ χρήσιμη είναι η συλλογή πληροφοριών για τα στάδια κατασκευής του έργου καθώς και για τις επεμβάσεις που τυχόν έχουν γίνει . Έχει αποδειχθεί ότι και η μικρή χρονική διαφορά στα στάδια κατασκευής έχει παίξει σημαντικό ρόλο στη μετέπειτα συμπεριφορά του δομήματος . Ο κυριότερος λόγος είναι διαφορετικά υλικά και η διαφορετική ποιότητα κατασκευής που επετεύχθη σε κάθε διαφορετικό στάδιο.

γ) ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ της εξέλιξης των βλαβών . Είναι προφανές ότι βλάβες που συνεχίζονται είναι πολύ περισσότερο επικίνδυνες από βλάβες που συνέβησαν κάποτε στην ζωή της κατασκευής αλλά , με την ανακατανομή των τάσεων που ακολούθησε , σταθεροποιήθηκαν και σταμάτησε η εξέλιξη τους . Η παρακολούθηση αυτή πρέπει να γίνεται με μια από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους και να τεκμηριώνεται καταλλήλως . Σημαντικά στοιχεία προς τη μεριά της γνώσης της εξέλιξης των βλαβών παρέχουν μαρτυρίες που αφορούν στην πρώτη εμφάνιση των βλαβών.

Χρειάζεται όμως προσοχή και αξιολόγηση της αξιοπιστίας των μαρτυριών διότι μερικές βλάβες αν και υφίστανται επί μεγάλο χρονικό διάστημα γίνονται αντιληπτές μόνο όταν για κάποιο λόγο αναζητηθούν π.χ. μετά από κάποιο σεισμό . *

Στη κατεύθυνση της συλλογής στοιχείων ακόμα και θρύλοι σχετικοί με το έργο μπορούν να αξιοποιηθούν . Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι ο θρύλος του γεφυριού της Άρτας που πρόδιδε κάποια δυσκολία στην κατασκευή του , ωφείλετο σε εδαφολογικά προβλήματα στη μια πλευρά της γέφυρας .

Είναι βεβαίως προφανές ότι αναλόγως του μεγέθους και της σπουδαιότητας της κατασκευής κάποιο στάδιο μπορεί να παραληφθεί αλλά και να απαιτήσει δυσανάλογα μεγάλο χρόνο σε σχέση με κάποιο άλλο . π.χ. το στάδιο β) σε ένα μνημείο με μακραίωνη ζωή μπορεί να διαρκέσει ακόμα και χρόνια , αλλά τα

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

ευρήματα του να ερμηνεύσουν εύκολα τις παρατηρούμενες βλάβες.

6.3.ΑΙΤΙΑ ΒΛΑΒΩΝ

Τα αίτια βλαβών που προκαλούν βλάβες στις κατασκευές μπορούν να καταταγούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες ως εξής :

α)Ενδογενή , που έχουν σχέση με αυτό τούτο το υλικό και την κατασκευή ή που ωφείλονται σε σφάλματα της (πολλές φορές ανύπαρκτης) μελέτης και κατασκευής.

β)Εξωγενή , που ωφείλονται σε εξωτερικούς παράγοντες , δηλαδή σε δράσεις περιβαλλοντικές ή τυχηματικές (σεισμός, φωτιά)

Ένας σημαντικός παράγοντας που γίνεται αιτία για την δημιουργία βλαβών στις κατασκευές είναι το έδαφος , και μπορούν να καταταγούν σε μια τρίτη κατηγορία.

6.4.ΕΝΔΟΓΕΝΗ ΑΙΤΙΑ ΒΛΑΒΩΝ

Τα κυριότερα ενδογενή αιτία είναι η κακή μορφολογία της κατασκευής (ασυμμετρία σε κάτοψη και καθ' ύψος) η συνήθης σε τέτοιες κατασκευές απουσία σχεδιασμού , η κακή ποιότητα των υλικών και πολύ συχνά και της δόμησης , η ασυμβατότητα των χρησιμοποιημένων υλικών , οι κακές ενισχυτικές παρεμβάσεις , οι οποίες μπορούν να αποβούν από αναποτελεσματικές μέχρι επιβλαβείς , και οι μεταβολές όγκου λόγω θερμοκρασιακών διαφορών αλλά και συνίζησης. *

Όπως μπορεί εύκολα να γίνει αντιληπτό , η αντιμετώπιση των περισσοτέρων εκ των ενδογενών αιτιών είναι ιδιαίτερος δυσχερής (π.χ. μορφολογία κατασκευής) .

Όταν κατά την μόρφωση ενός κτιρίου δεν έχουν τηρηθεί κάποιιοι από τους κανόνες τότε δημιουργείται και υφίσταται για πάντα ένα ανδογενές αίτιο βλάβης , το οποίο υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να οδηγήσει στην εκδήλωση της .

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

Η αντιμετώπιση των αιτιών που προέρχονται από την μόρφωση και το σχεδιασμό της κατασκευής συνεπάγεται την άρση των παραγόντων που αυξάνουν την τρωτότητα της π.χ. δημιουργία συμμετρικών σε κάτοψη τμημάτων μέσω δημιουργούμενου αρμού , δημιουργία οριζοντίων διαφραγμάτων κ.λ.π. . Η ασυμβατότητα των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες φάσεις της ζωής μιας κατασκευής ή ενός μνημείου (ίσως και σε κάποια φάση επισκευής) αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα δημιουργίας βλαβών .

Για παράδειγμα αναφέρεται η χρήση σιδερένιων συνδέσμων για τη σύνδεση τεμαχισμένων μαρμάρων στην Ακρόπολη των Αθηνών είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες βλάβες όταν οι σύνδεσμοι σκούριασαν, αυξήθηκε ο όγκος τους και οι τάσεις που αναπτύχθηκαν διέρρηξαν το μάρμαρο.

Ιδιαίτερα προβλήματα εξαιτίας συνίζησης δημιουργούνται όταν η κατασκευή αποτελείται από μικτή κατά πάχος ή κατά μήκος τοιχοποιία (οπότε κάθε τοίχος έχει διαφορετικό βαθμό συνίζησης) και ακόμα όταν τμήματα ενός τοίχου έχουν κατασκευαστεί με σημαντική χρονική διαφορά . Στην περίπτωση μικτής κατά το πάχος τοιχοποιίας η διαφορετική συνίζηση των στρώσεων έχει ως αποτέλεσμα την έδραση πατωμάτων και στεγών και συνεπώς την μεταφορά των φορτίων , από τη στρώση με τη μικρότερη συνίζηση , γεγονός που ενδέχεται να οδηγήσει στην αστοχία του τοίχου.

Ρωγμές λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών παρατηρούνται σε τοίχους που στηρίζουν πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος , οι οποίες υπό την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών διαστέλλονται σε σημαντικό βαθμό .

Το σχήμα των ρωγμών διαφέρει ανάλογα με τη διεύθυνση της μετακίνησης της πλάκας σε σχέση με τον τοίχο .

Έτσι σε τοίχους κάθετους στην διεύθυνση της μετακίνησης η εκδήλωση γίνεται με μικρές ολισθήσεις στους αρμούς και δεν είναι ιδιαίτερα έντονη .*

Αν όμως ο τοίχος συνδέεται με κάποια εγκάρσια ο τελευταίος θα αποκολληθεί από τον πρώτο .

Σε τοίχους παράλληλους σε διεύθυνση μετακίνησης της πλάκας η εκδήλωση θα είναι έντονη. Στη διεπιφάνεια πλάκας – τοίχου θα αναπτυχθούν διατμητικές τάσεις το ανώτερο τμήμα του τοίχου θα παρακολουθήσει την προς τα έξω μετακίνηση της πλάκας και έτσι οι ρωγμές θα έχουν ως γνωστό σχήμα με το

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

οποίο εκδηλώνεται η διατμητική αστοχία , με το κατώτερο ως προς την πλευρά μετακίνησης.

Στη φάση της αρχικής κατασκευής της πλάκας αν η δόμηση γίνεται με τους θερμούς μήνες οι παραμορφώσεις λόγω αύξησης της θερμοκρασίας και της αρχικής συστολής του σκυροδέματος μπορούν να εξουδετερωθούν , αλλά για υψηλές θερμοκρασίες παραμένει ένα υπόλοιπο παραμορφώσεων που οδηγεί σε ρηγμάτωση

Αντιθέτως η συστολή του σκυροδέματος και η πτώση της θερμοκρασίας , αν η δόμηση γίνεται ψυχρή εποχή , έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη βράχυνση της πλάκας και την δημιουργία ρωγμών της μορφής του.

Μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού μιας πλάκας έχουν αποτέλεσμα την παραμόρφωση της πλάκας και συνέπεια τούτου την απώλεια της πλήρους επαφής μεταξύ πλάκας – τοίχου .

Έτσι σε περίπτωση ψύχους έξω και ζέστης μέσα δημιουργείται ρωγμή στην έξω παρειά στήριξης που μπορεί να αποτελέσει δίοδο υγρασίας με σοβαρές συνέπειες αν δεν ληφθούν εγκαίρως μέτρα στεγάνωσης .

Στην περίπτωση μεγάλης ζέστης έξω και ψύχους στο εσωτερικό , συνθήκες που είναι σήμερα συχνές με την εξάπλωση των κλιματιστικών μηχανημάτων , η απώλεια στήριξης συμβαίνει στην εσωτερική παρειά και δεν έχει συνέπειες στην κατασκευή.

*

6.5.ΕΞΩΓΕΝΗ ΑΙΤΙΑ

Εξωγενή αίτια βλαβών είναι τυχηματικές δράσεις , οι οποίες είναι μεν σπάνιες, αλλά έχουν έντονη εκδήλωση (σεισμό , φωτιά).

Περιβαλλοντικές δράσεις , οι οποίες εκτός του ότι είναι ποικίλες , έχουν και αργή αυξανόμενη με το χρόνο εκδήλωση , με αποτέλεσμα η επιρροή τους αρκετές φορές να υποτιμάται .

Οι περιβαλλοντικές δράσεις έχουν σχέση σχεδόν πάντα με με την ύπαρξη νερού ή υγρασίας , είναι αρκετές και συχνές και αν δεν αντιμετωπισθούν έγκαιρα έχουν ως αποτέλεσμα την αποσύνθεση την αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας και την γήρανση της κατασκευής .

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

Δεν είναι λίγες οι φορές που αποτελούν την κύρια αιτία κάποιας βλάβης , η οποία εκδηλώνεται όταν αυτή η δράση ενισχυθεί και από κάποιο άλλο αίτιο π.χ. σεισμός. Οι περισσότερο συνηθισμένες περιβαλλοντικές δράσεις στα κτίρια από τοιχοποιία είναι :

α. Κύκλοι υγράνσεως και ξηράνσεως της τοιχοποιίας . Η δράση του ύδατος μπορεί να είναι :

- φυσική , καθώς η πήξη του και η επακόλουθη αύξηση του όγκου του δημιουργεί μικρορηγματώσεις και αποδιοργάνωση κυρίως του κονιάματος των αρμών ,
- μηχανική , δηλαδή διάβρωση από το νερό της βροχής των λίθων σε ανεπίχριστες λιθοδομές και στις επιχρισμένες , του επιχρίσματος αρχικά, και στη συνέχεια των λίθων , αν δεν ληφθούν έγκαιρα μέτρα ,
- χημική, αν στο νερό υπάρχουν αραιά χημικά οξέα.

Στις παλαιές τοιχοποιίες η ανερχόμενη υγρασία προκαλεί σημαντικό βαθμό διάβρωσης του συνδετικού ασβεστοκονιάματος σε αρκετά μεγάλο ύψος πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

β. Κρυστάλλωση αλάτων , που αν γίνεται στην επιφάνεια των υλικών , έχει ως αποτέλεσμα ακίνδυνα εξανθήματα , κυρίως των κονιαμάτων και των κακοψημένων τούβλων , αλλά αν γίνεται στη μάζα τους μπορεί να οδηγήσει σε επικίνδυνες διαρρήξεις.(

γ. Υγροποίηση υδρατμών στο εσωτερικό της τοιχοποιίας μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα φυσικοχημική δράση.

δ. Συγκράτηση υγρασίας σε σημεία εδράσεως στεγών , υδροροών , ή επαφής με όμορα κτίσματα . Η επί μεγάλο χρονικό διάστημα συγκράτηση υγρασίας προκαλεί διάβρωση του συνδετικού κονιάματος , ιδιαίτερα όταν αυτό είναι ασβεστοκονίαμα και ξέπλυμα του στο σώμα του τοίχου , με συνέπεια τη δημιουργία εσωτερικών κοιλοτήτων που έχουν ως αποτέλεσμα την δραστική μείωση της αντοχής του , λόγω της απώλειας σύνδεσης των τοιχοσωμάτων.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

ε. Ρίζες φυτών στο σώμα της τοιχοδομής έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία τάσεων αλλά και την αποσάρθρωση του κονιάματος .

Ρίζες φυτών κάτω από τα θεμέλια τοίχων έχουν ως αποτέλεσμα την ανύψωση των τοίχων ενώ η γειτνίαση με φυτά που απορροφούν μεγάλες ποσότητες ύδατος έχει ως αποτέλεσμα της καθίζησης ή ανύψωση τους .

Δυστυχώς σε μερικές περιπτώσεις κυρίως ναών, δεν ενθαρρύνεται η εκρίζωση των φυτών που αναπτύσσονται στην τοιχοδομή , με σοβάδες συνέπειες όταν αυτά γίνουν πλέον δέντρα.

Όπως προαναφέρθηκε τυχηματικές δράσεις είναι ο σεισμός και η φωτιά και τα δυο φαινόμενα εκδηλώνονται ιδιαίτερα έντονα και μπορούν να οδηγήσουν μέχρι την πλήρη κατάρρευση της κατασκευής. Οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια μιας πυρκαγιάς έχουν συνέπεια αλλοιώσεις των υλικών , όπως ασβεστοποιήσεις και αποσυνθέσεις , ιδιαίτερα του συνδετικού κονιάματος , με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής της τοιχοποιίας.

Δυστυχώς μέτρα πυρασφάλειας των ιδίων των τοίχων δεν υπάρχουν. Η σεισμική δράση είθισται να θεωρείται σαν η κύρια αιτία των βλαβών των κατασκευών από τοιχοποιία , τόσο στη χώρα μας όσο και σε άλλες σεισμογενείς περιοχές της γης .

Για τις παλαιότερες εμπειρικές κατασκευές αυτό δεν απέχει πολύ από την πραγματικότητα αλλά οι νεώτερες έχουν επιδείξει καλή σεισμική συμπεριφορά .(

Πάντως επειδή η μορφή της ρηγμάτωσης λόγω σεισμού μοιάζει με εκείνη λόγω εδαφολογικών προβλημάτων , συνήθως ο σεισμός χρεώνεται και βλάβες οφειλόμενες στο έδαφος .

Τις περισσότερες φορές όμως η σεισμική δράση είναι απλώς το επιπλέον αίτιο που οδήγησε σε βλάβες , σε συνδυασμό με ενδογενή ή και περιβαλλοντικά αίτια.

Η κακή μόρφωση , η μη επιμελημένη δόμηση και οι δομικές παρεμβάσεις είναι μερικοί παράγοντες που υπό την επίδραση οριζοντίων δυνάμεων συντελούν στην αστοχία της κατασκευής .

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

6.6. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Είναι φανερό ότι, οι συνδυασμοί υλικών και τύπων πατωμάτων και στεγών, υλικών και τύπου δόμησης φερουσών τοιχοποιιών, υλικών και μορφής διαζωμάτων και ελκυστήρων, (ή και η απουσία τους) παράγουν μια μεγάλη πολυτυπία κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Στις προηγούμενες παραγράφους παρουσιάστηκε ποιοτικά ο ρόλος των επί μέρους δομικών στοιχείων που συγκροτούν τον φέροντα οργανισμό κτιρίων από τοιχοποιία. Στην παρούσα παράγραφο θα επιχειρηθεί η σκιαγράφιση της απόκρισης και παθολογίας των κτιρίων υπό κατακόρυφα και ιδιαίτερα υπό οριζόντια σεισμικά φορτία. Άλλες αιτίες (που μερικές φορές είναι σημαντικές) δεν εξετάζονται στο παρόν εγχειρίδιο (π.χ. περιβαλλοντικές δράσεις).

Παθολογία κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία υπό κατακόρυφα φορτία

Η μεταβίβαση των κινητών κατακόρυφων φορτίων και των ιδίων βαρών των οριζόντιων δομικών στοιχείων (πατώματα, στέγες) στα κατακόρυφα (φέρουσες τοιχοποιίες) και από εκεί, μαζί με τα σημαντικά ίδια βάρη των τοίχων, στη θεμελίωση και το έδαφος, είναι συνήθως σαφής και εξασφαλισμένη σε όλους του τύπους κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία.

Τα τυχόν προβλήματα είναι συνήθως περιορισμένα και μπορούν να καταταγούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- α. Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας λόγω κακού σχεδιασμού (τοπική ρηγμάτωση τοιχοποιίας υπό ισχυρά μοναχικά φορτία ή λόγω αναντιστοιχίας ανοιγμάτων καθ' ύψος).
- β. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από διαφορικές καθιζήσεις της θεμελίωσης.
- γ. Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας από επεμβάσεις, διαρρυθμίσεις ή προσθήκες κατ' επέκταση.
- δ. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από προσθήκες καθ' ύψος.
- ε. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από αλλαγή χρήσης (αύξηση κινητών φορτίων).
- στ. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από γήρανση υλικών.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

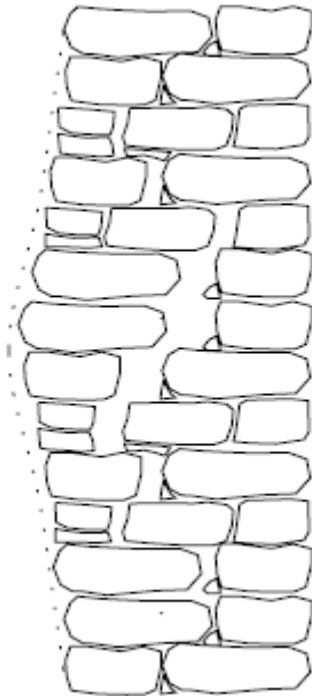
Οι βλάβες από τα κατακόρυφα φορτία είναι συνήθως των ακόλουθων τύπων:

α. Όταν υπάρχει τοπική υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής είτε από κακό σχεδιασμό είτε από συγκέντρωση φορτίου, εμφανίζονται είτε σχεδόν κατακόρυφες ρηγματώσεις που οφείλονται στις εγκάρσιες εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται σε μονοαξονικά θλιβόμενη τοιχοποιία, είτε, ιδιαίτερα σε περίπτωση τρίστρωτης λιθοδομής, εμφανίζεται κατακόρυφο επίπεδο ρηγμάτωσης – διαχωρισμού κατά το πάχος του τοίχου που εκδηλώνεται με μονόπλευρο είτε αμφίπλευρο φούσκωμα της τοιχοποιίας.

β. Σε περίπτωση διαφορικών καθιζήσεων εμφανίζονται λοξές ρηγματώσεις μιας διεύθυνσης κατά μήκος της θλιβόμενης διαγωνίου σε πεσσούς ή δίσκους τοιχοποιίας κατά μήκος του πόδα, των οποίων εκδηλώνεται διαφορετική καθίζηση. Οι βλάβες παρουσιάζονται εντονότερες στους χαμηλούς ορόφους.

γ. Σε περίπτωση διαφορεικής βράχυνσης υπό τα κατακόρυφα φορτία σε μεσαίους συνήθως τοίχους, εμφανίζονται λοξές ρηγματώσεις μιας διεύθυνσης στους εγκάρσιους τοίχους, αρόμοιες με αυτές της περίπτωσης, με τη διαφορά ότι οι βλάβες εμφανίζονται εντονότερες στους ανώτερους ορόφους.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.



Σχήμα 7. Μονόπλευρο φούσκωμα τρίστρωτης λιθοδομής με ασύνδετες όψεις υπό κατακόρυφα θλιπτικά φορτία

Ενώ η φόρτιση υπό τα κατακόρυφα φορτία ορίζεται με σχετική σαφήνεια, κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει με τη σεισμική φόρτιση. Ακόμη και μετά τις σημαντικότερες απλοποιήσεις της μετάβασης από τη φυσική διέγερση στο φάσμα επιταχύνσεων σχεδιασμού του κανονισμού και τη θεώρηση της δράσης του σεισμού κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου, είναι γνωστό ότι τόσο το μέγεθος όσο και η κατανομή της σεισμικής τέμνουσας καθ' ύψος (αλλά και μεταξύ των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων κάθε ορόφου) εξαρτάται από τα γεωμετρικά και τα δυναμικά μηχανικά χαρακτηριστικά του φέροντα οργανισμού.

Στην περίπτωση κτιρίων με φέροντα οργανισμό από τοιχοποιία είναι απαραίτητη η θεώρηση επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων για μια ικανοποιητική προσομοίωση του φέροντα οργανισμού, ενώ είναι συνήθως άγνωστος ο βαθμός διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων. Τα χαρακτηριστικά αυτά αυξάνουν υπερβολικά το πλήθος των ιδιομορφών ταλάντωσης που απαιτούνται ώστε να ενεργοποιηθεί ένα μεγάλο ποσοστό της μάζας του κτιρίου, με αποτέλεσμα η δυναμική προσέγγιση του προβλήματος να γίνεται εξαιρετικά δύσκολη. *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι, με εξαίρεση τα μη κανονικά κτίρια, δεν είναι γενικά απαραίτητη η δυναμική ανάλυση κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, διότι αυτά είναι συνήθως ιδιαίτερα δύσκαμπτα. Καθώς όμως δεν υπάρχει συνήθως σημαντική συγκέντρωση μαζών στις στάθμες των πατωμάτων (μεγάλο ποσοστό της μάζας είναι διανεμημένο επιφανειακά στους τοίχους), απέχει πολύ από την πραγματικότητα η θεώρηση τριγωνικής κατανομής της σεισμικής τέμνουσας και η συγκέντρωσή της στις στάθμες των ορόφων κατά την ψευδοστατική ανάλυση υπό σεισμική καταπόνηση.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις σε συνδυασμό με την πολυμορφία και πολυτυπία των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία αλλά και τη δυσκολία εκτίμησης των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών, περιορίζουν τη δυνατότητα σχετικά σαφούς προσομοίωσης του φέροντα οργανισμού και σκιαγράφησης της απόκρισής του υπό οριζόντια σεισμικά φορτία μόνο σε ακραίες περιπτώσεις.

6.7. ΒΛΑΒΕΣ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Αν και όπως προαναφέρθηκε, οι βλάβες που οφείλονται στο έδαφος αποτελούν μάλλον ξεχωριστή κατηγορία, μπορούν ίσως να καταταγούν και στις τυχηματικές δράσεις.

Οι επιβαλλόμενες παραμορφώσεις εξαιτίας διαφορικών ή ολικών καθιζήσεων είναι πολύ συνηθισμένες στις κατασκευές που μας απασχολούν.

Πολλές φορές οι βλάβες λόγω διαφορικών καθιζήσεων συγχέονται με εκείνες λόγω σεισμού αφού α) η εκδήλωση γίνεται με λοξές ρωγμές και β) η διεύρυνση των αιτιών που οδήγησαν σε διαφορική καθίζηση είναι ιδιαίτερα δυσχερής επειδή το αίτιο δεν είναι ορατό και για τον προσδιορισμό του απαιτείται συνήθως εκσκαφή.

Πρέπει πάντως πάντα να έχουμε υπόψη ότι εν γένει τα θεμέλια παλαιότερων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία δεν είναι παρά η επέκταση του τοίχου 2-3 στρώσεις μέσα στο έδαφος.

Ως εκ τούτου οι βλάβες που οφείλονται στο έδαφος σε συνδυασμό με ελλιπή θεμελίωση είναι σύνηθες φαινόμενο. Αν η θεμελίωση είναι δύσκαμπτη τότε πιθανότατα το κτίριο μπορεί να μετακινηθεί ως στερεό σώμα χωρίς να εκδηλωθούν βλάβες και αρουσιάζονται οι δυο δυνατοί τρόποι ολικής καθίζησης.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Οι περιπτώσεις ολόσωμης καθίζησης δεν είναι ο κανόνας , αλλά τις περισσότερες φορές τα δημιουργούμενα προβλήματα οφείλονται σε διαφορικές καθιζήσεις και έτσι δημιουργούνται ρωγμές τα αίτια των οποίων είναι :

1. Αστοχία θεμελίωσης λόγω υπερφόρτωσης . Αν η υπερφόρτιση δεν είναι συνέπεια λανθασμένης μελέτης , οπότε οι βλάβες εμφανίζονται αμέσως μετά την αποπεράτωση της κατασκευής , τότε οφείλεται σε νεώτερες επεμβάσεις. Συνηθέστερη αιτία είναι η εκ των υστέρων δημιουργία μεγάλων ανοιγμάτων στο ισόγειο και η εκ τούτου μεταφορά μεγάλων δυνάμεων από τους εκατέρωθεν μειωμένους σε επιφάνεια πεσσούς. Οι δυνάμεις αυτές επιβάλλουν στο έδαφος μεγάλες τάσεις με αποτέλεσμα μεγαλύτερες καθιζήσεις στα σημεία εκείνα και ρηγματώση των οριζοντίων στοιχείων που συντρέχουν στους υπόψη πεσσούς ,

2. Διαφορικές καθιζήσεις που οφείλονται σε αρκετούς λόγους.

Όταν τμήματα ενός κτιρίου θεμελιώνονται σε διαφορετικές στάθμες και με θεμέλια από διαφορετικά υλικά ή διατομή , τότε μια διαφορική καθίζηση είναι πολύ πιθανή .

Τα αποτελέσματα μιας διαφορικής καθίζησης δεν είναι πάντοτε ορατά ιδιαίτερα όταν έχει μικρή τιμή , καθώς η τοιχοποιία έχει την δυνατότητα να την υποστεί μέσω της συμπίεσης του κονιάματος των αρμών χωρίς να εμφανιστούν ρηγματώσεις . Χαρακτηριστική περίπτωση διαφορικής καθίζησης συμβαίνει κατά την προσθήκη κατ' επέκταση υπάρχοντος κτιρίου.

Η μορφή της ρηγματώσης στην περίπτωση αυτή εξαρτάται από τον όγκο αλλά και τον τρόπο σύνδεσης των δυο τμημάτων . Αν οι τοίχοι των δυο τμημάτων συνδέονται με κοινά λιθοσώματα τότε η εκδήλωση της καθίζησης γίνεται με κατακόρυφη ρωγμή στην ένωση των δυο τμημάτων . Αν οι τοίχοι συνδέονται , τότε οι ρωγμές θα εμφανιστούν στα κοντινότερα στην ένωση περισσότερο τρωτά σημεία του τρωτέρου κτιρίου π.χ. ανώφλια, κατώφλια.*

Αν η προσθήκη είναι μικρή και γίνεται δίπλα σε μεγάλο κτίριο τότε η περισσότερο απομακρυσμένη πλευρά της προσθήκης θεμελιώνεται σε αφόρτιστο έδαφος το οποίο καθώς φορτίζεται

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

καθιζάνει και η προσθήκη αποκολλάται από το υπάρχον κτίριο με συνέπεια τη δημιουργία ευπαθούς στην υγρασία σημείου

α . Όταν γίνεται προσθήκη μεγάλου κτίσματος δίπλα σε υπάρχον μικρό , τότε στην κοινή πλευρά θα αυξηθούν οι τάσεις στο έδαφος , το υπάρχον κτίριο θα τείνει να γείρει προς το νέο , το οποίο όμως το εμποδίζει , και λόγω της αναπτυσσόμενης οριζόντιας δύναμης δημιουργούνται ρωγμές .

Όταν βαριά γειτονικά κτίρια απέχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους , τότε είναι πιθανόν να συγκλίνουν λόγω της αύξησης των τάσεων του εδάφους στη μεταξύ τους περιοχή . Οι συνέπειες της σύγκλισης αυτής εξαρτώνται από το είδος της θεμελίωσης , δηλαδή αν η θεμελίωση είναι δύσκαμπτη τότε τα κτίρια θα παραμορφωθούν ως στερεά σώματα χωρίς εκδήλωση βλαβών , αντίθετα αν η θεμελίωση είναι εύκαμπτη τότε θα επιτρέψει διαφορικές καθιζήσεις που πιθανόν να εκδηλωθούν με ρηγματώσεις των εφελκυσόμενων τμημάτων της κατασκευής .

Για τον ίδιο λόγο μπορεί να συμβεί καθίζηση στο μέσον επιμήκους οικοδομής . Στην περίπτωση αυτή είναι επίσης πιθανό να διαφέρουν και οι εδαφικές συνθήκες από το ένα άκρο ως το άλλο , οπότε θα παρατηρηθούν διαφορικές καθιζήσεις .

Αυτός κυρίως είναι ο λόγος που υπαγορεύει την τήρηση ανωτάτων ορίων στο μήκος ενός κτιρίου

3. Υποσκαφή θεμελίων , η οποία οφείλεται όχι μόνο σε ανθρώπινους αλλά κυρίως σε φυσικούς παράγοντες . Υπόγεια ρέοντα ύδατα κάτω από τη θεμελίωση μπορούν το έδαφος και να ακολουθήσει υποχώρηση των θεμελίων με ορατά συμπτώματα την απόκλιση των τοίχων από την κατακόρυφο και έντονη ρηγμάτωση λόγω διαφορικής καθίζησης .

Στο ίδιο αποτέλεσμα οδηγεί η διαρροή υδάτων και το σύστημα ύδρευσης ή αποχέτευσης του κτιρίου ή των διπλανών του.

Η διαρροή του συστήματος αποχέτευσης είναι βραδεία και τα αποτελέσματα της γίνονται ορατά μόνο μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα .*

Αυτό έχει ως συνέπεια να αναζητούνται άλλα αίτια των βλαβών από τα πραγματικά.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Πρέπει να τονισθεί ότι ενώ στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο οι καθιζήσεις είναι μάλλον γραμμικές , αφού δεν συμβαίνει απότομη μεταβολή των τάσεων στην περίπτωση αυτή τα φαινόμενα είναι έντονα .

Οι εκσκαφές σε όμορα οικόπεδα πολύ συχνά οδηγούν σε εκτόνωση του εδάφους κάτω από τα θεμέλια προς τη μεριά της εκσκαφής , με αποτέλεσμα ακόμα και την κατάρρευση του υπάρχοντος κτιρίου , αν δεν ληφθούν μέτρα αντιστήριξης των πρηνών και ενίσχυση της θεμελίωσης του.

4. Συμπύκνωση του εδάφους θεμελίωσης . Όταν ένα κτίριο κατασκευάζεται εν όλω ή εν μέρει πάνω σε πρόσφατες γαιώδεις αποθέσεις (μπάζα , ντεπώ) χωρίς να προηγηθεί συμπύκνωση τους , τότε λόγω του διαφορετικού βαθμού συμπύκνωσης που συντελείται από τα φορτία της κατασκευής , θα παρατηρηθούν διαφορικές καθιζήσεις και πιθανότατα ρηγμάτωση του κτιρίου , η οποία θα εκδηλωθεί.

5.Κίνηση του εδάφους θεμελίωσης . Η συχνότερη περίπτωση κίνησης του εδάφους θεμελίωσης συμβαίνει όταν αβαθείς και εκτεταμένες θεμελιώσεις έχουν γίνει πάνω σε αργιλικό έδαφος . Κατά τους υγρούς μήνες η άργιλος διογκώνεται και κατά τους ξηρούς συρρικνώνεται (Barnes 2004).

Η έκταση των αλλαγών σε όγκο της αργίλου κάτω από ένα κτίριο εξαιτίας των καιρικών μεταβολών εξαρτάται σε ικανό βαθμό από τον περιβάλλοντα το κτίριο χώρο, δηλαδή αν υπάρχουν ή όχι δέντρα και πεζοδρόμιο .

Καθώς κατά την ξηρή περίοδο το έδαφος γύρω από το κτίριο μειώνει τον όγκο του . Το έδαφος ακριβώς κάτω από τη θεμελίωση καθιζάνει με αποτέλεσμα δημιουργία ρωγμών στις γωνίες του κτιρίου και των ανοιγμάτων του. Κατά την υγρή περίοδο που ο όγκος της αργίλου αυξάνεται υπάρχει μια τάση μείωσης του εύρους των ρωγμών έως τελικού κλεισίματος τους.

Όμως η πιθανή ύπαρξη θραυσμάτων από κονίαμα στις ρωγμές , εμποδίζει το τέλειο κλείσιμο τους.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

Τα φαινόμενα της διόγκωσης γίνονται εντονότερα όταν υπάρχουν φυτά με ισχυρό επιφανειακό ριζικό σύστημα , όπως λεύκες και ευκάλυπτοι.

Εάν αυτά τα δέντρα είναι μεμονωμένα και απέχουν απόσταση μικρότερη από το ύψος τους ή αν είναι σε δεντροστοιχία και απέχουν απόσταση μικρότερη από μιάμιση φορά το ύψος τους τότε μπορούν να επιφέρουν μεγάλες μετακινήσεις στο έδαφος κάτω από την κατασκευή .

Οι μετακινήσεις αυτές εκδηλώνονται στις κατασκευές όπως και η μεταβολές όγκου της αργίλου , αλλά οι ρηγματώσεις είναι περισσότερο έντονες . Έχει παρατηρηθεί ότι το κτίριο κτισμένο σε απόσταση πολύ κοντά σε δέντρα και θεμελιωμένο με θεμελιολωρίδες σε διάστημα 7 ετών υπέστη ανύψωση των θεμελίων 38,1 cm περισσότερο για τις αποστάσεις από τα κτίρια που πρέπει να φυτεύονται διάφορα είδη δένδρων μπορούν να βρεθούν στο Barnes 2004.

Διόγκωση του εδάφους πραγματοποιείται και εξαιτίας παγετού . Λόγω της αύξησης του όγκου του εγκλωβισμένου στο έδαφος νερού όταν μετατραπεί σε πάγο δημιουργούνται ανυψώσεις του εδάφους με σοβαρές συνέπειες στις κατασκευές.

Μια άλλη αιτία μετακίνησης εδάφους είναι η ύπαρξη πρανούς . Αργιλικά εδάφη με κλίση μεγαλύτερη από 1:10 έχουν τάση αν και με βραδύ ρυθμό , να ολισθαίνουν προς τα κάτω . Για την αποφυγή ενός τέτοιου φαινομένου είναι απαραίτητη η κατασκευή ενός τέτοιου φαινομένου είναι απαραίτητη η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης που θα συγκρατεί τις μετακινήσεις του εδάφους .

Επίσης η αρκετά συχνή επιχωμάτωση τμήματος του πρανούς για την εξασφάλιση επίπεδης επιφάνειας θεμελίωσης μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα αν δεν έχει συμπυκνωθεί ικανοποιητικά το υλικό του επιχώματος

Όπως έγινε φανερό από τα ανωτέρω η μορφή της ρηγματώσης που

Οφείλεται σε προβλήματα οφειλόμενα στο έδαφος είναι διαγώνιες ρωγμές με το ανωτέρω προς την πλευρά καθίζησης .

Αν και αρκετές φορές οι ρωγμές που οφείλονται στο έδαφος συγχέονται με αυτές λόγω σεισμού , οι πρώτες διαφέρουν από τις δεύτερες από το γεγονός ότι συγκλίνουν σε ένα σημείο , το κέντρο της καθίζησης (που μπορεί ανάλογα με το μέγεθος της επιφάνειας επιρροής να τείνει στο άπειρο) , ενώ αυτές λόγω σεισμού είναι χιαστεί λόγω της ανακυκλιζόμενης φόρτισης που τις προκαλεί . *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

Πρέπει επομένως να γίνεται προσεκτική παρατήρηση και αποτύπωση των ρωγμών για να καθοριστεί το σημείο καθίζησης και στη συνέχεια το αίτιο που την προκάλεσε .

Από ότι προαναφέρθηκε έχει γίνει σαφές ότι πολλοί διαφορετικοί λόγοι έχουν το ίδιο αποτέλεσμα .

Η προσεκτική αξιολόγηση όλων των στοιχείων και η επαρκής εμπειρία θα οδηγήσει το μηχανικό όπως ακριβώς και το γιατρό στην αιτία αρχικά και τη θεραπεία του προβλήματος στην συνέχεια.

6.8.ΔΑΠΕΔΑ

Σύμφωνα με τους EC 6 και EC8 (1,2) μια στέγη ή ένα δάπεδο μπορεί να κατασκευαστεί από πλάκες είτε οπλισμένου σκυροδέματος είτε προκατασκευασμένες , ή από ξύλινα δοκάρια που στηρίζουν το πάτωμα , εξασφαλίζονται ότι το σύστημα του δαπέδου ή της στέγης μπορεί να αναπτύξει οριζόντια διαφραγματική λειτουργία.

Η σύνδεση των δαπέδων και των τοίχων πρέπει να εξασφαλίζεται από μεταλλικούς συνδέσμους ή οριζόντια διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα . Τα οριζόντια φορτία σχεδιασμού πρέπει να μεταφέρονται μεταξύ των τοίχων και των στεγών.Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι δαπέδων για την αντισεισμική κατασκευή κτιρίων από τοιχοποιία .

Οι μονολιθικές πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα ,αντιπροσωπεύουν την πιο απλή λύση . Το επαρκές μήκος έδρασης , το οποίο στις κανονικές περιπτώσεις δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 65 mm θα εξασφαλίσει την απαιτούμενη φέρουσα ικανότητα και τη μεταφορά των διατμητικών δυνάμεων.

Στις περιπτώσεις στις οποίες τα δάπεδα είναι από προκατασκευασμένα στοιχεία είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα είτε από οπλισμένη τοιχοποιία τα προκατασκευασμένα στοιχεία πρέπει να αγκυρώνονται καλά στα οριζόντια διαζώματα κατά μήκος του τοίχου .

Συνchrónως με τα οριζόντια διαζώματα πρέπει να κατασκευάζεται και η επικάλυψη η οποία πρέπει να έχει ένα ελάχιστο πάχος 40mm , να είναι από σκυρόδεμα τουλάχιστον c16/20 και οπλισμένη με ράβδους διαμέτρου τουλάχιστον 6mm σε απόσταση 200mm και στις δυο κάθετες διευθύνσεις , τοποθετημένες στο μέσο του πάχους της επικάλυψης .*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

Στις περιπτώσεις που τα δάπεδα είναι από μεγάλα προκατασκευασμένα στοιχεία χωρίς επικάλυψη , πρέπει να τοποθετηθούν μεταλλικοί σύνδεσμοι κατά μήκος των συνδέσεων των δυο στοιχείων ώστε να μεταφερθούν από το ένα στοιχείο στο άλλο τις διατμητικές και εφελκυστικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στο οριζόντιο διάφραγμα κατά τη διάρκεια του σεισμού .

Οι μεταλλικοί σύνδεσμοι πρέπει να είναι αρκετά ισχυροί ώστε να εξασφαλίζουν τη λειτουργία του δαπέδου ως δύσκαμπτου μονολιθικού διαφράγματος και στον ισχυρότατο αναμενόμενο σεισμό . Στις στηρίξεις πρέπει να τοποθετούνται επαρκή αγκύρια ώστε να εξασφαλίζεται η καλή σύνδεση των φερόντων τοίχων και η δύσκαμπτη οριζόντια διαφραγματική λειτουργία των δαπέδων αυτού του τύπου.Τα ξύλινα δάπεδα αντιπροσωπεύουν εύκαμπτα οριζόντια διαφράγματα.

Όπως απέδειξαν μερικές πρόσφατες πειραματικές και αναλυτικές μελέτες , η ευκαμψία των οριζοντίων ξύλινων δαπέδων επαρκώς αγκυρωμένων στους φέροντες τοίχους μπορεί να βελτιώσει τη σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων από τοιχοποιία στην ειδική περίπτωση που έχουν φέροντες τοίχους σε μεγάλες αποστάσεις .

Στην περίπτωση των ξύλινων δαπέδων η οριζόντια διαφραγματική λειτουργία εξασφαλίζεται με κάρφωμα σανιδώματος στο άνω και κάτω μέρος των ξύλινων δοκών. Το ίδιο πετυχαίνομε καρφώνονται σανίδες ή πέτσωμα σε δύο διαγώνιες διευθύνσεις στη μια διεύθυνση στην άνω επιφάνεια των δοκών και στην άλλη διεύθυνση στην κάτω σχ. 5.4 Μερικές φορές η δυσκαμψία των ξύλινων δαπέδων αυξάνεται με το κάρφωμα σανίδων ή πετσώματος σε δύο κάθετες διευθύνσεις στην άνω επιφάνεια των ξυλοδοκών.

Όμως σε κάθε περίπτωση πρέπει να υπάρχουν κατά μήκος των τοίχων οριζόντια διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα ή μεταλλικοί σύνδεσμοι και οι ξυλοδοκοί πρέπει να αγκυρώνονται στα διαζώματα ή τους τοίχους με μεταλλικά αγκύρια.

6.9.ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ

Τα οριζόντια διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα πρέπει να κατασκευάζονται στη στέψη κάθε φέροντος τοίχου κάθε ορόφου ή

σε αποστάσεις που δεν υπερβαίνουν τα 4 m μεταξύ τους . Τα διαζώματα αποτελούν ένα οριζόντιο πλαισιωτό σύστημα το οποίο -μεταφέρει την οριζόντια διάτμηση που αναπτύσσεται από τους σεισμούς , από τα δάπεδα στους φέροντες τοίχους

- συνδέει τους φέροντες τοίχους

- βελτιώνει την εντός επιπέδου δυσκαμψία των οριζόντιων διαφραγμάτων

- σε συνδυασμό με κατακόρυφα διαζώματα βελτιώνει την αντοχή και την ικανότητα απορρόφησης ενέργειας των τοίχων.

Για να επιτευχθεί η προσδοκώμενη συμπεριφορά έχει προταθεί ένας αριθμός κατασκευαστικών λεπτομερειών και συστάσεων με βάση την πείρα και την πειραματική έρευνα.

Το σκυρόδεμα πρέπει να είναι τουλάχιστον c12/15.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές που δίδονται στον EC 8 η διατομή ενός διαζώματος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 150 x 150 mm.

Συνήθως η κατακόρυφη διάσταση της διατομής ενός διαζώματος είναι ίση με το πάχος της πλάκας του δαπέδου , ενώ η οριζόντια διάσταση μπορεί να υπολείπεται του πάχους του τοίχου ώστε να τοποθετηθεί ένα εξωτερικό στρώμα από θερμομονωτικό υλικό , αλλά δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 150mm .

Ακολουθώντας τα πειράματα και τις παρατηρήσεις οι οπλισμοί των οριζοντίων διαζωμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον τέσσερις ράβδοι λείου χάλυβα (τάση διαρροής 240mpa) διαμέτρου 10mm , συνολικής διατομής 314mm² , αν και στον EC 8 ορίζεται ως ελάχιστη διατομή 240mm² .

Αυτές οι απαιτήσεις πρέπει να θεωρούνται σε σχέση με τον περιορισμό του ύψους των κτιρίων άοπλης τοιχοποιίας στις σεισμικές περιοχές.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

6.10 ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Σύμφωνα με το Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής , το χρησιμοποιούμενο σκυρόδεμα πρέπει να είναι τουλάχιστον c12/15 , το δε ποσοστό ελαχίστου διαμήκους οπλισμού προκύπτει από τη σχέση *

$$\rho_{min} = f_{ctm} / f_{yk} \quad \text{όπου}$$

f_{ctm} είναι η μέση εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος και f_{yk} είναι η χαρακτηριστική τιμή ορίου διαρροής του χάλυβα οπλισμού των ζωνών. Ο οπλισμός που προκύπτει από την εφαρμογή αυτής της σχέσης δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 200mm² .

Οι συνδετήρες πρέπει να είναι τουλάχιστον Φ6/250.

Για να επιτευχθεί η ακεραιότητα του συστήματος που συνδέει τους τοίχους, πρέπει να δοθεί προσοχή στον οπλισμό των διαζωμάτων ο οποίος πρέπει να ματίζεται επαρκώς και να αγκυρώνεται στις γωνίες και τις συμβολές των τοίχων . Για την περίσφιξη του διαμήκους οπλισμού τοποθετούνται συνδετήρες από λείο χάλυβα , διαμέτρου 6 mm σε αποστάσεις 200 mm .

Το μήκος αλληλοκάλυψης των διαμηκών οπλισμών των διαζωμάτων κατά τον EC 8 είναι 60 φορές η διάμετρος του οπλισμού

ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Κατά το βοήθημα (Ειδικές διατάξεις για κτίρια από τοιχοποιία σε σειсмоγενείς περιοχές) , η αλληλοκάλυψη των οπλισμών πρέπει να πληροί τις προϋποθέσεις της παρ. 17.7 του Νέου Κανονισμού για τη μελέτη και κατασκευή έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Σύμφωνα με τους EC 6 και EC8 η αντοχή που παρέχουν τα οριζόντια διαζώματα δε λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό και δεν απαιτείται τα διαζώματα να σχεδιάζονται για σεισμικά φορτία .

Όπως συμβαίνει και με τα κατακόρυφα διαζώματα , αυτό είναι απλή συνέπεια του γεγονότος ότι είναι διαθέσιμες περιορισμένες πειραματικές πληροφορίες σχετικές με το μηχανισμό δράσης και κατανομής των οριζόντιων σεισμικών φορτίων στα διαζώματα και τους φέροντες τοίχους στη διάρκεια των σεισμών.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

Η ποσότητα του οπλισμού των διαζωμάτων προσδιορίζεται εμπειρικά (3). Στον πίνακα 5.1 δίδεται μια πρόταση για την επιλογή των κατάλληλων διαμέτρων και ράβδων οπλισμού από λείο χάλυβα (όριο διαρροής 240mpa) για τα οριζόντια διαζώματα , με βάση τον αριθμό των ορόφων του κτιρίου και την σεισμικότητα της περιοχής.

Πίνακας 13. Τυπικοί οπλισμοί οριζοντίων διαζωμάτων (3)
Σεισμικότητα

Αριθμός	Θέση (όροφος)	Χαμηλή $A_g < 0.2g$	Μέση $0.2g \leq a_g < 0.3g$	Υψηλή $0.3g \leq a_g$
2	1-2	4ράβδοι , Φ 8mm	4ράβδοι , Φ 10mm	4ράβδοι , Φ 12mm
4	1-2	4ράβδοι , Φ 10mm	4ράβδοι , Φ 12mm	4ράβδοι , Φ 14mm
4	2-4	4ράβδοι , Φ 8mm	4ράβδοι , Φ 10mm	4ράβδοι , Φ 12mm
6	1-2	4ράβδοι , Φ 12mm	4ράβδοι , Φ 14mm	4ράβδοι , Φ 16mm
6	3-4	4ράβδοι , Φ 10mm	4ράβδοι , Φ 12mm	4ράβδοι , Φ 14mm
6	5-6	4ράβδοι , Φ 8mm	4ράβδοι , Φ 10mm	4ράβδοι , Φ 12mm

Όμως όπως απέδειξαν πειραματικά στην περίπτωση των εύκαμπτων δαπέδων δυο είναι οι μηχανισμοί που καθορίζουν την συμπεριφορά των οριζοντίων διαζωμάτων κάμψη λόγω της εκτός επιπέδου ταλάντωσης των τοίχων και εφελκυσμός λόγω της σεισμικής τέμνουσας η οποία αναπτύσσεται στους τοίχους κατά τη διεύθυνση της σεισμικής δράσης.

Πάντως στην περίπτωση μονολιθικών δαπέδων και δύσκαμπτων οριζοντίων διαφραγμάτων τα διαζώματα αποτελούν ένα συστατικό στοιχείο του διαφράγματος . *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Σε αυτή τη συγκεκριμένη περίπτωση οι οπλισμοί τους μεταφέρουν τον εφελκυσμό που αναπτύσσεται στην εφελκυσόμενη χορδή του διαφράγματος το οποίο υπόκειται σε σεισμικά φορτία.

6.11 ΑΝΩΦΛΙΑ, ΜΑΡΚΙΖΕΣ & ΠΡΟΒΟΛΟΙ

Τα ανώφλια υπό κατακόρυφη φόρτιση λειτουργούν ως δοκοί οι οποίες φέρουν το βάρος του τοίχου και του δαπέδου επάνω από το άνοιγμα .

Τα ανώφλια μπορούν να είναι από σκυρόδεμα είτε από κατασκευασμένο επιτόπου είτε προκατασκευασμένα ή από οπλισμένα στοιχεία τοιχοποιίας .

Τα ανώφλια που κατασκευάζονται επιτόπου μπορεί να είναι είτε μονολιθικά με το οριζόντιο διάζωμα και τη πλάκα του ορόφου , είτε σε απόσταση από αυτό , ανάλογα με τη απόσταση του ανώτερου σημείου του ανοίγματος από το δάπεδο του ανώτερου ορόφου .

Η λύση της πρώτης περίπτωσης παρέχει βελτιωμένη συμπεριφορά στην περίπτωση σεισμού.

Σε σεισμογενείς περιοχές , τα ανώφλια και τα στηθαία πρέπει κανονικά να αγκυρώνονται στην τοιχοποιία των γειτονικών τοίχων και να συνδέονται με αυτούς με οριζόντιο οπλισμό. Αν χρησιμοποιούνται κατακόρυφα διαζώματα για την περίσφιξη των τοίχων κατά μήκος των ανοιγμάτων , ο οπλισμός των ανωφλίων πρέπει να αγκυρώνεται σε αυτά . Για να αποφευχθεί τοπική κατάρρευση από την πρόσκρουση των στηριγμάτων στη διάρκεια σεισμών , πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκές μήκος στήριξης των άκρων των ανωφλίων. Συνιστάται να εξασφαλίζεται ένα ελάχιστο μήκος στήριξης 250 mm σε κάθε άκρο.

Ως κανόνας , το πάχος του ανωφλίου πρέπει να είναι ίσο με το πάχος του τοίχου. Στην περίπτωση όμως εξωτερικών τοίχων , το πάχος πρέπει να μειωθεί ώστε να προσαρμοστεί το εξωτερικό θερμομονωτικό στρώμα .

Όπως και στην περίπτωση των οριζοντίων διαζωμάτων , το πάχος των ανωφλίων πρέπει να είναι μικρότερο από 150mm. Εξώστες και μαρκίζες είναι τυπικά εν προβόλω δομικά μέλη , τα οποία μπορούν να υποστούν ανεπιθύμητη κατακόρυφη ταλάντωση στη διάρκεια σεισμών .

Για να μειωθεί η κατακόρυφη ταλάντωση συνιστάται το άνοιγμα των εξωστών , μαρκιζών και άλλων εν προβολώ στοιχείων να περιορίζεται σε *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

-1.20m για τις πλάκες εν προβόλω , σκυροδετημένες σε συνέχεια των πλακών των δαπέδων

-0.50m για πλάκες εν προβόλω που αγκυρώνονται στα οριζόντια διαζώματα και δεν είναι σε συνέχεια με τις πλάκες των δαπέδων σχ.5.6

Η ευστάθεια των εν προβόλω εξωστών και μαρκίζων που υπερβαίνουν τα συνιστώμενα ανοίγματα πρέπει να ελέγχεται λαμβανομένης υπόψη και της κατακόρυφης συνιστώσας των σεισμικών φορτίων .

Σύμφωνα με τον EC8(6) η ανάλυση για τον προσδιορισμό των συνεπειών της κατακόρυφης συνιστώσας της σεισμικής δράσης μπορεί να γίνει με βάση ένα μικρό μοντέλο της κατασκευής το οποίο περιλαμβάνει τα υπό εξέταση μέλη και λαμβάνει υπόψη του τη δυσκαμψία των συντρεχόντων μελών

Σύμφωνα με τον EC8(7) οι επιδράσεις της κατακόρυφης συνιστώσας της σεισμικής κίνησης προσομοιώνονται με τη χρήση του φάσματος απόκρισης, αλλά με τις τεταγμένες πολλαπλασιασμένες με συντελεστή 0.70 για περιόδους ταλάντωσης T_a μικρότερες 0.15sec , με συντελεστή 0.50 για περιόδους μεγαλύτερες από 0.50sec και με συντελεστή που προκύπτει από γραμμική παρεμβολή για τιμές περιόδων μεταξύ 0.15 sec και 0.50sec.

6.12 ΣΤΕΓΕΣ

Οι στέγες πρέπει να είναι επαρκώς συνδεδεμένες και στις δυο κάθετες διευθύνσεις και να αγκυρώνονται επαρκώς στα οριζόντια διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα που είναι κατασκευασμένα στη στέψη των φερόντων τοίχων , ώστε να μεταφέρουν στους τοίχους που τις στηρίζουν τις αδρανειακές δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται στο επίπεδο της στέγης

Δομικά συστήματα τα οποία ασκούν πλευρικές δυνάμεις στην τοιχοποιία των αετωμάτων και των σοφιτών πρέπει να αποφεύγονται .*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Αν δεν μπορούν να αποφευχθούν τέτοιες περιπτώσεις , οι τοίχοι της σοφίτας πρέπει να αγκυρώνονται στον ανώτερο όροφο με την χρήση κατακόρυφων διαζωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα σε ικανές αποστάσεις.

Για να μειωθούν οι σεισμικές δυνάμεις , προτιμώνται ελαφρά συστήματα στέγης και επικάλυψης (κεραμίδια) αντί για βαριές κατασκευές .

Όπου χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα στοιχεία , πρέπει να καλύπτονται από έγχυτο οπλισμένο σκυρόδεμα με ελάχιστο πάχος 40mm.

Σε αυτή την περίπτωση τα άκρα των προκατασκευασμένων στοιχείων πρέπει να εντοιχίζονται στα οριζόντια διαζώματα κατά μήκος όλης της περιμέτρου της στέγης.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΟΡΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Μετά από πολλούς αιώνες παραδοσιακής χρήσης και δεκαετίες χρήσης των μεθόδων επιτρεπομένων τάσεων , πρόσφατα εισήχθη στους αντισεισμικούς κανονισμούς η χρήση των ελέγχων οριακής κατάστασης της σεισμικής αντοχής των κτιρίων από τοιχοποιία .

Η φιλοσοφία του Ευρωκώδικα 6 Σχεδιασμός κατασκευών από τοιχοποιία (1) και του Ευρωκώδικα 8 Απαιτήσεις για το σχεδιασμό αντισεισμικών κατασκευών (2) , οι οποίοι ρυθμίζουν το σχεδιασμό και την κατασκευή από τοιχοποιία , βασίζεται στην στοιχειώδη απαίτηση ότι μια κατασκευή πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε , με αποδεκτή πιθανότητα να παραμείνει σε χρήση μέσα στην αναμενόμενη περίοδο ζωής της και με αναμενόμενες συνθήκες συντήρησης

Αυτό σημαίνει ότι η κατασκευή θα αντέξει σε όλες τις πιθανές δράσεις που θα συμβούν στη ζωή της χωρίς ουσιώδεις βλάβες , αλλά επίσης δε θα υποστεί δυσανάλογες βλάβες στις περιπτώσεις που θα συμβούν τυχαία γεγονότα όπως εκρήξεις , προσκρούσεις , σεισμοί ή ανθρώπινα λάθη.

Σε σεισμογενείς περιοχές κατά το σχεδιασμό λαμβάνονται υπόψη δυο βασικές απαιτήσεις :

- Απαίτηση για μη κατάρρευση και *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

- Απαίτηση για περιορισμό βλαβών*

Η κατασκευή πρέπει να σχεδιάζεται και να κατασκευάζεται έτσι ώστε να αντέχει στη σεισμική δράση σχεδιασμού χωρίς τοπική ή γενική κατάρρευση.

Θα πρέπει επίσης αφού υποστεί ένα σεισμό αναμενόμενης έντασης (το σεισμό σχεδιασμού) , να διατηρήσει τη δομικής ακεραιότητας και ικανότητας ανάληψης φορτίων .

Αν η κατασκευή υποστεί σεισμικές δράσεις που έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβούν από το σεισμό σχεδιασμού , αλλά μικρότερη ένταση , δεν πρέπει να συμβούν βλάβες σε φέροντα ή μη φέροντα στοιχεία οι οποίες μπορούν να περιορίσουν τη χρήση του κτιρίου ή το κόστος επισκευής τους να είναι δυσανάλογα υψηλό.

Για το λόγο αυτόν κατά το σχεδιασμό μιας αντισεισμικής κατασκευής πρέπει να ελέγχονται δυο βασικές οριακές καταστάσεις που αντιστοιχούν στα παραπάνω κριτήρια :
-Οριακή κατάσταση αστοχίας , η οποία συνδέεται με την κατάρρευση ή άλλες μορφές δομικής αστοχίας και μπορεί να θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια των ανθρώπων.

-Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας, η οποία συνδέεται με τις συνέπειες των βλαβών, παραμορφώσεων ή κλίσεων , πέρα από τις οποίες δεν καλύπτονται οι προδιαγραφόμενες απαιτήσεις λειτουργικότητας του κτιρίου.

Λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών των κατασκευών από τοιχοποιία και των υλικών της τοιχοποιίας , συνήθως δεν απαιτείται ο έλεγχος των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας. Γενικά τα κτίρια από τοιχοποιία είναι δύσκαμπτες κατασκευές στις οποίες ακόμη και οι οριακές παραμορφώσεις και μετακινήσεις είναι σχετικά μικρές

Στις περισσότερες περιπτώσεις , αν μια κατασκευή από τοιχοποιία ελέγχεται για οριακή κατάσταση αστοχίας αυτόματα

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

καλύπτονται και οι απαιτήσεις για οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Η ασφάλεια μιας κατασκευής σε σεισμό είναι μια πιθανότατη συνάρτηση, η οποία εξαρτάται από την αναμενόμενη σεισμική δράση και την ικανότητα του δομικού συστήματος να αντέξει το σεισμό.

Σύμφωνα με τους EC 6 και EC 8 για όλα τα δομικά μέλη πρέπει να ικανοποιείται η εξής γενική σχέση :

$$Ed \leq R_d$$

Όπου E_d είναι η τιμή σχεδιασμού για τα αποτελέσματα των δράσεων και

R_d είναι η αντίσταση σχεδιασμού του υπόψη δομικού μέλους. Όταν θεωρούμε την οριακή κατάσταση μετασχηματισμού της κατασκευής σε μηχανισμό, πρέπει να ελέγχεται ότι η κατασκευή δε θα μετατραπεί σε μηχανισμό εκτός αν οι δράσεις υπερβούν τις τιμές σχεδιασμού.

Σύμφωνα με τον EC8 η τιμή σχεδιασμού E_d για τα αποτελέσματα των δράσεων, δηλαδή στην περίπτωση του αντισεισμικού σχεδιασμού, η τιμή σχεδιασμού των καμπτικών ροπών, των αξονικών και διατμητικών δυνάμεων, προσδιορίζεται από το συνδυασμό των χαρακτηριστικών τιμών των χαρακτηριστικών τιμών σχετικών δράσεων που ορίζονται στον EC8 και EC1 βάσεις σχεδιασμού και δράσεις στις κατασκευές (3):

$$E_d = \Sigma G_{k,j} + \gamma_1 A E_d + P_k + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,l} \quad \text{όπου}$$

$G_{k,j}$ η χαρακτηριστική τιμή της μόνιμης δράσης j δηλαδή του ίδιου βάρους της κατασκευής (νεκρά φορτία), σταθερού εξοπλισμού κ.λ.π.

$A E_d$ η τιμή σχεδιασμού του σεισμικού φορτίου για τη συγκεκριμένη περίοδο επανάληψης.

P_k η χαρακτηριστική τιμή της τυχόν δύναμης προέντασης*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Qk,I η χαρακτηριστική τιμή της μεταβλητής δράσης I Χιόνι , άνεμος και φωτιά σε λαμβάνονται υπόψη στην περίπτωση σεισμού γι ο συντελεστής σπουδαιότητας

ψ_2 ,I ο συντελεστής συνδυασμού για οιωνεί μόνιμες τιμές του μεταβλητού φορτίου i (κινητά φορτία) . Στην περίπτωση κτιρίων κατοικιών και γραφείων $\psi_2=0.30$, αλλά στην περίπτωση κτιρίων όπου συγκεντρώνονται άνθρωποι και καταστημάτων $\psi_2 =0.60$

Οι κατηγορίες σπουδαιότητας και οι συντελεστές σπουδαιότητας γι δίνονται στον πίνακα 6.1 Ο συντελεστής σπουδαιότητας $\gamma_i=1.0$ σχετίζεται με σεισμό σχεδιασμού που έχει περίοδο επανάληψης 475 έτη

*Πίνακας 14. Κατηγορίες σπουδαιότητας και συντελεστές σπουδαιότητας για κτίρια (EC 8) **

Κατηγορία σπουδαιότητας	Κτίρια	Συντελεστής σπουδαιότητας
I	Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια των σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για την πολιτική προστασία π.χ. νοσοκομεία , πυροσβεστικοί σταθμοί, εγκαταστάσεις ενέργειας	1.4

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

II	Κτίρια που η σεισμική τους αντίσταση είναι σημαντική όσο αφορά τις συνέπειες κατάρρευσης π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα	1.2
III	Κτίρια μέσους μεγέθους και κανονικής χρήσης π.χ. κτίρια κατοικιών , γραφείων κ.λ.π.	1.0
IV	Κτίρια μικρής σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια π.χ. γεωργικά κτίρια κ.λ.π.	0.8

Κατά τον ΕΑΚ 2000 , οι συντελεστές σπουδαιότητας γ1 δίνονται από τον εξής πίνακα*

Πίνακας 15. ΕΑΚ

	Κατηγορία σπουδαιότητας	γ1
Σ1	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού π.χ. αγροτικά οικήματα, υπόστεγα, στάβλοι	0.85
Σ2	Συνήθη κτίρια κατοικιών και γραφείων ,βιομηχανικά κτίρια , ξενοδοχεία	1.00
Σ3	Εκπαιδευτικά κτίρια, κτίρια δημοσίων συναθροίσεων ,αίθουσες αεροδρομίων Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας	1.15

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

Σ4	Κτίρια των οποίων η λειτουργία τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού όσο και μετά τους σεισμούς είναι ζωτικής σημασίας όπως κτίρια τηλεπικοινωνιών ,νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί	1.3
----	--	-----

Σύμφωνα με την φιλοσοφία σχεδιασμού των Ευρωκωδικών , οι χαρακτηριστικές τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της αντοχής σχεδιασμού R_d των δομικών μελών από τοιχοποιία . Όμως για να υπάρχει συμβατότητα με τα φορτία σχεδιασμού στη σεισμική κατάσταση οι χαρακτηριστικές τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών μειώνονται περαιτέρω από τον επιμέρους συντελεστή ασφαλείας των υλικών γ_m , στην περίπτωση που οι τιμές των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας για την τοιχοποιία σε κανονική κατάσταση δίνονται στον πίνακα 16.

*Πίνακας 16. Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις ιδιότητες των υλικών γ_m (EC 6)**

γμ	Κατηγορία εκτέλεσης έργου	B	C
	A		
Τοιχοποιία / Κατηγορία ελέγχου / I (Βλ.Σημείωση) / παραγωγής των Λιθοσωμάτων / II	1.7	2.2	2.7
	2.0	2.5	3.0
Αγκύρια και εφελκόμενοι και θλιβόμενοι σύνδεσμοι	2.5	2.5	2.5
Συνάφεια αγκύρωσης χάλυβα οπλισμού	1.7	2.2	-

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Χάλυβας (γς)	1.15	1.15	-
Σημείωση ; η τιμή γμ για το σκυρόδεμα πλήρωσης πρέπει να λαμβάνεται όπως εκείνη που αντιστοιχεί στην κατηγορία ελέγχου παραγωγής των λιθοσωμάτων στην περιοχή που θα χρησιμοποιηθεί το σκυρόδεμα πλήρωσης			

ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Στο ΕΚΕ του EC 6 δεν αναφέρονται κριτήρια για τον προσδιορισμό τόσο της κατηγορίας εκτέλεσης έργου (κατηγορία κατασκευής) όσο και της κατηγορίας ελέγχου της εργοστασιακής παραγωγής των λιθοσωμάτων.

Παρόλα αυτά, ορίζεται ότι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για την τοιχοποιία θα λαμβάνονται, ακόμη και αν πρόκειται για σχεδιασμό σε σεισμικές συνθήκες, ίσες με αυτές του Πίνακα 2.3 του EC 6, δηλαδή από τον παραπάνω Πίνακα 6.2.

Σε σεισμικές συνθήκες όμως, οι τιμές των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας για την τοιχοποιία γμ μειώνονται. Οι συνιστώμενες τιμές ορίζονται στον πίνακα 6.3.

Ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για το χάλυβα οπλισμού πρέπει να λαμβάνεται $\gamma_s=1.0$

*Πίνακας 17. Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για την αντοχή της τοιχοποιίας γμ σε σεισμικές συνθήκες (EC 8)**

γμ	Κατηγορία εκτέλεσης έργου		
	A	B	C
Κατηγορία ελέγχου I παραγωγής των λιθοσωμάτων	1.2	1.5	-
II	-	1.5	1.8

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ.

Είναι σαφές ότι αν προσδιοριστεί το επίπεδο ασφαλείας της κατασκευής έναντι σεισμών , ο προσδιορισμός της σεισμικής δράσης σχεδιασμού και της αντοχής σχεδιασμού γίνεται μια αλληλένδετη διαδικασία . *

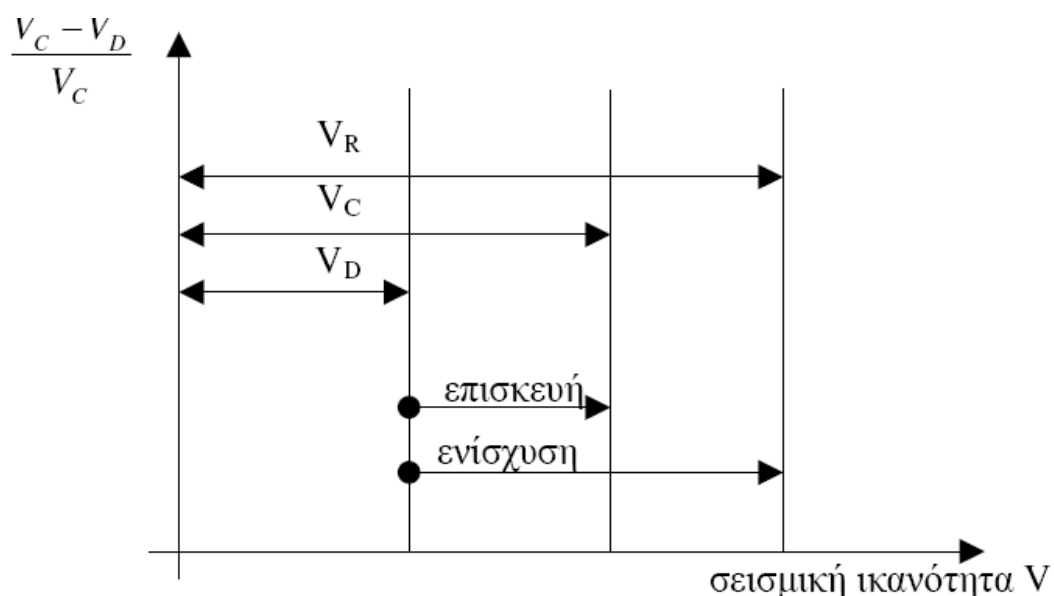
* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία» του Tomazevic M., «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή « του Καραντώνη Φ.

7.1 ΕΠΙΣΚΕΥΗ

Κριτήρια επεμβάσεων

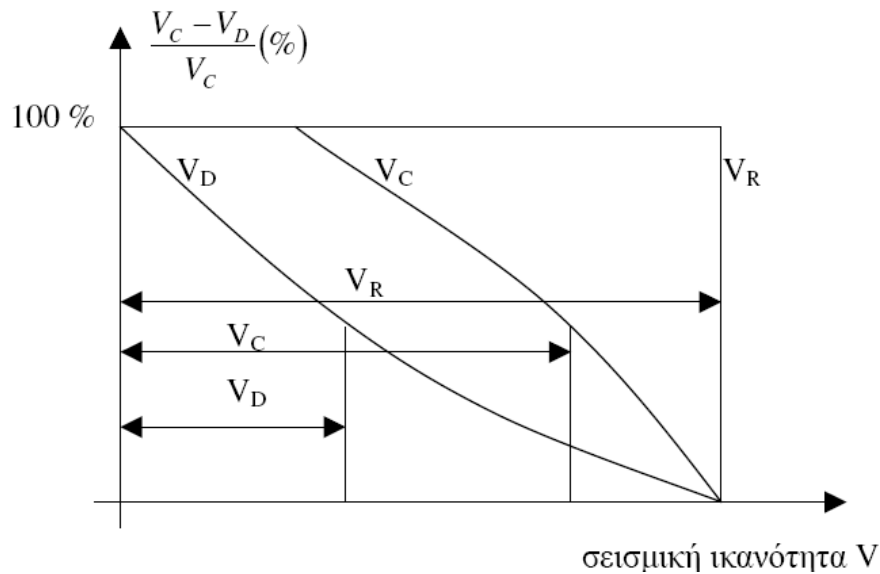
Προκειμένου να αντιμετωπισθεί η λήψη απόφασης για επισκευή ή ενίσχυση, καθώς και για τον τύπο και το βαθμό της ενισχύσεως, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι, όπως αυτή της.

Στις μεθόδους αυτές συνεκτιμώνται διάφορα κριτήρια, τα σημαντικότερα των οποίων είναι τα εξής (βλ. σχήμα)



Σχήμα 6. Γραφική παράσταση των εννοιών V_R , V_C , V_D *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 8. Συσχετισμός των δεικτών σεισμικής ικανότητας V_C / V_R , V_D / V_C

- Ο δείκτης φέρουσας ικανότητας της κατασκευής, ο οποίος εκφράζεται είτε ως ο λόγος της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας πρό του σεισμού προς την απαιτούμενη από τον Κανονισμό $RC1 = V_C / V_R$ είτε ως ο λόγος της απομένουσας σεισμικής ικανότητας μετά την εκδήλωση των βλαβών προς την διαθέσιμη προ του σεισμού $RC2 = V_D / V_C$
- Η διάταξη του φέροντος οργανισμού, η οποία είναι δυνατόν να χαρακτηριστεί ως καλή, αποδεκτή ή ασαφής.
- Η ευκαμψία της κατασκευής, εκπεφρασμένη ως σχετική στροφή ορόφων $\Delta R / h$ για σεισμική φόρτιση αυτήν που υπαγορεύει ο Κανονισμός, και τέλος
- Η πλαστιμότητα της κατασκευής πριν από οποιαδήποτε ενίσχυση.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Όπου: VR = απαιτούμενη σεισμική ικανότητα

VC = διαθέσιμη σεισμική ικανότητα

VD = απομένουσα σεισμική ικανότητα

Η απαιτούμενη σεισμική ικανότητα δεν είναι τίποτε άλλο από τις σεισμικές δράσεις που προσδιορίζονται από τον Κανονισμό της εποχής κατασκευής για το υπό εξέταση κτίριο.

Ειδικά, όμως, για επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια, οι δράσεις αυτές μπορούν να μειωθούν, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η απομένουσα ζωή του κτιρίου σε σχέση προς την προδιαγεγραμμένη από τον Κανονισμό για νέα κτίρια. Η μείωση αυτή γίνεται με πιθανοτικές σχέσεις σεισμικού κινδύνου. Με βάση τα παραπάνω, ο Μηχανικός μπορεί να καταλήξει σε μια από τις εξής τρεις αποφάσεις:

- Επισκευή του κτιρίου.
- Ενίσχυση του κτιρίου με διάφορα εναλλακτικά σχήματα που συνοπτικά θα εκτεθούν πιο κάτω.
- Κατεδάφιση και ανακατασκευή.

Η απόφαση για κατεδάφιση και ανακατασκευή επηρεάζεται από το κόστος των

απαιτούμενων επεμβάσεων για ενίσχυση, όμως δεν παύει να αποτελεί συνάρτηση και άλλων παραγόντων, όπως των όρων δόμησης σε περίπτωση ανακατασκευής, της ιστορικής ή πολιτισμικής αξίας του κτιρίου κ.λπ.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

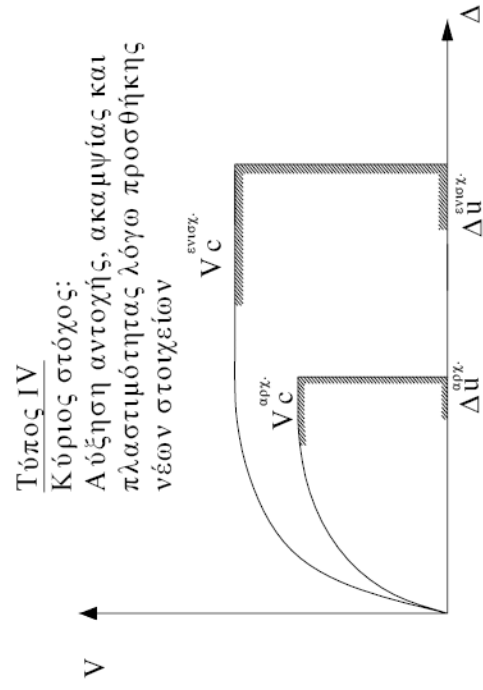
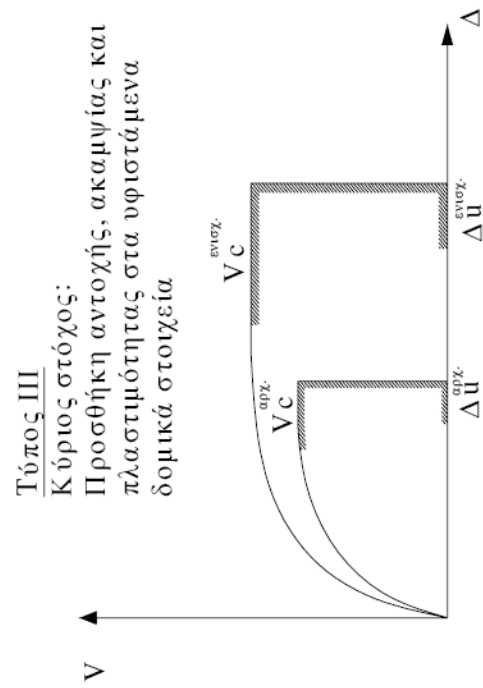
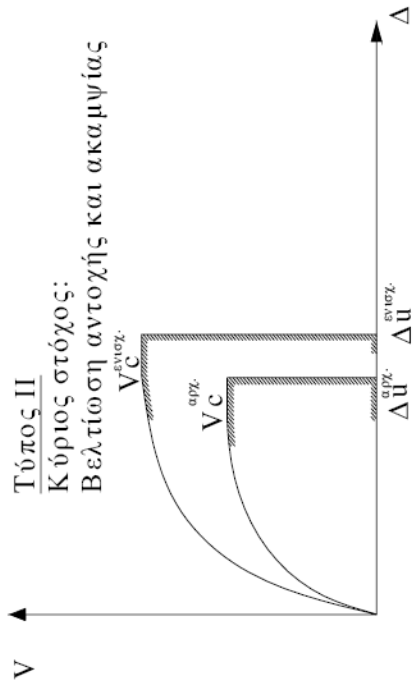
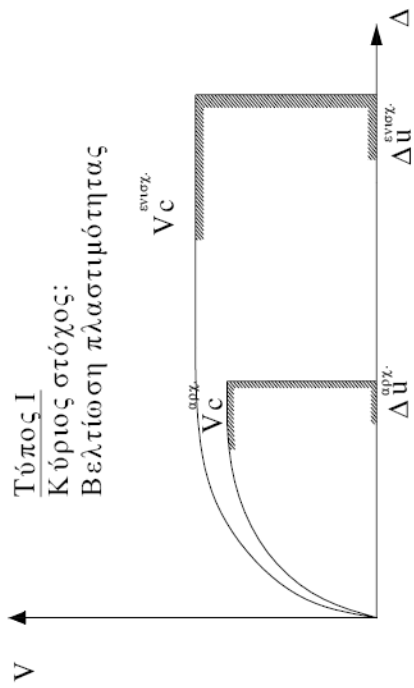
Τύποι επεμβάσεων

Οι τύποι ενίσχυσης ανάλογα με την σοβαρότητα της επεμβάσεως μπορούν να ενταχθούν σε μια από τις επόμενες κατηγορίες :

- Τύπος I: Βελτίωση της πλαστιμότητας και της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας με ενίσχυση υφισταμένων στοιχείων (π.χ. λεπτούς μανδύες στους στύλους με πυκνούς συνδετήρες, περίσφιγξη με ελάσματα ή σύνθετα υλικά).
- Τύπος II: Αύξηση της αντοχής και της ακαμψίας με ενίσχυση υφισταμένων στοιχείων (π.χ. αύξηση πάχους τοιχείων).
- Τύπος III: Αύξηση της αντοχής, της ακαμψίας και της πλαστιμότητας με ενίσχυση των υφισταμένων στοιχείων (π.χ. επαύξηση πάχους τοιχείων και μανδύες στα υποστυλώματα).
- Τύπος IV: Αύξηση της αντοχής, ακαμψίας και πλαστιμότητας με την προσθήκη νέων φερόντων στοιχείων (π.χ. προσθήκη νέων τοιχείων σε συνδυασμό με μανδύες σε υφιστάμενα υποστηλώματα).
- Τύπος V :Ενσωμάτωση στην κατασκευή παθητικών, μηχανικών συστημάτων απορρόφησης ενέργειας ιξώδους ή υστερητικής συμπεριφοράς.

Τα κριτήρια που επηρεάζουν τον τύπο της επιλεγόμενης επέμβασης για ενίσχυση είναι τόσο γενικού χαρακτήρα , όπως το κόστος, τα διαθέσιμα τεχνολογικά μέσα, η αισθητική του κτιρίου κ.λπ., όσον και τεχνικού χαρακτήρα, όπως η απαίτηση κανονικότητας, αυξημένης πλαστιμότητας, μη δραστηκής μεταβολής της κατανομής της ακαμψίας του κτιρίου κ.λπ.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχ. 3. Γραφική παράσταση τύπων επεμβάσεων

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Κατά τον ανασχεδιασμό βλαμμένων κατασκευών παρατηρείται αυξημένη ανάγκη για συστάσεις και πρακτικούς κανόνες επανελέγχου και επαναδιαστασιολογήσεως για τους εξής λόγους:

- Οι διατιθέμενες γνώσεις για τις επεμβάσεις (επισκευές - ενισχύσεις) είναι πολύ φτωχότερες από εκείνες που σχετίζονται με την ανάλυση και την διαστασιολόγηση νέων κατασκευών. Στην συνέχεια αναφέρονται μερικές από τις πρόσθετες δυσχέρειες οι οποίες παρουσιάζονται κατά τον ανασχεδιασμό.

- Δυσχέρειες ερμηνείας και κατανοήσεως της βλάβης που παρατηρήθηκε. Οι αβεβαιότητες οι οποίες σχετίζονται με την ερμηνεία των βλαβών επηρεάζουν την έκταση και την ένταση των επιλεγόμενων επεμβάσεων.
- Οι μέθοδοι αναλύσεως οι οποίες εφαρμόζονται στις νέες κατασκευές δεν είναι οι ιδανικότερες για την περίπτωση κατασκευών, οι οποίες έχουν ήδη εμφανίσει πλαστική συμπεριφορά.
- Δυσχέρειες σχετιζόμενες με την διαστασιολόγηση μη μονολιθικών διατομών, αποτελούμενων από διάφορα υλικά (έλεγχος διεπιφανειών).

- Η πείρα υπολογιστικών και κατασκευαστικών εφαρμογών είναι πολύ περιορισμένη σε σχέση με την αντίστοιχη πείρα νέων *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

κατασκευών. Επι πλέον, είναι περιορισμένα τα στοιχεία που*
διατίθενται για την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων (π.χ.
* συμπεριφορά μιάς κατασκευής έναντι σεισμού, ο οποίος συνέβη
μετά την επέμβαση).

- Ακόμα οι τεχνικές και τα υλικά των επεμβάσεων δεν υποστηρίζονται από το πλήθος των Προδιαγραφών και των Κανονισμών που συνοδεύουν την εφαρμογή απλούστερων τεχνικών και τα συμβατικά υλικά νέων κατασκευών.

Ο ανασχεδιασμός ακολουθεί τα εξής στάδια:

1. Νέα σύλληψη του έργου.

Πρόκειται για στάδιο ιδιαίτερα σημαντικό στις περιπτώσεις αντισεισμικού σχεδιασμού, ιδίως στην περίπτωση κατά την οποία η ερμηνεία των βλαβών έχει δείξει ότι προκλήθηκαν και λόγω κακής αρχικής σύλληψης του έργου ή λόγω ανεπιτυχών επεμβάσεων κατά την διάρκεια ζωής-του (π.χ. προσθήκες καθ' ύψος ή κατ' επέκταση).

2. Επανεκτίμηση των δράσεων σχεδιασμού.

Πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ότι εκτεταμένες ενισχύσεις οριζοντίων και κατακορύφων στοιχείων συνεπάγονται αύξηση του ίδιου βάρους της κατασκευής. Αντιθέτως αλλαγή χρήσεως μιάς κατασκευής ενδέχεται να οδηγήσει σε μείωση των ωφέλιμων φορτίων. Ανάλογα μεταβάλλονται και τα συμβατικά οριζόντια φορτία της κατασκευής κατά τον αντισεισμικό σχεδιασμό. Η μεταβολή αυτή οφείλεται σε δύο λόγους. Αφ' ενός, στην μεταβολή

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

των κατακορύφων δράσεων που συνδυάζονται με τις σεισμικές, αφ'ετέρου στην μεταβολή της δυσκαμψίας της κατασκευής λόγω ενισχύσεων (ενδέχεται, μετακίνηση της ιδιοπεριόδου της κατασκευής προς μικρότερες τιμές να οδηγήσει σε μεγαλύτερη τεταγμένη του φάσματος αποκρίσεως, άρα και σε μεγαλύτερα συμβατικά σεισμικά φορτία).

3. Νέα ανάλυση της κατασκευής, όπως αυτή θα διαμορφωθεί μετά από τις επεμβάσεις.

Σ' αυτό το στάδιο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εκτίμηση των νέων αυξημένων δυσκαμψιών των στοιχείων που ενισχύονται, αλλά και των μειωμένων δυσκαμψιών στοιχείων τα οποία υπέστησαν ελαφρές βλάβες και δεν προβλέπεται να ενισχυθούν.

4. Αναδιαστασιολόγηση των στοιχείων που πρόκειται να ενισχυθούν, καθώς και επανέλεγχος των στοιχείων για τα οποία δεν προβλέπεται ενίσχυση (θεωρείται ότι έχει προηγηθεί και ολοκληρωθεί η φάση της αποτιμήσεως των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών).

Η μελέτη ανασχεδιασμού περιλαμβάνει όλους τους γενικούς και ειδικούς ελέγχους μεταφοράς δυνάμεων σε διεπιφάνειες μεταξύ υπάρχοντος και προστιθέμενου υλικού, τους ελέγχους αγκυρώσεων, κλπ. καθώς και λεπτομερή κατασκευαστικά σχέδια των οποίων η σημασία είναι ακόμα μεγαλύτερη απ' ότι για τις νέες κατασκευές.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Τέλος η μελέτη ανασχεδιασμού πρέπει απαραίτητως να συνοδεύεται από Τεχνική Εκθεση με λεπτομερή περιγραφή κριτηρίων, σταδίων επεμβάσεων, προδιαγραφές υλικών, προϋποθέσεις συνεργείων, κλπ. Κατά την φάση της αναδιαστασιολογήσεως, θα πρέπει (όπως και για τις νέες κατασκευές) σε όλες τις θέσεις ελέγχου να ικανοποιείται η βασική ανίσωση ασφαλείας

$$S_d = S(S_k \gamma_f) \leq R(R_k : \gamma_m) = R_d$$

όπου S_d : η τιμή σχεδιασμού της δράσεως

S_k : η αντιπροσωπευτική τιμή της δράσεως για την οποία υπάρχει 5 %

πιθανότητα υπέρβασης στα 50 χρόνια

γ_f : ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τις δράσεις

R_d : η τιμή σχεδιασμού του μεγέθους αντιστάσεως

R_k : η αντιπροσωπευτική τιμή του μεγέθους αντιστάσεως για την οποία υπάρχει

95 % πιθανότητα υπέρβασης (που ισοδυναμεί με πιθανότητα 5 %

υποσκέλισης της αντιπροσωπευτικής τιμής)

γ_m : ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας της αντιστάσεως

Στην περίπτωση των ενισχυόμενων κατασκευών, εφαρμόζεται η βασική ανίσωση ασφαλείας κατάλληλα τροποποιημένη :*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

$$S_d = \gamma_{Sd} S(S_k \gamma_f) \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} R(R_k; \gamma_m) = R_d$$

όπου : γ_{Sd} : ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας με τον οποίο λαμβάνονται υπόψη οι αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων της δράσεως

γ_{Rd} : ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας με τον οποίο λαμβάνονται υπόψη οι αβεβαιότητες του προσομοιώματος της αντιστάσεως καθώς και οι αβεβαιότητες της αντιστάσεως λόγω ενδεχόμενης υποβάθμισης της ποιότητας και γήρανσης των υλικών. Πάντως ως προς τους συντελεστές γ_f , γ_m κατά τον ανασχεδιασμό κατασκευών μπορούν να γίνουν και οι εξής παρατηρήσεις:

- Για τα υπάρχοντα νεκρά φορτία, ίδια βάρη, ο συντελεστής γ_f δύναται να ληφθεί και μειωμένος, σε σύγκριση με τις συνήθεις τιμές για νέες κατασκευές, εφόσον οι επιτόπου μετρήσεις των διαστάσεων και οι εκτιμήσεις των ειδικών βαρών δείξουν ότι οι αβεβαιότητες του ίδιου βάρους είναι μικρότερες από αυτές που λαμβάνει υπόψη ο συντελεστής γ_f . Το κατά πόσο μπορεί να ληφθεί μειωμένος συντελεστής γ_f εξαρτάται από την στάθμη αποτιμήσεως και μετρήσεων των ακριβών διαστάσεων, αλλά και από την στάθμη του ελέγχου κατά την εφαρμογή των επεμβάσεων.

- Για τα ωφέλιμα φορτία, η τιμή του γ_f εξαρτάται κυρίως από την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής του έργου μετά τις επεμβάσεις. Επομένως, μπορεί να είναι μεγαλύτερος ή μικρότερος απ' ό,τι για τις νέες κατασκευές*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Αντιθέτως και για τα υπάρχοντα και για τα νέα υλικά, συνήθως χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες τιμές των συντελεστών γ_m, και λόγω της εμπειρικής μάλλον αποτιμήσεως των αντοχών των παλαιών υλικών και λόγω των περιορισμών του ποιοτικού ελέγχου και των δυσχερειών κατά την εφαρμογή των επεμβάσεων (σε ότι αφορά τα νέα υλικά). Σε περιπτώσεις αξιόπιστης αποτίμησης των μηχανικών χαρακτηριστικών των υπάρχοντων υλικών επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μικρότερες τιμές των συντελεστών γ_m γι' αυτά τα υλικά.

Γενικά η παρούσα στάθμη γνώσεων δεν επιτρέπει πλήρως τεκμηριωμένη αντιμετώπιση του θέματος των τροποποιημένων επιμέρους συντελεστών ασφαλείας.

Κατά τον ανασχεδιασμό μιας κατασκευής πρέπει να ικανοποιούνται οι εξής απαιτήσεις έναντι σεισμού:

- Απαίτηση αποφυγής καταρρεύσεως
- Απαίτηση περιορισμού βλαβών
- Απαίτηση εξασφάλισης ελάχιστης στάθμης λειτουργικότητας

Για τον επανυπολογισμό του φέροντος οργανισμού μετά την επέμβαση απαιτείται η γνώση της ακαμψίας και της πλαστιμότητας των επισκευασμένων, καθώς και των νέων πρόσθετων στοιχείων για τον καθορισμό του συντελεστή συμπεριφοράς αφ' ενός και την εισαγωγή των ακαμψιών ως δεδομένων για την ανάλυση (αφ' ετέρου. Εξάλλου, για τη διαστασιολόγηση απαιτείται η γνώση της φέρουσας ικανότητας των επισκευασμένων στοιχείων. Τα τρία

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

αυτά μεγέθη, φέρουσα ικανότητα, ακαμψία και πλαστιμότητα στα επισκευασμένα στοιχεία προσδιορίζονται κατά τρόπο όχι ιδιαίτερα αξιόπιστο και τούτο γιατί:

- Δεν υπάρχει επαρκής πειραματική αλλά και θεωρητική τεκμηρίωση για τη μηχανική συμπεριφορά στις διεπιφάνειες παλιού και νέου υλικού και της επιρροής της στην αντοχή, ακαμψία και πλαστιμότητα του επισκευασμένου στοιχείου ως σύνολο.

- Είναι προβληματική η αξιόπιστη εκτίμηση ανακατανομής της εντάσεως στο παλιό στοιχείο και στην ενίσχυσή του, δοθέντος ότι το παλιό στοιχείο είναι ήδη προφορτισμένο από τα φορτία βαρύτητας.

- Ο βαθμός καλότεχνης εφαρμογής στο έργο επηρεάζει δραστικά τα αποτελέσματα.

Προς μερική κάλυψη των παραπάνω αβεβαιοτήτων συστήνεται η εισαγωγή αυξημένων τιμών στους μερικούς συντελεστές ασφάλειας γm των υλικών επισκευής.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει συστηματική προσπάθεια για τη μελέτη και έρευνα της μηχανικής των διεπιφανειών κατά την μεταβίβαση εντάσεως από το ένα υλικό στο άλλο, δοθέντος ότι μια τέτοια γνώση αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ορθολογική διαστασιολόγηση ενός επισκευασμένου στοιχείου. Οι βασικοί μηχανισμοί λειτουργίας στις διεπιφάνειες που βρίσκονται υπό διερεύνηση είναι οι εξής :(

- Σύνθλιψη προρηγματωμένων επιφανειών σκυροδέματος.
- Συνάφεια μεταξύ μη μεταλλικών επιφανειών.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Τριβή μεταξύ μη μεταλλικών επιφανειών..
- Δράση βλήτρου.
- Αγκυρώσεις νέων οπλισμών.
- Συγκολλήσεις στοιχείων χάλυβα.

Παρά την πρόοδο που έχει γίνει προς αυτή την κατεύθυνση, εν τούτοις, προκειμένου να γίνει η διαστασιολόγηση ενός επισκευασμένου δομικού στοιχείου, απαιτείται ο κατάλληλος συνδυασμός περισσοτέρων του ενός μηχανισμού σε ολοκληρωμένα φυσικά και μηχανικά μοντέλα, δοθέντος ότι οι διάφορες τεχνικές επισκευής ενεργοποιούν κάθε φορά συνήθως πολλούς μηχανισμούς μεταφοράς συγχρόνως . Υπ' αυτή την έννοια υπάρχει επί του παρόντος χάσμα ανάμεσα στην ερευνητική δραστηριότητα επί της μηχανικής των διεπιφανειών και την πρακτική αξιοποίησή της στη διαστασιολόγηση επισκευασμένων στοιχείων, που όμως ελπίζεται ότι θα καλυφθεί σύντομα. Έτσι, επί του παρόντος η προσέγγιση του προβλήματος στην πράξη στηρίζεται σε ημιεμπειρικές διαδικασίες που οι βασικοί άξονές της δίνονται συνοπτικά παρακάτω:

- Βασική αρχή κατά την ανάπτυξη οποιασδήποτε τεχνικής ενίσχυσης συνίσταται στο σχεδιασμό της κατά τέτοιο τρόπο *
- ώστε η αστοχία του επισκευασμένου στοιχείου ως μονολιθικής κατασκευής να προηγείται οποιασδήποτε

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

αστοχίας στις διεπιφάνειες παλιού και νέου υλικού. Αυτό επαληθεύεται με εργαστηριακές δοκιμές και, όπου προηγείται τυχόν αστοχία σε διεπιφάνεια, λαμβάνονται εμπειρικά πρόσθετα μέτρα σύνδεσης (π.χ. πυκνότερα βλήτρα, επαλείψεις κόλλας κ.λπ). Αυτός είναι ένας βασικός λόγος για τον οποίο οι προδιαγραφές επισκευών θα πρέπει να τηρούνται με ιδιαίτερη φροντίδα, δοθέντος ότι απεικονίζουν το προϊόν της πειραματικής αυτής έρευνας.

➤ Με δεδομένη την ισχύ της παραπάνω αρχής τα επισκευασμένα δοκίμια δοκιμάζονται στο εργαστήριο όπου προσδιορίζονται:

- η οριακή αντοχή $R_{u,rep}$
- η ακαμψία K_{rep} και
- η απορροφούμενη ενέργεια $E_{u,rep}$.

➤ Τα παραπάνω μεγέθη προσδιορίζονται παραλλήλως με την παραδοχή ότι το δομικό στοιχείο μετά την επισκευή είναι μονολιθικό χωρίς διεπιφάνειες ($R_{u,monol}$, K_{monol} , $E_{u,monol}$). Είναι αυτονόητο ότι τα μεγέθη αυτά για το μονολιθικό δομικό στοιχείο έχουν τιμές μεγαλύτερες ή κατ'ελάχιστον ίσες προς αυτές του επισκευασμένου. *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Συνεπώς, για κάθε τύπο δομικού στοιχείου και κάθε τεχνική επισκευής είναι δυνατή η εισαγωγή « μειωτικών συντελεστών μοντέλου» με μορφή κανονιστική ή οδηγίων, ήτοι:

$$\phi_R = \frac{R_{u,rep}}{R_{u,monol}} \quad \phi_K = \frac{K_{rep}}{K_{monol}} \quad \phi_E = \frac{E_{u,rep}}{E_{u,monol}}$$

- Οι μειωτικοί αυτοί συντελεστές είναι εκ προΐμοίου δεδομένοι σε επίπεδο Κανονιστικό ή Συστάσεων για κάθε είδος δομικού στοιχείου και τύπου επισκευής του και επιτρέπουν τη διεξαγωγή της διαστασιολόγησης με την παραδοχή ότι το επισκευασμένο στοιχείο είναι μονολιθικό. Η αντοχή του, ακαμψία του και πλαστιμότητά του προκύπτουν από αυτήν του μονολιθικού πολλαπλασιασμένη επί τον αντίστοιχο μειωτικό συντελεστή. Η όλη διαδικασία ενδεχόμενα να συνοδευθεί και με ορισμένους απλοποιητικούς λογιστικούς ελέγχους στις διεπιφάνειες.
- Από τα ανωτέρω καθίσταται πρόδηλο ότι οι « μειωτικοί συντελεστές μοντέλου» έχουν τιμές αξιόπιστες μόνο για τις ειδικές περιπτώσεις που δοκιμάστηκαν στο εργαστήριο ή παραπλήσιες. Εάν η γεωμετρία του αρχικού δομικού στοιχείου ή του υλικού επισκευής διαφέρει αρκετά από τα εργαστηριακός ελεγχθέντα, είναι κατανοητό ότι η αξιοπιστία τους μειώνεται.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

7.2 ΣΥΝΤΑΞΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Η μελέτη επεμβάσεων είναι σκόπιμο να περιέχει τα εξής :

1. Εγκεκριμένο φάκελο αδείας κατασκευής του κτιρίου, ο οποίος θα περιέχει στοιχεία και σχέδια όπως, οικοδομική άδεια, μελέτες (παραδοχές, ανάλυση, διαστασιολόγηση) και κατασκευαστικά σχέδια. Ωστόσο, ενδέχεται να είναι δύσκολο να βρεθούν τέτοιες πληροφορίες (π.χ. παραδοσιακά κτίρια ή περιπτώσεις καταστροφής αρχείων δημοσίων υπηρεσιών), οπότε απαιτείται συγκέντρωση στοιχείων και πληροφοριών ούτως ώστε να μπορεί να γίνει δομοστατική εκτίμηση της καταστάσεως των κατασκευών.

2. Πρόσθετα στοιχεία και πληροφορίες

Τα στοιχεία και πληροφορίες που υπάρχουν στον εγκεκριμένο φάκελο κατασκευής πρέπει να συμπληρωθούν και από τις εξής πληροφορίες:

2.1 Γενικές πληροφορίες και ιστορικό κατασκευής.

- Ημερομηνία(ες) κατασκευής, κανονισμός(οι) μελέτης που ίσχυε την περίοδο μελέτης, υπολογισμός της παραμένουσας οικονομικής αξίας του κτιρίου, καθώς και πληροφορίες από τον φάκελο ποιοτικού ελέγχου (εάν υπάρχει).*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Αξιολόγηση των τευχών του φακέλου της υφιστάμενης μελέτης η οποία περιλαμβάνει εξέταση των κατασκευαστικών σχεδίων για την αξιολόγηση της ορθότητας των προβλεπόμενων λεπτομερειών των υπολογισμών για την επαλήθευση των εντατικών μεγεθών, ιδιαίτερα για τα δομικά στοιχεία που υπέστησαν ζημιές, κλπ.

- Συλλογή πληροφοριών όσον αφορά την προηγούμενη κατάσταση του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των ενδεχόμενων προηγούμενων εργασιών επεμβάσεων (επισκευής ή ενίσχυσης)

- Την συμπεριφορά της κατασκευής στον χρόνο καθώς και κατά την διάρκεια προηγούμενων σεισμών

- Τις προϋπάρχουσες βλάβες

- Πιθανές εκσκαφές σε μικρή απόσταση, κλπ.

Η συμπεριφορά κατά προηγούμενους σεισμούς αποτελεί πληροφορία η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερως υπ' όψη, δεδομένου ότι ο σεισμός είναι μια συνολική φυσική δοκιμή της κατασκευής.

Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να βοηθήσουν σημαντικά την βαθμονόμηση των μεθόδων αξιολόγησης, καθώς και στην λήψη αποφάσεων.

2.2 Στοιχεία από επιθεώρηση / αποτύπωση*

- Οπτική εξέταση και προσδιορισμός του στατικού συστήματος, προκειμένου να διευκολυνθούν μεταγενέστερες

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

αποφάσεις (ή / και υπολογισμοί) σχετικά με την καταλληλότητα σύλληψης του φορέα (σύνθεση, κανονικότητα κλπ) καθώς και την επάρκεια της φέρουσας ικανότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου.

- Προσδιορισμός πιθανών σοβαρών σφαλμάτων:
 - στην υπάρχουσα μελέτη (ιδιαίτερα όσον αφορά την αντίσταση της κατασκευής σε σεισμό)
 - στην κατασκευή
 - στην συντήρηση και πιθανή κακή χρήση.
- Αποτύπωση των ζημιών σε φέροντα και μη φέροντα στοιχεία σε σχέδια (όψεων, κατόψεων, τομών και ξυλοτύπων), φωτογραφίες μελών με ζημιές, παρέχοντας εικόνα της στάθμης και του χαρακτήρα των ζημιών και αντιστοίχησής τους με τα σχέδια.
- Ενδεικτικές αλλά αντιπροσωπευτικές αποτυπώσεις οπλισμών με αποκαλύψεις (τοπικά χαντρώματα) ή μαγνητομετρήσεις ή ακόμα και με χρησιμοποίηση ραδιογραφημάτων (πηγής κοβαλτίου) .
- Ειδικά για την περίπτωση κτιρίων από τοιχοποιία απαιτούνται επι πλέον, ενδεικτικές αλλά αντιπροσωπευτικές αποκαλύψεις (τοπικές καθαιρέσεις) για τον έλεγχο του είδους δομήσεως τοιχοποιίας, διαστάσεις λιθοσωμάτων, μέσο πάχος αρμών, ποσοστό κονιάματος / λιθοσωμάτων, * συνδέσεις μεταξύ εγκαρσίων τοιχοποιίων, διερεύνηση για ύπαρξη ελκυστήρων, κατάσταση λιθοσωμάτων, εκτίμηση όγκου κενών τοιχοποιίας, κλπ.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Έρευνα και εκτίμηση της καταστάσεως των μη φερόντων στοιχείων.
- Επίπεδο και πιθανή επιδείνωση της κατάστασης των υλικών λόγω περιβαλλοντικών επιδράσεων (π.χ. μηχανική φθορά ή διάβρωση υλικών).
- Εξέταση παρακειμένων κτιρίων παρόμοιας δομικής μορφής, με σκοπό την διαφορική διάγνωση.

2.3 Επιτόπου μετρήσεις και εργαστηριακές δοκιμές

Οι έρευνες, μετρήσεις και δοκιμές οι οποίες, όπου είναι δυνατόν, πρέπει να γίνονται, είναι οι εξής:

- Γεωμετρικές μετρήσεις όπως:
 - διαστάσεις διατομών, όπως έχουν κατασκευασθεί
 - χωροσταθμίσεις, μετρήσεις εκκεντροτήτων, αποκλίσεις από την κατακόρυφο
 - εύρος ρωγμών ή αποκολλήσεις σε κατασκευές από σκυρόδεμα ή τοιχοποιία
 - παραμορφώσεις και ασυνέχειες σε αρμούς
 - παραμένουσες παραμορφώσεις*
 - χρονική εξέλιξη των ανωτέρω χαρακτηριστικών, ιδιαίτερα λόγω μετασεισμών (ενδεχόμενη εγκατάσταση μαρτύρων – ρηγματομέτρων, για παρακολούθηση).
- Διερεύνηση του εδάφους που θα περιλαμβάνει:
 - περιγραφή θεμελίωσης

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- ενδεικτικό αλλά αντιπροσωπευτικό γεωμετρικό έλεγχο θεμελίων

- φρέατα επιθεωρήσεως

- εδαφοτεχνική έρευνα.

➤ **Τοιχοποιία**

Οπτικός έλεγχος καταστάσεως λιθοσωμάτων (λίθοι, οπτόπλινθοι – συμπαγή,διάτρητα τούβλα, ωμόπλινθοι), κονιάματος δομήσεως ή επιχρήσεως με λήψη και θραύση δοκιμίων και αντίστοιχο προσδιορισμό των:

- αντοχή σε θλίψη τοιχοποιίας
- αντοχή σε θλίψη λιθοσωμάτων
- αντοχή σε εφελκυσμό λιθοσωμάτων
- αντοχή σε θλίψη κονιάματος
- αντοχή σε εφελκυσμό κονιάματος

Επίσης απαιτούνται επι πλέον, ενδεικτικές αλλά αντιπροσωπευτικές αποκαλύψεις(τοπικές καθαιρέσεις) για τον έλεγχο του είδους δομήσεως τοιχοποιίας, διαστάσεις λιθοσωμάτων, μέσο πάχος αρμών, ποσοστό κονιάματος /λιθοσωμάτων, συνδέσεις μεταξύ εγκαρσίων τοίχων, διερεύνηση για ύπαρξη ελκυστήρων, κατάσταση λιθοσωμάτων, εκτίμηση όγκου κενών

*

➤ **Δοκιμαστικές φορτίσεις**

Η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής ως σύνολο ή η γνώση των δυναμικών χαρακτηριστικών

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

(ιδιοσυχνότητα, απόσβεση) μπορούν να μας προσφέρουν πληροφορίες αρκετά χρήσιμες. Για τον σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθούν μικροδονήσεις ή άλλες μέθοδοι διερεύνησης της συμπεριφοράς της κατασκευής.

Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται να παρέχει σημαντικές πληροφορίες και η δοκιμαστική φόρτιση τοιχοποιίας.

3. Στατικός - Αντισεισμικός έλεγχος κατασκευής

Μετά την συγκέντρωση των στοιχείων και πληροφοριών, γίνεται επανέλεγχος της κατασκευής λαμβάνοντας υπ' όψη την ορθολογική και αξιόπιστη εκτίμηση βασικών χαρακτηριστικών των τυχαίων μεταβλητών **δράσεων S** και **αντιστάσεων R** και μάλιστα των χαρακτηριστικών τιμών-τους (δράσεων SK και αντιστάσεων RK, αντιστοίχως) καθώς και ορθολογική αποτίμηση του διαθέσιμου **δείκτη συμπεριφοράς q**, απαραίτητου για τον αντισεισμικό έλεγχο.

Η ανάγκη του επανελέγχου της αξιοπιστίας υφισταμένων κατασκευών ενδέχεται να προέρχεται μεταξύ άλλων και από τα εξής:

- αποκλίσεις από την αρχική μελέτη*
- αρνητικές ενδείξεις κατά τον περιοδικό έλεγχο της κατασκευής
- βλάβες στον φέροντα οργανισμό μετά από σεισμό ή τυχηματικές δράσεις (πυρκαγιά, πρόσκρουση οχήματος κλπ)
- αμφιβολίες ως προς την ασφάλεια μετά από βλάβες που δεν οφείλονται σε εμφανείς αιτίες

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- υποψίες για χρήση ακατάλληλων υλικών ή μεθόδων κατασκευής

- διαπίστωση σφαλμάτων κατά την μελέτη ή την εκτέλεση
- προγραμματιζόμενη αλλαγή χρήσεως της κατασκευής
- λήξη της απομένουσας διάρκειας ζωής, η οποία είχε ληφθεί υπόψη κατά προηγούμενο επανέλεγχο της κατασκευής

Ο έλεγχος της αξιοπιστίας μιας κατασκευής αποσκοπεί στο να καταδείξει ότι η κατασκευή θα λειτουργήσει με ασφάλεια για την **υπολειπόμενη διάρκεια ζωής**.

Κατά τον έλεγχο υφισταμένων κατασκευών ανακύπτουν μια σειρά ερωτημάτων όπως:

- Είδος απαραίτητων ελέγχων
- Είδος αναλύσεων οι οποίες είναι απαραίτητες
- Ποιοι είναι οι κίνδυνοι από την περαιτέρω χρήση της κατασκευής
- Είδος των απαραίτητων και άμεσων μέτρων
- Ποιός είναι ο βαθμός υποκειμενικότητας κατά την αξιολόγηση της ασφάλειας
- υφισταμένων κατασκευών*

Σημειώνεται ότι η αποτίμηση της αξιοπιστίας υφισταμένων κατασκευών είναι εξαιρετικά δύσκολη διότι πρέπει να προβλεφθεί η συμπεριφορά της κατασκευής σε ακραίες καταστάσεις. Για τις καταστάσεις αυτές συνήθως δεν υπάρχει εμπειρία από την συμπεριφορά της κατασκευής η οποία συνήθως περιορίζεται στην συμπεριφορά υπό τα φορτία λειτουργίας. Τέλος οι αβεβαιότητες

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

αυξάνουν από την ελλιπή πληροφόρηση σχετικά με την κατάσταση ορισμένων δομικών στοιχείων σχετικά με την διάβρωση, την κόπωση, τα μήκη αγκυρώσεως κλπ. Οι έλεγχοι αυτοί μπορεί να περιορισθούν στο ελάχιστο εάν στην οικοδομή έχουν εφαρμοσθεί οι προβλεπόμενες παραδοχές της αρχικής μελέτη.

4. Τεχνική Εκθεση για την συμπεριφορά της κατασκευής

Με βάση τα στοιχεία - παρατηρήσεις των προηγούμενων υποπαραγράφων συντάσσεται Τεχνική Εκθεση που αναφέρεται στα αίτια και ερμηνεία των βλαβών και κρίση για την συμπεριφορά της κατασκευής και λοιπές τεχνικές παρατηρήσεις όπως :

- σύγκριση φασμάτων αποκρίσεως με φάσματα σχεδιασμού
- αστοχία υποστυλωμάτων από έκκεντρη θλίψη, διαγώνιο εφελκυσμό ή συνδυασμό - των.
- ψαθυρή αστοχία υποστυλωμάτων
- αστοχία από ασύμμετρη διάταξη στοιχείων ακαμψίας σε κάτοψη ή όψη (π.χ.μαλακός όροφος)
- δημιουργία ευκάμπτου ορόφου*
- κοντά υποστυλώματα
- ασύμμετρη μορφή κατόψεως
- ύπαρξη εσοχών
- αλλαγή χρήσεως
- κακοτεχνίες
- κακή σύλληψη του έργου κλπ.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

5. Παραδοχές ανασχεδιασμού

Η Τεχνική Εκθεση αυτή θα περιλαμβάνει στοιχεία και πληροφορίες για τον ανασχεδιασμό όπως:

- Κανονιστικό πλαίσιο ανασχεδιασμού
- Σεισμική δράση ανασχεδιασμού
- Καθορισμός ακαμψιών (K)
- Υφιστάμενη στάθμη πλαστιμότητας και επιθυμητή στάθμη πλαστιμότητας μετά τις επεμβάσεις (q). Για κατασκευές που έχουν δομηθεί με παλαιούς κανονισμούς δεν είναι εφικτές οι τιμές που καθορίζονται από τους σύγχρονους κανονισμούς. Στις περιπτώσεις τέτοιων κατασκευών πρέπει να επιλέγονται συντηρητικές τιμές της τάξεως του 1,50 ~2,00
- Επιλογή της μεθόδου αναλύσεως όπως:
 - Γενική μέθοδος γραμμικής δυναμικής, φασματικής ανάλυσης
 - Ισοδύναμη στατική (απλοποιημένη φασματική) μέθοδος ανάλυσης με κατανομή σεισμικών δυνάμεων κατά Ε.Α.Κ.
 - Ισοδύναμη στατική μέθοδος με ομοιόμορφη κατανομή σεισμικών δυνάμεων*
 - Ισοδύναμη στατική μέθοδος με τριγωνική κατανομή σεισμικών δυνάμεων
 - Μη γραμμική δυναμική μέθοδος με εν χρόνο ολοκλήρωση
 - Μη γραμμική μέθοδος επιβαλλόμενων μετακινήσεων με εν χρόνω ολοκλήρωση
 - Μοντέλο υπολογισμού
 - Συνδυασμοί δράσεων

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Συντελεστές ασφαλείας δράσεων και αντιστάσεων (επαρκής αιτιολόγηση χρησιμοποίησης διαφορετικών συντελεστών ασφαλείας απ' αυτούς που προβλέπονται από τους σύγχρονους κανονισμούς).
- Καθορισμός των διαθέσιμων αντοχών και επιλογή των κατάλληλων συντελεστών ασφαλείας με επαρκή αιτιολόγηση για χρησιμοποίηση διαφορετικών συντελεστών ασφαλείας απ' αυτούς που προβλέπονται από τους σύγχρονους κανονισμούς.
- Γενικοί και ειδικοί έλεγχοι αντοχής για την κατασκευής και τα επιμέρους δομικά στοιχεία-της.

6. Μελέτη επεμβάσεων

Μετά την επιλογή του είδους της επέμβασης θα γίνει έλεγχος ικανοποίησης των κριτηρίων ανασχεδιασμού που καθορίζονται από το κανονιστικό πλαίσιο που έχει επιλεγεί κατά τον ανασχεδιασμό.

Η διαδικασία ανασχεδιασμού θα πρέπει να περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:*

Προκαταρκτικός σχεδιασμός

- Επιλογή τεχνικών ή/και υλικών, καθώς και του τύπου και διαμόρφωσης της επέμβασης
- Προκαταρκτικός υπολογισμός των διαστάσεων των τυχόν προσθέτων δομικών στοιχείων.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Προκαταρκτικός υπολογισμός της τροποποιημένης ακαμψίας των επισκευασθέντων / ενισχυθέντων στοιχείων.
- Προκαταρκτικός υπολογισμός της κατάλληλης κατηγορίας πλαστιμότητας και αντίστοιχο συντελεστή συμπεριφοράς. Βάσει των διατάξεων του κανονιστικού πλαισίου του ανασχεδιασμού.

Ανάλυση

Περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

- Καθορισμός των μη σεισμικών φορτίων (χρήση κτιρίου)
- Καθορισμός της σεισμικής δράσης.

Η σεισμική δράση που θα εφαρμοσθεί στην ανάλυση καθορίζεται με τη μεθοδολογία που αναφέρθηκε στην παράγραφο 5 (Παραδοχές Ανασχεδιασμού).

- Επιλογή προσωμοίωματος υπολογισμού
- Ακαμψίες τροποποιημένες στα δομικά στοιχεία που ενισχύονται και νέες ακαμψίες στα πρόσθετα στοιχεία.
- Κατηγορία πλαστιμότητας και νέος συντελεστής συμπεριφοράς.*
- Εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης.
- Συνδυασμοί δράσεων.

Ελεγχος

Ο έλεγχος αφορά τις οριακές καταστάσεις αστοχίας ή / και λειτουργικότητας με βάση τις απαιτήσεις του κανονιστικού

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

πλαϊσίου ανασχεδιασμού, και αφορά την ικανοποίηση της βασικής ανισώτητας ασφάλειας για τους σεισμικούς αλλά και μη σεισμικούς συνδυασμούς δράσεων σε όλες τις διατομές των επισκευαζόμενων ή νέων δομικών στοιχείων, καθώς και σε κρίσιμες διατομές του συνόλου της κατασκευής και της θεμελίωσης. Για την διεξαγωγή του ελέγχου απαιτούνται τα εξής επιμέρους βήματα:

Αντοχές σχεδιασμού

Για τα υφιστάμενα υλικά ισχύουν όσα αναφέρονται σε προηγούμενες παραγράφους.

Για τα πρόσθετα υλικά που συνδέονται με υφιστάμενα για την επισκευή/ενίσχυση των δομικών στοιχείων, οι αντοχές σχεδιασμού πρέπει να υπολογίζονται με αυξημένους συντελεστές (γ_M) λόγω της αβεβαιότητας που προκύπτει από το είδος των εργασιών και την αδυναμία αποτελεσματικού ποιοτικού ελέγχου.*

Προσομοιώματα συμπεριφοράς επισκευασμένων / ενισχυμένων στοιχείων και συνδέσεων

Οι αντοχές των δομικών στοιχείων που έχουν δεχθεί επισκευή ή και ενίσχυση στις κρίσιμες διατομές τους, καθώς και οι αντοχές των συνδέσεων, πρέπει να υπολογίζονται συντηρητικά, λαμβάνοντας υπόψη του μηχανισμού μεταφοράς δυνάμενων που αναφέρονται

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ., «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

στο κεφάλαιο 4 στα σημεία επαφής μεταξύ νέων και παλαιών στοιχείων (διεπιφάνειες).

Για τον σκοπό αυτό απαιτείται και η εφαρμογή του κατάλληλου συνολικού συντελεστή ασφαλείας γ_{Rd} λόγω αβεβαιοτήτων διεπιφανειών

Κατασκευαστικά σχέδια / Τεχνική περιγραφή

Η μελέτη επισκευής θα περιλαμβάνει λεπτομερή Τεχνική περιγραφή και κατασκευαστικά σχέδια τα οποία είναι δυνατόν να αναθεωρηθούν και ανασυνταχθούν κατά την φάση της κατασκευής.

Η τεχνική περιγραφή καθώς και τα κατασκευαστικά σχέδια θα είναι λεπτομερή και θα παρέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την άρτια εκτέλεση του έργου, δεδομένου ότι η αποτελεσματικότητα των εργασιών επεμβάσεων εξαρτάται από την πληρότητα αυτών των σχεδίων.*

7 Τεύχη και σχέδια μελέτης

Τα τεύχη της μελέτης πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Τεχνική έκθεση αυτοψίας / Επιθεωρήσεως / αποτυπώσεως
- Τεχνική έκθεση αξιολόγησης και δικαιολόγησης των αποφάσεων επέμβασης
- Τεχνική έκθεση εφαρμογής επεμβάσεων

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Παραρτήματα των παραπάνω εκθέσεων με υποστηρικτικά στοιχεία όπως:
 - Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων και εργαστηριακών δοκιμών
 - Υπολογισμούς αναλύσεων και ελέγχων
- Προδιαγραφές υλικών και εργασιών καθώς και απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου
- Τεχνική έκθεση με πιθανές προβλέψεις μέτρων συντήρησης.

Τα σχέδια της μελέτης πρέπει να καλύπτουν τις παρακάτω περιπτώσεις:

- Γενικά σχέδια αποτύπωσης των βλαβών
- Γενικά σχέδια περιγραφής των επεμβάσεων
- Σχέδια λεπτομερειών

Ποιοτικός έλεγχος

Πρέπει να διασφαλίζεται η ποιότητα των υλικών και εργασιών της επέμβασης. Προς τούτο, ο μελετητής Μηχανικός πρέπει να * υποβάλλει στον κύριο του έργου ένα πλήρες σχέδιο διαδικασιών και ελέγχων για διασφάλιση της ποιότητας των υλικών και των εργασιών, όπως απαιτείται από τις σχετικές προδιαγραφές, το οποίο πρέπει να τηρείται από τον κατασκευαστή του έργου.

Επισκευή ρωγμών, κενών

- Έλεγχος του καθαρισμού και διαδικασία προετοιμασίας.
- Δοκιμή των υλικών πλήρωσης ή συγκολλήσεως.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Πιθανή μέτρηση των τοπικών τάσεων που δημιουργούνται κατά τις εργασίες πληρώσεως με ένεμα.
- Έλεγχος των τάσεων και παραμορφώσεων που δημιουργούνται με την εφαρμογή εξωτερικών φορτίων πριν από την πλήρωση ανοικτών ρωγμών.
- Οπτική επιθεώρηση της τελικής εργασίας.
- Πιθανή εξαγωγή πυρήνων σε επιλεγμένες περιοχές ελέγχου, ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των ενεμάτων.

7.3 Συντήρηση

Η μεγάλη ευαισθησία των διεπιφανειών που δημιουργούνται με την επισκευή / ενίσχυση, καθώς και η χρήση νέων υλικών, απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή ως προς τη συνθήκες των έργων επέμβασης κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της.

Στα τεύχη της μελέτης πρέπει να περιλαμβάνονται ειδικές προτάσεις σχετικά με τα πιθανά πρόσθετα μέτρα συντήρησης που χρειάζονται οι περιοχές που υπέστησαν επισκευή / ενίσχυση, όπως για παράδειγμα:*

- Περιοδική επιθεώρηση
- Περιοδικός έλεγχος της αποτελεσματικότητας (και πιθανώς εντατικοποίησης) των μέτρων ανθεκτικότητας.
- Περιοδική δοκιμή (σε περιπτώσεις κτιρίων με μεγάλη σπουδαιότητα).

Θα πρέπει να γνωρίζουμε όμως ότι κάθε επισκευή είναι διαφορετική από μία άλλη και έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

σπάνια θα επαναληφθούν σε κάποιο άλλο κτίριο. Υπάρχουν όμως ορισμένες γενικές αρχές που πρέπει να τηρηθούν ώστε ντο αποτέλεσμα να είναι άρτιο.

Είναι τελείως διαφορετική η σύλληψη και η μεθοδολογία αντιμετώπισης μιας επισκευής από μια κατασκευή που γίνεται από την αρχή. Στην κατασκευή ξεκινούμε από τον σχεδιασμό του κτιρίου κ στην συνέχεια έχοντας υπ' όψη μας τους διάφορους κανονισμούς, προδιαγραφές, κλπ. προχωρούμε στον υπολογισμό του έργου με ενιαία αντιμετώπιση για όλα τα στοιχεία της ίδιας κατηγορίας. Στην επισκευή είναι διαφορετικά. Ξεκινά κανείς από την διάγνωση των ζημιών που σκοπό έχει την εξέταση της συμπεριφοράς του κτιρίου ώστε να διαπιστωθεί η επικινδυνότητα του κτιρίου για να παρθούν τα ανάλογα μέτρα προστασίας. Η γνώση της παθολογίας των κατασκευών είναι σημαντική γιατί ο προσδιορισμός των αιτιών και των βλαβών είναι απαραίτητος προκειμένου να αρθεί το αίτιο που τις προκάλεσε και * να αποκατασταθεί η κατασκευή , διότι σε περίπτωση επισκευής χωρίς άρση του αιτίου οι βλάβες θα επαναληφθούν . Έχει όμως αποδειχτεί ότι τις περισσότερες φορές μια βλάβη είναι συσσωρευτικό αποτέλεσμα περισσοτέρων του ενός αιτιών , γεγονός που δυσχεραίνει τον προσδιορισμό των πραγματικών . Ένας επιπλέον παράγοντας που περιπλέκει την αιτιολόγηση των βλαβών είναι ότι πολλά αίτια εκδηλώνονται με τον ίδιο τρόπο και επομένως πρέπει με την μέθοδο του αποκλεισμού μερικώς να οδηγηθούμε στα πραγματικά .

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Για τους λόγους αυτούς η γνώση της συμπεριφοράς των κατασκευών από τοιχοποιία , σε συνδυασμό με την τεκμηρίωση της κάθε συγκεκριμένης κατασκευής , θα οδηγήσει στην ερμηνεία των αιτιών που προκάλεσαν τη συγκεκριμένη βλάβη και τελικά στη θεραπεία του προβλήματος .

Τα κτίρια από τοιχοποιία που ήταν σχεδιασμένα και κατασκευασμένα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των σύγχρονων αντισεισμικών κανονισμών , συμπεριφέρθηκαν ικανοποιητικά .

Οι περιπτώσεις κατάρρευσης ήταν ελάχιστες και περιορίζονταν σε κτίρια στα οποία μόνο εν μέρει είχαν εφαρμοστεί οι απαιτήσεις των κανονισμών , ειδικά εκείνες που σχετίζονται με την ποιότητα της κατασκευής .

Αν και η δομική μορφολογία των κτιρίων ποικίλει στις διαφορετικές περιοχές , οι βλάβες τους εξαιτίας σεισμικών δράσεων μπορούν να καταταγούν με ενιαίο τρόπο. Μπορούν να αναγνωριστούν ως οι εξής τύποι βλαβών από την ανάλυση της μορφής των παρατηρούμενων σεισμικών βλαβών :

- Ρωγμές μεταξύ τοίχων και δαπέδων
- Ρωγμές στις γωνίες και τις συμβολές τοίχων
- Εκτός επιπέδου κατάρρευση των περιμετρικών τοίχων*
- Ρωγμές σε ανώφλια και στηθαία
- Διαγώνιες ρωγμές σε φέροντες τοίχους
- Μερική ή πλήρη κατάρρευση του κτιρίου

Η ανάλυση της μορφής των βλαβών μπορεί να αναδείξει σαφώς τα ασθενή και τα ισχυρά σημεία των διαφορετικών δομικών συστημάτων . Με βάση την ανάλυση των βλαβών , μπορεί να προσδιοριστεί ο μηχανισμός αστοχίας , μπορούν να προσδιοριστούν οι δυνάμεις που αναπτύσσονται στο δομικό σύστημα κατά τη διάρκεια ενός σεισμού .

Όμως δεν μπορούν να εκτιμηθούν ποσοτικά δεδομένα σχετικά με την σεισμική δράση ή την αντοχή του συστήματος χωρίς να γίνουν πρόσθετες πειραματικές έρευνες που προσομοιώνουν την παρατηρούμενη συμπεριφορά και το είδος των βλαβών.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Εύκαμπτα ξύλινα πατώματα και στέγη – Παχείς τοίχοι χαμηλής αντοχής χωρίς διαζώματα και ελκυστήρες. Γενικά ανεπαρκής συμπεριφορά υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση.

- Απουσία διαφραγματικής λειτουργίας.
- Συνήθως παραλείπονται τελείως τα πατώματα κατά τη διαμόρφωση του στατικού προσομοιώματος.
- Εφαρμογή σε όλους τους κόμβους των τοιχοποιιών του προσομοιώματος της αδρανειακής οριζόντιας σεισμικής δύναμης που αντιστοιχεί στη μάζα κάθε κόμβου (οι δυνάμεις αυτές αποτελούν πολύ μεγάλο ποσοστό του συνόλου της σεισμικής τέμνουσας βάσης λόγω του μεγάλου βάρους των φερουσών τοιχοποιιών).
- Εφαρμογή στους κόμβους των τοιχοποιιών, που αντιστοιχούν στις στάθμες των πατωμάτων, των αδρανειακών οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων που αντιστοιχούν στη δύναμη έδρασης του πατώματος (οι δυνάμεις αυτές είναι συνήθως μικρό ποσοστό της τέμνουσας βάσης).
- Αναμένεται πρόωρη αποκόλληση των διασταυρούμενων τοίχων λόγω απουσίας διαζωμάτων και ελκυστήρων και ανεξάρτητη απόκρισή τους ως ελεύθερων προβόλων.
- Κρίσιμη προκύπτει η καταπόνηση των τοίχων για σεισμό κάθετα στο επίπεδό τους.*

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία βρίσκεται συνήθως μεταξύ των δύο ακραίων προηγούμενων περιπτώσεων, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη τόσο η προσομοίωση και ανάλυση τους όσο και η πρόγνωση της απόκρισής τους υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση.

.Οι τυπικές μορφές απόκρισης μονώροφου κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία υπό σεισμική καταπόνηση.

- Οι περιπτώσεις (α) και (β) αντιστοιχούν σε πλήρη απουσία διαφράγματος και διαζωμάτων με αποτέλεσμα οι τοίχοι να είναι ασύνδετοι και μετά τον αποχωρισμό τους να λειτουργούν ανεξάρτητα (κρίσιμη η εκτός επίπέδου καμπτική λειτουργία των τοίχων που είναι κάθετοι στη διεύθυνση του σεισμού).
- Στην περίπτωση (c) υπάρχει περιμετρικό διάζωμα αλλά όχι διάφραγμα στη στέψη των τοιχοποιιών. Υπό σεισμική καταπόνηση συνήθως αποφεύγεται ο αποχωρισμός των τοίχων στις γωνίες,

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

αλλά η σχετικά μικρή εγκάρσια δυσκαμψία του διαζώματος δεν μπορεί να αποτρέψει την τοπικά έντονη εκτός επιπέδου κάμψη των τοίχων κάθετα στη διεύθυνση του σεισμού (λειτουργία τριέριστης πλάκας σε κατακόρυφο επίπεδο).

- Στην περίπτωση (d) υπάρχει πλήρης διαφραγματική λειτουργία στο επίπεδο της στέψης των τοίχων, η οποία εξασφαλίζει τη μεταφορά και ανάληψη του συνόλου σχεδόν της σεισμικής τέμνουσας από τους τοίχους κατά τη διεύθυνση του σεισμού.

Με βάση την ανάλυση της συμπεριφοράς του τυπικού μονώροφου κτιρίου που προηγήθηκε παρουσιάζονται στο Σχήμα 8. οι πιθανοί μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου ή πεσσού.

- Ο τοίχος πρόβολος εμφανίζεται ιδιαίτερα ασθενής έναντι σεισμικής ώθησης κάθετα στο επίπεδό του Σχ.. Αντιστέκεται στις αδρανειακές δυνάμεις κυρίως με το βάρος του και την αμελητέα καμπτική αντοχή της διατομής της βάσης του.

Έτσι, ο τοίχος

ανατρέπεται υπό στατικό σεισμικό συντελεστή που κυμαίνεται από $\varepsilon = t/2h$ έως $\varepsilon = t/h$, εάν η σεισμική τέμνουσα εφαρμόζεται στη στέψη ή το κέντρο βάρους του αντίστοιχα.

- Σε περίπτωση που ο τοίχος-πρόβολος καταπονείται εντός του επιπέδου του, η αντίστασή του είναι πολύ μεγαλύτερη καθώς λειτουργεί ως δίσκος (shear wall). *

Υπάρχουν διάφορες μορφές αστοχίας ενός τέτοιου τοίχου που εξαρτώνται από τη γεωμετρία και τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας:

i. Ολίσθηση ή καθαρή διατμητική αστοχία κατά μήκος ενός οριζόντιου αρμού Σχήμα 8.b.

ii. Διαγώνια ρηγμάτωση από λοξές κύριες εφελκυστικές τάσεις είτε με τεθλασμένη αποκόλληση-ολίσθηση κατακόρυφων και οριζόντιων αρμών είτε και με ρηγμάτωση πλίνθων ή λίθων Σχ.c.

iii. Καμπτική αστοχία από συντριβή (πυκνά σχεδόν κατακόρυφα ρήγματα και εγκάρσια διάρρηξη) της θλιβόμενης γωνίας της βάσης αμέσως μετά την οριζόντια ρηγμάτωση κατά μήκος της εφελκυσόμενης ζώνης Σχ.d.

Η συμπεριφορά και απόκριση ενός κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία είναι πολύ πιο σύνθετη από αυτή ενός μεμονωμένου τοίχου χωρίς ανοίγματα. Στο Σχ. φαίνονται οι τυπικές μορφές

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

ρηγματώσεων που εμφανίζονται σε ένα τυπικό όροφο κτιρίου με ικανοποιητικά οριζόντια διαζώματα.

- Σε τοίχους κάθετα στη διεύθυνση της σεισμικής καταπόνησης εμφανίζονται, λόγω ανεπαρκούς διαφραγματικής λειτουργίας, ρωγμές τύπου **b** από κάμψη εκτός επιπέδου (bending). Σε περίπτωση ανεπαρκούς σύνδεσης στις ακμές με τους εγκάρσιους τοίχους, οι ρωγμές αυτές οδηγούν σε αποκόλληση των τοίχων και αστοχία τους.

- Σε τοίχους κατά τη διεύθυνση της σεισμικής καταπόνησης, οι πεσσοί μεταξύ των ανοιγμάτων είναι πιο εύκαμπτοι από τις ζώνες τοιχοποιίας πάνω και κάτω από τα παράθυρα. Έτσι, ουσιαστικά όλες οι παραμορφώσεις εμφανίζονται στους πεσσούς. Στις διατομές πόδα και κεφαλής των πεσσών εμφανίζονται οι ισχυρότερες ορθές (θλιπτικές και εφελκυστικές) τάσεις, ενώ η σταθερή καθ' ύψος του πεσσού τέμνουσα δύναμη προκαλεί τις μέγιστες διατμητικές τάσεις περί το κέντρο του. Η υπέρβαση της χαμηλής καμπτικής εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας προκαλεί τις καμπτικές ρωγμές τύπου **f** (flexure), ενώ η υπέρβαση της λοξής εφελκυστικής αντοχής της υπό τις κύριες ορθές τάσεις στο σώμα του πεσσού προκαλεί τις λοξές χιαστί καμπτοδιατμητικές ρωγμές τύπου **s** (shear). *

- Τελικά οι πεσσοί, ανάλογα με τη γεωμετρία και τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας, αστοχούν είτε από χαίνοντα χιαστί καμπτοδιατμητικά ρήγματα, είτε από υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής στα άκρα της κεφαλής ή της βάσης τους μετά από διαδοχικούς κύκλους επέκτασης των ρηγμάτων τύπου **f**.

Η ιδεατή κατανομή τάσεων στους πεσσούς φαίνεται στο Σχ. , όπου :

σο : θλιπτικές τάσεις από τα κατακόρυφα φορτία

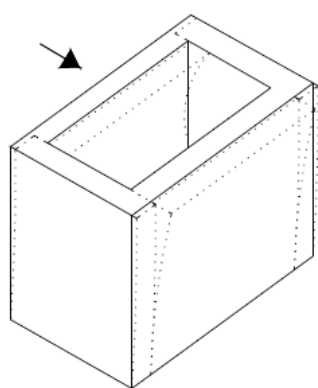
σΜ : θλιπτικές ή εφελκυστικές τάσεις από τη γενική ροπή ανατροπής

σF : θλιπτικές – εφελκυστικές τάσεις από κάμψη κάθε πεσσού

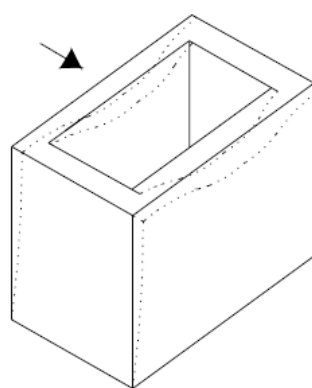
τ : διατμητικές τάσεις στους πεσσούς.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

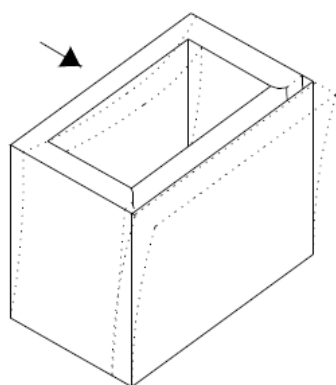
Στην περίπτωση ενός πολυώροφου κτιρίου με εύκαμπτα ξύλινα πατώματα χωρίς οριζόντια διαζώματα στο επίπεδο των ορόφων και με σχετικά αραιά ανοίγματα, οι ζώνες σύζευξης των ισχυρών πεσσών - προβόλων είναι οι πλέον ευαίσθητες περιοχές και καταπονούνται σε κάμψης και διάτμησης. Οι ζώνες αυτές αστοχούν συνήθως με χιαστί καμπτοδιατμητικά ρήγματα πριν από την αστοχία των πεσσών. Η αστοχία των ζωνών αυτών προκαλεί απώλεια στήριξης των πατωμάτων. Η πρόωρη αστοχία των ζωνών σύζευξης μπορεί να αποτραπεί είτε από άκαμπτα διαφράγματα (π.χ. πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος), είτε από ισχυρά διαζώματα στα επίπεδα των πατωμάτων.*



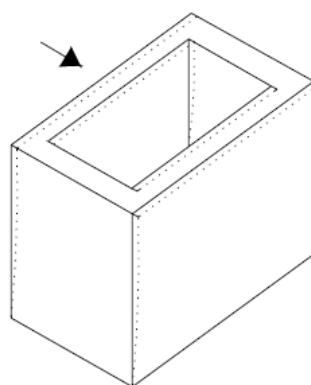
a.



c.



b.



d.

Τυπικές μορφές απόκρισης κτιρίων φέρουσας τοιχοποιίας υπό σεισμική καταπόνηση.

(a) και (b): Ασύνδετοι φέροντες τοίχοι

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

(c): Φέροντες τοίχοι με κορυφαίο διάζωμα

(d): Φέροντες τοίχοι με διάφραγμα στο επίπεδο της στέψης τους.

7.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό επισημαίνονται ορισμένα κριτήρια και αρχές επεμβάσεων που εντάσσονται μεν στα κριτήρια και τις αρχές που διέπουν τις επεμβάσεις σε όλους τους τύπους φερόντων οργανισμών, έχουν όμως ιδιαίτερη σημασία και αξία για τις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία.*

Κριτήρια επεμβάσεων

Πέραν των καθαρά τεχνικών κριτηρίων (ενδεχόμενη ανεπάρκεια φορέα, ένταση και έκταση των βλαβών) βασικά κριτήρια επιλογής του τύπου και της έκτασης επέμβασης (επισκευή, ενίσχυση, μερική ή ολική καθαίρεση και ανακατασκευή) αποτελούν και τα εξής:

- Ο χαρακτηρισμός του κτιρίου ως μνημείου ή διατηρητέου.
- Το οικονομικό κόστος επέμβασης και μελλοντικής συντήρησης, ως προς την εγκατεστημένη αξία (στο κόστος επέμβασης πρέπει να συμπεριληφθεί και το κόστος των ανακατασκευαζομένων μη φερόντων στοιχείων, εγκαταστάσεων κ.λ.π.).
- Ο χρόνος εκτέλεσης των εργασιών.
- Το κοινωνικό και ψυχολογικό κόστος των ενοίκων αλλά και του κοινωνικού συνόλου.
- Η δυνατότητα επαρκούς και ευσταθούς υποστύλωσης κατά τη διάρκεια των εργασιών επισκευής.

Αρχές επεμβάσεων

Σε γενικές γραμμές οι διατιθέμενες γνώσεις (θεωρητικές, εργαστηριακές και εμπειρικές) για τις επισκευές και ενισχύσεις είναι πολύ πιο φτωχές από τις γνώσεις που αναφέρονται στην κατασκευή νέων κτιρίων. Το γεγονός αυτό ισχύει σε μεγαλύτερο βαθμό για τις επεμβάσεις σε κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία. Υπό την έννοια αυτή, ορισμένες γενικές αρχές επεμβάσεων έχουν

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

ιδιαίτερη αξία, ακόμη και στην περίπτωση που δεν είναι δυνατόν να τεκμηριωθούν πλήρως ακόμη και με τη χρήση εκλεπτυσμένων προσομοιωμάτων ανάλυσης και διαστασιολόγησης. Τέτοιες αρχές είναι, μεταξύ άλλων, και οι εξής:

- Είναι σκόπιμη, εφόσον είναι εφικτή, η μείωση του βάρους της κατασκευής με την αφαίρεση ή αντικατάσταση με ελαφρύτερα, δομικών ή διακοσμητικών στοιχείων μεγάλου βάρους, όπως επιστεγάσματα, γείσα, παραπέτα, εξώστες, καμινάδες, επικαλύψεις στεγών, κ.λ.π.*
- Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για την εξασφάλιση της ευστάθειας εξωστών πακτωμένων σε τοιχοποιία, όταν πρόκειται να γίνουν επεμβάσεις σε υπερκείμενο τοίχο που δρα ως αντίβαρο για την πάκτωση του εξώστη.
- Είναι σκόπιμη η αναδόμηση (συμπλήρωση) ανοιγμάτων που βρίσκονται κοντά στις γωνιές του κτιρίου και εξασθενούν τη σύνδεση των διασταυρούμενων τοίχων.
- Η προσθήκη νέων τοίχων σε κατάλληλες θέσεις με στόχο τη διόρθωση έντονης εκκεντρότητας μεταξύ κέντρου βάρους και κέντρου στροφής του κτίσματος (μη κανονική κάτοψη) είναι συχνά προτιμότερη από την υιοθέτηση ισχυρών και εκτεταμένων ενισχύσεων.
- Σε περίπτωση έντονης ασυμμετρίας σε κάτοψη ή καθ' ύψος (π.χ. σύνδεση μονώροφου με διώροφο τμήμα), η δημιουργία κατασκευαστικού αρμού με διακοπή της συνέχειας υφιστάμενων και προσθήκη νέων τοίχων στο επίπεδο του αρμού είναι συχνά προτιμότερη από την αμφίβολη προσπάθεια ενίσχυσης των υφιστάμενων δομικών στοιχείων.
- Κριτήριο για την επιλογή των μεθόδων και τεχνικών επεμβάσεων πρέπει να αποτελεί (πέραν της οικονομίας) και η τεχνική δυνατότητα ή σκοπιμότητα εφαρμογής τους υπό τις ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες (προσπελασιμότητα, επίπεδο εξοπλισμού και εμπειρίας συνεργείων, επίπεδο επίβλεψης, δυνατότητα ελέγχου ποιότητας, σημασία και γενικότερη αξία κτίσματος).
- Σε περίπτωση αντίστοιχων βλαβών ή αμφιβολιών ως προς την επάρκειά τους, είναι σκόπιμη η βελτίωση των συνδέσεων μεταξύ φερόντων στοιχείων (σύνδεση αλληλοτεμνόμενων ή

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

απέναντι τοίχων, αγκύρωση διαφραγμάτων στα κατακόρυφα στοιχεία κ.λ.π.).

- Είναι γενικά επιθυμητή η βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας με την αύξηση της δυσκαμψίας, της ατένειας και της αντοχής των πατωμάτων.
- Στην περίπτωση που κατά την 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.*

7.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΜΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Βαθύ αρμολόγημα

Πότε εφαρμόζεται: Η μέθοδος αυτή συνιστάται για τοιχοποιίες από λιθοδομή μικρού πάχους ($t < 300-400\text{mm}$) ή πλινθοδομές που παρουσιάζουν ρηγματώσεις εύρους μέχρι και 10mm .

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Καθαίρεση του επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές (συνολικά 60cm περίπου). Σε περίπτωση ύπαρξης πολλών ρωγμών σε ένα τοίχο, συνιστάται η ολική αφαίρεση του επιχρίσματος.

Στάδιο 2: Διεύρυνση των χειλιών της ρωγμής.

Στάδιο 3: Ξύσιμο των ρωγμών με συρματόβουρτσα με ιδιαίτερη επιμονή για να αφαιρεθούν τα σαθρά τμήματα του κονιάματος.

Στάδιο 4: Πλύσιμο με νερό υπό πίεση.

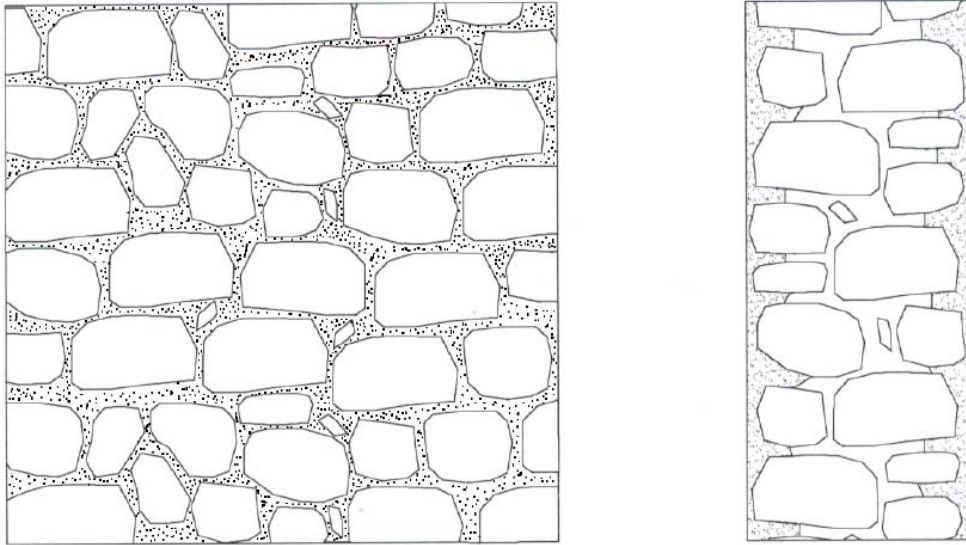
Στάδιο 5: Εισαγωγή νέου κονιάματος (με ψιλό μυστρί) όσο γίνεται βαθύτερα μέσα στη ρωγμή.

Στάδιο 6: Εξωτερικό αρμολόγημα και τελικό επίχρισμα.

(Εναλλακτικά, πριν το τελικό

επίχρισμα, μπορεί να τοποθετηθεί κοτετσόσυρμα που στερεώνεται με φουρκέτες μπηγμένες στο κονίαμα των αρμών των τοίχων).

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ., «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 9. Η μέθοδος του αρμολογήματος (ολική αφαίρεση επιχρίσματος)*

Υλικά: Προτείνονται κατά σειρά τα παρακάτω κονιάματα:

- Κονιάματα συμβατά με τα υφιστάμενα αλλά μεγαλύτερης αντοχής και χρόνου ζωής (κατά το δυνατό)
- Αν τα κονιάματα αυτά δεν είναι εφικτό να παραχθούν, προτείνονται τσιμεντοκονιάματα υψηλής αντοχής

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Ο βαθμός αποτελεσματικότητας αυτής της μεθόδου

εξαρτάται από το βαθμό αντικατάστασης του υπάρχοντος κονιάματος χαμηλής αντοχής από νέο κονίαμα υψηλής αντοχής.

Γενικώς επαυξάνεται η αντοχή της τοιχοποιίας αλλά ο βαθμός αυτής της επαύξησης προσδιορίζεται δύσκολα. Τα συμβατά κονιάματα δημιουργούν καλύτερη πρόσφυση με τα υπάρχοντα, σε αντίθεση με τα μη συμβατά κονιάματα.

Μειονεκτήματα: Η βελτίωση της αντοχής της τοιχοποιίας επιτυγχάνεται τοπικά, στις

περιοχές όπου έχει αντικατασταθεί το παλιό κονίαμα.

Ανασχεδιασμός: Είναι δύσκολο να δοθούν γενικοί κανόνες αναδιαστασιολόγησης. Για περιπτώσεις όπου είναι δυνατό το σφράγισμα των ρωγμών σε μεγάλο βάθος προτείνονται οι πιο κάτω σχέσεις.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Θλιπτική αντοχή

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \zeta f_{wc,0}$$

όπου

$$1 / \gamma_{Rd} \approx 0.80$$

$f_{wc,0}$ η αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

$$\zeta = 1 + \omega \frac{\text{ΟΓΚΟΣ ΝΕΟΥ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ}}{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ}} \quad (\text{εμπειρικός συντελεστής})$$

$$\omega = \begin{array}{l} 4-8 \text{ για λιθοδομή} \\ 1-2 \text{ για οπτοπλινθοδομή} \end{array}$$

Οι χαμηλότερες τιμές εφαρμόζονται για τοιχοποιίες με καλό παλιό κονίαμα και πλήρεις αρμούς.*

Εφελκυστική αντοχή

Εφελκυστική αντοχή

Οριζόντια $f_{wc,h} \approx \lambda f_{mt}$

Κατακόρυφη $f_{wc,v} \approx 2\lambda f_{mt}$

όπου το λ λαμβάνεται ίσο με 0.50 και f_{mt} είναι η μέση εφελκυστική αντοχή του κονιάματος

Διατμητική αντοχή

$$f_{wv} \approx f_{mt} + 0.40 \times 0.75\sigma_0$$

Οπλισμένο ή ινοπλισμένο επίχρισμα

Πότε εφαρμόζεται: Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με την προηγούμενη κατά τις περιπτώσεις όπου δεν είναι απαιτητή η διατήρηση της όψης της λιθοδομής και με στόχο την αύξηση των αντοχών της τοιχοποιίας. Μπορεί επίσης να εφαρμοστεί είτε μονόπλευρα, μέσω κατάλληλων φωλιών στην τοιχοποιία για την αποτελεσματική αγκύρωση του επιχρίσματος, είτε αμφίπλευρα, με κατάλληλες διαμπερείς συνδέσεις.

Στάδια υλοποίησης:

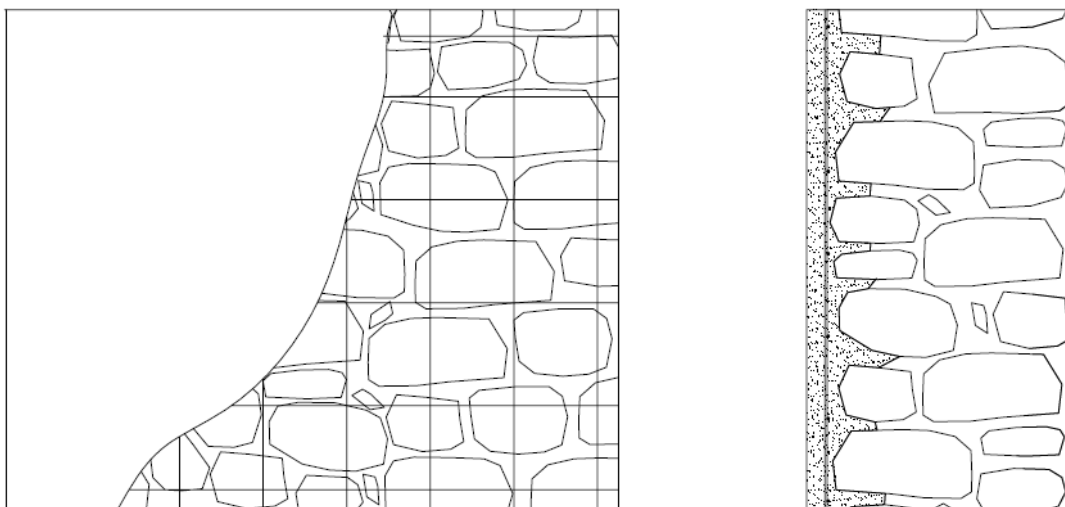
Στάδιο1: Διαμόρφωση αγκυρώσεων σε ικανοποιητικό βάθος στην επιφάνεια του τοίχου και στο περιμετρικό σύστημα δαπέδου,

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ., «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

οροφής και σημείων επαφής με εγκάρσιους τοίχους για την καλή στήριξη του επιχρίσματος.

Στάδιο 2: Δημιουργία εύπλαστου επιχρίσματος με τη χρήση ινών ή εναλλακτικά διάταξη ελαφρού δομικού πλέγματος καλά τεντωμένου και αγκυρωμένου βαθιά στους αρμούς του τοίχου.

Στάδιο 3: Τοποθέτηση επιχρίσματος σε διαδοχικές φάσεις και διαμόρφωση της τελικής όψης, απαλλαγμένης από ίνες (σε περίπτωση χρήσης ινοπλισμένου επιχρίσματος). Σε κάθε περίπτωση επιβάλλεται συστηματική και προσεκτική συντήρηση με συχνά καταβρέγματα και για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα.*



Σχήμα 10. Οπλισμένο επίχρισμα τοποθετημένο μονόπλευρα.

Υλικά: Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδους απαιτούνται:

- Μεταλλικές αγκυρώσεις
- Ίνες ή μεταλλικό πλέγμα.
- Επιχρίσματα υψηλής αντοχής (πλούσια σε τσιμέντο, με μικρό λόγο νερού προς τσιμέντο και χρήση υπερρρευστοποιητή).

Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 30 mm περίπου.

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Αύξηση της διατμητικής και καμπτικής αντοχής της τοιχοποιίας. Ο βαθμός αποτελεσματικότητας αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το πάχος του επιχρίσματος και την καλή αγκύρωσή του με την τοιχοποιία.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Μειονεκτήματα: Συγκέντρωση και εγκλωβισμός υγρασίας στη διεπιφάνεια μεταξύ τοιχοποιίας και επιχρίσματος με σταδιακή αποδιοργάνωση του υφιστάμενου κονιάματος της τοιχοποιίας και με τελικό αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής της. Στην περίπτωση εφαρμογής αυτής της μεθόδου συνιστάται να λαμβάνεται ειδική πρόνοια για τον τρόπο απομάκρυνσης της υγρασίας.

Αναδιαστασιολόγηση: Η εκτίμηση της αντοχής βασίζεται σε λύση οριακού φορτίου. Η φέρουσα ικανότητα του συνόλου προκύπτει ως άθροισμα της φέρουσας ικανότητας των επιχρισμάτων και της * ρηγματωμένης τοιχοποιίας, καταλλήλως διορθωμένων, ώστε να ληφθεί υπ' όψη η μη ταυτόχρονη αστοχία των επιμέρους στοιχείων, καθώς και οι μεγάλες αβεβαιότητες του προσομοιώματος. Προτείνεται η παρακάτω σχέση, η οποία μπορεί να ισχύει και για την περίπτωση των μανδύων.

$$f_{w,overall} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} (kf_c + f_{w,f})$$

όπου

$$1 / \gamma_{Rd} \approx 0.80$$

$k = 1$ ή 2 για μονόπλευρο και για αμφίπλευρο μανδύα αντιστοίχως
 $f_{w,f}$ η τελική αντοχή της τοιχοποιίας σε θλίψη

$$f_c = \rho \frac{2}{3} f_{yd} \quad (\rho = \rho_v = \rho_h)$$

Συρραφή μεγάλων ρωγμών

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις μεγάλων ρωγμών. Ως τέτοιες μπορούν να θεωρηθούν διαμπερείς ρωγμές που διακόπτουν τη συνέχεια της τοιχοποιίας. Επίσης, ρωγμές μεγάλου εύρους (>10mm) ή ρωγμές μεγάλου μήκους που μπορεί να εκτείνονται οριζόντια και κατακόρυφα ή διαγώνια στην επιφάνεια του τοίχου.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο1: Αν έχουν παρουσιαστεί βλάβες σε πρέκια ή στις γωνίες σύνδεσης των τοίχων θα πρέπει να προηγηθεί η αποκατάσταση

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

αυτών των τμημάτων πριν από οποιαδήποτε εργασία συρραφής ρωγμών στους τοίχους διότι υπάρχει ο κίνδυνος περαιτέρω αστοχιών λόγω της έκτασης των εργασιών συρραφής των ρωγμών.

Στάδιο 2: Αφαίρεση των επιχρισμάτων και αποσαφήνιση της έκτασης των ρωγμών.

Στάδιο 3: Αφαίρεση διαδοχικά λίθων εκατέρωθεν της ρωγμής, διάνοιξη και εκτράχυνση του αυλακιού πλάτους περίπου 15cm. Σε περίπτωση πλινθοδομής, η διάνοιξη του αυλακιού μπορεί να γίνει και με μηχανικά μέσα. Διάνοιξη δευτερευόντων αυλακιών μήκους 40cm, εγκάρσια στις ρωγμές και σε διαστήματα 60cm περίπου.*

Στάδιο 4: Καθαρισμός από τη σκόνη και ύγρανση.

Στάδιο 5: Τοποθέτηση 2Φ12 ή 2Φ14 κατά μήκος των ρωγμών.

Στάδιο 6: Τοποθέτηση 2Φ6 σε κάθε εγκάρσιο αυλάκι.

Στάδιο 7: Γέμιση όλων των αυλακιών με σκυρόδεμα υψηλής αντοχής ή χρήση εκτοξευόμενου κονιάματος.

Στάδιο 8: Σε περιπτώσεις διαμπερών ρωγμών, η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και στις δύο πλευρές του τοίχου και γίνεται σύνδεση μεταξύ τους με λεπτές ράβδους οπλισμού. Σημείωση: Σε περίπτωση που οι ραφές πρέπει να εκτείνονται στο ύψος ολόκληρου ορόφου και εάν δεν είναι δυνατή η τοπική μείωση του πάχους του τοίχου, ώστε να ενσωματωθούν σ' αυτόν οι ραφές, είναι δυνατή η κατασκευή (εξεχουσών) νευρώσεων σε κατάλληλες θέσεις. Αυτές οι νευρώσεις πρέπει να διατάσσονται κατά ζεύγη (μέσα-έξω), ενώ απαιτείται καλή εγκάρσια σύνδεσή τους. Αυτή η σύνδεση μπορεί να επιτυγχάνεται π.χ. με την αφαίρεση λίθων ή πλίνθων ανά αποστάσεις καθ' ύψος, οπότε δημιουργείται διαμπερής οπή η οποία γεμίζει με σκυρόδεμα. Όταν οι τοίχοι είναι λεπτοί, οι ζώνες u961 ραφής μεταπίπτουν σε ενισχυτικά υποστυλώματα και δοκούς, τα οποία μπορεί να είναι πλήρως ενσωματωμένα στον τοίχο ή και να εξέχουν εν μέρει.

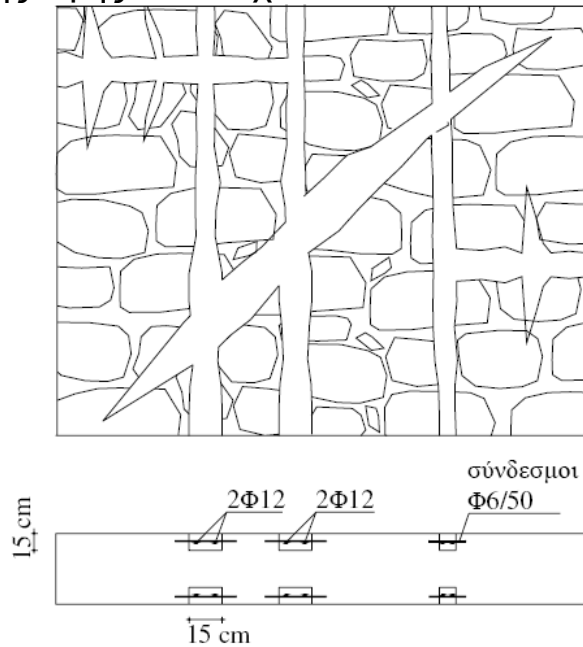
Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

- Μηχανικά μέσα για διάνοιξη των αυλακιών
- Ράβδοι οπλισμού
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής

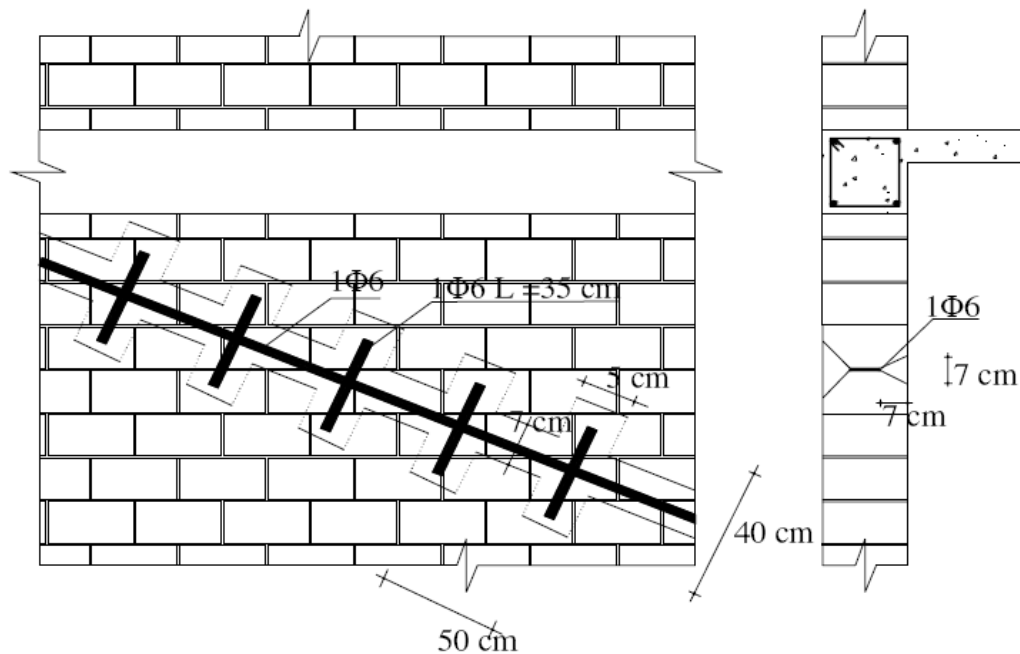
Βαθμός αποτελεσματικότητας: Με τη μέθοδο αυτή αυξάνεται η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Μειονεκτήματα: Εκτενείς εργασίες που επιβάλλουν σχολαστική επιμέλεια και ιδιαίτερη φροντίδα στήριξης των τοίχων στη φάση που διανοίγονται τα αυλάκια. Αλλοίωση σε πολλές θέσεις της εξωτερικής όψης των τοίχων.*



Σχήμα 11. Οριζόντιες και κατακόρυφες ζώνες ραφής.



Σχήμα 12. Διαγώνιες ζώνες ραφής.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

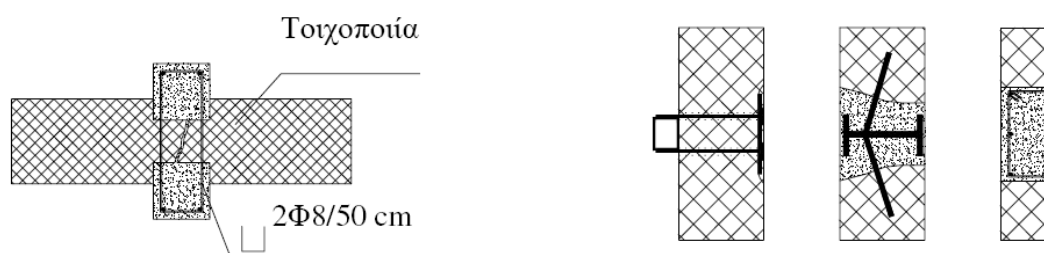
Επισκευή οπτοπλινθοδομής με λεπτή ζώνη ραφής:

α. Κατασκευή ευθύγραμμου αυλακιού σχήματος V βάθους 4 έως 6 cm στη μία ή και τις δύο πλευρές του τοίχου κατά μήκος του ρήγματος*

β. Γίνονται κλειδιά σε σχήμα V, κάθετα προς το προηγούμενο αυλάκι, μήκους περίπου 40 cm.

γ. Καθαρισμός, ύγρανση, τοποθέτηση ράβδων Φ6 μέσα στο αυλάκι και στερέωση με φουρκέτες.

δ. Εκτόξευση τσιμεντοκονιάματος.



Σχήμα 13. Εξέχουσες ζώνες ραφής με ενισχυτικά υποστυλώματα ενδιάμεσες συνδέσεις ανά ή δοκοί ραφής.

Αναδιαστασιολόγηση: Μέσω αυτής της μεθόδου βελτιώνεται κυρίως η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας. Για τον υπολογισμό της αυξημένης αντοχής σε διάτμηση, γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές:

- Αμελείται η ευμενής επιρροή της κατακόρυφης τάσης
- Αμελείται η συνεισφορά της τριβής κατά μήκος της ρωγμής
- Αμελείται η βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας λόγω άλλων μεθόδων (π.χ. λόγω αρμολογήματος)
- Η τέμνουσα αναλαμβάνεται μέσω δράσης βλήτρου και δράσης σφινγκτήρα, ταυτοχρόνως επιστρατευομένων. Η δυσμενής αλληλεπίδραση των μηχανισμών λαμβάνεται υπ' όψη μέσω μείωσης στο 50% της συμμετοχής του καθενός ανεξαρτήτως του άλλου.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Λόγω ελλιπούς αγκύρωσης ιδίως περί τα άκρα της ρωγμής, θεωρείται ότι τα 2/3 των οριζόντιων και των κατακόρυφων ραφών συμμετέχουν στην ανάληψη τέμνουσας.
- Λόγω της γεωμετρίας της ρωγμής η συνισταμένη δύναμη βλήτρου και η συνισταμένη δύναμη εξόλκευσης απέχουν απόσταση ίση προς τα 2/3 του μήκους της ρωγμής από τον πόλο περιστροφής (l : μήκος ρωγμής)*

Οι σχέσεις υπολογισμού προκύπτουν (βάσει και του Σχ.) ως εξής :
(ΣΜ)0 = 0 ή

$$\gamma_{sd} V_{sd} h \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} \left[\left(\frac{2}{3} n_v \frac{D^v_u}{2} + \frac{2}{3} n_h \frac{B^h_u}{2} \right) \frac{2}{3} h + \left(\frac{2}{3} n_v \frac{B^v_u}{2} + \frac{2}{3} n_h \frac{D^h_u}{2} \right) \frac{2}{3} \ell \right]$$

Εάν $n_v = n_h = n$, $B^v_u = B^h_u = B_u$, $D^v_u = D^h_u = D_u$, τότε

$$V_{sd} \leq 0.15n \left(1 + \frac{\ell}{h} \right) (B_u + D_u)$$

Καθαίρεση και τοπική ανακατασκευή

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις που η τοιχοποιία παρουσιάζει τοπικό “καμπούριασμα”, είτε στη μια πλευρά είτε και στις δύο. Επίσης εφαρμόζεται και στις περιπτώσεις που υπάρχει κατάρρευση γωνιών είτε στο πάνω μέρος είτε στο κάτω.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποσύλωση του υπερκειμένου ορόφου ή της στέγης στην περιοχή καθαίρεσης των λίθων.

Στάδιο 2: Συμπλήρωση της καθαίρεσης μέχρι τη γειτονική υγιή περιοχή.

Στάδιο 3: Πλύσιμο και επεξεργασία των επιφανειών.

Στάδιο 4: Ανακατασκευή της τοιχοποιίας με χρήση άφθονου χυτού τσιμεντοκονιάματος και με χρήση νέων λίθων αν οι παλιοί κρίνονται ακατάλληλοι.

Στάδιο 5: Στην περίπτωση καθαίρεσης και ανακατασκευής του άνω τμήματος γωνίας γίνεται συρραφή στο άνω μέρος (Σχ.). Στην περίπτωση κατάρρευσης του κάτω μέρους γωνίας, είναι καλύτερα να σκυροδετηθεί υποσύλωμα στη γωνία και να συνδεθεί στο πάνω μέρος με το διάζωμα.

Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

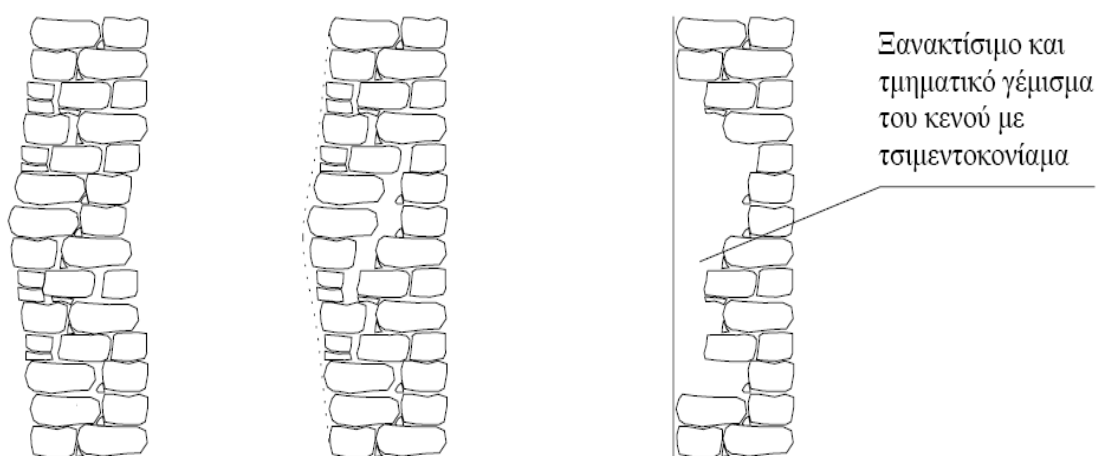
- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Τσιμεντοκονιάματα
- Νέοι λίθοι
- Σκυρόδεμα και οπλισμοί για γωνιακό υποστύλωμα

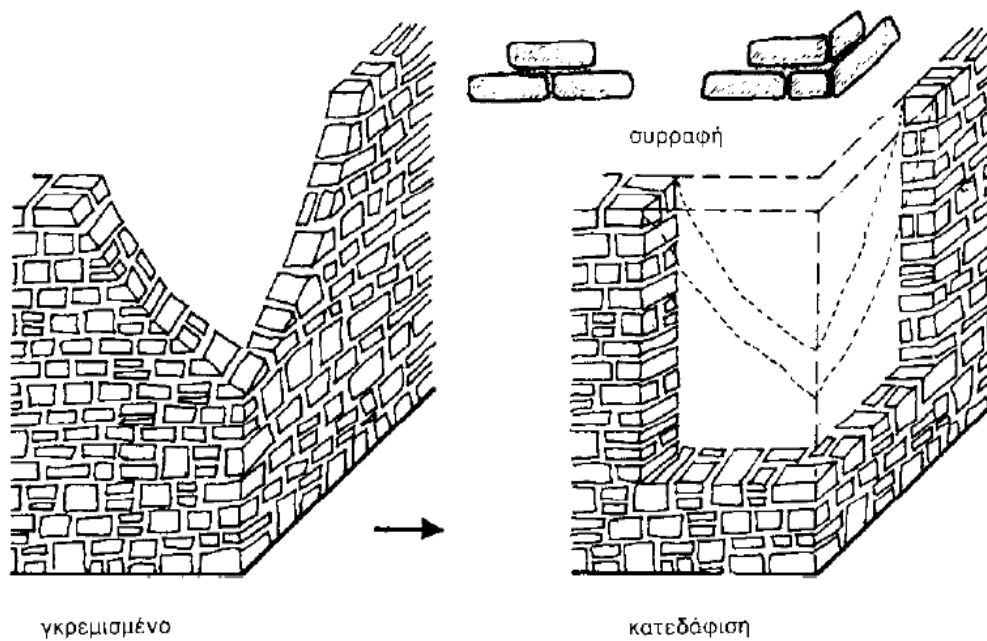
Βαθμός αποτελεσματικότητας: Ανακτάται και εν μέρει αυξάνεται τοπικά η αντοχή της τοιχοποιίας στην ανακατασκευασμένη περιοχή.*

Μειονεκτήματα: Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης τμήματος του τοίχου.



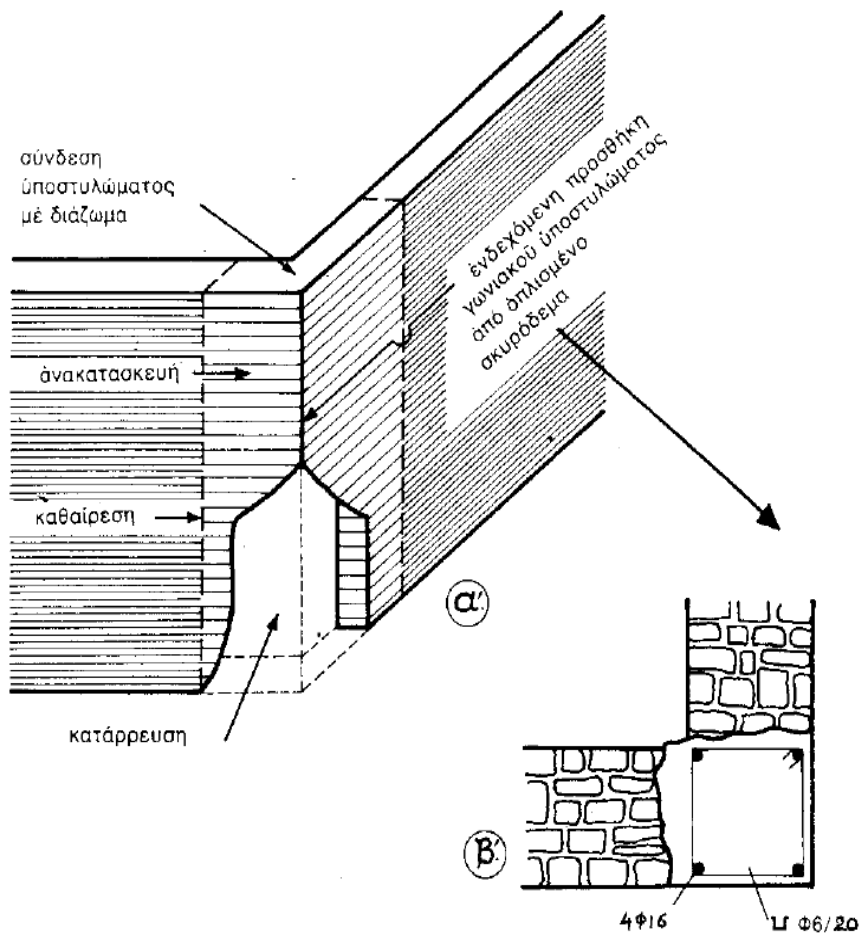
Σχήμα 14. “Καμπούριασμα” τοιχοποιίας.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 15. Κατάρρευση άνω μέρους γωνίας.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 16. Κατάρρευση κάτω μέρους γωνίας (ευδεικτική όπλιση).

Συρραφή αποκολλημένων τοίχων

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις όπου έχει δημιουργηθεί ρωγμή αποκόλλησης ή μερική κατάρρευση στη θέση ένωσης εξωτερικών (γωνιακών) ή εσωτερικών τοίχων, κάθετα μεταξύ τους.

Διακρίνονται τρεις περιπτώσεις αποκατάστασης των αποκολλημένων τοίχων:

- Λιθοσυρραφή (μέσα - έξω)
- Προσθήκη ελκυστήρων
- Ενσωμάτωση υποστυλώματος (η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις καθαίρεσης και ανακατασκευής. Σχετική περιγραφή έγινε στην προηγούμενη παράγραφο).*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Λιθοσυρραφή

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποστύλωση της στέγης στην περιοχή συμβολής των τοίχων και μερική στήριξη των τοίχων αναλόγως του βαθμού βλάβης.

Στάδιο 2: Αφαίρεση “ συζυγών” πλίνθων ή λίθων “1” και “2” (Σχ. 6.5.11) και προσθήκη νέου κοινού στοιχείου “3” κολυμβητά με πλούσιο τσιμεντοκονίαμα (επανάληψη κάθε 70cm περίπου μέσα - έξω).

Στάδιο 3: Συμπλήρωση κενών ανάμεσα στους τοίχους με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα.

Πρόσθετα μπορούν να εφαρμοστούν και τα παρακάτω στάδια που αυξάνουν τη φέρουσα ικανότητα της τοιχοποιίας.

Στάδιο 4: Κάλυψη μέσα-έξω με κοτετσόσυρμα και επίχρισμα τσιμεντοκονίας.

Στάδιο 5: Προσθήκη ή επισκευή διαζώματος.

Σημείωση: Εναλλακτικά μπορούν να διαταχθούν χαλύβδινες λάμες που περιβάλλονται από ισχυρό τσιμεντοκονίαμα, τοποθετούμενες ανάμεσα σε δύο στρώσεις πλίνθων. Οι λάμες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν ως οπλισμός σύνδεσης γωνίας χωρίς ωστόσο να μπορούν να επαναφέρουν τους τοίχους στην αρχική τους θέση (Σχ. 6.5.13). Η μέθοδος αυτή είναι δύσκολο να εφαρμοστεί σε αργολιθοδομές στις οποίες δεν υπάρχουν σαφείς οριζόντιοι αρμοί κονιάματος. Στην περίπτωση αυτή οι λάμες μπορεί να αντικαθίστανται με ράβδους, μετά από τυφλή διάτρηση των λίθων. Η αγκύρωση των ράβδων γίνεται με τσιμεντένεμα ή κόλλα.

Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης
- Τσιμεντοκονιάματα
- Νέοι λίθοι μεγάλων διαστάσεων για τη συνένωση των δύο τοίχων.

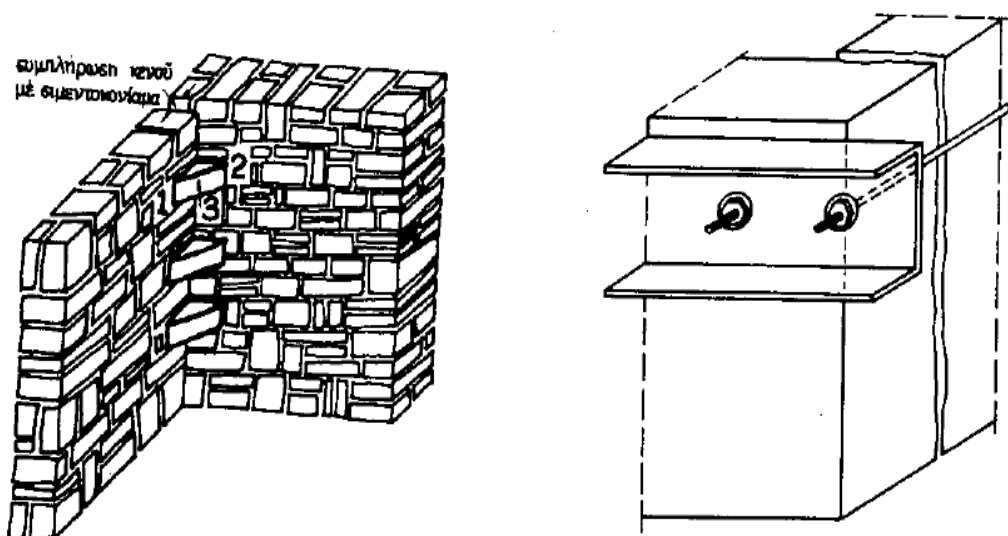
Βαθμός αποτελεσματικότητας: Ανακτάται και εν μέρει αυξάνεται τοπικά η αντοχή της τοιχοποιίας στην ανακατασκευασμένη περιοχή.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Μειονεκτήματα: Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τους τοίχους ειδικά σε μια περιοχή με σχετική αποδιοργάνωση.

Προσθήκη ελκυστήρων

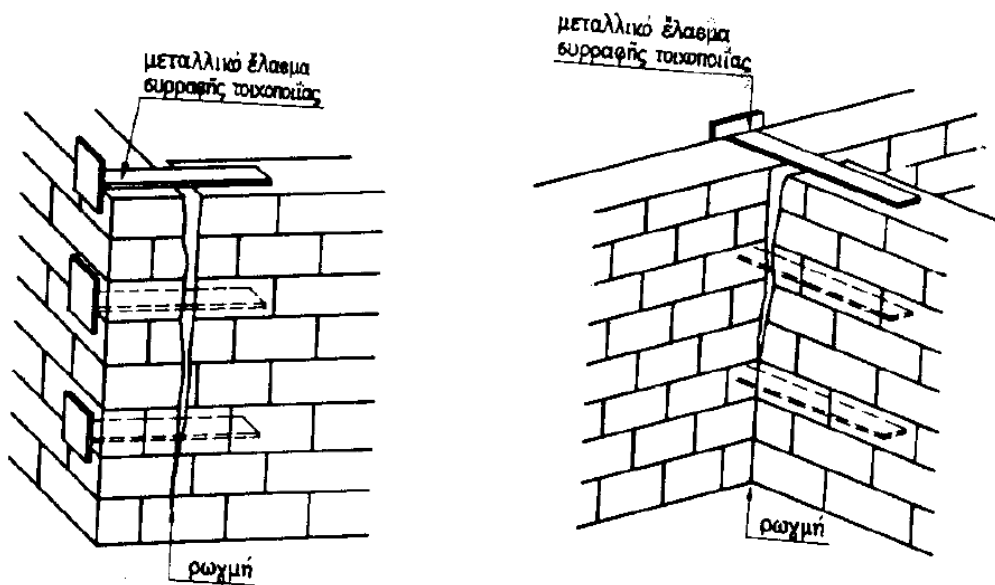
Προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η επαρκής αντοχής της τοιχοποιίας στη θέση προσαρμογής των ελκυστήρων. Στη θέση αυτή προσάγονται οι δυνάμεις προέντασης, με επακόλουθο την ανάπτυξη υψηλών τοπικών τάσεων στην τοιχοποιία, για την οποία θα πρέπει να εξασφαλίζεται εκ των προτέρων επαρκής αντοχή και διάταξη διανομής των τάσεων αυτών σε μεγάλη επιφάνεια. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου αποτελεί επέμβαση “ υψηλής τεχνολογικής στάθμης”. Για το λόγο αυτό η περιγραφή της μεθόδου γίνεται στο επόμενο.



Σχήμα 17. Λιθοσυρραφή στη γωνία τοίχου.

Σχήμα 18. Διάταξη ελκυστήρων για τη σύνδεση αποκολλημένων τοίχων.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 19. Τοποθέτηση καλύβδινων λαμών στις γωνίες.

Επισκευή ή κατασκευή διαζωμάτων.

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις όπου επιδιώκεται καθολική αύξηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου, βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας, ομοιόμορφη κατανομή φορτίων στέγης και παράλληλη βελτίωση ενδογενών προβλημάτων της κατασκευής, όπως προβλήματα γωνιών και διασταυρώσεων τοίχων, έδρασης και αγκύρωσης δαπέδων και στεγών κ.λ.π. Η επισκευή των υφιστάμενων διαζωμάτων γίνεται όπως στις δοκούς. Εδώ περιγράφεται ο τρόπος κατασκευής νέων διαζωμάτων. Εναλλακτικά, αναλόγως των τοπικών συνθηκών και κυρίως του τρόπου έδρασης της στέγης, μπορεί να επιλεγεί ένας από τους τέσσερις παρακάτω τύπους κατασκευής διαζώματος:

Τύπος 1

Για την κατασκευή αυτού του τύπου διαζώματος απαραίτητως θα πρέπει να υπάρχει συνεχής κενός διαθέσιμος χώρος μεταξύ της στέψης του τοίχου και του αμείβοντα της στέγης.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποστύλωση της στέγης.

Στάδιο 2: Αφαίρεση τμήματος της επικάλυψης της στέγης στη θέση κατασκευής του διαζώματος.

Στάδιο 3: Διάνοιξη οπών στο πάνω μέρος του τοίχου και εμφύτευση οπλισμών για την καλύτερη αγκύρωση - σύνδεση του διαζώματος με τον τοίχο.

Στάδιο 4: Προστασία των πελμάτων των ζευκτών με διογκωμένη πολυστερίνη (πάχους 2cm) για προστασία από την υγρασία.

Στάδιο 5: Κατασκευή του καλουπιού του διαζώματος, τοποθέτηση οπλισμών (min 4Φ16 και Φ6/20) και χύτευση σκυροδέματος.

Στάδιο 6: Αφαίρεση καλουπιού και πολυστερίνης επικάλυψης των πελμάτων για κυκλοφορία του αέρα και απομάκρυνση υγρασίας.

Στάδιο 7: Επαναφορά της στέγης στην αρχική της κατάσταση.

Τύπος 2

Για την κατασκευή αυτού του τύπου διαζώματος απαραίτητως θα πρέπει να υπάρχει

δυνατότητα ανάσυρσης ή υποστύλωσης της στέγης. Επιπλέον, σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εξετασθεί αν η κατασκευή του διαζώματος θα γίνει και στους εσωτερικούς τοίχους. Επίσης θα πρέπει να εξετασθεί αν λόγω της κατασκευής του(

διαζώματος επιτρέπεται η ανύψωση της στέγης (παράλληλη μετάθεση καθ' ύψος), πάνω από τη στάθμη της στέψης του διαζώματος, ή αν θα διατηρηθεί το αρχικό ύψος της κατασκευής σταθερό. Στην περίπτωση διατήρησης του αρχικού ύψους της κατασκευής, θα πρέπει να αφαιρεθούν λίθοι από το πάνω μέρος των τοίχων σε ύψος ίσο με το ύψος του διαζώματος. Παρόμοια ενέργεια θα πρέπει να γίνει και στην περίπτωση που η κατασκευή του διαζώματος θα γίνει μόνο στους εξωτερικούς τοίχους έτσι ώστε να παραμείνει αναλλοίωτη η γεωμετρία της στέγης.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποστύλωση της στέγης

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Στάδιο 2: Αφαίρεση τμήματος της επικάλυψης της στέγης στη θέση κατασκευής του

διαζώματος.

Στάδιο 3: Διάνοιξη οπών στο πάνω μέρος του τοίχου και εμφύτευση οπλισμών για την καλύτερη αγκύρωση - σύνδεση του διαζώματος με τον τοίχο.

Στάδιο 4: Προστασία των πελμάτων των ζευκτών με ειδικά μονωτικά υλικά κυρίως από τη συγκέντρωση υγρασίας.

Στάδιο 5: Κατασκευή του καλουπιού του διαζώματος. Στην περίπτωση αυτή είναι επιθυμητή η κατασκευή γείσου που κρεμάει προς τα κάτω και περιβάλλει τμήμα της παρειάς όψεως σε ύψος 15 - 20cm. Τοποθέτηση οπλισμών (min 4Φ16 και Φ6/20) και χύτευση σκυροδέματος.

Στάδιο 6: Αφαίρεση καλουπιού και πολυστερίνης επικάλυψης των πελμάτων για κυκλοφορία του αέρα και απομάκρυνση υγρασίας.

Στάδιο 7: Επαναφορά της στέγης στην αρχική της κατάσταση.(

Τύπος 3

Ο τύπος αυτού του διαζώματος κατασκευάζεται στην περίπτωση που είναι αδύνατη ή

ασύμφορη η κατασκευή των δύο προηγούμενων τύπων.

Ουσιαστικά συνίσταται στη μερική υποστύλωση της στέγης και την τμηματική κατασκευή του διαζώματος.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Επιλογή της σειράς των θέσεων στις οποίες θα γίνεται τμηματική επέμβαση ώστε να αποφευχθούν καταστάσεις αστάθειας είτε των τοίχων είτε των θέσεων έδρασης της στέγης.

Στάδιο 2: Υποστύλωση της στέγης και των τοίχων, αν επιβάλλεται, στις θέσεις επέμβασης.

Στάδιο 3: Διάνοιξη αυλακιού στην μια πλευρά του τοίχου και σε πάχος ίσο με το μισό περίπου του πάχους τους τοίχου.

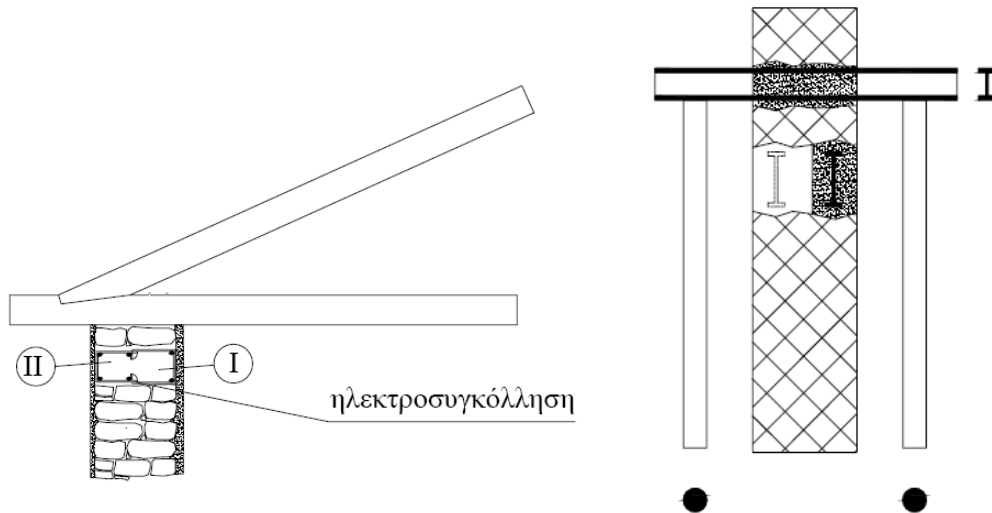
Στάδιο 4: Εναλλακτικά, η κατασκευή του διαζώματος μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση είτε μεταλλικού διπλού ταυ είτε με οπλισμένο σκυρόδεμα. Και στις δύο περιπτώσεις θα πρέπει να (

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

αφήνονται ισχυρές αναμονές για τη σύνδεση του ενός τμήματος του διαζώματος με το υπόλοιπο μισό.

Στάδιο 5: Κατασκευή του υπόλοιπου μισού διαζώματος.

Στάδιο 6: Τοποθέτηση ισχυρής τσιμεντοκονίας για συμπλήρωση των κενών που τυχόν έχουν μείνει μεταξύ διαζώματος και τοίχου.



Κατασκευή διαζώματος σε δύο στάδια
(ισχυρές αναμονές συνδετήρων)

Σχήμα 22. Τύπος 3 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία.

Τύπος 4

Ο τύπος αυτού του διαζώματος κατασκευάζεται στην περίπτωση που είναι αδύνατη η κατασκευή των προηγούμενων τύπων, δηλαδή είτε είναι αδύνατη η ανάσυρση της στέγης είτε δεν υπάρχει επαρκής συνεχής χώρος μεταξύ της στέγης και του άνω τμήματος του τοίχου είτε καθίσταται ιδιαίτερα επικίνδυνη η διάνοιξη αυλακιού στο πάνω μέρος του τοίχου. Επιπλέον, η επιλογή αυτού του τύπου διαζώματος κρίνεται και από

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

οικονομικές παραμέτρους ακόμα και στην περίπτωση δυνατότητας εφαρμογής των προηγούμενων λύσεων. Ο τύπος αυτού του * διαζώματος ουσιαστικά συνίσταται στην επικάλυψη του άνω τμήματος του τοίχου, τόσο στις δύο πλευρές όσο και στην άνω παρειά, με οπλισμένο σκυρόδεμα. Επιπλέον, ο τύπος αυτός μπορεί να εφαρμοστεί και σε χαμηλότερες στάθμες, όπως στο ύψος των υπερθύρων ή στις ποδιές των παραθύρων.

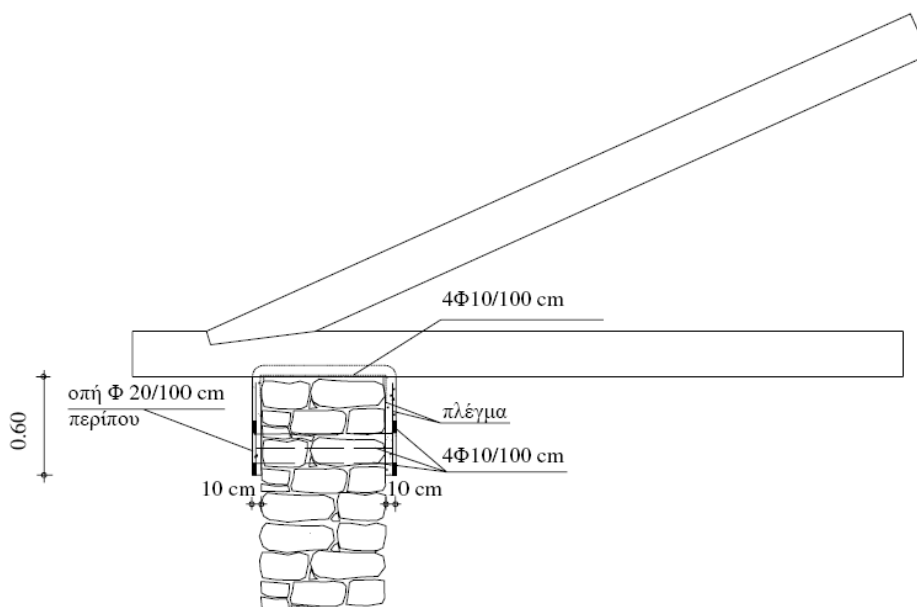
Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης και των τοίχων σε περίπτωση αφαίρεσης λίθων
- Μεταλλικές δοκοί σε περίπτωση δημιουργίας διαζωμάτων με τέτοιες δοκούς
- Οι απαραίτητοι οπλισμοί και καλούπια
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής
- Τσιμεντοκονιάματα υψηλής αντοχής

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Βελτιώνεται γενικώς και σε σχετικά υψηλό βαθμό η

συμπεριφορά της κατασκευής έναντι σεισμικών φορτίσεων.

Μειονεκτήματα: Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τους τοίχους. Γενικώς, η κατασκευή διαζωμάτων προϋποθέτει εκτενείς εργασίες.



* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

*Σχήμα 23. Τύπος 4 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία**

Επισκευή ή κατασκευή υπερθύρων (πρέκια)

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις όπου έχουν επισημανθεί σημαντικές βλάβες στις θέσεις των ανοιγμάτων και εκτιμάται ότι η πρόκληση αυτών των βλαβών οφείλεται στη σχετική αδυναμία του υφιστάμενου συστήματος. Η επισκευή των υπερθύρων από οπλισμένο σκυρόδεμα γίνεται όπως στις δοκούς. Εδώ περιγράφεται ο τρόπος κατασκευής νέων υπερθύρων. Υπογραμμίζεται ότι σε περίπτωση ύπαρξης βλαβών σε υφιστάμενα υπέρθυρα, η επισκευή των βλαβών αυτών προηγείται άλλων επεμβάσεων.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποστύλωση της στέγης.

Στάδιο 2: Αφαίρεση του τμήματος του τοίχου πάνω από το υπέρθυρο αν παρουσιάζει εκτενείς βλάβες. Εναλλακτικά, και σε περίπτωση μη εκτενών βλαβών, μπορεί να γίνει κατάλληλη υποστήριξη και τμηματική κατασκευή ή επισκευή του πρεκιού.

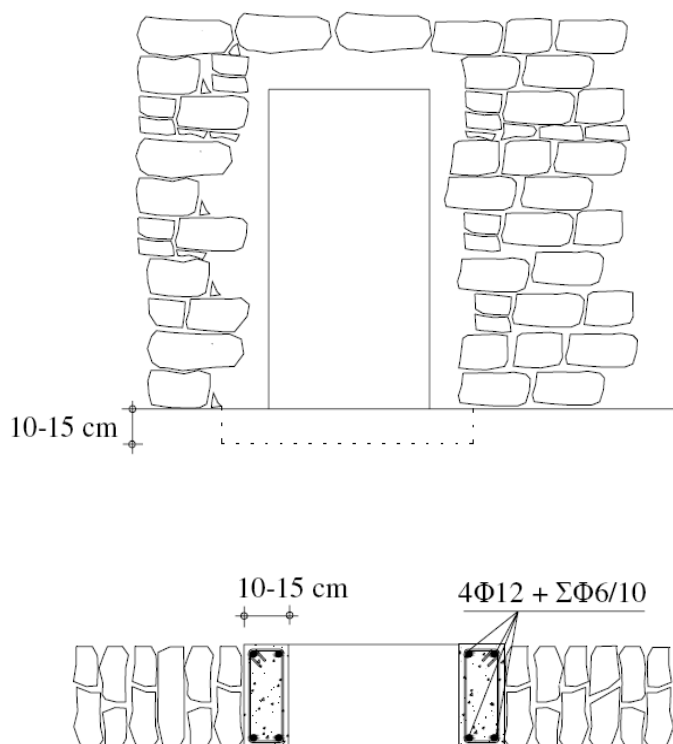
Στάδιο 3: Κατασκευή του πρεκιού (καλούπωμα, τοποθέτηση οπλισμών, διαμήκεις min 4Φ12, και συνδετήρες Φ6/15, χύτευση σκυροδέματος), αφήνοντας ενδεχομένως αναμονές για τη σύνδεσή του με άλλα στοιχεία ενίσχυσης της τοιχοποιίας, όπως π.χ. μανδύες κ.λ.π. Συμπλήρωση κενών μεταξύ πρεκιού και τοιχοποιίας με ισχυρή τσιμεντοκονία.

Στάδιο 4: Ανακατασκευή τοιχοποιίας.

Στάδιο 5: Εναλλακτικά, σε περίπτωση ύπαρξης εκτενών βλαβών σε ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα), μπορούν να κατασκευαστούν τοπικά πλαίσια ενίσχυσης των τοίχων. Στην περίπτωση πόρτας σε

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

ισόγειο, το πλαίσιο αυτό καταλαμβάνει και τμήμα κάτω από το δάπεδο.*



Σχήμα 24. Πλαίσιο ενίσχυσης κουφωμάτων

Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης και των τοίχων σε περίπτωση αφαίρεσης λίθων
- Οι απαραίτητοι οπλισμοί και καλούπια
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής
- Τσιμεντοκονιάματα υψηλής αντοχής

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Βελτιώνεται γενικώς και σε σχετικά υψηλό βαθμό η συμπεριφορά του τμήματος της κατασκευής στις θέσεις των ανοιγμάτων έναντι σεισμικών φορτίσεων λόγω περιορισμού των παραμορφώσεων στις θέσεις αυτές.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Μειονεκτήματα: Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω* πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τα υπέρθυρα μέχρι τη στέγη.

Γενικώς, η κατασκευή πρεκιών προϋποθέτει εκτενείς εργασίες οι οποίες θα πρέπει να εκτελούνται με σχολαστικότητα.

Ενίσχυση τοιχοποιίας με μανδύες

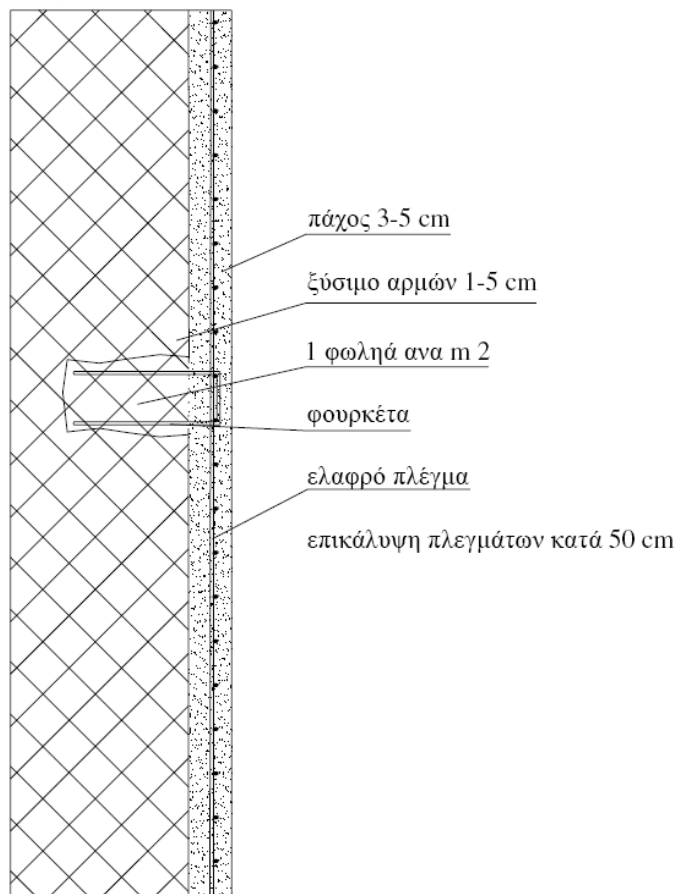
Πότε εφαρμόζεται: Σε περίπτωση εκτεταμένων ζημιών στους τοίχους, όπου κρίνεται απαραίτητη η καθολική επέμβαση επισκευής - ενίσχυσής τους. Διακρίνονται σε ονόπλευρους και αμφίπλευρους μανδύες. Γενικώς οι αμφίπλευροι κρίνονται ως καλύτεροι λόγω της συμμετρίας της διατομής τους. Οι μονόπλευροι μανδύες συνήθως εφαρμόζονται όταν υπάρχουν περιορισμοί ή πρακτικές δυσκολίες κατασκευής μανδύων και στις δύο πλευρές, όπως π.χ. έλλειψη δυνατότητας εκτέλεσης εργασιών στους εσωτερικούς χώρους ή διατήρηση των εξωτερικών όψεων της τοιχοποιίας για αρχιτεκτονικούς ή αισθητικούς λόγους. Η πιο απλή μορφή μανδύα είναι αυτή με ελαφρά όπλιση. Διακρίνονται τρεις τύποι μανδύα:

- **Ελαφρά οπλισμένοι μανδύες** (όπλιση με ελαφρό πλέγμα, κατασκευή μανδύα με διαδοχικές επιχρίσεις τσιμεντοκονιάματος κατά προτίμηση με εκτόξευση, συνολικού πάχους 3-5cm) (Σχ.).

- **Μονόπλευροι μανδύες** (ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25, κατασκευή πεδίλου στη βάση του μανδύα, ελάχιστο πάχος μανδύα 10cm, χρήση εκτοξευόμενου σε αλληπάλληλες στρώσεις ή επιτόπου χυτού σκυροδέματος) (Σχ.).

- **Αμφίπλευροι μανδύες** (ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25, ελάχιστο πάχος μανδύα 5cm, χρήση εκτοξευόμενου τσιμεντοκονιάματος (400Kg/m³) ανά στρώσεις, σύνδεση δύο πλευρών μανδύα ανά 4m² τοίχου με δοκαράκια 20X20cm που φέρουν οπλισμούς 4Φ8 και συνδετήρες Φ6/10) (Σχ.)

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 25. Ελαφρά οπλισμένος μανδύας.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Καθαίρεση όλων των επιχρισμάτων

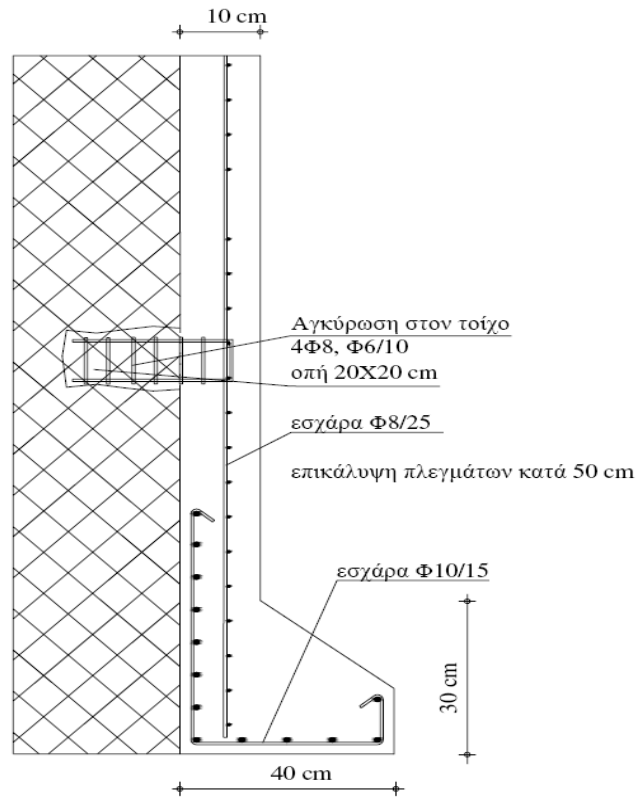
Στάδιο 2: Αφαίρεση του κονιάματος σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βάθος, άνοιγμα φωλιών για αγκύρωση του μανδύα.

Στάδιο 3: Διαμόρφωση αυλακιών ή οπών για σύνδεση του μανδύα με άλλα στοιχεία

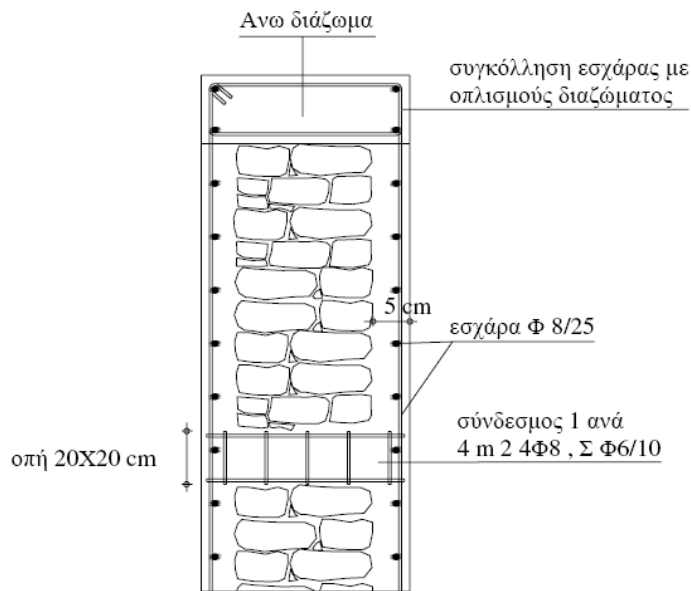
οπλισμένου σκυροδέματος (π.χ. θεμελίωση, συνέχεια στον άνω όροφο, πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα κ.λ.π.).

Στάδιο 4: Πλύσιμο με νερό υπό πίεση.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ., «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 26. Μονόπλευρος μανδύας



Σχήμα 27. Αμφίπλευρος μανδύας.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Στάδιο 5: Τοποθέτηση οπλισμού και αγκύρωσή του μέσα στην τοιχοποιία.

Στάδιο 6: Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος ανά στρώσεις ή χυτού σκυροδέματος.

Στάδιο 7: Διαμόρφωση τελικής όψης μανδύα.

Σημείωση: Στις περιπτώσεις τοίχων μεγάλου μήκους διαμορφώνονται τοπικές ενισχύσεις

Υλικά:

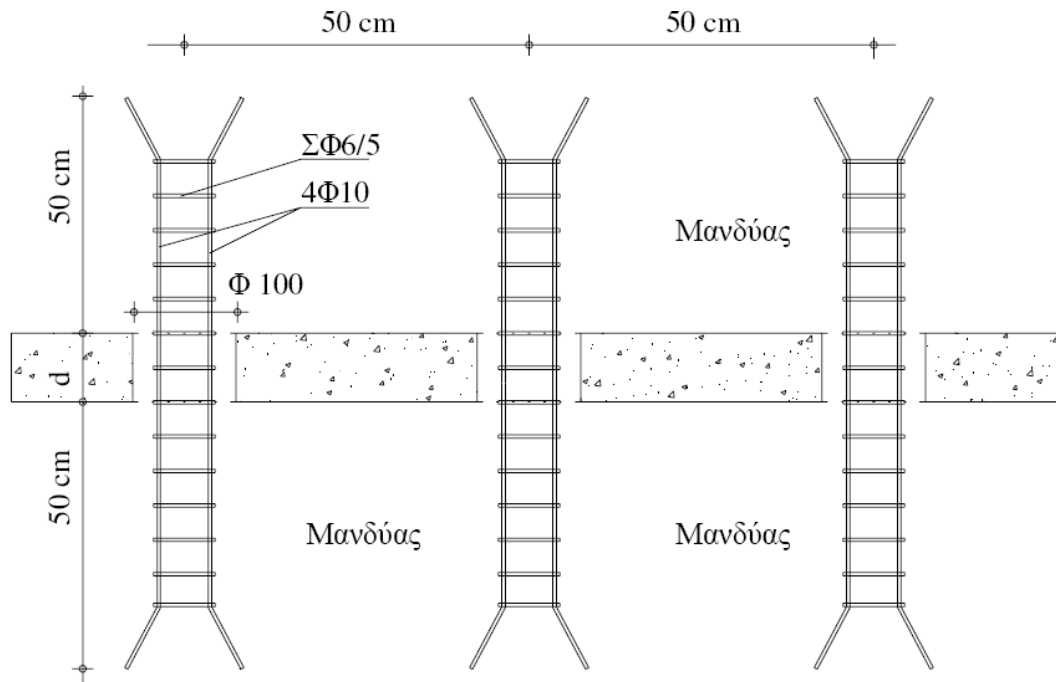
- Σχετικός εξοπλισμός για καθαίρεση επιχρισμάτων
- Τρυπάνι για διάνοιξη φωλιών
- Πλέγματα
- Αναμικτήρας και αντλία εκτόξευσης σκυροδέματος

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Γενικώς, με τους μανδύες αυξάνονται σημαντικά η θλιπτική, εφελκυστική και διατμητική αντοχής της τοιχοποιίας. Όταν οι μανδύες εκτείνονται σε όλη την κατασκευή, προσδίδεται σε μεγάλο βαθμό μονολιθικότητα στην κατασκευή, γεγονός που βελτιώνει τη σεισμική της συμπεριφορά και συμβάλλει στην καλύτερη κατανομή της έντασης.

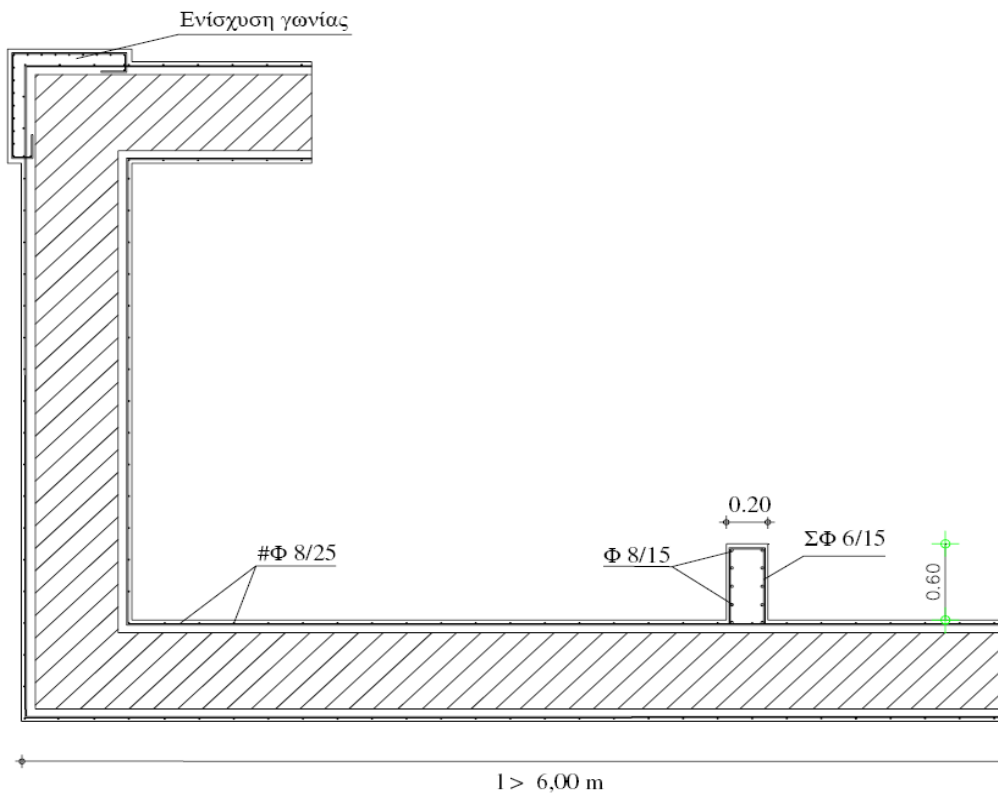
Μειονεκτήματα: Εκτεταμένες εργασίες υψηλού κόστους, αλλοίωση όψεων τοιχοποιίας, πιθανά προβλήματα από εγκλωβισμό υγρασίας πίσω από τους μανδύες. Για την απομάκρυνση της υγρασίας θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική πρόνοια.

Αναδιαστασιολόγηση: Η αναδιαστασιολόγηση των μανδουών γίνεται όπως και στα οπλισμένα επιχρίσματα, δηλαδή η εκτίμηση της αντοχής βασίζεται σε λύση οριακού φορτίου. Προτείνεται η ίδια σχέση.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 28. Συνέχεια μανδύα από όροφο σε όροφο



Σχήμα 29. Τοπικές ενισχύσεις μανδύα στην περίπτωση τοίχων μεγάλου μήκους.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

7.6 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Ενέσεις σε ρωγμές

Πότε εφαρμόζεται: Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που το άνοιγμα των ρωγμών της τοιχοποιίας δεν υπερβαίνει τα 10mm. Σε αντίθεση με το βαθύ αρμολόγημα (βλέπε τεχνικές επεμβάσεων μέσης στάθμης) το οποίο συνιστάται για μικρού πάχους τοιχοποιία ($t < 300-400\text{mm}$), η τεχνική αυτή συνιστάται και για τοιχοποιίες μεγαλύτερου πάχους

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Καθαίρεση του επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές.

Στάδιο 2: Διεύρυνση της ρωγμής στην επιφάνεια της τοιχοποιίας.

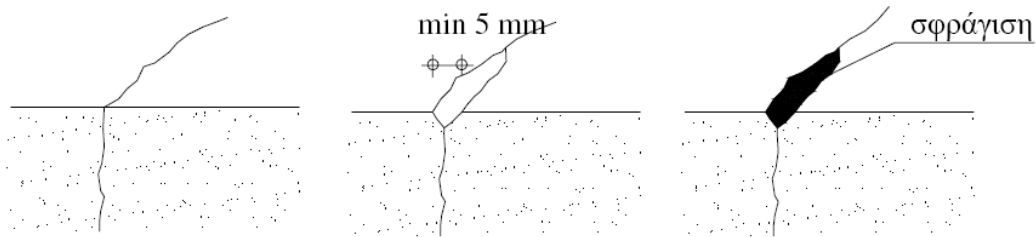
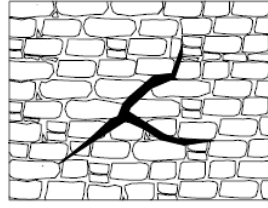
Στάδιο 3: Διάνοιξη οπών κατά το πάχος του τοίχου, ανά αποστάσεις κατά μήκος της ρωγμής η διάμετρος, οι αποστάσεις και το βάθος αυτών των οπών εξαρτώνται από το εύρος της ρωγμής και από το πάχος της τοιχοποιίας, καθώς και από το εάν οι ενέσεις πρόκειται να ίνουν μόνον από την μια όψη του τοίχου ή και από τις δύο).

Στάδιο 4: Καθάρισμα της ρωγμής στο εσωτερικό της τοιχοποιίας, με εισαγωγή ύδατος υπό πίεση.

Στάδιο 5: Τοποθέτηση πλαστικών σωληνίσκων μέσα στις διανοιγείς οπές.

Στάδιο 6: Σφράγιση της εξωτερικής επιφάνειας της ρωγμής με τσιμεντοκονίαμα ή με γύψο (συνιστάται να γίνεται η σφράγιση των ρωγμών περίπου δύο ημέρες προ της εφαρμογής του ενέματος, κατά τις οποίες η επιφάνεια της τοιχοποιίας στην οποία θα εφαρμοστούν τα ενέματα πρέπει να διατηρείται υγρή).*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 30. Προετοιμασία της τοιχοποιίας για την εφαρμογή ενέματος.

Στάδιο 7: Προετοιμασία του ενέματος. Τα υλικά του ενέματος τοποθετούνται στον αναμικτήρα και αναμιγνύονται με μεγάλη ταχύτητα για περιορισμένη διάρκεια προς αποφυγή πρόωρης σκλήρυνσης του μίγματος. Ακολούθως το ένεμα μεταγγίζεται σε άλλο αναμικτήρα μικρής ταχύτητας απ' όπου και αντλείται για την εισαγωγή του στην τοιχοποιία. Η αργή ανάμιξη συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής του, έτσι ώστε να αποφεύγεται η απόμιξη.

Στάδιο 8: Εφαρμογή του ενέματος. Οι ενέσεις εφαρμόζονται από κάτω προς τα πάνω. Η πίεση στο ακροφύσιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0.1MPa, προς αποφυγή του κινδύνου βλάβης στην τοιχοποιία λόγω υπερβολικής εσωτερικής πίεσης. Η εφαρμογή του ενέματος διακόπτεται κάθε φορά που εμφανίζεται ένεμα στον αμέσως υπερκείμενο σωληνίσκο. Στην περίπτωση που το ένεμα αντλείται, απαιτείται ταυτόχρονη μείωση της πίεσης στην αντλία. Απομακρύνεται το ακροφύσιο και φράσσεται ο σωληνίσκος εισαγωγής του ενέματος. Μετά από διακοπή 10-20 λεπτών η διαδικασία επαναλαμβάνεται στην επόμενη ανώτερη στάθμη ή (εάν υπάρχουν πολλά σημεία εισαγωγής στην ίδια στάθμη) στο επόμενο σημείο εισόδου κατά μήκος του τοίχου, μέχρις ότου ολοκληρωθεί η πλήρωση και φραγούν όλοι οι σωληνίσκοι. Όταν η

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

τσιμεντένεση προχωρεί κατακορύφως, είναι σημαντικό να αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλης υδροστατικής πίεσης στο ένεμα που έχει ήδη εισαχθεί. Γι' αυτό το λόγο, το μέγιστο ύψος στο οποίο εφαρμόζονται ενέματα δεν πρέπει να υπερβαίνει το ένα μέτρο ανά ημέρα.

Στάδιο 9: Τελικό επίχρισμα ή διάταξη κοτετσοσύρματος και τελικό επίχρισμα.

Υλικά - Εξοπλισμός:

- Αναμικτήρας υψηλού στροβιλώδους.
- Αντλία εμβολοφόρος (συνήθως χειροκίνητη)
- Τρυπάνι για διάνοιξη οπών
- Πλαστικοί σωληνίσκοι
- Ενέματα, τα οποία γενικώς είναι δύο κατηγοριών: τα ενέματα με βάση το τσιμέντο (τσιμεντενέματα) και τα ενέματα με βάση τις ρητίνες (ρητινενέματα).

Τσιμεντενέματα: τα τσιμεντενέματα είναι κονιάματα συντιθέμενα από:

- Τσιμέντο
- Νερό
- Ασβέστη (για τη βελτίωση της ενεσιμότητας)
- Λεπτόκοκκα υλικά (τα οποία καθιστούν το ένεμα σταθερό και τα οποία είναι είτε φυσικές πουζολάνες είτε τεχνητές, όπως π.χ. πυριτιακή παιπάλη (silica fume))
- Υπερρευστοποιητή
- Πρόσθετα (για τη μείωση της συστολής ξήρανσης)
- Άμμο (στην περίπτωση ρωγμών με μεγάλο άνοιγμα)

Σημείωση: Τα τσιμεντενέματα τα οποία περιέχουν ασβέστη παρουσιάζουν βελτιωμένη ενεσιμότητα, αλλά η σκλήρυνσή τους αργεί πολύ, ενώ παρουσιάζουν και σημαντική συστολή ξήρανσης (έτσι επηρεάζεται δυσμενώς η συνάφεια μεταξύ των επιφανειών της ρωγμής και του ενέματος). Τα τσιμεντενέματα χωρίς ασβέστη σκληρύνονται πολύ γρήγορα (ιδίως στην περίπτωση κατά την οποία το νερό που δεν είναι αναγκαίο για την δημιουργία του πήγματος απορροφάται από την τοιχοποιία). Πρόκειται για ιδιότητα πολύ σημαντική τόσο διότι αυξάνει την ταχύτητα με την οποία μπορεί να εφαρμόζεται η μέθοδος, αλλά και διότι η ταχεία τοπική αύξηση αντοχής της τοιχοποιίας επιτρέπει την ταχεία και ασφαλή*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

εφαρμογή των άλλων μεθόδων, οι οποίες ενδεχομένως προβλέπονται από την μελέτη. Επιπλέον τα τσιμεντενέματα χωρίς ασβέστη έχουν μικρότερη συστολή ξήρανσης, οπότε εξασφαλίζουν καλύτερη συνάφεια μεταξύ ενέματος και επιφανειών της ρωγμής. Τα τσιμεντενέματα χωρίς ασβέστη έχουν μικρότερη ενεσιμότητα από εκείνα τα οποία περιέχουν ασβέστη. Όμως, αυτό το μειονέκτημά τους αντιμετωπίζεται με την προσθήκη υπερρευστοποιητή.

Ρητινενέματα:

Σημείωση: Τα ρητινενέματα παρουσιάζουν την υψηλότερη ενεσιμότητα από όλα τα ενέματα. Εισχωρούν και σε ιδιαίτερες λεπτές ρωγμές, έχουν δε και πολύ μεγάλη αντοχή. Παρ' όλα αυτά παρουσιάζουν μερικά μειονεκτήματα τα οποία περιορίζουν την χρήση τους. Ως τέτοια αναφέρονται η κακή συμπεριφορά τους σε υψηλές θερμοκρασίες, η πιθανή αποσύνθεσή τους σε περίπτωση μεγάλων ρωγμών, υψηλό κόστος κ.λ.π.

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Η τεχνική αυτή οδηγεί σε αποκατάσταση της αρχικής αντοχής της τοιχοποιίας και όχι σε σημαντική αύξησή της, εκτός εάν το ένεμα εισχωρήσει και πληρώσει τα κενά της τοιχοποιίας, οπότε λαμβάνει χώρα ομογενοποίηση μάζας. Για την επιτυχή εφαρμογή αυτής της τεχνικής θα πρέπει το ένεμα να είναι σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, να αποφεύγεται η απόμιξη, να έχει επαρκή ενεσιμότητα ώστε να εισχωρεί και στις λεπτότερες ρωγμές, να μη παρουσιάζει σημαντική συστολή ξήρανσης διότι ενδέχεται να ανοίξουν οι ρωγμές πριν από οποιαδήποτε επιβολή φορτίου και να έχει επαρκή αντοχή. Η βέλτιστη σύνθεση του ενέματος είναι συνάρτηση του τύπου της τοιχοποιίας, του εύρους των ρωγμών, καθώς και του σκοπού της επέμβασης. Συνήθως, πραγματοποιούνται δοκιμαστικά ενέματα και η τελική σύνθεση του ενέματος αποφασίζεται βάσει των αποτελεσμάτων αυτών των δοκιμαστικών εφαρμογών.*

Μειονεκτήματα: Πρόκειται για τεχνική ιδιαίτερα υψηλού κόστους η οποία απαιτεί την ύπαρξη σχετικού εξοπλισμού και πολύ σχολαστικής εργασίας.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καρατώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Ανασχεδιασμός: Θεωρείται ότι μέσω της μεθόδου αυτής αποκαθίστανται τα αρχικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας. Επομένως, λαμβάνεται γενικώς:

$$R_w = R_{w,0}$$

Ομογενοποίηση μάζας

Πότε εφαρμόζεται: Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου επιδιώκεται η εισαγωγή ενέματος στη μάζα της τοιχοποιίας όχι μόνον για την πλήρωση ενδεχόμενων ρωγμών αλλά όλων των κενών στο εσωτερικό της τοιχοποιίας.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Καθαίρεση του επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές.

Στάδιο 2: Διεύρυνση της ρωγμής στην επιφάνεια της τοιχοποιίας.

Στάδιο 3: Διάνοιξη οπών κατά το πάχος του τοίχου, ανά αποστάσεις κατά μήκος της ρωγμής (η διάμετρος, οι αποστάσεις και το βάθος αυτών των οπών εξαρτώνται από το εύρος της ρωγμής και από το πάχος της τοιχοποιίας, καθώς και από το εάν οι ενέσεις πρόκειται να γίνουν μόνον από την μια όψη του τοίχου ή και από τις δύο).

Στάδιο 4: Καθάρισμα της ρωγμής στο εσωτερικό της τοιχοποιίας, με εισαγωγή ύδατος υπό πίεση.

Στάδιο 5: Τοποθέτηση πλαστικών σωληνίσκων μέσα στις διανοιγείς οπές.

Στάδιο 6: Σφράγιση της εξωτερικής επιφάνειας της ρωγμής με τσιμεντοκονίαμα ή με γύψο (συνιστάται να γίνεται η σφράγιση των ρωγμών περίπου δύο ημέρες προ της εφαρμογής του ενέματος, κατά τις οποίες η επιφάνεια της τοιχοποιίας στην οποία θα εφαρμοστούν τα ενέματα πρέπει να διατηρείται υγρή).

Στάδιο 7: Προετοιμασία του ενέματος. Τα υλικά του ενέματος τοποθετούνται στον

αναμικτήρα και αναμιγνύονται με μεγάλη ταχύτητα για περιορισμένη διάρκεια προς αποφυγή πρόωρης σκλήρυνσης του μίγματος. Ακολουθώντας το ένεμα μεταγγίζεται σε άλλο αναμικτήρα μικρής ταχύτητας απ' όπου και αντλείται για την εισαγωγή του στην τοιχοποιία. Η αργή ανάμιξη συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής του, έτσι ώστε να αποφεύγεται η απόμιξη.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Στάδιο 8: Εφαρμογή του ενέματος. Οι ενέσεις εφαρμόζονται από κάτω προς τα πάνω. Η πίεση στο ακροφύσιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0.1MPa, προς αποφυγή του κινδύνου βλάβης στην τοιχοποιία λόγω υπερβολικής εσωτερικής πίεσης. Η εφαρμογή του ενέματος διακόπτεται κάθε φορά που εμφανίζεται ένεμα στον αμέσως υπερκείμενο σωληνίσκο. Στην περίπτωση που το ένεμα αντλείται, απαιτείται ταυτόχρονη μείωση της πίεσης στην αντλία. Απομακρύνεται το ακροφύσιο και φράσσεται ο σωληνίσκος εισαγωγής του ενέματος. Μετά από διακοπή 10-20 λεπτών η διαδικασία επαναλαμβάνεται στην επόμενη ανώτερη στάθμη ή (εάν υπάρχουν πολλά σημεία εισαγωγής στην ίδια στάθμη) στο επόμενο σημείο εισόδου κατά μήκος του τοίχου, μέχρις ότου ολοκληρωθεί η πλήρωση και φραγούν όλοι οι σωληνίσκοι. Όταν η τσιμεντένεση προχωρεί κατακορύφως, είναι σημαντικό να αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλης υδροστατικής πίεσης στο ένεμα που έχει ήδη εισαχθεί. Γι' αυτό το λόγο, το μέγιστο ύψος στο οποίο εφαρμόζονται ενέματα δεν πρέπει να υπερβαίνει το ένα μέτρο ανά ημέρα.

Στάδιο 9: Τελικό επίχρισμα ή διάταξη κοτετσοσύρματος και τελικό επίχρισμα.

Υλικά - Εξοπλισμός:

- Αναμικτήρας υψηλού στροβιλώδους
- Αντλία εμβολοφόρος (συνήθως χειροκίνητη)
- Τρυπάνι για διάνοιξη οπών
- Πλαστικοί σωληνίσκοι
- Ενέματα, τα οποία γενικώς είναι δύο κατηγοριών: τα ενέματα με βάση το τσιμέντο (τσιμεντενέματα) και τα ενέματα με βάση τις ρητίνες (ρητινενέματα)

Τσιμεντενέματα: τα τσιμεντενέματα είναι κονιάματα συντιθέμενα από:

- Τσιμέντο
- Νερό
- Ασβέστη (για τη βελτίωση της ενεσιμότητας)
- Λεπτόκοκκα υλικά (τα οποία καθιστούν το ένεμα σταθερό και τα οποία είναι είτε φυσικές ουζολάνες είτε τεχνητές, όπως π.χ. πυριτιακή παιπάλη (silica fume)*)

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Υπερρευστοποιητή
- Πρόσθετα (για τη μείωση της συστολής ξήρανσης)
- Άμμο (στην περίπτωση ρωγμών με μεγάλο άνοιγμα)

Αποτελεσματικότητα: Πρόκειται για μια μέθοδο ιδιαίτερα αποδοτική στην περίπτωση αργολιθοδομών με μεγάλο ποσοστό κονιάματος χαμηλής ποιότητας, καθώς και στην περίπτωση τρίστρωτων τοιχοποιιών.

Από πειραματικά αποτελέσματα ξένων ερευνητών προκύπτει ότι:

- Για κατανάλωση και απορρόφηση περίπου 50 lt ενέματος ανά m³ τοίχου, η αύξηση των αντοχών κυμαίνεται από 20% έως 60%, ανάλογα με την ποιότητα δόμησης.

- Για κατανάλωση και απορρόφηση 150 lt ενέματος ανά m³ τοίχου, η αύξηση των αντοχών κυμαίνεται από 200% έως 400%.

Από πειραματικά αποτελέσματα σχετικής έρευνας στο Εργαστήριο Ω.Σ. του ΕΜΠ σε δοκίμια τρίστρωτης τοιχοποιίας, όπου χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω τσιμεντενέματα, πολύ συνοπτικά, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

Ένεμα	Τσιμέντο (Kg)	Πυριτιακή παιπάλη (Kg)	Ασβέστης (Kg)	Υπερρευστοποιητής (Kg)	Νερό (Kg)	Θλιπτική αντοχή (Mpa)
A	75	25	0	1.33	90	30
B	60	22.5	27.5	1.66	100	13

- Η μέση κατανάλωση ενέματος ήταν 105 lt/m³ τοίχου. Αυτή η κατανάλωση είναι ίση με εκείνη που έχει μετρηθεί σε εφαρμογές της τεχνικής σε πραγματικές κατασκευές, πράγμα το οποίο αποτέλεσε επιβεβαίωση της ικανοποιητικής προσομοίωσης των τοιχοποιιών στο Εργαστήριο, ώστε να είναι τα αποτελέσματα αξιόπιστα. Οι δοκιμές των τοιχίσκων απέδειξαν ότι η ομογενοποίηση μάζας οδήγησε σε αύξηση της αντοχής πρακτικώς στο διπλάσιο της αρχικής. Ομοίως, αυξήθηκε το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας, ενώ αντιθέτως μειώθηκε η παραμόρφωση που αντιστοιχεί στη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Εκείνο που είναι ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι η εφαρμογή της μεθόδου οδήγησε σε μεταβολή του τρόπου αστοχίας των τοιχίσκων.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Μειονεκτήματα: Το κόστος ενός κυβικού μέτρου ενέματος είναι υψηλό (περίπου 900 ευρώ κατά το χρόνο εφαρμογής του). Επομένως, είναι σαφές ότι η τεχνική αυτή είναι δαπανηρή και θα πρέπει να εφαρμόζεται με φειδώ. Είναι πάντως δυνατό να εφαρμόζεται όχι στο σύνολο της τοιχοποιίας, αλλά σε επιλεγμένες περιοχές, κρίσιμες για τη συμπεριφορά της κατασκευής (π.χ. στις περιοχές μεγάλης βλάβης, στις γωνίες των κτιρίων κ.λ.π.). Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην περίπτωση κατά την οποία η ομογενοποίηση μάζας πρόκειται να εφαρμοσθεί σε τοιχοποιία στην επιφάνεια της οποίας υπάρχουν έργα τέχνης (νωπογραφίες, εικόνες κ.λ.π.). Σε τέτοιες περιπτώσεις ενδέχεται να απαιτηθεί προσωρινή αποτοίχιση των τοιχογραφιών. Εάν τούτο δεν είναι δυνατόν, ενδέχεται να απαιτηθεί περιορισμός του εμποτισμού μόνον σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν τοιχογραφίες ή εφαρμογή του σε περιορισμένο πάχος.

Ανασχεδιασμός: Για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας μετά από τον εμποτισμό μάζας, είχε προταθεί η ακόλουθη εμπειρική σχέση, η οποία βασιζόταν στα τότε διατιθέμενα πειραματικά αποτελέσματα.

$$f_{wc,s} = f_{wc,0} \left(1 + 20 \frac{\gamma_f - \gamma_0}{\gamma_0} \right) \quad \text{όπου}$$

$f_{wc,s}$ και $f_{wc,0}$ η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας μετά και πριν απ' την επέμβαση αντιστοίχως. γ_f και γ_0 το ειδικό βάρος της τοιχοποιίας μετά και πριν απ' την επέμβαση.

Με βάση νεώτερα πειραματικά αποτελέσματα προτείνεται η ακόλουθη σχέση, για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής τρίστρωτης τοιχοποιίας :

$$f_{wc,s} = f_{wc,0} \left[1 + 1.25 \left(\frac{V_{inf}}{V_w} \right) \left(\frac{f_{gr}^{1/2}}{f_{wc,0}} \right) \right] \text{ [MPa]} \quad \text{όπου}$$

V_{mf} και V_w ο όγκος της ενδιάμεσης στρώσης και ο συνολικός όγκος της τοιχοποιίας αντιστοίχως, ενώ f_{gr} η θλιπτική αντοχή του ενέματος.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Από την εφαρμογή της μεθόδου σε αργολιθοδομές, έδωσε την ακόλουθη εμπειρική σχέση για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής της ενισχυμένης τοιχοποιίας :

$$f_{wc,s} = f_{wc,0} \left[1 + 0.013 (100G_{gr} / G_0)^3 \right]$$

όπου G_{gr} είναι ο όγκος του ενέματος που εισάγεται σε τοιχοποιία όγκου G_0 .

Ελκυστήρες – τένοντες

Πότε εφαρμόζονται: Χρησιμοποιούνται σε περίπτωση αποκόλλησης διασταυρούμενων τοίχων ή αποδιοργάνωσης γωνιών τοίχων. Εφαρμόζονται επίσης για τη βελτίωση της συμπεριφοράς της κατασκευής συνδέοντας τα τμήματά της, μέσω της εφαρμογής ευνοϊκής χαμηλής θλιπτικής τάσης. Μπορεί να είναι οριζόντιοι ή και κατακόρυφοι. Τέλος, μπορούν να εφαρμοστούν και για ενίσχυση της θεμελίωσης.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Επιλέγονται οι θέσεις προσαρμογής των ελκυστήρων και ελέγχεται η καταλληλότητα επάρκειας αυτών των θέσεων της τοιχοποιία (έλεγχος τοπικής θλίψης) για παραλαβή των δυνάμεων προέντασης. Σε αντίθετη περίπτωση, γίνεται τοπική ενίσχυση.

Στάδιο 2: Διάνοιξη των οπών (δίοδοι) στη μάζα του τοίχου, σε απέναντι θέσεις και στο ίδιο ύψος (περίπτωση οριζόντιων τενόντων). Συνήθως τοποθετούνται κάτω από τη στάθμη των δαπέδων ή της έδρασης της στέγης.

Στάδιο 3: Αγκύρωση των τενόντων (ράβδοι υψηλής αντοχής και μεγάλης διαμέτρου) σε κατάλληλα διαστασιολογημένες πλάκες αγκύρωσης.

Στάδιο 4: Επιβολή προέντασης με δυναμόκλειδα (απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιβολή της προέντασης, η οποία πρέπει να είναι ήπια και διαρκώς ελεγχόμενη).

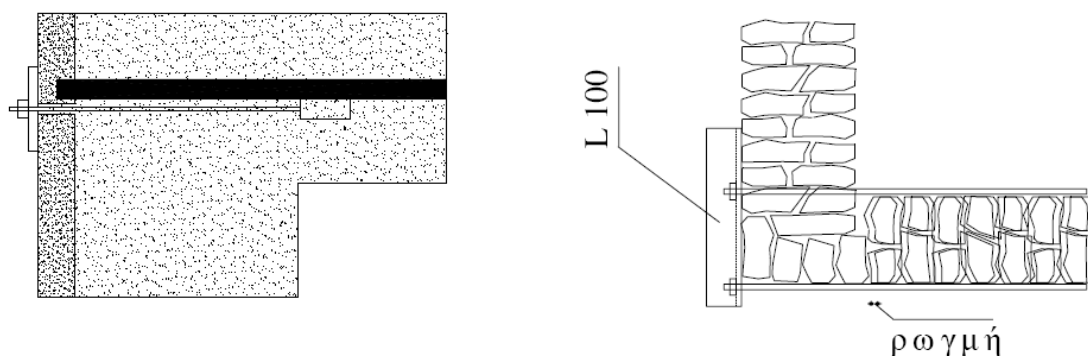
Στάδιο 5: Οι αγκυρώσεις (μετά την εφαρμογή κατάλληλης βαφής) παραμένουν ακάλυπτες (και επομένως επισκέψιμες).

Εναλλακτικώς, καλύπτονται με επίχρισμα ή με ελαφρύ μανδύα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.*

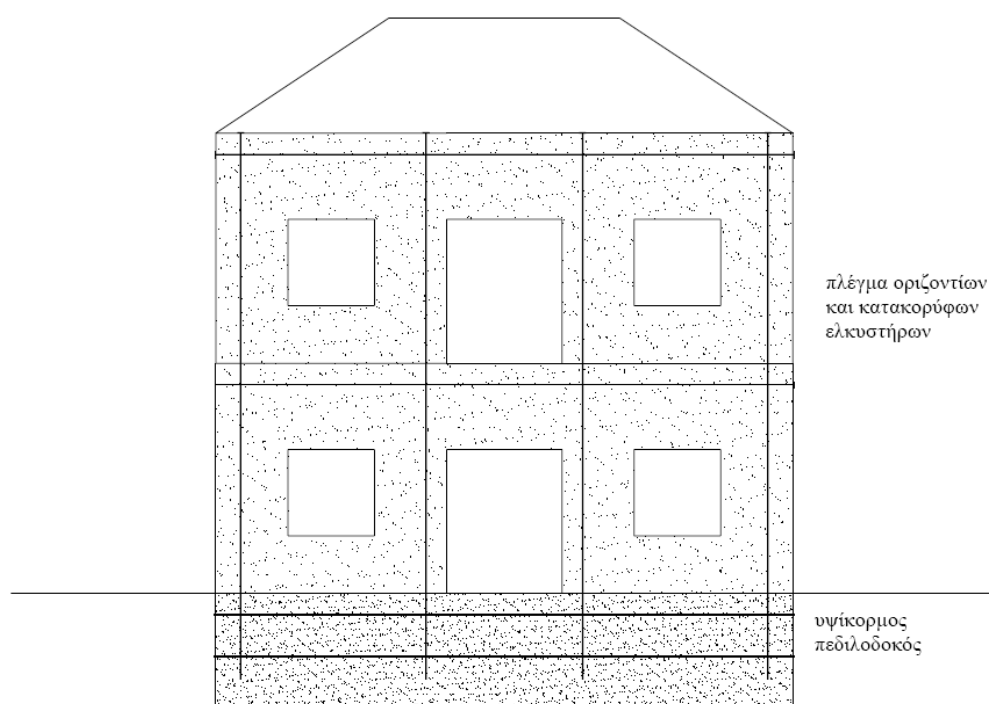
* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Υλικά:

- Τρυπάνι
- Μεταλλικές ράβδοι υψηλής αντοχής και μεγάλης διαμέτρου
- Πλάκες αγκύρωσης κατάλληλα διαμορφωμένες
- Δυναμόκλειδα



Σχήμα 31. Χρήση ελκυστήρων για τη σύνδεση τοίχων σε γωνία



Σχήμα 32. Διάταξη οριζόντιων και κατακόρυφων ελκυστήρων*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Αποτελεσματικότητα: Επιτυγχάνεται βελτίωση της συμπεριφοράς της τοιχοποιίας σε οριζόντιες μετακινήσεις λόγω κυρίως σεισμικής φόρτισης. Η μέθοδος αυτή είναι εύκολα αναστρέψιμη.

Μειονεκτήματα: Λόγω ερπυσμού οι ελκυστήρες υπόκεινται σε χαλάρωση με την πάροδο του χρόνου γι' αυτό και επιβάλλεται συστηματικός έλεγχος. Ως μέθοδος επέμβασης δεν επιλύει ριζικά το πρόβλημα αποκατάστασης από μόνη της γι' αυτό συνήθως αποτελεί συμπληρωματική μορφή επέμβασης.

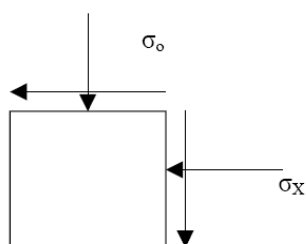
Ανασχεδιασμός: Πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρούνται μεγάλες απώλειες προέντασης και λόγω ολίσθησης στις αγκυρώσεις των ελκυστήρων, αλλά και λόγω άμεσων και ερπυστικών παραμορφώσεων της τοιχοποιίας. Απαιτείται επί πλέον έλεγχος των τοπικών τάσεων θλίψης στις αγκυρώσεις, ώστε να αποφεύγεται τοπική αστοχία της τοιχοποιίας (άρα, και της αγκύρωσης των ελκυστήρων). Ο υπολογισμός της έντασης στους ελκυστήρες γίνεται ως εξής:

➤ Οριζόντιοι ελκυστήρες
Γίνεται η δυσμενής παραδοχή της πλήρους αποσύνδεσης των τοίχων από τους εγκάρσιους προς αυτούς, αλλά και από τα πατώματα και τη στέγη. Έτσι, οι χαλύβδινες ράβδοι μόνες καλούνται να προλαμβάνουν την αποκόλληση των τοίχων, αναλαμβάνοντας πλήρως τη δράση του σεισμού καθέτως προς το επίπεδο του τοίχου. Πρέπει, επίσης, να εμποδίζουν και τις αντίστοιχες παραμορφώσεις. Γι' αυτόν το λόγο υπολογίζονται ώστε να έχουν τάση σημαντικά μικρότερη από το όριο διαρροής τους, ενώ πρέπει να δίνεται και προσοχή στις θέσεις των αγκυρώσεων, ώστε να αποφεύγεται το "ξέσυρμα".

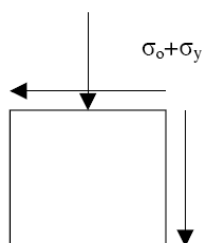
➤ Κατακόρυφοι ελκυστήρες
Η έντασή τους υπολογίζεται μέσω της επίλυσης απλών επίπεδων δικτυωμάτων, στα οποία οι οριζόντιες και οι κατακόρυφες ράβδοι είναι οι ελκυστήρες, ενώ οι διαγώνιες αποτελούνται από στοιχεία τοιχοποιίας. Τα δικτυώματα *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

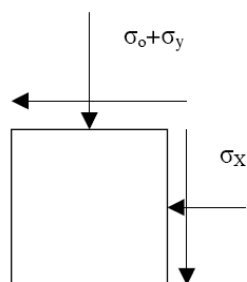
φορτίζονται με συμβατικά σεισμικά φορτία. Επί πλέον, η παρουσία ενός συστήματος οριζόντιων και κατακόρυφων ελκυστήρων έχει ως συνέπεια και μια αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας σε θλίψη και σε διάτμηση (χάρη στην περίσφιγξη την οποίαν προσφέρουν οι ράβδοι). Οι αυξημένες αντοχές της τοιχοποιίας μπορούν να υπολογισθούν από τις ακόλουθες σχέσεις :



$$f_{wv} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} * \frac{2}{3} * f_{wt} * \sqrt{1 + \frac{0,75 * \sigma_o + \sigma_x}{f_{wt}} + \frac{0,75 * \sigma_o * \sigma_x}{f_{wt}^2}}$$



$$f_{wx} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} * \frac{2}{3} * f_{wt} * \sqrt{1 + \frac{0,75 * \sigma_o + \sigma_x}{f_{wt}}}$$



$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} * \frac{2}{3} * f_{wt} * \sqrt{1 + \frac{0,75 * \sigma_o + \sigma_y + \sigma_x}{f_{wt}} + \frac{(0,75 * \sigma_o + \sigma_y) * \sigma_x}{f_{wt}^2}}$$

Ριζοπλισμοί

Πότε εφαρμόζονται: Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται συνήθως σε παλιές λιθοδομές μεγάλου πάχους για βελτίωση της μάζας, τοπικές ενισχύσεις (σχήμα 6.6.5) ή και καθολική ενίσχυση (βελτίωση της συμπεριφοράς ολόκληρου φατνώματος ή πεσσών, δημιουργία υψίκορμων δοκών κ.λ.π.).

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Διάνοξη αλληλοτεμνόμενων οπών σε προεπιλεγμένες θέσεις της περιοχής ενίσχυσης της τοιχοποιίας. Η διάμετρος των *

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

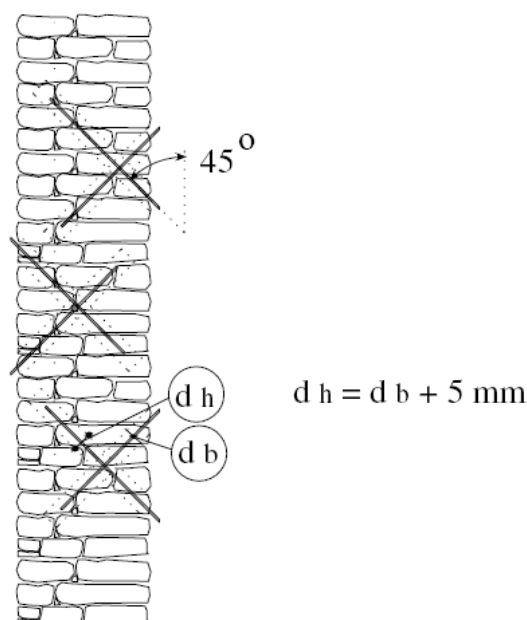
οπών θα πρέπει να είναι ελαφρά μεγαλύτερη από τη διάμετρο του οπλισμού κατά τρόπο που να μπορεί να εισχωρεί το ένεμα (ειδικές τσιμεντοκονίες) και να περιβάλλει τον οπλισμό.

Στάδιο 2: Τοποθέτηση και προσωρινή στερέωση των ράβδων οπλισμού.

Στάδιο 3: Πλήρωση των οπών με ειδικές τσιμεντοκονίες (π.χ. μη συστελλόμενες) ή με ειδικά κονιάματα (π.χ. κονιάματα τσιμέντου - πλαστικών υλών / τροποποιημένα ή ρητινικά κονιάματα) που έχουν ως αδρανές χαλαζιακή άμμο.

Υλικά:

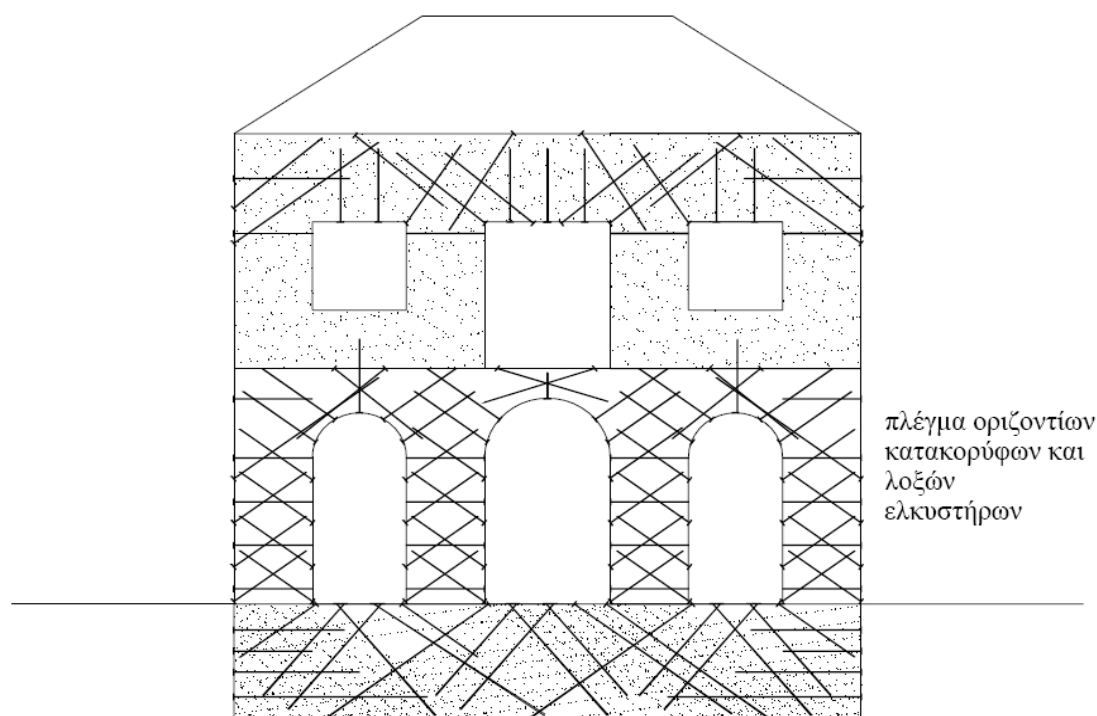
- Τρυπάνι
- Ράβδοι χάλυβα
- Τσιμεντοκονιάματα ή ειδικά κονιάματα



Σχήμα 33. Τοπική ενίσχυση (οριζόντια ή και κατακόρυφη)*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

τομή)



Σχήμα 34. Καθολική ενίσχυση

Αποτελεσματικότητα: Στην περίπτωση τοιχοποιιών με πολύ χαμηλή αντοχή (είτε λόγω γήρανσης είτε λόγω κακής ποιότητας υλικών) η διαμόρφωση ενός δικτύου ριζοπλισμών κατά το πάχος ή κατά το μήκος της τοιχοποιίας αποτελεί μια επέμβαση, αποτέλεσμα της οποίας είναι μια σημαντική αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας. Γενικώς, στις θέσεις εφαρμογής των ριζοπλισμών επέρχεται σχετικά μικρή αύξηση της θλιπτικής αντοχής και σημαντική αύξηση της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας ανάλογα με την πυκνότητα τοποθέτησης και των διαμέτρων των ριζοπλισμών.

Μειονεκτήματα: Μειονεκτήματα της τεχνικής αυτής, τα οποία συνδέονται κυρίως με τη χρήση της σε μνημεία, είναι η αλλοίωση της δομής της τοιχοποιίας και μάλιστα κατά τρόπο μη αναστρέψιμο και ότι σε περίπτωση διάβρωσης των ράβδων του οπλισμού είναι εξαιρετικά δυσχερής η αντικατάστασή τους (απαιτεί διατρήσεις μεγάλης διαμέτρου), ενώ υπάρχει κίνδυνος να προκληθούν βλάβες λόγω της διόγκωσης από τη διάβρωση.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Ανασχεδιασμός: Για την εκτίμηση της μεταβολής της θλιπτικής και διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας στις θέσεις έμπτηξης των ριζοπλισμών προτείνονται οι πιο κάτω σχέσεις:

7.7 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Εισαγωγή

Οι βλάβες στη θεμελίωση κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία παρουσιάζουν τα ακόλουθα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά έναντι των βλαβών στην ανωδομή:

- Είναι κατά κανόνα αφανείς και τεκμαίρονται από τις επιπτώσεις τους στην ανωδομή
- Είναι δυνατόν να προκαλούνται από πολλά αίτια
- Στην ένταση και έκτασή τους συμβάλλει όχι μόνον το υλικό κατασκευής και η διάταξη της θεμελίωσης αλλά και τα χαρακτηριστικά του εδάφους

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η διάγνωση και η θεραπεία προβλημάτων θεμελίωσης αποτελούν πιο σύνθετη διεργασία από την αντίστοιχη της ανωδομής. Για το λόγο αυτό αναφέρονται παρακάτω εν συντομία τα συνήθη αίτια των βλαβών, οι απαιτούμενες διαγνωστικές ενέργειες και ορισμένα κριτήρια επεμβάσεων στη θεμελίωση. Ακολουθεί η περιγραφή των μεθόδων επέμβασης.*

Αίτια πρόκλησης βλαβών που αποδίδονται στο έδαφος ή σε ανεπαρκή θεμελίωση

Ένας από τους σημαντικούς λόγους πρόκλησης βλαβών σε κτίρια από λιθοδομή είναι η μετακίνηση των θεμελίων. Τούτο μπορεί να οφείλεται σε ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω αίτια:

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

- Μη προβλεφθείσα υπερφόρτιση (π.χ. προσθήκη ορόφων, αλλαγή χρήσης και υπέρβαση κινητού φορτίου κ.λ.π.)
- Διόγκωση ή συρρίκνωση του εδάφους εξαιτίας μεταβολών της υγρασίας, κυρίως όταν το έδαφος είναι διογκούμενη άργιλος
- Συμπύκνωση χαλαρών επιχωματώσεων (π.χ. πρόσφατων και ικανού πάχους ανθρωπογενών αποθέσεων)
- Ύπαρξη υπογείων κενών (π.χ. φυσικές καταβόθρες ή στοές)
- Διάνοιξη υπογείων έργων (σήραγγες, υπόγειοι αγωγοί κ.λ.π.)
- Ταπείνωση της στάθμης του υπογείου νερού με συνέπεια την αύξηση των ενεργών τάσεων (π.χ. λόγω συνεχών αντλήσεων)
- Διαβροχή του εδάφους με συνέπειες την αύξηση του βάρους του, την ανάπτυξη δυνάμεων διήθησης προς τα κάτω και ακόμη την αύξηση της συμπίεστικότητας εδαφών αργιλικής σύστασης
- Διάνοιξη εκσκαφής σε γειτονικό οικόπεδο και ανεπαρκής αντιστήριξη του μετώπου της
- Ερπυστική κίνηση αργιλικών πρηνών ακόμη και πολύ μικρής κλίσης
- Γήρανση και εξασθένηση του θεμελίου (π.χ. παλιά τοιχοδομή, υγρασία, επιρροή των ριζών γειτονικών δέντρων κ.α.) ή και ανεπαρκής εξ' αρχής κατασκευή
- Υποχώρηση των στηρίξεων κατά τη διάρκεια εργασιών υποστήριξης θεμελίων
- Οριζόντια υπερφόρτωση της κατασκευής από ορμητικά νερά με πιθανή ρευστοποίηση του εδάφους στο επίπεδο της θεμελίωσης (π.χ. υπερχειλίση γειτονικού χειμάρρου)
- Αστοχία πασσάλων (σάπισμα ξύλινων πασσάλων, ανάπτυξη αρνητικών τριβών κ.λ.π.)

Διαγνωστικές ερευνητικές εργασίες

Στη φάση μελέτης της παθολογίας του κτιρίου και του προσδιορισμού των αιτίων που την προκάλεσαν, ανάμεσα στ' * άλλα θα πρέπει να συνεκτιμώνται και τα παραπάνω αίτια και να ερευνάται αν και κατά πόσο κάποιο από αυτά συνέβαλε στη διαμόρφωση της παθολογίας του κτιρίου. Για να καταστεί τούτο δυνατό θα πρέπει να είναι γνωστές οι εδαφοτεχνικές συνθήκες στη θέση του έργου και το είδος, η γεωμετρία και η διάταξη της θεμελίωσης. Για μεν τις εδαφοτεχνικές συνθήκες, αν οι οικονομικές δυνατότητες το επιτρέπουν ή η σπουδαιότητα του έργου το

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

επιβάλλει, θα πρέπει να διενεργείται γεωτεχνική έρευνα που να περιλαμβάνει καλή αποτύπωση της στρωματογραφίας, δοκιμές οιδημέτρου και τριαξονικές δοκιμές κατάλληλου τύπου. Για τη διάγνωση του τύπου, της γεωμετρίας αλλά και της κατάστασης της θεμελίωσης είναι χρήσιμη η διάνοιξη ερευνητικών σκαμμάτων σε ορισμένες κρίσιμες θέσεις.

Κριτήρια επεμβάσεων ενίσχυσης θεμελίωσης

Σε περίπτωση που έχει τεκμηριωθεί ότι κάποιο από τα πιο πάνω αίτια δημιουργεί βλάβες στο κτίριο, τότε προτείνονται εργασίες επέμβασης στη θεμελίωση στις εξής περιπτώσεις:

- Όταν οι βλάβες που προκλήθηκαν στο φέροντα οργανισμό είναι σημαντικές και οι μετακινήσεις (διεύρυνση ρωγμών, καθιζήσεις) συνεχίζονται
- Όταν, παρότι ο ρυθμός των μετακινήσεων έχει περιορισθεί, οι βλάβες έχουν προξενήσει τέτοια εξασθένιση και αποδιοργάνωση της θεμελίωσης ή/και της ανωδομής, ώστε άλλοι κίνδυνοι (όπως π.χ. ο σεισμός) να επιβάλλουν την ενίσχυση της θεμελίωσης
- Εάν πρόκειται να γίνει αλλαγή χρήσης ή προσθήκη ορόφων στο κτίριο και επιβάλλεται ενίσχυση της θεμελίωσης ώστε να φέρει τα νέα φορτία

Μέθοδοι ενίσχυσης της θεμελίωσης και του εδάφους

Οι μέθοδοι ενίσχυσης της θεμελίωσης μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

- Αβαθής υποθεμελίωση
- Βαθιά υποθεμελίωση με την κατασκευή μικροπασσάλων
- Βελτίωση και ενίσχυση του εδάφους με ενέσεις

Για κάθε μια κατηγορία ενίσχυσης της θεμελίωσης και του εδάφους διατίθενται αρκετές τεχνικές μεταξύ των οποίων ο μελετητής * μπορεί να επιλέξει εκείνη που συνάδει με τις ιδιαίτερες συνθήκες του προβλήματος, την προτεινόμενη συνολική λύση επέμβασης, τα τεχνικά μέσα που διαθέτει για την υλοποίησή της και τις οικονομικές δυνατότητες του έργου.

Εν πάση περιπτώσει η λύση που θα επιλεγεί θα πρέπει να αίρει ή τουλάχιστον να αναχαιτίζει τα αίτια που προκάλεσαν βλάβες στο κτίριο. Στη συνέχεια παρατίθενται και περιγράφονται ορισμένες

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

τεχνικές από κάθε κατηγορία μεθόδων ενίσχυσης της θεμελίωσης και του εδάφους.

Αβαθής υποθεμελίωση

Πότε εφαρμόζεται: Είναι η πιο διαδεδομένη τεχνική στην πράξη, κυρίως για κτίρια όχι υψηλής σπουδαιότητας, λόγω του χαμηλού κόστους συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους. Εφαρμόζεται κυρίως σε περιπτώσεις όπου επιβάλλεται ενίσχυση της θεμελίωσης αλλά δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα προβλήματα εδάφους. Σε περίπτωση εδαφών με ιδιαίτερα προβλήματα θα πρέπει να εφαρμόζεται μια από τις άλλες δύο μεθόδους (βαθιές θεμελιώσεις ή ενέσεις εδάφους). Επίσης, η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις που ο υδροφόρος ορίζοντας είναι στο επίπεδο της θεμελίωσης. Η τεχνική αυτή παρουσιάζεται με διάφορες παραλλαγές:

Μονόπλευρη αύξηση της επιφάνειας του θεμελίου (ενισχύσεις με χαλινούς)

Η περίπτωση αυτή εφαρμόζεται, συνήθως εξωτερικά, όταν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις ενίσχυσης της θεμελίωσης ή όταν είναι αδύνατη (ή ασύμφορη) η καταστροφή του δαπέδου στο εσωτερικό του κτιρίου για την ενίσχυση της θεμελίωσης. Ενδέχεται να συνοδεύεται και από μερική υποσκαφή και βαθύτερη έδραση του θεμελίου.(

Σχήμα 35. Εξωτερική περιμετρική δοκός Ο.Σ. για

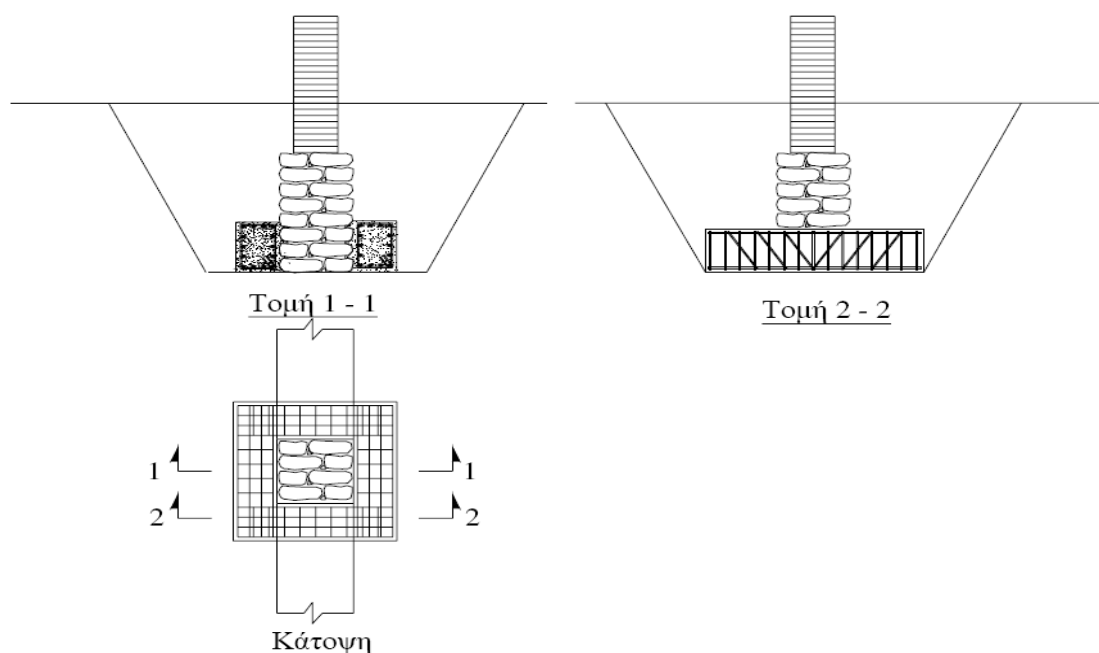
Σχήμα 36. Εξωτερική εριμετρική την αύξηση της επιφάνειας του σε συνδυασμό με υποσκαφή θεμελίου

Αμφίπλευρη υποθεμελίωση (κατασκευή ντουλαπιών)

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις διαπλάτυνσης της θεμελίωσης με χρήση οπλισμένου ή άοπλου σκυροδέματος υπό την προϋπόθεση ότι οι συνθήκες επιτρέπουν

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

ανάπτυξη εργασιών και στις δύο πλευρές του τοίχου (μη γειτνίαση με άλλο κτίριο).*

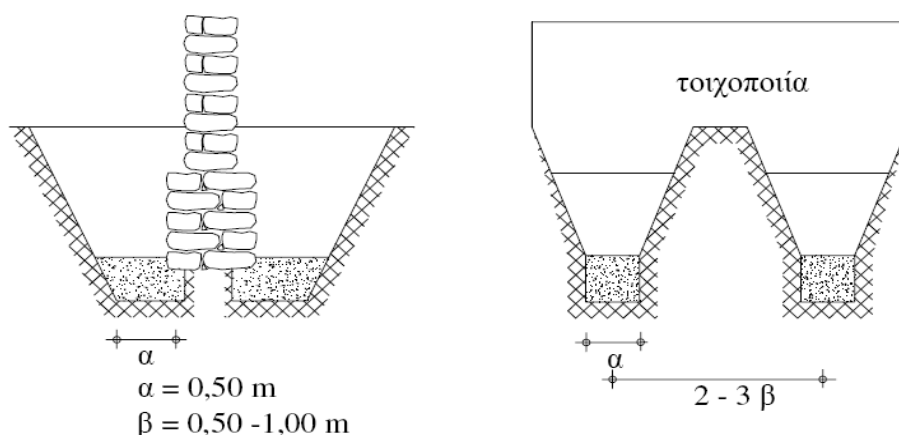


Σχήμα 37. Αμφίπλευρη υποθεμελίωση με χρήση οπλισμένου σκυροδέματος

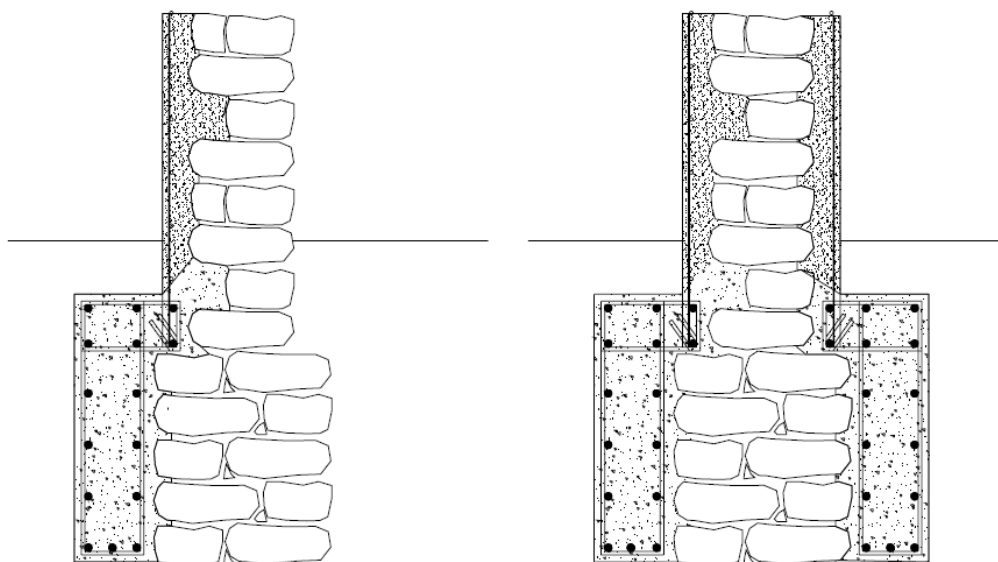
Υψίκορμες πεδιλοδοκοί

Η περίπτωση αυτή εφαρμόζεται όταν πρόκειται να κατασκευασθεί μανδύας (αμφίπλευρος ή μονόπλευρος) στις τοιχοποιίες. Συμβάλλει κυρίως στην παραλαβή των φορτίων που μεταφέρονται από τους μανδύες, συγχρόνως όμως συμβάλλει στην ενίσχυση του υφισταμένου θεμελίου.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 38. Αμφίπλευρη υποθεμελίωση με χρήση άοπλου σκυροδέματος*



Σχήμα 39. Υψίκορμες πεδιλοδοκοί έδρασης μονόπλευρων και αμφίπλευρων μανδυών

Στάδια υλοποίησης:

Γενικώς, για την εφαρμογή όλων των περιπτώσεων αβαθούς υποθεμελίωσης, οι εργασίες ακολουθούν τα παρακάτω διαδοχικά στάδια:

Στάδιο 1: Προσωρινή πλευρική αντιστήριξη των τοίχων κατά μήκος της θεμελίωσης όπου πρόκειται να γίνουν εργασίες ενίσχυσης.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Στάδιο 2: Τμηματική διάνοιξη φρεατίων στη θεμελίωση και εκσκαφή μέχρι το επιθυμητό βάθος. Κρίνεται σκόπιμη η επιτόπου αξιολόγηση της θεμελίωσης μετά από κάθε εκσκαφή και λήψη σχετικών μέτρων όπου κριθεί απαραίτητο. Η τμηματική κατασκευή αυτών των εργασιών επιβάλλεται προς αποφυγή πιθανών αστοχιών λόγω της σχετικής εξασθένησης της θεμελίωσης στη φάση κατασκευής των εργασιών ενίσχυσης.

Στάδιο 3: Τοποθέτηση οπλισμών και σκυροδέτηση (κατά προτίμηση σκυρόδεμα υψηλής αντοχής) σύμφωνα με τα σχέδια λεπτομερειών τα οποία ενδέχεται να τροποποιούνται κατά την τμηματική εκσκαφή, ανάλογα με την εικόνα των ευρημάτων.

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση των υποθεμελιώσεων εμφανίζεται συνήθως το πρόβλημα της ανεπαρκούς συμπύκνωσης του νέου εδάφους θεμελίωσης, απ' όπου προκύπτει και ο κίνδυνος εκδήλωσης μεγάλων καθιζήσεων. Η προφόρτιση του νέου εδάφους στη θέση της θεμελίωσης (κυρίως πλευρικά του θεμελίου) είναι σκόπιμη και χρήσιμη.

Υλικά – εξοπλισμός:

- Ξυλεία για πλευρικές υποστηρίξεις τοίχων
- Μέσα εκσκαφής
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και οπλισμοί
- Πρόβλεψη απαραίτητων μέσων για πιθανή προφόρτιση

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Η τεχνική της αβαθούς υποθεμελίωσης μπορεί να εκτελεσθεί σχετικά γρήγορα και με μικρό κόστος, συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους ενίσχυσης της θεμελίωσης. Κατανέμει σε μεγαλύτερο πλάτος τις αναπτυσσόμενες τάσεις στο επίπεδο της θεμελίωσης, λόγω διαπλάτυνσης του πέλματος του πεδίου. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η πιθανότητα εκδήλωσης μετακινήσεων στο επίπεδο της θεμελίωσης.

Μειονεκτήματα: Η βελτίωση της φέρουσας ικανότητας της θεμελίωσης εξαρτάται από το βαθμό συνεργασίας των νέων τμημάτων οπλισμένου σκυροδέματος με την υφιστάμενη θεμελίωση. Η συνεργασία αυτή απαιτεί σχολαστική εργασία,

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

συνήθως σε μεγάλη έκταση, κυρίως σε περίπτωση αμφίπλευρης ενίσχυσης.

Αναδιαστασιολόγηση: Μετά την κατασκευή της υποθεμελίωσης, ένα τμήμα του φορτίου της ανωδομής μεταφέρεται σταδιακά σ' αυτήν και η σύνθετη διατομή οδηγείται σε μια κατάσταση τελικής "ηρεμίας". Μέχρι σήμερα δεν έχει προταθεί ικανοποιητική μέθοδος αποτίμησης αυτής της μεταβαλλόμενης με το χρόνο ανακατανομής. Στην πράξη, κατά το σχεδιασμό των υποθεμελιώσεων, κατά κανόνα ακολουθείται η πολύ συντηρητική αρχή να σχεδιάζεται η υποθεμελίωση ώστε να παραλαμβάνει το σύνολο του φορτίου.

Βαθιά υποθεμελίωση με τη μέθοδο των μικροπασσάλων

Πότε εφαρμόζεται: Η μέθοδος κατασκευής μικροπασσάλων για την ενίσχυση της θεμελίωσης έχει προταθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 50 και με την πάροδο του χρόνου έχει υποκαταστήσει όχι μόνο τη μέθοδο των βαθιών θεμελιώσεων (φρεατοπάσσαλοι μεγάλης διαμέτρου και μεγάλου βάθους) αλλά και σε αρκετές περιπτώσεις τη μέθοδο της αβαθούς υποθεμελίωσης. Τα κύρια πλεονεκτήματα των μικροπασσάλων είναι η άμεση εφαρμογή και η ταχύτητα κατασκευής τους, η αποφυγή εργασιών υποσκαφής και κατά συνέπεια των συνεπαγόμενων κινδύνων, η δυνατότητα αποφυγής κεφαλόδεσμου και η ικανότητά τους, με την προϋπόθεση καλής κατασκευής τους, να παραλάβουν σταδιακά τμήμα των φορτίων και να οδηγήσουν στη σταθεροποίηση των μετακινήσεων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου (μικροπάσσαλοι) είναι η διάθεση ενός ισχυρού και ευέλικτου* γεωτρύπανου ικανού να διατρήσει κάθε είδος εδάφους αλλά και θεμελίωσης. Ανάλογα με το είδος του εδάφους γίνεται χρήση ή όχι σωλήνα για τη διασωλήνωση της οπής. Στην αρκετά συνηθισμένη περίπτωση όπου δεν γίνεται χρήση σωλήνα (συνεκτικά εδάφη), μετά τη σκυροδέτηση, στο σώμα του πασσάλου δημιουργούνται ανωμαλίες και ριζώματα και ο πάσσαλος στην περίπτωση αυτή ονομάζεται "ριζοπάσσαλος". Η κατασκευή ριζοπασσάλων εφαρμόζεται και για τη βελτίωση του εδάφους, συνήθως όταν είναι κατακερματισμένο.

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Η διάμετρος των πασσάλων κυμαίνεται μεταξύ 75 και 250mm και ο οπλισμός που χρησιμοποιείται, όταν η διάμετρος είναι μικρή (π.χ. <120 – 140mm), αποτελείται από μία μόνο κεντρική ράβδο ενώ όταν η διάμετρος είναι μεγάλη, αποτελείται από καλάθι (κλωβό) παρόμοιο με το καλάθι των έγχυτων πασσάλων.

Πριν από οποιαδήποτε εργασία κατασκευής των μικροπασσάλων εξετάζονται κατά σειρά τα εξής θέματα, τα οποία καθορίζουν και τον τελικό σχεδιασμό της επέμβασης:

- Κατάσταση θεμελίωσης και εδαφικών συνθηκών. Καλή θεμελίωση και συνεκτικά εδάφη επιτρέπουν τη χρήση μικροπασσάλων χωρίς κεφαλόδεσμο και διασωλήνωση (ριζοπάσσαλοι), ενώ σε αντίθετη περίπτωση επιβάλλεται η διασωλήνωση των οπών και η κατασκευή κεφαλόδεσμου
- Δυνατότητα πρόσβασης του γεωτρύπανου και από τις δύο πλευρές του τοίχου. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η είσοδος του γεωτρύπανου στο κτίριο δημιουργεί συνήθως προβλήματα προσπέλασης, το τελικό όμως αποτέλεσμα (συμμετρική υποθεμελίωση με ή χωρίς κεφαλόδεσμο) είναι κατά κανόνα, έναντι άλλων λύσεων, ιδιαίτερα ικανοποιητικό και μερικές φορές οικονομικό.

Μικροπάσσαλοι με κεφαλόδεσμο

Η κατασκευή κεφαλόδεσμου συνιστάται σε περιπτώσεις όπου η κατάσταση της θεμελίωσης δεν είναι καλή ή η απόσταση των μικροπασσάλων από το θεμέλιο είναι σχετικά μεγάλη. Η κατασκευή κεφαλόδεσμου εξασφαλίζει καλύτερη μεταφορά των φορτίων της θεμελίωσης στους μικροπασσάλους και ως ένα βαθμό* δημιουργεί σχετική μονολιθικότητα του συστήματος θεμελίωσης. Η διάταξη των μικροπασσάλων εξαρτάται κυρίως από τη δυνατότητα πρόσβασης του γεωτρύπανου στις θέσεις ενίσχυσης της θεμελίωσης.

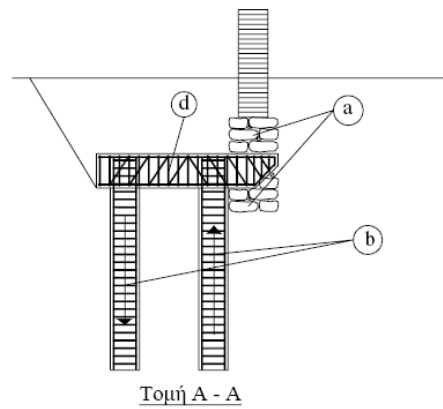
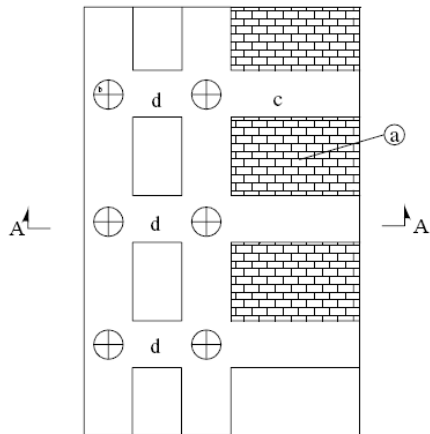
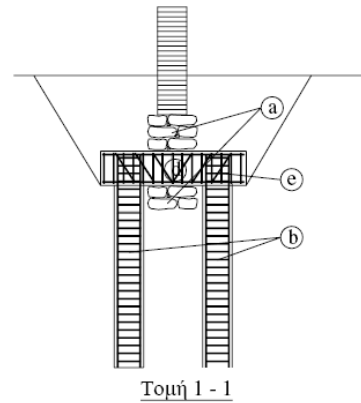
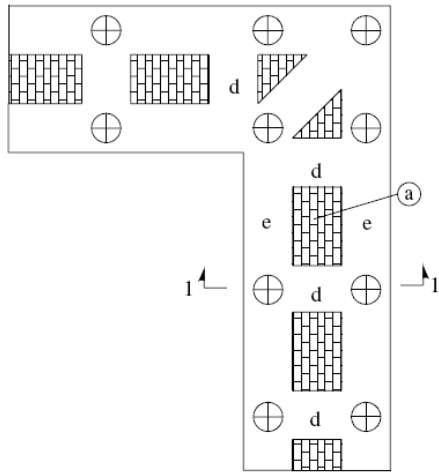
Μικροπάσσαλοι χωρίς κεφαλόδεσμο

Η κατασκευή μικροπασσάλων χωρίς κεφαλόδεσμο συνιστάται στις περιπτώσεις σχετικά συνεκτικής θεμελίωσης και συνεκτικών

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

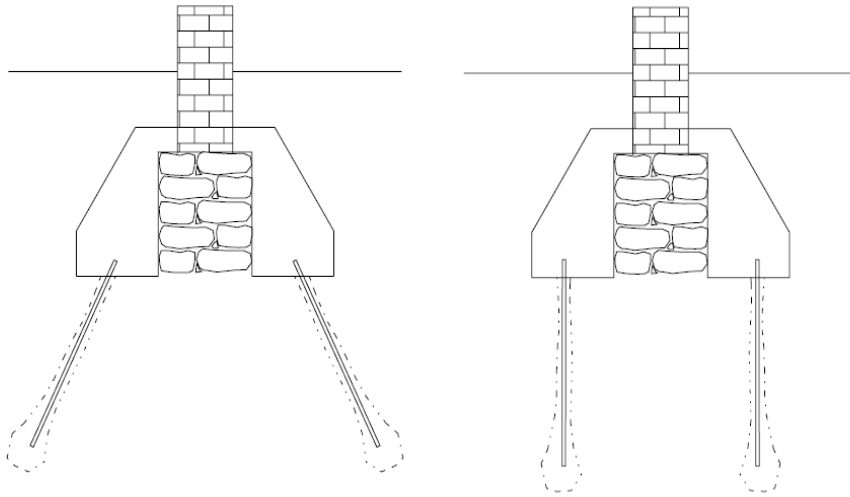
εδαφών. Είναι σαφές ότι υπό τέτοιες συνθήκες (συνεκτικά εδάφη και καλή θεμελίωση) ευνοείται η χρήση ριζοπασσάλων, δεδομένου ότι, όπως έχει προαναφερθεί, δεν χρειάζεται διασωλήνωση της οπής. Η διάταξη των ριζοπασσάλων γίνεται συνήθως υπό κλίση, με διάτρηση του κορμού της θεμελίωσης και σε ικανοποιητικό βάθος κάτω απ' αυτή. Σε περίπτωση που είναι δυνατή η πρόσβαση του γεωτρύπανου και από τις δύο πλευρές του τοίχου, τότε οι ριζοπάσσαλοι μπορούν να διαταχθούν ανά σταθερές αποστάσεις (κατά το δυνατό) και με αντιστοίχιση του μέσου της απόστασης δύο πασσάλων της ίδιας πλευράς με τη θέση πασσάλου της άλλης πλευράς του τοίχου. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η πρόσβαση του γεωτρύπανου και στις δύο πλευρές του τοίχου, η κατασκευή ριζοπασσάλων μπορεί να συνδυασθεί με τη μέθοδο κατασκευής αβαθούς υποθεμελίωσης*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

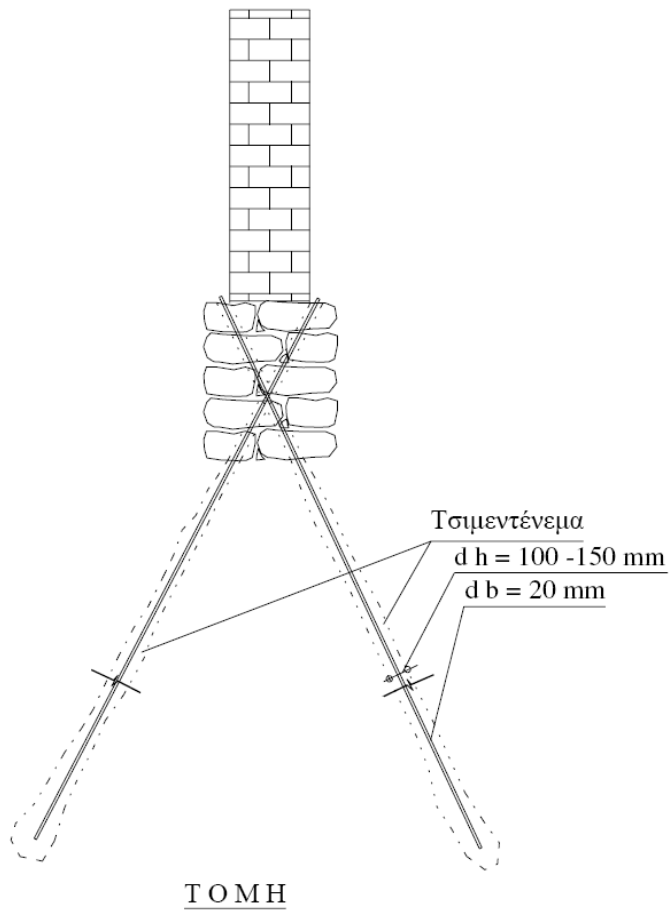


Σχήμα 40. Διατάξεις μικροπασσάλων με κεφαλόδεσμο. Άνω κεντρική διάταξη (καλή στατική λειτουργία, δυσκολία κατασκευής) κάτω έκκεντρη διάταξη (κακή στατικ. λειτουργία, ευκολία κατασκευής)*

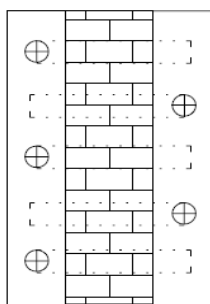
* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 41 Συνδυασμός αβαθούς υποθεμελίωσης με ριζοπασσάλους*



* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Κ Α Τ Ο Ψ Η

Σχήμα 42. Υποθεμελίωση με ριζοπασσάλους (χωρίς κεφαλόδεσμο)

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Γίνεται διάτρηση στο έδαφος. Σε περίπτωση ριζοπασσάλου δεν απαιτείται καταβίβασμός σωλήνα, σε αντίθετη περίπτωση επιβάλλεται. Ολοκληρώνεται η διάτρηση.

Στάδιο 2: Τοποθετείται ο κλωβός του οπλισμού (προκατασκευασμένος) στο εσωτερικό της οπής. Στην περίπτωση ριζοπασσάλων με διάμετρο μέχρι 140mm τοποθετείται μόνο μια ράβδος. Για μεγαλύτερες διαμέτρους χρησιμοποιούνται κλωβοί οπλισμού. Γενικώς όμως, σε περίπτωση ριζοπασσάλων, λόγω μη διασωλήνωσης, προτιμώνται μικρές διαμέτρους διατομής.

Στάδιο 3: Γίνεται η χύτευση του τσιμεντοκονιάματος στο εσωτερικό του σωλήνα.

Χρησιμοποιείται κονίαμα υψηλής αντοχής (συνήθως 600-800 Kg τσιμέντου ανά κυβικό μέτρο κοσκινισμένης άμμου).

Στάδιο 4: Ανασύρεται ο σωλήνας (στην περίπτωση που είχε τοποθετηθεί).

Στάδιο 5: Στην περίπτωση κατασκευής κεφαλόδεσμου ή συνδυασμού ριζοπασσάλων με αβαθή υποθεμελίωση, ακολουθεί η διαδοχική εκτέλεση όλων των σταδίων όπως περιγράφηκαν για τις αβαθείς υποθεμελιώσεις.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Υλικά – εξοπλισμός: Ισχυρό και ευέλικτο μικρών διαστάσεων γεωτρήπανο, ικανό να διατρήσει κάθε είδους έδαφος, αλλά και κάθε είδους και αντοχής θεμέλιο

- Σωλήνες και διασωλήνωση των οπών (σε περίπτωση που απαιτούνται)
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και απαραίτητοι οπλισμοί
- Εξοπλισμός παρασκευής σκυροδέματος και εισαγωγής του υπό πίεση στο διάτρημα
- Σε περίπτωση που απαιτείται κατασκευή κεφαλόδεσμου, όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός και τα υλικά για κατασκευή αβαθούς υποθεμελίωσης.

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Λόγω αποφυγής εργασιών υποσκαφής (σε περίπτωση μη κατασκευής κεφαλόδεσμου) κατά κανόνα δεν υπάρχει κίνδυνος πρόσθετων ρηγματώσεων στην τοιχοποιία. Γίνεται σταδιακή παραλαβή φορτίων των τοίχων και μεταφορά τους σε μεγαλύτερο βάθος με αποτέλεσμα το σημαντικό περιορισμό των τάσεων στο επίπεδο της θεμελίωσης και τη σταθεροποίηση των μετακινήσεων των θεμελίων. Σε περίπτωση κατασκευής κεφαλόδεσμου ή ακόμα και πυκνής διάταξης ριζοπασσάλων, προσφέρεται και κάποιας μορφής μονολιθικότητα της θεμελίωσης που ελαχιστοποιεί πιθανές διαφορικές καθιζήσεις. Τέλος, η συμμετρική διάταξη μικροπασσάλων, δηλ. η κατασκευή και από τις δύο πλευρές του τοίχου, επηρεάζει το βαθμό αποτελεσματικότητας.

Μειονεκτήματα: Απαιτείται σχετικός εξοπλισμός (γεωτρήπανο) η εισαγωγή του οποίου στο κτίριο πολλές φορές συνεπάγεται δυσκολία στην υλοποίηση αυτής της μεθόδου. Επιπλέον είναι διερευνητέα η πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση.

Αναδιαστασιολόγηση: Για τον υπολογισμό του φορτίου που μπορούν να φέρουν οι μικροπασσαλοί χρησιμοποιούνται συνήθως απλές μέθοδοι, όπως η υποδεικνυόμενη στο DIN 4128 υπολογιστική διαδικασία. Το μέγεθος του φορτίου εξαρτώμενο από τις εδαφικές συνθήκες και τη διάμετρο του πασσάλου κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 100 και 500 KN. Σύμφωνα με το ίδιο DIN, η φέρουσα ικανότητα των μικροπασσάλων ελέγχεται και *

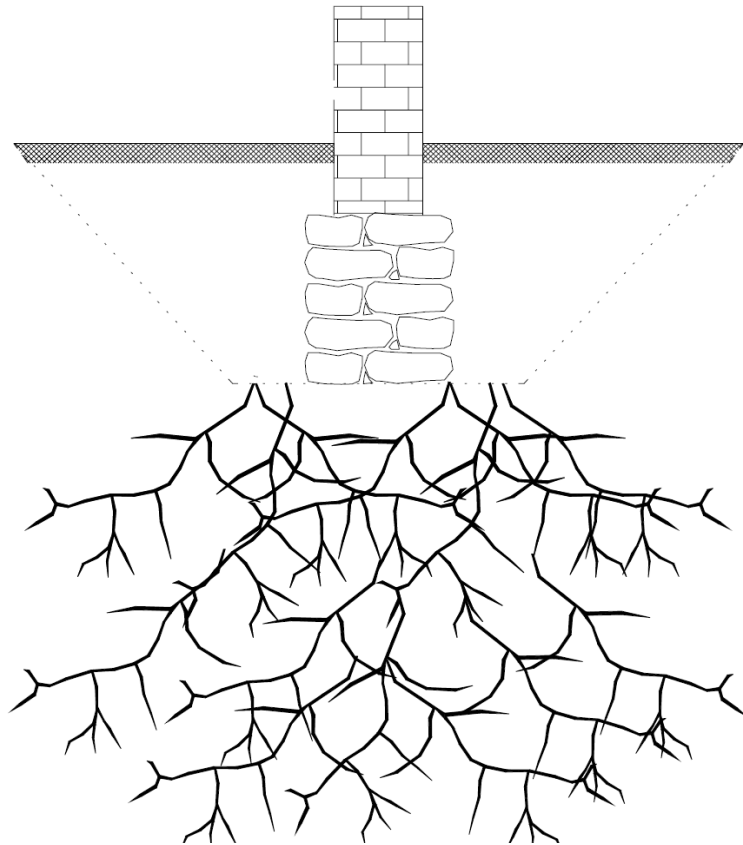
* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

επιβεβαιώνεται με κατάλληλη δοκιμαστική φόρτιση σε αριθμό μικροπασσάλων ίσο με το 3% του συνολικού αριθμού και όχι λιγότερων από δύο. Επίσης, συνιστάται η είσοδος τους σε ικανής αντοχής στρώση εδάφους σε μήκος 3m.

Βελτίωση και ενίσχυση εδάφους με ενέσεις

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις όπου κρίνεται αναγκαία η βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης με την εισαγωγή ενεμάτων υψηλής αντοχής . Τέτοιες μπορεί να είναι οι περιπτώσεις εδαφών χαμηλής αρχικής φέρουσας ικανότητας, η προσθήκη ορόφων η οποία επαυξάνει τις τάσεις στο έδαφος θεμελίωσης, η περίπτωση εκσκαφής δίπλα από θεμέλια η οποία δημιουργεί σχετική αστάθεια του εδάφους κάτω από το επίπεδο θεμελίωσης (σχήμα 6.7.11). Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί τόσο σε συνεκτικά όσο και μη συνεκτικά εδάφη καθώς και σε βράχο υπό τον όρο ότι ο βράχος είναι ρηγματωμένος με τις ρωγμές του επικοινωνούσες. Αντίθετα, δεν είναι δυνατό να εφαρμοσθεί σε εδάφη με μικρή διαπερατότητα όπως π.χ. οι άργιλοι. Η μέθοδος αυτή καθίσταται ολοένα και πιο ελκυστική για το λόγο ότι διατίθενται κονιάματα με μικρό ιξώδες (κοντά σ' αυτό του νερού), δηλ. κονιάματα με βελτιωμένη ενεσιμότητα.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ . , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π



Σχήμα 43. Ενέσεις στο έδαφος

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Εκσκαφή μέχρι το επίπεδο της θεμελίωσης.

Στάδιο 2: Διάνοξη οπών και εισαγωγή σωλήνων μέσω των οποίων θα διοχετευθεί το ένεμα σε επαρκές βάθος.

Στάδιο 3: Εισαγωγή του ενέματος με σύστημα υψηλής πίεσης.

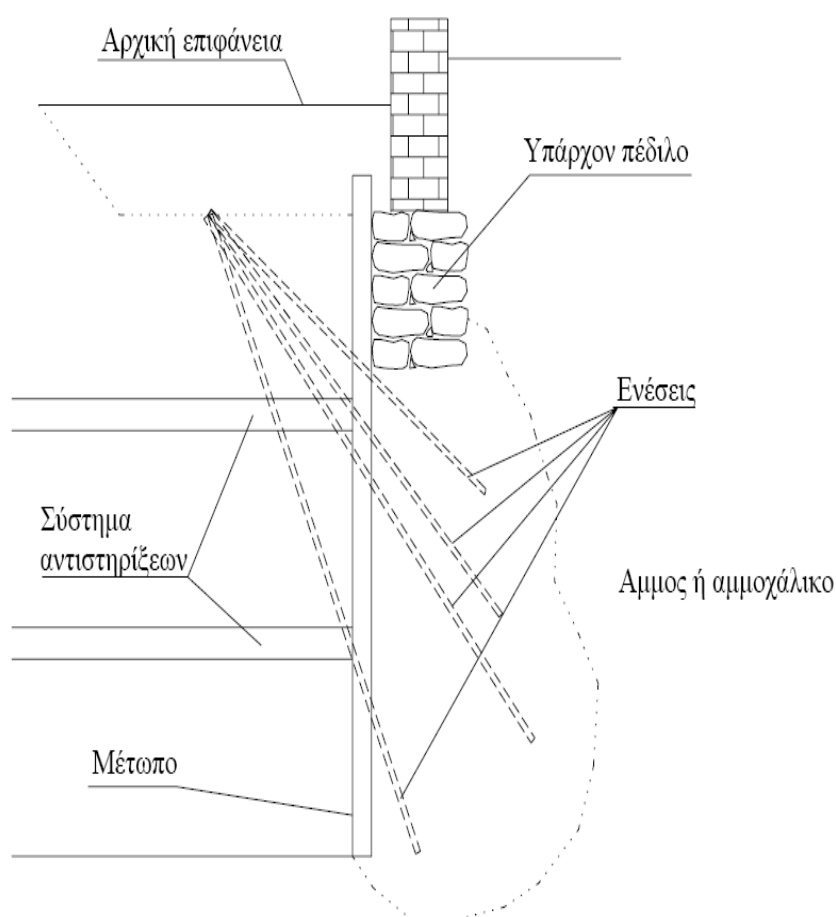
Υλικά – εξοπλισμός:

- Εξοπλισμός διάνοξης οπών για την εισαγωγή ενέματος
- Υλικά παρασκευής ενεμάτων: Η επιλογή του τύπου και η σύσταση του ενέματος εξαρτώνται από το είδος του εδάφους και την επιθυμητή τελική αντοχή. Γενικά στην περίπτωση διαπερατών αμμωδών εδαφών, χρησιμοποιούνται αιωρήματα τσιμέντου με υψηλές τιμές του λόγου τσιμέντο προς νερό όταν επιδιώκεται υψηλή αντοχή ενώ προτιμώνται χημικά διαλύματα ειδικών πυριτικών ή πολυμερών προϊόντων όταν η διαπερατότητα είναι μικρότερη.*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενίσχυσης κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από την ομοιομορφία της διασποράς του ενέματος κάτω από τη θεμελίωση. Θα πρέπει ωστόσο να τονισθεί ότι με τη μέθοδο αυτή βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά του εδάφους και όχι η μονολιθικότητα της θεμελίωσης. Ενδεχομένως η μέθοδος αυτή να συνδυάζεται και με μια από τις προηγούμενες μεθόδους ενίσχυσης της θεμελίωσης.

Μειονεκτήματα: Η ανομοιογένεια πολλών εδαφών καθιστά την ομοιόμορφη διασπορά του ενέματος ιδιαίτερως δυσχερή. Η διείσδυση του ενέματος σε μεγάλη έκταση του εδάφους ενδέχεται να συνεπάγεται σημαντική οικονομική επιβάρυνση.



Σχήμα 44 Βελτίωση του εδάφους κάτω από θεμέλιο και δίπλα σε εκσκαφή*

* Πηγή από τα βιβλία «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» του Τάσιου Θ.Π. και Χρονόπουλου Μ.Π. «Σεισμική συμπεριφορά και τρόποι ενισχύσεις κτιρίων από λιθοδομή» του Καραντώνη Φ. , «Επεμβάσεις σε κτίρια από τοιχοποιία» των. Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή αναλύσαμε τις διεργασίες που χρειάζονται να γίνουν από τη μελέτη έως την επισκευή μίας κατασκευής που έχει υποστεί σεισμό. Καθοριστικός είναι ο ρόλος του μηχανικού σε όλες τις φάσεις εκτελέσεις των εργασιών. Όμως τα εγχειρίδια και οι συνεχείς έρευνες που πραγματοποιούνται στον τομέα των αντισεισμικών κατασκευών και στην αντοχή των υλικών διευκολύνουν την εργασία του. Παρόλα αυτά ενώ για τα νεόδμητα κτίρια υπάρχουν σαφείς ευρωπαϊκοί και ελληνικοί κανονισμοί με τα αυστηρότερα κριτήρια για την κατασκευή και ενίσχυση τους, για τα ήδη υπάρχοντα δεν ισχύει όμως το ίδιο. Η έλλειψη συγκεκριμένων κανονισμών τα παλαιότερα χρόνια και τα περιορισμένα δομικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν οδήγησε σε καταρρεύσεις κτιρίων με κόστος ακόμα και ανθρώπινες ζωές. Η εκ των υστέρων μελέτη αυτών των κτιρίων μας βοηθάει να κατανοήσουμε τη έφταιξε και να συμπεράνουμε τα αίτια που οδήγησαν στην κατάρρευση της κατασκευής.

Για κτίρια από τοιχοποιία που υπάγονται σε σεισμογενείς περιοχές κατά τον σχεδιασμό της κατασκευής πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η απλότητα της κάτοψης ώστε τα σεισμικά φορτία να μεταφέρονται σε όλα τα στοιχεία της κατασκευής και να μην υπάρχει συσσώρευση των φορτίων σε συγκεκριμένα τμήματα της κατασκευής που δεν θα αντέξουν τα φορτία με αποτέλεσμα να οδηγηθεί η κατασκευή σοβαρές βλάβες και κατάρρευση. Ένας άλλος λόγος που χρειάζεται να υπάρχει πιο απλή κάτοψη είναι η δημιουργία μιας ρεαλιστικής προσομοίωσης και εύκολης ανάλυσης του φορέα, με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιούνται τα λάθη που μπορεί να γίνουν από ανθρώπινη παράβλεψη. Όσο απλή και να είναι η κάτοψη χωρίς τη στιβαρότητα του κτιρίου, δε μπορεί να αντέξει σε έναν υποκείμενο σεισμό, γι' αυτό θα πρέπει οι φέροντες τοίχοι να είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι στις δύο διευθύνσεις και συμμετρική σε κάθε κατεύθυνση. Η στρεπτική αντίσταση του κτιρίου βελτιώνεται με την διάταξη των τοίχων στην περίμετρο και κυρίως στις γωνίες του κτιρίου. Δεν πρέπει να υποτιμούνται και οι πάχη των τοίχων που ανάλογα με το ύψος του κτιρίου και την τοιχοποιία που θα χρησιμοποιηθεί δίνονται από πίνακες.

Ένα σημαντικό κεφάλαιο είναι και τα δάπεδα που θα κατασκευαστούν σε ένα κτίριο καθώς βοηθούν στην κατανομή των κατακόρυφων φορτίων στους φέροντες τοίχους. Οι σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα δάπεδα γιατί το μεγαλύτερο μέρος της μάζας (όταν δεν είναι από ξύλο) είναι συγκεντρωμένο στις στάθμες των δαπέδων. Λόγω της

δυσκαμψίας των δαπέδων, οι αδρανειακές δυνάμεις των ορόφων κατανέμονται στα πλαίσια και στα τοιχώματα.

Όλα αυτά είναι στοιχεία τα οποία βασίζονται πάνω στη θεμελίωση του κτιρίου γιατί αν γίνει σεισμός και η θεμελίωση αστοχήσει πριν αναπτυχθεί η οριακή αντοχή της κατασκευής, τότε το κτίριο διατρέχει μεγάλο κίνδυνο ανατροπής.

Αυτοί είναι κάποιοι από τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη σχεδίαση και μελέτη ενός κτιρίου από τοιχοποιία, καθώς θα πρέπει να πραγματοποιηθούν και οι απαραίτητοι αντισεισμικοί έλεγχοι για την περαιτέρω κατασκευή του κτιρίου.

Για τον αντισεισμικό έλεγχο υπαρχόντων κτιρίων από τοιχοποιία χρησιμοποιείται οι ίδια φιλοσοφία με τα νεόδμητα κτίρια. Στα μαθηματικά προσομοιώματα που έχουν αναπτυχθεί με τα δομικά χαρακτηριστικά από τα σύγχρονα κτίρια από τοιχοποιία, πρέπει να συμπεριληφθούν οι μη κανονικότητες της διαμόρφωσης του δομικού στοιχείου και η έλλειψη σύνδεσης μεταξύ τοίχων και δαπέδων στην περίπτωση εμπειρικών κατασκευών από τοιχοποιία. Απαιτούνται πειράματα για τον προσδιορισμό των τιμών βασικών παραμέτρων που καθορίζουν την πλευρική αντίσταση και τα σεισμικά φορτία σχεδιασμού.

Λόγω της δομικής πολυπλοκότητας και των αγνώστων μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών της τοιχοποιίας, τα δυναμικά χαρακτηριστικά των υπαρχόντων κτιρίων δε μπορούν να εκτιμηθούν με απλό υπολογισμό. Για να εκτιμηθούν χρειάζονται πειράματα από όλες τις πλευρές του κτιρίου. Για να εκτιμηθούν τα σεισμικά φορτία για τον αντισεισμικό έλεγχο, τα ελαστικά φορτία σχεδιασμού μειώνονται με το δείκτη συμπεριφοράς q , ο οποίος εξαρτάται από το δομικό σύστημα. Στην ελαστική περίοδο, με μικρά πλάτη ταλάντωσης τα υπάρχοντα κτίρια από τοιχοποιία συμπεριφέρονται μονολιθικά. Ενώ σε μεγάλα πλάτη ταλάντωσης εξαρτάται από την αλληλεμπλοκή των τοίχων και των δαπέδων, έτσι όπου τα ξύλινα ζευκτά δεν αγκυρώνονται και οι τοίχοι δεν είναι συνδεδεμένοι, οι τοίχοι αποκολλώνται. Γι' αυτό όταν αποτιμώνται τα σεισμικά φορτία σχεδιασμού για τον αντισεισμικό έλεγχο, απαιτείται διαχωρισμός μεταξύ των υπαρχόντων κτιρίων με επαρκώς συνδεδεμένους τοίχους και δύσκαμπτα δάπεδα και κτιρίων με εύκαμπτα ξύλινα δάπεδα και ασύνδετους τοίχους.

Όταν λαμβάνεται η απόφαση να διατηρηθεί ένα κτήριο το οποίο έχει υποστεί σεισμικές βλάβες, το δομικό του σύστημα πρέπει να ενισχυθεί επαρκώς με σκοπό να αποκτήσει το κτήριο το επιθυμητό επίπεδο σεισμικής αντίστασης. Το δίδαγμα από όλους τους πρόσφατους σεισμούς είναι ότι τα σύγχρονα κτίρια, μεταξύ αυτών και τα κτίρια από τοιχοποιία που σχεδιάστηκαν με της απαιτήσεις της σύγχρονης αντισεισμικής μηχανικής, αντέχουν επιτυχώς στην ισχυρή εδαφική κίνηση. Όμως τα κτισμένα εμπειρικά «παλαιά» κτίρια σύμφωνα με τις προδιαγραφές του παλαιού αντισεισμικού σχεδιασμού, καταρρέουν ή υφίστανται σοβαρές ζημιές.

Δεν έχει δοθεί αρκετή προσοχή στη μετασεισμική επισκευή κτιρίων από τοιχοποιία. Πολλά έχουν επισκευαστεί σύμφωνα με την «διαίσθηση» του μελετητή, χωρίς να γνωρίζει την αιτία των βλαβών. Ορισμένες φορές, τα κτίρια επισκευάζονται για αισθητικούς λόγους, καλύπτοντας τις ρωγμές με επίχρισμα και χρώμα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η επόμενη σεισμική δραστηριότητα. Επίσης κατά την ανακατασκευή και την ανακαίνιση κτιρίων γίνονται τραγικά σφάλματα, όπως η αφαίρεση φερόντων τοίχων, προσθήκης νέων ορόφων κ.α., χωρίς την ενίσχυση πρώτα της κατασκευής.

Στο EC8 : Απαιτήσεις σχεδιασμού για αντισεισμικές κατασκευές, Τμήμα 1-4: Γενικοί κανόνες-ενίσχυση και επισκευή κτιρίων, περιέχονται οι βασικές ιδέες για την εκτίμηση και τον ανασχεδιασμό των υπαρχόντων κτιρίων, βασισμένες στην φιλοσοφία των νέων κατασκευών και περιέχει τεχνικές συστάσεις για την σεισμική ενίσχυση όλων των τύπων κατασκευών.

Εκτός από τα τεχνικά ζητήματα, που περιλαμβάνουν δοκιμές και στατική ανάλυση του κτιρίου και τον προσδιορισμό των εφικτών τεχνικών μέτρων που απαιτούνται για την βελτίωση της κατασκευής, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κριτήρια που αφορούν το κόστος της κατασκευής, τη σπουδαιότητα του κτιρίου, την διαθεσιμότητα της κατάλληλης τεχνολογίας και του εξειδικευμένου προσωπικού, τη διάρκεια των εργασιών, τα προβλήματα απασχόλησης κ.α., πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ορισμένες γενικές αρχές επεμβάσεων:

1. Η σκόπιμη μείωση του βάρους της κατασκευής με την αφαίρεση ή αντικατάσταση διακοσμητικών μεγάλου βάρους με πιο ελαφριά.
2. Η εξασφάλιση της ευστάθειας εξωστών πακτωμένων σε τοιχοποιία, όταν πρόκειται να γίνουν επεμβάσεις στον συγκεκριμένο τοίχο.

3. Η προσθήκη νέων τοίχων ώστε η εκκεντρότητα μεταξύ του κέντρου βάρους και κέντρου στροφής του κτίσματος ισορροπηθεί.
4. Επιθυμητή είναι η βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας με την αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής των πατωμάτων
5. Στην περίπτωση που δεν έχει προβλεφθεί διάφραγμα στο επίπεδο των πατωμάτων και της στέγης, είναι χρήσιμη η προσθήκη διαφράγματος γιατί μειώνονται οι τοπικές ενισχύσεις.
6. Κριτήριο για την επιλογή μεθόδων και τεχνικών επεμβάσεων πρέπει να αποτελεί η τεχνική ικανότητα και η σκοπιμότητα της εφαρμογής τους στις ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες, πέραν της οικονομίας.

Θα πρέπει να διαχωρίσουμε τα κτίρια που συναντάμε στον ελληνικό χώρο σύμφωνα με τα δομικά χαρακτηριστικά τους, αφού όσον αφορά την αρχιτεκτονική και τη μορφολογία τους αναμένουμε ότι πάνω-κάτω θα συμπεριφερθούν με τον ίδιο τρόπο σε σεισμικές δυνάμεις.

- Παραδοσιακά κτίρια

Τα κτίρια αυτά είναι συνήθως ολόσωμες κατασκευές με ανοίγματα. Ο αριθμός των ορόφων ποικίλει από περιοχή σε περιοχή, αλλά το ύψος των ορόφων είναι της τάξεως των 3,0μ. Τα ανώφλια είναι κυρίως ξύλινα, ενώ στα κτίρια με τεχνητά λιθοσώματα είναι συχνή η χρήση ξύλινων συνδέσμων τοποθετημένων χιαστή που αναλαμβάνουν την κύρια εφελκυστική δύναμη.

Τα κτίρια με ωμόπλινθους είναι μονώροφα ή διώροφα ενώ τα κτίρια από λιθοδομή ή οπτοπλινθοδομή έχουν συνήθως μέχρι τέσσερις ορόφους.

Γενικά προβλήματα στα ωμοπλινθόκτιστα κτίρια είναι η υγρασία που διαβρώνει το υλικό, με την πάροδο του χρόνου το υλικό απομακρύνεται από τον τοίχο. Μειώνεται έτσι η διατομή του και υπάρχει χαλάρωση της συνοχής του. Υπό μέτρια σεισμική δράση, έχουν τη δυνατότητα να απορροφούν τμήμα της σεισμικής έντασης που την αποσβένουν μέσω μικρορηγματώσεων. Οι βλάβες που προκαλούνται από ισχυρή σεισμική ένταση είναι συνήθως αποκόλληση των εγκάρσιων τοίχων, εντονότερη στο πάνω μέρος

του τοίχου με κατακόρυφες ρωγμές στις γωνίες των ανοιγμάτων ή κατάρρευση της εξωτερικής στρώσης των ωμόπλινθων στη στέψη των τοίχων. Στα πολυώροφα κτίρια οι βλάβες συγκεντρώνονται στον τελευταίο όροφο ενώ στο ισόγειο υπάρχουν έντονες λοξές διατμητικές ρωγμές. Οι βλάβες αυτές δεν επιδιορθώνονται γιατί δεν υπάρχουν συμβατά υλικά με τους ωμόπλινθους και προκύπτει το ερώτημα κόστους ενίσχυσης. Ένα μέτρο που μπορεί να εξαλείψει ως ένα βαθμό αυτά τα προβλήματα είναι η διαρκής συντήρηση ώστε να μην υπάρχει μείωση της αντοχής από περιβαλλοντικές δράσεις.

Λιθόκτιστα κτίρια : έχουν μεγάλη αντοχή στο χρόνο και οι συνήθεις βλάβες τους προκύπτουν λόγω έλλειψης συντήρησης ή ισχυρών σεισμικών δράσεων. Διαβρώνεται το εσωτερικό της λιθοδομής και το ασθενές κονίαμα, με αποτέλεσμα την απώλεια της συνοχής των λίθων. Υπό σεισμική δράση είναι συχνές οι αποκολλήσεις των τοίχων στη στέψη τους, παρά την χρήση μεταλλικών ελκυστήρων . Γενικά η σεισμική δράση αποφέρει βλάβες που εκδηλώνονται όπως στις ωμοπλινθοδομές αλλά σε μικρότερη ένταση.

- Κλασικιστικά κτίρια:

Το κλασικιστικό αρχιτεκτονικό ρεύμα που εισήχθη στην μετεπαναστατική Ελλάδα επεκτάθηκε γρήγορα σε μεγάλες πόλεις της Ελλάδας, αφήνοντας μεγάλα αρχιτεκτονικά δείγματα έως και σήμερα. Παρόλο τις διαφορές από περιοχή σε περιοχή παρουσιάζουν κοινά μορφολογικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά.

Πρώιμος κλασικισμός από κατασκευαστικής άποψης χαρακτηρίζονται από ανώφλια μεγάλου ύψους, ξύλινα δάπεδα, ελαφρά στην πλειοψηφία τους. Σε σεισμικές δράσεις οι φέροντες τοίχοι αστοχούν υπό λοξή ρηγμάτωση των πεσσών του ισογείου και συνεχίζει στον ανώτερο όροφο έως τη στέψη του τοίχου. Μια άλλη συνήθης βλάβη είναι η κατάρρευση τμήματος ή ολόκληρων των αετωμάτων.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΟΙΚΙΑΣ ΑΠΟ
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ
ΠΕΣΣΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΠΕΣΣΩΝ

Δίνεται κατασκευή με διαστάσεις όπως στο σχήμα . Ύψος τοιχωμάτων 3.70μ , ύψος πρεκιών 2.50μ , περιοχή σεισμικότητας I , $\varepsilon = 0.04$, κατασκευή δώροφη (ισόγειο, α όροφος).

Εφόσον $\varepsilon = 0.04$, σεισμικότητα I , η μέγιστη απόσταση φερόντων τοιχωμάτων $5.70 < 7.00\mu$.

Είναι δυνατόν να απαλλαγεί η κατασκευή από τον αντισεισμικό έλεγχο?

Πρώτον : το Κέντρο Βάρους δεν απέχει πολύ από το Κ.Ε.Σ.

ΠΡΟΧΕΙΡΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ Κ.Ε.Σ.

Τοιχώματα	Ακαμψία κατά χ	Ακαμψία κατά ψ	χ'	ψ'	$F\chi\psi'$	$F\psi\chi'$
1	$5.20 \times 0.50 = 2.60$			0.25	0.65	
2	$5.20 \times 0.30 = 1.56$			6.65	10.37	
3	$5.20 \times 0.50 = 2.60$			8.25	21.45	
4		$8.50 \times 0.50 = 4.25$	0.25			1.06
5		$8.50 \times 0.50 = 4.25$	4.95			21.04
Σύνολο	6.76	8.50	-	-	32.47	22.10

$$\chi_0' = 22.10 / 8.50 = 2.60$$

$$32.47 / 6.76 = 5.00$$

$$\chi_k' = 2.60$$

$$\psi_0' =$$

$$\psi_k' = 4.80$$

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :

Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Ο αντισεισμικός κανονισμός άρθρο 9β αναφέρει σχετικά:
θα υφίσταται διατάξεις των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων
ώστε να εκτιμάται χωρίς απαιτήσεις υπολογισμού , ότι το κέντρο
ελαστικής στροφής δεν υφίσταται σημαντικός του κέντρου βάρους
της κατόψεως.

Έτσι ο πρόχειρος έλεγχος που έγινε βρίσκεται μέσα στο
πνεύμα του κανονισμού .

Οι δείκτες αντιστάσεως τοιχωμάτων μεγάλου μήκους σε σχέση
με το ύψος είναι ανάλογο των επιφανειών κατόψεως αυτών.

Μπορεί όμως να μας ζητηθεί κατά τον πρόχειρο υπολογισμό
του Κ.Ε.Σ. και σύμφωνα με το άρθρο 9 ε του αντισεισμικού
κανονισμού να αφαιρέσουμε τα μήκη των ανοιγμάτων
κουφωμάτων και στο συνολικό μήκος τοιχώματος που απομένει να
μην λάβουμε υπόψη πεσσούς που δεν συνυπολογίζουμε κατά το
άρθρο 9 ε στον προσδιορισμό των ΣL.

Τότε ο πρόχειρος έλεγχος θα γίνει ως εξής:

Δεύτερον : Οι λιθοδομές & πλινθοδομές θα κατασκευαστούν με
κονίαμα 150 χλγ. τσιμέντου στο κυβικό μέτρο κονιάματος.

Τρίτον: Τοποθετούνται ζώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα στην
στάθμη του δαπέδου & στην στάθμη εδράσεως της στέγης με
πάχος 15cm & οπλισμό 2Φ 10 σε κάθε πλευρά και συνδετήρες
Φ5/25.

Τέταρτον: Το άθροισμα των μηκών των πεσσών για κάθε φέρων
τοιχώμα είναι μεγαλύτερο από 0.40 του συνολικού μήκους του
τοιχώματος .Λάβαμε υπόψη μόνο τους πεσσούς με μήκος
μεγαλύτερο ή ίο με 1.00μ

Η ίδια οικοδομή σε περιοχή σεισμικότητας II με $0.08 > 0.04$ δεν
απαλλάσσεται από αντισεισμικό έλεγχο γιατί η μέγιστη απόσταση
ανάμεσα στα φέροντα τοιχώματα είναι $5.70 < 2.60$, στην
περίπτωση αυτή λαμβάνονται υπόψη πεσσοί με μήκος
τουλάχιστον ίσο με 1.20μ.

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Πεσσός	Ακαμψία κατά χ $f_{\chi n}$	Ακαμψία κατά ψ $f_{\psi n}$	χ'	ψ'	$F_{\chi n \psi'}$	$F_{\psi n \chi'}$
T1 1	$2.00 \times 0.50 = 1.00$			0.25	0.25	
T1 2	$2.00 \times 0.50 = 1.00$			0.25	0.25	
T2 1	$2.20 \times 0.30 = 0.68$			6.65	4.52	
T2 2	$2.15 \times 0.30 = 0.65$			6.65	4.32	
T3 1						
T3 2	$4.00 \times 0.50 = 2.00$			8.25	16.50	
T4 1		$8.50 \times 0.50 = 4.25$	0.25			5.59
T5 1		$2.70 \times 0.50 = 1.35$	4.95			6.68
T5 2		$1.30 \times 0.50 = 0.66$	4.95			3.22
T5 3		$2.70 \times 0.50 = 1.35$	4.95			6.68
Σύνολο	5.33	7.60			25.84	22.17

$$\chi_0' = 22.17 / 7.60 = 2.92$$

$$\psi_0' = 25.84 / 5.33 = 4.85$$

Τοιχώματα	Μήκος L Τοιχώματος	Μήκος Πεσσού 1	Μήκος Πεσσού 2	Μήκος Πεσσού 3	ΣL	$\Sigma L/L$
T1	5.20	2.00	2.00		4.00	$0.77 > 0.40$
T2	5.20	2.25	2.15		4.40	$0.85 > 0.40$
T3	5.20	4.00			4.00	$0.77 > 0.40$
T4	8.50	8.50			8.50	$1.00 > 0.40$
T5	8.50	2.70	1.30	2.70	6.70	$0.79 > 0.40$

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Η κατασκευή δεν απαλλάσσεται από τον αντισεισμικό έλεγχο

Θα ελέγξουμε την κατασκευή όταν $\varepsilon=0.06$ οπότε δεν απαλλάσσεται από αντισεισμικό έλεγχο.

Η διανομή της σεισμικής δύναμης H θα γίνει κατά δύο τρόπους . Την πρώτη φορά θα θεωρήσουμε ότι η H μοιράζεται στους παράλληλους προς αυτή πεσσούς ανάλογα με την επιφάνεια κατόψεων αυτών. Την δεύτερη φορά θα υπολογίσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια με τον τρόπο που δείχνουμε στο τρίτο μέρος τους δείκτες ακαμψίας των τοιχωμάτων. Σκοπός μας να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα.

Α ΤΡΟΠΟΣ

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ

Πλάκα ορόφου $g=0.60\text{t/m}^2$, βάρος πλάκας ορόφου 59.4t

Το ίδιο & η πλάκα ισογείου

βάρος τοιχοποιίας από λιθοδομή 2.6t/m^3

βάρος τοιχοποιίας από πλινθοδομή 1.8 t/m^3

Τα φορτία των πεσσών υπολογίστηκαν και βρέθηκαν όπως δείχνει παρακάτω

Τοίχος	T1		T2		T3		T4	T5	
Πεσσός	1	2	1	2	1	2	1	1	2
P(t)	19.60		22.11		7.35		83.30	26.52	12.78
	19.60		21.11		39.19			26.52	

Συνολικό κατακόρυφο φορτίο $\Sigma P=278.08\text{t}$

Σεισμική δύναμη $H=\varepsilon\chi\Sigma P=0.06\times 278.08=16.69$

Ο υπολογισμός των φορτίων είναι ζήτημα στατικής επίλυσης . Εδώ τα θεωρούμε δοσμένα ο υπολογισμός θα γίνει μόνο για τους πεσσούς του ισογείου κατά την έννοια χ .

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :

Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Η διανομή της σεισμικής δύναμης στους πεσσούς και ο υπολογισμός των τάσεων που αναπτύσσονται σ' αυτούς γίνεται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα

Τοίχ.	Πε σ.	hπ (m)	Lπ (m)	fπ (m) ²	Q (t)	M (tm)	W (m) ³	P (t)	σ ₀	σ _z	σ _{min} (t/m) ²	σ _{max} (t/m) ²	r (t/m) ²
T1	1	1.20	2.00	1.00	2.83	1.70	0.33	19.6 0	9.80	5.15	9.65	24.75	4.25
T1	2	1.20	2.00	1.00	2.83	1.70	0.33	19.6 0	9.80	5.15	9.65	24.75	4.25
T2	1	2.20	2.25	0.68	1.95	2.15	0.25	22.1 1	16.2 6	8.60	7.66	41.12	4.30
T2	2	2.20	2.15	0.65	1.84	2.02	0.23	21.1 1	16.2 4	8.78	7.46	41.26	4.25
T3	1	1.50	0.75	0.38	1.08	1.08	0.05	7.35	9.67	21.6 0	-11.93	40.94	4.25
T3	2	1.50	4.00	2.00	5.65	4.24	1.33	39.1 9	9.80	3.19	6.61	22.79	4.24
Σύνολο				5.71	16.6 9								

Σύμβολα: hπ= ύψος πεσσού
Lπ= μήκος πεσσού
Fπ= επιφάνεια κατόψεως πεσσού
M=M_υ=Qhπ/2 , P= φορτίου πεσσού
W=ροπή αντιστάσεως του πεσσού
Q=H(F_i/ΣF_i)

Τύποι: σ₀=P/2Fπ το μισό από την ορθή τάση λόγω της P
σ_z=M/W
minσ=σ₀-σ_z , maxσ=2σ₀+σ_z
r =1.5Q/Fπ

Λόγω του σεισμού θεωρούμε κατά τον υπολογισμό της ελάχιστης ορθής τάσης minσ ότι το P μειώνεται κατά το μισό .
Το ύψος της πεσσού θεωρείται ίσο με το ημιάθροισμα των υψών των ανοιγμάτων δεξιά και αριστερά από τον πεσσό.

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Ελέγξαμε την κατασκευή κατά την έννοια χ που είναι δυσμενέστερη . Πράγματι κατά την έννοια χ έχουμε την πιο μικρή επιφάνεια κατόψεως τοιχωμάτων κατά την έννοια χ επίσης υπάρχουν οι μικρότεροι πεσσοί σε μήκος.

Ο έλεγχος γίνεται κατά ψ με τον ίδιο τρόπο.

Για να υπολογίσουμε τις ελάχιστες ορθές τάσεις υποθέσαμε ότι λόγω του σεισμού τα φορτία των P μειώνονται στο μισό δηλαδή ότι υπάρχει κατακόρυφη επιτάχυνση σεισμού ίση με $0.50g$ (g η επιτάχυνση της βαρύτητας)

Ετσι τα αποτελέσματα είναι δυσμενέστερα από την πλευρά των τυχόν εφελκυστικών τάσεων.

Επικίνδυνες διατομές είναι εκείνες για τις οποίες η μέγιστη θλιπτική τάση πλησιάζει την επιτρεπόμενη και εκείνες στις οποίες αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις , δηλαδή στο παράδειγμα μας οι διατομές του πεσσού.

$$T_{\max} = \sqrt{(\sigma\chi/2)^2 + T\chi^2} , \sigma\chi = P/F\pi = 39.819/2,0 = 19.60t/m^2 ,$$

$$T\chi = 1.5Q/F\pi = 1.50 \times 16.90 / 5.71 = 2.84t/m^2$$

$$T_{\max} = \sqrt{(19,60/2)^2 + 2,82^2} = 10.20t/m^2$$

B ΤΡΟΠΟΣ

Θα ελέγξουμε τώρα ξανά την κατασκευή αλλά αυτή τη φορά θα μοιράσουμε την H στους πεσσούς κατά τον εξής τρόπο.

Θα υπολογίσουμε τους δείκτες ακαμψίας των τοιχωμάτων σύμφωνα με τους τύπους του τρίτου μέρους (για τοιχώματα με ανοίγματα).

Θα μοιράσουμε την H στα τοιχώματα τα παράλληλα προς αυτήν ανάλογα με τους δείκτες αντιστάσεως τους. Τέλος την σεισμική δύναμη που αναλαμβάνει κάθε τοίχωμα θα την μοιράσουμε στους πεσσούς του ανάλογα με την επιφάνεια κατόψεως καθ' ενός από αυτούς , επομένως

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :

Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

σε τελική ανάλυση ανάλογα με την μήκος τους , αφού όλοι οι πεσσοί του ίδιου τοιχώματος έχουν το ίδιο πλάτος .
 Ο δεύτερος τρόπος διανομής της Η είναι πιο σωστός αλλά και πιο πολύπλοκος.
 Θα θεωρήσουμε εδώ το μέτρο ελαστικότητας των τοιχωμάτων το ίδιο για όλα.

Δείκτες αντιστάσεως των τοιχωμάτων κατά χ

T1: $t=t_1$

Ο υπολογισμός του δείκτη αντιστάσεως τοιχώματος με ανοίγματα κατά την έννοια του μήκους του , γίνεται όπως δείχνουμε στο τρίτο μέρος , υπολογίζονται τα βέλη δ_t από διάτμηση , δ_k από κάμψη και δ_p από κάμψη των πεσσών και από αυτά το συνολικό βέλος δ στην στάθμη $\alpha\beta$, όπου $\delta=\delta_t+\delta_k+\delta_p$, για μια δύναμη $Q=1$.

Ο δείκτης ακαμψίας του τοιχώματος θα είναι $D=1/\delta$

Αν το πάχος του τοιχώματος και E το μέτρο ελαστικότητας έχουμε :

$$Et\delta_t=3(h/l)\chi(1+h'/hx\Sigma L'/\Sigma L)$$

όπου h =ύψος τοιχώματος , h' =μέσος όρος υψών ανοιγμάτων

$\Sigma L'$ =άθροισμα μηκών ανοιγμάτων , ΣL =άθροισμα μηκών πεσσών

Θα έχουμε λοιπόν:

$$T1 : t=t_1 \quad D=1/\delta \quad Et\delta_t=3(h/l)\chi(1+h'/hx\Sigma L'/\Sigma L)$$

$$h=3.70 \quad L =5.20 \quad h'=1.20/1=1.20 \quad \Sigma L=2.0+2.0=4.0$$

$$Et\delta_t=3(3.70/5.20)\chi(1+1.20/3.70 \times 1.20/4.0)=2.14 \times (1+1. \times 0.30)=2.35$$

από διάτμηση

$$Et\delta_k=4(h/L)^3=4(3.70/5.20)^3 =1.44$$

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :

Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

$$E\delta\pi = 1/[1/\mu(h_i/L_i)^3] =$$

h_i = ύψος πεσσού

μ_i = συντελεστής που εκφράζει τις συνθήκες πακτώσεως του πεσσού i

Όπως δείχνουμε στο τρίτο μέρος ο μ πρέπει να υπολογιστεί χωριστά για κάθε πεσσό . Αν πάρουμε για όλους τους πεσσούς το ίδιο μ τα αποτελέσματα δεν διαφέρουν πολύ (μιλάμε πάντα για τον υπολογισμό του δείκτη ακαμψίας του τοιχώματος) αρκεί βέβαια να διαλέξουμε κατάλληλα το μ . Εδώ επειδή η κατασκευή είναι διώροφη παίρνουμε το $\mu=2.0$ και έχουμε:

$$E\delta\pi = 1/[1/\mu(h_i/L_i)^3] = 1/[1/2(1.20/2.0)^3] + 1/[1/2(1.20/2.0)^3] = 0.28$$

$$E\delta = E\delta_t + E\delta_k + E\delta\pi = 2.35 + 1.44 + 0.28 = 4.07$$

$$D_1 = 1/\delta = E_T/4.07 = 0.25E_t$$

T2: $t=t_2$

$$E\delta_t = 3(3.70/5.20) \times (1 + 2.20/3.70 \times 0.80/4.40) = 2.14 \times (1 + 0.68 \times 0.18) = 2.40$$

από διάτμηση

$$E\delta_k = 4(h/L)^3 = 4(3.70/5.20)^3 = 1.44$$

από κάμψη τοιχώματος και βέλος από κάμψη πεσσών

$$E\delta\pi = 1/[1/\mu(h_i/L_i)^3] = 1/[1/2(2.20/2.25)^3] + 1/[1/2(2.20/2.15)^3] = 1.26$$

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

$$E\delta = E\delta_T + E\delta_k + E\delta_{\pi} = 2.40 + 1.44 + 1.26 = 5.10$$

$$D_2 = 1/\delta = E_T / 5.10 = 0.20 E_T$$

$$T_3: \quad t = t_3$$

$$h' = 1.50/1 = 1.50 \quad \Sigma L' = 0.50 \quad \Sigma L = 4.70$$

$$E\delta_t = 3(3.70/5.20) \times (1 + 1.50/3.70 \times 0.50/4.70) = 3.25 \quad \text{από διάτμηση}$$

$$E\delta_k = 4(h/L)^3 = 4(3.70/5.20)^3 = 1.44 \quad \text{από κάμψη τοιχώματος}$$

$$E\delta_{\pi} = 1/[1/\mu(h_i/L_i)^3] = 1/[1/2(1.50/0.75)^3] + 1/[1/2(1.50/4.00)^3] = 0.13$$

από κάμψη πεσσών

$$E\delta = E\delta_t + E\delta_k + E\delta_{\pi} = 3.25 + 1.44 + 0.13 = 4.82$$

$$D_3 = 1/\delta = E_T / 4.82 = 0.21 E_T$$

ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ:

Θεωρώ σαν μοναδιαίο το δείκτη του T_2 και έχω :

$$D_1 = D_1/D_2 = 0.25 E_T / 0.20 E_T = (0.25 \times 0.50) / (0.20 \times 0.30) = 2.17$$

$$D_2 = D_2/D_2 = 0.20 E_T / 0.20 E_T = (0.20 \times 0.30) / (0.20 \times 0.30) = 1$$

$$D_3 = D_3/D_2 = 0.21 E_T / 0.20 E_T = (0.21 \times 0.50) / (0.20 \times 0.30) = 1.83$$

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΗΣ Η ΚΑΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑ (H=14.30t):

Τοιχώματα	D'	Q
T1	2.17	7.24
T2	1.00	3.34
T3	1.83	6.11
Σύνολο	5.00	16.69

$$Q=H \times (D' / \Sigma D)$$

Ελεγχος πεσσών :

Συγκρίνουμε τις Q των πεσσών που είχαμε από τον πρώτο τρόπο διανομής με αυτές που παίρνουμε κατά τον δεύτερο τρόπο , παρατηρούμε ότι ο πρώτος τρόπος είναι δυσμενέστερος για τους πιο ασθενείς πεσσούς .

Αν και στον δεύτερο παρουσιάστηκαν σε ορισμένες πεσσούς εφελκυστικές τάσεις απόλυτα μεγαλύτερες από εκείνες που πήραμε κατά τον πρώτο τρόπο αυτό οφείλεται στο ότι θέσαμε τώρα για την ροπή $M=2/3 Q h$ και όχι $M=1/2 Q h$ όπως προηγουμένως.

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Τοίχ.	Π ε σ	hπ (m)	Lπ (m)	fπ (m) ²	Qπ (t)	M (tm)	Wπ (m) ³	P (t)	σ0	σz	σmin (t/m) ²	σmax (t/m) ²	r (t/m) ²
T1 Q1=7.24	1	1.20	2.00	1.00	3.62	2.87	0.33	19.6 0	9.80	8.70	1.10	28.30	5.43
T1 Q1=7.24	2	1.20	2.00	1.00	3.62	2.87	0.33	19.6 0	9.80	8.70	1.10	28.30	5.43
T2 Q2=3.34	1	2.20	2.25	0.68	1.71	2.48	0.25	22.1 1	16.2 6	11.4 8	4.78	44.00	3.77
T2 Q2=3.34	2	2.20	2.15	0.65	1.63	2.37	0.23	21.1 1	16.2 4	10.3 1	5.93	42.79	3.76
T3 Q2=6.11	1	1.50	0.75	0.38	0.88	0.87	0.05	7.35	9.67	17.4 0	-7.73	36.74	3.47
T3 Q2=6.11	2	1.50	4.00	2.00	4.70	4.65	1.33	39.1 9	9.80	3.50	6.30	23.16	3.53
				5.71									

Τύποι: $\sigma_0 = P/2F_{\pi}$ το μισό από την ορθή τάση λόγω της P
 $\sigma_z = M/W$
 $\min \sigma = \sigma_0 - \sigma_z$, $\max \sigma = 2\sigma_0 + \sigma_z$
 $r = 1.5Q/F_{\pi}$
 $M = \lambda Q_{\pi} h_{\pi}$
 $Q_{ij} = Q_i L_{ij} / \Sigma L_{ij}$

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Γ ΤΡΟΠΟΣ

Ο δεύτερος τρόπος διανομής είναι ο σωστότερος σε ότι αφορά την διανομή της H σε κάθε τοίχωμα αλλά το ίδιο προσεγγιστικός όσο ο πρώτος σε ότι αφορά την διανομή δυνάμεων που αναλαμβάνει το τοίχωμα στους πεσσούς του.

Η σωστότερη μέθοδος είναι η παρακάτω αφού μοιράσουμε τα H στα τοιχώματα κατά τον δεύτερο τρόπο ,μοιράζουμε την σεισμική δύναμη που βρήκαμε οτι αναλαμβάνει κάθε τοίχωμα στους πεσσούς του έτσι ώστε τα βέλη των πεσσών στο ύψος του πρεκίου (υποθέτουμε ότι είναι κοινό για όλα) , να είναι ίσα .

Δηλαδή πρέπει να είναι : $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3$

αλλά για τον τυχόντα πεσσό είναι $\delta_i = Q_i / Et [\mu (h_i / L_i)^3 + 3(h_i / L_i)]$

όπου Q_i η δύναμη που αναλαμβάνει ο πεσσός και

h_i , L_i το ύψος και μήκος του πεσσού αντίστοιχα

$$Q_i = [Et [\mu (h_i / L_i)^3 + 3(h_i / L_i)] \delta_i$$

Ο πρώτος παράγων είναι ο δείκτης ακαμψίας D_i του πεσσού και επομένως $Q_i = D_i \times \delta_i$

και εφόσον το $\delta_i = \text{σταθερό} = \delta$ είναι $Q_i / D_i = \delta$ και $\delta = Q_i / D_i = \Sigma Q_i / \Sigma D_i$

αλλά $\Sigma Q_i = Q_{\text{τοιχ}}$

όπου $Q_{\text{τοιχ}}$ η σεισμική δύναμη που αναλαμβάνει το τοίχωμα .Επομένως η διανομή της τελευταίας πάνω στους πεσσούς του τοιχώματος πρέπει να γίνει ανάλογα με την ακαμψία καθ' ενός από αυτούς .

Κατά το παραπάνω πρέπει να υπολογίσουμε τους δείκτες αντιστάσεως των πεσσών των τοιχωμάτων

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :

Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Τοίχωμα α	Πεσσός ς	h	l	μ	$\mu (h/l)^3 = \alpha$	$(h/l)^3 = \beta$	$\alpha + \beta = \gamma$	$D/Et = 1/\gamma$
T1	1	1.20	2.00	2	0.43	1.80	2.23	0.50
T1	2	1.20	2.00	2	0.43	1.80	2.23	0.50
T2	1	2.20	2.25	2	1.87	1.34	3.21	0.31
T2	2	2.20	2.15	2	2.15	3.07	5.22	0.19
T3	1	1.50	0.75	1	8.00	6.00	14.00	0.07
T3	2	1.50	4.00	2	0.11	1.13	1.29	0.81

Το μ που δεχτήκαμε τώρα γενικά σαν ίσο με το 2 πρέπει να υπολογιστεί ξεχωριστά για κάθε πεσσό .

Εδώ πήραμε το $\mu=2$ επειδή το κτίριο είναι διώροφο , για τους πεσσούς του κάτω ορόφου γενικά 2 , εκτός από τους μικρότερους σε μήκος για τους οποίους δεχτήκαμε το $\mu=1$ και $\mu=1.5$

Βλέπουμε πως μοιράζεται η Q ενός τοιχώματος στους πεσσούς του (η διανομή της ολικής σεισμικής δύναμης H στα τοιχώματα έχει γίνει στο β μέρος της άσκησης

Τοίχωμα	Πεσσός	hπ	lπ	Dπ	Qπ κατά τη μέθοδο Γ Β Α	
T1 Q1=7.24	1	1.20	2.00	0.50	3.62 2.83	3.62
T1 Q1=7.24	2	1.20	2.00	0.50	3.62 2.83	3.62
	Σύνολο			1.00	7.24	
T2 Q2=3.34	1	2.20	2.25	0.31	2.07 1.95	1.71
T2 Q2=3.34	2	2.20	2.15	0.19	1.27 1.84	1.63
	Σύνολο			0.50	3.34	
T3 Q3=6.11	1	1.50	0.75	0.007	0.50 1.08	0.88
T3 Q3=6.11	2	1.50	4.00	0.81	5.61 5.65	4.76
	Σύνολο			0.88	6.11	

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :

Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Στον παρακάτω πίνακα εκτός από τα αποτελέσματα της τελευταίας διανομής (Γ) παραθέτουμε και τα αποτελέσματα των διανομών (Β) και (Α) . Μπορούμε να θεωρήσουμε τις διανομές Α,Β,Γ σαν τρεις διαδοχικές προσεγγίσεις.

Παρατηρούμε ότι η Α είναι δυσμενέστερη για τους αδύνατους πεσσούς που είναι οι πιο επικίνδυνοι.

Μπορούμε λοιπόν σε κατασκευές από λιθοδομή χωρίς ειδικές ενισχύσεις όπως π.χ. ζώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα να εφαρμόσουμε την μέθοδο τρόπος Α που είναι πιο απλή η οποία όμως μας δίνει δυσμενέστερα αποτελέσματα για τους αδύνατους πεσσούς και επομένως βρίσκεται από την πλευρά της ασφάλειας (μας αναγκάζει να αυξήσουμε τα μήκη των αδύνατων πεσσών).

Αντίθετα σε κατασκευές από επιμελημένη λιθοδομή με ζώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο Γ , ιδίως όταν η κατασκευή βρίσκεται σε περιοχή μεγάλης σεισμικότητας .

Σύμφωνα με το βιβλίο του κος :
Ηλίας Κοσμόπουλος Η ΣΤΑΤΙΚΗ & Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ & Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- {1} ΕΥΡΟΚΩΔΙΚΑΣ No. 8: “Structures in Seismic Regions, Part 5, Foundations, Retaining Structures, Geotechnical Aspects” Draft, January 1991.
- {2} Ρουσόπουλος Α. 1956, *Αντισεισμικά κατασκευαί*, 2η έκδοση, Αθήνα
- {3} Τάσιος Θ.Π., 1992, *Μηχανική της τοιχοποιίας*, εκδόσεις Συμμετρία Ε.Μ.Π., Αθήνα
- {4}. Tomazevic Miha ,*Αντισεισμικός σχεδιασμός κτηρίων απο τοιχοποιία – Αθήνα 2004*
- {5} Καραντώνη Φυλλίτσα Β., *Κατασκευές από τοιχοποιία – Αθήνα 2004*
- {5} Βέρρας Α, *Σεισμική συμπεριφορά τούβλινου διώροφου κτιρίου πριν και μετά την ενίσχυσή του – Αθήνα 1997*
- {6} Ζήβας Διονύσης , *Μελέτη αντιμετώπισης προβλημάτων Πλάκας - Αθήνα 1979*
- {7} Τάσιος Θεοδόσιος Π., *Μηχανική της τοιχοποιίας - Αθήνα 1987*
- {8} Ειδικές διατάξεις για Κτίρια από Τοιχοποιία σε Σεισμογενείς περιοχές, (1996), Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ
- {9} Καραντώνη Φ.Β. και Φαρδής Μ.Ν., *Συγριτική Μελέτη Ενισχύσεων Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία, με στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος ή προένταση, -Πρακτικά συνεδρίου σκυροδέματος Ρόδος 1991*
- {10} Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π., Δρίστος Σ.Η, Σφακιανάκης Μ.Γ., Οικονόμου Σ.Ν, *Μελέτη και αξιολόγηση βλαβών ανωδομών στους σεισμούς της Καλαμάτας- Πάτρα 1987*
- {11} Τάσιος Θ.Π., Χρονόπουλος Μ.Π., *Επεμβάσεις (επισκευές/ενισχύσεις) σε κτίρια από τοιχοποιία, -Μελέτη-Έρευνα Αθήνα 1986*
- {12} Κοσμόπουλος Η.Α., *Η αντισεισμική θεωρία και εφαρμογή της στην πράξη, -Αθήνα 1969*
- {13} Paulay T. and Priestley M.J.N, *Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων από τοιχοποιία και οπλισμένο σκυρόδεμα, -Αθήνα 1996*
- {14} Τέγος Ιωάννης Α., *Αντίσταση των οικοδομών στο σεισμό , -Θεσσαλονίκη 1978*
- {15} Πετρίδης , Ε., *ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ , -Αθήνα 1986*
- {16} Αναστασιάδης Κ., *Στέγαση μεγάλων χώρων – Αθήνα 1990*
- {17} Παπαδάτου Χ. «Λευκάδα ερευνώντας»
- {18} Μαλακάσης Δ. «Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας

{19} Μακάριος Γα και Δημοσθένους Μ. « Σεισμική συμπεριφορά παραδοσιακών κτιρίων της Λευκάδας

{20} Κόρακα Α. «Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές πατώματα, κλίμακες- τοιχοποιίες»

{21} «Ελληνική Παραδοσιακή αρχιτεκτονική τόμος 2 » εκδόσεις Μελίσσα

{22} «Ελληνική Παραδοσιακή αρχιτεκτονική τόμος 6 » εκδόσεις Μελίσσα

{23} «Μαθήματα ιστορίας της αρχιτεκτονικής» τόμος Α εκδόσεις Συμμετρία

{24} «Οικοδομές με φέροντα οργανισμό από πλινθοδομή ή λιθοδομή»

{25} «Επεμβάσεις ενισχύσεις , επισκευές και επανάχρησης ιστορικής και παραδοσιακής κατασκευής σε σεισμογενές περιβάλλον» Τουλιάτος Π.- Τσακανίκα.

{26} «Η τεχνολογία της τοιχοποιίας» Παπαϊωαννου Κ.