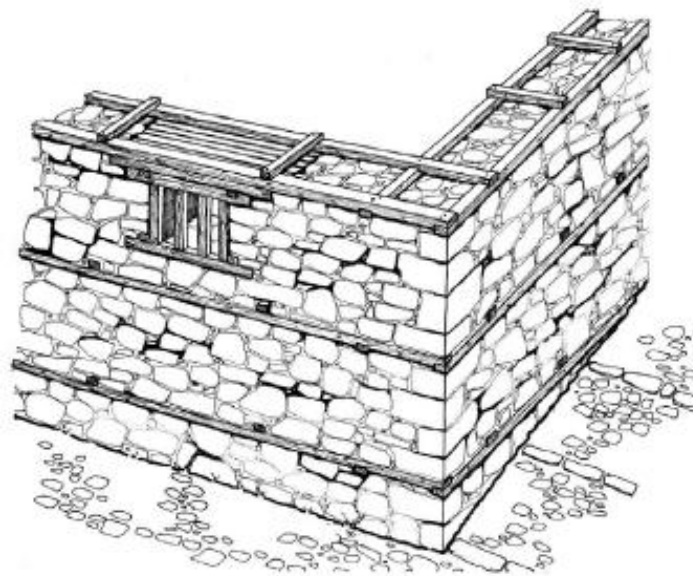


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κατασκευαστικές Πρακτικές στην Ενίσχυση Κτιρίων με Φέροντα
Οργανισμό



Συντακτική Ομάδα

Παπούδος Νικόλαος Βερύκιος Ιάσοντας, Κονταρούδας Ιωάννης

Επίβλεψη

Παπασταμόπουλος Δημοσθένης

Οκτώβριος 2011

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ



Τίτλος: Κατασκευαστικές Πρακτικές στην Ενίσχυση Κτιρίων με φέροντα Οργανισμό Τοιχοποιίας

Συγγραφείς : Παπούδος Νικόλαος, Βερύκιος Ιάσωνας, Ιωάννης Κονταρούδας

Επιμέλεια Έκδοσης : Παπούδος Νικόλαος, Βερύκιος Ιάσωνας, Ιωάννης Κονταρούδας

Επίβλεψη : Παπασταμόπουλος Δημοσθένης

Τα δικαιώματα της παρούσας εργασίας ανήκουν στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, στο τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων. Το βιβλίο εκδόθηκε με δαπάνη των συγγραφέων. Απαγορεύεται η καθιονδήποτε τρόπο ανατύπωση, καταχώρηση σε σύστημα αποθήκευσης και επανάκτησης ή μετάδοσης μέρους ή του συνόλου του βιβλίου χωρίς την έγγραφη άδεια των συγγραφέων.

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΦΕΡΟΝΤΑ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα μελέτης την επισκευή και ενίσχυση κτιρίων των οποίων ο φέροντας οργανισμός είναι κατασκευασμένος από τοιχοποιία. Η κατασκευή κτιρίων με φέροντα οργανισμό τοιχοποιίας κυριάρχησε μέχρι και τη δεκαετία του 30', εποχή που ακόμα το οπλισμένο σκυρόδεμα δεν είχε την ευρεία εφαρμογή του στις κτιριακές κατασκευές. Δεδομένου λοιπόν της παλαιότητας των κτιρίων που σώζονται θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθούν οι πρακτικές ενίσχυσης κτιρίων από φέροντα οργανισμό τοιχοποιίας. Ιδιαίτερα σημερα σε ένα κλίμα έντονης ευαισθητοποίησης της κοινής γνώμης για τη συντήρηση και ανάδειξη της οικιστικής πολιτιστικής κληρονομιάς, αναζωπυρώθηκε και η έρευνα σχετικά με την διατήρηση της ακεραιότητας των μνημείων και διατηρητέων κτιρίων.

Το θέμα της μελέτης είναι πολυσύνθετο και δεν εστιάζει μόνο σε μια πρακτική ενίσχυσης του φέροντα οργανισμού αλλά σε διάφορες μεθόδους ανάλογα με την παλαιότητα και την κατάσταση της κατασκευής. Συγκεντρωτικά η εργασία επικεντρώνεται στα εξής σημεία :

1. Στην παρουσίαση των υλικών κατασκευής φέρουσας και απλής τοιχοποιίας και ανάλυση των μηχανικών τους ιδιοτήτων.
2. Στην παρουσίαση των διαφόρων ειδών βλαβών κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.
3. Στην παρουσίαση των διαφόρων μεθόδων και τεχνικών επισκευής φέρουσας τοιχοποιίας.
4. Στην παρουσίαση των στοιχείων που αποτελούν τον σκελετο της φέρουσας κατασκευής.
5. Στην παρουσίαση του Ευροκώδικα 6 και του Αντισεισμικού Κανονισμού.

ABSTRACT

This thesis is a study on the repair and reinforcement of buildings of which the bearing body is constructed of masonry. The construction of buildings with load-bearing masonry prevailed until the late 30's, a time when even the reinforced concrete had broad application to buildings katataskefes. Since then the old buildings that survived was considered appropriate to study the practical aid agency buildings bearing walls. Especially now in a climate of intense public awareness for the preservation and enhancement of built heritage, rekindled and research on the preservation of the integrity of the monuments and listed buildings. The subject of study is complex and focuses not only on a practical aid of the structure but in different methods depending on the age and condition of the structure. Aggregate work focuses on:

1. The presentation of the materials and simple bearing toichopopoiias michnaikon and analysis of their properties.
2. In presenting the various types of damage structures bearing vertical wall.
3. In presenting the various methods and techniques of repair of masonry walls.
4. In paousiasi the elements that constitute the skeleton of the bearing katasekyis.
5. The presentation of Eurocode 6 and Earthquake Regulations.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ.....	13
Εισαγωγή	13
1.1 Συμβολισμοί.....	14
1.2 Ορισμοί	15
1.3 Μηχανικές Ιδιότητες Τοιχοποιίας.....	22
1.3.1 Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας.....	22
1.3.1.1 Θλιπτική Αντοχή Κάθετη σε Οριζόντιους Αρμούς (f _{wc}).	22
1.3.1.1 Παράγοντες Επιρροης στην Θλιπτική Αντοχή της Τοιχοποιίας	24
1.3.1.2 Μέθοδοι Προσδιορισμού της Θλιπτικής Αντοχής Τοιχοποιίας	25
1.3.2 Εφελκυστική Αντοχή Τοιχοποιίας	26
1.3.3 Διατμητική Αντοχή Τοιχοποιίας	27
1.4 Υλικά Κατασκευής	28
1.4.1 Πλίνθοι – Πετρώματα	29
1.4.2 Ξυλεία	30
1.4.3 Κονιάματα	31
1.4.4 Χάλυβας	33
1.4.4.1 Χαρακτηριστικά ανοξειδώτων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος.....	34
1.4.5 Σκυρόδεμα.....	35
2. ΣΟΙΧΕΙΑ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΣΙΜΟΥ	38
Εισαγωγή	38
2.1 Συμπεριφορά κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία.....	39
2.2 Τοιχοποιίες.....	41
2.2.1 Λιθοδομη.....	43

2.2.2	Ξηρολιθοδομές.....	44
2.2.3	Αργολιθοδομές.....	45
2.2.4	Ημιλαξευτές λιθοδομές.....	47
2.2.5	Λαξευτές λιθοδομές.....	48
2.2.6	Πλινθοδομή.....	49
2.2.7	Μικτές (ξυλόπηκτες) τοιχοποιίες.....	51
2.3	Πατώματα.....	54
2.3.1	Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.....	55
2.3.2	Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση.....	56
2.3.3	Ξύλινα πατώματα (σανίδωμα επί ισχυρών ξύλινων δοκών).....	57
2.3.4	Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας.....	59
2.4	Στέγη.....	60
2.4.1	Φέρων οργανισμός.....	60
2.4.2	Επικαλύψεις στεγών.....	63
2.5	Μέσα σύνδεσης ξύλινων δομικών στοιχείων.....	66
2.6	Διαζώματα - ελκυστήρες.....	68
3.	ΒΛΑΒΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	71
	Εισαγωγή.....	71
3.1	Κατηγορίες Βλαβών.....	71
3.1.1	Ενδογενείς Βλάβες.....	72
3.1.2	Εξωγενείς Βλάβες.....	74
3.1.2.1	Τυχηματικές Δράσεις.....	74
3.2	Η Περίπτωση του Σεισμού.....	74
3.3	Η Περίπτωση της Πυρκαγιάς.....	76
3.3.1	Αποκόλληση και Πτώση Επιχρισμάτων.....	78
3.3.2	Καύση και κατάρρευση ξύλινων στεγών και υποστέγων.....	78
3.3.3	Καύση και κατάρρευση ξύλινων πατωμάτων.....	79

3.3.4	Καύση ξύλινων υπερθύρων και συνακόλουθη κατάρρευση υπερκείμενης τοιχοποιίας	79
3.3.5	Ρηγμάτωση υπερθύρων	80
3.3.6	Συμπεριφορά τοίχων εντός του επιπέδου τους.....	81
4.	ΕΠΙΣΚΕΥΗ & ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ	82
	Εισαγωγή	82
4.1	Κριτήρια Επεμβάσεων	85
4.2	Τεχνικές Επεμβάσεων	86
4.3	Αποκατάσταση Ρηγματώσεων Λιθοδομής	87
4.3.1	Αποκατάσταση με Τσιμεντοκονία	87
4.3.2	Αποκατάσταση με Ενέματα	90
4.3.3	Συρραφή με "Κλειδιά" Κονίας Σταθερού Όγκου	91
4.3.4	Συρραφή με Λίθινα "Κλειδιά"	91
4.3.5	Συρραφή με "Κλειδιά" Οπλισμένου Σκυροδέματος.....	92
4.3.6	Συρραφές με Λεπτές Ζώνες Ραφής	92
4.3.7	Συρραφή με Κατακόρυφες Νευρώσεις Ο. Σ.	93
4.3.8	Κατάρρευση Γωνίας.....	93
4.4	Μέθοδοι Επεμβάσεων.....	94
4.4.1	Συρραφή	94
4.4.2	Χύτευση Υποστρώματος Οπλισμένου Σκυροδέματος.....	94
4.4.3	Προσθήκη Ελκυστήρων	95
4.4.4	Χρήση Σύνθετων Υλικών από Ινοπλισμένα Πολύμερη.....	97
	Περιγραφή Συστατικών	98
4.4.5	Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων	99
4.5	Εργασίες Ενίσχυσης Λιθοδομών	104
4.5.1	Αρμολογήματα	104
4.5.2	Ριζοπλισμοί	105

4.5.3	Μανδύες	108
4.6	Εργασίες Ενίσχυσης Θεμελίωσης.....	109
4.6.1	Ντουλάπια	109
4.6.2	Πεδιλοδοκός.....	109
4.6.3	Μανδύες	109
4.6.4	Ριζοπλισμοί - Ριζοπάσσαλοι.....	109
4.7	Επεμβάσεις σε Περίπτωση Πυρκαγιάς	110
	Συμπεράσματα	114
	Βιβλιογραφία	125
	Παράρτημα.....	127
	Τιμολόγιο για Εργασίες Επισκευής Βλαβών από Σεισμό.....	127
	Γενικοί Όροι.....	127
	Παράρτημα.....	129
	Σεισμικές Δράσεις Σχεδιασμού.....	129
	Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	132
	Συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίων.....	133
	Συντελεστής συμπεριφοράς q	135
	Συντελεστής θεμελίωσης	136

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πλίνθοι όπως και το ξύλο αποτελούν τα αρχαιότερα δομικά υλικά. Παρά το γεγονός της μεγάλης κυριαρχίας στις μέρες μας υλικών όπως το τσιμέντο και ο σίδηρος και νέων τεχνολογιών. Η εμπειρία που συσσωρεύσε με το πέρασμα των αιώνων του επέτρεψε να δημιουργήσει κατασκευές από πέτρα και ξύλο που ακόμη και σήμερα θαυμάζουμε, όχι μόνο από την αρχιτεκτονική, αλλά και από στατική και οικοδομική άποψη.

Οι πλίνθοι αποτέλεσαν το κύριο στοιχείο για την κατασκευή κατοικιών με φέροντα οργανισμό τοιχοποιίας ενώ το ξύλο αποτέλεσε δευτερεύον στυοιχείο για την κατασκευή του φέροντα οργανισμού των κτιρίων της εποχής που μελετώνται. Τα βασικά συστατικά της τοιχοποιίας, λοιπόν, είναι οι πλίνθοι και το συνδετικό κονίαμα. Οι πλίνθοι μπορεί να είναι τεχνητές ή τεμάχια φυσικών λίθων και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία υλικών, κατεργασίας, σχημάτων και μεγεθών. Το κονίαμα παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία συνθέσεων και αντοχών αλλά μπορεί και να απουσιάζει εντελώς (ξηρολιθοδομές). Η μηχανική συμπεριφορά της τοιχοποιίας χαρακτηρίζεται από:

1. Σχετικά υψηλή θλιπτική αντοχή.
2. Ιδιαίτερα χαμηλή εφελκυστική αντοχή.
3. Σχετικά ικανοποιητική αντοχή σε διάτμηση.
4. Έντονα ανισότροπη συμπεριφορά.

Η θλιπτική αντοχή αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό των φέρουσων τοιχοπιών. Εκτός της θλιπτικής αντοχής, τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά αποτελούν και τις βασικές αδυναμίες της τοιχοποιίας. Οι αδυναμίες αυτές οφείλονται όχι μόνο στον ψαθυρό χαρακτήρα των πλίνθων και του κονιάματος, αλλά κυρίως στην συμπεριφορά της διεπιφάνειας επαφής ιδιαίτερα κατά μήκος των συνεχών οριζόντιων αρμών που έχουν χαρακτηριστεί ως τα "αδύνατα επίπεδα της τοιχοποιίας".

Στα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας καταγράφονται οι σχετικά χαμηλές αντοχές και η ψαθυρή συμπεριφορά έναντι διατμητικών τάσεων, γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη αύξησης των διατομών και του κόστους του φέροντα οργανισμού και περιορίζει τον αριθμό των ορόφων ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλή σεισμικότητα. Σε χώρες με παράδοση στη χρήση της φέρουσας τοιχοποιίας και

σχετικά άσειστες (Μ. Βρετανία) εξακολουθεί ακόμη και σήμερα εκτεταμένη χρήση της φέρουσας τοιχοποιίας σε νέα κτίρια μέχρι και τεσσάρων (4) ορόφων.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται διεθνώς έντονη ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης για τη συντήρηση και ανάδειξη της οικιστικής πολιτιστικής κληρονομιάς. Μέσα στο κλίμα αυτό αναζωπυρώθηκε και η έρευνα της μηχανικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των μνημείων και διατηρητέων κτιρίων και συνόλων είναι κτίσματα από φέρουσα τοιχοποιία. Παράλληλα άρχισαν να ανακαλύπτονται ξανά τα ξεχασμένα προτερήματα της τοιχοποιίας όπως : Θερμομόνωση, Πυρασφάλεια, Αντοχή στο χρόνο, Αισθητική υπεροχή.

Τροχοπέδη στην ανάπτυξη της διεθνούς συνεργασίας για την προώθηση της έρευνας της φυσικής και μηχανικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας είναι η πολυμορφία και πολυτυπία του ίδιου του υλικού, που έχει σαν αποτέλεσμα τη μεγάλη δυσκολία προτυποποίησης υλικών και μεθόδων.



Εικόνα 1 Σύγχρονη και παραδοσιακή τεχνοτροπία κατασκευής πέτρινων κτισμάτων, (περιοχή Πηλίου)

Στον Ελλαδικό χώρο παρατηρείται ανομοιομορφία μεθόδων, ποικιλία ορισμών και σημαντική διασπορά τιμών μεταξύ των διαφόρων κανονισμών. Είναι χαρακτηριστικό ότι το πρώτο κείμενο Ευρωκώδικα για κατασκευές από τοιχοποιία (Ευρωκώδικας 6 κυκλοφόρησε μόλις το 1989).¹

¹ Κρεβαϊκάς Ι. Συμβολή στην Αναλυτική και Πειραματική Μελέτη Φέρουσας Τοιχοποιίας ενισχυμένης με Συνθετικά Υλικά – Πανεπιστήμιο Πατρών.

Σε κάθε μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους σεισμό, στον Ελλαδικό χώρο αλλά και παγκόσμια, διαπιστώνεται η υψηλή τρωτότητα των κτισμάτων από φέρουσα τοιχοποιία. Η αδυναμία αυτή μπορεί να αποδοθεί σε μία σειρά από λόγους όπως:

1. Η ψαθυρότητα της άοπλης τοιχοποιίας.
2. Η ανεπαρκής διαφραγματική λειτουργία πατωμάτων και στεγών.
3. Η ανεπαρκής σύνδεση οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων του φέροντα
4. οργανισμού.
5. Η παντελής απουσία ή η μη τήρηση της μελέτης όταν αυτή υπάρχει.
6. Οι κάθε είδους κακοτεχνίες.
7. Οι κατά καιρούς επεμβάσεις τροποποιήσεις και προσθήκες.
8. Η κακή συντήρηση και η γήρανση των υλικών.

Η γνώση των Πολιτικών Μηχανικών όσον αφορά τις μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας και τη δομή και συμπεριφορά κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία ήταν γενικά μέχρι πρόσφατα ανεπαρκής και επιφανειακή. Στη παρούσα μελέτη γίνεται λοιπόν μια προσπάθεια συλλογής πληροφοριών και παρουσίαση αυτών με μια σειρά ώστε ο αναγνώστης σπουδαστής να μπορεί να κατανοήσει τις κατασκευαστικές πρακτικές εφαρμογής ενισχυτικών μεθόδων σε κατασκευές από φέροντα οργανισμό τοιχοποιίας.

1. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

Εισαγωγή

Αντικείμενο μελέτης του παρόντος κεφαλαίου αποτελεί η μηχανική² συμπεριφορά της τοιχοποιίας η οποία και χαρακτηρίζεται από:

1. Σχετικά υψηλή θλιπτική αντοχή.
2. Ιδιαίτερα χαμηλή εφελκυστική αντοχή.
3. Σχετικά ικανοποιητική αντοχή σε διάτμηση.
4. Έντονα ανισότροπη συμπεριφορά.

Εκτός της θλιπτικής αντοχής, τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά αποτελούν και τις βασικές αδυναμίες της τοιχοποιίας. Οι αδυναμίες αυτές οφείλονται όχι μόνο στον ψαθυρό χαρακτήρα των πλίνθων και του κονιάματος, αλλά κυρίως στην συμπεριφορά της διεπιφάνειας επαφής ιδιαίτερα κατά μήκος των συνεχών οριζόντιων αρμών που έχουν χαρακτηριστεί ως τα "αδύνατα επίπεδα της τοιχοποιίας". Στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στις μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας.

² Ιγνατάκης Χ. Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιίας- ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Ελλάδος

1.1 Συμβολισμοί

Αντικείμενο μελέτης του παρόντος κεφαλαίου είναι η σύντομη εισαγωγή στις μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας. Θα ανλυθούν οι διάφοροι τύποι τοιχοποιίας, η συμπεριφορά της στις καταπονήσεις (διατμητικές, εφελκυστικές, διατρητικές κλ.π.) Ως απαραίτητοι συμβολισμοί κρινεται πως είναι οι ακόλουθοι:

hw: ύψος τοίχου (wall)

lw: μήκος (πλάτος) τοίχου

σ_n : ορθή τάση τοιχοποιίας κάθετα (normal) στους οριζόντιους αρμούς

σ_p : ορθή τάση τοιχοποιίας παράλληλα (parallel) στους οριζόντιους αρμούς

τ : διατμητική τάση

$\sigma_{1,2}$: κύριες τάσεις

f_{bc} : θλιπτική αντοχή πλίνθου (brick)

f_{bt} : εφελκυστική αντοχή πλίνθου

f_{mc} : θλιπτική αντοχή κονιάματος (mortar)

f_{mt} : εφελκυστική αντοχή κονιάματος

f_{jt} : αντοχή αρμού (joint) σε αποκόλληση (tension)

f_{js} : αντοχή αρμού σε ολίσθηση (slip) υπό θλίψη

f_{jso} : αντοχή αρμού σε ολίσθηση ($\sigma_n = 0$)

f_{wc} : θλιπτική (compression) αντοχή τοιχοποιίας (φόρτιση κάθετα στους οριζόντιους αρμούς)

f_{wt}^n : εφελκυστική (tension) αντοχή τοιχοποιίας κάθετα στους οριζόντιους αρμούς

f_{wp}^p : εφελκυστική αντοχή παράλληλα προς τους οριζόντιους αρμούς

f_{ws} : διατμητική (shear) αντοχή τοιχοποιίας υπό θλίψη

f_{wso} : διατμητική αντοχή τοιχοποιίας ($\sigma_n = 0$)

μ : συντελεστής τριβής αρμού

E_b : μέτρο ελαστικότητας πλίνθων

E_m : μέτρο ελαστικότητας κονιάματος

E_w : μέτρο ελαστικότητας τοιχοποιίας

G_w : μέτρο διάτμησης τοιχοποιίας

ν_w : λόγος Poisson τοιχοποιίας

1.2 Ορισμοί

Ως απαραίτητοι³ ορισμοί κρίνονται οι ακόλουθοι:

Τεχνικά έργα: Κάθε τι που δομείται ή προκύπτει από διαδικασίες κατασκευής. Αυτός ο όρος καλύπτει και τα κτίρια και τα άλλα έργα Πολιτικού Μηχανικού. Αναφέρεται στο σύνολο του δομήματος και περιλαμβάνει τόσο τα φέροντα όσο και τα μη φέροντα στοιχεία.

Εκτέλεση: Η δραστηριότητα παραγωγής ενός κτιρίου ή ενός έργου Πολιτικού Μηχανικού. Ο όρος καλύπτει τις εργασίες εργοταξίου. Μπορεί επίσης να σημαίνει την παραγωγή στοιχείων εκτός εργοταξίου και την εν συνεχεία συναρμολόγησή τους στο εργοτάξιο.

Δόμημα: Σύνθεση συνδεδεμένων μεταξύ τους στοιχείων, τα οποία έχουν μελετηθεί ώστε να εξασφαλίζουν ορισμένη δυσκαμψία.

Τύπος κτιρίου ή έργου Πολιτικού Μηχανικού: Τύπος δομικού έργου, ο οποίος καθορίζει τη σκοπούμενη χρήση του, για παράδειγμα, βιομηχανικό κτίριο, οδογέφυρα.

Είδος φορέα: Δομητικός τύπος, ο οποίος υποδηλώνει τον τρόπο διατάξεως των φερόντων στοιχείων, για παράδειγμα, δοκός, ξύλινη κατασκευή δικτυωματικής μορφής, τόξο, κρεμαστή γέφυρα.

Δομικό υλικό: Ένα υλικό που χρησιμοποιείται για τη δόμηση, π.χ. σκυρόδεμα, χάλυβας, ξύλο, τοιχοποιία.

Σύστημα δόμησης: Υποδηλώνει το κύριο δομικό υλικό π.χ. κατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος, χαλύβδινη, ξύλινη κατασκευή, τοιχοποιία.

³ Σύμφωνα με την ορολογία που χρησιμοποιείται στο Διεθνές Πρότυπο ISO 8930

Μέθοδος κατασκευής: Ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η κατασκευή, π.χ. χύτευση επί τόπου, προκατασκευή, δόμηση εν προβόλω.

Φέρων οργανισμός: Τα φέροντα στοιχεία ενός κτιρίου ή ενός έργου Πολιτικού Μηχανικού και ο τρόπος με τον οποίο θεωρείται ότι αυτά τα στοιχεία λειτουργούν (κατά την προσομοίωση του έργου).

Τοιχοποιία: Μία σύνθεση λιθοσωμάτων τοποθετημένων κατά καθορισμένη διάταξη και συνδεομένων μεταξύ τους με κονίαμα.

Οπλισμένη τοιχοποιία: Η τοιχοποιία στην οποία τοποθετούνται ράβδοι ή πλέγματα (συνήθως χαλύβδινα). Ο οπλισμός τοποθετείται στο κονίαμα ή στο σκυρόδεμα πλήρωσης, έτσι ώστε όλα τα υλικά να συνεργάζονται για την ανάληψη δυνάμεων.

Προεντεταμένη τοιχοποιία: Τοιχοποιία στην οποία εισάγονται εσωτερικές θλιπτικές τάσεις, μέσω εφελκόμενου οπλισμού.

Διαζωματική τοιχοποιία: Τοιχοποιία κατασκευαζόμενη έτσι ώστε να περιβάλλεται και από τις τέσσερις πλευρές της από υποστυλώματα και δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος ή οπλισμένης τοιχοποιίας. Αυτά τα περιβάλλοντα στοιχεία δεν μελετώνται ώστε να αποτελούν πλαίσια.

Εμπλοκή λιθοσωμάτων: Η κανονική διάταξη των λιθοσωμάτων έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η από κοινού λειτουργία τους.

Χαρακτηριστική αντοχή της τοιχοποιίας: Η τιμή⁴ της αντοχής για την οποία ισχύει ότι το ποσοστό 5% των μετρήσεων αντοχής της τοιχοποιίας δίνουν τιμές υπολειπόμενες αυτής.

⁴ Η τιμή μπορεί να ληφθεί από τα αποτελέσματα ειδικών δοκιμών ή από την αξιολόγηση πειραματικών αποτελεσμάτων ή άλλων καθορισμένων τιμών.

Θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας: Η αντοχή της τοιχοποιίας σε θλίψη απαλλαγμένη από την επιρροή της τριβής στις πλάκες φορτίσεως, απ' τη λυγηρότητα ή από την εκκεντρότητα του φορτίου.

Διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας: Η αντοχή της τοιχοποιίας υποβαλλόμενης σε τέμνουσες δυνάμεις.

Καμπτική αντοχή της τοιχοποιίας: Η αντοχή της τοιχοποιίας σε καθαρή κάμψη.

Αντοχή συναφείας: Η ανά μονάδα επιφανείας αντοχή συναφείας, μεταξύ οπλισμού και σκυροδέματος ή κονιάματος, όταν ο οπλισμός υποβάλλεται σε εφελκυστικές ή σε θλιπτικές δυνάμεις.

Λιθόσωμα: Ένα στοιχείο κατάλληλα διαμορφωμένο, ώστε να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή τοιχοποιίας.

Λιθосώματα Ομάδας 1, 2α , 2β και 3: Διάκριση των λιθосωμάτων σε ομάδες ανάλογα με το ποσοστό, το μέγεθος και τη διεύθυνση των κενών, όταν τα λιθосώματα βρίσκονται στην οριστική τους θέση στην τοιχοποιία.

Οριζόντιες όψεις: Η επάνω και η κάτω όψεις ενός λιθосώματος, όπως αυτό είναι ενσωματωμένο στην τοιχοποιία.

Εγκοπή: Μία εσοχή, διαμορφούμενη κατά την παραγωγή, σε μια ή και στις δύο οριζόντιες όψεις του λιθосώματος.

Κενό: Ένα διαμορφωμένο κενό σε λιθόσωμα, διαμπερές ή τυφλό.

Λαβή: Κενό διαμορφούμενο σε λιθόσωμα, ώστε να επιτρέπει την ευκολότερη μεταφορά του με το ένα ή με τα δύο χέρια ή από μηχανή.

Τοίχωμα: Το συμπαγές υλικό μεταξύ διαδοχικών κενών λιθосώματος.

Κέλυφος: Το συμπαγές υλικό της περιμέτρου ενός λιθοσώματος μεταξύ μίας όψεως και ενός κενού.

Μικτή διατομή: Το εμβαδόν της διατομής του λιθοσώματος χωρίς την αφαίρεση οπών, κενών και εσοχών.

Θλιπτική αντοχή λιθοσώματος: Η μέση θλιπτική αντοχή ενός καθορισμένου πλήθους λιθοσωμάτων.⁵

Ανηγμένη θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων: Η θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων ανηγμένη στη θλιπτική αντοχή ενός ξηρού ισοδύναμου λιθοσώματος διαστάσεων όψεως 100X100mm.

Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή λιθοσώματος: Η τιμή θλιπτικής αντοχής η οποία έχει πιθανότητα 95% να υποσκελισθεί από τις θλιπτικές αντοχές καθορισμένου πλήθους λιθοσωμάτων.

Κονίαμα: Μίγμα ανόργανων συνδετικών υλικών, αδρανών και ύδατος, με προσθήκη προσθέτων και προσμίκτων, εφ' όσον απαιτείται.⁶

Κονίαμα γενικής εφαρμογής: Κονίαμα το οποίο χρησιμοποιείται σε αρμούς πάχους μεγαλύτερου των 3mm και στο οποίο χρησιμοποιούνται μόνον βαριά αδρανή.

Κονίαμα λεπτής στρώσεως: Κονίαμα μελετημένο ώστε να χρησιμοποιείται σε αρμούς πάχους μεταξύ 1mm και 3mm.

Ελαφροκονίαμα: Κονίαμα συνθέσεως τέτοιας ώστε η πυκνότητά του (σκληρυμένου και ξηρού) να είναι μικρότερη από 1500Kg/m³.

Κονίαμα ειδικής συνθέσεως: Κονίαμα κατάλληλης συνθέσεως και παρασκευασμένο

⁵ Σημείωση: Για τις ανάγκες αυτού του Ευρωκώδικα, βλέπε EN 772-1, «Μέθοδοι δοκιμής λιθοσωμάτων. Μέρος 1, Προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής».

⁶ Σημείωση: Για τους σκοπούς αυτού του Ευρωκώδικα, βλ. En 998-2 «Προδιαγραφές για τα κονιάματα τοιχοποιίας. Μέρος 2. Κονίαμα τοιχοποιίας».

ώστε να πληροί προκαθορισμένες ιδιότητες, των οποίων η ικανοποίηση ελέγχεται μέσω δοκιμών.

Προδιαγεγραμμένο κονίαμα: Κονίαμα παρασκευασμένο βάσει προκαθορισμένης συνθέσεως. Οι ιδιότητες του κονιάματος θεωρούνται δεδομένες βάσει της αναλογίας των συνιστώντων υλικών.

Εργοστασιακό κονίαμα: Κονίαμα παρασκευασμένο (σύνθεση και ανάμιξη) σε εργοστάσιο και αποστελλόμενο σε εργοτάξιο.

Προδοσολογημένο κονίαμα: Υλικό αποτελούμενο από τα συνιστώντα υλικά δοσολογημένα σε μίαν εγκατάσταση. Τα συνιστώντα υλικά αναμιγνύονται στο εργοτάξιο υπό αναλογίες και συνθήκες προδιαγεγραμμένες από το εργοστάσιο συσκευασίας τους.

Εργοταξιακό κονίαμα: Κονίαμα αποτελούμενο από υλικά των οποίων οι αναλογίες καθορίζονται και η ανάμιξη πραγματοποιείται στο εργοτάξιο.

Θλιπτική αντοχή κονιάματος: Η μέση θλιπτική αντοχή προδιαγεγραμμένου Ν πλήθους δοκιμών μετά τη συντήρηση τους για 28 ημέρες.

Σκυρόδεμα πλήρωσεως: Μίγμα σκυροδέματος με κατάλληλη συνεκτικότητα και μέγεθος αδρανών προς πλήρωση κενών και κοιλοτήτων της τοιχοποιίας.

Οπλισμός: Οπλισμός προς χρήση στην τοιχοποιία.

Οπλισμός οριζόντιων αρμών: Οπλισμός προδιαμορφωμένος ώστε να τοποθετηθεί μέσα σε οριζόντιους αρμούς.⁷

Προεντεταμένος χάλυβας: Χαλύβδινα σύρματα, ράβδοι ή συρματόσχοινα προς χρήση σε τοιχοποιία.

⁷ Σημείωση: Για τις ανάγκες αυτού του Ευρωκώδικα, βλέπε EN 845-3. «Προδιαγραφές για δευτερεύοντα στοιχεία για τοιχοποιία. Μέρος 3. Οπλισμός οριζόντιων αρμών».

Στρώση προστασίας έναντι υγρασίας: Ένα φύλλο, μία στρώση λιθοσωμάτων ή άλλο υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται για να εμποδίσει τη διόδο του ύδατος.

Σύνδεσμος: Εξάρτημα το οποίο χρησιμεύει για τη σύνδεση δύο στρώσεων κοίλης τοιχοποιίας ή για τη σύνδεση τοίχου με πλαισίωμα ή με άλλο τοίχο.

Έλασμα: Για τη σύνδεση στοιχείων τοιχοποιίας με τα γειτονικά τους στοιχεία (όπως δάπεδα και οροφές).

Οριζόντιος αρμός: Μία στρώση κονιάματος μεταξύ δύο οριζόντιων όψεων λιθοσωμάτων.

Κατακόρυφος αρμός: Αρμός κονιάματος κάθετος στον οριζόντιο αρμό και στην όψη του τοίχου.

Διαμήκης αρμός: Κατακόρυφος αρμός μέσα στο πάχος του τοίχου, παράλληλος προς την όψη του τοίχου.

Αρμός λεπτής στρώσεως: Αρμός κατασκευαζόμενος από κονίαμα λεπτής στρώσεως, μέγιστου πάχους 3mm.

Αρμός διαστολής: Αρμός ο οποίος επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση του τοίχου μέσα στο επίπεδό του.

Αρμολόγημα: Η διαδικασία τελειώματος ενός αρμού κονιάματος κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Βαθύ αρμολόγημα: Η μέθοδος πληρώσεως και τελειώματος αρμών κονιάματος μετά από την αφαίρεση του σκληρυμένου κονιάματος σε βάθος.

Φέρων τοίχος: Τοίχος με οριζόντια διατομή εμβαδού τουλάχιστον ίσου με 0.04m^2 , ή με τη διατομή ενός λιθοσώματος (στην περίπτωση κατά την οποία χρησιμοποιούνται λιθοσώματα των Ομάδων 2α, 2β ή 3 με διατομή μεγαλύτερη από 0.04m^2), ο οποίος έχει μελετηθεί ώστε να φέρει επιβαλλόμενα φορτία πέραν του ιδίου βάρους του.

Μονόστρωτος τοίχος: Τοίχος χωρίς κοιλότητα ή συνεχή κατακόρυφο αρμό μέσα στο επίπεδό του.

Κοίλος τοίχος: Τοίχος αποτελούμενος από δύο παράλληλους μονόστρωτους τοίχους, κατάλληλα συνδεδεμένους μεταξύ τους μέσω συνδέσμων ή μέσω οριζόντιου οπλισμού και του οποίου η μία ή και οι δύο στρώσεις φέρουν κατακόρυφα φορτία. Ο χώρος μεταξύ των δύο τοίχων παραμένει ως συνεχές κενό ή πληρούται ή γεμίζει μόνον εν μέρει με μη φέρον θερμομονωτικό υλικό.

Δίστρωτος τοίχος: Τοίχος αποτελούμενος από δύο παράλληλους τοίχους με τον μεταξύ διαμήκη αρμό (πάχους $\square 25mm$) πλήρως γεμισμένο με κονίαμα. Οι δύο τοίχοι είναι κατάλληλα συνδεδεμένοι με συνδέσμους, ώστε να δρουν από κοινού για την ανάληψη φορτίων.

Κοίλος τοίχος με πλήρωση: Τοίχος αποτελούμενος από δύο παράλληλους τοίχους με το μεταξύ τους κενό ($\geq 50mm$) πλήρως γεμισμένο με σκυρόδεμα. Οι δύο τοίχοι συνδέονται κατάλληλα με συνδέσμους ή με οριζόντιο οπλισμό, ώστε να δρουν από κοινού για την ανάληψη φορτίων.

Τοίχος όψεως: Τοίχος από λιθοσώματα όψεως, ο οποίος συνδέεται με τον φέροντα τοίχο και συμμετέχει στην ανάληψη φορτίων.

Τοίχος από σκαφοειδή λιθοσώματα: Τοίχος στον οποίο τα λιθοσώματα συνδέονται μεταξύ τους μέσω δύο λωρίδων κονιάματος γενικής εφαρμογής κατά μήκος των εξωτερικών οριζόντιων όψεων των σκαφοειδών λιθοσωμάτων.

Πέτασμα όψεως: Τοίχος αποτελούμενος από λιθοσώματα όψεως, χωρίς σύνδεση με τον φέροντα τοίχο και, επομένως, χωρίς συμμετοχή στην ανάληψη φορτίων.

Διατηρητικό τοίχωμα: Τοίχος φέρων οριζόντιες δυνάμεις εντός του επιπέδου του.

Τοίχος δυσκαμψίας: Τοίχος κατασκευαζόμενος καθέτως προς άλλο τοίχο με σκοπό τη συμμετοχή του στην ανάληψη οριζόντιων δυνάμεων ή την αποφυγή λυγισμού, ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια του κτιρίου.

Μη φέρων τοίχος: Τοίχος ο οποίος δεν έχει υπολογισθεί ώστε να φέρει δυνάμεις και ο οποίος μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς βλάβη για την ακεραιότητα του δομήματος.

Εσοχή: Εσοχή διαμορφωμένη με τοιχοποιία.

Εγκοπή: Οδόντωση σχηματιζόμενη στην επιφάνεια του τοίχου.

Κονίαμα πλήρωσεως: Χυτευόμενο μίγμα τσιμέντου, άμμου και ύδατος για την πλήρωση μικρών κενών ή κοιλοτήτων.

1.3 Μηχανικές Ιδιότητες Τοιχοποιίας

Τα χαρακτηριστικά της άοπλης τοιχοποιίας είναι η σχετικά υψηλή θλιπτική αντοχή η ιδιαίτερα χαμηλή εφελκυστική αντοχή, η σχετικά ικανοποιητική αντοχή σε διάτμηση και τέλος η εντονα ανισότροπη συμπεριφορά.

1.3.1 Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας

Συγκριτικά με τα υπόλοιπα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας η αντοχή της σε θλιπτικές δυνάμεις είναι κατά πολύ μεγαλύτερη γεγονός το οποίο καθόρισε και τη χρήση της ως κυρίως θλιβόμενου φέροντος δομικού στοιχείου.

Σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αντοχή και το τύπο της αστοχίας είναι η γωνία της θλιπτικής δύναμης ως προς τη διεύθυνση των οριζόντιων αρμών (ανισοτροπία).

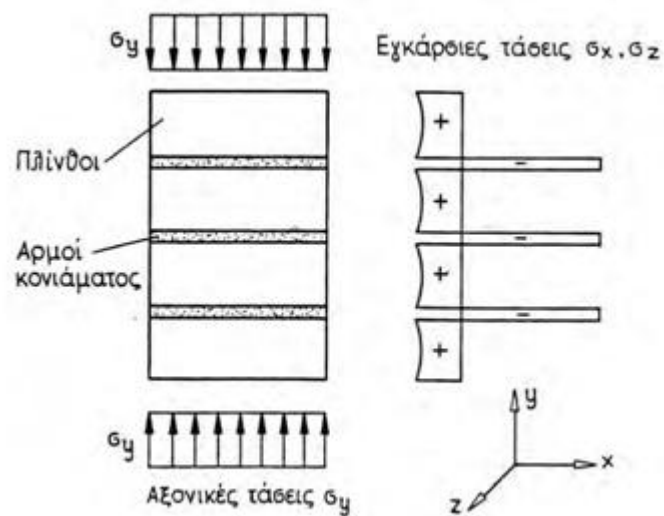
1.3.1.1 Θλιπτική Αντοχή Κάθετη σε Οριζόντιους Αρμούς (f_{wc}).

Η τοιχοποιία καταπονούμενη σε θλίψη κάθετα στους κύριους οριζόντιους αρμούς αστοχεί συνήθως από εγκάρσια ρηγμάτωση των πλίνθων, γεγονός που οφείλεται στην ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων στις πλίνθους σε εγκάρσιες διευθύνσεις. Οι τάσεις αυτές προκαλούνται από τον συμβιβασμό των μεγάλων εγκάρσιων παραμορφώσεων του κονιάματος των αρμών με τις μικρότερες των

πλίνθων που προκαλεί αντίστοιχα εγκάρσια περίσφιξη στο κονίαμα ($E_m < E_b, \nu_m > \nu_b$). Έτσι υπό μονοαξονική θλιπτική φόρτιση της τοιχοποιίας αναπτύσσεται τριαξονική καταπόνηση στις πλίνθους και στο κονίαμα των αρμών.

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας για τους συνήθεις συνδυασμούς πλίνθων και κονιάματος ($f_{bc} > f_{mc}$) είναι μικρότερη από τη θλιπτική αντοχή των πλίνθων αλλά υπερβαίνει την αντοχή του κονιάματος: $f_{bc} > f_{wc} > f_{mc}$. Ο Francis υπολόγισε, με τη θεωρία ελαστικότητας ισότροπων υλικών, τις εγκάρσιες τάσεις σ_x, σ_z πλίνθων και κονιάματος αρμών.

Εικόνα 2 Διανομή τάσεων σε πρίσμα τοιχοποιίας υπό θλίψη εξισώνοντας τις αντίστοιχες εγκάρσιες παραμορφώσεις των δύο υλικών. Στη συνέχεια, θεωρώντας γραμμικό κριτήριο αστοχίας πλίνθου υπό ετερόσημη καταπόνηση κατέληξε στην ακόλουθη έκφραση για τη θλιπτική αντοχή πρίσματος



τοιχοποιίας:

$$f_{wc} = f_{bc} \left[1 + \frac{f_{bc}}{f_{bt}} \cdot \frac{\beta \cdot \nu_m - \nu_b}{(1 - \nu_b) + a \cdot \beta \cdot (1 - \nu_m)} \right]^{-1}$$

όπου:

$a = (t_b : \text{ύψος πλίνθου}) / (t_m : \text{πάχος αρμού})$

$\beta = E_b / E_m$ και

ν_b, ν_m : οι λόγοι Poisson πλίνθου και κονιάματος

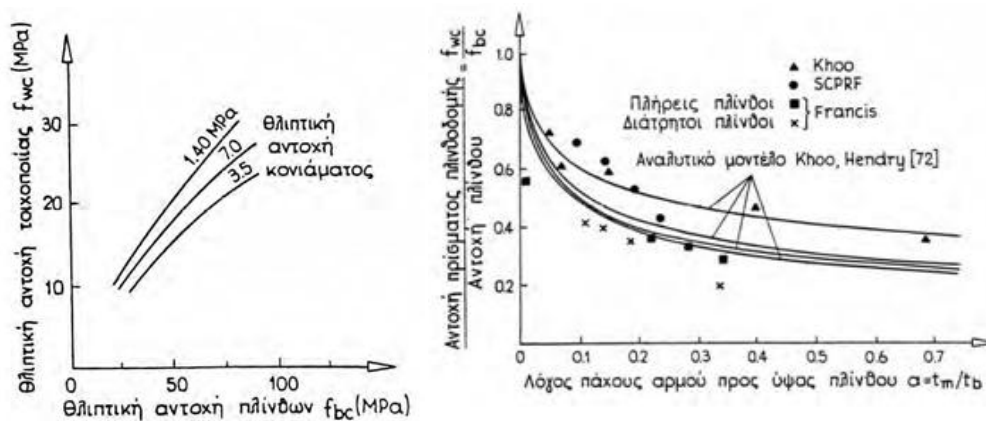
Το θεωρητικό μοντέλο του Francis έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

1. Δέχεται ότι η αστοχία της τοιχοποιίας επέρχεται πάντα από εγκάρσια ρηγμάτωση των πλίνθων
2. Δέχεται γραμμικά ελαστική συμπεριφορά των υλικών μέχρι αστοχίας, κάτι που δεν ισχύει, ιδιαίτερα για το περισφιγμένο κονίαμα των αρμών
3. Προϋποθέτει τη γνώση των μεγεθών E_b , ν_b , E_m , ν_m

1.3.1.1 Παράγοντες Επιρροής στην Θλιπτική Αντοχή της Τοιχοποιίας⁸

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας:

1. Αντοχή των πλίνθων (f_{bc} , f_{bt}).
2. Θλιπτική αντοχή του κονιάματος (f_{mc}).
3. Γεωμετρία δόμησης (πάχος αρμού/ύψος πλίνθου: t_m/t_b).
4. Παραμορφώσεις πλίνθων και κονιάματος (E_b , ν_b , E_m , ν_m).
5. Ποιότητα δόμησης.



Εικόνα 3 Επιρροή υλικών μηχανικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών δόμησης στη θλιπτική αντοχής τοιχοποιίας.

⁸ Ιγνατάκης Χ. Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία- ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Ελλάδος

1.3.1.2 Μέθοδοι Προσδιορισμού της Θλιπτικής Αντοχής Τοιχοποιίας

Συνήθεις μέθοδοι προσδιορισμού ή εκτίμησης της θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας:

1. Πειραματικά στο εργαστήριο (δύσκολη για υφιστάμενη τοιχοποιία).
2. Πειραματικά επί τόπου με τη μέθοδο των επίπεδων γρύλων (flat jacks). Η μέθοδος
3. αναπτύχθηκε στην Ιταλία, απαιτείται ειδικός εξοπλισμός, ενώ είναι δύσκολη η βαθμονόμηση των αποτελεσμάτων.
4. Με συνδυασμό άμεσων δοκιμών και έμμεσων μετρήσεων επί τόπου και στο εργαστήριο (καρότα τοιχοποιίας, δοκίμια επί μέρους υλικών, κρουσιμετρήσεις με ειδικό κρουσίμετρο τοιχοποιιών: Συνδυασμός αποτελεσμάτων).
5. Βιβλιογραφία.

Ο Ευρωκώδικας 6 συνιστά τον πειραματικό προσδιορισμό της χαρακτηριστικής θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας και προτείνει την ακόλουθη έκφραση:

$$f_{wc} = K f_{bc}^{0.65} f_{mc}^{0.25} \quad (\text{MPa})$$

όπου :

K = συντελεστής που εξαρτάται από τον τύπο των πλίνθων (υλικό, ποσοστό και διαστάσεις κενών) και τον τύπο δόμησης της τοιχοποιίας. Παίρνει τιμές από 0.40 έως 0.60.

1.3.2 Εφελκυστική Αντοχή Τοιχοποιίας

Είναι γενικά πολύ χαμηλότερη της θλιπτικής αντοχής. Διαφοροποιείται έντονα από τη γωνία της εφελκυστικής δύναμης ως προς τους οριζόντιους αρμούς (ανισοτροπία). Εμφανίζεται μεγάλη διασπορά τιμών (αναξιοπιστία). Παράγοντες που επηρεάζουν την εφελκυστική αντοχή τοιχοποιίας :

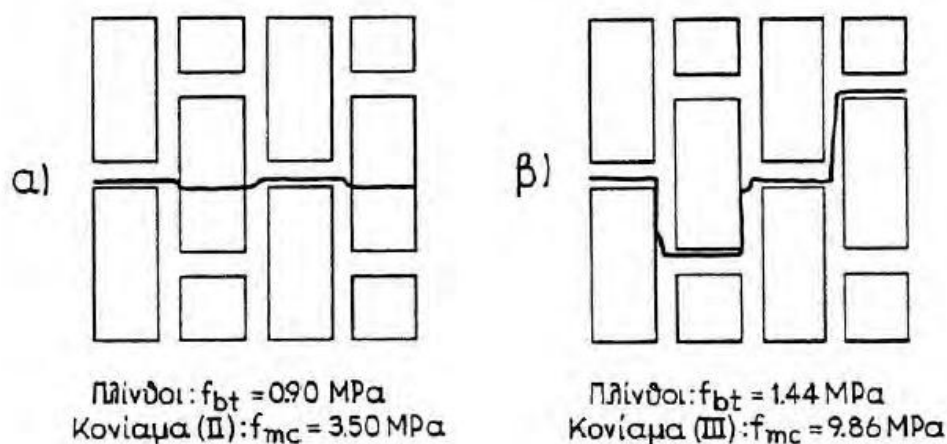
1. Αντοχή αρμού σε αποκόλληση (f_{jt}).
2. Εφελκυστική αντοχή κονιάματος (f_{mt}).
3. Συνοχή κονιάματος – πλίνθου (f_{js}).

Εφελκυστική αντοχή κάθετα στους οριζόντιους αρμούς (f_n^{wt}) : Αποκόλληση αρμών από υπέρβαση της μικρότερης από τις f_{jt} , f_{mt} .

Εφελκυστική αντοχή παράλληλα στους οριζόντιους αρμούς (f_p^{wt}) : Έντονη διαφοροποίηση αντοχών και τύπων αστοχίας.

Συνήθως η εφελκυστική αντοχή παράλληλα στους οριζόντιους αρμούς είναι μεγαλύτερη από την εφελκυστική αντοχή κάθετα σε αυτούς : $f_p^{wt} > f_n^{wt}$.

Οι Κανονισμοί κατά κανόνα δεν χρησιμοποιούν την εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας στο σχεδιασμό (non tension material). Αντίθετα, συνήθως προδιαγράφουν την καμπτική αντοχή τοιχοποιίας για φόρτιση κάθετα στο επίπεδό της (σεισμός, άνεμος).

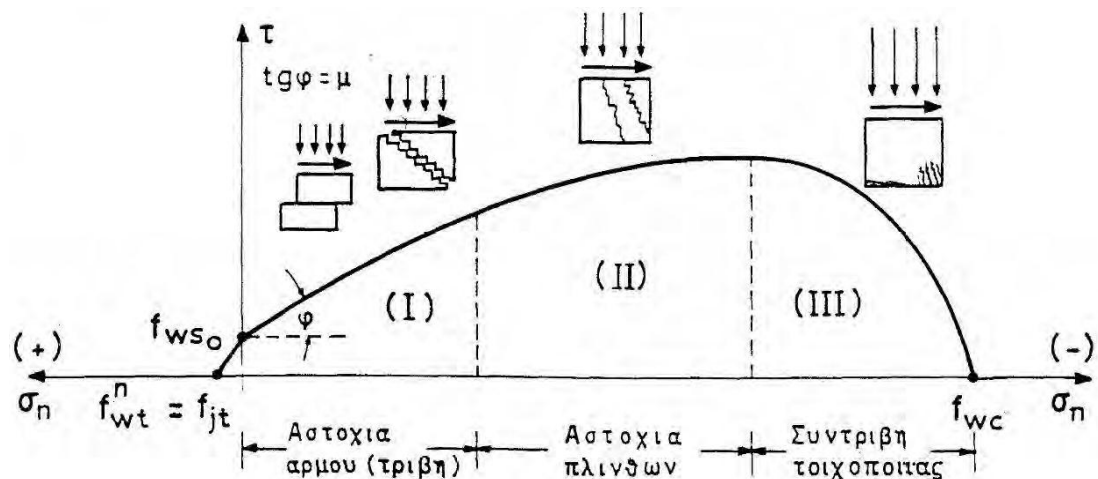


Εικόνα 4 Μορφές αστοχίας τοιχοποιίας υπό άμεσο εφελκυσμό παράλληλα προς τους οριζόντιους αρμούς. (α) Ασθενείς πλίνθοι, (β) Ισχυρές πλίνθοι

1.3.3 Διατμητική Αντοχή Τοιχοποιίας

Καθαρή διάτμηση δεν υπάρχει υπό πραγματικές συνθήκες. Στο επίπεδο των αρμών συνυπάρχουν με τις διατμητικές (τ) και ορθές τάσεις (σ_n) ακόμη και μόνο λόγω του ίδιου βάρους της τοιχοποιίας.

Πολύ χρήσιμη για το σχεδιασμό υπό σεισμικά φορτία είναι η περιβάλλουσα αστοχίας τοιχοποιίας υπό συνδυασμό (τ , σ_n), (βλέπε εικόνα.).



Εικόνα 5 Τυπική καμπύλη (σ_n, τ) αστοχίας τοιχοποιίας

Σχολιάζοντας το διάγραμμα, μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

1. Χαμηλές τιμές σ_n (περιοχή I) : Αστοχία τριβής – ολίσθησης οριζόντιου αρμού ή κλιμακωτή αποκόλληση και ολίσθηση κατακόρυφων και οριζόντιων αρμών (συνήθης μορφή διατμητικής αστοχίας τείχων). Αποδεκτό γενικά το γραμμικό κριτήριο αστοχίας Coulomb:

$$\tau_u = f_w s = f_{ws0} + \mu \sigma_n \quad (\text{όπου η θλιπτική αντοχή θεωρείται θετική})$$

2. Μέσες τιμές σ_n (περιοχή II) : Αστοχία από λοξή ρηγμάτωση που διαπερνά και πλίνθους. Συνήθως εμφανίζεται σε πεσσούς μεταξύ ανοιγμάτων.

3. Υψηλές τιμές σ_n (περιοχή III) : Αστοχία από συντριβή θλιβόμενης γωνίας. Αστοχία καμπτικού τύπου η οποία προηγείται της διατμητικής αστοχίας.
4. Περιοχή εφελκυστικής ορθής τάσης σ_n : Η περιβάλλουσα αστοχίας είναι σχεδόν ευθεία γραμμή με έντονη κλίση καθώς συνήθως ισχύει $f_{wso} > f_{jt}$.
5. Η μορφή της οριακής καμπύλης (τ , σ_n) επηρεάζεται έντονα από τα μηχανικά χαρακτηριστικά πλίνθων, κονιάματος και αρμού, αλλά και από το σχήμα των πλίνθων.
6. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται τιμές του συντελεστή τριβής (μ) για το αρχικό, σχεδόν ευθύγραμμο, τμήμα της καμπύλης (τ , σ_n) που κυμαίνονται συνήθως από 0.4 έως 0.7. Το τμήμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι αντιστοιχεί στη συνήθη περιοχή των ορθών τάσεων λειτουργίας της τοιχοποιίας.

1.4 Υλικά Κατασκευής

Τα παραδοσιακά κτίρια είναι στο σύνολο τους σχεδόν, κατασκευασμένα από φέρουσα τοιχοποιία που συμπληρώνεται από ξύλινα δομικά στοιχεία. Η κατασκευή τους ήταν τις περισσότερες φορές εμπειρική και γινόταν από τεχνίτες οι οποίοι είχαν πλήρη αντίληψη της κατασκευής και βαθιά γνώση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Κύρια υλικά κατασκευής μιας παραδοσιακής κατοικίας είναι τα εξής:

1. Πλίνθοι
2. Ξύλο
3. Κονιάματα

Σε νεώτερες κατασκευές έχει χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα και μέταλλο κυρίως για την κατασκευή πατωμάτων.

1.4.1 Πλίνθοι – Πετρώματα

Οι ωμές πλίνθοι ήταν γνωστές απο τους αρχαίους χρόνους σε όλη την έκταση της Μεσογείου και συνέχισαν να χρησιμοποιούνται και κατά τους αυτοκρατορικούς χρόνους. Συναντώνται περισσότερο στα τείχη. Από ένα απόσπασμα του Βιτρούβιου αναφέρει οτι η χρήση των ωμών πλίνθων ήταν περιορισμένη απο το νόμο, συνάγεται το συμπέρασμα οτι, εξαιτίας της πληθυσμιακής αύξησης στην πρωτεύουσα, οι ψηλές κατασκευές έγιναν απαραίτητες και άρα τα οπτά τούβλα ήταν αναγκαία για τη δόμηση, επειδή διέθεταν μεγαλύτερη αντοχή. Για το λόγο αυτό τα οπτά τούβλα έγιναν το κοινό οικοδομικό υλικό ιδιαίτερα για τα διαμερίσματα.

Τα τούβλα απαντώνται σε μεγάλη ποικιλία διαστάσεων, μπορούσαν να είναι ορθογωνικά, τριγωνικά και κυκλικά, μορφής κυκλικού δίσκου, για την κατασκευή στυλίσκων υπόκαυστων σε λουτρά. Ανάλογα με το χρόνο και τον τρόπο ψησίματος μπορούσαν να είναι έντονα κόκκινα, που προέκυπταν απο τις υψηλές θερμοκρασίας για να γίνουν

αδιάβροχα ή
κιτρινωπά, που
ψήνονταν

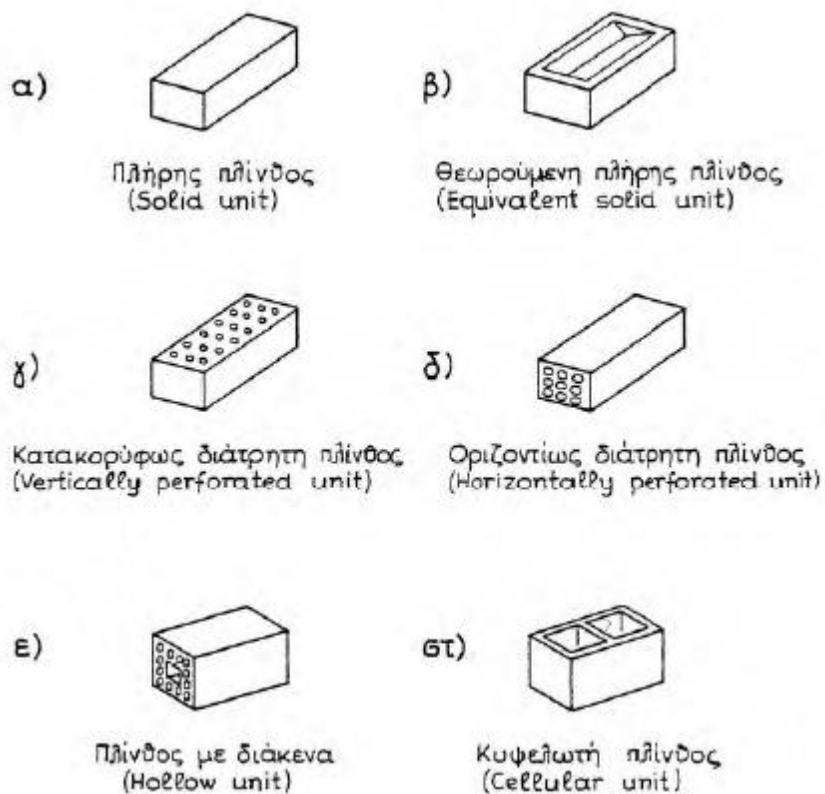
λιγότερο, ήταν πιο
πορώση για να
απορροφούν το
κονίαμα και να
παρέχουν

καλλύερο δέσιμο.

Η βιομηχανία που
αναπτύχθηκε

γύρω απο αυτά
γρήγορα

οργανώθηκε και η
κατασκευή τους
τυποποιήθηκε.



Εικόνα 6 Συνήθεις μορφές πλίνθων

Πίνακας 1 Πειραματικές τιμές αντοχής διαφόρων πετρωμάτων.

Πέτρωμα	Τύπος	Τόπος δοκιμών	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Πραγματικό ειδικό βάρος	Πορόδες $(\gamma - \gamma')/\gamma'$	Συντελεστής θερμικής διαστολής
			γ' (KN/m ³)	γ' (KN/m ³)	(% κατ' όγκο)	grad ⁻¹
Γρανίτης, Συηνίτης	E.	Η.Π.Α.	26.0 ÷ 30.4	26.0 ÷ 30.8	0.4 ÷ 3.8	$(6.3\div 9.0) \times 10^{-6}$
Διορίτης, Γάβρος	E.	Γερμανία	28.0 ÷ 30.0	28.5 ÷ 30.5	0.5 ÷ 1.2	-
Πορφυρίτης, Ανδρσειτής	E.	Γερμανία	25.5 ÷ 28.0	25.8 ÷ 28.3	0.4 ÷ 1.8	-
Βασάλτης	E.	Γερμανία	29.5 ÷ 30.0	30.0 ÷ 31.5	0.2 ÷ 0.9	-
Λάβα	E.	Γερμανία	22.0 ÷ 23.5	30.0 ÷ 31.5	20.0 ÷ 25.0	-
Διαβάσης	E.	Γερμανία	28.0 ÷ 29.0	28.5 ÷ 29.5	0.3 ÷ 1.1	-
Γραουβάκης	I.	Γερμανία	26.0 ÷ 26.5	26.4 ÷ 26.8	0.4 ÷ 2.0	-
Χαλαζιακός ψαμίτης	I.	Γερμανία	26.0 ÷ 26.5	26.4 ÷ 26.8	0.4 ÷ 2.0	-
Ηφαιστειακός τόφος	I.	Γερμανία	18.0 ÷ 20.0	26.2 ÷ 27.5	20.0 ÷ 30.0	-
Ασβεστόλιθος	I.	Η.Π.Α.	18.7 ÷ 26.9	27.0 ÷ 28.6	1.10 ÷ 31.0	$(4.2\div 22.0) \times 10^{-6}$
Ασβεστίτης - Δολομίτης	I.	Γερμανία	26.5 ÷ 28.5	27.0 ÷ 29.0	0.5 ÷ 2.0	-
Ψαμίτης	I.	Η.Π.Α.	22.0 ÷ 27.0	-	1.9 ÷ 27.3	$(5.0\div 12.0) \times 10^{-6}$
Τραβερίνης	I.	Γερμανία	24.0 ÷ 25.0	26.9 ÷ 27.2	5.0 ÷ 12.0	-
Γνεύσιος, Γρανουλίτης	M.	Γερμανία	26.5 ÷ 30.0	26.7 ÷ 30.5	0.4 ÷ 2.0	-
Μάρμαρο	M.	Η.Π.Α.	26.4 ÷ 28.6	27.2 ÷ 28.8	0.4 ÷ 2.1	$(3.6\div 16.0) \times 10^{-6}$
Σερπεντίνης	M.	Η.Π.Α.	25.0 ÷ 28.0	-	-	-
Σχιστόλιθος	M.	Η.Π.Α.	27.4 ÷ 28.9	27.7 ÷ 29.0	0.1 ÷ 1.7	$(9.4\div 12.0) \times 10^{-6}$

E. : Εκρηξιγενή, I. : Ιζηματογενή, M. : Μεταμορφωσιγενή

1.4.2 Ξυλεία

Το ξύλο υπήρξε απο τα αρχαιότερα υλικά δόμησης που οι έλληγνες φαίνεται να χρησιμοποιήσαν απο η Γεωμετρική ακόμη εποχή. Το ξύλο χρησιμοποιείται στις κατασκευές όχι μόνο ως αυτόνομο δομικό στοιχείο (π.χ. ως δοκός ή υποστύλωμα) αλλά και για την κατασκευή σύνθετων φορέων (στέγες, πατώματα, σαχισιά) και σε συνεργασία με άλλα υλικά. Το κυριότερο προσόν του είναι η μεγάλη σε σχέση με το βάρος του, μηχανική του αντοχή.



Στις παραδοσιακές κατασκευές το ξύλο χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή πατωμάτων, στεγών, τοιχοποιιών (τσατμαδότοιχοι) και υποστυλωμάτων. Χρησιμοποιείται

Εικόνα 7 Το σχολείο του Ρήγα Φεραίου στο Πήλιο. Παραδοσιακό κτίσμα από ημιλαξευμένη πέτρα και ένωση με ξυλοδεσιές.

ακόμη και σε συνεργασία με άλλα υλικά. Όπως αναφέρθηκε και πριν, το ξύλο συνεισφέρει στην αύξηση της ακαμψίας της τοιχοποιίας και της ικανότητας της να αναλαμβάνει εφελκυστικές δυνάμεις (με την προσθήκη οριζοντίων και σπανιότερα, κατακόρυφων ζωνών ενίσχυσης).

Πίνακας 2 Πειραματικές τιμές αντοχής διαφόρων ειδών ξυλείας

Είδος ξύλου	Μέτρο ελαστικότητας		Όριο αναλογίας	Αντοχή σε εφελκυσμό	Αντοχή σε θλίψη		Αντοχή σε διάτμηση	Αντοχή σε κάμψη
	(GPa)		(MPa)	(MPa)	(MPa)		(MPa)	(MPa)
	⓪	⊥	⓪	⓪	⓪	⊥	⊥	⓪
Δρυς	10.0 ÷ 11.0	0.8 ÷ 1.1	15.0 ÷ 50.0	100.0	40.0	15.0	30.0	60.0
Οξυά	13.0 ÷ 18.0	-	10.0 ÷ 60.0	130.0	35.0	-	-	67.0
Κωνοφόρα	9.0 ÷ 11.0	0.4 ÷ 0.8	15.0 ÷ 22.0	80.0	25.0	8.0	25.0	43.0

⓪ : Παράλληλα προς τις ίνες ⊥ : Κάθετα προς τις ίνες

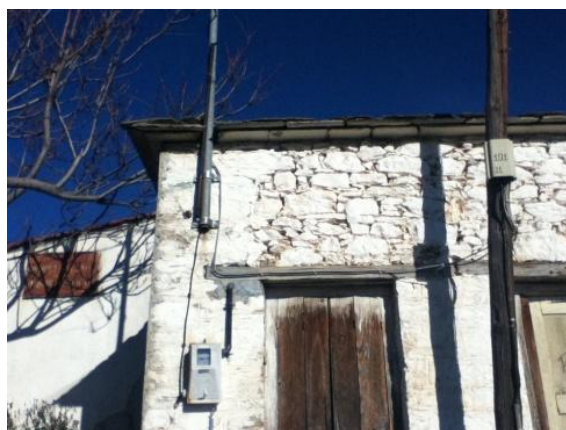
Το ξύλο συγκριτικά με τον λίθο αδυνατεί να φέρει υψηλές καμπτικές φορτίσεις το οποίο κατασκευαστικά συνεπάγεται μικρά ανοίγματα και περιοισμό σε αρχιτεκτονικές λύσεις.

1.4.3 Κονιάματα

Τα κονιάματα ήταν γνωστά απο την απώτατη αρχαιότητα. Τα ελληνικά κονιάματα ήαν διάσημα για την αντοχή και την ποιότητα τους. Οι Ρωμαία τα χρησιμοποίησαν από νωρίς για πολλούς λόγους, όμως απο τον 2^ο αιώνα π.Χ. αρχίζει μια καινούρια περίοδος. Μια νέα χρήση των κονιαμάτων αρχίζει να παρατηρείται. Εκτός απο επιχρίσματα είναι πλέον και συνδετικά, με βασικό υλικό τους τον ασβέστη, μαζί με άμμο ή θηραϊκή γή.πέρα απο την κατασκευή τοίχων με τούβλα, ξεκινά μια τεχνολογία χυτών υλικών που βασίζοταν στα κονιάματα και τον συνδιασμό τους με χαλίκια και λίθους μικρού μεγέθους (ρωμαϊκό σκυρόδεμα).

Τα κονιάματα που περιείχαν θηραϊκή γη διέθεταν υδραυλικές ιδιότητες και για το λόγο αυτό έβρισκαν εφαρμογή

Εικόνα 8 Παραδοσιακή κατοικία στις Μηλιές Πηλίου επικαλυπτόμενη με ασβεστοκονίαμα κυρίως για λόγους συντήρησης.



σε κατασκευές που χρειάζονταν υδατοστεγανότητα, όπως οι δεξαμενές και τα λουτρά.

Τα κονιάματα απέκτησαν σημαντική θέση στην κατασκευή. Η παραγωγή τους ήταν μια διαδικασία ξήρανσης, εξαιτίας της καύσης του ασβέστη, και επακόλουθης ύγρανσης. Επειδή το νερό μπορούσε να προστεθεί στα κοκκώδη υλικά προς ευκολία των χτιστών, η κατασκευή θόλων και τοιχοποιιών διευκολύνθηκε. Τά άμορφα, στεγνά συστατικά ήταν εύκολο να μετρηθούν και να διαχωριστούν σε εύκολα ελεγχόμενες ποσότητες. Το κονίαμα δόμησης συνήθως είναι των ακόλουθων τύπων:

1. Ασβεστοσιμεντοκονίαμα
2. Ασβεστοκονίαμα
3. Πηλοκονίαμα

Τα ασβεστοκονιάματα, παραγόμενα με ασβέστη και προσθήκη άμμου, μαρμαροκονίας ή κίσσηρης, χρησιμοποιήθηκαν για την επικάλυψη επιφανειών τοίχων, πατωμάτων και οροφών για προστασία και εξομάλυνση.

Η σύνηθης τεχνική επίχρισης των επιφανειών περιελάμβανε τρεις στρώσεις με κονίαμα, εκ των οποίων η πρώτη ήταν παχύτερη και αποτελούνταν από ασβέστη και χονδρόκοκκη άμμο, η δεύτερη συνήθως αποτελούνταν από ασβέστη, λεπτόκοκκο άμμο και λίγη μαρμαροκονία, πάχους 5 χιλιοστών περίπου, και η Τρίτη στις πιο σημαντικές κατασκευές, στις οποίες θα τοποθετούνταν τοιχογραφίες, αποτελούνταν από ασβέστη, και μαρμαροκονία, πάχους 30-5 χιλιοστών. Η επίχριση χρησιμοποιήθηκε σε κοινές τοιχοποιίες, αλλά και σε μνημειακές κατασκευές από πορώλιθο ή κογχυλίατη λίθο για εξομάλυνση των εξωτερικών επιφανειών τους και για την προστασία από την διάβρωση που μπορούσε να προκαλέσει το νερό της βροχής.

Πίνακας 3 Κατάταξη κονιαμάτων δόμησης τοιχοποιιών κατά τις Αμερικανικές προδιαγραφές

Τύπος Κονιάματος	Μέση θλιπτική αντοχή 28 ημερών		Σύνθεση σε μέρη κατ' όγκο		
	psi	MPa	Τσιμέντο	Υδράβεστος	Άμμος
M	2500	18.0	1.00	0.25	3.00
S	1800	13.0	1.00	0.50	4.50
N	750	5.5	1.00	1.00	6.00
O	350	2.5	1.00	2.00	9.00
K	75	0.5	1.00	4.00	15.00

Πίνακας 4 Κατάταξη κονιαμάτων δόμησης κατά τα Ευρωπαϊκά πρότυπα.

Τύπος Κονιάματος	Ελάχιστη θλιπτική αντοχή 28 ημερών σε MPa	Κατά προσέγγιση σύνθεση σε μέρη κατ' όγκο		
		Τσιμέντο	Υδράβεστος	Άμμος
M20	20	Ελέγχεται με δοκιμές		
M15	15	1	0+0.25	3.00
M10	10	1	0.25+0.50	4.00+4.50
M5	5	1	0.50+1.25	5.00+6.00
M2	2.5	1	1.25+2.50	8.00+9.00

1.4.4 Χάλυβας

Ονοματολογία - κωδικοποίηση ανοξειδίων χάλυβων. Για την κωδικοποίηση των ανοξειδίων χάλυβων εφαρμόζονται τα ακόλουθα συστήματα:

AISI (American Iron and Steel Institute: Αμερικανικό Ινστιτούτο Σιδήρου και Χάλυβα)

Μορφή: XXX

Το πρώτο ψηφίο υποδηλώνει την φάση του χάλυβα:

3XX Ωστενιτικός

4XX Μαρτενσιτικός/φερριτικός

6XX Σκληρυνόμενος με κατακρήμνιση (precipitation hardening)

Τα υπόλοιπα ψηφία δεν προσδιορίζουν κάποια συγκεκριμένη χημική σύνθεση. Πάντως με την αύξηση της τιμής XX αυξάνει η περιεκτικότητα σε χρώμιο.

Η προσθήκη του ψηφίου L μετά τον κωδικό του χάλυβα, π.χ. 304L, έχει την έννοια ότι η περιεκτικότητα σε άνθρακα περιορίζεται έως max 0,03% (οι συνήθεις τιμές είναι 0,08% max και ενίοτε μέχρι και 0,15%).

1.4.4.1 Χαρακτηριστικά Ανοξειδώτων Χαλύβων Οπλισμού

Σκυροδέματος

Ως χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος βρίσκουν συνήθως εφαρμογή οι ωστενιτικοί ανοξειδωτοί χάλυβες AISI 304 και AISI 316. Γενικώς, οι χάλυβες αυτοί έχουν μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα (C), σε θείο (S) και φωσφόρο (P), ενώ περιέχουν χρώμιο (Cr), νικέλιο (Ni), και ενδεχομένως μολυβδένιο (Mo), και γι' αυτό αναφέρονται και ως χρωμιονικελιούχοι

Πίνακας 5 Χημική Σύσταση ωστενιτικών χάλυβων AISI 304 & AISI 316

Στοιχείο	Περιεκτικότητα % κ.β.	
	Κατηγορία AISI 304	Κατηγορία AISI 316
C	< 0,08	< 0,08
Si	< 1	< 1
Mn	< 2	< 2
Ni	8-12	10-14
Cr	18-20	16-18
Mo	1-2	2-3
S	< 0,03	< 0,03
P	< 0,045	< 0,045

Οι ανοξειδωτοί χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος, χωρίς ψυχρή κατεργασία, έχουν χαμηλό όριο διαρροής, (ενδεικτικά γύρω στα 230 MPa), αλλά σχετικά μεγάλη εφελκυστική αντοχή. Η αύξηση του ορίου διαρροής επιτυγχάνεται με ψυχρή κατεργασία. Αναλόγως του βαθμού ψυχρής κατεργασίας, το όριο διαρροής μπορεί να φθάσει και μέχρι τα 800MPa. Οι συνήθεις κατηγορίες αντοχών που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι InE235, InE500, InE650, InE800 όπου ο αριθμός υποδηλώνει την χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής.

Σύμφωνα με υπό επεξεργασία ευρωπαϊκό Πρότυπο [XP A 35-014(E)], οι ανοξειδωτοί χάλυβες κατατάσσονται, ως προς τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους, σε τέσσερις κατηγορίες, ανεξαρτήτως της χημικής τους σύνθεσης.

Πίνακας 6 Ιδιότητες σε εφελκυσμό ανοξειδωτών χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος

Κατηγορία αντοχής	$f_{0,2}$ (MPa)		$f_t/f_{0,2}$		ϵ_u (%)	
	Χαρακτηριστική τιμή	Ελάχιστη τιμή	Χαρακτηριστική τιμή	Ελάχιστη τιμή	Χαρακτηριστική τιμή	Ελάχιστη τιμή
InE235	235	220	1,15	1,12	8	7
InE500	500	475	1,10	1,08	5	4
InE650	650	625	1,10	1,08	5	4
InE800	800	775	1,10	1,08	5	4

Οι μηχανικές ιδιότητες των χαλύβων των παραπάνω κατηγοριών είναι παραπλήσιες εκείνων των κοινών χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος της κατηγορίας B500A, αλλά όχι της κατηγορίας B500C. Οι αυξημένες αντοχές που παρουσιάζουν αποκτώνται με ψυχρή κατεργασία, και κατά κανόνα δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις όσον αφορά τον λόγο f_t/f_y και την ανηγμένη παραμόρφωση ϵ_u (για τους χάλυβες κατηγορίας B500C ισχύει $1,15 \leq f_t/f_y \leq 1,35$ και $\epsilon_u \geq 7.5\%$). Υπάρχει πάντως η τεχνική δυνατότητα για βιομηχανική παραγωγή χρωμονικελιούχων ανοξειδωτών χαλύβων με τα μηχανικά χαρακτηριστικά της κατηγορίας B500C.

Γενικώς, τα μέτρα ελαστικότητας (E και G) παρουσιάζουν μειωμένες τιμές (έως και κατά 20%), ενώ ο συντελεστής Poisson (ν) και ο συντελεστής θερμικής διαστολής (α_T) έχουν περίπου τις ίδιες τιμές με εκείνες των κοινών ανθρακούχων χαλύβων.

1.4.5 Σκυρόδεμα

Σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος μετράται σε 28 ημέρες σε κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 150mm και ύψος 300mm ή κυβικά δοκίμια ακμής 150mm. Χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου δοκιμίου f_{ck} ή κυβικού δοκιμίου $f_{ck,cube}$ θεωρείται εκείνη η τιμή αντοχής κάτω της οποίας υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου. Τα κυλινδρικά δοκίμια χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος. Τα κυβικά δοκίμια χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος. Ο

έλεγχος γίνεται σε πιστοποιημένα εργαστήρια ελέγχου ποιότητας. Ανάλογα με τη αντοχή του, το σκυρόδεμα διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

Πίνακας 7 Κατηγορίες σκυροδέματος

C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

όπου (π.χ.) για την κατηγορία C12/15 το σύμβολο C = concrete = σκυρόδεμα, 12 η αντοχή του κυλίνδρου και 15 η αντοχή του κύβου.



Εικόνα 9 Δοκίμια προς εργαστηριακό έλεγχο.

Οι κατηγορίες σκυροδέματος είναι οι ακόλουθες:

Πίνακας 8 Κατηγορίες σκυροδέματος και χαρακτηριστικές τιμές αυτών

Κατηγορία σκυρ/τος	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Fck	12	16	20	25	30	35	40	45	50
fctk 0,05	1.10	1.30	1.50	1.80	2.00	2.20	2.50	2.70	2.90
Fctm	1.60	1.90	2.20	2.60	2.90	3.20	3.50	3.80	4.10
fctk0,95	2.00	2.50	2.90	3.30	3.80	4.20	4.60	4.90	5.30
Fcm	20	24	28	33	38	43	48	53	58
Ecm	26	27.5	29	30.5	32	33.5	35	36	37

Πίνακας 9 Επεξήγηση συμβόλων

fck	Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή σκυροδέματος
fctk 0,05	Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο 5%
fctm	Μέση εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος
Ecm	Μέση τιμή επιβατικού μέτρου ελαστικότητας σκυροδέματος.
fcm	Μέση θλιπτική αντοχή σκυροδέματος
fctk0,95	Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο 95%

Παρατηρήσεις

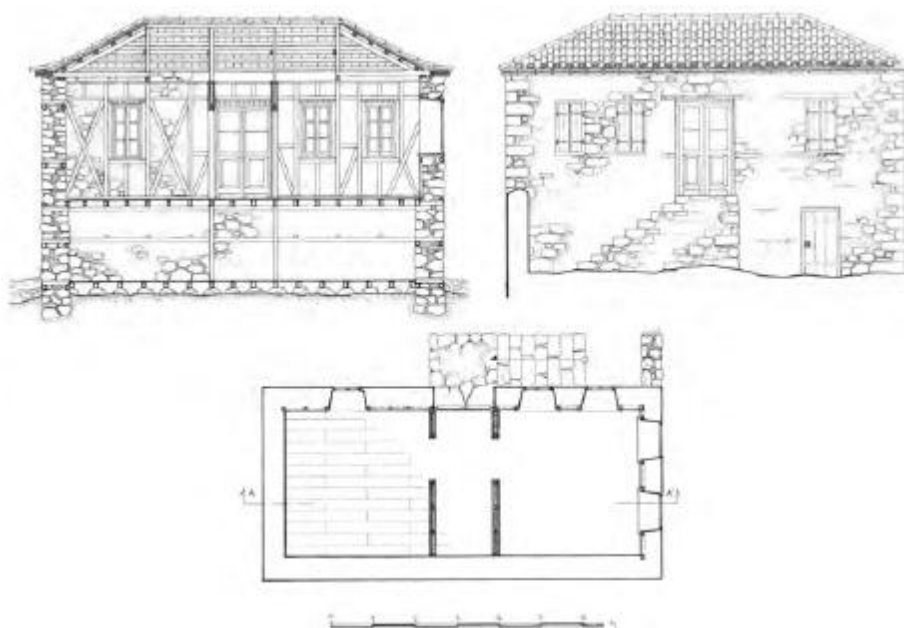
1. Η χρήση της κατηγορίας C12/15 σε οπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπεται μόνο για κτίρια χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας με τρείς το πολύ ορόφους.
2. Η χρήση της κατηγορίας C16/20 σε οπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπεται μόνο:
 - Για κτίρια χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, ανεξαρτήτως του αριθμού των ορόφων.
 - Για κτίρια με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, με τρείς το πολύ ορόφους,
3. Για **προεντεταμένο σκυρόδεμα δεν επιτρέπονται οι κατηγορίες C12/15 , C16/20 & C20/25**. Γενικά το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται στις προεντεταμένες κατασκευές έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:
 - υψηλή αντοχή (παρατηρήσεις)
 - περιορισμένη συστολή πήξεως
 - περιορισμένο ερπυσμό
 - χαμηλή θερμότητα πήξεως

2. ΣΟΙΧΕΙΑ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Εισαγωγή

Ο φέρων οργανισμός κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία εμφανίζει πολύ μεγάλη ποικιλία τύπων. Βασικά στοιχεία που καθορίζουν τη συμπεριφορά των κτιρίων και συγχρόνως αποτελούν παράγοντες διάκρισης τους σε κατηγορίες είναι:

1. Ο τύπος των πατωμάτων και στεγών (οριζόντιος φέρων οργανισμός).
2. Ο τύπος των φερουσών τοιχοποιιών (κατακόρυφος φέρων οργανισμός).
3. Η ύπαρξη ή μη και ο τύπος διαζωμάτων και ελκυστήρων.



Εικόνα 10 Κάτοψη, Όψη και Τομή στενωμέτρωπου μακρυναριού. Αυτός ο τύπος είναι ο πλέον διαδεδομένος στον οικισμό της Ερεσού⁹

⁹ Παραδοσιακή Αντισεισμική Δόμηση στο Ανατολικό Αιγαίο : Η Περίπτωση της Ερεσού και της Περγάμου – Καρύδης Ν.

2.1 Συμπεριφορά κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία

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.

Τα φορτία που δέχεται κάθε κατασκευή μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες, τα κατακόρυφα φορτία (βαρύτητας και κινητά) και τα οριζόντια σεισμικά φορτία. Η απόκριση και η συμπεριφορά ενός κτιρίου για αυτά τα δύο είδη φόρτισης εξαρτάται από τον τύπο του φέροντος οργανισμού του.

1. Κατακόρυφα Φορτία

Η μεταβίβαση των κινητών κατακόρυφων φορτίων και των ιδίων βαρών των οριζοντίων 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 τους τύπους κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Αυτό οφείλεται κυρίως στην σχετικά υψηλή θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.

Τα τυχόν προβλήματα που παρουσιάζονται οφείλονται ως επί το πλείστον στην γήρανση των υλικών, στην αλλαγή χρήσης της κατασκευής, στις επεμβάσεις που γίνονται (προσθήκες, διαρρυθμίσεις κλπ) και φυσικά στον εξ αρχής κακό σχεδιασμό.

2. Οριζόντια Σεισμικά Φορτία

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμπεριφορά ενός κτιρίου κατά την διάρκεια μιας σεισμικής δόνησης κατά την οποία δέχεται οριζόντια σεισμικά φορτία. Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την αντίσταση μιας τοιχοποιίας σε σεισμό. Οι κύριοι είναι τα υλικά και ο τρόπος κατασκευής. Από τα αρχαία χρόνια γίνονταν προσπάθειες για ενίσχυση της τοιχοποιίας, αύξηση της ακαμψίας της και της ικανότητας της αναλαμβάνει εφελκυστικές δυνάμεις, με την προσθήκη οριζοντίων και σπανιότερα, κατακόρυφων ζωνών ενίσχυσης. Για αυτό τον σκοπό συνήθως χρησιμοποιείτο ξύλο.

Ενώ η φόρτιση υπό τα κατακόρυφα φορτία ορίζεται με σχετική σαφήνεια, κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει με την σεισμική φόρτιση. 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 μηχανικά και ειδικότερα τα δυναμικά χαρακτηριστικά του φέροντα οργανισμού.



Εικόνα 11 Διατηρητέο Κτίριο στο Γύθειο. Στο εσωτερικό του κτιρίου δεν διασώζονται τα πατώματα, τα οποία κυρίως λόγω παλαιότητας έχουν καταστραφεί.

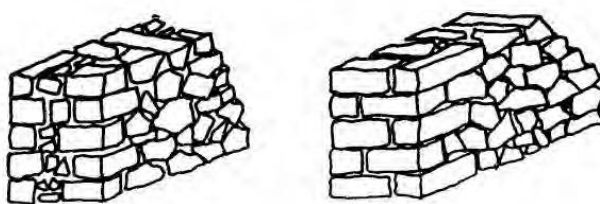


Εικόνα 12 Η εξωτερική κύρια όψη του διατηρητέου.

2.2 Τοιχοποιίες

Οι διάφοροι τύποι τοιχοποιίας μπορούν να διακριθούν σύμφωνα με το είδος των πλίνθων και τον τύπο δόμησης. Οι συνηθέστεροι τύποι τοιχοποιιών που συναντώνται σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία είναι οι ακόλουθοι:

1. Λιθοδομή φυσικών λίθων.
2. Πλινθοδομή (πλήρων οπτόπλινθων, διάτρητων οπτόπλινθων, ωμοπλίνθων)
3. Ξυλόπηκτη τοιχοποιία (τσατμάς)



Εικόνα 13 Τυπική Διαμόρφωση Αργολιθοδομής

Οι πλινθοδομές διάτρητων οπτόπλινθων και οι τσατμάδες έχουν χαμηλή αντοχή και συνήθως χρησιμοποιούνται ως εσωτερικοί διαχωριστικοί τοίχοι.

Κύριο χαρακτηριστικό των φερουσών τοιχοποιιών και ιδιαίτερα των λιθοδομών και των 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.

Το μέγεθος, το πλήθος αλλά κυρίως 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 τα θεμέλια. Η κατηγοριοποίηση των τοιχοποιιών γίνεται συνήθως με βάση το υλικό δόμησης τους. Στις παραδοσιακές κατασκευές συναντούμε λιθοδομές, πλινθοδομές και μικτές τοιχοποιίες.

Η τοιχοποιία είναι ένα υλικό που παρουσιάζει πολυμορφία και η πολυτυπία, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την μεγάλη δυσκολία προτυποποίησης υλικών και μεθόδων.



Εικόνα 14 Παραδοσιακή κατοικία στις Μηλιές Πηλίου. Η εξωτερική τοιχοποιία ανήκει στη κατηγορία της λιθοδομής

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

1. Λιθοδομή φυσικών λίθων.
2. Πλινθοδομή (πλήρων οπτόπλινθων, διάτρητων οπτόπλινθων, ωμοπλίνθων)
3. Ξυλόπηκτη τοιχοποιία (τσατμάς)

Το κονίαμα δόμησης συνήθως είναι των ακόλουθων τύπων:

1. Ασβεστοσιμεντοκονίαμα
2. Ασβεστοκονίαμα
3. Πηλοκονίαμα

Οι πλινθοδομές διάτρητων οπτόπλινθων και οι τσατμάδες έχουν χαμηλή αντοχή και συνήθως χρησιμοποιούνται ως εσωτερικοί διαχωριστικοί τοίχοι.

Κύριο χαρακτηριστικό των φερουσών τοιχοποιιών και ιδιαίτερα των λιθοδομών και των 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.

Το μέγεθος, το πλήθος αλλά κυρίως 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 τα θεμέλια.

2.2.1 Λιθοδομη

Οι λίθοι που χρησιμοποιούνται στην δόμηση τοιχοποιιών είναι συνήθως ορυκτοί και προέρχονται από εξόρυξη και περαιτέρω επεξεργασία πετρωμάτων. Από πυριγενή πετρώματα εξορύσσονται λίθοι όπως ο γρανίτης, ο πωρόλιθος κ.α., από στρωσιγενή (υδατογενή) ο ψαμμίτης, οι ασβεστόλιθοι κ.α., και από μεταμορφωσιγενή, το μάρμαρο, ο χαλαζίτης, οι σχιστόλιθοι κ.α. Στην Ελλάδα ο πιο διαδεδομένος λίθος είναι ο ασβεστόλιθος.

Ανάλογα με επεξεργασία που έχουν υποστεί διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. Αργοί λίθοι: μικρή ή καθόλου επεξεργασία

2. Ημίξεστοι, και
3. Ξεστοί: αυτοί που παίρνουν κανονικά σχήματα μετά από πλήρη επεξεργασία



Εικόνα 15 Σύγχρονη κατοικία με εξωτερική επένδυση με λαξευμένη πέτρα.

2.2.2 Ξηρολιθοδομές

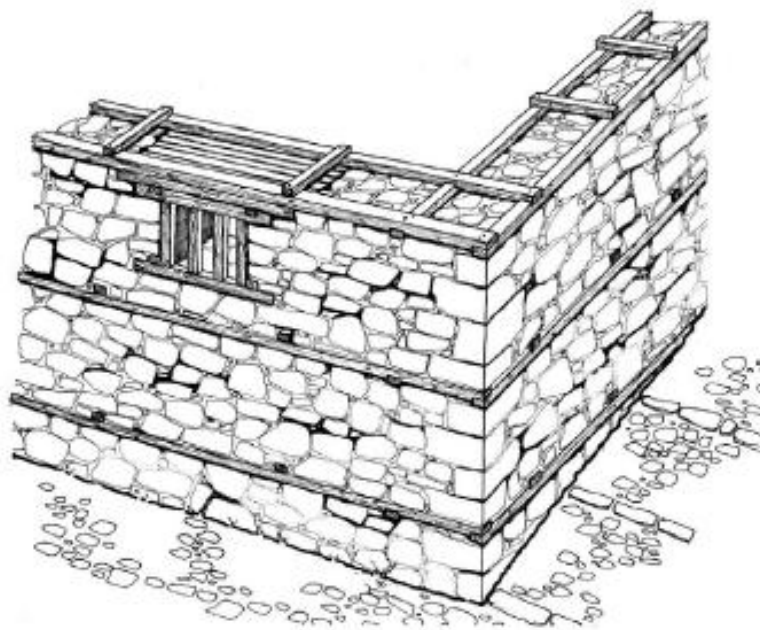
Είναι η παλαιότερη μέθοδος λιθοδομής, που τείνει σήμερα να εγκαταλειφθεί χρησιμοποιούμενη μόνο για πρόχειρες κατασκευές. Η δόμηση γίνεται χωρίς κονίαμα (μόνο με ξερό χώμα), με μικρή κατεργασία και με σωστή συνδεσμολογία των λίθων και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να προκύπτουν λεπτοί αρμοί και μικρότερα κενά. Τα αναπόφευκτα κενά γεμίζονται με μικρές λαξευτές πέτρες τις λατύπες (τσιβίκια). Το μέσο πάχος της ξηρολιθιάς είναι περίπου ίσο με το 1/3 του ύψους. Καταλληλότερες πέτρες για τις ξηρολιθιές είναι οι πλακοειδείς.



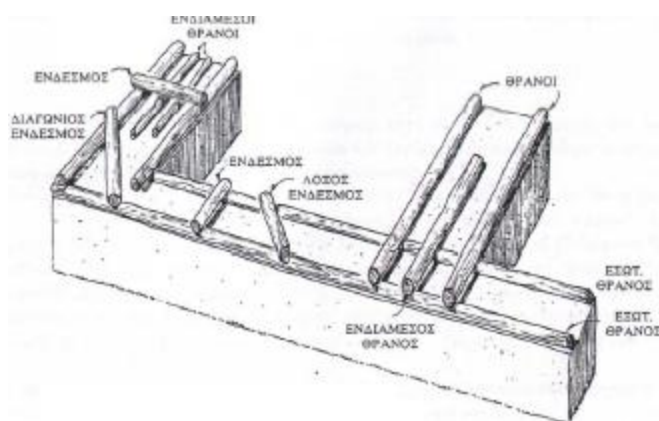
Εικόνα 16 Εγκαταλελημένο λίθινο κτίσμα.

2.2.3 Αργολιθοδομές

Στις αργολιθοδομές η δόμηση γίνεται με την χρήση κονιάματος. Χρησιμοποιούνται ακόμη σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευής τοίχων υπογείων, αντιστήριξης, περίφραξης αλλά και σε ανωδομές με τη μορφή επένδυσης. Οι αρμοί της πρόσοψης έχουν συνήθως πάχος 2-3 εκ. και γεμίζονται με κονίαμα.

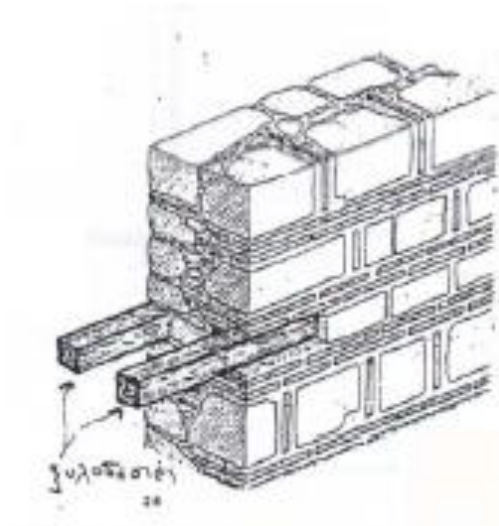


Εικόνα 17 Παράδειγμα Προοπτικής απεικόνισης λεπτομέρειας κατασκευής πετρινου τοίχου με ξυλοδεσιές¹⁰.

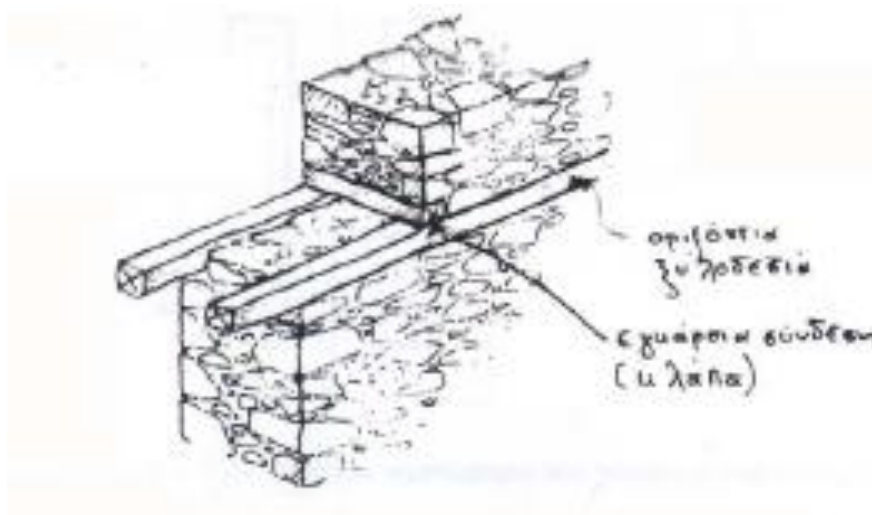


Εικόνα 18 Οριζόντια πλέγματα ξυλοδεσιάς

¹⁰ Στο σώμα της τοιχοποιίας αναπτύσσονται οριζόντιοι ελκυστήρες από ξύλινα στοιχεία (ξυλοδεσιές) οι οποίες εξασφαλίζουν τη λειτουργία των διασταυρούμενων τοιχοποιιών ως ενιαίου δομικού στοιχείου.



Εικόνα 19 Αφανείς ξυλοδεσιές της εποχής των Βυζαντινών χρόνων.



Εικόνα 20 Εμφανής τοποθέτηση ξυλοδεσιάς, μέθοδος που ακολουθήθηκε την τουρκοκρατία.

2.2.4 Ημιλαξευτές Λιθοδομές

Είναι η απλούστερη και φθηνότερη λιθοδομή, η οποία κατά κανόνα δομείται στην εμφανή όψη της με ημιλαξευτούς λίθους με επιπέδωση των παραπλεύρων εδρών, μέχρι βάθους τουλάχιστον 12 εκ., και στην εσωτερική όψη με αργούς λίθους. Για την σύνδεση των δύο αυτών λιθοδομών, χρησιμοποιούνται ανά αποστάσεις λίθοι μπατικοί. Η ημιλαξευτή λιθοδομή δεν κατασκευάζεται πλέον σε τοίχους χώρων κατοικίας, γιατί παρουσιάζει έντονο πρόβλημα θερμομόνωσης σε σχέση με την οπτοπλινθοδομή.



Εικόνα 21 Παραδοσιακή Κατοικία στα Χάνια Πηλίου, ημιλαξευτη λιθοδομή

2.2.5 Λαξευτές Λιθοδομές

Είναι από τα αρχαιότερα συστήματα λιθοδομών, με το οποίο έχουν κτιστεί σημαντικά μνημεία, αλλά σήμερα σπάνια εμφανίζεται ως τοιχοποιία, λόγω κυρίως του μεγάλου κόστους της.



Εικόνα 22 Λεπτομέρεια λαξευτής λιθοδομής



Εικόνα 23 Σύγχρονη κατοικία με εξωτερική τοιχοποιία λαξευτής λιθοδομής.

2.2.6 Πλινθοδομή

Πλινθοδομή. Οι πλινθοδομές διακρίνονται σε :

1. Ωμοπλινθοδομές
2. Οπτοπλινθοδομές¹¹

Ο τρόπος αυτός δόμησης είναι απο τους αρχαιότερους που απαντάται. Οι πλινθοδομές που κατασκευάζονταν ήταν απο ωμές πλίνθους σε συνεργασία με ξυλοδεσιές. Οι πλίνθοι χτίζονταν σε κανονικούς στοίχους, ώστε οι κατακόρυφοι αρμοί να διχοτομούν το μήκος των πλίνθων της υποκείμενης και υπερκείμενης στρώσης. Για την προστασία των πλινθοδομών απο την υγρασία των πλινθοδομών το κάτω μέρος τους κατασκευάζονταν απο λίθους συνδεόμενους με πηλό και ονομάζονταν λιθολόγημα, ενώ οι εξωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες τους καλύπτονταν απο επίχρισμα πηλού



Εικόνα 24 Διατηρητέο κτίριο στη Χαλκίδα.

¹¹Οι οπτοπλινθοδομές διακρίνονται σε :

- i. Συμπαγών πλίνθων με ή χωρίς σκάφη
- ii. Διάτρητων πλίνθων (με οριζόντιες οπές)
- iii. Διάκενων πλίνθων (με κατακόρυφες οπές ή διάκενα)

Άλλες όχι τόσο διαδεδομένες κατηγορίες τοιχοποιιών είναι :

Τσιμεντολιθοδομές - Γυψοδομές

1. Τσιμεντοπλίνθων βαρέως τύπου
2. Πλίνθων ελαφροσκυροδέματος (Κισσηρόπλινθοι)
3. Πλίνθων αεροσκυροδέματος
4. Γυψοπλίνθων (Για μη φέροντα ηχομονωτικά χωρίσματα)

Μικτές τοιχοποιίες

1. Λιθοπλινθοδομές
2. Ευλόπηκτες τοιχοποιίες (Τσατμάδες)
3. Σύνθετες τοιχοποιίες (Με επένδυση όψεως κ.τ.λ.)



Εικόνα 25 Τσιμεντόπλινθοι βαρέως τύπου βρίσκουν εφαρμογή σε δευτερεύουσες κατασκευές.

2.2.7 Μικτές (ξυλόπηκτες) Τοιχοποιίες

Οι ξυλόπηκτες τοιχοποιίες είναι γνωστές και ως τσατμάδες ή μπαγδατότοιχοι. Οι τσατμαδότοιχοι αποτελούνται από ξύλινο σκελετό τα κενά του οποίου γεμίζουν από πλίνθους, κεραμικά ή λιθοσύντριμμα, με συνδετικό υλικό σφήνωσης ασβεστοκονίαμα ή άργιλο και καλύπτονται με επίχρισμα. Στους μπαγδατότοιχους δεν τοποθετείται υλικό πλήρωσης, αλλά τοποθετούνται ξύλινα πηχάκια στις όψεις τα οποία επίσης καλύπτονται με επίχρισμα.

Οι τσατμαδότοιχοι ως φέροντες εξωτερικοί τοίχοι χρησιμοποιούνται μόνο σε μικρές κατοικίες (Άνω Πόλη) μέχρι δύο ορόφων. Σε μεγαλύτερα πολυώροφα κτίρια (μοναστήρια) χρησιμοποιούνται στους ανώτερους ορόφους ως εσωτερικοί διαχωριστικοί τοίχοι λόγω της μικρής φέρουσας ικανότητας τους. Οι μπαγδατότοιχοι χρησιμοποιούνται κυρίως ως διαχωριστικοί εσωτερικοί τοίχοι.

Οι τσατμαδότοιχοι ως φέροντες εξωτερικοί τοίχοι χρησιμοποιούνται μόνο σε μικρές κατοικίες (Άνω Πόλη) μέχρι δύο ορόφων. Σε μεγαλύτερα πολυώροφα κτίρια (μοναστήρια) χρησιμοποιούνται στους ανώτερους ορόφους ως εσωτερικοί διαχωριστικοί τοίχοι λόγω της μικρής φέρουσας ικανότητας τους. Οι μπαγδατότοιχοι χρησιμοποιούνται κυρίως ως διαχωριστικοί εσωτερικοί τοίχοι.

Γενικά πρόκειται για ιδιαίτερα ευπαθείς κατασκευές. Η ευπάθεια τους οφείλεται στο ότι είναι μικτές κατασκευές από ετερόκλιτα υλικά που δεν έχουν συνάφεια μεταξύ τους (κυρίως οι τσατμαδότοιχοι). Επιπλέον έχουν διαφορετικό συντελεστή διαστολής και παρουσιάζουν έτσι διαφορετική διόγκωση όταν υγραίνονται. Έτσι με την παραμικρή ένδειξη



Εικόνα 26 Μικτή τοιχοποιία

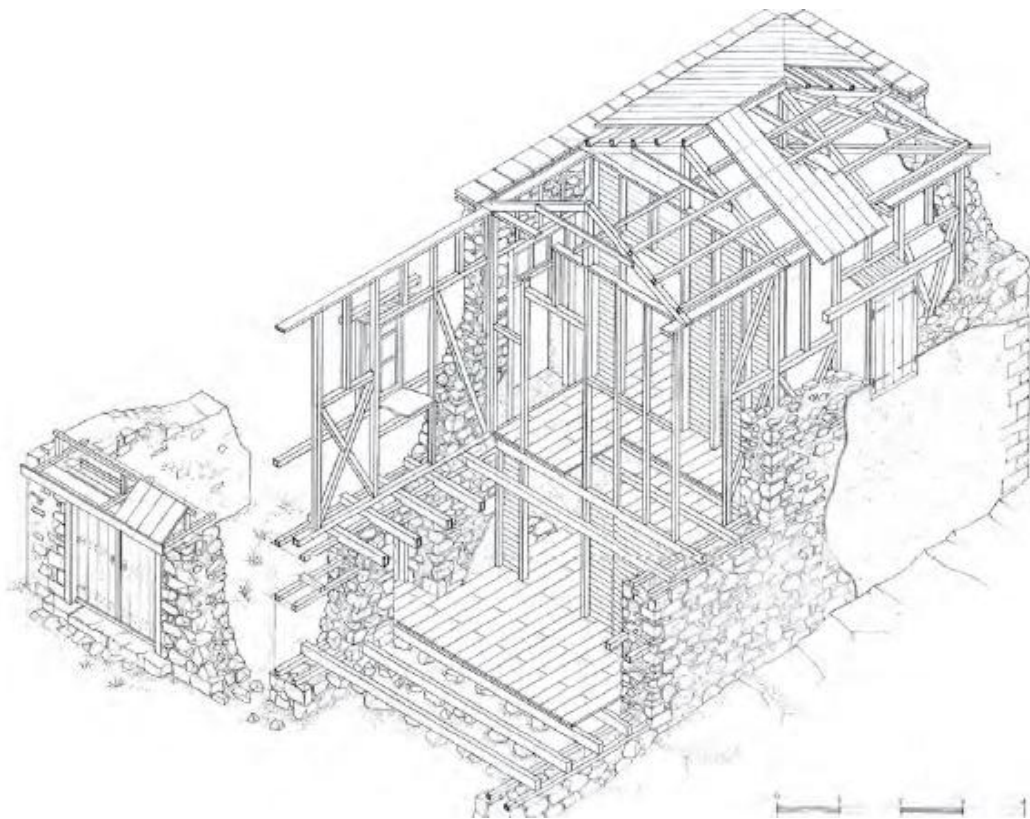
υγρασίας προκαλείται φούσκωμα των ξύλων και των υλικών πλήρωσης, και ρηγμάτωση των επιχρισμάτων.



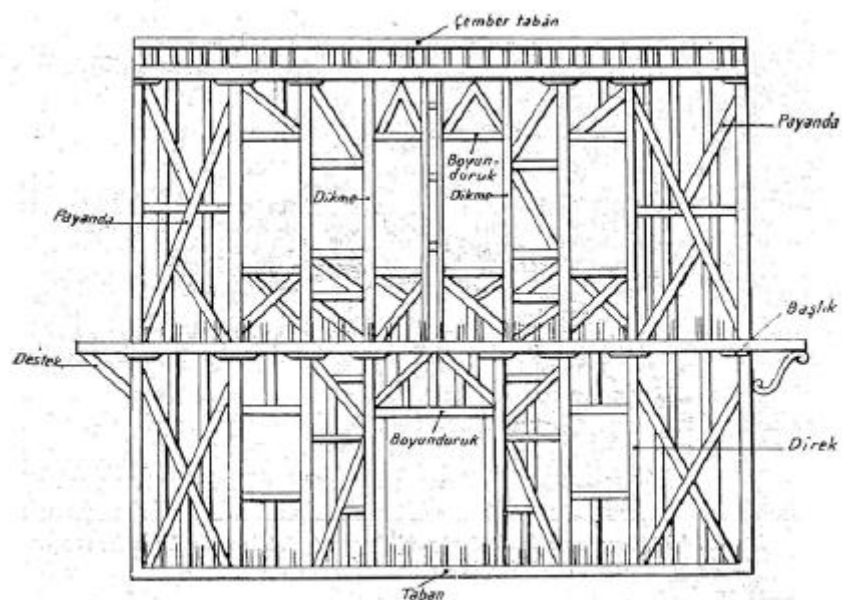
Εικόνα 27 Διατηρητέο κτίριο στη Χαλκίδα, όπου ο άνω όροφος είναι κατασκευασμένος από ξυλόπηκτη τοιχοποιία



Εικόνα 28 Ξυλόπηκτη κατασκευή



Εικόνα 29 Αξονομετρική τομή τυπικής διώροφης κατασκευής στην Ερεσό, με εμφανή τον ενισχυτικό ξύλινο φέροντα οργανισμό του ορόφου.¹²



Εικόνα 30 Στους ανώτερους ορόφους των κτιρίων ο Φ.Ο. είναι κατασκευασμένος από ξυλόπηκτες κατασκευές.

¹² Παραδοσιακή Αντισεισμική Δόμηση στο Ανατολικό Αιγαίο : Η Περίπτωση της Ερεσού και της Περγάμου – Καρύδης Ν.

2.3 Πατώματα

Τα πατώματα αναλαμβάνουν μέρος τόσο της στατικής λειτουργίας του κτιρίου (μεταφορά κατακόρυφων φορτίων, οριζόντια ακαμψία), όσο και λειτουργίες δημιουργίας χώρων. Στην απλούστερη του μορφή ένα ξύλινο πάτωμα αποτελείται από τα φέροντα του στοιχείου (δοκούς) και την επιφάνεια κίνησης (δάπεδο) που αποτελείται από σανίδες.

Όπως και οι στέγες, έτσι και τα πατώματα λειτουργούν διαφραγματικά κυρίως κατά την διεύθυνση των δοκών. Με τις κατάλληλες εγκάρσιες συνδέσεις, μπορούν να αποκτήσουν ακαμψία και κατά την εγκάρσια στους δοκούς διεύθυνση.

Η επιφάνεια κίνησης μπορεί να αποτελείται από σανίδες, μάρμαρο, σχιστόπλακες, πήλινα πλακίδια κ.α. Για την πρόσδωση στα πατώματα θερμομονωτικών και ηχομονωτικών ιδιοτήτων χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά, όπως λάσπη, άμμος και πλίνθοι.

Η κάτω επιφάνεια των πατωμάτων συνήθως επενδύεται, όχι μόνο για αισθητικούς λόγους αλλά και γιατί με την προσθήκη στα κενά που δημιουργούνται καταλλήλων υλικών, το πάτωμα μπορεί να αποκτήσει



θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες.

Εικόνα 31 Προετοιμασία τοποθέτησης πατωμάτος

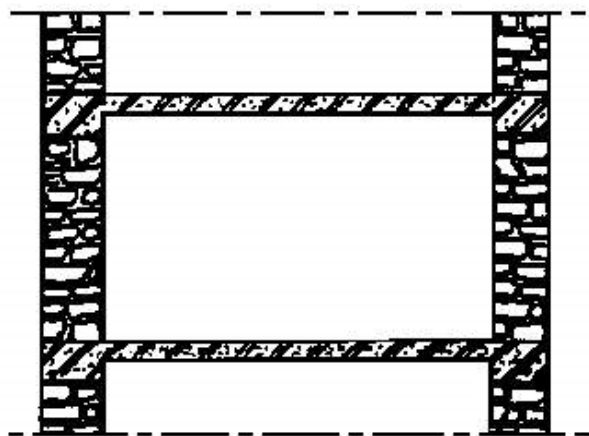
Το βασικό μηχανικό χαρακτηριστικό των πατωμάτων που επηρεάζει καθοριστικά τη συμπεριφορά των κτιρίων υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση είναι η ακαμψία μέσα στο επίπεδο τους και συνεπακόλουθα ο βαθμός στον οποίο λειτουργούν ως διαφράγματα δεσμεύοντας τις μετατοπίσεις των τοίχων της περιμέτρου τους. Οι τύποι πατωμάτων που συνήθως συναντώνται σε διατηρητέα κτίρια είναι:

1. Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.
2. Πλινθόκτιστα καμαρωτά πατώματα επί σιδηροδοκών. Μερική διαφραγματική λειτουργία σε διαφορετικό βαθμό κατά διεύθυνση.

3. Ξύλινα πατώματα (σανίδωμα επί ισχυρών ξύλινων δοκών): Ελαφρά και εύκαμπτη κατασκευή με ουσιαστικά ανύπαρκτη διαφραγματική λειτουργία και έντονα ανισότροπη συμπεριφορά.
4. Βαριά θολωτά πατώματα μεγάλου πάχους: Πρόκειται για καμαρωτούς ή θολωτούς φορείς στο χώρο που ασκούν ισχυρές οριζόντιες ωθήσεις στους περιμετρικούς τοίχους.

2.3.1 Πλάκες Οπλισμένου Σκυροδέματος

1. 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.
2. Με την προϋπόθεση ότι στηρίζονται και συνδέονται επαρκώς με τις υποκείμενες τοιχοποιίες και στις τέσσερις πλευρές τους, μεταφέρουν τα κατακόρυφα φορτία σύμφωνα με τη γνωστή μέθοδο του χωρισμού της επιφάνειάς τους σε τρίγωνα και τραπέζια και διανέμουν τις σεισμικές τέμνουσες στις υποκείμενες τοιχοποιίες ανάλογα με τη δυσκαμψία τους ανεξάρτητα από τη διεύθυνση της σεισμικής καταπόνησης (ισότροπη διαφραγματική λειτουργία).
3. Το βάρος των πλακών οπλισμένου σκυροδέματος συγκρινόμενο με αυτό των άλλων τύπων πατωμάτων είναι μέσο έως μεγάλο ανάλογα με το μέγεθος του ανοίγματος που
4. καλούνται να γεφυρώσουν.
5. Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό κατακόρυφα φορτία επί των τοιχοποιιών στις οποίες στηρίζονται.



Εικόνα 32 Ακαμπτές πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος

2.3.2 Πατώματα επί Σιδηροδοκών με Πλινθοπλήρωση

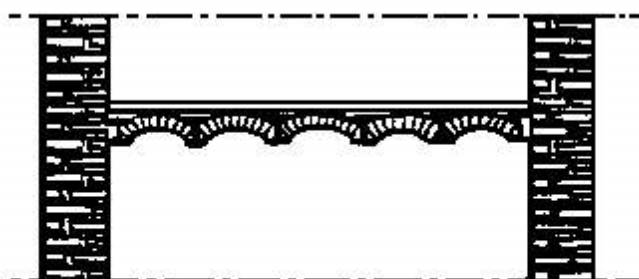
Αποτελούνται από φέρουσες σιδηροδοκούς (διπλά T) ανά αποστάσεις 0.60m περίπου και διακρίνονται σε δύο τύπους ανάλογα με το είδος της πλινθοπλήρωσης. Ελαφρού τύπου με πλακοειδείς επίπεδες διάτρητες πλίνθους που γεφυρώνουν το κενό με απλή παράθεσή τους μεταξύ των σιδηροδοκών (τύπος βI), και βαρέως τύπου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

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

Οι σιδηροδοκοί διήκουν κατά τη μικρή διάσταση του χώρου και κατά συνέπεια μεταφέρουν τα κατακόρυφα φορτία μόνο στο ζεύγος των επιμήκων υποκείμενων τοιχοποιιών. Το πάτωμα εμφανίζει 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 επίπεδων πλίνθων και σιδηροδοκών.

Το βάρος τους κυμαίνεται από σχετικά μικρό έως μέσο για τα ελαφρού τύπου πατώματα επίπεδης πλινθοπλήρωσης και από μέσο έως μεγάλο για τα βαρέως τύπου πατώματα με καμαρωτή πλινθοδόμηση. Σημαντικό μέρος του βάρους αποτελεί και η επιπεδωτική στρώση μέχρι το άνω πέλμα των σιδηροδοκών.



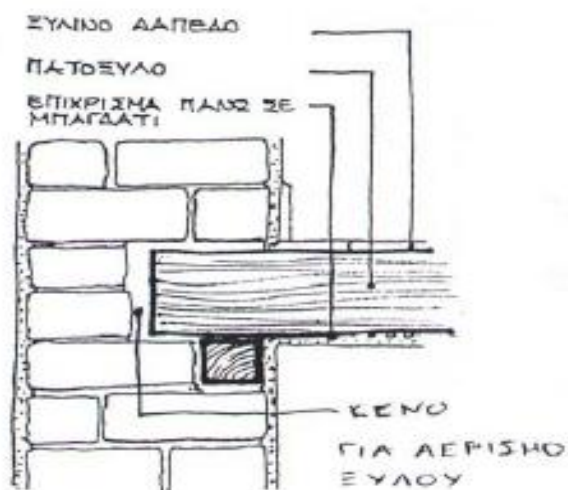
Εικόνα 33 Πλιθόκτιστα καμαρωτά πατώματα επί σιδηροδοκών

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 μέσω εγκάρσιων μεταλλικών ράβδων – ελκυστήρων, που συνδέουν τις σιδηροδοκούς μεταξύ τους.

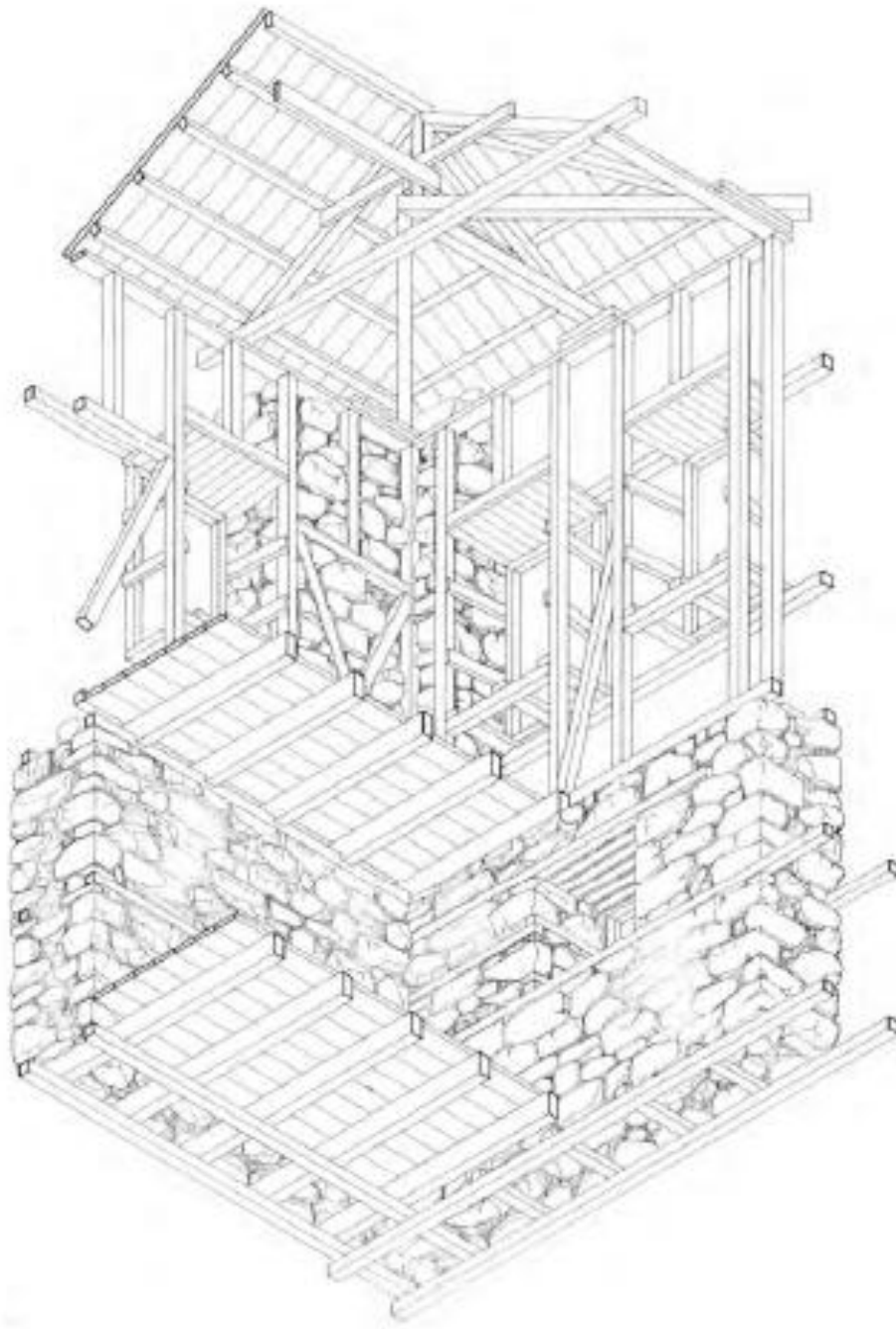
2.3.3 Ξύλινα Πατώματα (σανίδωμα επί ισχυρών ξύλινων δοκών)

1. Αποτελούνται από σανίδες, σε απλή παράθεση ή συνδεδεμένες με διαμήκη εντορμιά(ραμποτέ), καρφωμένες επί ισχυρών ξύλινων δοκών (πατόξυλα) ανά αποστάσεις 0.40 έως 0.60m περίπου. Πολύ σπάνια το σανίδωμα είναι διπλό, αποτελούμενο από δύο επάλληλες στρώσεις διασταυρούμενων σανίδων. Πολλές φορές υπάρχει ελαφρό ταβάνωμα (λεπτό μη φέρον σανίδωμα) καρφωμένο επί των κάτω πελμάτων των ξύλινων δοκών.
2. Εξασφαλίζουν μικρή και σε περίπτωση διπλού σανιδώματος μέση δυσκαμψία στο επίπεδό τους με αντίστοιχη διαφοροποίηση του βαθμού διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος.¹³
3. Τα πατόξυλα διήκουν κατά τη μικρή διάσταση του χώρου και κατά συνέπεια μεταφέρουν τα κατακόρυφα φορτία μόνο στο ζεύγος των επιμήκων υποκείμενων τοιχοποιιών. Το πάτωμα εμφανίζει 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.
4. Το βάρος τους είναι σχετικά μικρό.
5. Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία επί των φερουσών τοιχοποιιών.



Εικόνα 34 Λεπτομέρεια κατασκευής ξύλινου πατώματος.

¹³ Στα σύγχρονα πατώματα το ενδιάμεσο σανίδωμα έχει αντικατασταθεί από plywood



Εικόνα 35 Αξονομετρική τομή γωνίας κτιρίου όπου φαίνεται η σύνδεση του φέροντος οργανισμού της στέγης με τον ξύλινο σκελετό και τη λιθοδομή που αποτελούν τους εξωτερικούς τοίχους.

2.3.4 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.

Εξασφαλίζουν μεγάλη δυσκαμψία και ισχυρή διαφραγματική λειτουργία, 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 καμάρας μονής καμπυλότητας είναι αμφίβολη έως ανύπαρκτη η δομητική σύνδεση με τους τοίχους κάθετα στη διεύθυνση των γενετειρών της καμάρας.

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.



Εικόνα 36 Πέτρινη θολωτή είσοδος

2.4 Στέγη

Οι στέγες έχουν ως κύριο ρόλο την προστασία του εσωτερικού της κατασκευής και των χρηστών της από τα καιρικά φαινόμενα (ήλιος, βροχή, άνεμος). Πέραν όμως αυτού του προφανούς ρόλου, οι στέγες μπορεί υπό προϋποθέσεις να λειτουργούν και ως διαφράγματα. Τα διαφράγματα συνδέουν τις τοιχοποιίες και τις αναγκάζουν να συνεργάζονται κατά την διάρκεια ενός σεισμού αυξάνοντας έτσι την ακαμψία τους.

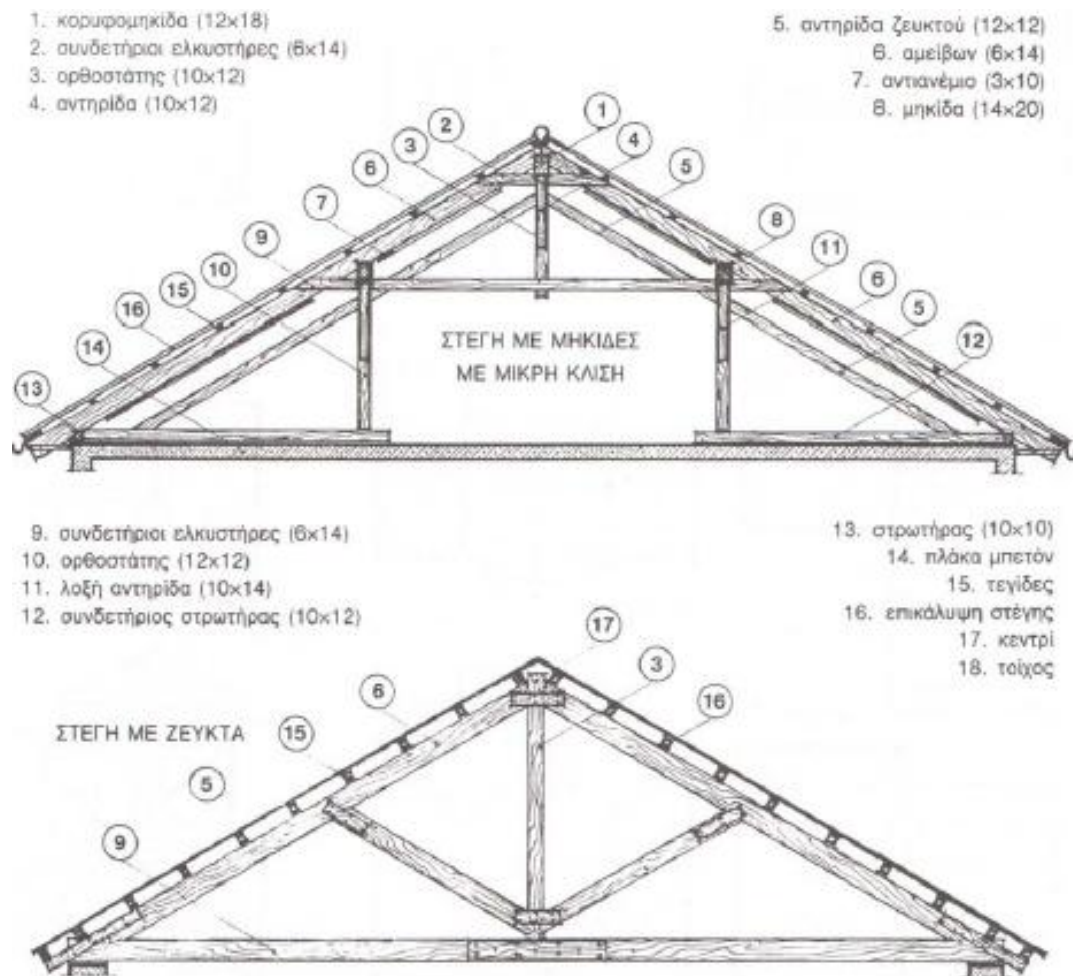
Η διαμόρφωση μιας στέγης εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, τα φορτία λειτουργίας της, τα διαθέσιμα υλικά και την μορφολογία της κατασκευής που καλείται να καλύψει.

2.4.1 Φέρων Οργανισμός

Στην πιο απλή του μορφή, ο φέρων οργανισμός μιας στέγης αποτελείται από παράλληλες δοκούς που εδράζονται σε δύο απέναντι τοίχους, ασύνδετες μεταξύ τους, πάνω στις οποίες τοποθετείται επικάλυψη από σανίδες, κεραμίδια, σχιστόπλακες ή κάποιο άλλο υλικό. Για την κάλυψη μεγαλύτερων ανοιγμάτων είναι απαραίτητη η χρήση ζευκτών. Οι στέγες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν διαφραγματικά κατά την διεύθυνση των δοκών ή ζευκτών. Για να λειτουργήσει η στέγη και στις δύο διευθύνσεις είναι απαραίτητη η σύνδεση των ζευκτών μεταξύ τους, ή η κατασκευή ενός χωροδικτύωματος. Στη σωστή διαφραγματική λειτουργία μιας στέγης σημαντικό ρόλο παίζει και η σωστή σύνδεση της με την τοιχοποιία.



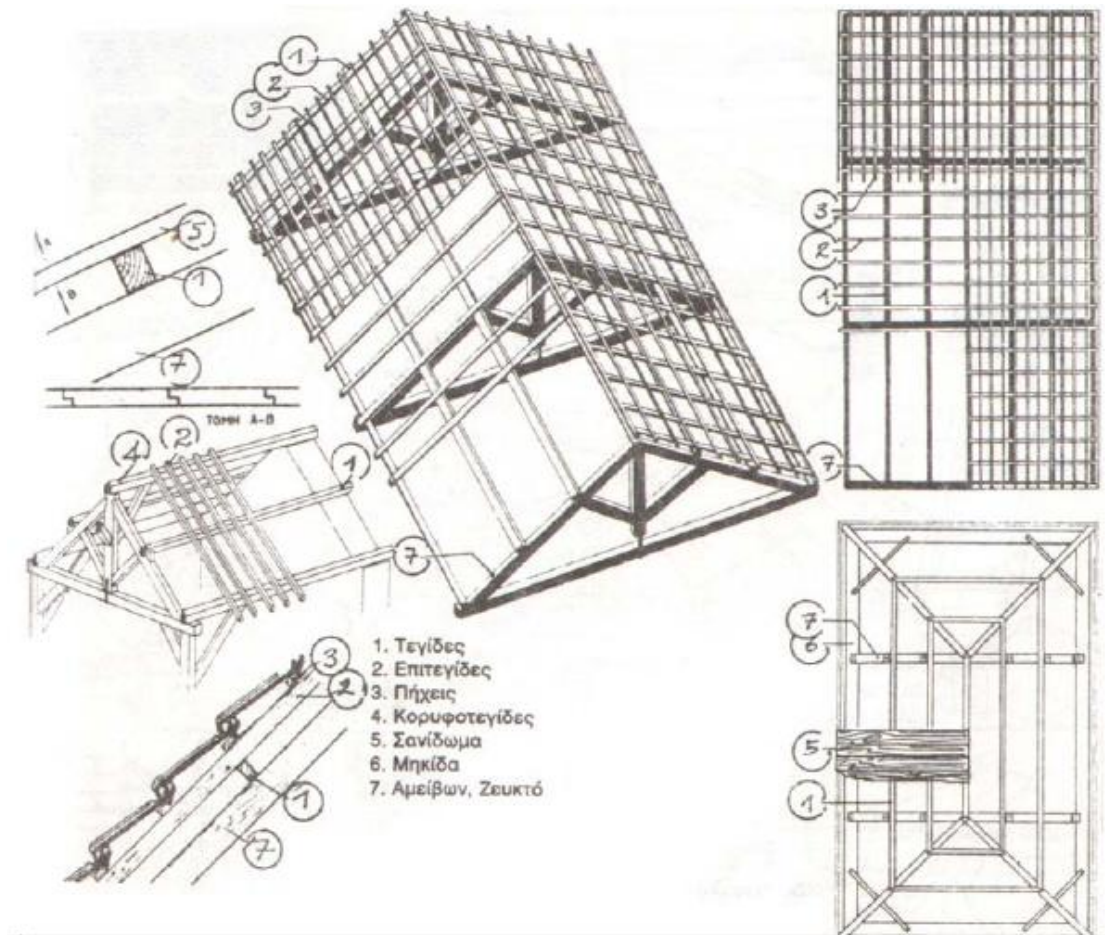
Εικόνα 37 Σκελετός ξύλινης στέγης



Εικόνα 38 Στέγη με μηκίδες με μικρή κλίση & στέγη με ζευκτά.

Πίνακας 10 Κατασκευαστικά στοιχεία στέγης.

1 Κορυφομηκίδα	10 Ορθοστάτης
2 Συνδετήριοι	11 Ελκυστήρες Λοξή Αντηρίδα
3 Ορθοστάτης	12 Συνδετήριος Στρωτήρας
4 Αντηρίδα	13 Στρωτήρας
5 Αντηρίδα Ζευκτού	14 Πλάκα Μπετόν
6 Αμείβων	15 Τειγίδες
7 Αντιανέμιο	16 Επικάλυψη Τειγίδας
8 Μηκίδα	17 Κεντρί
9 Συνδετήριοι	18 Ελκυστήρες Τοίχος



Εικόνα 39 Κάτοψη, λεπτομέρεια, προοπτικό, ξυλότυπος στέγης.

Πίνακας 11 Κατασκευαστικά στοιχεία στέγης.

1 Τεγίδες
2 Επιτεγίδες
3 Πήχαις
4 Κορυφοτεγίδες
5 Σανίδωμα
6 Μηκίδα
7 Αμείβων, Ζευκτά

2.4.2 Επικαλύψεις Στεγών

Η επικάλυψη της στέγης είναι το σύνολο των υλικών που τοποθετούμε πάνω στον φέροντα οργανισμό για στεγάνωση και μόνωση. Τα βασικά υλικά που χρησιμοποιούνται στις παραδοσιακές κατασκευές για επικάλυψη είναι το ξύλο (σανίδες), τα κεραμίδια και οι σχιστόπλακες.

Οι στέγες κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία αποτελούνται συνήθως από ξύλινα ζευκτά ανά αποστάσεις 0.8 έως 2.0m με τεγίδες, σανίδωμα και επικάλυψη. Τα ζευκτά εδράζονται στο κορυφαίο διάζωμα των φερουσών τοιχοποιιών ή σε ξύλινες δοκούς (ποταμοί) ενσωματωμένες κατά μήκος της στέγης των τοίχων. Η εγκάρσια σύνδεση των ζευκτών εξασφαλίζεται μέσω εγκάρσιων συνδέσμων σε κατακόρυφα επίπεδα, καθώς και μέσω των ξύλινων τεγίδων ή και του σανιδώματος. 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. Τέλος, στην πολύ συνηθισμένη περίπτωση ακανόνιστης κάτοψης με προεξέχουσες πτέρυγες η στέγη προκύπτει ακανόνιστης μορφής. Τα χαρακτηριστικά και οι προϋποθέσεις της ορθής μηχανικής συμπεριφοράς των ξύλινων στεγών είναι τα ακόλουθα:

1. Η άρτια δικτύωση των ζευκτών (ύπαρξη επαρκών ορθοστατών και διαγωνίων ράβδων)
2. Η εξασφάλιση της συνέχειας στις ματίσεις των επιμήκων δοκών κάτω πέλματος
3. Οι ισχυρές συνδέσεις στους κόμβους
4. Η επαρκής σύνδεση των ζευκτών στις θέσεις έδρασής τους με ξύλινους ποταμούς ή προτιμότερο με ισχυρό κορυφαίο διάζωμα
5. Η ύπαρξη ισχυρών εγκάρσιων συνδέσμων ή ισχυρού πλήρους σανιδώματος

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



Εικόνα 40 Λεπτομέρεια Επικάλυψης



Εικόνα 41 Λεπτομέρεια Επικάλυψης



Εικόνα 42 Λεπτομέρεια Ζευκτού



Εικόνα 43 Παραδοσιακή Στέγη

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:

1. Ελαφρά κεραμίδια ευρωπαϊκού τύπου (Γαλλικά)
2. Ρωμαϊκά ή Βυζαντινά καρφωτά κεραμίδια
3. Βυζαντινά κολυμβητά κεραμίδια (στρωτήρες, καλυπτήρες)
4. Επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες

Πολλές φορές η ανεπαρκής δικτύωση των ζευκτών έχει ως συνέπεια έντονη καμπτική καταπόνηση των ράβδων άνω και κάτω πέλματος και σημαντικές βυθίσεις με συνέπεια την έδραση της στέγης επί των εσωτερικών 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.

Οι στέγες κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία αποτελούνται συνήθως από ξύλινα ζευκτά με σανίδωμα και επικεράμωση. Τα ζευκτά εδράζονται στο κορυφαίο διάζωμα, ή σε ξύλινες δοκούς (ποταμοί) ενσωματωμένες κατά μήκος της στέγης των τοίχων. Οι ξύλινες στέγες είναι σε θέση να αναπτύξουν μερική διαφραγματικά λειτουργία κατά την διεύθυνση των ζευκτών, όχι όμως και στην εγκάρσια διεύθυνση, καθώς η εγκάρσια σύνδεση των ζευκτών είναι συνήθως ανεπαρκής. Προϋπόθεση της διαφραγματικής λειτουργίας είναι η άρτια δικτύωση των ζευκτών και η επαρκής αγκύρωση τους στους ξύλινους ποταμούς, ή στο κορυφαίο περιμετρικό διάζωμα της τοιχοποιίας. Πολλές φορές και συνηθέστερα όταν η στέγη εδράζεται και επί εσωτερικών τοιχοποιιών, τα ζευκτά δεν είναι στατικώς πλήρεις αυτοφερόμενοι φορείς (απουσία ή πλημμελής μάτιση των ξύλινων δοκών των κάτω πελμάτων), με αποτέλεσμα την άσκηση ισχυρών ωθήσεων από τους κεκλιμένους αμείβοντες επί των περιμετρικών τοιχοποιιών.

2.5 Μέσα Σύνδεσης Ξύλινων Δομικών Στοιχείων

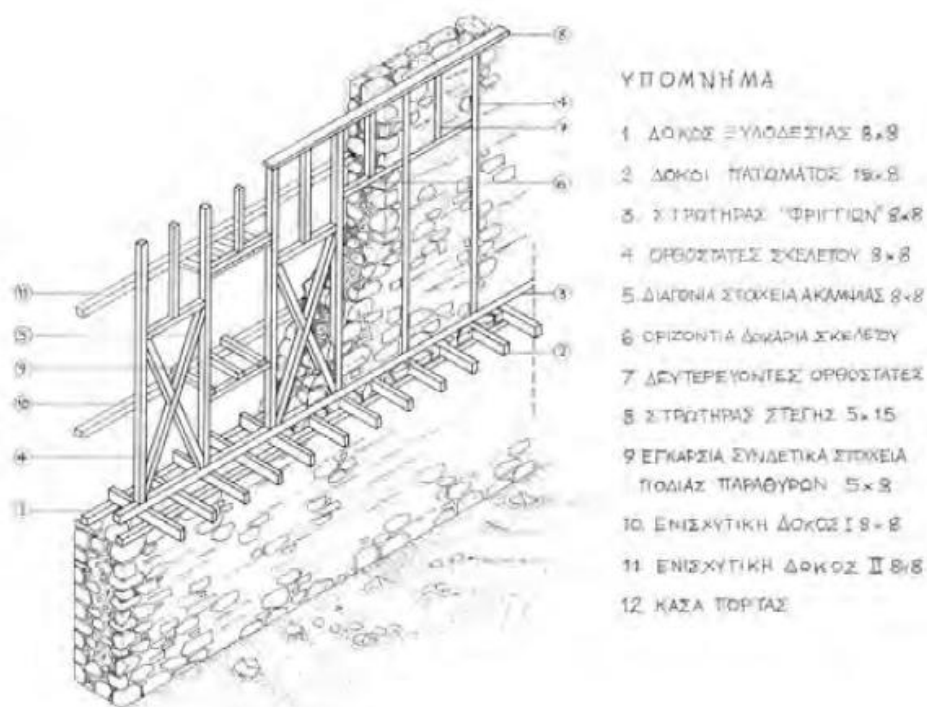
Τα κύρια μέσα σύνδεσης ξύλινων δομικών στοιχείων είναι:

1. Η συγκόλληση
2. Ξύλινα μέσα σύνδεσης
3. Μεταλλικά μέσα σύνδεσης

Συγκόλληση

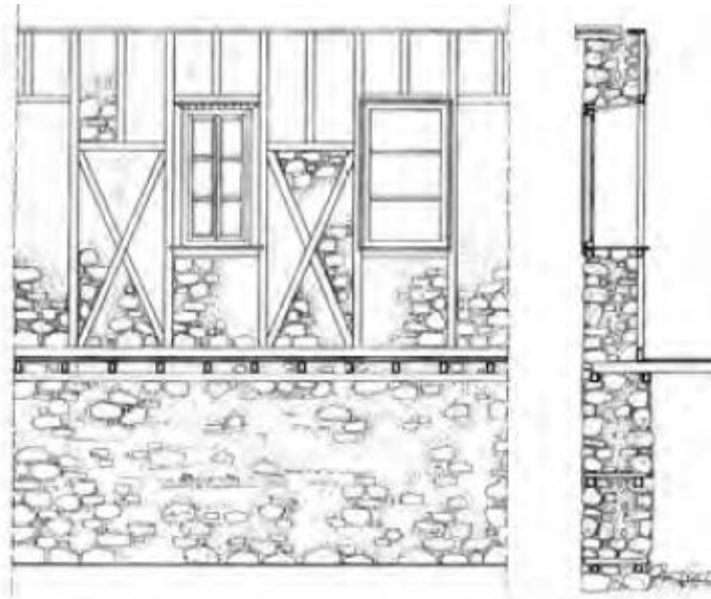
Η συγκόλληση είναι ο ιδανικός τρόπος σύνδεσης ξύλων όταν θέλουμε τα επιμέρους στοιχεία να λειτουργούν ως ένα ενιαίο στοιχείο. Αντίθετα οι μηχανικές συνδέσεις δεν παρέχουν την ίδια ακαμψία στα μέλη που συνδέουν. Οι κόλλες που χρησιμοποιούνται έχουν βάση την ρητίνη. Οι κόλλες αυτές έχουν μεγάλες αντοχές. Απαιτούν όμως χρήση από εξειδικευμένο προσωπικό και ειδικούς χώρους εργασίας.

Ξύλινα Μέσα Σύνδεσης



Εικόνα 44 Λίθινη τοιχοποιία με σύνδεσης ξυλοδεσίας¹⁴

¹⁴ Παραδοσιακή Αντισεισμική Δόμηση στο Ανατολικό Αιγαίο : Η Περίπτωση της Ερεσού και της Περγάμου – Καρύδης Ν.



Εικόνα 45 Τα παράθυρα προσαρμόζονται στον κάναβο των κύριων ορθοστατών του σκελετού. Τα πλαίσια του σκελετού μεταξύ των παραθύρων ενισχύονται με διαγώνια στοιχεία ακαμψίας¹⁵

Μεταλλικά Μέσα Σύνδεσης

Τα πιο συνηθισμένα μεταλλικά μέσα σύνδεσης για την σύνδεση των ξύλων είναι:

1. Οι ήλοι ή καρφοβελόνες (καρφιά). Οι ήλοι αποτελούν το απλούστερο μέσο σύνδεσης. Είναι κομμάτια από μεταλλικό σύρμα κυκλικής ή τετραγωνικής διατομής που στο ένα άκρο φέρουν αιχμή και στο άλλο κεφαλή. Σήμερα χρησιμοποιούνται ήλοι επιψευδαργυρωμένοι (γαλβανισμένοι) ή με επίστρωση χαλκού ή μολύβδου για προστασία από σκουριά.
2. Οι κοχλιοτοί ήλοι (ξυλόβιδες). Οι ξυλόβιδες κοχλιούνται στο ξύλο με τις λεπτές και κοφτερές ελικώσεις τους. Έχουν μήκος μέχρι 15 cm και η κεφαλή τους φέρει εγκοπή για βίδωμα με κατσαβίδι.
3. Οι κοχλιοφόροι ήλοι (μπουλόνια). Τα μπουλόνια αποτελούν λόγω της σταθερότητας των συνδέσεων που πραγματοποιούν, μονιμότερο μέσο σύνδεσης από τα προαναφερθέντα. Οι κοχλιοφόροι ήλοι έχουν στο ένα άκρο κεφαλή και στο άλλο περικόχλιο ή και στα δύο άκρα περικόχλιο. Ο κορμός είναι κυλινδρικός και φέρει στο άκρο ελικώσεις στις οποίες βιδώνεται

¹⁵ Παραδοσιακή Αντισεισμική Δόμηση στο Ανατολικό Αιγαίο : Η Περίπτωση της Ερεσού και της Περγάμου – Καρύδης Ν.

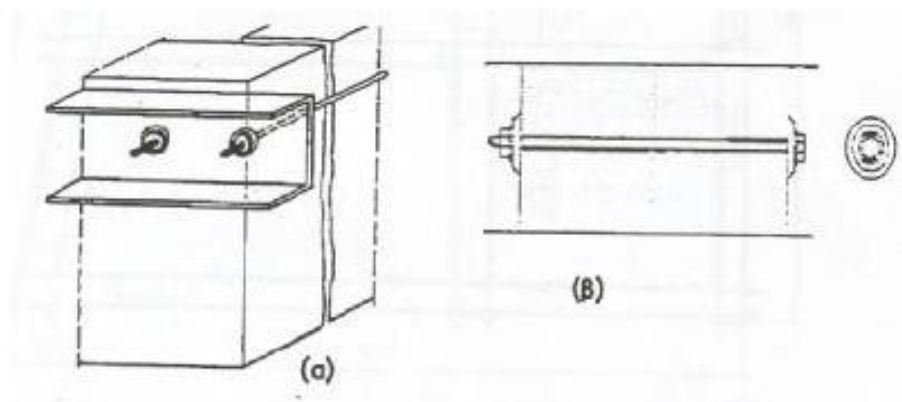
τετραγωνικό ή εξαγωνικό περικόχλιο. Οι ξυλόβιδες μπαίνουν σε οπές στο ξύλο τις οποίες έχουμε ανοίξει εκ των προτέρων. Προς αποφυγή συμπίεσης του ξύλου στις θέσεις της κεφαλής του περικοχλίου, παρεμβάλλεται μεταξύ αυτών και του ξύλου μεταλλικό υπόθεμα (ροδέλλα) με επιφάνεια τέτοια ώστε να μην υπερβαίνεται η επιτρεπόμενη τάση θλίψης του ξύλου.

4. Τα διχάγγιστρα ή έχματα (τζινέτια)

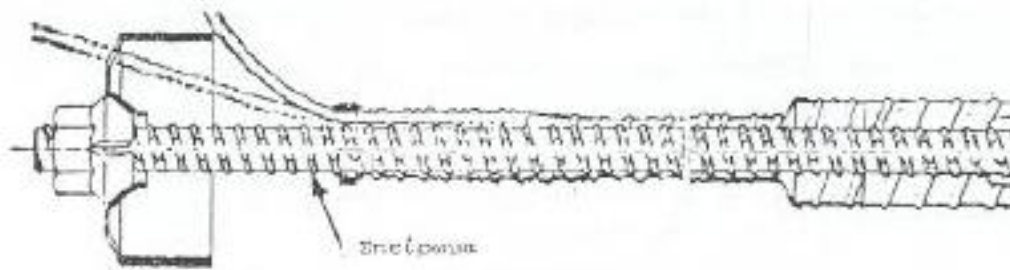
2.6 Διαζώματα - Ελκυστήρες

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:

1. Ξύλινα, μεταλλικά, ή σπανιότερα από οπλισμένο σκυρόδεμα πρέκια στα ανώφλια των ανοιγμάτων (απουσία συνεχών διαζωμάτων)
2. Συνεχή ξύλινα (ξυλοδεσιές), μεταλλικά, ή σπανιότερα από οπλισμένο σκυρόδεμα διαζώματα στα ανώφλια των ανοιγμάτων ή και στις στάθμες των ορόφων και της στέγης.
3. Μεταλλικοί ελκυστήρες (παθητικοί ή ελαφρά προεντεταμένοι) στις στάθμες των ορόφων, της στέγης, ή και των ανωφλιών.
4. Κατακόρυφα διαζώματα ξύλινα, από οπλισμένο σκυρόδεμα, ή σπανιότερα μεταλλικά.



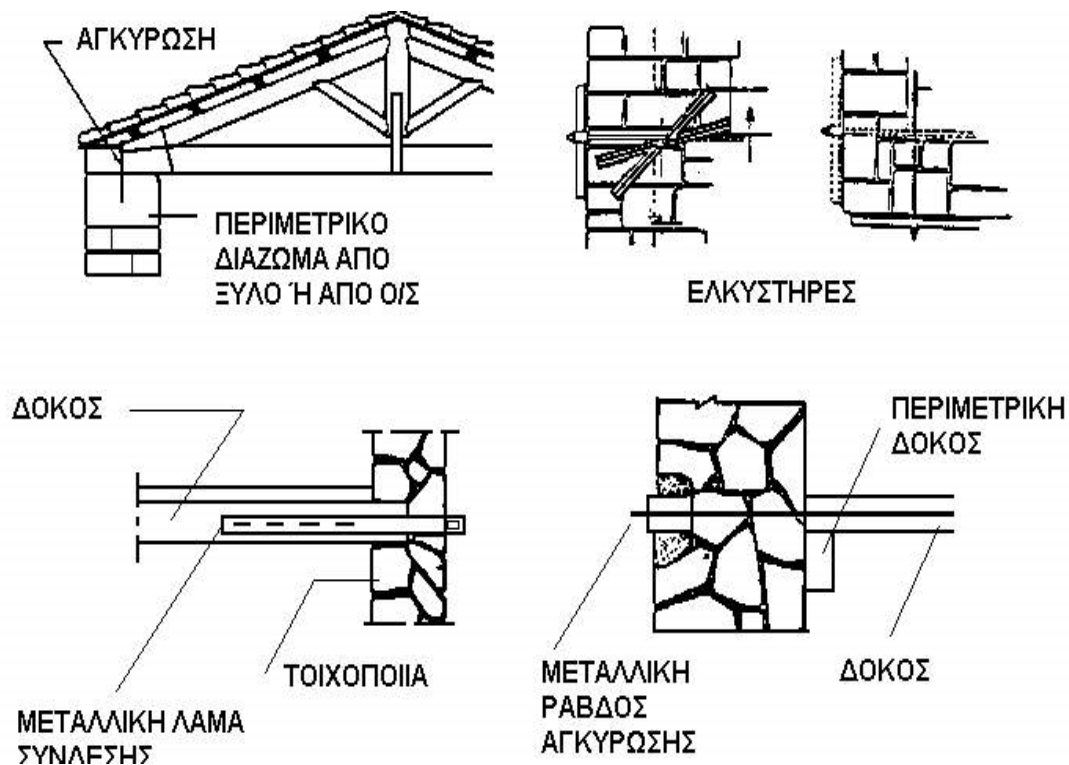
Εικόνα 46 Ελκυστήρες για σύνδεση αποκολλημένης τοιχοποιίας.



Εικόνα 47 Λεπτομέρεια Τένοντα

Ο κύριος ρόλος των συνεχών οριζοντίων 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 ή και λοξές ξύλινες ράβδους ώστε να διαμορφώνεται ένα οριζόντιο ξύλινο δικτύωμα κατά μήκος του τοίχου. Αντίστοιχα, τα διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα καταλαμβάνουν ολόκληρο το πλάτος της τοιχοποιίας, ενώ έχουν σχετικά χαμηλό ύψος, καθώς καλούνται να λειτουργήσουν ως δοκοί σε οριζόντιο επίπεδο.

Ο κύριος ρόλος των οριζοντίων μεταλλικών ελκυστήρων είναι να αποτρέψουν την αποκόλληση υπό σεισμική καταπόνηση των διασταυρούμενων τοίχων καθ' ύψος των κατακόρυφων ακμών σε γωνίες τύπου Γ ή Τ. Οι ελκυστήρες είναι συνήθως χαλύβδινες λεπίδες ορθογωνικής διατομής, τοποθετούνται κατά τη δόμηση των τοίχων και προεντείνονται μετά την ολοκλήρωση του φέροντα οργανισμού. 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 στη /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.



Εικόνα 48 Διάφοροι τύποι σύνδεσης με μεταλλικά αγκύρια.

Τα κατακόρυφα σε συνεργασία με τα οριζόντια διαζώματα συγκροτούν στο επίπεδο της τοιχοποιίας πλαίσια αυξημένης δυσκαμψίας που αφενός ενισχύουν την λειτουργία δίσκου της τοιχοποιίας και αφετέρου εγκιβωτίζουν τμήματα της τοιχοποιίας αποτρέποντας την πρόωρη ρηγμάτωση της υπό σεισμική καταπόνηση της εντός του επιπέδου της.¹⁶

¹⁶ Τουλιάτος Παναγιώτης, "Η αντισεισμική προστασία στην ιστορία των κατασκευών στην Ελλάδα. Η σημασία των ξύλινων κατασκευών", Αθήνα 1998 σελ 51-62

3. ΒΛΑΒΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται οι γενικού χαρακτήρα παρατηρήσεις, που έχουν καταγραφεί κατά την αποτίμηση βλαβών διαφόρων αιτιών και τύπου σε κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία.

3.1 Κατηγορίες Βλαβών¹⁷

Οι αιτίες που προκαλούν τη δομική διατάραξη συχνά δύσκολα προσδιορίζονται με βεβαιότητα. Η δυσκολία προσδιορισμού των αιτιών οφείλεται συνήθως στην έλλειψη στοιχείων για το ιστορικό του κτίσματος, στην δυσκολία ερμηνείας της στατικής συμπεριφοράς του και στην έλλειψη γνώσεων για τη συμπεριφορά των υλικών του. Οι αιτίες που προκαλούν τις ζημιές μπορεί να είναι μόνιμες, όπως υγρασία, κακοτεχνία, βλάστηση, ή παροδικές, όπως σεισμός, κραδασμοί, πυρκαγιές, υποχώρηση εδάφους κ.λ.π..



Εικόνα 49 Το σεισμικό φαινόμενο ανήκει στην κατηγορία των εξωγενών τυχηματικών βλαβών.

¹⁷ Μαυρατζώτης Γ. Μπακ Ν. Ενίσχυση Ιστορικών Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία με Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων. 10^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών-04 Έργα No 27 σελ. 277

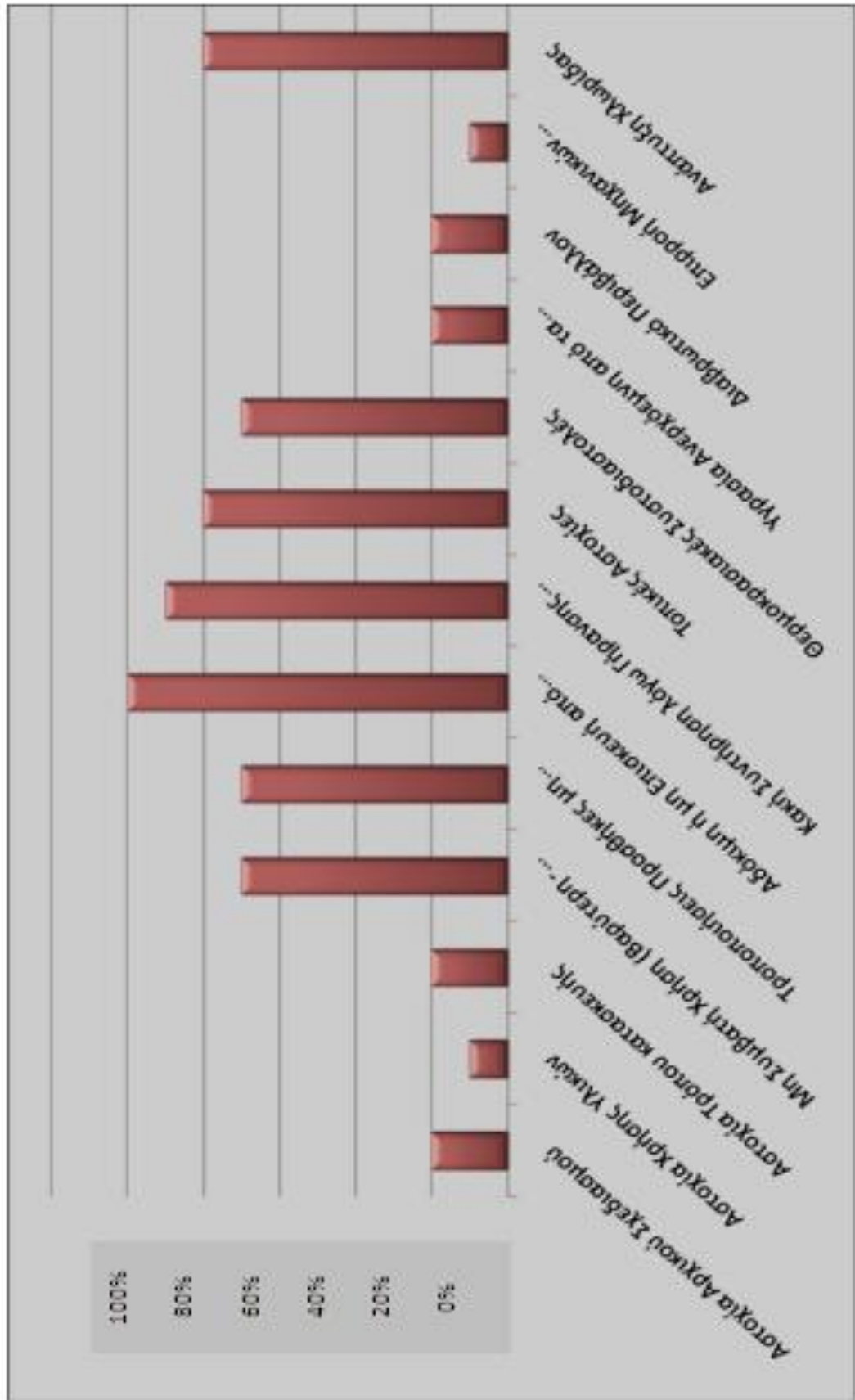
Συνήθως η εμφάνιση μιας βλάβης οφείλεται σε περισσότερες από μία αιτίες. Συχνό είναι επίσης το φαινόμενο δημιουργίας μιας ζημίας που επιφέρει την αλυσιδωτή εκδήλωση και άλλων. Η επικινδυνότητα της βλάβης εξαρτάται από την θέση, την ένταση και την έκταση με την οποία εκδηλώνεται στο κτίριο.

Οι βλάβες και οι αστοχίες στις κατασκευές χωρίζονται σε ενδογενείς και εξωγενείς.

3.1.1 Ενδογενείς Βλάβες

Στις ενδογενείς αιτίες κατατάσσονται η πλημμελής ή η ελλιπής μορφολογία της κατασκευής, η κακή ποιότητα υλικών και δόμησης, η απουσία σχεδιασμού, η ασυμβατότητα των υλικών και των μεθόδων κατασκευής και οι μεταβολές όγκου και μορφής που σχετίζονται με το πορώδες και την περατότητα της κατασκευής και με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Επιπλέον μερικά από τα ενδογενή αίτια βλαβών που απαντιούνται συνήθως είναι :

1. Το ακατάλληλο υπέδαφος
 - Η διάβρωση και αποδιοργάνωση της θεμελίωσης λόγω των υπογείων υδάτων και της συνεχούς αλλαγής της στάθμης τους
 - Το εύκαμπτο έδαφος θεμελίωσης.
2. Η μη επιλεγμένη δόμηση (κακή έδραση ανωφλιών, έλλειψη γωνιολίθων κ.λ.π)
3. Η φυσική γήρανση των υλικών (λίθων, κονιάματος, ξύλων κ.λ.π.) του κτιρίου
4. Η χρήση μη πλάστιμων γενικά υλικών, αλλά και ειδικότερα η μειωμένη αντοχή των αργολιθοδομών έναντι σεισμικών ή άλλων καταπονήσεων
5. Η έλλειψη συντήρησης των κτιρίων
6. Η αστοχία λόγω συμπτώσεως πολλών κακοτεχνιών



Πίνακας 12 Συχνότητα Εμφάνισης Προβλημάτων σε Μνημεία – Διατηρητέα Κτίρια

3.1.2 Εξωγενείς Βλάβες

Τα εξωγενή αίτια οφείλονται σε δράσεις μόνιμες ή σπάνιες (τυχηματικές ή περιβαλλοντικές) όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης και στατικές ή δυναμικές (μονοτονικές ή ανακυκλιζόμενες) όσον αφορά τον χαρακτήρα και τον τρόπο επιβολής.

3.1.2.1 Τυχηματικές Δράσεις

Τυχηματικές δράσεις είναι κυρίως ο σεισμός και η πυρκαγιά. Βασική διαφορά είναι ότι οι υψηλές θερμοκρασίες λόγω πυρκαγιάς, σε αντίθεση με την σεισμική δράση, προκαλούν αλλοιώσεις των χαρακτηριστικών των υλικών και τροποποιήσεις των καταστατικών νόμων απόκρισης και συμπεριφοράς (μείωση των αντοχών, αύξηση των παραμορφώσεων, κ.λ.π) ιδιαίτερα στα κονιάματα αλλά και στους λίθους, πλίνθους και τα άλλα στοιχεία.

3.2 Η Περίπτωση του Σεισμού

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμπεριφορά ενός κτιρίου κατά την διάρκεια μιας σεισμικής δόνησης κατά την οποία δέχεται οριζόντια σεισμικά φορτία. Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την αντίσταση μιας τοιχοποιίας σε σεισμό. Οι κύριοι είναι τα υλικά και ο τρόπος κατασκευής. Από τα αρχαία χρόνια γίνονταν προσπάθειες για ενίσχυση της τοιχοποιίας, αύξηση της ακαμψίας της και της ικανότητας της αναλαμβάνει εφελκυστικές δυνάμεις, με την προσθήκη οριζοντίων και σπανιότερα, κατακόρυφων ζωνών ενίσχυσης. Για αυτό τον σκοπό συνήθως χρησιμοποιείτο ξύλο.

Ενώ η φόρτιση υπό τα κατακόρυφα φορτία ορίζεται με σχετική σαφήνεια, κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει με την σεισμική φόρτιση. 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 μηχανικά και ειδικότερα τα δυναμικά χαρακτηριστικά του φέροντα οργανισμού.

Η πολυμορφία και πολυτυπία των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία αλλά και η δυσκολία εκτίμησης των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών, περιορίζουν την δυνατότητα σαφούς προσδιορισμού και προσομοίωσης του φέροντα οργανισμού και

της απόκρισης του υπό οριζόντια σεισμικά φορτία μόνο σε ακραίες περιπτώσεις όπως οι ακόλουθες:

1. Πατώματα από πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος
 - Τοιχοποιία υψηλών αντοχών με κατακόρυφα και οριζόντια διαζώματα (ικανοποιητική συμπεριφορά υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση)
2. Εύκαμπτα ξύλινα πατώματα
 - Παχείς τοίχοι χαμηλής αντοχής χωρίς διαζώματα και ελκυστήρες (ανεπαρκής συμπεριφορά υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση)

Φυσικά η μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία βρίσκεται συνήθως μεταξύ των δύο ακραίων αυτών περιπτώσεων, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η πρόγνωση της απόκρισης τους υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση.

Οι περιπτώσεις [1] και [2] 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 επιπέδου καμπτική λειτουργία των τοίχων που είναι κάθετοι στην διεύθυνση του σεισμού).

3.3 Η Περίπτωση της Πυρκαγιάς

Οι παρατηρήσεις¹⁸ μπορούν να αποδειχθούν χρήσιμες για την ερμηνεία των βλαβών και για την αποτίμηση των κτηρίων μετά από πυρκαγιά:

1. Έχει διαπιστωθεί ότι κατά την διάρκεια των πυρκαγιών, αναπτύσσονται κατά τόπους πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Αυτό τεκμηριώνεται από την τήξη υλικών (όπως, για παράδειγμα το γυαλί, το αλάτι, το αλουμίνιο, κλπ.)
2. Έχει παρατηρηθεί ότι οι διαφορές θερμοκρασίας είναι πολύ μεγάλες, ακόμη και μέσα στον ίδιο χώρο. Αυτές οι μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας οφείλονται (i) στο γεγονός ότι σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει συγκεντρωμένη καύσιμη ύλη σε ορισμένα τμήματα των κτηρίων, (ii) στο ότι η εξέλιξη της φωτιάς γίνεται με ομοιόμορφο τρόπο στο εσωτερικό και στο εξωτερικό των κτηρίων. Πράγματι, όπως φαίνεται και στη φωτογραφία¹⁹, υπάρχουν κτήρια στα οποία η φωτιά αναπτύχθηκε κυρίως στο εσωτερικό τους, άλλα στα οποία η πυρκαγιά μεταδόθηκε στο εσωτερικό, ενώ παραλλήλως έκαie στο περιβάλλον του κτηρίου και άλλα κτήρια, στα οποία υπάρχει ταυτόχρονη εξέλιξη στο εσωτερικό τους και σε τμήματα μόνον του περιβάλλοντός τους. Αυτά τα στοιχεία είναι πολύ χρήσιμα και για την κατ' αρχήν ερμηνεία ορισμένων βλαβών, οι οποίες άλλως δεν ερμηνεύονται ευχερώς.



Εικόνα 50 Κτίριο με φωτιά ταυτόχρονα στο εσωτερικό του και στον περιβάλλον του.

¹⁸ Ε. Βιντζηλαίου, Χ. Ζέρης, Κ. Τρέζος, Μ. Χρονόπουλος Πυρκαγιές Αυγούστου 2007 στους Νομούς Ηλείας, Αρκαδίας και Εύβοιας: Οι βλάβες των κτηρίων από ωπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία – Ε.Μ.Π.

¹⁹ Εφημερίδα Καθημερινή 16/9/2007

3. Σε ορισμένες περιπτώσεις²⁰ διαπιστώνετε ότι προϋπάρχουν στα κτήρια βλάβες από άλλο αίτιο (π.χ. από σεισμό ή από κατιζήσεις). Βεβαίως, μια τέτοια διαπίστωση δεν είναι δυνατόν να γίνει σε όλες τις περιπτώσεις για τις οποίες ενδεχομένως ισχύει, καθώς οι βλάβες λόγω των πυρκαγιών είτε είναι παρόμοιας μορφής με προϋπάρχουσες είτε η εκδήλωσή τους έχει εξαφανίσει τα ίχνη των προηγούμενων βλαβών. Μπορεί, πάντως, να γίνει η εύλογη υπόθεση ότι και σε άλλα κτήρια, πέραν εκείνων στα οποία διαπιστώθηκε, υπήρχαν παλαιότερες βλάβες.

Τούτο είναι ακριβές ιδιαίτερος για παλαιά κτήρια από τοιχοποιία, πολλά από τα οποία (κυρίως αποθήκες στις παρυφές ή εκτός των οικισμών) δεν χρησιμοποιούνται ή/και είναι χαμηλής ποιότητας δόμησης.



Εικόνα 51 Διώροφο κτίριο από λιθοδομή



Εικόνα 52 Κτίριο από ωμοπλινθοδομή



Εικόνα 53 Κτίριο καμμένο εσωτερικά

²⁰ Ε. Βιντζηλαίου, Χ. Ζέρης, Κ. Τρέζος, Μ. Χρονόπουλος Πυρκαγιές Αυγούστου 2007 στους Νομούς Ηλείας, Αρκαδίας και Εύβοιας: Οι βλάβες των κτηρίων από ωπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία – Ε.Μ.Π.

3.3.1 Αποκόλληση και Πτώση Επιχρισμάτων

Μολονότι η αποκόλληση και η πτώση επιχρισμάτων δεν συνιστά καθ' εαυτήν βλάβη του φέροντος οργανισμού, καταγράφεται στα κτήρια όπου συνέβη και αναφέρεται, δεδομένου ότι συνιστά πληροφορία πολύ σημαντική για την αποτίμηση των κτηρίων. Πράγματι, είναι γνωστό από την βιβλιογραφία ότι τα επιχρίσματα, και μάλιστα τα συνήθη ελληνικά γερά και μεγάλου πάχους επιχρίσματα, αποτελούν σημαντική προστασία για τα υποκείμενα φέροντα στοιχεία. Καθυστερούν την διείσδυση των υψηλών θερμοκρασιών προς την επιφάνεια και το εσωτερικό των δομικών στοιχείων. Έτσι, εάν τα επιχρίσματα δεν έχουν αποκολληθεί από την τοιχοποιία κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς, μπορεί ο Μηχανικός να συναγάγει με ασφάλεια ότι τα φέροντα στοιχεία του κτηρίου δεν έχουν υποστεί μείωση της αντίστασής τους λόγω της πυρκαγιάς.

3.3.2 Καύση και Κατάρρευση Ξύλινων Στεγών και Υποστέγων

Πρόκειται για συνηθέστατη βλάβη, η οποία έχει συνέπεια την πλήρη καταστροφή της οικοσκευής των κτηρίων στα οποία συμβέει. Ο μηχανισμός με τον οποίον προκαλείται η ανάφλεξη, η καύση και η κατάρρευση των στεγών δεν είναι πάντοτε προφανής και δεν μπορεί να διαπιστωθεί εκ των υστέρων βάσει τεχνικών στοιχείων.



Εικόνα 54 Καμμένα στοιχεία ξύλινου στέγαστρου

Όταν υπάρχει και ξύλινο στέγαστρο σε συνέχεια με την στέγη, η καύση του στεγάστρου έπαιξε αρνητικό ρόλο, καθώς συνέβαλε στην διάδοση της πυρκαγιάς προς την στέγη και-κατά συνέπεια-στο εσωτερικό του κτηρίου.

Έτσι, μια από τις οδηγίες που θα πρέπει να εφαρμοσθούν κατά την φάση των επισκευών σε κτήρια τα οποία επλήγησαν θα είναι και η κατασκευή εξωτερικών στεγασμένων χώρων ανεξάρτητων από την στέγη του κτηρίου (δηλαδή, στέγαστρα εδραζόμενα σε (ξύλινα ή από άλλο υλικό) υποστυλώματα και όχι πρόβολοι από την στέγη).

Πρέπει, τέλος, να αναφερθεί ότι οι στέγες που κέγονται δεν έχουν καμμία πρόβλεψη πυροπροστασίας. Έτσι, κατά την φάση των επεμβάσεων, θα δοθούν κατάλληλες οδηγίες για την μείωση της πυροτορωτότητας των στεγών (π.χ. μόνωση, περιμετρικώς «κλειστή» στέγη, αυξημένες διατομές ξύλινων στοιχείων, κλπ.)

3.3.3 Καύση και Κατάρρευση Ξύλινων Πατωμάτων

Εξ ίσου εκτεταμένη βλάβη με την καύση και κατάρρευση στεγών. Συνέβη σε όλα τα διώροφα κτήρια στα οποία έχει καεί και η στέγη.

3.3.4 Καύση Ξύλινων Υπερθύρων και Συνακόλουθη Κατάρρευση Υπερκείμενης Τοιχοποιίας

Πρόκειται για πολύ συνηθισμένη βλάβη. Η έκταση και η ένταση των συνεπειών της εξαρτάται από την μόρφωση των υπερθύρων, από την εν γένει μόρφωση των περιθυρωμάτων, καθώς και από το μέγεθος των υπερκείμενων φορτίων. Πράγματι, όπως φαίνεται και στις Φωτογραφίες, πολύ συχνά τα υπέρθυρα διαμορφώνονται με ένα ξύλινο υπέρθυρο του οποίου υπέρκειται (χθαμαλό, συνήθως) ανακουφιστικό τόξο. Σε πολλές περιπτώσεις, η καύση του ξύλινου υπερθύρου οδήγησε σε αποκόλληση ή/και κατάρρευση του ανακουφιστικού τόξου. Όταν το άνοιγμα ήταν πολύ κοντά στην στέψη του τοίχου, οπότε το φορτίο της υπερκείμενης τοιχοποιίας ήταν μικρό, η αποκόλληση του τόξου ή η κατάρρευσή του απεφεύχθησαν.

Ομοίως, όταν (κατά την διάρκεια προηγούμενων επεμβάσεων) είχε κατασκευασθεί διάζωμα Ω.Σ. στην στέψη των τοίχων, η βλάβη περιοριζόταν στην καύση του υπερθύρου και σε περιορισμένη αποκόλληση του ανακουφιστικού τόξου.



Εικόνα 55 Καμμένο κτίσμα στη Γκιώνα

Στις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες δεν υπήρχε ανακουφιστικό τόξο, η καύση του υπερθύρου είχε ως συνέπεια την τοπική αποδιοργάνωση του συνόλου της υπερκείμενης τοιχοποιίας.

Παρατηρήθηκε, επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις, κατάρρευση όλης της

υπερκείμενης τοιχοποιίας, μέχρι την στέψη του τοίχου.

Αντιθέτως, στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα ανοίγματα ήταν ενισχυμένα με λίθινο περιθύρωμα ή όταν (κατά την διάρκεια προηγούμενων επεμβάσεων) η περίμετρος των ανοιγμάτων είχε ενισχυθεί μέσω οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων από σκυρόδεμα, οι περιοχές των ανοιγμάτων δεν υπέστησαν βλάβες, ακόμη και σε περιπτώσεις κατά τις οποίες αναπτύχθηκαν υψηλές θερμοκρασίες.

3.3.5 Ρηγμάτωση Υπερθύρων

Σε τοξωτά λίθινα υπέρθυρα ή σε υπέρθυρα από Ω.Σ., παρατηρήθηκαν ρωγμές (περί το μέσον των ανοιγμάτων ή στα άκρα τους). Αυτές οι ρωγμές συνεχίζονται κατά κανόνα στην υπερκείμενη τοιχοποιία, μέχρι την στέψη των τοίχων.

3.3.6 Συμπεριφορά Τοίχων εντός του Επιπέδου τους

Η επιμήκυνση των τοίχων, των στεγών και των πατωμάτων λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, προκαλούν διάφορες βλάβες, οι οποίες περιγράφονται σ' αυτήν και στις επόμενες υποπαραγράφους. Σε αρκετές περιπτώσεις, παρατηρήθηκαν λοξές ρωγμές σε πεσσούς τοιχοποιίας. Συχνά, αυτές οι λοξές ρωγμές εμφανίζονται σε κτήρια, στα οποία υπάρχει πλάκα Ω.Σ. ή δοκός Ω.Σ. πάνω στην στέψη των τοίχων.

Σ' αυτές τις περιπτώσεις, οι λοξές ρωγμές στους πεσσούς μπορεί να αποδοθεί στην μεγαλύτερη αύξηση μήκους των πλακών ή των δοκών έναντι της επιμήκυνσης της τοιχοποιίας. Λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών των υλικών υπό υψηλή θερμοκρασία, εισάγεται πρόσθετη οριζόντια τέμνουσα στους πεσσούς, η οποία προκαλεί την εμφάνιση των λοξών ρωγμών στην τοιχοποιία.

Υπάρχουν και περιπτώσεις κατά τις οποίες έχουν εμφανισθεί λοξές ρωγμές σε πεσσούς που ανήκουν σε κτήρια με ξύλινη στέγη. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, οι ρωγμές μπορούν να αποδοθούν σε επιμήκυνση του ρηγματωμένου πεσσού, η οποία εμποδίστηκε από εγκάρσιο πεσσό.

Οι λοξές ρωγμές στην περιοχή των γωνιών των κτηρίων μπορούν να αποδοθούν και σε θερμικό λάκτισμα της στέγης (πριν από την καύση και την κατάρρευσή της). Στις φωτογραφίες που φαίνονται παραπλεύρως, διακρίνεται ότι το άνοιγμα των ρωγμών είναι μεγαλύτερο προς την στέψη των τοίχων και λόγω του ότι οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται σε ένα χώρο είναι μεγαλύτερες προς τα επάνω. Επομένως και οι λόγω θερμοκρασίας επιμηκύνσεις των στοιχείων αυξάνονται από κάτω προς τα επάνω.

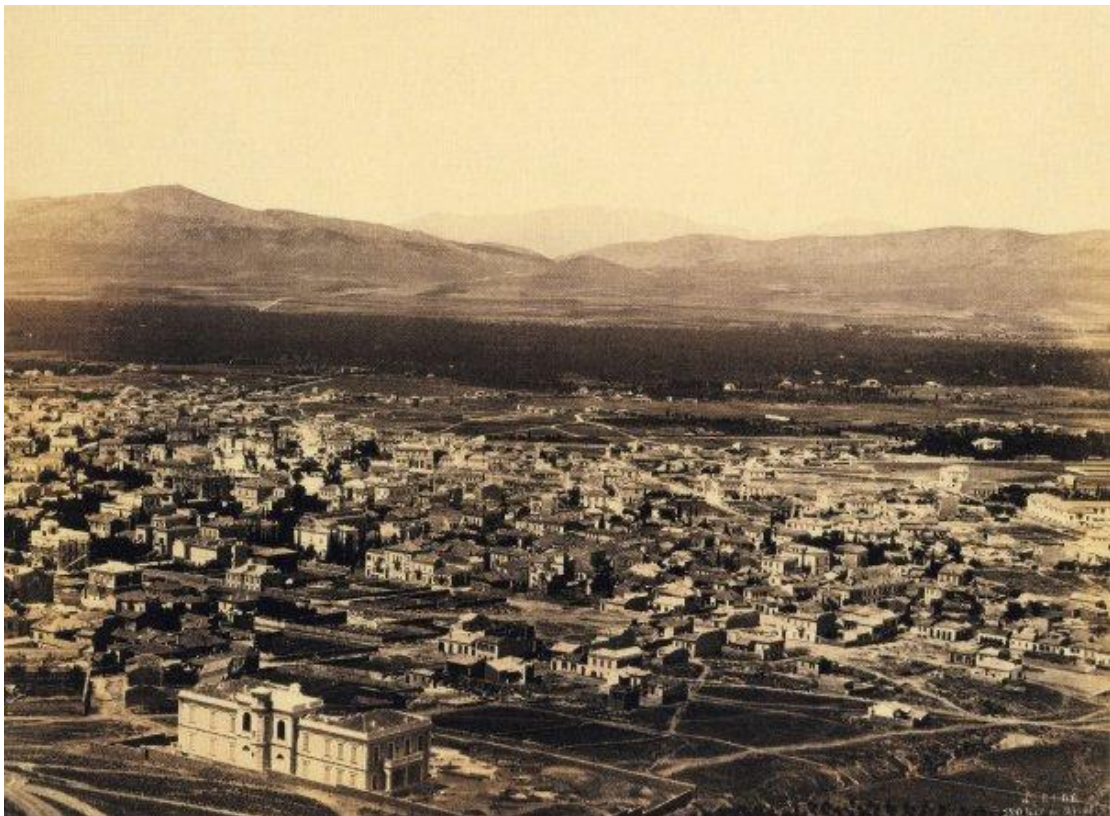


Εικόνα 56 Καμμένο κτίσμα στη Γκίωνα

4. ΕΠΙΣΚΕΥΗ & ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

Εισαγωγή

Τα κτίρια με φέροντα οργανισμό από τοιχοποιία καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος του δομημένου πλούτου σε Κύπρο και Ελλάδα, και μάλιστα σε πολλές περιοχές αποτελούν και την πλειοψηφία των υφισταμένων κτιρίων. Αρκετά από αυτά τα κτίρια έχουν χαρακτηρισθεί ως «μνημεία». Η προστασία τους και το πλαίσιο επεμβάσεων σ' αυτά διέπεται από ειδικό καθεστώς αρχών που περιγράφεται σε διεθνείς χάρτες (π.χ. Χάρτης της Βενετίας), κ.λ.π. Μια δεύτερη κατηγορία κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία έχουν χαρακτηρισθεί ως «διατηρητέα» και προστατεύονται από ειδικές διατάξεις.



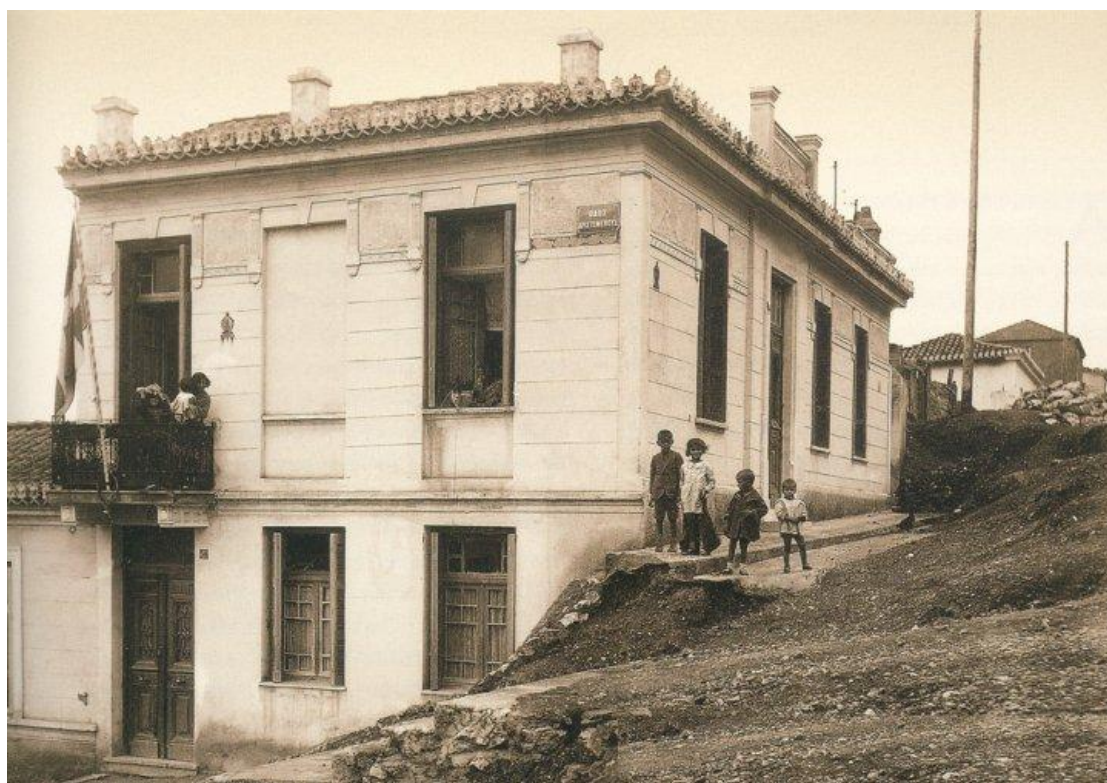
Εικόνα 57 Το νοτιοδυτικό τμήμα της Αθήνας το 1873, όσα κτίρια έχουν διασωθεί από εκείνη την εποχή έχουν χαρακτηριστεί μνημεία μεγάλης πολιτιστικής αξίας

Πρόκειται συνήθως για κτίρια ιδιαίτερης ιστορικής ή καλλιτεχνικής αξίας ή για κτίρια που εντάσσονται σε ειδικά προστατευμένες περιοχές (π.χ. ιστορικά κέντρα πόλεων, περιοχές πλησίον αρχαιολογικών χώρων ή μνημείων κ.λ.π.). Έτσι λοιπόν η υψηλή ποιότητα των επεμβάσεων σε αυτά τα κτίρια διασφαλίζεται αφενός από το υφιστάμενο πλαίσιο αρχών και διακηρύξεων αλλά και από τους μηχανισμούς ελέγχου μελετών και εργασιών. Ωστόσο, η πλειοψηφία των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, χαρακτηριζόμενα και ως «παραδοσιακά» κτίρια δεν εντάσσεται σε καμιά από τις πιο πάνω κατηγορίες. Η ποιότητα των επεμβάσεων σε αυτά αφήνεται στις γνώσεις, την εμπειρία και την ευαισθησία του κάθε μελετητή αλλά βεβαίως και στα τεχνολογικά και οικονομικά μέσα που είναι διαθέσιμα ανά περίπτωση.



Εικόνα 58 Αιόλου από πλατεία Δημαρχείου προς Ακρόπολη. Το Μέγαρο Μελά στα αριστερά της εικόνα και το κτίριο της Εθνικής Τραπέζης τα δεξιά

Η συντήρηση και η αποκατάσταση ιστορικών κτιρίων, μνημείων της αρχιτεκτονικής μας κληρονομιάς, είναι ένα μεγάλο σε έκταση και σημασία θέμα. Είναι γνωστό ότι οι επεμβάσεις και ο ανασχεδιασμός κτιρίων από λιθοδομή που είτε παρουσιάζουν βλάβες και χρειάζονται επισκευή είτε χρειάζονται ενίσχυση για κάποιο λόγο, είναι σύνθετο και δύσκολο πρόβλημα, το οποίο μόλις τα τελευταία χρόνια απασχολεί τον ερευνητή μελετητή και κατασκευαστή μηχανικό και παρουσιάζει τεράστιο κοινωνικό και τεχνοοικονομικό ενδιαφέρον, δυσανάλογα μεγαλύτερο από τη διαθέσιμη γνώση, πείρα και τεχνολογία.



Εικόνα 59 Γωνία Αριστίππου και Αριστομένους στο Λυκαβηττό (1928)

Σύμφωνα με πειραματικές έρευνες που έχουν γίνει σε παρελθόντα έτη, προέκυψαν ποικίλες λύσεις για επισκευές και ενισχύσεις των κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία, άλλες με χρήση παραδοσιακών υλικών και άλλες με προηγμένα υλικά, όπως αυτές αναφέρονται στον πίνακα.

Πίνακας 13 Κατηγορίες μεθόδων ενίσχυσης κτιρίων βάση υλικού ενίσχυσης.

Χρήση παραδοσιακών υλικών	Τεχνική ενέσεων ρευστού κονιάματος.
Χρήση προηγμένων υλικών	Τεχνική ινοπλισμένων πολυμερών FRP, όπως άνθρακα, γυαλιού και νυροί

Παραδοσιακές μέθοδοι επισκευής και ενίσχυσης μπορούν να θεωρηθούν και οι επεμβάσεις που έχουν ήδη γίνει σε υπάρχων μνημείο και είναι οι εξής:

1. Χρήση οριζόντιων μεταλλικών δακτυλίων
2. Χρήση ράβδων ενίσχυσης στους αρμούς της κατασκευής

Οι τεχνικές επισκευής και ενίσχυσης που θα αναφερθούν στο κεφάλαιο, αναλύονται καθεμία χωριστά και υποστηρίζονται από πειράματα. Για τις μεθόδους αυτές που μπορεί να εφαρμόζονται είτε σε πραγματικά κτίρια, είτε σε πειραματικά δοκίμια, παρουσιάζονται μετά από κάθε πείραμα, αποτελέσματα που δείχνουν την αποδοτικότητα ή όχι της συγκεκριμένης μεθόδου.

4.1 Κριτήρια Επεμβάσεων²¹

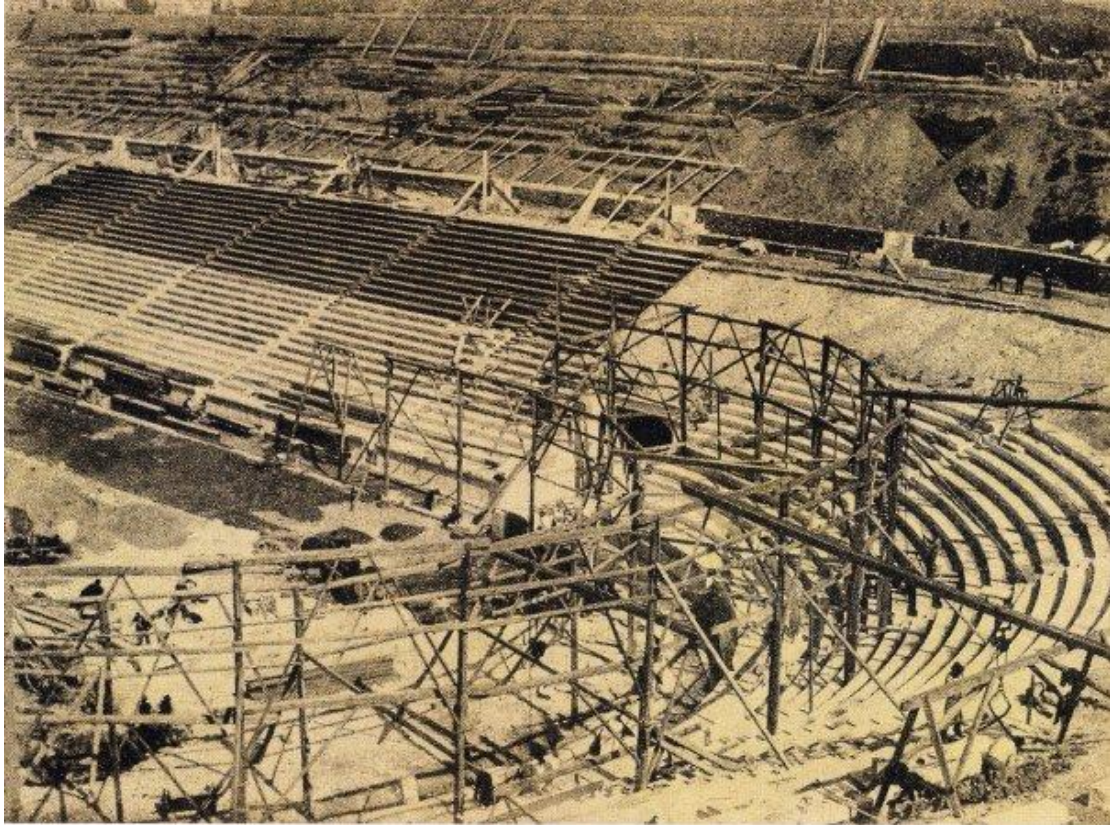
Σ' αυτό το σημείο επισημαίνονται ορισμένα κριτήρια και αρχές επεμβάσεων που εντάσσονται μεν στα κριτήρια και τις αρχές που διέπουν τις επεμβάσεις σε όλους τους τύπους φερόντων οργανισμών, έχουν όμως ιδιαίτερη σημασία και αξία για τις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία.

Κριτήρια επεμβάσεων

1. Διάκριση του κτιρίου σε «μνημείο». «διατηρητέο», ή απλή κατασκευή και εφαρμογή του οποιοδήποτε νομικού πλαισίου και αρχών που διέπουν το συγκεκριμένο κτίριο.
2. Το οικονομικό κόστος επέμβασης και μελλοντικής συντήρησης, ως προς τηνεγκατεστημένη αξία.
3. Ο χρόνος εκτέλεσης των εργασιών.

²¹ Ενίσχυση Ιστορικών Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία με Χρήση Μεταλλικών Στοχειών – 1^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών – 04 Μαυρατζώτης Γ. Μπακ Ν.

4. Το κοινωνικό και ψυχολογικό κόστος των ενοίκων αλλά και του κοινωνικού συνόλου.
5. Η δυνατότητα επαρκούς και ευσταθούς υποστήλωσης κατά την διάρκεια των εργασιών επισκευής.²²



Εικόνα 60 Εργασίες αναμόρφωσης Παναθηναϊκού σταδίου το 1895

4.2 Τεχνικές Επεμβάσεων

Οι επεμβάσεις μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με ²³το ποσοστό ενσωμάτωσής τους στο κτίριο και την ευκολία ή δυσκολία αφαίρεσής τους από αυτό(βαθμός αντιστρεψιμότητας).²⁴ Ως ήπιες επεμβάσεις χαρακτηρίζονται εκείνες που δεν ενσωματώνονται σε μεγάλο ποσοστό στον υφιστάμενο φορέα και μπορούν εύκολα να αφαιρεθούν. Ως δραστικές χαρακτηρίζονται οι επεμβάσεις με

²² Ενίσχυση Ιστορικών Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία με Χρήση Μεταλλικών Στοχείων – 1^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών – 04 Μαυρατζώτης Γ. Μπακ Ν.

²³ M. Corradi, A. Borri, A. Vignoli 2001

²⁴ Ντεγιαννάκη Μ. - Τεχνικές Επισκευής και Ενίσχυσης σε Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία – 9^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών.

υψηλό ποσοστό ενσωμάτωσης στον υφιστάμενο φορέα και η αφαίρεση τους είναι δύσκολη έως αδύνατη.

Στη παρούσα μελέτη ο διαχωρισμός των μεθοδολογιών επισκευής και ενίσχυσης γίνεται με κριτήριο τη βλάβη. Έτσι διακρίνονται οι εξής κύριες κατηγορίες.

1. Αποκατάσταση ρηγματώσεων λιθοδομής
2. Αμφίπλευρη εκτροπή από την κατακόρυφο
3. Κατάρρευση γωνίας
4. Αποσύνδεση - απόκλιση εγκάρσιων τοίχων

4.3 Αποκατάσταση Ρηγματώσεων Λιθοδομής

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν αναλύονται οι μέθοδοι αποκατάστασης ρηγματώσεων λιθοδομής

4.3.1 Αποκατάσταση με Τσιμεντοκονία

Η πιο διαδεδομένη χρησιμοποιούμενη μέθοδος επισκευής, αλλά και ενίσχυσης, είναι οι ενέσεις ρευστού κονιάματος, που θεωρήθηκε η λύση για τις περισσότερες περιπτώσεις βλαβών τοιχοποιίας. Η τεχνική αυτή βασίζεται στο γέμισμα των κενών και των ρωγμών μέσα σε τοίχους, με ενέσεις νέου κονιάματος, αποκαθιστώντας τη συνέχεια. Οι ενέσεις επιτρέπουν την ομογενοποίηση της τοιχοποιίας, διαποτίζοντας τις κοιλότητες.

Τα πειράματα που διεξήχθησαν για τη διερεύνηση αυτής της τεχνικής, πραγματοποιήθηκαν σε πάνελ που πάρθηκαν από πραγματικές κατασκευές. Αυτά υποβλήθηκαν σε τρεις δοκιμές:

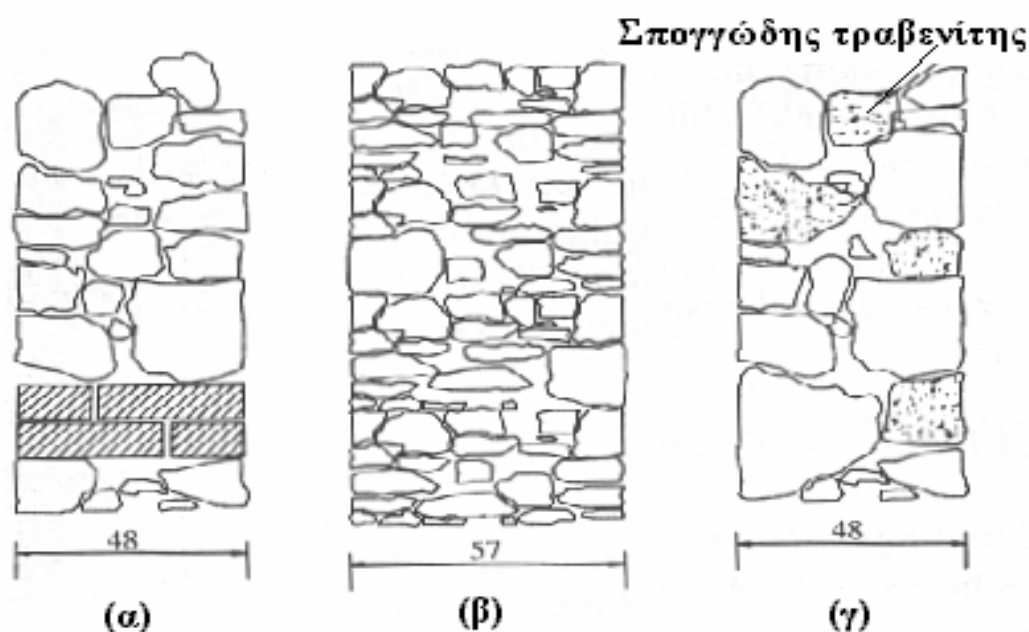
Δοκιμή θλίψης. Η δοκιμή θλίψης διεξήχθη σε πάνελ διαστάσεων 180×90 εκ, με πάχος τμήματος 65εκ. Η δοκιμή αποτελείται από τρεις κύκλους φόρτισης και αποφόρτισης αυξάνοντας τις μέγιστες τιμές, που εκτιμούνται 0,1, 0,2 και 0,3 MPa.

Δοκιμή διαγώνιας συμπίεσης Η δοκιμή αυτή διεξήχθη σε πάνελ διαστάσεων 120×120 εκ, με πάχος τμήματος που ποικίλει ανάλογα με την κατασκευή που η

έρευνα διεξήχθη. Ο σκοπός αυτής της δοκιμής, ήταν να καθοριστεί η διατμητική δύναμη t_k και το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας G . Το φορτίο ασκήθηκε ακολουθώντας μια σειρά από ζεύγη ίσων κύκλων φόρτισης και αποφόρτισης, με αύξηση φορτίου σε κάθε κύκλο 10 kN.

Δοκιμή διατμητικής συμπίεσης Η δοκιμή αυτή διεξήχθη επιτυχώς σε πάνελ όμοια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στη δοκιμή θλίψης και αναλογικά με αυτή της διαγώνιας συμπίεσης, σχεδιάστηκε για να καθορίσει τη διατμητική δύναμη και τα διατμητικά ελαστικά χαρακτηριστικά της φέρουσας τοιχοποιίας. Για τη διεξαγωγή του πειράματος ασκήθηκε μονοτονική φόρτιση μέχρι αστοχίας, υπό κατάσταση σταθερής φόρτισης.

Οι δοκιμές αυτές αφορούν τη χρήση πάνελ διαφόρων διαστάσεων, δομής και σύστασης.



Εικόνα 61 Πάνελ διαφόρων διαστρώσεων, δομής και σύστασης, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως δοκίμια για τις τρεις ως άνω αναφερθείσας δοκιμές.²⁵

Η πρώτη κατηγορία δοκιμών περιελάμβανε τοιχοποιία με μέσο πάχος περίπου 48εκ., από πρόχειρα κομμένη πέτρα ασβεστολιθικής σύστασης και τούβλα, δυο σειρές των οποίων παρεμβάλλονταν σε διάστημα περίπου ενός μέτρου (Εικόνα α). Για τη δοκιμή διατμητικής συμπίεσης χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα πάνελ διαστάσεων 180×90 εκ. Το πρώτο δοκιμάστηκε χωρίς καμία επέμβαση, για τον

²⁵ Ντεγιαννάκη Μ. - Τεχνικές Επισκευής και Ενίσχυσης σε Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία – 9^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών.

καθορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών και τα άλλα τρία ενισχύθηκαν με ενέσεις.

Η δεύτερη κατηγορία προέρχεται από κτίριο χτισμένο από μικρές πέτρες και φτωχό ασβεστολιθικό κονίαμα. Η τοιχοποιία αποτελείται από δυο σειρές ανεπεξέργαστων πετρών (Εικόνα β). Δοκιμάστηκαν αρχικά χωρίς να τους γίνει κάποια επέμβαση, ενώ διαδοχικά ενισχύονταν με ενέσεις και ξαναδοκιμαζόταν.

Τέλος, η τρίτη κατηγορία περιελάμβανε δοκίμια διπλής τοιχοποιίας φτιαγμένα από ασβεστολιθικές πέτρες και σπογγώδες τραβενίτη (ορυκτό), ενώ βασικό συστατικό του κονιάματος είναι ασβεστολιθικής βάσης (Εικόνα γ). Το πάνελ που υπέστη διατμητική συμπίεση, δοκιμάστηκε αρχικά χωρίς κάποιου τύπου ενίσχυση, ενώ γίνονταν διαδοχικές επεμβάσεις με ενέσεις και ξαναδοκιμαζόταν.

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τα παραπάνω πειράματα είναι τα ακόλουθα:

1. Τα πάνελ της 1ης κατηγορίας δεν παρουσίασαν καμία εκτιμητή αύξηση στην τιμή της διατμητικής δύναμης, συγκρινόμενα με αυτό χωρίς ενίσχυση. Αυτό δείχνει την ανεπάρκεια αυτής της μεθόδου για τη δομή της συγκεκριμένης τοιχοποιίας.
2. Η τάση αστοχίας των πάνελ της 2ης κατηγορίας, αποδείχτηκε πολύ υψηλότερη από αυτού που δεν ενισχύθηκε, με αύξηση περίπου 145% τονίζοντας την αποδοτικότητα αυτής της τεχνικής, ενώ η διατμητική ακαμψία επέδειξε μια τεράστια αύξηση από 26 σε 685 MPa.

Τα αποτελέσματα των δοκιμών στα πάνελ της 3ης κατηγορίας έδειξαν σημαντική αύξηση και στη δύναμη και στη διατμητική ακαμψία²⁶

Πίνακας 14 Πορεία εργασιών αποκατάστασης με τσιμεντοκονία

Πορεία εργασιών	Καθαίρεση επιχρισμάτων εκατέρωθεν της ρωγμής σε πλάτος 0.30 μ . Διεύρυνση των "χειλέων" της ρωγμής . Απομάκρυνση των χαλαρών κονιαμάτων - καθαρισμός υδροβολή Εισαγωγή ισχυρής τσιμεντοκονίας με μυστρί όσο το δυνατόν βαθύτερα Αρμολόγημα ή επίχρισμα (οπλισμένο)
------------------------	--

²⁶ Ντεγιαννάκη Μ. - Τεχνικές Επισκευής και Ενίσχυσης σε Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία – 9^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών.

4.3.2 Αποκατάσταση με Ενέματα

Οι εποξειδικές ρητίνες ανήκουν στην ευρύτατη οικογένεια των συνθετικών ρητινών που προέκυψαν από την χημεία του πετρελαίου και διακρίνονται από πλήθος χαρακτηριστικών αποδοτικότητας τα οποία κάνουν κατάλληλη την εφαρμογή τους όταν χρειάζεται να λυθούν προβλήματα , συνάφειας , μηχανικής και φυσικοχημικής αντοχής .

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με τιμές που πρέπει να θεωρηθούν σαν μέσος όρος και σαν τιμές αναφοράς , καθ' όσον υπάρχει μεγάλος αριθμός εποξειδικών ρητινών και ευρύτατο φάσμα αμινικών ουσιών που μπορούν να αντιδράσουν μ' αυτές ούτως ώστε δεν είναι δυνατόν να μιλάμε απλά για "εποξειδικές ρητίνες" αλλά μάλλον για εποξειδικά σκευάσματα .

Πίνακας 15 Πορεία εργασιών αποκατάσης ρηγματώσεων με ενέματα

Πορεία εργασιών	Καθαίρεση επιχρισμάτων εκατέρωθεν της ρωγμής σε πλάτος 0.30 μ Διεύρυνση των "χειλέων" της ρωγμής Διάτρηση οπών Φ14 - Φ16 ανά 0.50 μ κατά μήκος της ρωγμής και τοποθέτηση ελαστικών σωληνίσκων Απομάκρυνση των χαλαρών κονιαμάτων - Καθαρισμός - υδροβολή Αρμολόγημα Εισπίεση ενεμάτων - με μικρή πίεση αρχικά - από τον κατώτερο σωληνίσκο προς τον ανώτερο
------------------------	--

Πίνακας 16 Ενδεικτικός πίνακας ενεματικού υλικού

Υλικό Ενέματος	Εύρος Ρωγμών (εκατοστά)
Ρητίνες	0,2-0,3
Αριανή με πρόσμικτα	0,4-0,5
Γαλάκτωμα Τσιμέντου	0,6-0,7

Πίνακας 17 Μηχανικές ιδιότητες υλικών ενεμάτων

	<u>Σκυρόδεμα</u>	<u>Ρητίνη</u>	<u>M..M.</u>
Αντοχή σε θλίψη	250 - 500	600 - 1100	Kg / cm ²
Αντοχή σε εφελκυσμό	15 - 35	400 - 700	Kg / cm ²
Αντοχή σε εφελκυσμό κάμψης	30 - 70	500	Kg / cm ²
Γραμμική συστολή	4 X 10 ⁻⁴	10 X 10 ⁻⁴	m / m
Συντελεστής θερμικής διαστολής	0,7 - 1,3 X 10 ⁻⁵	1,8 X 10 ⁻⁵	cm / m / °C
Στιγμαίο μέτρο ελαστικότητας	200000 - 400000	15000 - 100000	Kg / cm ²

4.3.3 Συρραφή με “Κλειδιά” Κονίας Σταθερού Όγκου

Πίνακας 18 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής

Πορεία εργασιών	<p>Καθαίρεση επιχρισμάτων εκατέρωθεν της ρωγμής σε πλάτος 0.50 μ .</p> <p>Αφαίρεση των ρηγματωμένων λίθων και συζυγών λίθων για την δημιουργία</p> <p>επιμήκων “φωλεών” σε αποστάσεις 0.50 μ μεταξύ τους</p> <p>Απομάκρυνση των χαλαρών κονιαμάτων - καθαρισμός (- υδροβολή)</p> <p>Πλήρωση των “φωλεών” με κονία σταθερού όγκου</p> <p>Αρμολόγημα ή επίχρισμα (οπλισμένο)</p>
------------------------	--

4.3.4 Συρραφή με Λίθινα “Κλειδιά”

Πίνακας 19 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής

Πορεία εργασιών	<p>Καθαίρεση επιχρισμάτων εκατέρωθεν της ρωγμής σε πλάτος 0.60 μ</p> <p>Καθαίρεση όλων των όμορων της ρωγμής λίθων ή εναλλακτικά</p> <p>αφαίρεση μόνο των ρηγματωμένων λίθων και συζυγών λίθων για την</p> <p>δημιουργία επιμήκων “φωλεών” σε αποστάσεις 0.50 μ μεταξύ τους</p> <p>Απομάκρυνση των χαλαρών κονιαμάτων - καθαρισμός (- υδροβολή)</p> <p>Ανακατασκευή του όλου τοίχου ή εναλλακτικά τοποθέτηση υγιειών</p> <p>επιμήκων λίθων “κλειδιών” στις θέσεις των “φωλεών”</p> <p>Αρμολόγημα</p>
------------------------	--

4.3.5 Συρραφή με "Κλειδιά" Οπλισμένου Σκυροδέματος

Πίνακας 20 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής

Πορεία εργασιών	<p>Καθαίρεση των επιχρισμάτων εκατέρωθεν της ρωγμής σε πλάτος 0.60 μ</p> <p>Καθαίρεση όλων των όμορων της ρωγμής λίθων ή εναλλακτικά αφαίρεση μόνο των ρηγματωμένων λίθων και συζυγών λίθων για την δημιουργία επιμήκων "φωλεών" σε αποστάσεις 0.50 μ μεταξύ τους</p> <p>Απομάκρυνση των χαλαρών κονιαμάτων - καθαρισμός - υδροβολή</p> <p>· Κατασκευή υποστυλώματος · οπλισμένου σκυροδέματος με διαμήκη οπλισμό 4Φ14, συνδετήρες Φ8/20 και φουρκέτες Φ8/50 ή εναλλακτικά "κατασκευή" επιμήκους στοιχείου οπλισμένου σκυροδέματος στις θέσεις των "φωλεών" με διαμήκη οπλισμό 4Φ12 και συνδετήρες Φ8/20</p> <p>Επίχρισμα (οπλισμένο)</p>
------------------------	---

4.3.6 Συρραφές με Λεπτές Ζώνες Ραφής

Πίνακας 21 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής

Πορεία εργασιών	<p>Αφαίρεση λίθων σε πλάτος 15 έως 20 cm και βάθος 10 έως 15 cm ώστε να δημιουργούνται κατακόρυφοι και οριζόντιοι εισέχοντες "αύλακες" και στις δύο παρειές του τοίχου</p> <p>Αφαίρεση λίθων κατά μήκος των "αυλάκων" για την δημιουργία "φωλεών" σε αποστάσεις 1.00 μ μεταξύ τους . Επιδιώκεται και η διάνοιξη διαμπερών "φωλεών" .</p> <p>Απομάκρυνση χαλαρών κονιαμάτων - καθαρισμός- υδροβολή</p> <p>Στις θέσεις των "αυλάκων" χυτεύεται σκυρόδεμα με διαμήκη οπλισμό 2Φ14 και διανομές Φ6/20 . Στις διαμπερείς " φωλεές " τίθενται 4Φ14 με συνδετήρες Φ8/20</p> <p>Επίχρισμα (οπλισμένο)</p>
------------------------	---

4.3.7 Συρραφή με Κατακόρυφες Νευρώσεις Ο. Σ.

Πίνακας 22 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής

Πορεία εργασιών	<p>Αφαίρεση των λίθων και από τις δύο παρειές του τοίχου σε πλάτος 0.30 έως 0.40 μ και βάθος 0.10 έως 0.15 μ τουλάχιστον , ώστε να δημιουργούνται "κατακόρυφοι στύλοι"</p> <p>Αφαίρεση λίθων για την δημιουργία "τυφλών" και διαμπερών "φωλεών" σε αποστάσεις 0 .50 μ μεταξύ τους</p> <p>Απομάκρυνση των χαλαρών κονιαμάτων - καθαρισμός (- υδροβολή)</p> <p>Κατασκευή ζεύγους αντικρυστών υποστυλωμάτων με διαμήκη οπλισμό 4Φ14 και φουρκέτες Φ8/20 . Τα υποστυλώματα εξέχουν 10 cm περίπου από τις παρειές του τοίχου και συνδέονται μεταξύ τους στις θέσεις των διαμπερών φωλεών όπου τίθενται 4Φ12 με συνδετήρες Φ8/20</p> <p>Επίχρισμα (οπλισμένο)</p>
------------------------	---

4.3.8 Κατάρρευση Γωνίας

Πίνακας 23 Μεθοδολογία εργασιών²⁷

Πορεία εργασιών	<p>Υποστύλωση ή αφαίρεση της στέγης .</p> <p>Συμπληρωματική καθαίρεση των λίθων που έχουν μετακινηθεί και των χαλαρών κονιαμάτων</p> <p>Ανακατασκευή του τοίχου με τοποθέτηση λίθινων " κλειδιών " ή χύτευση γωνιακού υποστυλώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα με διαμήκη οπλισμό 4Φ16 και συνδετήρες Φ8/20</p> <p>Προσθήκη ή επισκευή διαζώματος</p> <p>Οπλισμένο επίχρισμα</p>
------------------------	---

²⁷ Ντεγιαννάκη Μ. - Τεχνικές Επισκευής και Ενίσχυσης σε Κατασκευές από Φέρουσα Τοχοποιία – 9^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών.

4.4 Μέθοδοι Επεμβάσεων

4.4.1 Συρραφή

Πίνακας 24 Μεθοδολογία εργασιών τοποθέτησης συρραφής

Πορεία εργασιών	<p>Αφαίρεση "συζυγών" λίθων για την δημιουργία "φωλεών" σε αποστάσεις 0.50 μ. μεταξύ τους .</p> <p>Απομάκρυνση χαλαρών δομικών στοιχείων (λίθων και συνδετικού υλικού - καθαρισμός υδροβολή</p> <p>Αποκατάσταση με υγιείς λίθους , ισχυρό συνδετικό υλικό και τοποθέτηση επιμήκων λίθινων " κλειδιών " (ή στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος) με ισχυρή τσιμεντοκονία .</p> <p>Σφράγιση των χειλέων του αρμού (αρμολόγημα)</p> <p>Πλήρωση επίσης με ισχυρή τσιμεντοκονία</p> <p>Επίχρισμα</p> <p>Προσθήκη ή επισκευή διαζώματος</p>
------------------------	---

4.4.2 Χύτευση Υποστυλώματος Οπλισμένου Σκυροδέματος

Πίνακας 25 Μεθοδολογία εργασιών

Πορεία εργασιών	<p>Αφαίρεση όλων των λίθων στη θέση του κατακόρυφου αρμού</p> <p>Απομάκρυνση των χαλαρών λίθων και κονιαμάτων - καθαρισμός (- υδροβολή)</p> <p>Χύτευση γωνιακού υποστυλώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα με διαμήκη οπλισμό</p> <p>4Φ16 και συνδετήρες Φ8/20</p> <p>Προσθήκη ή επισκευή διαζώματος</p> <p>Οπλισμένο αμφίπλευρο επίχρισμα</p>
------------------------	--

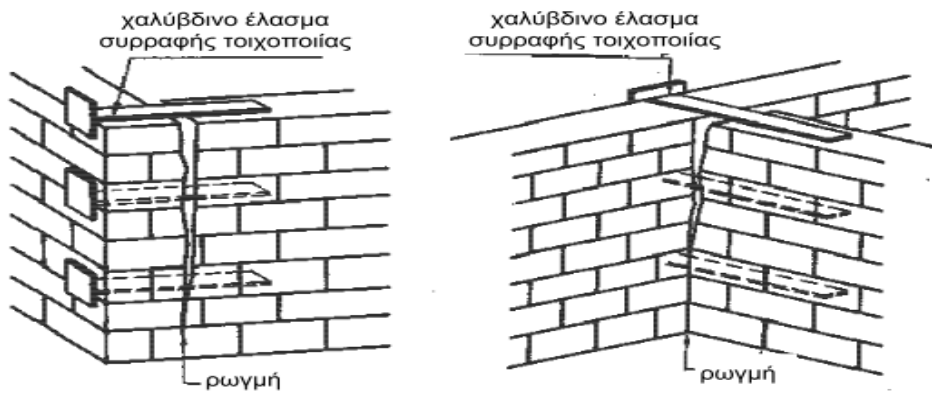
4.4.3 Προσθήκη Ελκυστήρων

Η προσθήκη ελκυστήρων είναι δημοφιλής τρόπος σύνδεσης αποκολλημένων τοίχων. Η χρήση εξωτερικών ελκυστήρων για την περίσφιξη των τοίχων συγκαταλέγεται στα άμεσα μέτρα υποστήριξης κτιρίων που έχουν υποστεί σημαντικές βλάβες διότι πέραν της ευκολίας τοποθέτησης παρουσιάζουν την δυνατότητα εύκολης αφαίρεσης για την εφαρμογή μονίμων μέτρων που πιθανά θα προκύψουν από μεταγενέστερη εμπειριστατωμένη μελέτη.

Πίνακας 26 Μεθοδολογία εργασιών προσθήκης ελκυστήρων

Πορεία εργασιών	Απομάκρυνση των χαλαρών λίθων και κονιαμάτων - καθαρισμός (- υδροβολή) Αποκατάσταση με υγιείς λίθους , ισχυρό συνδετικό υλικό και τοποθέτηση επιμήκων λίθινων " κλειδιών " (ή στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος) με ισχυρή τσιμεντοκονία . Διάταξη αμφίπλευρων ελκυστήρων οι οποίοι προεντείνονται με μπουλόνια και δυναμόκλειδα . Οι ελκυστήρες στερεώνονται τοπικά και βάφονται με αντισκωριακό Προσθήκη ή επισκευή διαζώματος Επίχρισμα
------------------------	--

Οι ελκυστήρες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις αποκόλλησης διασταυρούμενων τοίχων ή αποδιοργάνωσης γωνιών τοίχου. Εφαρμόζονται επίσης για την βελτίωση της συμπεριφοράς της κατασκευής συνδέοντας απέναντι τμήματα της, με την εφαρμογή ευνοϊκής χαμηλής πρόθλιψης.



Εικόνα 62 Τοποθέτηση χαλύβδινων ελασμάτων στις γωνίες.²⁸

Μεθοδολογία Εργασιών

- Επιλέγονται οι θέσεις προσαρμογής των τενόντων και ελέγχεται η καταλληλότητα επάρκειας αυτών των θέσεων της τοιχοποιίας (έλεγχος τοπικής θλίψης) για παραλαβή των δυνάμεων προέντασης. Σε αντίθετη περίπτωση γίνεται τοπική ενίσχυση.
- Διάνοιξη των οπών (δίοδοι) στην μάζα του τοίχου, σε απέναντι θέσεις και στο ίδιο το ύψος (περίπτωση οριζόντιων τενόντων). Αρχικά δημιουργείται μια τρύπα κατά μήκος της τοιχοποιίας διαμέτρου 60 - 80 mm με τρυπάνι, μέχρι την επόμενη γωνία.
- Μια συνεχής ράβδος προέντασης εισέρχεται στην τρύπα αφού έχει ήδη υποστεί ελαιοβαφή.
- Αγκύρωση των τενόντων (ράβδοι υψηλής αντοχής και μεγάλης διαμέτρου) σε κατάλληλα διαστασιοποιημένες πλάκες αγκύρωσης.
- Η ράβδος αγκυρώνεται μόνιμα στο ένα άκρο και εφελκύεται από την άλλη με υδραυλικό γρύλο ή δυναμόκλειδα. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιβολή της προέντασης, η οποία πρέπει να είναι ήπια και διαρκώς ελεγχόμενη.
- Μετά την τοποθέτηση των τενόντων οι εσωτερικές οπές πληρούνται με τσιμεντένεμα και οι εξωτερικοί αύλακες με ελαφρούς μανδύες από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Το κενό μεταξύ του τένοντα και του σωλήνα περιβολής του πληρούται με τσιμεντένεμα.

²⁸ "Οικοδομές με φέροντα οργανισμό από πλινθοδομή ή λιθοδομή. Αρχές επισκευής από σεισμό", ΤΕΕ, Αθήνα 1978

- Η αγκύρωση των τενόντων στις εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων είναι κατασκευαστικά ευχερής. Οι διατάξεις και οι πλάκες αγκύρωσης τοποθετούνται συνήθως σε εσοχή του τοίχου.
- Μετά την τοποθέτηση των τενόντων η διατομή αποκαθίσταται με τσιμεντοκονία
- Ο αριθμός των τενόντων που θα διαταχθούν σε ένα τοίχο στο ίδιο ύψος, εξαρτάται από το πάχος του τοίχου.

Έτσι για μεγάλου πάχους τοίχους, τοποθετούμε δυο ή και περισσότερους τένοντες, ούτως ώστε η δύναμη να κατανέμεται σχεδόν ομοιόμορφα σ' όλο το πλάτος του τοίχου. Εμπειρία από πραγματικούς σεισμούς αλλά και από πειραματικές διατάξεις (Tomazevic), έχει αποδείξει ότι για συνήθη κτίρια από λιθοδομή με 2 – 3 ορόφους είναι αποτελεσματική η χρήση τενόντων από χάλυβα S360, διαμέτρου 16 mm τοποθετημένων και στις δυο πλευρές του τοίχου και ακυρωμένων με μεταλλικές πλάκες πάχους 10 – 15 mm.

4.4.4 Χρήση Σύνθετων Υλικών από Ινοπλισμένα Πολύμερή

Μία μέθοδος επισκευής και ενίσχυσης τοιχοποιίας χρησιμοποιεί τα σύνθετα υλικά από ινοπλισμένα πολυμερή (ΙΟΠ – Fiber Reinforced Polymer Composites – FRPC), τα οποία αποτελούνται από “υφάσματα” από ινώδη οπλισμένα πολυμερή, εμποτισμένα με εποξικές ρητίνες. Τα πρώτα σύνθετα υλικά χρονολογούνται από τα τέλη του 19ου αιώνα και είχαν ως συστατικά φυσικές ρητίνες και ίνες, όπως πίσσα και ίνες ξύλου. Η μαζική παραγωγή τους όμως ξεκινά στο τέλος της δεκαετίας του 1930 όπου αρχικά η χρήση τους περιορίζεται στην αεροναυπηγική, τη χημική βιομηχανία και τη ναυπηγική εξαιτίας του υπερβολικού τους κόστους και των περιορισμένων πειραματικών αποτελεσμάτων, ενώ τα σύγχρονα σύνθετα υλικά βρίσκουν εφαρμογή και σε υπόγειες δεξαμενές καυσίμων, έως ύφαλα πλοίων και πολεμικά αεροσκάφη. Γενικά η χρήση τους έχει εξαπλωθεί σε εφαρμογές που απαιτούν χαμηλό ίδιο βάρος, υψηλές τάσεις και μη διαβρωτικές δομικές ιδιότητες. Η επικόλληση στρώσεων ινοπλισμένων πολυμερών από ανθρακονήματα σε δομικά στοιχεία κατασκευών με σκοπό την επισκευή και ενίσχυσή τους, πρωτοεφαρμόστηκε στην Ελβετία το 1984, ενώ την τελευταία εικοσαετία βρίσκει πολλές εφαρμογές με επιτυχία σε χώρες με δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες ή με ιδιαίτερα υψηλή σεισμική επικινδυνότητα, όπως οι Η.Π.Α., ο Καναδάς, η Ιαπωνία, η Ελβετία, η

Αυστραλία, κ.ά.. Στην Ελλάδα οι πρώτες εφαρμογές πραγματοποιούνται στις αρχές της δεκαετίας του 1990 και εξαπλώνονται ιδιαίτερα μετά τον σεισμό της Πάρνηθας το 1999. Η ενίσχυση επιτυγχάνεται με χρήση μανδύων και ελασμάτων από σύνθετα υλικά, ή περιτύλιξη των μελών με ταινίες από σύνθετα υλικά

Περιγραφή Συστατικών

Τα σύνθετα υλικά ινών αποτελούνται από ίνες εμποτισμένες με ρητίνη ή μη. Ανάλογα με τον προσανατολισμό των ινών, διακρίνονται σε: *προσανατολισμένα (directional)* , με ίνες συνεχείς και ίδιας διεύθυνσης , και σε *μη προσανατολισμένα (random)*, με ίνες τυχαία τοποθετημένες στο συνδετικό υλικό.

Ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης και τον συνδυασμό των ινών τα σύνθετα υλικά διακρίνονται σε:

1. Πλεκτών ινών (woven fiber), που αποτελούν συνεχές σώμα χωρίς επιμέρους στρώματα, οπότε δεν παρουσιάζουν πιθανότητες αποκόλλησης. Έχουν όμως μικρή αντοχή λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης τάσεων και του μεγάλου ποσοστού ρητίνης. Ασυνεχών ινών (chopped fiber) , τα οποία έχουν κοντές ίνες διάσπαρτες μέσα στο συνδετικό υλικό, και μηχανική αντοχή κατώτερη απ' αυτήν των συνεχών ινών.
2. Υβριδικά (hybrid), τα οποία αποτελούνται είτε από συνεχείς, ή από συνεχείς ίνες, ή από περισσότερους του ενός τύπους ινών. Χρησιμοποιούνται για να πετύχουν επιθυμητές ιδιότητες που το σύνθετο υλικό δεν διαθέτει.
3. Συνεχών ινών (continuous fiber), που στρώματα συνεχών ινών – ρητίνης τοποθετούνται στην κατάλληλη διεύθυνση και συνδέονται αποτελώντας ένα σώμα, παρουσιάζοντας έτσι, μεγάλη αντοχή. Η αποκόλληση μεταξύ των στρωμάτων συνεχών ινών- ρητίνης είναι πιθανή.

Για την επισκευή και ενίσχυση κατασκευών χρησιμοποιούνται κυρίως προσανατολισμένα σύνθετα υλικά συνεχών ινών τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή. Ο προσανατολισμός των ινών όμως, δίνει στο σύνθετο υλικό ανισοτροπική συμπεριφορά, σεαντιστοιχία με τη συμπεριφορά του οπλισμένου σκυροδέματος, δίνοντας τη δυνατότητα στους μελετητές να διευθετήσουν κατά τέτοιο τρόπο τις στρώσεις του υλικού ώστε να ενισχυθεί το μέλος στη διεύθυνση που αναπτύσσονται οι υψηλότερες τάσεις.

4.4.5 Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων

Η προένταση σαν τρόπος ενίσχυσης ιστορικών κτιρίων με φέρουσα τοιχοποιία έχει δοκιμαστεί από τις αρχές του αιώνα μας στο εξωτερικό ενώ στην Ελλάδα οι γνώσεις μας γι' αυτή είναι περιορισμένες. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί για την εφαρμογή της μεταλλικά στοιχεία τα οποία λέγονται ελκυστήρες - τένοντες. Οι ελκυστήρες είναι κατασκευασμένοι συνήθως από δομικό χάλυβα καταπονούνται κυρίως εφελκυστικά και χρησιμοποιούνται για την προσωρινή επισκευή ή ενίσχυση των φερόντων στοιχείων.²⁹

Η προσθήκη ελκυστήρων είναι δημοφιλής τρόπος σύνδεσης αποκολλημένων τοίχων. Η χρήση εξωτερικών ελκυστήρων για την περίσφυξη των τοίχων συγκαταλέγεται στα άμεσα μέτρα υποστήριξης κτιρίων που έχουν υποστεί σημαντικές βλάβες διότι πέραν της ευκολίας τοποθέτησης παρουσιάζουν την δυνατότητα εύκολης αφαίρεσης για την εφαρμογή μονίμων μέτρων που πιθανά θα προκύψουν από μεταγενέστερη εμπειριστατωμένη μελέτη.

Οι ελκυστήρες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις αποκόλλησης διασταυρούμενων τοίχων ή αποδιοργάνωσης γωνιών τοίχου. Εφαρμόζονται επίσης για την βελτίωση της συμπεριφοράς της κατασκευής συνδέοντας απέναντι τμήματα της, με την εφαρμογή ευνοϊκής χαμηλής πρόθλιψης.

Μπορούν ακόμα να εφαρμοστούν για την ενίσχυση της θεμελίωσης (δημιουργία υψίκορμων πεδιλοδοκών) . Συνήθως τοποθετούνται οριζόντιοι κάτω από τις στάθμες εδράσεως της στέγης ή και των δαπέδων, και σπανίως κατακόρυφοι στις γωνίες των κτιρίων ή καθ' ύψος πεσσών από τοιχοποιία. Το πάχος της τοιχοποιίας πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 45 cm για την εφαρμογή τους.

Αν στους ελκυστήρες εφαρμοστεί εκ των προτέρων εφελκυσμός (προένταση) τότε τα στοιχεία αυτά ονομάζονται τένοντες. Οι τένοντες κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα προέντασης (ο δομικός χάλυβας δεν επαρκεί σ' αυτές τις περιπτώσεις) και αποτελούν αξιόλογο τρόπο ενίσχυσης βλαμμένων στοιχείων.

Ευθύγραμμοι τένοντες χρησιμοποιούνται συνήθως για την περιμετρική περίσφυξη τοιχοποιιών και για την αποκατάσταση λειτουργίας ελκυστήρα σε καμπύλους γραμμικούς ή επιφανειακούς φορείς. Δακτυλιοειδείς τένοντες

²⁹ Ενίσχυση Ιστορικών Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία με Χρήση Μεταλλικών Στοιχείων – 1^ο Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών – 04 Μαυρατζώτης Γ. Μπακ Ν.

χρησιμοποιούνται για την περίσφυξη του τυμπάνου των τρούλων. Με την βοήθεια της προέντασης η ροή των δυνάμεων μπορεί να διορθωθεί και σε εξαιρετικές περιπτώσεις να αλλάξει την ίδια της την διεύθυνση. Έτσι επιτυγχάνεται βελτίωση της συμπεριφοράς της τοιχοποιίας έναντι οριζοντίων σεισμικών μετακινήσεων.

Σαν κανόνας μπορεί να ειπωθεί ότι οι τένοντες χρησιμοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις σοβαρών βλαβών της τοιχοποιίας.

Απαιτούμενα Υλικά

1. Τρυπάνι
2. Μεταλλικές ράβδοι μεγάλης διαμέτρου (15,26,32,36 mm) από φυσικό σκληρό χάλυβα μέσης αντοχής (π.χ. S 600/900, S 835/1030, S 885/1080). Οι ράβδοι αυτές έχουν συνεχές σπείρωμα στην επιφάνεια τους, το οποίο αυξάνει την συνάφεια και επιτρέπει την αγκύρωση της ράβδου με περικόχλιο σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους της. Χάλυβες προστατευμένοι από σκουριά με μικρή τάση σχεδιασμού δεν είναι κατάλληλοι για τένοντες προέντασης.
3. Περικόχλια
4. Στοιχεία αγκύρωσης κατάλληλα διαμορφωμένα με μορφή κώδωνα ή πλάκας από σκυρόδεμα ή χάλυβα
5. Δυναμόκλειδα

Μεθοδολογία Εκτέλεσης

Στάδιο 1: Επιλέγονται οι θέσεις προσαρμογής των τενόντων και ελέγχεται η καταλληλότητα επάρκειας αυτών των θέσεων της τοιχοποιίας (έλεγχος τοπικής θλίψης) για παραλαβή των δυνάμεων προέντασης. Σε αντίθετη περίπτωση γίνεται τοπική ενίσχυση.

Στάδιο 2 : Διάνοιξη των οπών (δίοδοι) στην μάζα του τοίχου, σε απέναντι θέσεις και στο ίδιο το ύψος (περίπτωση οριζόντιων τενόντων). Για λόγους προστασίας από διάβρωση, οι τένοντες τοποθετούνται σε συνήθεις σωλήνες περιβολής ή εντός οπών που διατρώνται κατά μήκος της μέσης επιφάνειας του τοίχου, ή κατά μήκος αυλάκων οι οποίοι διανοίγονται συμμετρικά και στις δυο παρειές του τοίχου ώστε να επιτυγχάνεται κεντρική εφαρμογή της δύναμης

προέντασης. Αρχικά δημιουργείται μια τρύπα κατά μήκος της τοιχοποιίας διαμέτρου 60 - 80 mm με τρυπάνι μέχρι την επόμενη γωνία.

Στάδιο 3 : Μια συνεχής ράβδος προέντασης εισέρχεται στην τρύπα αφού έχει ήδη υποστεί ελαιοβαφή.

Στάδιο 4: Αγκύρωση των τενόντων (ράβδοι υψηλής αντοχής και μεγάλης διαμέτρου) σε κατάλληλα διαστασιολογημένες πλάκες αγκύρωσης.

Στάδιο 5 : Οι ράβδος αγκυρώνεται μόνιμα στο ένα άκρο και εφελκύεται από την άλλη με υδραυλικό γρύλο ή δυναμόκλειδα. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιβολή της προέντασης, η οποία πρέπει να είναι ήπια και διαρκώς ελεγχόμενη.

Στάδιο 6 : Μετά την τοποθέτηση των τενόντων οι εσωτερικές οπές πληρούνται με τσιμεντένεμα (ώστε να προστατεύσει την ευαίσθητη προενταμένη ράβδο) και οι εξωτερικοί αύλακες με ελαφρούς μανδύες από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Η πίεση του τσιμεντένεματος πρέπει να είναι 20 – 50 Bar. Το κενό μεταξύ του τένοντα και του σωλήνα περιβολής του πληρούται με τσιμεντένεμα εκτός εάν κρίνεται σκόπιμο να παραληφθεί η σύνδεση του τένοντα ώστε να είναι μεταγενέστερα δυνατή η παρατήρηση, επανένταση ή ακόμα η αφαίρεση του στο μέλλον.

Στάδιο 7 : Η αγκύρωση των τενόντων στις εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων είναι κατασκευαστικά ευχερής. Λόγω της μικρής αντοχής της λιθοδομής η δύναμηπλακών, οι οποίες την κατανέμουν σε μεγάλη επιφάνεια του τοίχου. Οι διατάξεις και οι πλάκες αγκύρωσης τοποθετούνται συνήθως σε εσοχή του τοίχου. Οι αγκύρωσης μετά την εφαρμογή κατάλληλης βαφής παραμένουν ακάλυπτες και επόμενος επισκέψιμες. Εναλλακτικώς καλύπτονται με επίχρισμα ή με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Σχετικά με την προστασία από διάβρωση θα πρέπει, αν η κεφαλή αγκύρωσης τοποθετηθεί στο κενό της τοιχοδομής να καλυφθεί με τσιμέντο γύρω από τον χάλυβα για 20 mm και γύρω από τους σωλήνες περιβολής περίπου 10 mm. Εάν η κεφαλή μείνει έξω από την τοιχοδομή θα πρέπει να καλυφθεί ή να βυθιστεί σε τσιμεντοκονίαμα.

Υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα για το μέγεθος των χρόνιων απωλειών προέντασης εξ' αιτίας του ερπυσμού της τοιχοποιίας. Ο Wenzel και οι Ullrich και Maus μετά από μετρήσεις που έκαναν σε συγκεκριμένα κτίρια, αναφέρουν ότι οι απώλειες προέντασης οι οποίες μετρήθηκαν μετά από 12 ή 13 χρόνια λειτουργίας κυμαίνονται από 3 έως 12 %. Σε ειδικές περιπτώσεις όπου ακολούθησε υποθεμελίωση του κτιρίου μετρήθηκαν απώλειες έως το 1/3 της αρχικής δύναμης

προέντασης. Εάν και είναι δύσκολο να γενικεύσει κανείς, η πληροφορία αυτή μπορεί να εκληφθεί σαν ένδειξη ότι οι απώλειες προέντασης στην τοιχοποιία δεν είναι δυσανάλογα μεγαλύτερες από αυτές του σκυροδέματος.

Ο αριθμός των τενόντων που θα διαταχθούν σε ένα τοίχο στο ίδιο ύψος, εξαρτάται από το πάχος του τοίχου. Έτσι για μικρού πάχους τοιχοποιίες έχουμε έναν τένοντα, ενώ για μεγάλου πάχους δυο ή και περισσότερους (τόσοι ώστε η δύναμη να κατανέμεται σχεδόν ομοιόμορφα σ' όλο το πλάτος του τοίχου. Εμπειρία από πραγματικούς σεισμούς αλλά και από πειραματικές διατάξεις (Tomazevic), έχει αποδείξει ότι για συνήθη κτίρια από λιθοδομή με 2 – 3 ορόφους είναι αποτελεσματική η χρήση τενόντων από χάλυβα S360, διαμέτρου 16 mm τοποθετημένων και στις δυο πλευρές του τοίχου και αγκυρωμένων με μεταλλικές πλάκες πάχους 10 – 15 mm. Σε μεγαλύτερα κτίρια η διάμετρος μπορεί να φτάσει μέχρι 28 mm. Σημειώνεται ότι είναι δυνατόν να αποφευχθεί η αρκετά δυσχερής διάνοιξη οπών και να γίνει η τοποθέτηση των τενόντων σε εγκοπές που δημιουργούνται στην επιφάνεια του τοίχου και έχουν βάθος περίπου 40 mm. Μετά την τοποθέτηση των τενόντων η διατομή αποκαθίσταται με τσιμεντοκονία

Πίνακας 27 Πλεονεκτήματα της μεθόδου.

1	Γενικά με την προένταση επιτυγχάνεται βελτίωση της συμπεριφοράς της τοιχοποιίας σε οριζόντιες μετακινήσεις λόγω κυρίως της σεισμικής φόρτισης.
2	Χρησιμοποιείται ως μέσο ενίσχυσης κυρίως σε κατασκευές μνημειακού χαρακτήρα επειδή η εφαρμογή της δεν προκαλεί μεγάλες επεμβάσεις στις ορατές επιφάνειες των μνημείων.
3	Η μέθοδος αυτή είναι εύκολα αναστρέψιμη.
4	Μικρό κατασκευαστικό κόστος ανεξάρτητο του ποσοστού προέντασης.

Πίνακας 28 Μειονεκτήματα της μεθόδου.

1	Λόγο ερπυσμού οι τένοντες υπόκεινται σε χαλάρωση με την πάροδο του χρόνου γι' αυτό επιβάλλεται συστηματικός έλεγχος.
2	Ως μέθοδος επέμβασης, η προένταση δεν επιλύει ριζικά το πρόβλημα αποκατάστασης από μόνη της γι' αυτό συνήθως αποτελεί συμπληρωματική μορφή επέμβασης.
3	Οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται, παρουσιάζουν προβλήματα διάβρωσης με τον χρόνο ενώ η χρήση ειδικών χαλύβων προστατευμένων από την σκουριά (ανοξειδωτοι και άλλοι) αυξάνουν το κόστος των υλικών 5 έως 7 φορές περισσότερο. Γενικά δεν συνιστάται η χρήση ανοξειδωτου χάλυβα όταν στην ατμόσφαιρα υπάρχουν σε μεγάλο ποσοστό χλωριόντα βρούνζου, ορειχάλκου ή χαλκού. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται τιτάνιο ή κατάλληλα προστατευμένος χάλυβας.
4	Έχει εξαιρετικά περιορισμένη χρήση στον ελληνικό χώρο εξ' αιτίας της έλλειψης εμπειρίας των μηχανικών στην συγκεκριμένη εφαρμογή, αλλά και της αβεβαιότητας της αλληλεπίδρασης της προέντασης με την κατασκευή και τα υλικά.

Προένταση της τοιχοποιίας μπορεί να γίνει κατά μήκος των ανωφλίων ή των πεσσών ή και των δυο. Η οριζόντια προένταση κατά μήκος των ανωφλίων, είναι κατασκευαστικά ευκολότερη από την κατακόρυφη κατά μήκος των πεσσών, αφού οι τένοντες μπορούν να αγκυρωθούν στις γωνίες των τοίχων. Προένταση των πεσσών απαιτεί ενίσχυση του θεμελίου με περιμετρική ζώνη από οπλισμένο σκυρόδεμα στην οποία αφήνονται οπές που καταλήγουν στην εξωτερική κατακόρυφη παρειά ώστε να διέλθουν οι τένοντες και να αγκυρωθούν στο σκυρόδεμα. Εξ' αιτίας όμως της ομαλής κατακόρυφης ροής των θλιπτικών τάσεων προέντασης κατά μήκος των πεσσών, δεν εμφανίζονται λοξές εφελκυστικές τάσεις σε άλλα σημεία, όπως συμβαίνει στην οριζόντια προένταση, και έτσι η κατακόρυφη προένταση των πεσσών είναι ελαφρά πιο αποτελεσματική. Αυτό συμβαίνει παρά το γεγονός ότι οι μέγιστες λόγω σεισμού εφελκυστικές τάσεις είναι κυρίως στην οριζόντια διεύθυνση.

4.5 Εργασίες Ενίσχυσης Λιθοδομών

Η ενίσχυση της φέρουσας τοιχοποιίας μπορεί να επιτευχθεί με ποικίλες μεθόδους. Η επιλογή της μεθόδου που θα εφαρμοστεί εξαρτάται από το είδος της βλάβης, όπως αυτές περιγράφηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

4.5.1 Αρμολογήματα

Όταν το αρμολόγημα είναι βαθύ πρέπει να γίνεται σε δύο στρώσεις . Εάν οι αρμοί είναι μεγάλοι απαιτείται σφήνωση μικρών λιθαριών με την πλατύτερη πλευρά εγκάρσια στο τοίχο . Η τελική επιφάνεια του αρμολογήματος είναι πατητή ή αδρή . Για το πατητό αρμολόγημα χρησιμοποιούνται μικρό κουταλάκι , μικρό μυστρί ή και τα δάχτυλα , ενώ για το αδρό χρησιμοποιείται σφουγγάρι και βούρτσα . Για να αποφεύγονται οι ρηγματώσεις του αρμολογήματος είναι αναγκαία η διαβροχή του ώστε να διατηρείται υγρό , ή και η πρόσμιξη κατάλληλου γαλακτώματος (π.χ. sintoplaste) .

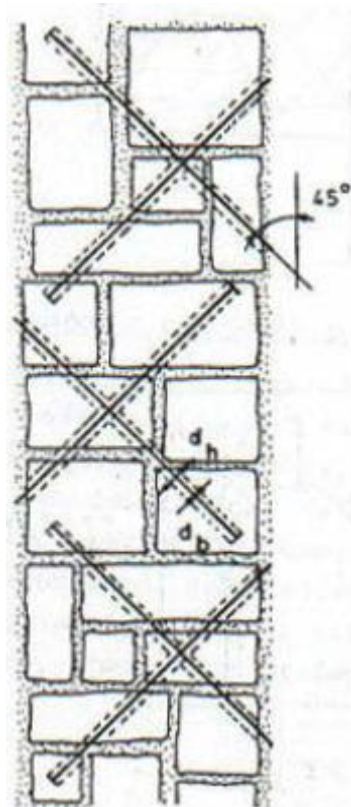
Πίνακας 29 Πορεία εργασιών αρμολογήματος

Πορεία εργασιών	Καθαίρεση επιχρισμάτων Καθαίρεση - αφαίρεση χαλαρών λίθων και ασθενούς συνδετικού υλικού Υδροβολή Καθαρισμός της επιφάνειας της παρειάς του τοίχου με αέρα Σφράγιση των αρμών με κονίαμα , όμοιας σύνθεσης με το υπάρχον
------------------------	--

4.5.2 Ριζοπλισμοί

Η αρχή της χρήσης μεταλλικών στοιχείων σε κατασκευές από φέροντα οργανισμό από φυσικά λιθωσώματα έγινε από τους αρχαίους Έλληνες, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν μεταλλικούς συνδέσμους για να ενώσουν τα λιθωσώματα μεταξύ τους τόσο σε οριζόντια όσο και κατακόρυφη διεύθυνση. Όμως αυτή η τεχνική αφορούσε την φάση της κατασκευής του κτίσματος.

Επινοητής της μεθόδου εισαγωγής κοντών χαλύβδινων ράβδου με σκοπό την ενίσχυση και επισκευή υφιστάμενων κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία υπήρξε ο Ιταλός F.Lizzi περί το 1950 [9]. Η τεχνική αυτή εφαρμόστηκε για να «δέσει» δυνατά με αδύναμα σημεία της τοιχοποιίας και να αυξήσει την θλιπτική, εφελκυστική και διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας. Εν ολίγοις, τοποθετώντας χαλύβδινες ράβδους στο εσωτερικό της τοιχοποιίας της προσδίδουμε καλύτερες ιδιότητες με τα οφέλη που συνοδεύουν τον χάλυβα.



Εικόνα 63 Κατακόρυφη τομή

Πεδία Εφαρμογής

Η μέθοδος της ενίσχυσης με ριζοπλισμούς βρίσκει εφαρμογή σε πληθώρα κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία. Οι συχνότερες περιπτώσεις είναι οι εξής:

1. Ενίσχυση πεσσών σε γέφυρες που έχουν ρηγματωθεί λόγω διαφορικών καθιζήσεων
2. Ενίσχυση πεσσών σε παλαιές γέφυρες επειδή έχουν αυξηθεί τα κινητά φορτία για τα οποία έχουν μελετηθεί και κατασκευασθεί,
3. Σταθεροποίηση ασφίδων, που έχουν υποστεί παραμορφώσεις,
4. Ενίσχυση υπογείων στοών, όπου το έδαφος έχει υποστεί καθίζηση ή μετακίνηση, Ενίσχυση ασθενούς τοιχοποιίας σε περιοχές που εφαρμόζονται πλάκες αγκύρωσης τενόντων (προεντεταμένη τοιχοποιία ή ενίσχυση με ελκυστήρες)

5. Σύνδεση τμημάτων κατασκευών όπως αψίδες με τα ανώτερα τμήματα του τοίχου, εν είδει τζινετιών και λαμών για σύνδεση εγκαρσίων τοίχων
6. Ενδυνάμωση του σώματος του φέροντα οργανισμού και σύνδεση των σαθρών με τα δυνατά τμήματα της τοιχοποιίας
7. Δημιουργία υψίκορμων δοκών

Τρόποι Εφαρμογής με Ενίσχυση

Θα πρέπει να τονιστεί η απουσία κανονισμών και εξειδικευμένου προσωπικού γεγονός που καθιστά αναγκαία την συνεχή επίβλεψη του μηχανικού κατά τη διάρκεια εφαρμογής. Λόγω απουσίας κανονισμών, αναφέρονται βάσει εμπειρίας και συνιστώνται τα εξής:

Οπές

Η διάμετρος των οπών, που διανοίγονται για την τοποθέτηση των ράβδων είναι της τάξης των 20-40mm, το δε μήκος ποικίλει ανάλογα το πάχος της τοιχοποιίας και τη φύση των προβλημάτων της κατασκευής, πρέπει όμως να είναι αρκετό ώστε να αλληλοκαλύπτονται οι οπλισμοί. Σε μικρές ευπαθείς κατασκευές, ειδικότερα σε αυτές από λιθοδομή από μαλακό πέτρωμα ή από οπτοπλινθοδομή, οι οπές ανοίγονται με τη χρήση ηλεκτρικών περιστροφικών τρυπανιών με διαμαντοκεφαλή και είσοδο ύδατος για την ψύξη της κεφαλής και την απομάκρυνση των υλικών διάτρησης. Η χρήση των τρυπανιών αυτού του τύπου δεν προκαλεί μεγάλες καταστροφές αλλά παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι η πρόοδος της εργασίας είναι αργή. Μεσαίου μεγέθους κατασκευές μπορούν να διατρηθούν με τη χρήση ηλεκτρονικών περιστροφικών – κρουστικών τρυπανιών αλλά σε περιπτώσεις διάνοιξης επιμηκών οπών με φορά εκ των άνω προς τα κάτω καταστρέφεται εύκολα η κεφαλή λόγω της δυσκολίας μετακίνησης των υλικών της διάνοιξης. Η χρήση των τρυπανιών πεπιεσμένου αέρα επιτρέπεται μόνο σε συμπαγείς κατασκευές, ειδικότερα να είναι κατασκευασμένες από λιθώματα από πολύ σκληρή πέτρα και πρέπει να διανοιχθούν οπές μεγάλου μήκους.

Οπλισμοί

Η διάμετρος των οπλισμών κυμαίνεται μεταξύ 8-20mm. Ο αριθμός των ράβδων δε δύναται να προσδιοριστεί βάσει κάποιου τύπου. Εξαρτάται από την κατάσταση της κατασκευής και το λόγο για τον οποίον γίνεται η ενίσχυση. Συνιστάται να τοποθετούνται 3 με 4 ράβδοι ανά τετραγωνικό μέτρο μήκους περίπου φορές το πάχος της τοιχοποιίας. Μεγαλύτερο μήκος των ράβδων δεν εξασφαλίζει κατ'ανάγκην καλύτερα αποτελέσματα ενώ αυξάνει δυσανάλογα το κόστος διάνοιξης των οπών. Ο οπλισμός με ραβδόμορφο χάλυβα εξασφαλίζει καλύτερη συνοχή και αγκύρωση αλλά σε μνημεία και σε κατασκευές σε υγρό περιβάλλον συνιστάται η χρήση ανοξείδωτου χάλυβα.



Εικόνα 64 Ριζοοπλισμένη τοιχοποιία

Πίνακας 30 Μεθοδολογία εργασιών

Πορεία εργασιών	Πάκτωση αλληλοτεμνόμενων κοντών ράβδων οπλισμού Φ10 έως Φ14 , μήκους 50 cm εντός οπών που διανοίγονται στο τείχος με περιστροφικό τρυπάνι διαμέτρου Φ20. Η πάκτωση γίνεται με τσιμεντοκονίες μη συστελλόμενες , και με ειδικά κονιάματα ψιλής χαλαζιακής άμμου .
------------------------	---

4.5.3 Μανδύες

Οι μανδύες τοποθετούνται σε κολόνες και δεν επιτρέπουν να ανοίξει η κολόνα σε περίπτωση σεισμού. Άμεσα διαθέσιμοι μανδύες υπάρχουν μόνο σε T8, T10 και T12, και μόνο ανά 10 εκ.

Πίνακας 31 Μεθοδολογία εργασιών τοποθέτησης χαλύβδινου μανδύα στη λιθοδομή

Πορεία εργασιών	Καθαίρεση επιχρισμάτων Καθαίρεση χαλαρών λίθων και κονιαμάτων Διάνοιξη "φωλεών" ("τυφλών" διατομής 20X 20 X 20 cm ή "διαμπερών") Υδροβολή - καθαρισμός Πυκνό κοτετσόσυρμα τεντωμένο και καρφωμένο βαθιά στους αρμούς, με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα των 400 kg πάχους 3 ÷ 5 cm. Εσχάρα Φ8/25 (ή ανάλογο δομικό πλέγμα) και έγχυτο σκυρόδεμα ³⁰ πάχους 10 cm
------------------------	---

Πίνακας 32 Διάφοροι τύποι μανδύων

Μονόπλευροι	Εφαρμόζονται στη εσωτερική ή εξωτερική παρειά του τοίχου εάν ο τοίχος έχει μεγάλο πάχος ή επιβάλλεται από αρχιτεκτονικούς λόγους, ή εάν οι βλάβες είναι περιορισμένες.
Αμφίπλευροι	Εφαρμόζονται και στις δύο παρειές του τοίχου εάν οι βλάβες είναι εκτεταμένες
Τοπικοί	Εφαρμόζονται στη περίπτωση τοπικών βλαβών ή αναγκαίων τοπικών ενισχύσεων (γωνίες τοίχων, πλαίσια ανοιγμάτων).

³⁰ Σύνθεση σκυροδέματος

400 kg τσιμέντο, 850 kg άμμος, 850 kg γαρμπίλι, υπερευστοποιητής.

Εσχάρα Φ8/25 (ή ανάλογο δομικό) πλέγμα και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 4 cm για μικρά πάχη τοίχων και μικρές βλάβες έως 8 cm για μεγάλα πάχη τοίχων και μεγάλες βλάβες.

Σύνθεση εκτοξευόμενου σκυροδέματος

500 gr τσιμέντο, 1700 kg καθαρή άμμος θραυστή έως 5 mm, 150 έως 250 lt νερό.

Οι μανδύες χανδρώνονται στις "φωλεές" της τοιχοποιίας με κλωβό οπλισμού από δύο φουρκέτες Φ12 με δύο - τρεις συνδετήρες Φ8. Επίσης συνδέονται με τα διαζώματα της στέγης, των μεσοπατωμάτων και του δαπέδου.

4.6 Εργασίες Ενίσχυσης Θεμελίωσης

Στο ζήτημα της θεμελίωσης των υφιστάμενων παραδοσιακών κατασκευών οι λύσεις που ακολουθούνται είναι οι εξής

4.6.1 Ντουλάπια

Εκατέρωθεν της βάσης του θεμελίου κατασκευάζονται από άοπλο σκυρόδεμα ανά αποστάσεις 0.50 έως 2,00 μ. "ντουλάπια" με διαστάσεις 0.50 μ. εγκάρσια και 0.50 μ έως 1.00 μ. κατά το μήκος του τοίχου .

4.6.2 Πεδιλοδοκός

Από τη μια παρειά του θεμελίου και καθ' όλο το μήκος του κατασκευάζεται σε επαφή δοκός οπλισμένου σκυροδέματος με ελάχιστο διαμήκη οπλισμό 4Φ16 και συνδετήρες Φ10/20 . Η δοκός αυτή "χανδρώνεται" στη μάζα του τοίχου μέσω "φωλεών" που διανοίγονται ανά 2.00 μ . περίπου.

4.6.3 Μανδύες

Εφαρμόζεται μονόπλευρος ή αμφίπλευρος μανδύας κυρίως στην περίπτωση κατά την οποία η μέθοδος αυτή έχει επιλεγεί και για την ενίσχυση της ανωδομής.

4.6.4 Ριζοπλισμοί - Ριζοπάσαλοι

Οι ριζοπάσαλοι (ράβδοι Φ14) πακτώνονται εντός οπών που διαπερνούν το θεμέλιο και εισχωρούν στο έδαφος της θεμελίωσης . Οι οπές είναι αλληλοτεμνόμενες και διανοίγονται με περιστροφικό τρυπάνι διαμέτρου Φ20 . Η πάκτωση γίνεται συνήθως με τσιμεντένεμα .

Πιο συγκεκριμένα η πάκτωση του οπλισμού επιτυγχάνεται 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 ψιλή χαλαζιακή άμμο. Όταν το κονίαμα είναι τσιμεντένεμα ο λόγος νερού – τσιμέντου είναι συνήθως 1,0:1,5. Η πρόσμιξη με άμμο επιτρέπεται μόνο αν υπάρχουν μεγάλα κενά στο εσωτερικό της τοιχοποιίας. Η χρήση εποξικών ή πολυμερικών ρητινών πρέπει να γίνεται μόνο όταν κρίνεται επιβεβλημένη λόγω του μεγάλου κόστους των ρητινών αυτών. Δεν συνιστάται η χρήση τους όταν το ποσοστό κενών της τοιχοποιίας υπερβαίνει το 3-5% του όγκου της. Σε περιπτώσεις λεπτών ενεμάτων είναι καλύτερη η χρήση αντλίας χειρός που επιτρέπει καλύτερο έλεγχο της διαδικασίας της ένεσης. Το γέμισμα των οπών με ένεμα γίνεται υπό χαμηλή πίεση, συνήθως 1-2 atm.

Η μέθοδος εφαρμόζεται με επιτυχία σε τοιχοποιίες πάχους 0,5-2,0 m. Σε περίπτωση τοιχοποιίας πάχους μικρότερου από 0,5m που αποτελείται από αργολιθοδομή από σκληρό πέτρωμα υπάρχει δυσκολία στην διάνοιξη των οπών. Σε οπτοπλινθοδομές, όμως, πάχους 0,35 m η μέθοδος μπορεί εύκολα να εφαρμοσθεί. Η επιλογή του ενέματος και η σωστή και προσεχτική έγχυσή του είναι καθοριστικής σημασίας, αφού αυτό πακτώνει τον οπλισμό και τον προφυλάσσει από διάβρωση.

4.7 Επεμβάσεις σε Περίπτωση Πυρκαγιάς

Σημειώνεται ότι η συγκεκριμένη κατηγορία επεμβάσεων αφορά τόσο στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα, όσο και από φέρουσα τοιχοποιία.



Εικόνα 65 Κτήρια καμμένα στο εσωτερικό

Αποκόλληση και πτώση επιχρισμάτων

Εφαρμόζεται αντικατάσταση των επιχρισμάτων, με φροντίδα για την εξασφάλιση καλής πρόσφυσης (π.χ. μέσω τραχύτητας, ασταρώματος, χρήσης ινών κ.λπ.). Σε περίπτωση που το πάχος του επιχρίσματος υπερβαίνει τα 15mm ÷ 20mm, υποχρεωτικά ενισχύεται/οπλίζεται με :

1. Ελαφρά πλέγματα (τα οποία στερεώνονται με μηχανικά μέσα στα φέροντα στοιχεία), από χάλυβα (κοτετσόσυρμα, κουνελόσυρμα) ή γυαλί
2. Ίνες (σε κατάλληλη δόση), από χάλυβα ή πολυπροπυλένιο

Ρηγμωση επιχρισμάτων

Εφαρμόζεται συνήθως απλή σφράγιση των ρωγμών (τσιμεντοκονία με ψιλό μυστρί). Για πολλές ρωγμές, ίσως έντονες, μπορεί να εφαρμοστεί αντικατάσταση επιχρισμάτων.



Εικόνα 66 Αποκόλληση και πτώση επιχρισμάτων

Αποδιοργάνωση της πλινθοδομής

Είναι αναγκαία η καθαίρεση/ ανακατασκευή του «καμμένου» τοίχου, εάν παρατηρείται έντονη αποσύνθεση του κονιάματος των αρμών και θραύση των φλοιών των τοιχοσωμάτων. Αλλιώς, όταν βεβαιωμένα μόνο το κονίαμα έχει φθαρεί, θα αποκαθίσταται με μεθόδους και υλικά αρμολόγησης.



Μεγάλα παραμένοντα βέλη κάμψης (έως και 1/25) σε πλάκες και δοκούς

Είναι αναγκαία είτε η καθαίρεση/ανακατασκευή των στοιχείων (όχι εύκολη, λόγω αναπόφευκτων πληγών στους παλιούς οπλισμούς), είτε η τοποθέτηση στρώσεων οπλισμένου λεπτοσκυροδέματος πάνω/κάτω, οπότε όμως τα πρόσθετα βάρη ενδέχεται να είναι σημαντικά.

Εκτεθειμένοι/λυγισμένοι ή και κομμένοι οπλισμοί, μάλλον τοπικός

Εφαρμόζεται κοπή / ηλεκτροσυγκόλληση καί κάρφωμα των ράβδων οπλισμού (με βλήτρα/αγκύρια), έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σύνδεσή τους με το σκυρόδεμα.

Καμμένα βοηθητικά στοιχεία (κυρίως ξύλινα)

Είναι αναγκαία η αντικατάσταση ή υποκατάσταση υπερθύρων/ ξυλοδεσιών/ διαζωμάτων καμμένων ή με μεγάλες φθορές από φωτιά.

Σε πολλές περιπτώσεις ενσωματωμένων τέτοιων στοιχείων, η αντικατάστασή τους είναι δυσχερής, και απαιτεί ευρύτερες επεμβάσεις και ανακατασκευές σε σημαντικής έκτασης τμήματα των τοίχων.



Ρωγμές τοίχων

Πραγματοποιείται σφράγιση ή/και πλήρωση (με ενέσεις), ή συρραφή των ρωγμών μέσα στο σώμα του τοίχου ή στα επιχρίσματα (αν υπάρχουν). Η συρραφή μπορεί να γίνει είτε με υγιείς λίθους (που «γεφυρώνουν» την ρωγμή) είτε με κατάλληλα χαλύβδινα στοιχεία.

Αποσύνδεση εγκάρσιων τοίχων

Είναι αναγκαία η «τυφλή» συρραφή (με εγκιβωτισμένα χαλύβδινα εμβόλια) των ρωγμών αποσύνδεσης, ίσως επιπλέον και η διάταξη ελκυστήρων (μέσα στο κτίριο) ή στοιχείων περιόδου (απ' έξω, δίκην στεφανών).

Πολλαπλές ή/και έντονες ρωγμές, βαριές βλάβες (αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας)

1. Τοποθέτηση ελαφρομανδύων (μέσα ή/και έξω) ή πλέγματος/εσχάρας «ζωνών ραφής» με συνδέσεις προς τους τοίχους, ίσως σε συνδυασμό με νέες λεπτές πλάκες από Ο.Σ.
2. Τοποθέτηση εσωτερικού ελαφροσκελετού (Ο.Σ.) με συνδέσεις προς τους τοίχους, ίσως σε συνδυασμό με νέες λεπτές πλάκες από Ο.Σ.
3. Καθαίρεση/ανακατασκευή με ισχυρές συνδέσεις γύρω-γύρω (προς τους παραμένοντες τοίχους). Για τις τεχνικές (1) και (2) ίσως είναι αναγκαία και η ομογενοποίηση της μάζας των τοίχων μέσω ενέσεων (τσιμέντου), κατά την σχετική τεχνική

Εκτός επιπέδου μεγάλες παραμένουσες παραμορφώσεις τοίχων (>75mm):

Είναι αναγκαία η καθαίρεση/ανακατασκευή, σπανίως δε και η διάταξη μόνιμων αντηρίδων (από λιθοδομή, σταθερής ή μεταβλητής καθ' ύψος διατομής).

Συμπεράσματα

Η εργασία εστίασε στο ζήτημα της αποκατάστασης κτιρίων κατασκευασμένα με φέρουσα τοιχοποιία. Τα προβλήματα που εντοπίζεται κυρίως σε κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία προέρχονται από την γήρανση των υλικών και από την έλλειψη συντήρησης τους. Επίσης σημαντικό παράγοντα αποτελεί και το ιστορικό του κτιρίου, αν δηλαδή έχει υποστεί καταστροφικές δράσεις, όπως πυρκαγιά και σεισμό.

Φιλοσοφία των επεμβάσεων που εφαρμόζονται στο φέροντα οργανισμό του κτιρίου είναι

- Βελτίωση της πυραντίστασης
- Βελτίωση της ανθεκτικότητας
- Βελτίωσης της αντίστασης στον σεισμό

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 μεγάλο βαθμό και για τις επεμβάσεις σε κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία. Γι' αυτό το λόγο, ορισμένες γενικές αρχές επεμβάσεων έχουν ιδιαίτερη αξία, ακόμα και στην περίπτωση που δεν είναι δυνατόν να τεκμηριωθούν πλήρως ακόμα και με την χρήση εκλεπτυσμένων προσομοιωμάτων ανάλυσης και διαστασιολόγησης. Τέτοιες αρχές είναι, μεταξύ άλλων, και οι εξής :

- Είναι σκόπιμη η μείωση του βάρους της κατασκευής με την αφαίρεση ή αντικατάσταση δομικών ή διακοσμητικών μεγάλου βάρους με πιο ελαφρά π.χ. επιστεγάσματα, γείσα, εξώστες, καμινάδες, επικαλύψεις στεγών.
- 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 ανοιγμάτων που βρίσκονται κοντά στις γωνιές του κτιρίου και εξασθενούν την σύνθεση των διασταυρούμενων τοίχων .
- Η προσθήκη νέων τοίχων σε κατάλληλες θέσεις με στόχο την διόρθωση έντονης εκκεντρότητας μεταξύ κέντρου βάρους και κέντρου στροφής του κτίσματος (μη κανονική κάτοψη) είναι συχνά προτιμότερη από την υιοθέτηση

ισχυρών και εκτεταμένων ενισχύσεων. Επίσης, σε περίπτωση ασυμμετρίας σε κάτοψη ή καθ' ύψος η δημιουργία αρμού με διακοπή της συνέχειας υφισταμένων και προσθήκη νέων τοίχων στον αρμό είναι συχνά προτιμότερη από την προσπάθεια ενίσχυσης των υφισταμένων στοιχείων.

- Κριτήριο για την επιλογή των μεθόδων και τεχνικών επεμβάσεων πρέπει να αποτελεί (πέραν της οικονομίας) η τεχνική δυνατότητα ή σκοπιμότητα εφαρμογής τους στις ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες (επίπεδο εξοπλισμού εμπειρία συνεργείου και επίβλεψης, δυνατότητα ελέγχου ποιότητας κ.λ.π).
- Είναι γενικά επιθυμητή η βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας με την αύξηση της δυσκαμψίας, της ατένειας και της αντοχής των πατωμάτων.

Μορφολογικά τα περισσότερα παραδοσιακά κτίρια αξιοποιούν τη λειτουργία του κιβωτίου. Η τεχνική του κιβωτίου προσφέρει στο κτίσμα σημαντικό πλεονέκτημα, διότι εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία του μέσω της καλής συνδέσεως των τοίχων μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα στις γωνίες των κτιρίων και στις διασταυρώσεις των τοίχων, καθώς και μέσω πατωμάτων και στεγών οι οποίες συμπεριφέρονται σχεδόν ως άκαμπτα διαφράγματα.

Επιπρόσθετα θα πρέπει να τονιστεί πως το σύνολο των παραδοσιακών κτιρίων έχουν χαρακτηριστεί διατηρητέα και δεν επιτρέπονται παρεμβάσεις στην όψη τους.

Σχετικά με τα προβλήματα που παρουσιάζουν, όπως αποκολλήσεις επιχρισμάτων προτείνονται λύσεις στο πίνακα που ακολουθεί

Πίνακας 33 Εργασίες επισκευής επιχρισμάτων

Ρηγμάτωση Επιχρισμάτων	Εφαρμόζεται απλή σφράγιση των ρωγμών (τσιμεντοκονία με ψιλό μυστρί). Για τις έντονες ρωγμές μπορεί να εφαρμοστεί αντικατάσταση επιχρισμάτων.
Αποκόλληση και Πτώση Επιχρισμάτων	Εφαρμόζεται αντικατάσταση των επιχρισμάτων, με φροντίδα για την εξασφάλιση καλής πρόσφυσης (π.χ. μέσω τραχύτητας, ασταρώματος, χρήσης ιών). Στην περίπτωση μας όπου το επίχρισμα υπερβαίνει τα 15 χιλιοστά θα πρέπει υποχρεωτικά να ενισχυθεί/ οπλιστεί με: Ελαφρά πλέγματα από χάλυβα ή γυαλί. Ίνες από χάλυβα ή πολυπροπυλένιο.

Σχετικά με την αντοχή των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία χαρακτηρίζονται από χαμηλές αντοχές έναντι διατμητικών τάσεων γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη αύξησης των διατομών και του κόστους του φέροντα οργανισμού και περιορίζει τον αριθμό των ορόφων ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλή σεισμικότητα.

Ο φέρων οργανισμός των παραδοσιακών κτιρίων αντιμετωπίζει τα εξής προβλήματα.

- Υγρασία επί της τοιχοποιίας.
- Κάθετες διαμπερείς ρωγμές.
- Φάγωμα του ξύλου (ξυλοδεσιές) από μικροοργανισμούς.
- Τα επιχρίσματα έχουν αποκαλυφτεί.
- Διάβρωση του συνδετικού κονιάματος.

Πίνακας 34 Παράγοντες καταστροφής της δομικής ξυλείας

Η υγρασία	Το ξύλο υπό την επίδραση της υγρασίας, σε συνδυασμό με θερμοκρασιακές μεταβολές και ελλιπή αερισμό, αναπτύσσει φυτικούς και ζωικούς μύκητες.
Τα έντομα	Το σαράκι αποτελεί το σπουδαιότερο εχθρό των κατεργασμένων ξύλων. Ευνοείται από την έλλειψη αερισμού και φυσικού φωτισμού. Αν δεν καταπολεμηθεί έγκαιρα, εξαπλώνεται και καταστρέφει πολύ γρήγορα μεγάλες μάζες ξύλου.
Οι μύκητες	Προϋπόθεση για την ανάπτυξη μυκήτων αποτελεί η αποσύνθεση των ινών του ξύλου από την υγρασία σε συνδυασμό με την έλλειψη αερισμού. Είναι χαρακτηριστικό ότι δεν αναπτύσσονται μύκητες σε ξύλα με υγρασία μικρότερη από 20%. Οι μύκητες προσβάλλουν το εσωτερικό των κυττάρων του ξύλου και τους προσδίδουν χαρακτηριστικό γαλαζωπό χρώμα. Τα ρητινώδη ξύλα προσβάλλονται από έναν ειδικό μύκητα επιπλέον αυτών που προσβάλλουν τα άλλα ξύλα. Γενικά η προσβολή ξεκινά από μέσα προς τα έξω κι έτσι δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή.
Η φωτιά	Η θερμική αγωγιμότητα του ξύλου είναι μικρή

Τα πατώματα καθώς ξύλινα στο σύνολο των περιπτώσεων έχουν αποσαθρωθεί και χρήζουν αντικατάστασης. Στις στέγες έχουν καταγραφεί σάπισμα των ξύλινων φορέων στέγασης με αποτέλεσμα την καταστροφή της. Σε δεύτερο χρονικά στάδιο, το κτίσμα εκτεθειμένο καθώς είναι στα καιρικά φαινόμενα (εξαιτίας της ανυπαρξίας στέγασης) φθείρεται και στο εσωτερικό του.

Σχετικά με τα κουφώματα κύρια προβλήματα αποτελούν το σάπισμα του ξύλου και η οξείδωση των μετάλλων

Τα σάπια μέρη και τα ξένα στοιχεία από πρόχειρες επισκευές (μεταλλικά και ξύλινα μπαλώματα κ.λ.π.), θα πρέπει να αφαιρούνται και τα κενά συμπληρώνονται με νέα ένθετα ξύλα. Τα παλαιά σιδερένια εξαρτήματα πρέπει να καθαριστούν από τη σκουριά και να περαστούν με αντιοξειδωτικό προϊόν. Η χρωματική έρευνα είναι σημαντική για τη χρήση των σωστών χρωματισμών.

Επισκευή και Ενίσχυση

Οι μέθοδοι που επιλέγονται για την ενίσχυση κτίριων με έντονη παθολογία είναι

Ριζοπλισμοί. Η μέθοδος των ριζοπλισμών στοχεύει στην ενδυνάμωση του σώματος του φέροντα οργανισμού και στην σύνδεση των σαθρών με τα δυνατά τμήματα της τοιχοποιίας. Η απουσία κανονισμών και εξειδικευμένου προσωπικού καθιστά αναγκαία την σχολαστική επίβλεψη του μηχανικού.

Η μέθοδος εφαρμόζεται με την τοποθέτηση χαλύβδινων ράβδων μικρού μήκους στο εσωτερικό της τοιχοποιίας με γωνία κλίσης 45° .

Τσιμεντενέσεις. Στα σημεία της τοιχοποιίας που εμφανίζονται ρωγμές θα πρέπει να σφραγιστούν με ενέσεις σε βάθος επιχρίσματος.

Ελκυστήρες Η προσθήκη ελκυστήρων είναι δημοφιλής τρόπος σύνδεσης αποκολλημένων τοίχων. Η χρήση εξωτερικών ελκυστήρων για την περίσφιξη των τοίχων συγκαταλέγεται στα άμεσα μέτρα υποστήριξης κτιρίων που έχουν υποστεί σημαντικές βλάβες διότι πέραν της ευκολίας τοποθέτησης παρουσιάζουν την δυνατότητα εύκολης αφαίρεσης για την εφαρμογή μονίμων μέτρων που πιθανά θα προκύψουν από μεταγενέστερη εμπειριστατωμένη μελέτη.

Αειφόρος Ανάπτυξη

Η αειφόρος ανάπτυξη στον τομέα των παραδοσιακών κατασκευών συμπεριλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος θεμάτων όπως η επαναχρησιμοποίηση της ακίνητης περιουσίας, ο σχεδιασμός έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η φύρα και τα απορρίμματα των υλικών, η μείωση της ανάλωσης πόρων και ενέργειας, η μείωση της μόλυνσης και ο σεβασμός προς τον άνθρωπο και το τοπικό περιβάλλον. Η πρόκληση πλέον για τον κλάδο των κατασκευών είναι η μετάβαση σε στρατηγικές, κοινωνικά και περιβαλλοντικά υπεύθυνες, διατηρώντας συγχρόνως την οικονομική πρόοδο.

Για να θεωρηθούν αειφόρα ή βιώσιμα, τα υλικά πρέπει να ακολουθούν τα εξής κριτήρια:

- Να προέρχονται από άφθονες ή/και ανανεώσιμες πηγές
- Να μην ρυπαίνουν
- Να έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους
- Να αντέχουν στο χρόνο
- Να έχουν προτυποποίηση (πιστοποίηση εργασιών παραγωγής)
- Να αξιοποιούνται εύκολα
- Να προέρχονται από παραγωγή με δίκαιους όρους
- Να έχουν πολιτιστική αξία ή ταυτότητα εντός του περιβάλλοντος χώρου
- Να έχουν γενικά μικρό οικονομικό κόστος και κόστος συντήρησης

Το ξύλο και η πέτρα, τα κύρια δομικά υλικά κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία καλύπτουν τις ως άνω προδιαγραφές. Ειδικά στο περιβάλλον των πόλεων το οποίο έχει υποβαθμιστεί εξαιτίας της άναρχης οικοδόμησης, ο οικολογικός χαρακτήρας των υλικών αυτών καθιστά τα παραδοσιακά κτίσματα ενός μέρους της λύσης.

Σχετικά με τα ήδη υφιστάμενα κτίρια το σύνολο των οποίων έχουν χαρακτηριστεί διατηρητέα θα πρέπει να κρατήσουμε αναλοίωτο το χαρακτήρα των παραδοσιακών κατασκευών και να ενισχύσουμε το φέροντα οργανισμό τους.

Εικόνες

Εικόνα 1 Σύγχρονη και παραδοσιακή τεχνοτροπία κατασκευής πέτρινων κτισμάτων, (περιοχή Πηλίου)	11
Εικόνα 2 Διανομή τάσεων σε πρίσμα τοιχοποιίας υπό θλίψη εξισώνοντας τις αντίστοιχες εγκάρσιες παραμορφώσεις των δύο υλικών. Στη συνέχεια, θεωρώντας γραμμικό κριτήριο αστοχίας πλίνθου υπό ετερόσημη καταπόνηση κατέληξε στην ακόλουθη έκφραση για τη θλιπτική αντοχή πρίσματος τοιχοποιίας:	23
Εικόνα 3 Επιρροή υλικών μηχανικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών δόμησης στη θλιπτική αντοχής τοιχοποιίας.....	24
Εικόνα 4 Μορφές αστοχίας τοιχοποιίας υπό άμεσο εφελκυσμό παράλληλα προς τους οριζόντιους αρμούς. (α) Ασθενείς πλίνθοι, (β) Ισχυρές πλίνθοι	26
Εικόνα 5 Τυπική καμπύλη (σπ,t) αστοχίας τοιχοποιίας.....	27
Εικόνα 6 Συνήθεις μορφές πλίνθων.....	29
Εικόνα 7 Το σχολείο του Ρήγα Φεραίου στο Πήλιο. Παραδοσιακό κτίσμα από ημιλαξευμένη πέτρα και ένωση με ξυλοδεσιές.	30
Εικόνα 8 Παραδοσιακή κατοικία στις Μηλιές Πηλίου επικαλυπτόμενη με ασβεστοκονίαμα κυρίως για λόγους συντήρησης.....	31
Εικόνα 9 Δοκίμια προς εργαστηριακό έλεγχο.	36
Εικόνα 10 Κάτοψη, Όψη και Τομή στενωμέτρωτου μακρυναριού. Αυτός ο τύπος είναι ο πλέον διαδεδομένος στον οικισμό της Ερεσού.....	38
Εικόνα 11 Διατηρητέο Κτίριο στο Γήθειο. Στο εσωτερικό του κτιρίου δεν διασώζονται τα πατώματα, τα οποία κυρίως λόγω παλαιότητας έχουν καταστραφεί.	40
Εικόνα 12 Η εξωτερική κύρια όψη του διατηρητέου.	40
Εικόνα 13 Τυπική Διαμόρφωση Αργολιθοδομής.....	41
Εικόνα 14 Παραδοσιακή κατοικία στις Μηλιές Πηλίου. Η εξωτερική τοιχοποιία ανήκει στη κατηγορία της λιθοδομής	42
Εικόνα 15 Σύγχρονη κατοικία με εξωτερική επένδυση με λαξευμένη πέτρα.	44
Εικόνα 16 Εγκαταλελημένο λίθινο κτίσμα.....	44
Εικόνα 17 Παράδειγμα Προοπτικής απεικόνισης λεπτομέρειας κατασκευής πετρινου τοίχου με ξυλοδεσιές.	45
Εικόνα 18 Οριζόντια πλέγματα ξυλοδεσιάς	45
Εικόνα 19 Αφανείς ξυλοδεσιές της εποχής των Βυζαντινών χρόνων.	46

Εικόνα 20 Εμφανής τοποθέτηση ξυλοδεσιάς, μέθοδος που ακολουθήθηκε την τουρκοκρατία.....	46
Εικόνα 21 Παραδοσιακή Κατοικία στα Χάνια Πηλίου, ημιλαξευτη λιθοδομή	47
Εικόνα 23 Σύγχρονη κατοικία με εξωτερική τοιχοποιία λαξευτής λιθοδομής.....	48
Εικόνα 22 Λεπτομέρεια λαξευτής λιθοδομής.....	48
Εικόνα 24 Διατηρητέο κτίριο στη Χαλκίδα.....	49
Εικόνα 25 Τσιμεντόπλινθοι βαρέου τύπου βρίσκουν εφαρμογή σε δευτερεύουσες κατασκευές.....	50
Εικόνα 26 Μικτή τοιχοποιία	51
Εικόνα 27 Διατηρητέο κτίριο στη Χαλκίδα, όπου ο άνω όροφος είναι κατασκευασμένος από ξυλόπηκτη τοιχοποιία	52
Εικόνα 28 Ξυλόπηκτη κατασκευή	52
Εικόνα 29 Αξονομετρική τομή τυπικής διώροφης κατασκευής στην Ερεσό, με εμφανή τον ενισχυτικό ξύλινο φέροντα οργανισμό του ορόφου.....	53
Εικόνα 30 Στους ανώτερους ορόφους των κτιρίων ο Φ.Ο. είναι κατασκευασμένος από ξυλόπηκτες κατασκευές.....	53
Εικόνα 31 Λεπτομέρεια κατασκευής ξύλινου πατώματος.....	57
Εικόνα 32 Αξονομετρική τομή γωνίας κτιρίου όπου φαίνεται η σύνδεση του φέροντος οργανισμού της στέγης με τον ξύλινο σκελετό και τη λιθοδομή που αποτελούν τους εξωτερικούς τοίχους.	58
Εικόνα 33 Πέτρινη θολωτή είσοδος	59
Εικόνα 34 Στέγη με μηκίδες με μικρή κλίση & στέγη με ζευκτά.....	61
Εικόνα 35 Κάτοψη, λεπτομέρεια, προοπτικό, ξυλότυπος στέγης.	62
Εικόνα 36 Λεπτομέρεια Επικάλυψης	64
Εικόνα 37 Λεπτομέρεια Επικάλυψης	64
Εικόνα 38 Λεπτομέρεια Ζευκτού	64
Εικόνα 39 Παραδοσιακή Στέγη	64
Εικόνα 40 Τα παράθυρα προσαρμόζονται στον κάναβο των κύριων ορθοστατών του σκελετού. Τα πλαίσια του σκελετού μεταξύ των παραθύρων ενισχύονται με διαγώνια στοιχεία ακαμψίας.	67
Εικόνα 41 Ελκυστήρες για σύνδεση αποκολλημένης τοιχοποιίας.	68
Εικόνα 42 Λεπτομέρεια Τένοντα.....	69
Εικόνα 43 Διάφοροι τύποι σύνδεσης με μεταλλικά αγκύρια.	70

Εικόνα 44 Το σεισμικό φαινόμενο ανήκει στην κατηγορία των εξωγενών τυχηματικών βλαβών.	71
Εικόνα 45 Κτίριο με φωτιά ταυτοχρόνως στο εσωτερικό του και στον περιβάλλον του.	76
Εικόνα 46 Διώρο κτίριο από λιθοδομή.....	77
Εικόνα 47 Κτίριο από ωμοπλινθοδομή.....	77
Εικόνα 48 Κτίριο καμμένο εσωτερικά.....	77
Εικόνα 49 Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας.....	129

Πίνακας 1 Πειραματικές τιμές αντοχής διαφόρων πετρωμάτων.....	30
Πίνακας 2 Πειραματικές τιμές αντοχής διαφόρων ειδών ξυλείας.....	31
Πίνακας 3 Κατάταξη κονιαμάτων δόμησης τοιχοποιιών κατά τις Αμερικανικές προδιαγραφές.....	33
Πίνακας 4 Κατάταξη κονιαμάτων δόμησης κατά τα Ευρωπαϊκά πρότυπα.....	33
Πίνακας 5 Χημική Σύσταση οστενιτικών χαλύβων AISI 304 & AISI 316.....	34
Πίνακας 6 Ιδιότητες σε εφελκυσμό ανοξειδωτων χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος	35
Πίνακας 7 Κατηγορίες σκυροδέματος.....	36
Πίνακας 8 Κατηγορίες σκυροδέματος και χαρακτηριστικές τιμές αυτών.....	36
Πίνακας 9 Επεξήγηση συμβόλων.....	37
Πίνακας 10 Κατασκευαστικά στοιχεία στέγης.....	61
Πίνακας 11 Κατασκευαστικά στοιχεία στέγης.....	62
Πίνακας 12 Συχνότητα Εμφάνισης Προβλημάτων σε Μνημεία – Διατηρητέα Κτίρια.....	73
Πίνακας 13 Κατηγορίες μεθόδων ενίσχυσης κτιρίων βάση υλικού ενίσχυσης.....	85
Πίνακας 14 Πορεία εργασιών αποκατάστασης με τσιμεντοκονία.....	89
Πίνακας 15 Πορεία εργασιών αποκατάσης ρηγματώσεων με ενέματα.....	90
Πίνακας 16 Ενδεικτικός πίνακας ενεματικού υλικού.....	90
Πίνακας 17 Μηχανικές ιδιότητες υλικών ενεμάτων.....	91
Πίνακας 18 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής.....	91
Πίνακας 19 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής.....	91
Πίνακας 20 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής.....	92
Πίνακας 21 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής.....	92
Πίνακας 22 Μεθοδολογία εφαρμογής της συρραφής.....	93
Πίνακας 24 Μεθοδολογία εργασιών.....	93
Πίνακας 25 Μεθοδολογία εργασιών τοποθέτησης συρραφής.....	94
Πίνακας 26 Μεθοδολογία εργασιών.....	94
Πίνακας 27 Μεθοδολογία εργασιών προσθήκης ελκυστήρων.....	95
Πίνακας 32 Πλεονεκτήματα της μεθόδου.....	102
Πίνακας 33 Μειονεκτήματα της μεθόδου.....	103
Πίνακας 28 Πορεία εργασιών αρμολογήματος.....	104

Πίνακας 29 Μεθοδολογία εργασιών	107
Πίνακας 30 Μεθοδολογία εργασιών τοποθέτησης χαλύβδινου μανδύα στη λιθοδομή	108
Πίνακας 31 Διάφοροι τύποι μανδύων	108
Πίνακας 34 Εργασίες επισκευής επιχρισμάτων	115
Πίνακας 6 Παράγοντες καταστροφής της δομικής ξυλείας	116
Πίνακας 35 Στον Πίνακα δίνεται κατάλογος οικισμών του ελληνικού χώρου και η Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας στην οποία ανήκουν	130
Πίνακας 36 Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας	132
Πίνακας 37 Συντελεστές Σπουδαιότητας	133
Πίνακας 38 Κατηγορίες Εδάφους	134
Πίνακας 39 Τιμές των Χαρακτηριστικών Περιόδων T_1, T_2 (sec)	135
Πίνακας 40 Μέγιστες Τιμές Συντελεστή Συμπεριφοράς q	136
Πίνακας 41 Τιμές ποσοστού κρίσιμης απόσβεσης ζ	137

Βιβλιογραφία

- [1] Άννα Κοκκινάκη Δανιήλ, "Ξύλο και ξύλινες κατασκευές, Παθολογία, προστασία και τεχνικές συντήρησης, Συνδεσμολογία των ξύλινων κατασκευών. Ιστορικές και σύγχρονες λύσεις, Ε01", Εργαστήριο Οικοδομικής και Δομικής Φυσικής Α.Π.Θ.
- [2] Ιγνατάκης Χρήστος, "Φέροντες οργανισμοί κτιρίων από τοιχοποιία", Διατήρηση αποκατάσταση αναστύλωση, σ190, Θεσσαλονίκη 1994
- [3] Ιωαννίδης Παύλος, "Ποιοτικές ανασκοπήσεις και επισημάνσεις στην πορεία, στις δυνατότητες και στα προβλήματα των ξύλινων δομικών κατασκευών", Το Ξύλο, σ155, Θεσσαλονίκη 1998
- [4] Καραβεζύρογλου Μαρία, "Τεχνικές επεμβάσεων", Διατήρηση αποκατάσταση αναστύλωση, σ234, Θεσσαλονίκη 1994
- [5] Κόρακα Αναστασία, "Ξύλινα στοιχεία σε παραδοσιακές κατασκευές, πατώματα - κλίμακες - τοιχοποιίες", (Διπλωματική εργασία, Τμήμα πολιτικών μηχανικών Α.Π.Θ., Υπεύθυνος καθηγητής: Μπίκας Δημήτριος)
- [6] Μπίκας Δημήτρης, "Ξύλινα πατώματα. Απαιτήσεις, ευπαθή σημεία, παραδοσιακές και σύγχρονες κατασκευαστικές λύσεις", Διατήρηση αποκατάσταση αναστύλωση, σ337, Θεσσαλονίκη 1994
- [7] Τουλιάτος Παναγιώτης, "Η αντισεισμική προστασία στην ιστορία των κατασκευών στην Ελλάδα. Η σημασία των ξύλινων κατασκευών", Αθήνα 1998
- [8] "Οικοδομές με φέροντα οργανισμό από πλινθοδομή ή λιθοδομή. Αρχές επισκευής από σεισμό", ΤΕΕ, Αθήνα 1978
- [9] "Η τεχνολογία της τοιχοποιίας", Κυριάκος Παπαϊωάννου, Θεσσαλονίκη 1998
- [10] Βλαχοδημητράκος Κωνσταντίνος, Μανούκα Μαρία, "Ανάλυση, ταξινόμηση, κατάταξη" τεκμηρίωση υλικών και κατασκευαστικών λύσεων ξύλινων στεγών", (Διπλωματική εργασία, Τμήμα πολιτικών μηχανικών Α.Π.Θ., Υπεύθυνος καθηγητής: Μπίκας Δημήτριος)
- 1 Η μηχανική της τοιχοποιίας – υπό στατικές και σεισμικές συνθήκες. Θ. Π. Τάσιος. Εκδόσεις Συμμετρία. Αθήνα 1987
- 2 Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια. ΟΑΣΠ. Αθήνα Απρίλιος 2001.
- 3 Επιστημονική ημερίδα, «Προσεισμικός έλεγχος και επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια». Διοργανωτής Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου. Σάββατο 1 Φεβρουαρίου 2003.

- 4 Σχεδιασμός και Ανασχεδιασμός Κατασκευών από Φέρουσα Τοιχοποιία. Τ. Καραντώνη- Μαραγκού. Έκδοση Πανεπιστημίου Πατρών. Πάτρα 1997.
 - 5 Ενίσχυση κτιρίου από λιθοδομή με προένταση. Διπλωματική Εργασία. Ματράκα Δήμητρα. Πανεπιστήμιο Πατρών – Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Πάτρα 1990.
 - 6 Βλαβερές και αβλαβείς μέθοδοι και υλικά δομικής συντήρησης της επιφάνειας μνημείων και κτιρίων. Θ. Ν. Σκουλικίδης. Πρακτικά 1ου Εθνικού Συνεδρίου
 - 7 Συστάσεις για τις επισκευές κτιρίων βλαμμένων από σεισμό. 7η Έκδοση. Ε.Μ.Π 1988
 - 8 Πρακτικά 4ου Διεθνούς Συνεδρίου για την συντήρηση των μνημείων της Μεσογείου. Έκδοση Τ.Ε.Ε. Τόμος 3. Ρόδος 6 – 11 Μαΐου 1997. σελ 281 – 294
 - 9 Structural Engineering International Journal of IASBE. Volume 13. No 4. November 2003. p 264 – 267.
 - 10 Σημειώσεις μαθήματος « Επίδραση Περιβαλλοντικών Παραγόντων Σε Ιστορικές Κατασκευές ».Π. Σωτηρόπουλος. 2003
- [1] ΕΜΠ, “Συστάσεις για τις επισκευές κτιρίων βλαμμένων από σεισμό”, Αθήνα, 1978.
- [2] ΟΑΣΠ, “Άρση επικινδυνότητων, προσωρινές υποστυλώσεις - αντιστηρίξεις”, Αθήνα, 2000.
- [3] ΟΑΣΠ, “Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια”, Αθήνα, 2001.
- [4] ΙΟΚ, “Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΠΕΤΕΠ)”, Ενότητα 14: Έργα αποκατάστασης ζημιών κατασκευών, 2008.
- [5] ΟΑΣΠ - ΣΠΜΕ, “Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000 (ΕΑΚ)”.
- [6] ΚΕΔΕ, “Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (ΚΤΧ)”, 2008.
- Ιγνατάκης Χ. - Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιίας- ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Ελλάδος. Καρύδης Ν. - Παραδοσιακή Αντισεισμική Δόμηση στο Ανατολικό Αιγαίο : Η Περίπτωση της Ερεσού και της Περγάμου.

Παράρτημα

Τιμολόγιο για Εργασίες Επισκευής Βλαβών από Σεισμό

Γενικοί Όροι

Τιμολόγιο εργασιών για επισκευή κτιρίων με φέρουσα τοιχοποιία καθώς και παραδοσιακά ή διατηρητέα κτίρια για τον υπολογισμό της δαπάνης και των αντιστοίχων παροχών στους σεισμόπληκτους του Νομού Αττικής που επλήγησαν από το σεισμό της 7ης Σεπτεμβρίου 1999.

1. Το τιμολόγιο εφαρμόζεται υποχρεωτικά για τη σύνταξη των σχετικών προϋπολογισμών στις μελέτες επισκευής σεισμόπληκτων οικοδομών και με βάση αυτό γίνεται ο έλεγχος από την αρμόδια Υπηρεσία.

Δεν έχει εφαρμογή στη σύνταξη προϋπολογισμών Δημοσίων έργων ούτε στη σύνταξη νέων τιμών, σύμφωνα με το Ν. 1418/84 και τα εκτελεστικά του Π.Δ.

2. Όλες οι τιμές μονάδας του τιμολογίου αναφέρονται σε πλήρως περαιωμένες εργασίες και περιλαμβάνουν τις δαπάνες:

Α) Για εργασία, μαζί μαζί με τις εισφορές σε ασφαλιστικά κλπ ταμεία (ΙΚΑ, επικουρικά, κλπ).

Β) Για προμήθεια και μεταφορά στον τόπο του έργου, όλων των υλικών (και αυτών που δεν ενσωματώνονται).

Γ) Για προεργασίες (αποξηλώσεις, καθαιρέσεις, καθαρισμούς κλπ), βοηθητικές εργασίες (αντιστηρίξεις, υποστρώσεις, ικριώματα, ξυλότυπους ή σιδηρότυπους κλπ), πρόσθετες ή επακόλουθες εργασίες (αποκατάσταση κατασκευών, που θίγονται για να εκτελεστούν οι κύριες εργασίες, όπως επιχρίσματα, χρωματισμοί, επικαλύψεις, προσαρμογές με στοιχεία που δεν κατεδαφίστηκαν κλπ), εργασίες για να προστατευθούν οικοδομικά ή άλλα στοιχεία από φθορές ή ζημιές που είναι πιθανό να προκληθούν από τις εργασίες που εκτελούνται (κάλυψη κλπ), ή στην περίπτωση που δεν αποφευχθούν οι ζημιές για να αποκατασταθούν αυτές εκτός από τις εργασίες που αναφέρεται ρητά ότι κοστολογούνται με άλλα άρθρα του πρόντος τιμολογίου.

Δ) για απομείωση και φθορά των υλικών και εργαλείων ή μηχανημάτων, καθώς και τις ημεραργίες τους, από βλάβη ή για συντήρησή τους.

Ε) Τα γενικά έξοδα για το εργολαβικό όφελος και γενικά κάθε εργασία, που είναι απαραίτητη για την έντεχνη και ασφαλή ολοκλήρωση της εργασίας σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης και τις τοπικές και άλλες ειδικές συνθήκες έστω και αν δεν αναφέρονται στην περιγραφή.

Στ) Στις τιμές μονάδας, περιλαμβάνεται ανηγμένη και η δαπάνη για τηναμοιβή της μελέτης και επίβλεψης.

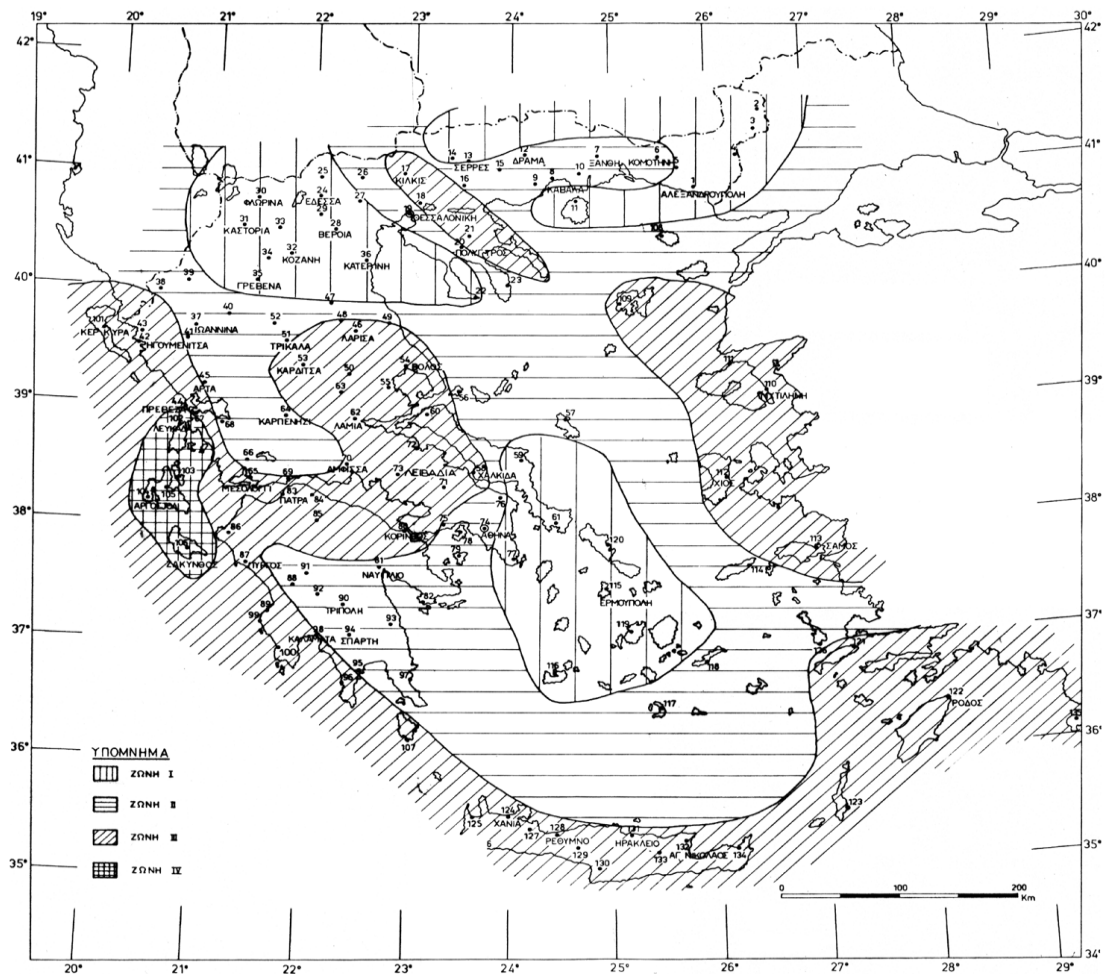
3. Οι εργασίες που τιμολογούνται με το τιμολόγιο αυτό, εκτελούνται, όπως αναλυτικά περιγράφεται στο τεύχος «Κατευθυντήριες Προδιαγραφές και Οδηγίες για Επισκευή Κτιρίων με βλάβες από Σεισμό» του Υπουργείου Δημοσίων Εργων (το οποίο συνοπτικά αναφέρεται σαν «Κ.Π.Ο.Ε.Κ.Β.Σ.», με δόκιμα υλικά και σύμφωνα με τις ειδικές προδιαγραφές που αναφέρονται στο τεύχος αυτό και εφαρμόζονται μόνο για να καθοριστεί το ύψος του δανείου.

Οι ζημιές που προτείνονται για επισκευή και εγκρίνονται θα πρέπει απαραίτητως να προέρχονται από σεισμό και όχι από εγκατάλειψη ή παλαιότητα, ακόμη και στην περίπτωση παραδοσιακών ή διατηρητέων κτιρίων. Κατά την ανακατασκευή στοιχείων και εφ' όσον γίνει αλλαγή στη χρησιμοποίηση των υλικών, θα τιμολογείται η ανακατασκευή με τα νέα υλικά μόνον εάν το κόστος τους είναι μικρότερο από το κόστος των παλαιών.

Παράρτημα

Σεισμικές Δράσεις Σχεδιασμού

Ως σεισμικές δράσεις σχεδιασμού θεωρούνται οι λόγω σεισμού ταλαντωτικές κινήσεις του εδάφους, για τις οποίες απαιτείται να γίνεται ο σχεδιασμός των έργων. Τις κινήσεις αυτές στα επόμενα θα ονομάζουμε σεισμικές διεγέρσεις ή σεισμικές δονήσεις του εδάφους. Η ένταση των σεισμικών διεγέρσεων σχεδιασμού καθορίζεται συμβατικά με μία μόνη παράμετρο, την επιτάχυνση σχεδιασμού A , ανάλογα με την ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της χώρας στην οποία βρίσκεται το έργο. Η Χώρα υποδιαιρείται σε τέσσερις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας I, II, III και IV, τα όρια των οποίων καθορίζονται στον Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος.



Εικόνα 67 Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας.

Πίνακας 35 Στον Πίνακα δίνεται κατάλογος οικισμών του ελληνικού χώρου και η Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας στην οποία ανήκουν.

ΟΝΟΜΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ	Α/Α	ΖΩΝΗ
ΑΓΙΑ	49	II
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	132	III
ΑΓΙΟΣ ΚΥΡΗΚΟΣ	114	II
ΑΓΡΙΝΙΟ	66	II
ΑΘΗΝΑ	74	II
ΑΙΓΙΝΑ	79	II
ΑΙΓΙΟΝ	84	III
ΑΛΕΞΑ/ΠΟΛΗ	1	I
ΑΛΜΥΡΟΣ	55	III
ΑΜΑΡΙΟΝ	129	III
ΑΜΟΡΓΟΣ	118	II
ΑΜΦΙΛΟΧΙΑ	68	II
ΑΜΦΙΣΣΑ	70	III
ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	86	III
ΑΝΔΡΙΤΣΑΙΝΑ	88	II
ΑΝΔΡΟΣ	120	I
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	104	IV
ΑΡΕΟΠΟΛΙΣ	96	II
ΑΡΙΔΑΙΑ	25	I
ΑΡΝΑΙΑ	21	III
ΑΡΤΑ	45	II
ΑΤΑΛΑΝΤΗ	72	III
ΒΑΜΟΣ	127	III
ΒΕΡΟΙΑ	28	I
ΒΟΛΟΣ	54	III
ΒΟΝΙΤΣΑ	67	III
ΓΑΙΟΣ		III

ΟΝΟΜΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ	Α/Α	ΖΩΝΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	6	II
ΚΟΝΙΤΣΑ	39	II
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	80	III
ΚΥΘΗΡΑ	107	III
ΚΥΜΗ	59	I
ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ	89	III
ΚΩΣ	121	III
ΛΑΓΚΑΔΑΣ	18	III
ΛΑΜΙΑ	62	III
ΛΑΡΙΣΑ	46	III
ΛΑΥΡΙΟ	77	I
ΛΕΒΑΔΙΑ	73	III
ΛΕΥΚΑΔΑ	102	IV
ΛΕΧΑΙΝΑ		III
ΛΕΩΝΙΔΙΟΝ	93	II
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ	92	II
ΜΕΓΑΡΑ	75	II
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ	65	II
ΜΕΤΣΟΒΟ	40	II
ΜΗΘΥΜΝΑ	111	III
ΜΗΛΟΣ	116	I
ΜΟΙΡΑΙ	130	III
ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ	97	II
ΜΥΡΙΝΑ	109	III
ΜΥΤΙΛΗΝΗ	110	III
ΝΑΟΥΣΑ	29	I
ΝΑΥΠΑΚΤΟΣ	69	III

ΟΝΟΜΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ	Α/Α	ΖΩΝΗ
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	27	I
ΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	26	II
ΓΡΕΒΕΝΑ	35	II
ΓΥΘΕΙΟ	95	II
ΔΕΛΒΙΝΑΚΙΟ	38	II
ΔΗΜΗΤΣΑΝΑ	91	II
ΔΙΔΥΜΟΤΕΙΧΟ	3	I
ΔΟΜΟΚΟΣ	63	III
ΔΡΑΜΑ	12	II
ΕΔΕΣΣΑ	24	I
ΕΛΑΣΣΩΝ	47	II
ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΠΟΛ Η	9	II
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ	115	I
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	116	IV
ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	42	III
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	131	III
ΘΑΣΟΣ	11	I
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	19	II
ΘΗΒΑ	71	III
ΘΗΡΑ	117	II
ΙΘΑΚΗ	103	IV
ΙΣΤΙΑΙΑ	60	III
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	37	II
ΚΑΒΑΛΑ	8	II
ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	85	III
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	98	III
ΚΑΛΑΜΟΣ	76	II
ΚΑΛΑΜΠΑΚΑ	52	II
ΚΑΛΥΜΝΟΣ	136	II

ΟΝΟΜΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ	Α/Α	ΖΩΝΗ
ΝΑΥΠΛΙΟ	81	II
ΝΕΑ ΖΙΧΝΗ	15	II
ΝΙΓΡΙΤΑ	16	II
Ν. ΔΩΔΩΝΗ	41	II
ΞΑΝΘΗ	7	II
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑ	2	I
ΠΑΛΙΟΥΡΙ	22	I
ΠΑΡΟΣ	119	I
ΠΑΤΡΑ	83	III
ΠΟΛΥΓΥΡΟΣ	20	II
ΠΟΡΤΟΧΕΛΙ	82	II
ΠΡΕΒΕΖΑ	44	III
ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ	33	I
ΠΥΛΟΣ	100	III
ΠΥΡΓΟΣ	87	III
ΡΕΘΥΜΝΟ	128	III
ΡΟΔΟΣ	122	III
ΣΑΛΑΜΙΝΑ	78	II
ΣΑΜΗ	105	IV
ΣΑΜΟΘΡΑΚΗ	108	II
ΣΑΜΟΣ	113	III
ΣΑΠΠΑΙ	5	I
ΣΑΡΤΗ	23	II
ΣΕΡΡΕΣ	13	I
ΣΗΤΕΙΑ	134	III
ΣΙΑΤΙΣΤΑ	34	I
ΣΙΔΗΡΟΚΑΣΤΡΟ	14	I
ΣΚΙΑΘΟΣ	56	II
ΣΚΥΡΟΣ	57	II

ΟΝΟΜΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ	A/A	ΖΩΝΗ
ΚΑΝΤΑΝΟΣ	126	III
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	53	III
ΚΑΡΠΑΘΟΣ	123	III
ΚΑΡΙΠΕΝΗΣΙ	64	II
ΚΑΡΥΣΤΟΣ	61	I
ΚΑΣΤΕΛΙΟΝ	133	III
ΚΑΣΤΕΛΟΡΙΖΟ	135	III
ΚΑΣΤΟΡΙΑ	31	I
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	36	I
ΚΕΡΚΥΡΑ	101	III
ΚΙΛΚΙΣ	17	III
ΚΙΣΣΑΜΟΣ	125	III
ΚΟΖΑΝΗ	32	II

ΟΝΟΜΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ	A/A	ΖΩΝΗ
ΣΟΥΦΛΙ	4	I
ΣΠΑΡΤΗ	94	II
ΤΡΙΚΑΛΑ	51	II
ΤΥΛΟΣ		III
ΤΥΡΝΑΒΟΣ	48	II
ΦΑΡΣΑΛΑ	50	III
ΦΙΛΙΑΤΡΑ	99	III
ΦΙΛΙΑΤΤΑΙ	43	III
ΦΛΩΡΙΝΑ	30	I
ΧΑΛΚΙΔΑ	58	III
ΧΑΝΙΑ	124	III
ΧΙΟΣ	112	III
ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ	10	II

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας

Σε κάθε Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας αντιστοιχεί μία τιμή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους A , σύμφωνα με τον Πίνακα. Σεισμική επιτάχυνση εδάφους: $A = \alpha \cdot g$ (g : επιτάχυνση βαρύτητας). Οι τιμές των σεισμικών επιταχύνσεων εδάφους του Πίνακα 2.2. εκτιμάται, σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα, ότι έχουν πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια.

Πίνακας 36 Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας

Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας	I	II	III	IV
α	0.12	0.16	0.24	0.36

Συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίων

Τα κτίρια κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας, ανάλογα με τον κίνδυνο που συνεπάγεται για τον άνθρωπο και τις κοινωνικοοικονομικές συνέπειες που μπορεί να έχει ενδεχόμενη καταστροφή τους ή διακοπή της λειτουργίας τους.

Πίνακας 37 Συντελεστές Σπουδαιότητας

Κατηγορία Σπουδαιότητας		γ_1
Σ1	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, π.χ. αγροτικά οικήματα, υπόστεγα, στάβλοι κλπ.	0.85
Σ2	Συνήθη κτίρια κατοικιών και γραφείων, βιομηχανικά κτίρια, ξενοδοχεία κλπ.	1.00
Σ3	Εκπαιδευτικά κτίρια, κτίρια δημόσιων συναθροίσεων, αίθουσες αεροδρομίων και γενικώς κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου. Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας (π.χ. κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες) κλπ.	1.15
Σ4	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας (π.χ. μουσεία κλπ.).	1.30

Κατάταξη εδαφών

Από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας τα εδάφη κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες Α, Β, Γ, Δ και Χ, που περιγράφονται στον Πίνακα 2.5.

Δόμηση μόνιμων έργων σε εδάφη κατηγορίας Χ μπορεί να γίνει μόνο ύστερα από λεπτομερείς έρευνες και μελέτες και εφόσον ληφθούν κατάλληλα μέτρα βελτίωσης των ιδιοτήτων του εδάφους και αντιμετωπισθούν ειδικά τα συγκεκριμένα προβλήματα που υπάρχουν (βλ. Κεφ. 5).

Σχηματισμός πάχους μικρότερου των 5 m μπορεί να θεωρείται ότι ανήκει στην αμέσως προηγούμενη κατηγορία εδάφους με εξαίρεση την κατηγορία Χ.

Πίνακας 38 Κατηγορίες Εδάφους.

Κατηγορία	Περιγραφή
Α	Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70μ. Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70μ.
Β	Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη. Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ. Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ.
Γ	Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.
Δ	Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλαστιμότητας ($I_p > 50$) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10μ.
Χ	Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοιλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική

	<p>μελέτη αποκλείει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων)</p> <p>Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα.</p> <p>Απότομες κλιτείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων.</p> <p>Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπεκνώσεως ή απώλειας αντοχής.</p> <p>Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη.</p> <p>Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση.</p>
--	--

Πίνακας 39 Τιμές των Χαρακτηριστικών Περιόδων T_1, T_2 (sec)

Κατηγορία εδάφους	A	B	Γ	Δ
T_1	0.10	0.15	0.20	0.20
T_2	0.40	0.60	0.80	1.20

Συντελεστής συμπεριφοράς q

Ο συντελεστής αυτός εισάγει την μείωση των σεισμικών επιταχύνσεων της πραγματικής κατασκευής λόγω μετελαστικής συμπεριφοράς, σε σχέση με τις επιταχύνσεις που προκύπτουν υπολογιστικά σε απεριόριστα ελαστικό σύστημα.

Μέγιστες τιμές του q δίδονται στον Πίνακα 2.6 ανάλογα με το είδος του υλικού κατασκευής και τον τύπο του δομικού συστήματος. Οι τιμές αυτές ισχύουν υπό την βασική προϋπόθεση ότι για τον σεισμό σχεδιασμού έχουμε έναρξη διαρροής του συστήματος (πρώτη πλαστική άρθρωση) και με την περαιτέρω αύξηση της φόρτισης είναι δυνατός ο σχηματισμός αξιόπιστου μηχανισμού διαρροής με την δημιουργία ικανού αριθμού πλαστικών αρθρώσεων (πλάστιμη συμπεριφορά).

Σε περίπτωση επιθυμητής ελαστικής συμπεριφοράς λαμβάνεται $q = 1$.

Συντελεστής θεμελίωσης

Ο συντελεστής θεμελίωσης θ εξαρτάται γενικά από το βάθος και την δυσκαμψία της θεμελίωσης.

Σε εδάφη Κατηγορίας Α ή Β ο συντελεστής θ λαμβάνει την τιμή 1.0. Σε εδάφη κατηγορίας Γ ή Δ ο συντελεστής θεμελίωσης θ επιτρέπεται να λαμβάνει τις τιμές που δίνονται στον Πίνακα 2.7, όταν συντρέχει τουλάχιστον μία από τις προϋποθέσεις που αναφέρονται σε αυτόν και εφόσον η προκύπτουσα φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού δεν είναι μικρότερη από εκείνη που θα προέκυπτε για έδαφος κατηγορίας Β.

Πίνακας 40 Μέγιστες Τιμές Συντελεστή Συμπεριφοράς q .

ΥΛΙΚΟ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	q
1. ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	α. Πλαίσια ή μικτά συστήματα	3.50
	β. Συστήματα τοιχωμάτων που λειτουργούν σαν πρόβολοι	3.00
	γ. Συστήματα στα οποία τουλάχιστον το 50% της συνολικής μάζας βρίσκεται στο ανώτερο 1/3 του ύψους.	2.00
2. ΧΑΛΥΒΑΣ	α. Πλαίσια	4.00
	β. Δικτυωτοί σύνδεσμοι με εκκεντρότητα *	4.00
	γ. Δικτυωτοί σύνδεσμοι χωρίς εκκεντρότητα:	
	• διαγώνιοι σύνδεσμοι	3.00
	• σύνδεσμοι τύπου V ή L	1.50
	• σύνδεσμοι τύπου K (όπου επιτρέπεται*)	1.00
	* Βλέπε Παράρτημα Γ.	
3. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	α. Με οριζόντια διαζώματα	1.50
	β. Με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα	2.00
	γ. Οπλισμένη (κατακόρυφα και οριζόντια)	2.50
4. ΞΥΛΟ	α. Πρόβολοι	1.00
	β. Δοκοί – Τόξα – Κολλητά πετάσματα	1.50
	γ. Πλαίσια με κοχλιώσεις	2.00
	δ. Πετάσματα με ηλώσεις	3.00

Πίνακας 41 Τιμές ποσοστού κρίσιμης απόσβεσης ζ.

Είδος Κατασκευής		ζ%
Μεταλλική:	με συγκολλήσεις	2
	με κοχλιώσεις	4
Σκυρόδεμα:	άοπλο	3
	οπλισμένο	5
	προεντεταμένο	4
Τοιχοποιία:	οπλισμένη	6
	διαζωματική	5
Ξύλινη:	κολλητή	4
	κοχλιωτή	4
	ηλωτή	5

