
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όλοι οι λαοί που έζησαν ή ζουν στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου έχουν κατά καιρούς και εκάστοτε σε κάποιο βαθμό, ζήσει το φαινόμενο του σεισμού και υποστεί λιγότερο ή περισσότερο τις καταστρεπτικές συνέπειές του. Από τους αρχαίους χρόνους, αρκετοί Έλληνες φιλόσοφοι όπως ο Αριστοτέλης, ο Πυθαγόρας και ο Επίκουρος, ασχολήθηκαν με το σεισμικό φαινόμενο και προσπάθησαν να το ερμηνεύσουν.

Σήμερα εκτιμάται ότι το 50% της ετήσιας σεισμικής ενέργειας της Ευρώπης και το 2% της αντίστοιχης όλου του κόσμου εκλύεται στον χώρο της Ελλάδας. Σ' αυτόν τον χώρο της Ευρώπης, οι Έλληνες κατοικούν αναπτύσσοντας πολιτισμούς και κατασκευάζοντας κτίρια, μνημεία και αξιοθαύμαστα τεχνικά έργα για πολλές χιλιάδες χρόνια. Επιζώντας συχνών και καταστροφικών σεισμών εξοικειώθηκαν με την δραστηριότητα της προσεκτικής παρατήρησης των ζημιών πάνω στις κατασκευές τους και μ' αυτόν τον τρόπο κατανόησαν, άλλοτε περισσότερο κι άλλοτε λιγότερο, την συμπεριφορά τους κατά την διάρκεια της δυναμικής καταπόνησης.

Ξανακτίζοντας τις κατασκευές τους με καλύτερους τρόπους, προσπαθώντας να βελτιώσουν την αντίστασή τους έναντι της σεισμικής δράσης, οι αρχαίοι όπως και οι νεώτεροι κατασκευαστές πειραματίσθηκαν με διάφορα υλικά, δομικά συστήματα και, πολύ συχνά, με περίπλοκες λεπτομέρειες.

Όπως θα φανεί παρακάτω, κατενόησαν βασικές αρχές της αποτελεσματικής αντίστασης στην δυναμική φόρτιση των κατασκευών όπως η υπερστατικότητα, η απόσβεση ή και η κατανάλωση - με ελεγχόμενο τρόπο - της εισαγόμενης ενέργειας, των πλεονεκτημάτων της κιβωτιοειδούς συμπεριφοράς των δομημάτων κ.λ.π.

Ακολουθώντας μακρά και επίπονα μονοπάτια παρατήρησης, πειραματισμού, αστοχιών και επινοήσεων, οι άνθρωποι αυτοί δημιούργησαν τοπικές ή και ευρύτερα διαδεδομένες αντισεισμικές τεχνικές δόμησης που αφορούν βασικά μέλη του κτιρίου (τοιχοποιία, στέγη, πάτωμα κ.λ.π.) ή και πλήρη δομικά συστήματα.

Είναι γεγονός ότι είναι αδύνατον να προστατευθεί απόλυτα μια κατασκευή από την, συχνά εκτός των ανθρώπινων δυνατοτήτων, δυναμική καταπόνηση του σεισμού. Στην Ελληνική Ιστορία μνημεία, κτίρια, πόλεις ή και ακόμα ολόκληρες ιστορικές περίοδοι έχουν επηρεαστεί ή και χαθεί από την σεισμική ή και

ηφαιστειακή δραστηριότητα από τους προϊστορικούς χρόνους έως και την εποχή μας. Η καταστροφική έκρηξη του ηφαιστείου της Θήρας το 1650π.Χ., οι καταστροφές στην Ολυμπία, τους Δελφούς, και το Κούριον στους αρχαίους χρόνους, οι ζημιές στα μνημεία συμπεριλαμβανομένης και αυτής της Αγίας Σοφίας κατά τους Βυζαντινούς χρόνους, ο χαμός του Αργοστολίου, οι εκτεταμένες καταστροφές της ιστορικής Καλαμάτας, του Αιγίου αλλά και ο πρόσφατος σεισμός της Αθήνας είναι μόνον μερικοί σταθμοί αυτής της σταθερά επαναλαμβανόμενης επίδρασης του σεισμού στον πολιτισμό μας.

Από την άλλη πλευρά όμως, πολλά αρχιτεκτονικά μνημεία και κτίσματα στέκουν μετά από εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια, ακόμη και σε περιοχές με πολύ υψηλή σεισμική επικινδυνότητα. Ο ίδιος ο Παρθενώνας (438 π.Χ.), η Αγία Σοφία στην Κωνσταντινούπολη (537 μ.Χ.), το καθολικό της Ι.Μονής του Οσίου Λουκά στην Βοιωτία (955 μ.Χ.), ανεκτίμητα μνημεία στο Άγιο Όρος χρονολογούμενα από τον 10ο μ.Χ. αιώνα κ.λ.π. είναι λίγα μόνον απ' αυτά τα παραδείγματα.

Όλα αυτά τα δομικά δείγματα της ανθρώπινης παρατήρησης, κατανόησης και αντίστασης στους φυσικούς νόμους και τα φυσικά φαινόμενα, όλα αυτά τα σπάνια, όπως θα δούμε παρακάτω, παραδείγματα της επινοητικότητας, προσαρμοστικότητας και - γιατί όχι - της σοφίας του ανθρώπου – κατασκευαστή, δεν βγαίνουν αλώβητα από την επαναληπτική δοκιμασία του σεισμικού παράγοντα.

Η διαρκής προοδευτική εξασθένηση λόγω φορτίσεων και αυτού του ίδιου του σεισμού, συνδυαζόμενη με την γήρανση και με την φθορά από την χρήση, φέρνουν κάποια στιγμή το δόμημα σε οριακή κατάσταση ελάχιστης πλέον αντοχής στο επόμενο σεισμικό συμβάν με ενδεχόμενο αποτέλεσμα μια βαρύτατη ή και ολική αστοχία. Ένα τέτοιο, δυστυχώς, πιθανό παράδειγμα είναι η εκτεταμένη ζημιά στο μνημείο της Μονής Δαφνίου κατά τον σεισμό του Σεπτεμβρίου 1999.

Η επείγουσα συστηματική και προσεκτική μελέτη τόσο των λεπτομερειών της δομής όλων αυτών των κτισμάτων όσο και της συμπεριφοράς τους στην δυναμική φόρτιση πριν την μοιραία οριακή καταπόνηση θα βοηθούσε και θα οδηγούσε σε λήψη κατάλληλων και έγκαιρων μέτρων προστασίας και ενίσχυσης.

ΜΕΡΙΚΕΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

1.1 Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΤΟΥ ΠΑΡΕΛΘΟΝΤΟΣ

Σήμερα αποδεχόμαστε την αρχή ότι **ο σχεδιασμός μιας αντισεισμικής κατασκευής πρέπει να βασίζεται στην σωστή σύλληψη και σύνθεση από τα πολύ αρχικά του στάδια**. Είναι λάθος να σχεδιάζουμε ένα κτίσμα σε σεισμογενή περιοχή χωρίς από την αρχή να κυριαρχεί ο σεισμικός παράγοντας και κατόπιν να προσπαθούμε να διορθώσουμε τις διάφορες αδυναμίες και λάθη χρησιμοποιώντας περίπλοκους υπολογισμούς και ενισχυτικές μεθόδους. Σήμερα, μια σωστά χρησιμοποιούμενη στατική και δυναμική ανάλυση και διαστασιολόγηση είναι πανίσχυρα και αξιόπιστα όπλα στα χέρια του μηχανικού για τον σχεδιασμό μιας αντισεισμικής κατασκευής. Όμως μια κατασκευή που βασίζεται σε λάθος αρχική σύλληψη δεν μπορεί να διορθωθεί πλήρως από κανέναν υπολογισμό.

Αντίθετα, όταν - από τα πρώτα βήματα της συνθετικής και σχεδιαστικής διαδικασίας- έχουν ληφθεί σωστές κρίσιμες αποφάσεις που αφορούν τα σχήματα, τους όγκους και τις συμμετρίες καθώς και τα υλικά, τα φέροντα δομικά συστήματα και την συνδεσμολογία τους τότε η κατ' αρχήν σωστή συμπεριφορά της κατασκευής κατά την δυναμική φόρτιση έχει εξασφαλισθεί. Γίνεται φανερό ότι ο συνθέτης, όταν δραστηριοποιείται σε σεισμογενείς περιοχές πρέπει να φροντίσει να αναπτύξει μέσω εκπαίδευσης και εφαρμογών μια αντισεισμική αντίληψη βασισμένη στις βασικές αρχές του αντισεισμικού σχεδιασμού.

Σε παλαιότερους και αρχαιότερους χρόνους και παρά το γεγονός ότι οι στατικές μέθοδοι τουλάχιστον με την παρούσα τους μορφή ήταν τελείως άγνωστες, μερικές πολύ αποτελεσματικές αντισεισμικές μέθοδοι και τεχνικές αναπτύχθηκαν από τοπικούς τεχνίτες. Μελετώντας αυτές τις αντισεισμικές τεχνικές του παρελθόντος έχω κάνει τις εξής παρατηρήσεις:

- Οι έμπειροι αυτοί τεχνίτες εμφανίζονται να έχουν βαθιά γνώση των υλικών που χρησιμοποιούν, καθώς και των δομικών συστημάτων της εποχής τους. Αυτές οι τεχνικές παραμένουν σε χρήση για πολλές γενεές στον ίδιο τόπο επιτρέποντας έτσι μέσω της παρατήρησης των αστοχιών την σταδιακή εξέλιξη και βελτίωσή τους.
- Οι τεχνίτες του παρελθόντος είχαν μια σφαιρική και ολική άποψη, γνώση, σχέση και έλεγχο της κατασκευής που επεξεργάζονταν είτε με τα ίδια τους τα χέρια είτε σε μια στενή, σφικτά συνεργαζόμενη ομάδα.
- Οι πρώτες ύλες, είτε παρήγοντο από τους ίδιους τους τεχνίτες και συνήθως

ευρίσκοντο στο άμεσο ή λίγο ευρύτερο περιβάλλον τους, είτε προέρχονταν από κάπου μακρύτερα, ήταν πάντα σχεδόν υπό τον πλήρη έλεγχο τους ως προς την παραγωγή, επεξεργασία και χρήση.

- Οι τεχνίτες του παρελθόντος, όντας οι ίδιοι μέλη κοινωνιών λίγο – πολύ στο άμεσο ή πάντως όχι μακρινό φυσικό περιβάλλον της περιοχής δραστηριότητάς τους, είχαν πλήρη και άμεση αίσθηση και γνώση των κλιματικών, περιβαλλοντολογικών, πολιτιστικών και κοινωνικών συνθηκών αυτού του περιβάλλοντος.

Όλη αυτή λοιπόν η συγκεντρωμένη και μεταβιβαζόμενη από γενιά σε γενιά και από πρωτομάστορα σε παραπαιδί (που με την σειρά του θα εξελιχθεί σε μάστορα) γνώση και εμπειρία τόσο των κατασκευών όσο και των συνθηκών καταπόνησής των - συμπεριλαμβανομένου, βέβαια, και του σεισμού - οδηγούσε συχνά σε πειραματισμούς και επινοήσεις πρωτότυπων και αποτελεσματικών αντισεισμικών λύσεων.

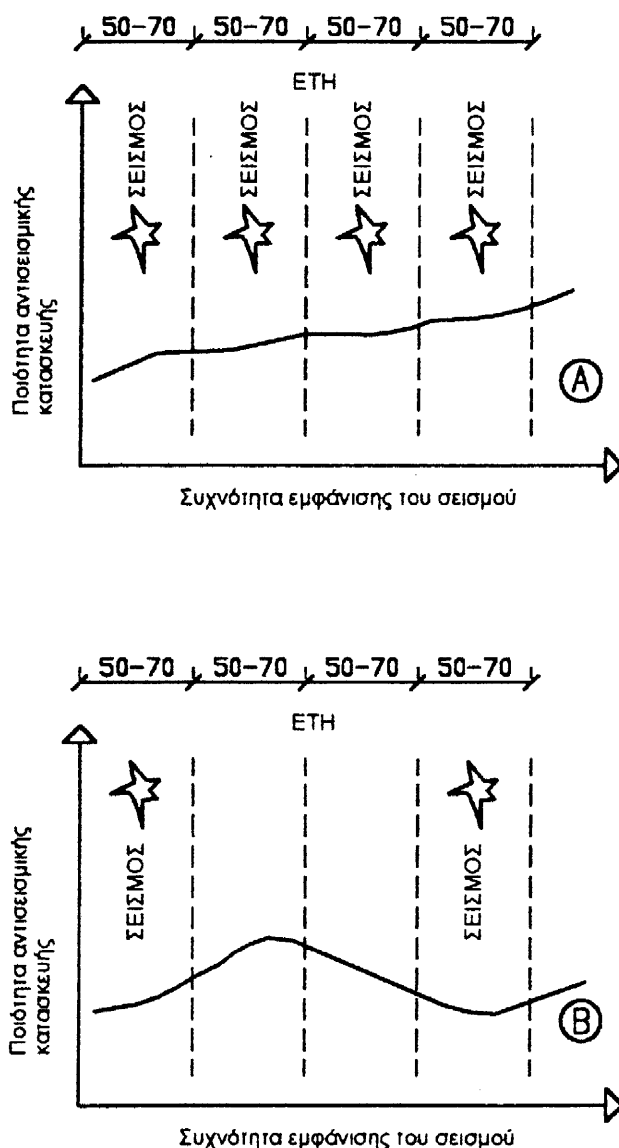
Πιθανόν η επόμενη παρατήρηση να μπορεί να βοηθήσει στην επισήμανση, μελέτη, κατανόηση και διάσωση τέτοιων αντισεισμικών τεχνικών:

Είναι φανερό ότι η εξέλιξη των πλέον ολοκληρωμένων και αποτελεσματικών αντισεισμικών, δομικών συστημάτων έλαβε χώρα σε περιοχές όπου το σεισμικό φαινόμενο ήταν συστηματικά και συχνά επαναλαμβανόμενο. Θεωρώ σαν πιθανό μέτρο του πιο πάνω χαρακτηρισμού την παραδοχή ότι τουλάχιστον ένα σοβαρό σεισμικό γεγονός λαμβάνει χώρα κατά την διάρκεια ζωής μιας γενεάς. Έτσι η διατηρούμενη αίσθηση του κινδύνου, καθώς και η προσωπική πλέον συναίσθηση της εμπειρίας του φαινομένου καθοδηγούν τους παραδοσιακούς τεχνίτες όχι μόνον στην επινοήση αντισεισμικών τεχνικών αλλά και στην εξέλιξή τους και στην συντήρησή τους στο κοινωνικό τους σύνολο. **(Σχ.1.1Α)**

Αυτό συνέβη στην επίμονη προσπάθεια εξέλιξης της τεχνικής ενίσχυσης των λιθοδομών με ξύλινα στοιχεία για 3600 χρόνια τουλάχιστον, στην περιοχή που περιλαμβάνεται από την Βαλκανική χερσόνησο έως τους πρόποδες των Ιμαλαΐων, δηλαδή περιοχή ιδιαίτερης σεισμικότητας.

Το ίδιο γεγονός συντήρησε και διατήρησε έως τις ημέρες μας το μοναδικό αντισεισμικό σύστημα δομής της Λευκάδος (το οποίο θα εξετασθεί αργότερα).

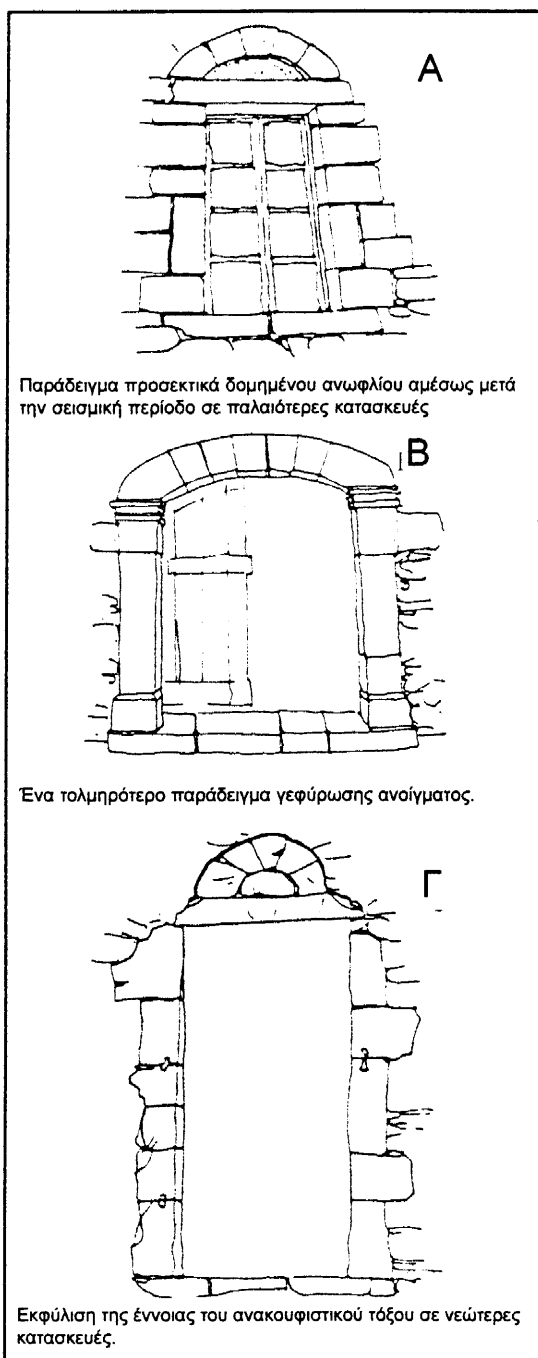
Αντιθέτως, σε περιοχές όπου ο σεισμός ήταν σπάνιο φαινόμενο και η ήρεμη περίοδος μεταξύ δύο σημαντικών σεισμών ήταν μεγαλύτερη από το μέσο όρο ζωής μιας γενιάς η προσοχή και το ενδιαφέρον των τεχνιτών – κατασκευαστών έτεινε να μειωθεί κατά τη διάρκεια της ήρεμης μακράς περιόδου. **(Σχ.1.1Β)**



Σχ.1.1: Εξέλιξη και συντήρηση της γνώσης της αντισεισμικής κατασκευής σε σχέση με τη συχνότητα εμφάνισης του σεισμού.

Αυτό συνέβη στην Αθήνα του 1981, κατά τον σεισμό των Αλκυονίδων του Κορινθιακού που προκάλεσε σημαντικές βελτιώσεις και αναπροσαρμογές στον αντίστοιχο αντισεισμικό κανονισμό, που δεν απέτρεψαν όμως το νέο δυσάρεστο ξάφνιασμα του σεισμού του Σεπτεμβρίου 1999. Διαπιστώθηκε πάλι η απουσία της αίσθησης του πραγματικού σεισμικού κινδύνου για την Ελληνική Μητρόπολη και της όποιας τεχνικής, πολιτικής και κοινωνικής ετοιμότητας γι' αυτόν.

Η μακρά, ιστορικά, περίοδος σχετικής ηρεμίας στο λεκανοπέδιο των



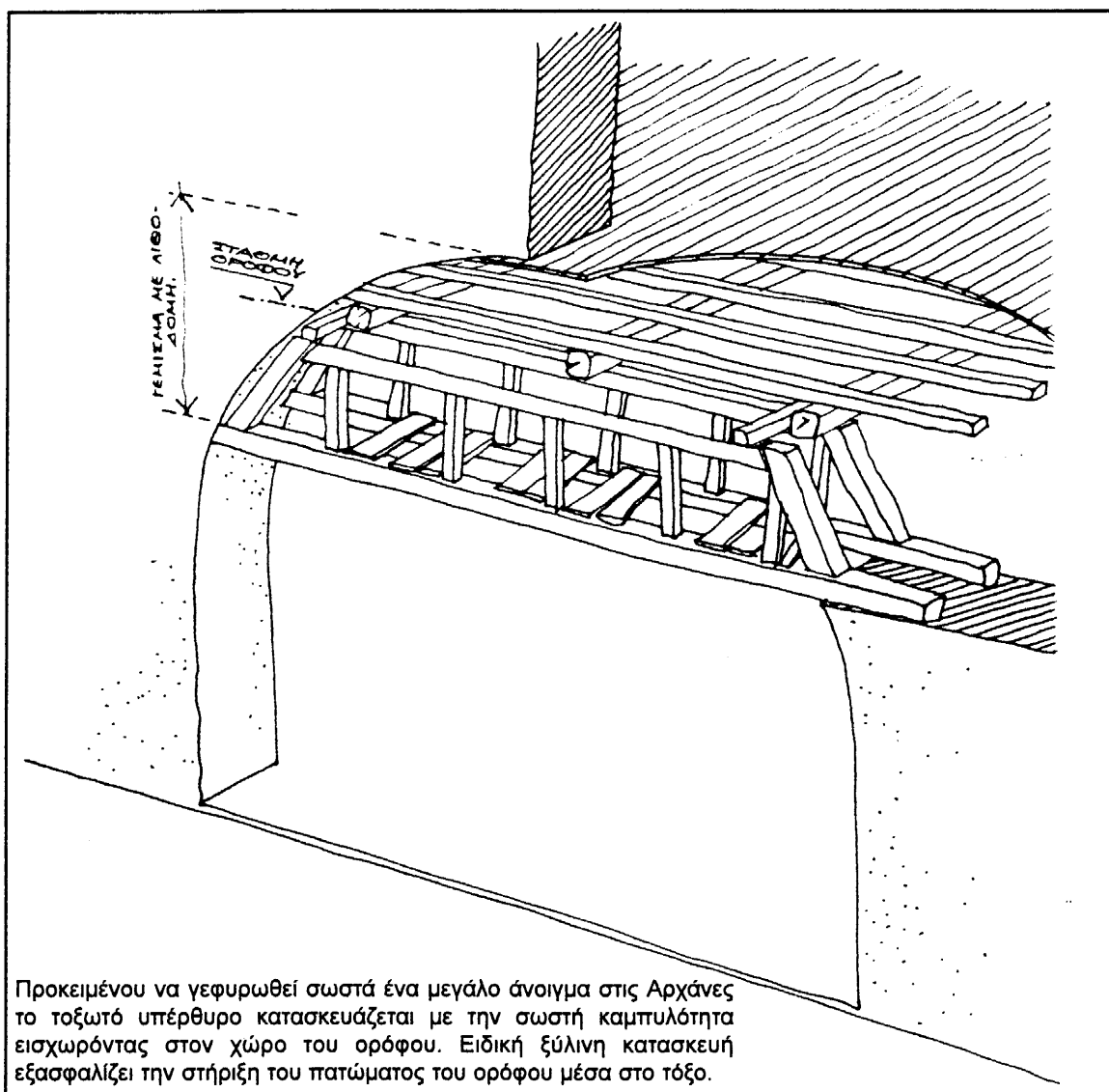
Σχ.1.2.α: Ξεχνώντας τον Σεισμικό Κίνδυνο στην Καρύταινα

φαίνεται στο σκίτσο 1.2α, A. Με το πέρασμα του χρόνου και μη επαναλαμβανόμενης μιας σημαντικής σεισμικής δοκιμασίας, άλλες προτεραιότητες πέραν της ασφάλειας έναντι σεισμού, γίνονται πιο επίγουσες. Μια τέτοια προτεραιότητα είναι οι ανάγκες της αλματωδώς αναπτυσσόμενης εμπορικής δραστηριότητας της περιοχής για μεγαλύτερα ανοίγματα. Έτσι μη έχοντας άλλη δομική τεχνική για γεφύρωση ανοιγμάτων πέραν του λίθινου τόξου,

Αθηνών προκάλεσε την διδασκόμενη κατά την δεκαετία του '60 άποψη ότι η Αττική απέχει σοβαρού σεισμικού κινδύνου και επέφερε την σύγχυση και την λήθη τόσο στο γεγονός της αναζήτησης και προσδιορισμού του πραγματικού σεισμικού κινδύνου της Περιοχής, όσο και στην αρχή ότι μια ευαίσθητη και κρίσιμη περιοχή όπως η Μητροπολιτική Αθήνα για την Ελλάδα μπορεί να υποστεί μεγαλύτερη ζημιά από έναν μέτριας έντασης σεισμό απ' ότι μια μικρότερης σημασίας περιοχή από έναν ισχυρότερο.

Πιστεύω ότι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της λήθης και της χαλάρωσης των μέτρων αντισεισμικής, προσεκτικής δόμησης σε περιοχές μακράς σεισμικής ηρεμίας μπορεί να ληφθεί από τον εκφυλισμό του τρόπου κατασκευής των γεφυρώσεων των ανοιγμάτων στις τοιχοποιίες στην Καρύταινα της κεντρικής ορεινής Πελοποννήσου, που παρατίθεται πιο κάτω.(Σχ.1.2.α)

Παλαιότερα κτίσματα στον ιστορικό οικισμό της Καρύταινας στην κεντρική, ορεινή Πελοπόννησο, κοντά στην μνήμη ισχυρού σεισμού, διαθέτουν ορθή και προσεκτική γεφύρωση των ανοιγμάτων τους στην λιθοδομή όπως



Σχ.1.2β: Όταν ο ίδιος ο σεισμός τακτικά επαναλαμβανόμενος δεν επιτρέπει τη λήθη στις Αρχάνες.

φέρνουν αυτό σε μία, πέραν των ορίων καλής λειτουργίας, κατάσταση όπως φαίνεται στο σχήμα **1.2α, Β**.

Ακόμα δε αργότερα (σκίτσο **1.2α, Γ**), κυριολεκτικά ξεχνώντας τον σεισμικό κίνδυνο, το ανακουφιστικό, λίθινο τόξο ενός ανοίγματος εκφυλίζεται σε καθαρά μορφοκρατικό στοιχείο και μάλιστα με παντελώς πρόχειρη και ανεπαρκή κατασκευή του οριζόντιου λίθινου πρεκιού.

Αντίθετα με το παράδειγμα της Καρύταινας, στις Αρχάνες, στην κεντρική Κρήτη, μεγάλα ανοίγματα απαραίτητα για την εμπορική και βιοτεχνική δραστηριότητα, κυρίως στην παραγωγή ελαιόλαδου, κατασκευάζονται διαφορετικά. (**Σχ.1.2.β**)

Το λιθόκτιστο τόξο πάνω από το ευρύ, λόγω αναγκών, άνοιγμα δεν χαμηλώνει. Διατηρώντας την σωστή για την μεταφορά φορτίων με ασφάλεια καμπυλότητά του, εισχωρεί με τόλμη στον χώρο του υπερκείμενου ορόφου. Μία πρόσθετη ξύλινη κατασκευή, που φαίνεται αποτυπωμένη στο πιο πάνω σκίτσο, εξασφαλίζει την στήριξη του πατώματος του ορόφου χαμηλότερα από την κορυφή του τοξωτού υπέρθυρου.

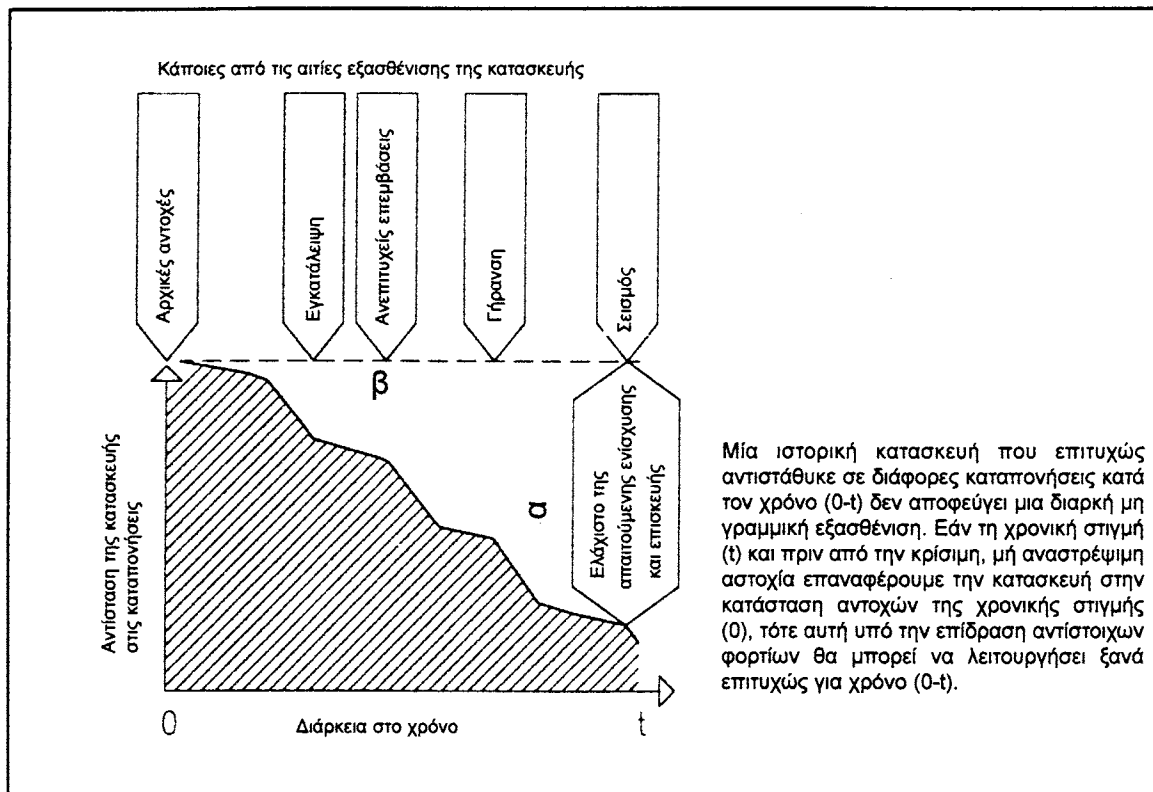
Νομίζω ότι θα ήταν πολύ ωφέλιμο και ενδιαφέρον να συγκροτηθούν χάρτες που να αναφέρουν και να παραλληλίζουν αφ' ενός την συχνότητα επανάληψης της σεισμικής δράσης ανά περιοχές της χώρας και αφ' ετέρου την αντίστοιχη εμφάνιση των αντισεισμικών τεχνικών. Σ' αυτόν τον πίνακα θα ήταν ενδιαφέρον να προστεθεί η πληροφορία για την σοβαρότητα και την έκταση των αντίστοιχα παρατηρούμενων ζημιών μετά από τον σεισμό.

1.2 ΕΞΑΣΘΕΝΙΣΗ ΜΙΑΣ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Όταν κατά την διάρκεια ενός σεισμού μια ιστορική κατασκευή υποστεί σοβαρές αστοχίες ή και καταστραφεί ολοσχερώς, μια γρήγορη και επιπόλαιη κριτική για ακατάλληλα υλικά ή και λανθασμένο δομικό σύστημα δεν είναι πάντοτε η σωστή. Όταν εξετάζουμε μια προϋπάρχουσα κατασκευή για να την συντηρήσουμε, να την επισκευάσουμε ή να την ενισχύσουμε, πάντοτε πρέπει να προσπαθούμε να προσδιορίσουμε την αρχική κατάστασή της ως προς τις αντοχές της καθώς και την ικανότητά της να ανθίσταται στην δυναμική καταπόνηση. Και τούτο διότι είναι φυσικό και βέβαιο ότι με την πάροδο του χρόνου η ποιότητα της αντισεισμικής συμπεριφοράς μιας κατασκευής, συνήθως προοδευτικά και μη γραμμικά, μειώνεται.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα (1.3), η μείωση της αντίστασης της κατασκευής στην σεισμική δράση οφείλεται στην γήρανση, εγκατάλειψη, ανεπιτυχείς επεμβάσεις, αλλά και την αθροιστική δράση των ίδιων των σεισμών. Ας μου επιτραπεί να προσθέσω εδώ και τον κρίσιμο παράγοντα πολλών σύγχρονων επεμβάσεων ως προς την συχνή ασυμβατότητα των χρησιμοποιούμενων σήμερα δομικών υλικών με τα υπάρχοντα στο κτίσμα, όσο και των μεγάλων δυσκολιών που παρατηρούνται κατά την προσπάθεια προσομοίωσης και υπολογισμών της ιστορικής κατασκευής.

Έτσι γίνεται φανερό, ότι σχεδόν κάθε κατασκευή, ακόμη και εάν σ' αυτήν έχουν εφαρμοσθεί οι πλέον θαυμάσιες αντισεισμικές τεχνικές, φθάνει κάποτε σε ένα σημείο όπου, πλέον, δεν μπορεί να αντιμετωπίσει με επιτυχία μια ακόμη



Σχ.1.3.: Διάγραμμα εξασθένησης ιστορικού κτιρίου με την πάροδο του χρόνου.

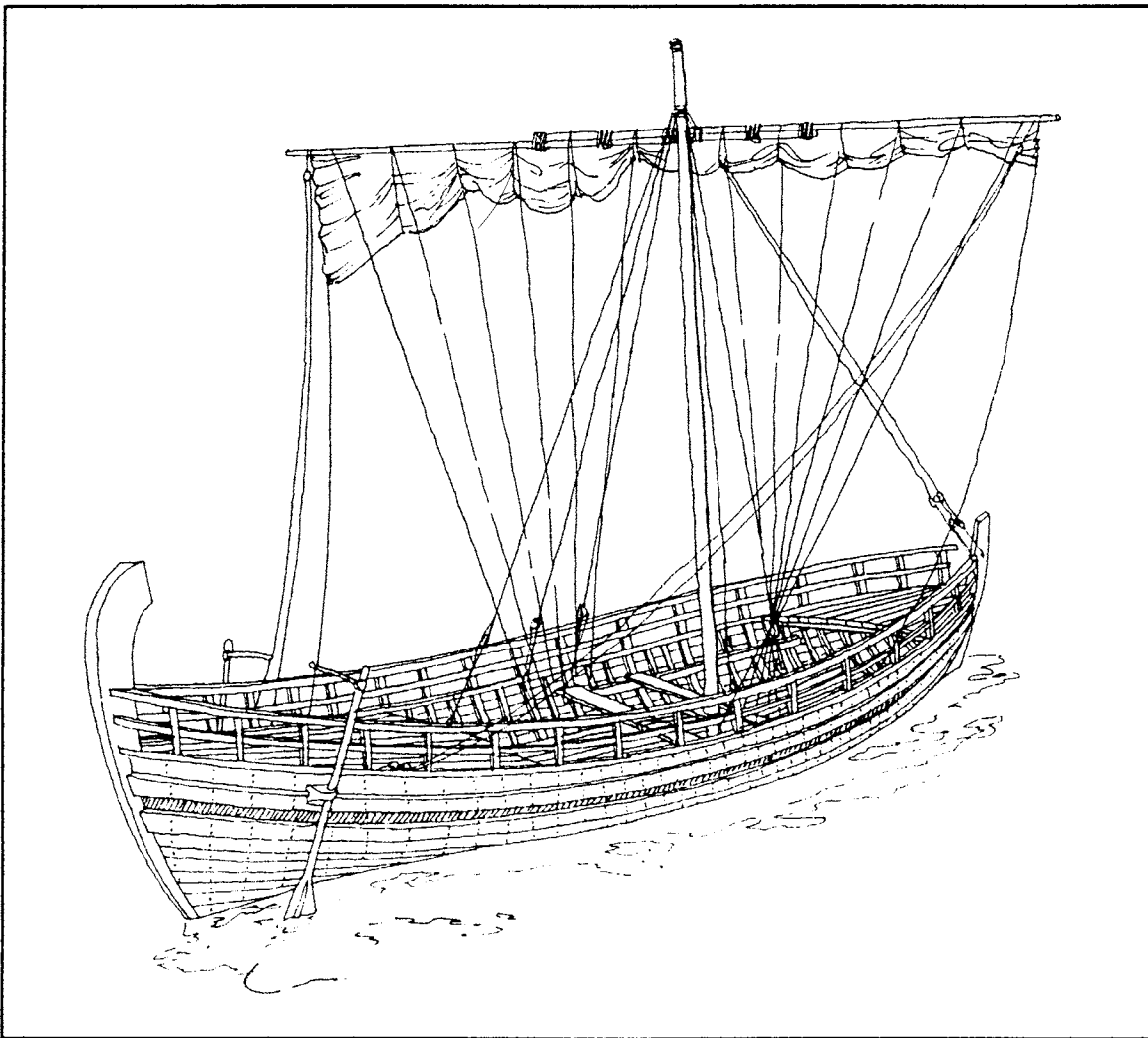
σεισμική δοκιμασία. Πολλά περίφημα μνημεία και ιστορικά κτίσματα, αντιστεκόμενα επιτυχώς επί αιώνες στην σεισμική δράση, κάποια στιγμή έχουν επαληθεύσει την πιο πάνω διαπίστωση αστοχώντας σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό.

Ο Παρθενώνας, η Αγία Σοφία της Κωνσταντινούπολης και το Καθολικό της Μονής Δαφνίου είναι μεταξύ αυτών. Για να προλάβουμε αυτή τη κρίσιμη στιγμή και να επέμβουμε έγκαιρα, επαναφέροντας την κατασκευή, κατ' ελάχιστον στο αρχικό σημείο των δυνατοτήτων της να ανθίσταται την σεισμική φόρτιση με τις ελάχιστες δυνατές αλλαγές και παρεμβάσεις στην πρωτότυπή της κατασκευαστική σύνθεση, είναι απαραίτητο μεταξύ άλλων **να αναγνωρίσουμε, να μελετήσουμε και να αναλύσουμε** το κατασκευαστικό της σύστημα και βεβαίως τις τυχόν **υπάρχουσες αντισεισμικές μεθόδους και τεχνικές**.

2. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.1 ΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΣΥΝΟΛΟ

Ένα από τα κύρια και πιο ενδιαφέροντα κεφάλαια του ανθρώπινου πολιτισμού είναι η ιστορία της κατασκευαστικής του δραστηριότητας. Σε όποιο σημείο του πλανήτη μας ο πολιτισμός αυτός άνθισε σε κάποια ιστορική περίοδο, εκεί άφησε τα δείγματά της κατά το ίδιο χρονικό διάστημα κάποια χαρακτηριστική κατασκευαστική δραστηριότητα ως προς τον τύπο, τα δομικά υλικά, τα δομικά συστήματα, την λειτουργία και την αισθητική.

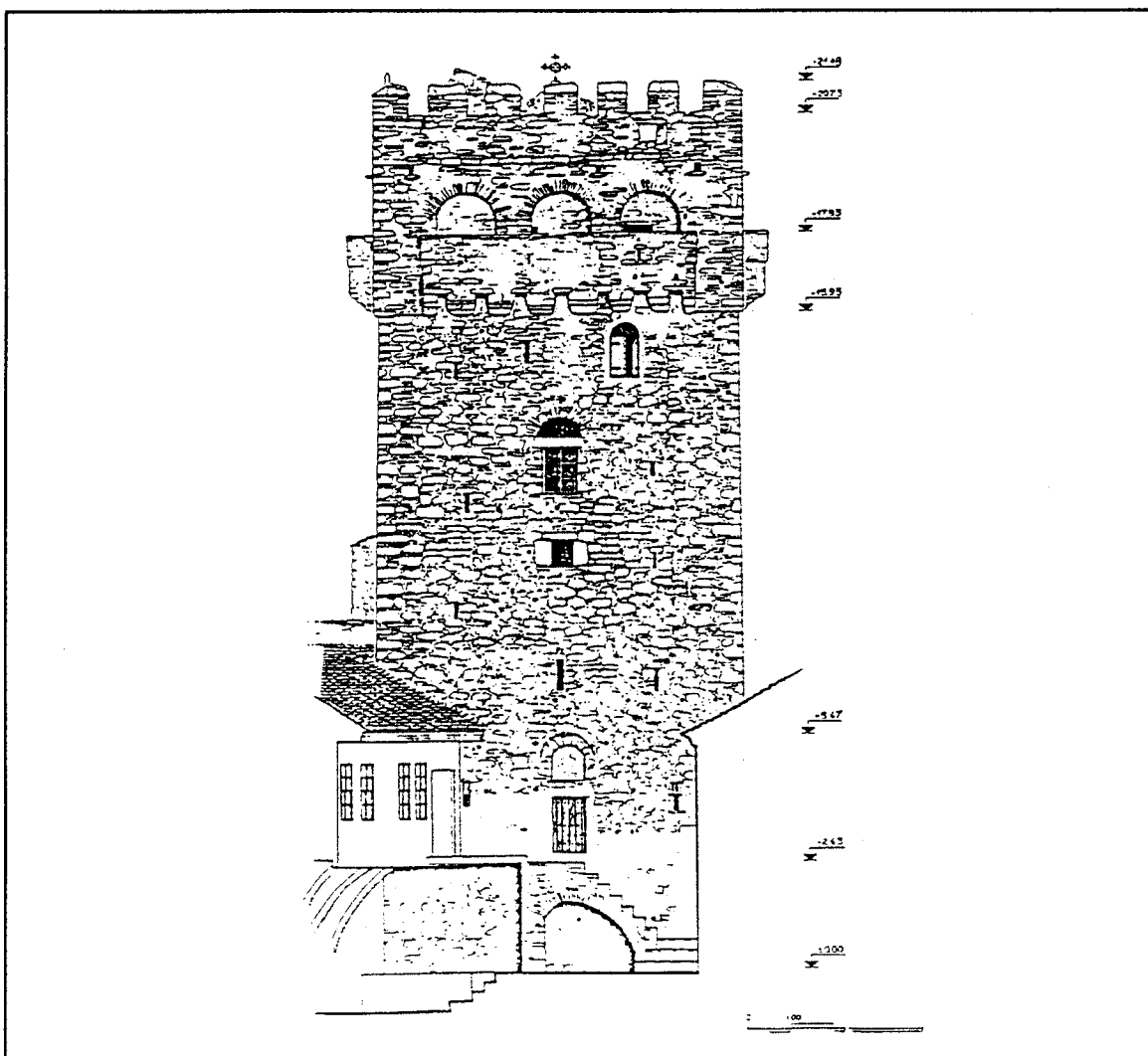


Σχ.2.1: Σκίτσο εμπορικού πλοίου κλασσικής περιόδου της Ελληνικής ιστορίας βασισμένο στην κατασκευαστική ανάλυση, κυρίως του ναυαγίου της Κυρήνειας.

Ο χώρος της Ελλάδος με την πολυδιάστατη μορφολογία του ηπειρωτικού κορμού και τα πολυάριθμα νησιά απετέλεσε εστία δομικής δραστηριότητας αρκετών χιλιάδων ετών. Πολλά από τα δομικά συστήματα που ανεπτύχθησαν στην περιοχή αυτή είναι υψηλού επιπέδου, ενδιαφέρουσας σύλληψης φορέων και λεπτομερειών και ιδιαίτερα επιτυχή στην αντιμετώπιση φορτίσεων (στατικών και δυναμικών) αλλά και των υπόλοιπων καταπονήσεων (χρήσης, περιβαλλοντικών κ.λ.π.).

Η έντονη πρώιμη ναυπηγική δραστηριότητα στις ελληνικές θάλασσες πιστεύω ότι συνέβαλε αποφασιστικά στην εμφάνιση πολυάριθμων, πολυποίκιλων και αποτελεσματικών δομικών συστημάτων κατά την διάρκεια τουλάχιστον των τεσσάρων τελευταίων χιλιετιών. (Σχ.2.1)

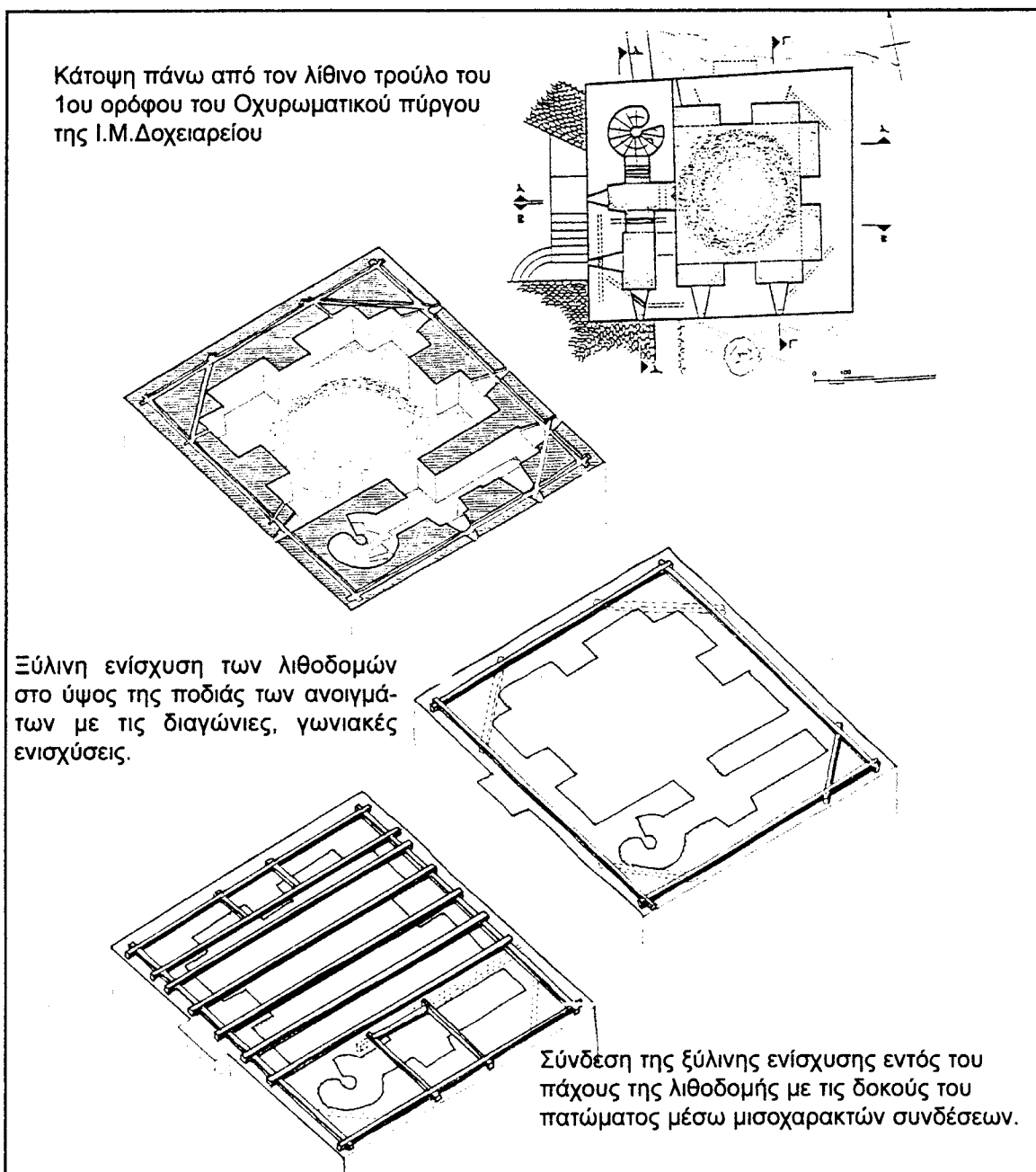
Σήμερα, η πολιτιστική ταυτότητα και η μοναδική ατμόσφαιρα πολλών από



Σχ.2.2: Δυτική όψη του οχυρωματικού πύργου της Ι. Μονής Δοχειαρίου στο Αγ. Όρος.

τις ιστορικές περιοχές του Ελληνικού (όπως και του υπόλοιπου Ευρωπαϊκού) χώρου οφείλονται κατά ένα μεγάλο μέρος και στο δομημένο περιβάλλον τους. Σ' αυτόν τον δομημένο παραδοσιακό πλούτο στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό και η τουριστική αξιοποίησή τους.

Είναι, λοιπόν, θέμα ζωτικής σημασίας η αναγνώριση, η κατανόηση και η καταγραφή των διαφόρων δομικών συστημάτων με σκοπό την διάσωση του ιστορικού αυτού δομημένου πλούτου.

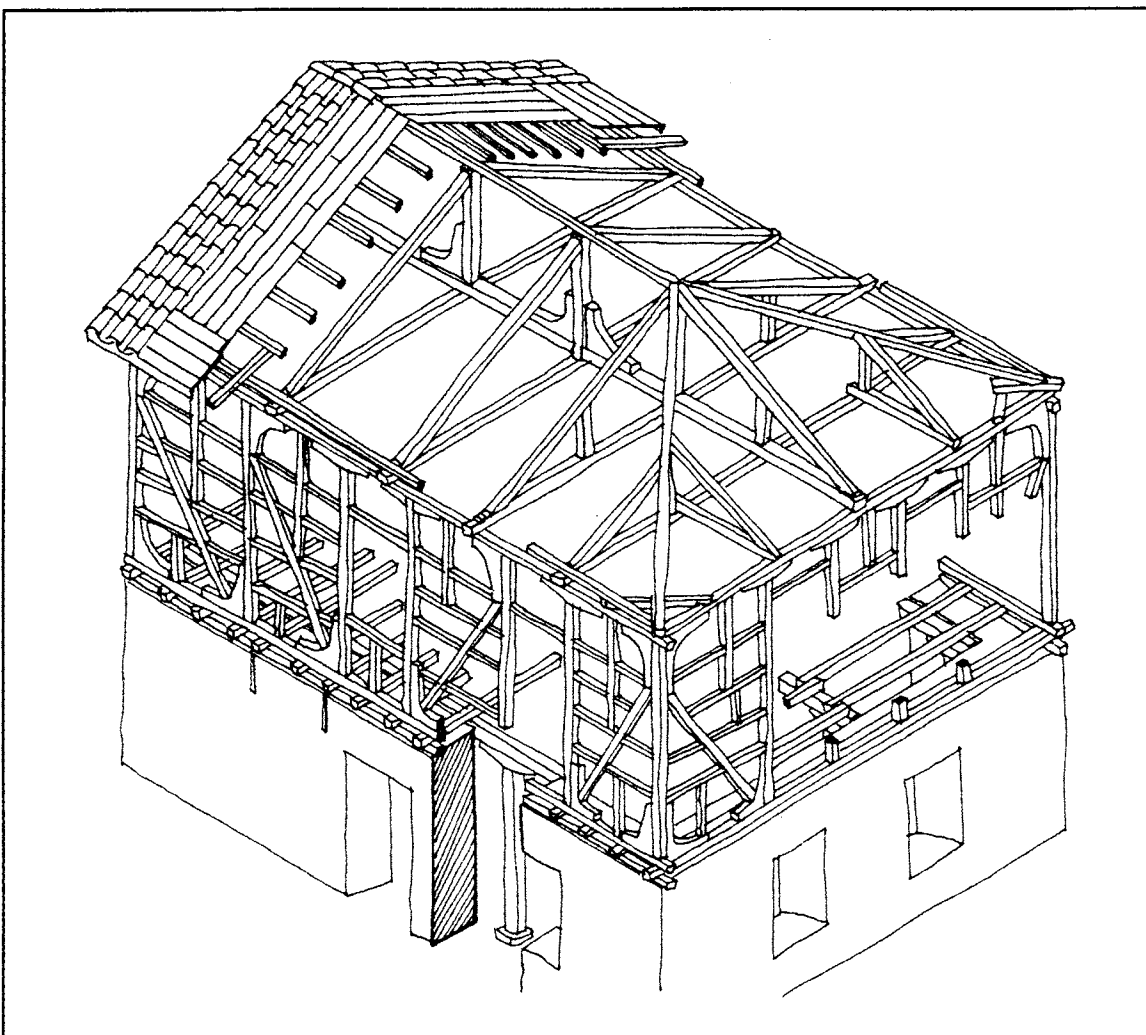


Σχ.2.3: Σύστημα ξύλινων ενισχύσεων της λιθοδομής του Οχυρωματικού Πύργου της Ι.Μονής Δοχειαρίου.

2.2 ΤΟ ΤΟΠΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

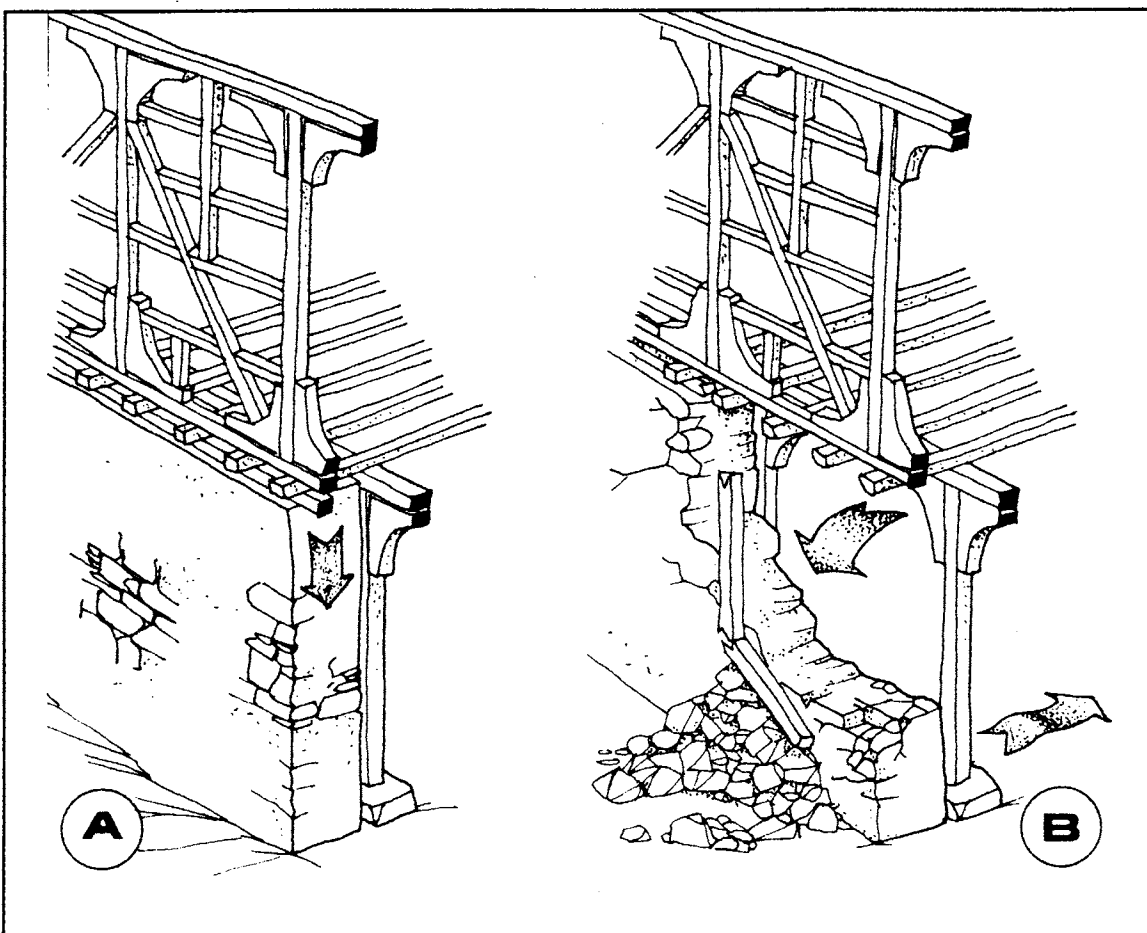
Στους χώρους ανάπτυξης του ανθρώπινου πολιτισμού και της αντίστοιχης δομικής δραστηριότητας εμφανίστηκαν και εξελίχθηκαν τοπικά ιστορικά δομικά συστήματα (Τ.Ι.Δ.Σ.). Κάθε τέτοιο Τ.Ι.Δ.Σ. χρησιμοποιεί ορισμένα δομικά υλικά και δομικά συστήματα, παρουσιάζει χαρακτηριστική τυπολογία και μορφολογία και ασφαλώς ενέχει σχετική τρωτότητα και παθολογία.

Η εμβέλεια (τοπική και χρονική) κάθε τέτοιου Τ.Ι.Δ.Συστήματος διαφέρει σημαντικά. Υπάρχουν δομικά συστήματα που καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές και αναπτύσσονται επί αρκετούς αιώνες. Ένα καλό τέτοιο παράδειγμα είναι η διά ξύλινων στοιχείων ενισχυμένη τοιχοποιία που ξεκινά από την περιοχή



Σχ.2.4α: Κατασκευαστική ανάλυση τυπικού αντισεισμικού κτιρίου της Λευκάδας.

της Ανατολικής Λεκάνης της Μεσογείου και φθάνει έως τους πρόποδες των Ιμαλαίων. Είναι ένα χαρακτηριστικό δομικό σύστημα που αναπτύσσεται, ιδιαίτερα στην ευρύτερη αυτή περιοχή, επί τριανταπέντε τουλάχιστον αιώνες: από την μινωική εποχή έως και σήμερα, με πολλές παραλλαγές. (Σχ.2.2), (Σχ.2.3)



Σχ.2.4β: Λεπτομέρεια της διπλής στήριξης των ξυλόπηκτων ορόφων του κτιρίου σε λιθοδομή αφ' ενός και σε σύστημα ξύλινων υποστυλωμάτων και δοκών αφ' ετέρου. Σε περίπτωση αστοχίας της λιθοδομής στην διάρκεια ισχυρού σεισμού ο ξύλινος, βοηθητικός σκελετός αναλαμβάνει τα κατακόρυφα φορτία του κτιρίου έως ότου αυτή επισκευασθεί.

Υπάρχουν, αντίθετα, τοπικά δομικά συστήματα υψηλής ιδιομορφίας και σπάνιας μοναδικότητας, περιορισμένα σ' έναν στενότερο γεωγραφικό χώρο. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αντισεισμική, μεικτή (λιθοδομή και ξύλινη κατασκευή) δόμηση των σπιτιών της νήσου Λευκάδος στο Ιόνιο Πέλαγος η οποία αναπτύσσεται, τουλάχιστον, κατά τους δύο τελευταίους αιώνες. (Σχ.2.4α, 2.4β)

2.3 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ Η ΑΛΛΑΓΗ ΕΝΟΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΧΡΟΝΟ

Ένα ιστορικό δομικό σύστημα που βρίσκεται σε χρήση για χρονικό διάστημα που πολύ συχνά καλύπτει πολλές δεκαετίες ίσως και αιώνες, ασφαλώς δεν παραμένει χωρίς αλλαγές στην δομή του, την ικανότητα για παραλαβή φορτίων και την λειτουργία.

Η ίδια η χρήση, η φθορά και η γήρανση, οι τυχόν μετατροπές από τους χρήστες, η έλλειψη συντήρησης και οι διάφορες σημαντικές καταπονήσεις όπως ένας σεισμός ή μια πυρκαγιά, επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στο δομικό σύστημα με σταθερό αποτέλεσμα την συνεχή φθορά και εξασθένηση του.

Έτσι, μια ξυλοδεσιά που στην αρχή ενίσχυε και περίδενε μια τοιχοποιία όταν αποσυντεθεί λόγω υγρασίας και σήψης δημιουργεί ένα αδύνατο σημείο στην συνέχεια της κατασκευής.

Ομοίως ένα σωστό ζευκτό που γεφύρωνε δύο τοίχους συνδεόμενο μ' αυτούς μέσω ξύλινων στρωτήρων, κάποτε λόγω σήψης των ξύλινων στοιχείων του που είναι ενσωματωμένα μέσα στην τοιχοποιία μετατρέπεται σε σύστημα αντιστηριζόμενων δοκών (εφόσον χαθεί η σύνδεσή τους με τον ελκυστήρα), οι οποίες όχι μόνον δεν συγκρατούν πια τους τοίχους σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους αλλά αντιθέτως εξασκούν επ' αυτών οριζόντιες δυνάμεις ανατροπής. (Σχ.3.12)

2.4 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΟΡΘΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ – ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στην Ιατρική επιστήμη, η προϋπόθεση για κάθε διαμόρφωση θεραπευτικής αγωγής είναι η πρέπουσα εξέταση και διάγνωση. Είναι δε τόσο υψηλής σπουδαιότητας η διαδικασία της εξέτασης και διάγνωσης ώστε λανθασμένα αποτελέσματα αυτών των διαδικασιών οδηγούν σε μη κατάλληλες δραστηριότητες θεραπευτικής αγωγής, που όχι μόνον δεν βοηθούν τον οργανισμό, αλλά συχνά προκαλούν βλάβες, έως και διακοπή της ζωής.

Ακριβώς το ίδιο συμβαίνει και με το δομημένο σώμα, δηλαδή το κτίριο. Η εξέταση κατ' αρχήν της δομής του και κατ' επέκταση της παθολογίας του είναι προϋποθέσεις απαραίτητες για κάθε προσπάθεια πρότασης επέμβασης,

αποκατάστασης και ενίσχυσης.

Δύο κυρίως παράγοντες καθιστούν την εργασία αυτή δύσκολη. Ο πρώτος είναι η πολυμορφία και η ποικιλία των ιστορικών δομικών συστημάτων και τεχνικών. Η εφευρετικότητα των κατά τόπους συντεχνιών, η προσαρμοστικότητά τους στις τοπικές συνθήκες φορτίων, κλίματος, υλικών, τρόπου ζωής κ.λ.π. παράγουν κατά κανόνα ιδιόμορφους και πρωτότυπους τρόπους δόμησης.

Ο δεύτερος παράγοντας είναι η μεγάλη διαφορά μεταξύ των ιστορικών δομικών συστημάτων και της σύγχρονης αντίληψης και δεοντολογίας στην δόμηση. Ο επιμερισμός των ευθυνών γύρω από την δομική τέχνη μεταξύ αρκετών (και συχνά ελάχιστα ή καθόλου συνεργαζόμενων) ειδικοτήτων αρχιτέκτονα, πολιτικού μηχανικού, μηχανολόγου, εδαφοτεχνικού, σεισμολόγου κ.λ.π., με διαφορετική εκπαίδευση και διαφορετικές γνώσεις, είναι μια κατάσταση πολύ διαφορετική από εκείνη του ιστορικού δημιουργού που κατείχε (και συχνά εφήρμοζε ο ίδιος) όλες τις σχετικές με το κτίσμα τεχνικές.

2.5 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ ΔΙΑΣΩΣΗΣ ΤΩΝ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι δύο πιο πάνω αναφερθέντες βασικοί παράγοντες δυσκολίας στην αναγνώριση και κατανόηση της δομής και συμπεριφοράς ενός ιστορικού δομικού συστήματος συνθέτουν, το μεγαλύτερο πρόβλημα στην προσπάθεια διάσωσης (και επανάχρησης) ιστορικών κτιρίων.

Κάθε Τοπικό Ιστορικό Δομικό Σύστημα χρησιμοποιεί ορισμένα υλικά, τρόπους κατασκευής και λεπτομέρειες, πολλές φορές, με εξαιρετικά πρωτότυπους και μοναδικούς τρόπους. Αυτά τα δομικά υλικά δεν βρίσκονται πια σε χρήση στη σύγχρονη Δομική Τέχνη και δεν καλύπτονται από σχετικούς κανονισμούς ή έστω τεχνικές οδηγίες.

Η γενικευμένη παγκόσμια χρήση κυρίως του οπλισμένου σκυροδέματος με την πλήρη κάλυψη από κανονισμούς, τεχνικές οδηγίες, υπολογιστικά προγράμματα και την βιομηχανία, ωθεί συχνά τον μελετητή να το επιλέγει σε ασύμβατες και επικίνδυνες για το ιστορικό κτίριο προτάσεις. Ακόμα και οι ίδιοι οι χρήστες και ιδιοκτήτες συχνά αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια όταν δομικά μέλη της ιστορικής κατασκευής ενισχύονται ή υποκαθίστανται από αντίστοιχα με οπλισμένο σκυρόδεμα ή αλουμίνιο, έστω και εάν τούτο είναι πλήρως ασύμβατη ενέργεια εγκυμονούσα πλείστους κινδύνους.

Τέλος, αφ' ενός η ποικιλία των δομικών συστημάτων και αφ' ετέρου η

προσωπική για κάθε κατασκευή φθορά και εξασθένησή της (άμεσα σχετιζόμενη με το ιστορικό της χρήσης της, των καταπονήσεων της, των μετατροπών κ.λ.π.) δεν επιτρέπουν γενική αντιμετώπιση με σχετικούς γινικευμένους κανονισμούς και οδηγίες.

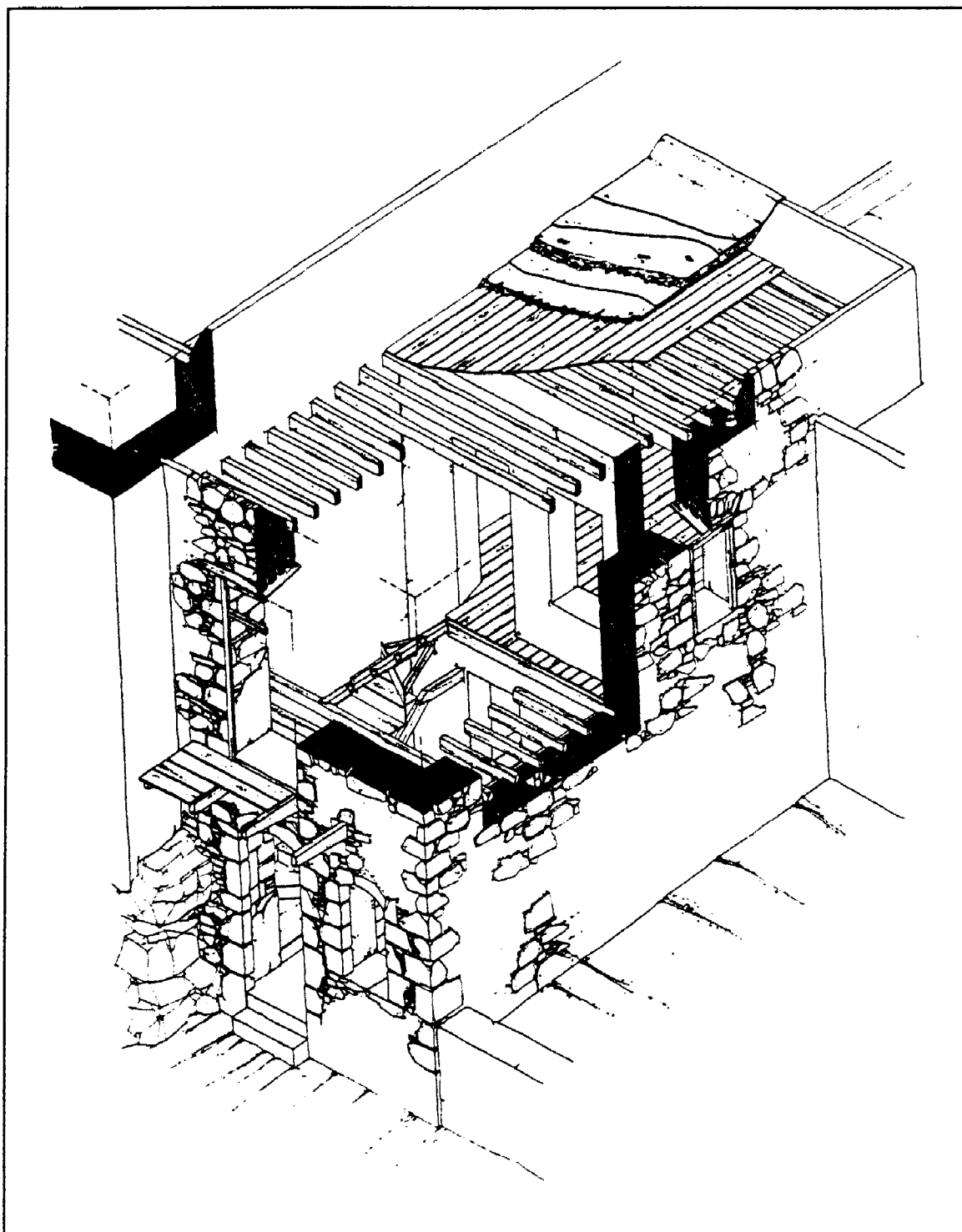
2.6 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΟΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Πρέπει λοιπόν να μελετηθεί και να οργανωθεί μια δεοντολογία και μια μεθοδολογία προσέγγισης και αναγνώρισης ενός δομικού συστήματος και της κατάστασης στην οποία ευρίσκεται πριν επιχειρηθεί οποιαδήποτε πρόταση επέμβασης. Η διαδικασία αυτή μπορεί κατ' αρχήν να αναλυθεί στα ακόλουθα στάδια:

Πρώτη ενέργεια είναι να αναγνωρισθεί το δεδομένο δομικό σύστημα και να περιγραφεί τυπολογικά και μορφολογικά. Επίσης πρέπει να προσδιορισθεί η ιστορία εμφάνισης και εξέλιξής του, καθώς και η γεωγραφική περιοχή της εφαρμογής του. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία, τυχόν ιστορικές αναφορές και περιγραφές είναι πολύτιμα στοιχεία στο στάδιο αυτό.

Κατόπιν γίνεται μια συστηματική και ολοκληρωμένη κατασκευαστική ανάλυση του δεδομένου δομικού συστήματος. Αναλυτικότερα:

- Προσδιορίζονται όλα τα χρησιμοποιούμενα υλικά. Λαμβάνονται δείγματα των υλικών με τις γνωστές “ελάχιστα καταστροφικές” μεθόδους. Δοκιμάζονται και αποτιμώνται οι ιδιότητες αυτών επί τόπου, είτε στα εργαστήρια. Αναζητείται η προέλευση των υλικών αυτών.
- Αναγνωρίζονται και προσδιορίζονται τα χρησιμοποιούμενα δομικά συστήματα (π.χ. τρόπος δόμησης τοιχοποιίας) και οι τυχόν φορείς (π.χ. του πατώματος ή της στέγης). Προσδιορίζεται ο φέρων οργανισμός και τα δευτερεύοντα μέλη.
- Καταγράφεται και αναλύεται η συνδεσμολογία. Αναζητείται ο ακριβής τρόπος σύνδεσης, τα τυχόν συνδετήρια μέσα κ.λ.π.
- Αναλύονται και καταγράφονται όλες οι τυπικές κατασκευές πληρώσεων, μονώσεων, τελειωμάτων, επενδύσεων κ.λ.π. Επίσης αναλύονται κατασκευαστικά τα κουφώματα, οι σκάλες, τα τυχόν σταθερά έπιπλα κ.λ.π.
- Γίνεται διερεύνηση και προσδιορισμός της παθολογίας και της τρωτότητας του συγκεκριμένου δομικού συστήματος. Καταγράφονται και αναλύονται οι τυπικές αστοχίες, αναζητείται και προσδιορίζεται η αντίστοιχη αιτία.
- Επιχειρείται η αποτίμηση της ικανότητας του δομικού συστήματος για την συμπεριφορά του στις φορτίσεις και τις καταπονήσεις. Χρησιμοποιούνται



Σχ.2.4β: Ένα δείγμα προσέγγισης, αναγνώρισης και κατασκευαστικής ανάλυσης του τυπικού δομικού συστήματος του παραδοσιακού οικισμού Μανδράκι της Νισύρου.

μέθοδοι επί τόπου δοκιμής αντοχών, προσομοιώσεων, υπολογισμών, ενόργανης παρακολούθησης κ.λ.π.

2.7 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Όταν όλα τα υλικά ενός δομικού συστήματος έχουν αναγνωρισθεί και περιγραφεί, ο φέρων οργανισμός έχει καταγραφεί, έχουν ελεγχθεί οι υπόλοιπες κατασκευές με όλες τις λεπτομέρειες, τότε είναι δυνατή η σύνταξη μελετών ενίσχυσης και αποκατάστασης (με τυχόν αλλαγή χρήσης).

Υπάρχουν δύο στάδια αυτών των μελετών. Το πρώτο στάδιο αφορά την σύνταξη **γενικών οδηγιών** που περιγράφουν το κατασκευαστικό σύστημα, αναφέρουν την παθολογία του και δίδουν προτάσεις λύσεων **στα γενικά και τυπικά προβλήματα** του δεδομένου δομικού συστήματος. Το δεύτερο στάδιο αφορά πλέον την σύνταξη πλήρους μελέτης επεμβάσεων σε **συγκεκριμένο δείγμα** του δεδομένου δομικού συστήματος, που ασφαλώς έχει λάβει υπ' όψη τις τυχόν μελέτες του πρώτου σταδίου.

2.8 ΜΕΡΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι λογικό να δέχεται κάποιος ότι ένα κτίσμα ενός δεδομένου δομικού συστήματος που άντεξε στην χρήση και τον χρόνο για σημαντικό διάστημα σε κάποια δεδομένη στιγμή θα βρεθεί εξασθενημένο και φθαρμένο. (Σχ.1.3)

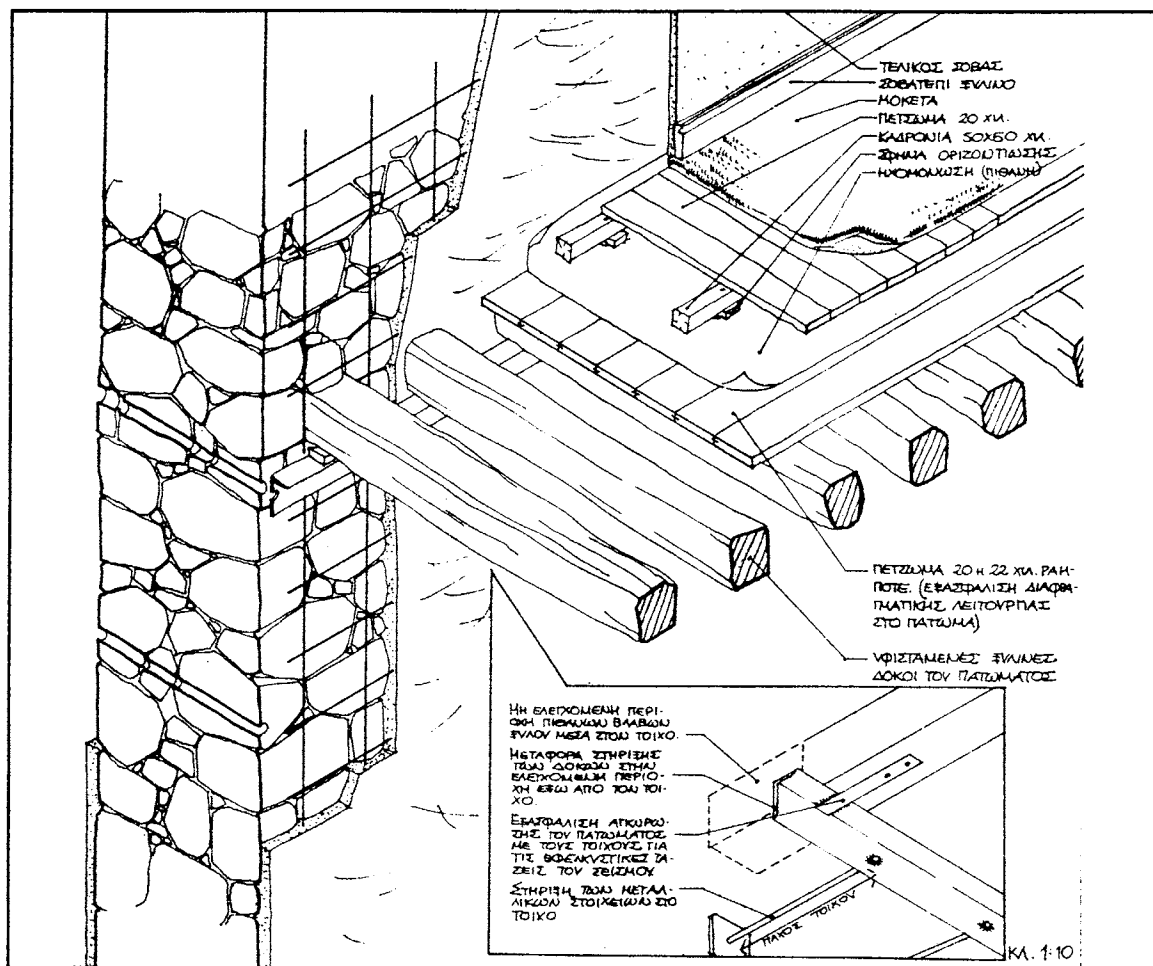
Είναι επίσης λογικό να προσπαθήσει κάποιος να αναβαθμίσει το κτίριο με τον πιο συμβατό τρόπο, χρησιμοποιώντας δηλαδή τα ίδια δομικά υλικά και τα ίδια δομικά συστήματα που είχαν εξ αρχής χρησιμοποιηθεί. (Σχ.2.5)

Όμως, για να είναι σε θέση ο Μηχανικός να πραγματοποιήσει τα πιο πάνω είναι απαραίτητο να γνωρίζει αναλυτικά την δομή, τα χαρακτηριστικά, τις αδυναμίες αλλά και τις δυνατότητες της κατασκευής.

Επίσης, είναι απαραίτητο να μπορεί κατά την εκτέλεση των μελετηθεισών επεμβάσεων να είναι σε θέση να **προμηθευτεί** τα δομικά υλικά που θέλει να χρησιμοποιήσει, να **βρει τεχνίτες** που να γνωρίζουν τις μεθόδους κατασκευής που προτείνει, να διαθέτει τον κατάλληλο **τεχνικό εξοπλισμό** κ.λ.π.

Όσο ταχύτερα λοιπόν και περισσότερο αναγνωρίζονται και αναλύονται ιστορικές παραδοσιακές μέθοδοι κατασκευών του δομημένου μας παραδοσιακού θησαυρού, τόσο μεγαλύτερη είναι η ελπίδα να αναπτυχθεί σχετική τοπική αγορά

υλικών και εργασίας και να περισωθούν και να συντηρηθούν χωρίς κακοποίηση και παραφθορά περισσότερα και πολύτιμα για τον πολιτισμό μας ιστορικά κτίσματα.



Σχ.2.5: Παράδειγμα γενικής οδηγίας σε συγκεκριμένο ιστορικό δομικό σύστημα ως προς την ενίσχυση ξύλινου πατώματος, που παρουσιάζει φθορά στα εντός της λιθοδομής φέροντα στοιχεία του, χωρίς να αντικατασταθεί.

3. ΤΟ ΔΟΜΗΜΑ ΚΑΙ Η ΧΩΡΙΚΗ ΥΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΥ

3.1 Η ΚΙΒΩΤΙΟΕΙΔΗΣ ΧΩΡΙΚΗ ΥΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η συντριπτική πλειοψηφία των ανθρώπινων κτισμάτων σχηματίζονται από κιβωτιοειδείς χωρικές μονάδες σε παράθεση κατ' έκταση και καθ' ύψος. Το μέγεθος και το σχήμα κάθε τέτοιας μονάδας μπορεί να ποικίλλει δραματικά από τον τεράστιο ενιαίο χώρο ενός καθεδρικού ναού έως το δωμάτιο μιας κατοικίας και από την ημισφαιρική “γιούρτα” των Εσκιμώων έως το αυστηρό ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο ενός τυπικού χώρου διαμονής σπιτιού των ελληνικών χωριών. Ένα χαρακτηριστικό στοιχείο όμως παραμένει κοινό: εκείνο του κιβωτιοειδούς χωρικού κελύφους που ορίζει και πραγματοποιεί τον δομημένο “χώρο”.

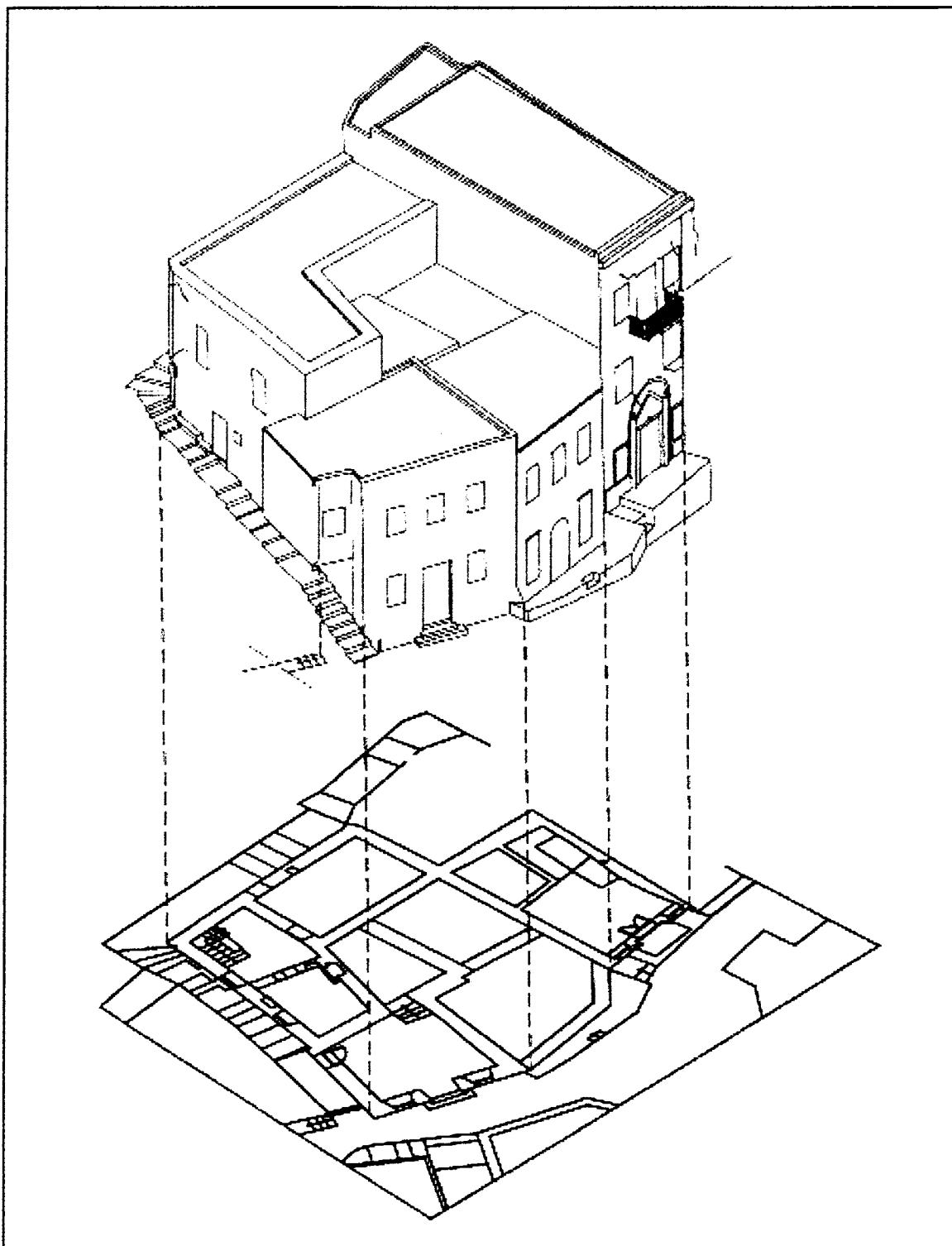
Για την πραγματοποίηση αυτού του κελύφους που θα αποσπάσει από το σύμπαν τον απαιτούμενο εκάστοτε για τις ανθρώπινες δραστηριότητες “χώρο” και θα του εξασφαλίσει τις ιδιαίτερες προσωπικές του συνθήκες, μόνωσης, ασφάλειας, επικοινωνίας, φωτισμού, αερισμού, αισθητικής, συμβολισμού κ.λ.π., πολλά, και διάφορα, φυσικά ή τεχνητά, υλικά χρησιμοποιήθηκαν και άλλα τόσα δομικά συστήματα επινοήθηκαν.

Το κέλυφος αυτό του κάθε μοναδιαίου χώρου ενός κτίσματος, ή και του συνόλου του, δέχεται, αντιδρά και υφίσταται, με διάφορους βαθμούς επιτυχίας, όλες τις δράσεις των φορτίων και του περιβάλλοντος. Δράσεις μηχανικές, χημικές, θερμοκρασιακές κ.λ.π.

Πιστεύω ότι μια πάρα πολύ σημαντική λεπτομέρεια αποτελεί το γεγονός ότι το δομικό κέλυφος που ορίζει έναν χώρο και αποτελεί το τμήμα ή και το σύνολο ενός κτίσματος συμπεριφέρεται **πάντοτε** σαν σύνολο: Ένα **κιβωτιοειδές χωρικό σύνολο** αποτελούμενο από διάφορα δομικά μέλη και στοιχεία, συνεργαζόμενα μεταξύ τους με διαφόρων τύπων συνδέσεις. (Σχ.3.1)

Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά την αναγνώριση, ανάλυση, αποτίμηση και γενικότερα την έρευνα για την συμπεριφορά του κτίσματος στις καταπονήσεις.

Η απόκριση και αντίδραση κάθε υλικού στοιχείου και κάθε κατασκευής στις φορτίσεις και καταπονήσεις είναι οι παραμορφώσεις. Εξ' άλλου η παραμόρφωση είναι και το “μέσον” της λειτουργίας (πραγμάτωσης) του φαινομένου της “δράσης και αντίδρασης”. Οι παραμορφώσεις είναι και τα αίτια της κάθε αστοχίας και αυτών τα χαρακτηριστικά, και τα αίτια εμφάνισης, αναζητούμε κατά την προσπάθεια



Σχ.3.1: Συγκρότημα τεσσάρων κτισμάτων που συνθέτουν ένα χωρικό σύνολο από τον παραδοσιακό οικισμό Μανδράκι της Νισύρου.

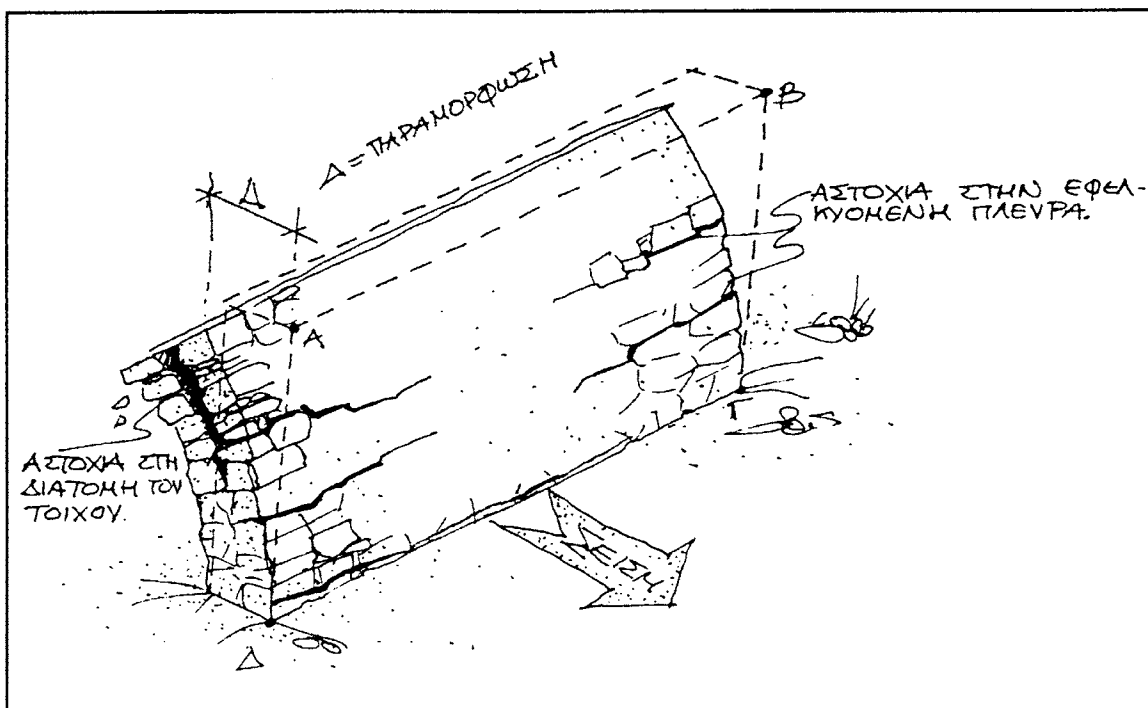
ανάλυσης της παθολογίας ενός κτίσματος και της πρότασης ενίσχυσης και αποκατάστασής του.

Αυτές λοιπόν οι κρίσιμες για την συμπεριφορά του δομήματος παραμορφώσεις κάθε δομικού μέλους εξαρτώνται απόλυτα και ανάλογα με την θέση και τον ρόλο του μέλους αυτού στο σύνολο της κιβωτιοειδούς χωρικής ενότητας.

Συγκεκριμένα, ένα ορισμένο δομικό μέλος κάτω από μια δεδομένη φόρτιση θα συμπεριφερθεί, παραμορφωθεί και ενδεχομένως αστοχήσει **διαφορετικά** στις περιπτώσεις που δέχεται αυτή την φόρτιση, ατομικά, **σαν ανεξάρτητη οντότητα** παρά σαν **στοιχείο ενός χωρικού δομημένου συνόλου**.

3.2 ΕΝΑ ΔΟΜΙΚΟ ΜΕΛΟΣ ΣΑΝ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΝΟΣ ΧΩΡΙΚΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ

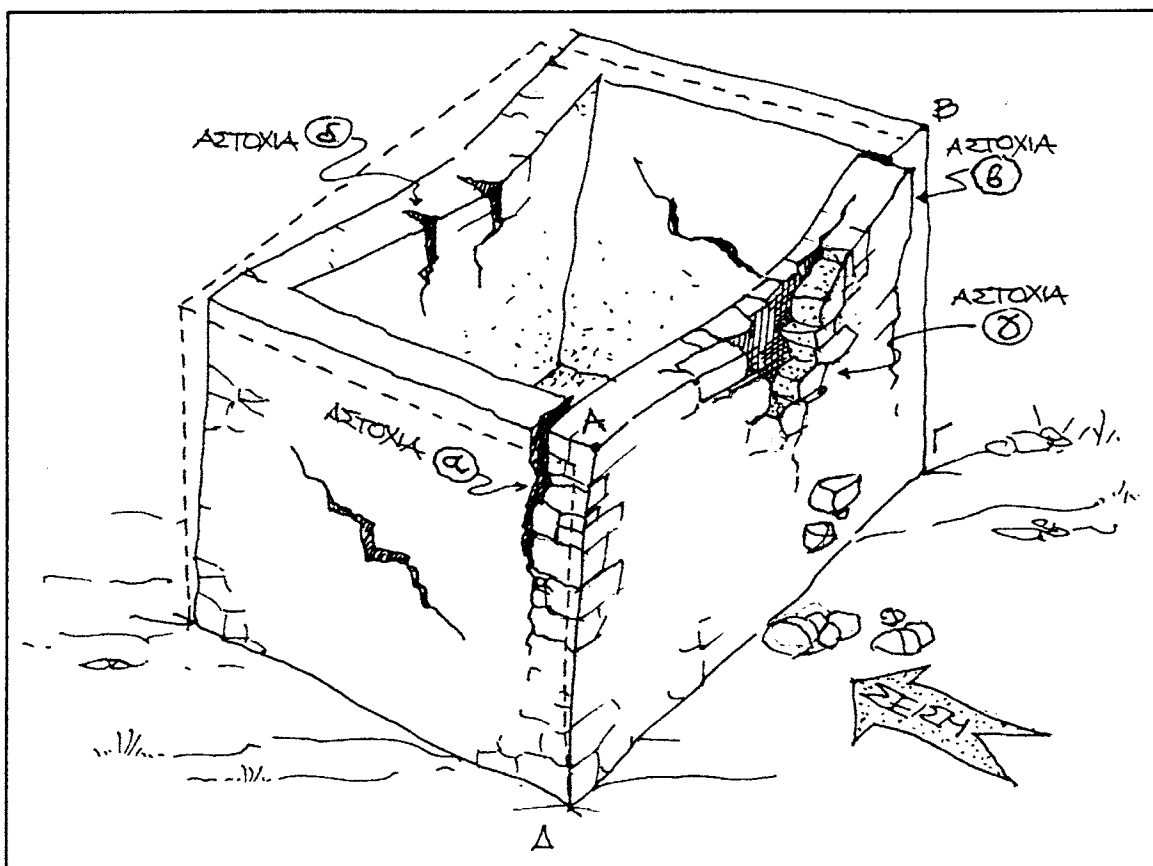
Ένας τοίχος από λιθοδομή, μόνος σαν πρόβολος από το έδαφος όπου είναι θεμελιωμένος, εάν υποστεί μια καταπόνηση, π.χ. από μία μετακίνηση του εδάφους κατά το βέλος του σκίτσου (Σχ.3.2) στην διάρκεια ενός σεισμού, θα παραμορφωθεί καμπτόμενος λόγω αδράνειας κατά την αντίθετη κατεύθυνση. Η παραμόρφωση αυτή εξαρτώμενη από την ποιότητα δομής, τις διαστάσεις του



Σχ.3.2: Η τοιχοποιία (ΑΒΓΔ), λιθοδομή στο παράδειγμα, σαν μια αυτοτελής δομική οντότητα κάτω από συγκεκριμένη φόρτιση σεισμού.

τοίχου και το μέγεθος της επιβαλλόμενης μετακίνησης θα παρουσιάσει ρωγμές παράλληλες προς την θεμελίωση, απόκλιση από την κατακόρυφο του επιπέδου του τοίχου, απόσχιση των δύο εξωτερικών του παρειών, ακόμα δε οριακά και ανατροπή.

Ο ίδιος ακριβώς τοίχος από λιθοδομή, δεχόμενος ακριβώς την ίδια δράση, αλλά λειτουργώντας πλέον σαν στοιχείο ενός ευρύτερου, χωρικού συνόλου, ενός ασκεπούς δωματίου παραδείγματος χάριν, θα παρουσιάσει διαφορετική συμπεριφορά. (Σχ.3.3)



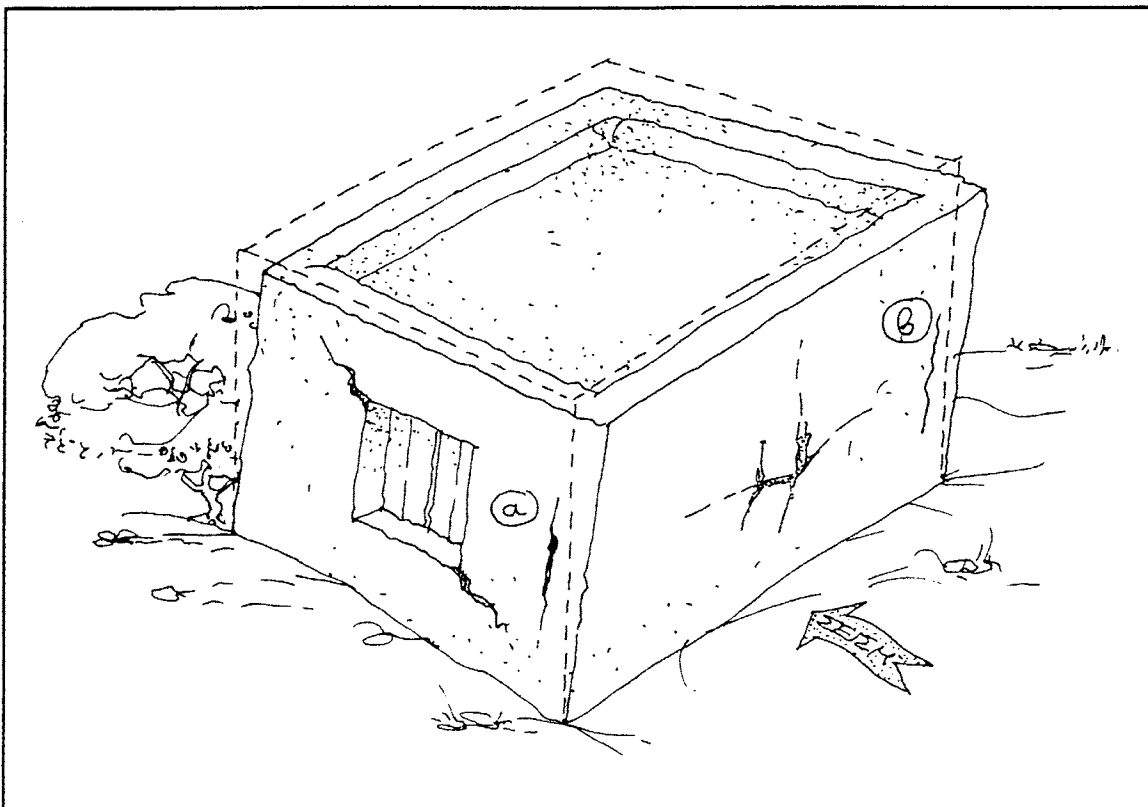
Σχ.3.3: Τοίχος (ΑΒΓΔ) από λιθοδομή σαν μέλος ενός ασκεπούς, κιβωτιοειδούς δομήματος παραμορφωμένος κάτω από συγκεκριμένη φόρτιση σεισμού. Έστω υπ' όψιν ότι, σ' αυτήν την περίπτωση για τον ίδιο εισαγόμενο σεισμό, οι παραμορφώσεις του ατελούς κιβωτίου θα είναι μικρότερες απ' ότι για τον μεμονωμένο τοίχο.

Τώρα πλέον μια άλλη σειρά τυπικών αστοχιών θα παρουσιαστούν στον τοίχο (πάντοτε βέβαια ανάλογα με την ποιότητα δομής του, τις διαστάσεις και την φόρτιση).

Ο τοίχος, συνδεδεμένος με τους εγκάρσιούς του, θα καμπυλωθεί

εντονότερα στο κέντρο του πλάτους του παρουσιάζοντας κατ' αρχήν κατακόρυφες ρωγμές, φθίνουσες προς τα κάτω, απόσχιση των εξωτερικών παρειών του, ενδεχομένως τοπική ανατροπή στην κεντρική ανώτερη περιοχή του επιπέδου του. Ακόμη ενδέχεται να παρουσιάσει ρωγμές αποσύνδεσης με τους εγκάρσιους προς αυτόν τοίχους τύπου (α) ή (β) ανάλογα με τον τρόπο και την ποιότητα δομής στα σημεία αυτά.

Εάν πάλι, ο ίδιος ακριβώς τοίχος από λιθοδομή, αποτελέσει τμήμα ενός πλήρους κιβωτιοειδούς δομήματος, όπου μάλιστα η επιστέγαση διαθέτει κάποιο βαθμό διαφραγματικότητας και η σύνδεση της με τους κατακόρυφους τοίχους είναι

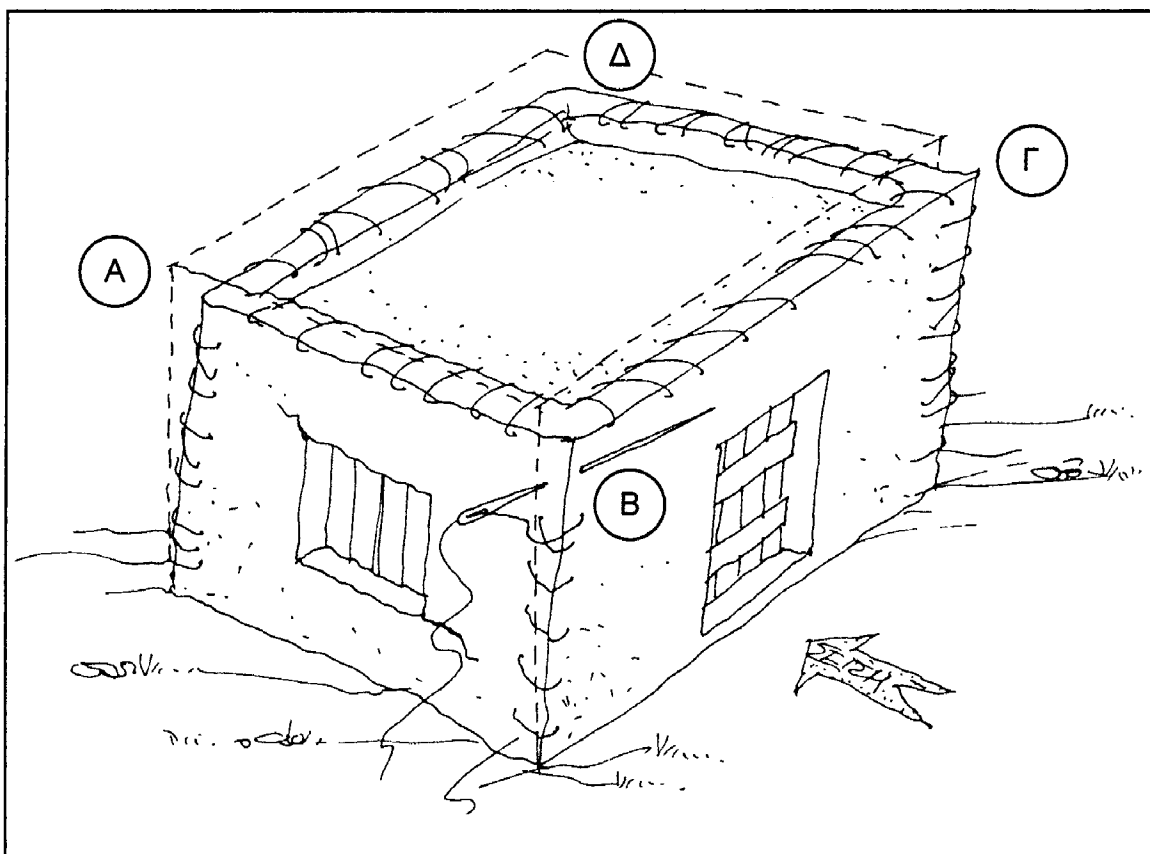


Σχ.3.4: Ένα πλήρες κιβωτιοειδές σύνολο δομήματος με καλή διαφραγματική λειτουργία δώματος, επαρκώς συνδεδεμένου με τους τοίχους, κάτω από μια συγκεκριμένη φόρτιση σεισμού. Για τον ίδιο, πάλι, εισαγόμενο σεισμό οι παραμορφώσεις του ολοκληρωμένου κιβωτιοειδούς συνόλου θα είναι μικρότερες από την προηγούμενη περίπτωση.

ικανοποιητική, τότε η ίδια με τις προηγούμενες περιπτώσεις δράση (π.χ. του εδάφους από έναν σεισμό κατά την διεύθυνση του βέλους) θα επιφέρει στον εξεταζόμενο τοίχο διάφορες (και κατά κανόνα πιο ήπιες) παραμορφώσεις. (Σχ.3.4)

Ένα “φούσκωμα” στην κεντρική περιοχή του τοίχου, κάποια τοπική, περιορισμένη αποκόλληση των παρειών του στην ίδια περιοχή και κατακόρυφες ρωγμές γύρω από τις γωνιακές συνδέσεις του με τους εγκάρσιους τοίχους στις θέσεις (α) ή (β) είναι πιθανά σημάδια παραμορφώσεων.

Υπάρχει και μια άλλη σημαντική συνέπεια της συνεργασίας διαφόρων δομικών μελών σ' ένα ενιαίο κιβωτιοειδές δομικό σύνολο. Η εν γένει καλύτερη συμπεριφορά αυτής της ολοκληρωμένης σε ένα κιβωτιοειδές σύνολο κατασκευής οφείλεται και στο ακόλουθο γεγονός: Ορισμένα από τα μέλη αυτού του συνόλου που παρουσιάζουν σε συγκεκριμένη φόρτιση καλύτερη συμπεριφορά και μεγαλύτερη ικανότητα παραλαβής φορτίων, είναι σε θέση να υποβοηθήσουν και να ανακουφίσουν άλλα μέλη που βρίσκονται σε δυσμενέτερη θέση. (Σχ.3.5)



ΣΧ.3.5: Κτίσμα με σημαντική διαφραγματική λειτουργία των μελών του και καλή σύνδεση μεταξύ των.

Παίρνοντας πάλι για παράδειγμα ένα κιβωτιοειδές σύνολο ενός δωματίου και υποβάλλοντάς το σε σεισμική φόρτιση, όπως στο σκίτσο (Σχ.3.5), παρατηρούμε: Οι τοιχοποιίες (ΑΒ) και (ΓΔ) ως παράλληλες προς την κύρια

κατεύθυνση της σεισμικής φόρτισης συμπεριφέρονται διαφραγματικά παρουσιάζοντας αυξημένη ακαμψία, μικρή παραμόρφωση και συνήθως όχι κρίσιμες αστοχίες (χιαστί ρωγμές). Αντίθετα οι τοιχοποιίες (ΒΓ) και (ΑΔ) ως ευρισκόμενες με το επίπεδο τους κάθετα στην σεισμική φόρτιση είναι πολύ πιο ευάλωτες σε παραμόρφωση ή και αστοχία (ανατροπή).

Η συνεργασία τους όμως με τους δύο, προηγούμενως περιγραφέντες, πιο άκαμπτους τοίχους (μέσω γωνιακής σύνδεσης) τους εξασφαλίζει καλύτερη συμπεριφορά, μειωμένη παραμόρφωση, περιορισμένη αστοχία, και δυνατότητα ανακατανομής εντάσεων.

Εάν δε προσθέσει κανείς και ένα διαφραγματικό επίπεδο πατώματος, στέγης ή δώματος στο παράδειγμα, αντιλαμβάνεται αμέσως το πλεονέκτημα της συνεργασίας.

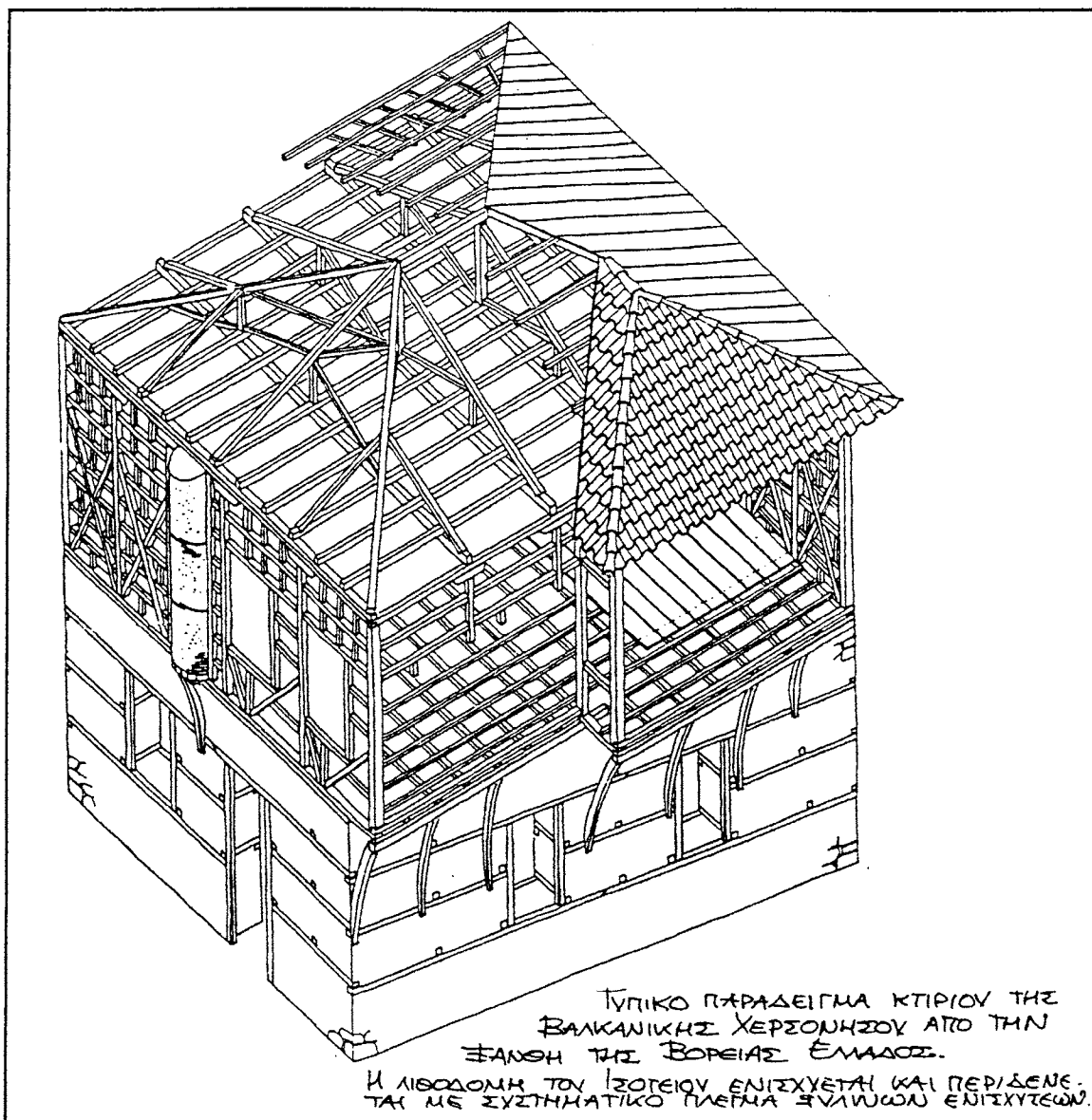
3.3 ΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟΕΙΔΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Το γεγονός της καλύτερης συμπεριφοράς της κατασκευής στις καταπονήσεις υπό την μορφή ενός συνόλου “κιβωτίου” ήταν αναγνωρισμένο και κατανοητό στις διάφορες ιστορικές περιόδους του παρελθόντος. Ιδιαίτερα σε περιοχές αυξημένου σεισμικού κινδύνου, τα διάφορα τοπικά δομικά συστήματα εφεύρισκαν και ανέπτυσσαν τρόπους εξασφάλισης μιας τέτοιας λειτουργίας στα δομήματά τους.

Ένα τέτοιο εξαιρετικό παράδειγμα είναι η ευρέως διαδεδομένη στον ανατολικό (και σεισμικό) χώρο της Μεσογείου τεχνοτροπία ενίσχυσης των κατασκευών από τοιχοποιία με ξύλινα στοιχεία. Τουλάχιστον για τρεισήμισι χιλιάδες χρόνια τοιχοποιίες από λαξευτούς ή αργούς λίθους, ωμοπλινθοδομές, μικτές κατασκευές κ.λ.π. ενισχύονται με (οριζόντιες κυρίως αλλά όχι μόνον) ζώνες ενίσχυσης από ξύλινα στοιχεία (ιμαντώσεις, ξυλοδεσιές κ.λ.π.). (Σχ.3.6)

Εκτός βέβαια από την προφανή προσπάθεια να ενισχυθεί με αυτόν τον τρόπο το ίδιο το επίπεδο της εκάστοτε τοιχοποιίας έναντι εφελκυσμού και κάμψης, ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στις συνδέσεις αυτών των ξύλινων περιζώσεων στις συναντήσεις τους στις γωνίες των κτισμάτων. Τα ξύλινα στοιχεία συναντώνται, συνδέονται και “κλειδώνονται” με τρόπους που δεν αφήνουν καμιά αμφιβολία για τον επιδιωκόμενο στόχο συντήρησης και διατήρησης ενιαία συμπεριφερομένου χωρικού, κιβωτιοειδούς σχήματος, κυρίως κατά την διάρκεια των σεισμών.

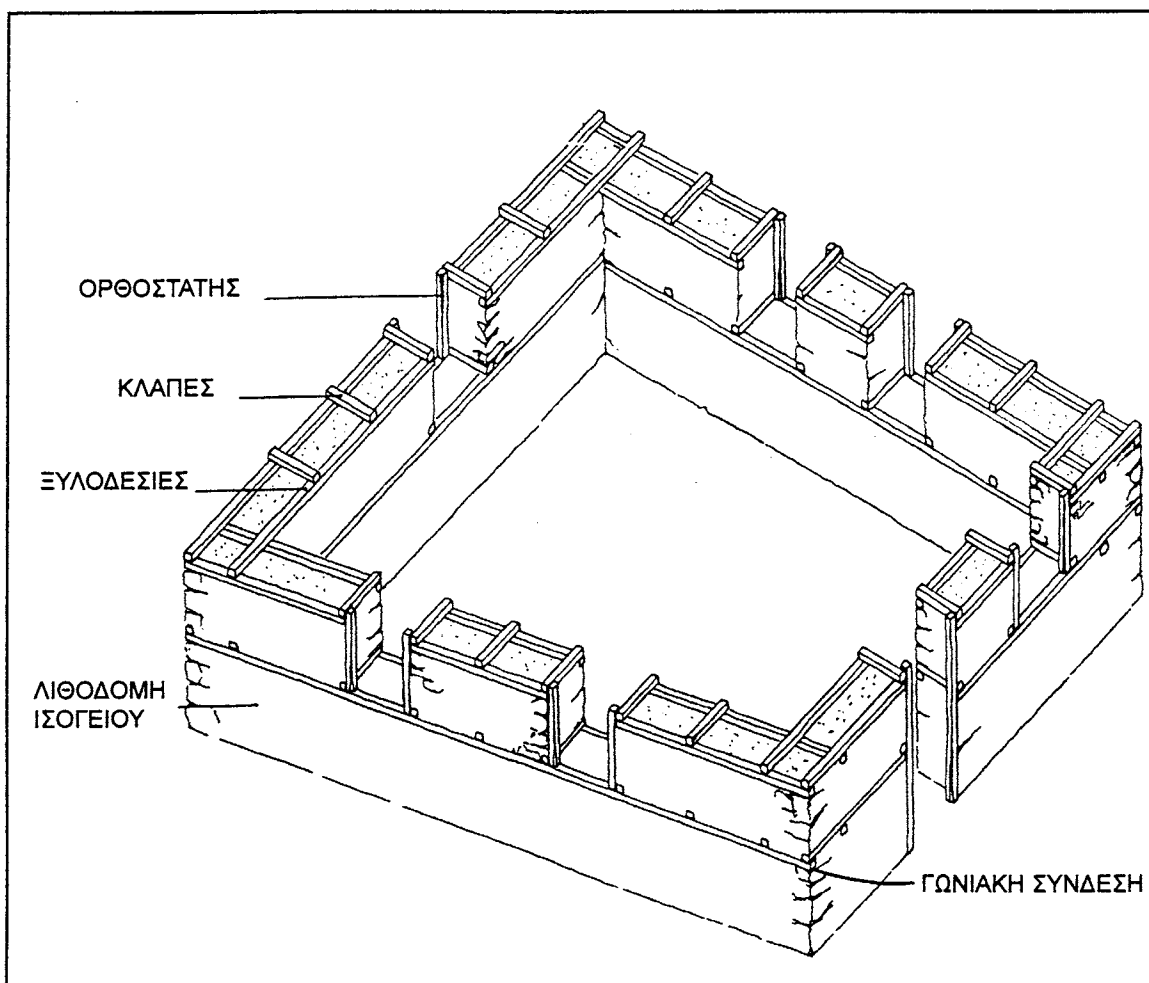
Ενδιαφέρουσα παρατήρηση σ’ αυτό το σημείο είναι η ακόλουθη: Η προέκταση των άκρων των ξύλων σε προεξοχή έξω του τοίχου δεν είναι η



Σχ.3.6: Τυπικό παράδειγμα ενίσχυσης της τοιχοποιίας με ξύλινα στοιχεία.

καλύτερη λεπτομέρεια από την άποψη της συντήρησης και προφύλαξης του ξύλου. Τα σόκορα, εκτεθειμένα στις εναλλαγές αποξήρανσης και ύγρυνσης πιθανά θα δημιουργήσουν συνθήκες σήψης ή άλλης βιολογικής προσβολής.

Όμως αυτή η σύνδεση δύο γραμμικών ξύλινων στοιχείων σαν λεπτομέρεια κατάλληλη για παραλαβή εφελκυστικών δράσεων είναι πολύ επιτυχημένη. Επιτυχημένη δε δια δύο κυρίως λόγους: Αφ'ενός είναι διότι με την απομάκρυνση από την άκρη είναι δυνατός ο σχηματισμός μισοχαρακτής σύνδεσης που παραλαμβάνει επιτυχώς εφελκυστικές τάσεις χωρίς την μεσολάβηση τρίτου στοιχείου όπως το καρφί ή ο πύρος. Αφετέρου διότι οποιαδήποτε διατμητική τάση

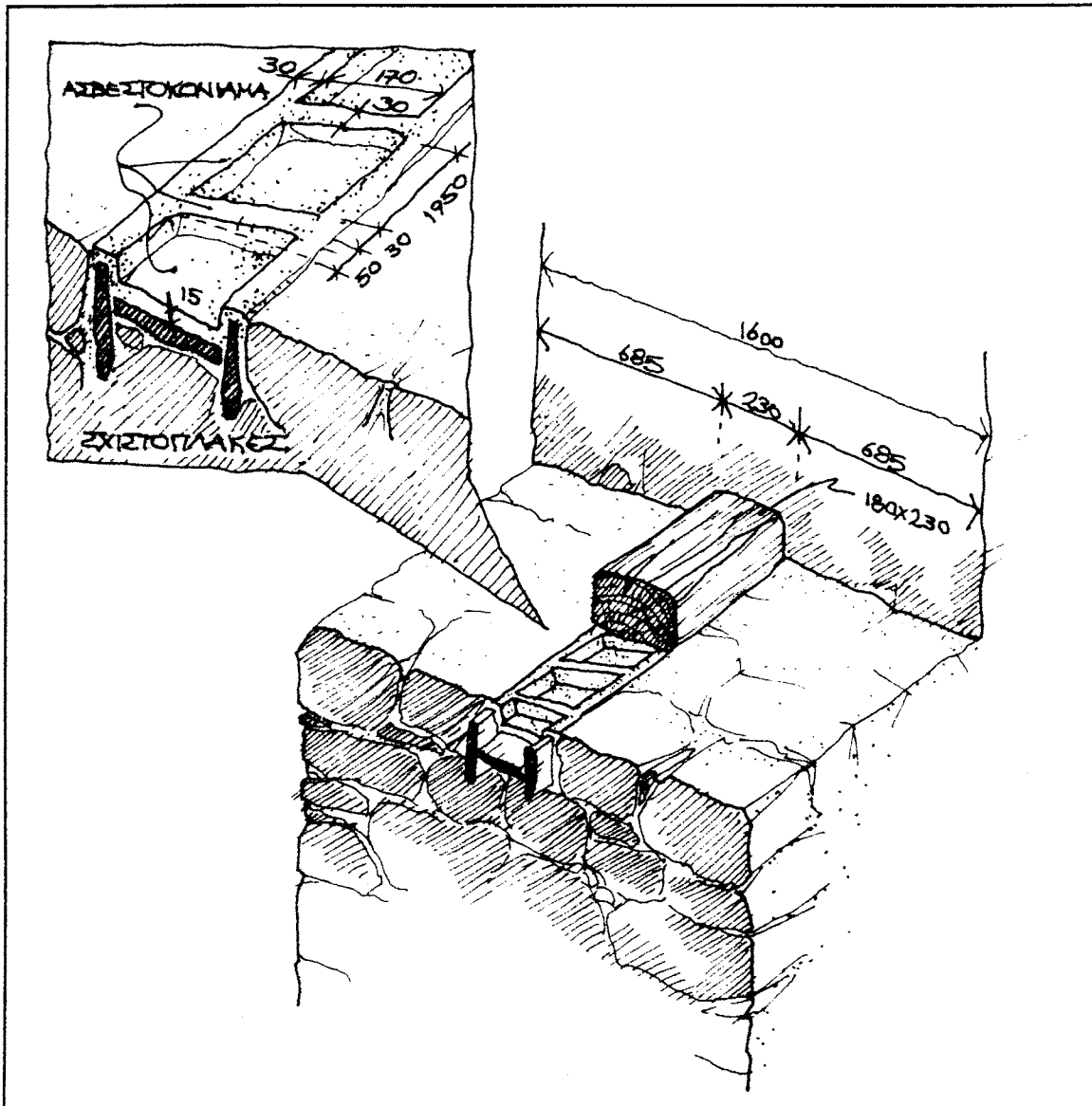


Σχ.3.6Α: Τυπικό παράδειγμα ενίσχυσης της τοιχοποιίας με ξύλινα στοιχεία.

παρουσιασθεί στα ξύλινα στοιχεία, παράλληλα προς την κατεύθυνση των ινών, είναι αντιμετώπισιμη χάρις στην ικανή απόσταση από το άκρον.

Ο λαϊκός λοιπόν τεχνίτης δεν έκανε λάθος, ούτε είχε έλλειψη γνώσεων της δομής και συμπεριφοράς ξύλινου στοιχείου.

Απλώς, μεταξύ δύο αδυναμιών, επέλεξε (ως αναπόφευκτη) την λιγότερο επικίνδυνη για την άμεση και ασφαλή ενίσχυση του κτιρίου. Πράγματι, η λεπτομέρεια αυτή εξασφαλίζουσα την περίδεση της τοιχοποιίας στο σημείο συνάντησης δύο τοίχων συμμετέχει στην διασφάλιση της λειτουργίας του “κιβωτίου”, πρωταρχικό παράγοντα στην αντισεισμική συμπεριφορά του κτίσματος. Ο κίνδυνος αστοχίας από αυτή την αιτία είναι **άμεσος και πολύ σοβαρός**. Ο κίνδυνος αστοχίας από βιολογική προσβολή **δεν είναι άμεσος**, είναι **οπτικά ελέγξιμος** στις εκτός τοίχου περιοχές και, κυρίως, **το ξύλο στην ελεύθερη, εκτός τοίχου περιοχή του είναι συντηρήσιμο**.



Σχ.3.7: Λεπτομέρεια κεντρικής ξύλινης ενίσχυσης από τον Βόρειο οχυρωματικό τοίχο της Ιεράς Μονής Δοχειαρίου του Αγίου Όρους. Από την αποτύπωση του Βασίλη Τσούρα.

Σαν επέκταση της προηγούμενης παρατήρησης θα μπορούσε να λεχθεί και το ακόλουθο: Η ξυλεία σαν στοιχείο εγκιβωτισμένο μέσα στην τοιχοποιία **δεν είναι κατασκευή απόλυτα συμβατή** με αυτήν. Πρώτον διότι εύκολα θα μπορούσε να βρεθεί σε μόνιμα υγρό περιβάλλον και να φθαρεί βιολογικά και δεύτερον διότι συστελλόμενη κάθετα στην κατεύθυνση των ινών (επομένως κατά την διατομή) της, είναι πιθανόν, να χάσει την πλήρη επαφή με την περιβάλλουσα τοιχοποιία.

Πάλι όμως πιστεύω ότι, χωρίς να διαφεύγουν οι αλήθειες αυτές από την γνώση του κατασκευαστή, το πλεονέκτημα της ενίσχυσης της τοιχοποιίας με ξύλινα στοιχεία, κατά την διάρκεια μιας δυναμικής καταπόνησης κυρίως, είναι

τόσο μεγάλο, ώστε οι πιο πάνω αδυναμίες έμπαιναν σε δεύτερη μοίρα, χωρίς όμως ποτέ να παύσουν να είναι αιτίες αναζήτησης κατάλληλων τεχνικών για την απομείωση και την εξουδετέρωση τους.

Έτσι αναζητούσαν, κατ'αρχήν, και χρησιμοποιούσαν ξύλινα στοιχεία από καρδιόξυλο ανθεκτικών ειδών ξύλων. Συχνά (βυζαντινοί χρόνοι) τα τοποθετούσαν μέσα στο πάχος της τοιχοποιίας, μακριά από τις παρειές, μέσα σε προστατευτικό κλοιό ισχυρού κονιάματος, άλλοτε (νεότεροι χρόνοι), αντίθετα, τα έφερναν κοντά στην επιφάνεια, ακάλυπτα από επιχρίσματα για συνεχή εξαιρισμό και αποξήρανση. Άλλοτε πάλι επινοούσαν ακόμη πιο "έξυπνες" λύσεις όπως αυτή που αποκαλύφθηκε πρόσφατα στο εξωτερικό, οχυρωματικό τείχος της Ι.Μονής Δοχειαρίου. (Σχ.3.7)

Στο κέντρο του πάχους του τοίχου μια ικανή διατομή από ξύλο δρυός είναι εδρασμένη πάνω σε πλακοειδείς λίθους, τοποθετημένους όρθιους, ανά 300 περίπου χιλιοστά έτσι ώστε να σχηματίζονται μικρές λεκάνες κενού, βάθους 2-3 εκατοστών, κάτω από ολόκληρη την ξύλινη διατομή. Πλούσιο κονίαμα με περιεκτικότητα ασβέστου καλύπτει το δάπεδο των λεκανών. Πιστεύω ότι ο στόχος της ασυνήθιστης αυτής κατασκευής ήταν η αποστράγγιση της τυχόν προσβάλλουσας (ενδεχομένως μέσω ρωγμής της περιβάλλουσας τοιχοποιίας) το ξύλο υγρασίας, ώστε η απομένουσα εντός αυτού υγρασία να είναι πάντοτε κάτω του σημείου σήψης, δηλ. του 20%.

3.4 Η ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ "ΚΙΒΩΤΙΟΥ" ΚΑΙ Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Μετά την αναγνώριση της πλεονεκτικής λειτουργίας του κιβωτιόσχημου δομήματος υπό την επίδραση των στατικών αλλά, κυρίως και των δυναμικών φορτίσεων, πολλές τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν για την διασφάλισή του. Για την αποδοτικότερη λειτουργία του "κιβωτίου" δύο βασικές κατ' αρχήν προϋποθέσεις πρέπει να διασφαλισθούν:

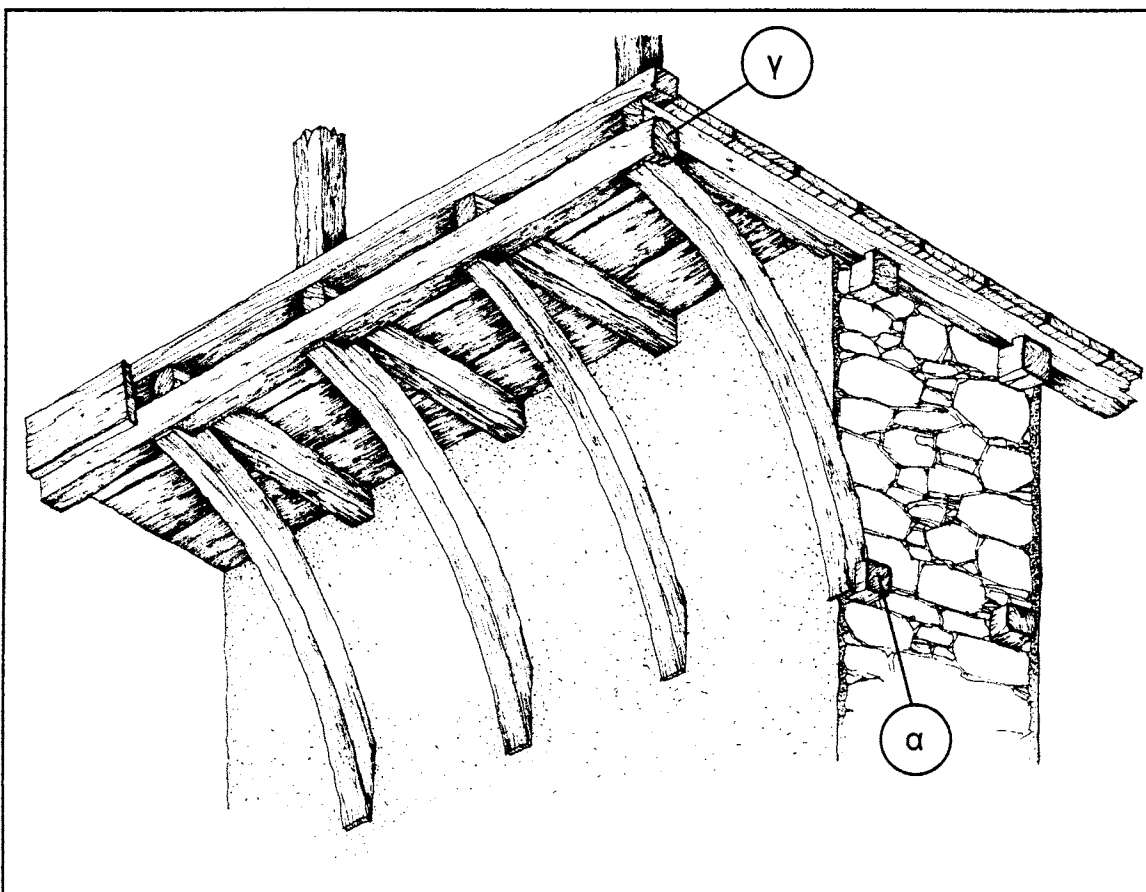
A) Η όσον το δυνατόν υψηλότερου βαθμού διαφραγματικότητα των κατακόρυφων και οριζόντιων επιπέδων του "κιβωτίου".

B) Η όσον το δυνατόν καλύτερη σύνδεση των επιπέδων αυτών μεταξύ τους. (Σχ.4.12)

Βέβαια κάθε μέλος του τελικού κιβωτιοειδούς όγκου της κατασκευής, κατακόρυφο (όπως ο τοίχος) ή οριζόντιο (όπως το πάτωμα, το δώμα και η στέγη), θα αποδώσει τόσο καλύτερα στο σύνολο, όσο υψηλότερης ποιότητας κατασκευή

αποτελεί το ίδιο. Και όσο οι απαιτήσεις για την συμπεριφορά του συνόλου μεγαλώνουν (ισχυρότερα φορτία, μεγαλύτερη επιδίωξη ανθεκτικότητας κ.λ.π.) τόσο η επί μέρους διαφραγματικότητα, αντοχή, ανθεκτικότητα, συνδεσμολογία κάθε μέλους κ.λ.π. πρέπει να βελτιώνεται. Εκτός αυτού όμως, στην διαδικασία πειραματισμού, μέσω αστοχιών, της δημιουργίας των κατασκευών, όλο και ισχυρότερες δράσεις για όλο και μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου παρατηρήθηκαν και έγιναν κατανοητές. Έτσι επιπρόσθετα εφαρμόστηκαν και οι πιο κάτω βασικές για την αντισεισμική συμπεριφορά ενός δομήματος αρχές, κατά περίπτωση ή και όλες συγχρόνως:

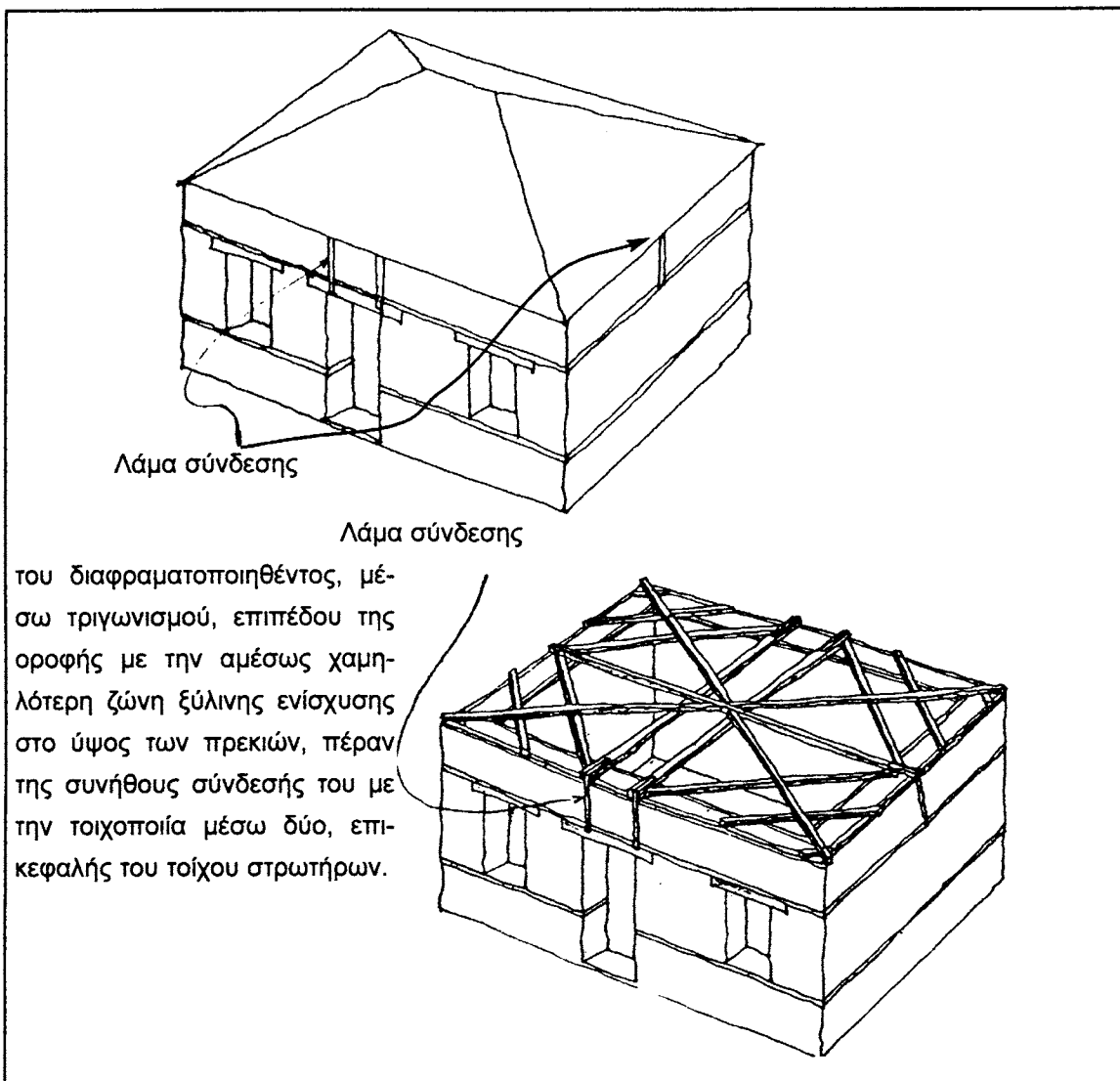
1. Εξασφάλιση στο σύνολο της κατασκευής ή και σε μέλος αυτής της δυνατότητας **εναλλακτικής διέλευσης (ροής) των εισαγόμενων φορτίων.**(Σχ.2.4β)



Σχ.3.8: Προβολή ορόφου σε καμπύλες αντηρίδες, σε ένα παραδοσιακό πύργο της Μυτιλήνης.

Η προτίμηση στην χρήση αντηρίδων από φυσικά καμπυλωμένα ξύλινα στοιχεία, παρά την μεγάλη δυσκολία εξεύρεσής τους, πιθανώς να οφείλεται στην επιθυμία της διατήρησης όλων αυτών των φερόντων μελών σε λειτουργία μεταφοράς φορτίων, ακόμη και μετά από πιθανές και αναμενόμενες παραμορφώσεις και μικρουποχωρήσεις αυτών.

2. Εξασφάλιση της λειτουργίας όλων των στοιχείων που συναποτελούν έναν φέροντα οργανισμό έστω και μετά από τοπικές παραμορφώσεις και μικροαστοχίες. (Σχ.3.8)



Σχ.3.9: Εξασφάλιση λειτουργίας “κιβωτίου” σε παραδοσιακό τυπικό κτίσιμο του Γαλαξειδίου. Το δύσκαμπτο, χάρις στον τριγωνισμό, επίπεδο της οροφής συνδέεται με την τοιχοποιία μέσω ξύλινων ενισχύσεων που βρίσκονται μέσα σ’ αυτήν. Αυτές οι ενισχύσεις περιτρέχουν και περιδένουν το κτίριο σε διάφορα επίπεδα.

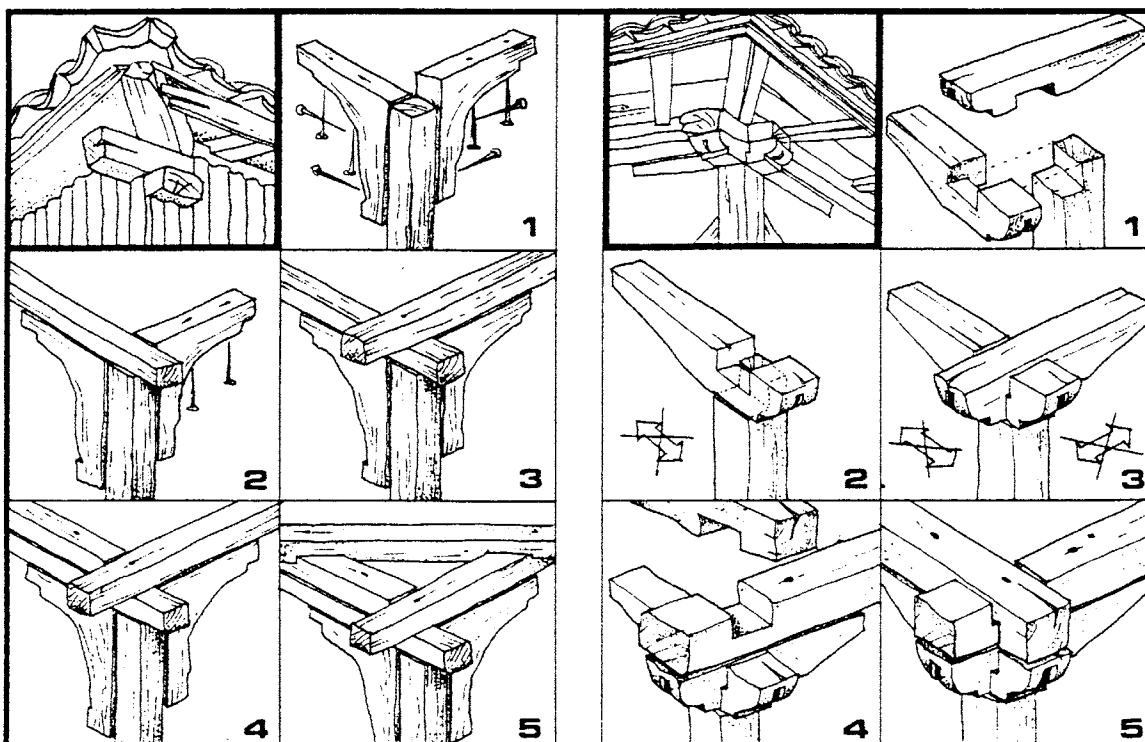
3. Εξασφάλιση της λειτουργίας του συνόλου του κτιρίου και αντίστασης του στις καταπονήσεις σαν ένα τέτοιο σύνολο “κιβωτίου” ή και συνεργαζόμενων “κιβωτίων”, κυρίως μέσω ενίσχυσης αφ’ ενός της διαφραγματικής λειτουργίας των πλευρών, αφ’ ετέρου μέσω κατάλληλης συνδεσμολογίας μεταξύ των. (Σχ.3.9)

3.4.2 ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΕΝΑΝ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΕΣΤΩ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΟΠΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΑΣΤΟΧΙΕΣ

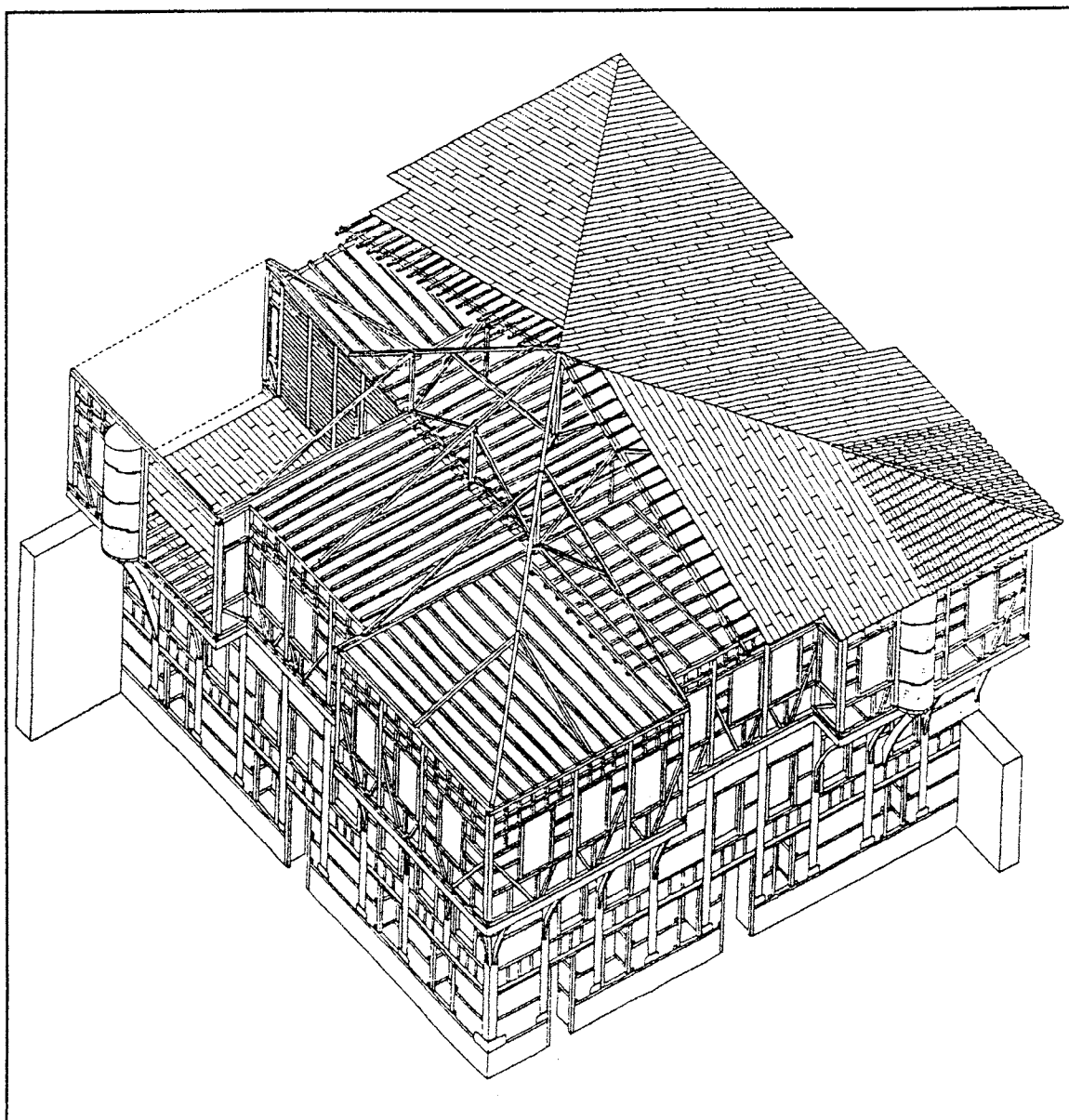
Ένα ιστορικό δομικό σύστημα στον χώρο της Ελλάδος συνήθως στόχευε σε μακρόχρονη λειτουργία, κάτω από βεβαρημένες συνθήκες φόρτισης, κυρίως, λόγω της αυξημένης σεισμικότητας του χώρου.

Οι λαϊκοί κατασκευαστές (και επινοητές) των δομικών αυτών συστημάτων θα πρέπει να είχαν παρατηρήσει ότι η εμφάνιση τοπικών βλαβών ή και αστοχιών σε φέροντα στοιχεία οδηγούσε σε μείωση ή και σε εξουδετέρωση της συμμετοχής τους στην διαδικασία παραλαβής και μεταφοράς των φορτίων.

Για τον λόγο αυτό, κυρίως, νομίζω ότι επινοούσαν φέροντα συστήματα που προσαρμόζονταν στις μικροπαραμορφώσεις και αστοχίες υλικών και φορέων εξασφαλίζοντας στον χρόνο την λειτουργία του συστήματος **στο σύνολό του**.



Σχ.3.10: Χαρακτηριστικές λεπτομέρειες ανώτατης, εξωτερικής γωνίας των αντισεισμικών, παραδοσιακών κτισμάτων της Λευκάδας. Μέσω της πολλαπλής μικρομετακίνησης των ξύλινων στοιχείων απορροφάται σημαντικό ποσοστό της δυναμικής ενέργειας. Βέβαια, τα ίδια τα στοιχεία συμβάλλουν στην σωστότερη σύνδεση των μελών του κτιρίου.



Σχ.3.11: Ένα ενδιαφέρον και σπάνιο δείγμα κτιρίου τριών ορόφων χρονολογούμενο από το 1850 στην Ξάνθη. Η ακαμψία του μεσαίου ορόφου εξασφαλίζεται και από ξύλινα στοιχεία πακτωμένα στην τοιχοποιία του κατώτατου ορόφου.

Ένα πολύ καλό τέτοιο παράδειγμα θεωρώ την συστηματική χρήση καμπύλων αντηρίδων κάτω από εξώστες ή προεξοχές των ιστορικών κτιρίων. Οι καμπύλες αυτές αντηρίδες (συχνά σημαντικής καμπυλότητας) είναι κατά κανόνα από φυσικά καμπυλωμένη ξυλεία δηλαδή με τις ίνες παράλληλες προς τον κατά μήκος άξονα του καμπύλου στοιχείου.

Η εξεύρεση τέτοιων, κατάλληλης καμπυλότητας, διατομής και μήκους ξύλινων στοιχείων δεν είναι, και ποτέ δεν ήταν, εύκολη. Εξ άλλου, η απαραίτητη

χρήση τέτοιων ξύλινων στοιχείων σε ειδικές κατασκευές, όπως π.χ. ανεμόμυλοι, νερόμυλοι και πλοία, τα έκαναν, πάντοτε, ακόμη πιο περιζήτητα και σπάνια. Είναι χαρακτηριστική η επιτρεπόμενη στον μυλωνά μιας περιοχής δραστηριότητα αναζήτησης τέτοιων φυσικών ξύλινων στοιχείων μέσα στις ιδιοκτησίες των συγχωριανών του ή και την δημιουργία τους μέσω πρόσδεσης βάρους σε νεαρό κλαδί για πολλά χρόνια. Μυλωνάδες στην Κω και στην Χίο μου περιέγραψαν τέτοιες δραστηριότητες των πατεράδων και παππούδων τους.

Παρά λοιπόν την αναμφισβήτητη δυσκολία εξεύρεσης τέτοιων ξύλινων στοιχείων στη φύση και παρά την οπωσδήποτε μικρότερη δυνατότητα τους για παραλαβή θλιπτικών φορτίων κατά τον άξονα, σε σύγκριση με ένα ευθύγραμμο ξύλινο στοιχείο, λόγω της ήδη προϋπάρχουσας παραμόρφωσης, τέτοια στοιχεία αναζητούνται και χρησιμοποιούνται συστηματικά για την παραλαβή (συχνά πολύ σημαντικών) φορτίων προεξεχόντων ορόφων.

Πιστεύω ότι η ερμηνεία του κατασκευαστικού αυτού συστήματος είναι η ακόλουθη: **(Σχ.3.8)**

Α) Στις διάφορες υπό ορθή γωνία συναντήσεις της αντηρίδας με την επί κεφαλής ξύλινη δοκό (γ) ή την ξύλινη ενίσχυση της τοιχοποιίας (α) είναι πολύ πιθανή η στον χρόνο σύνθλιψη των ξύλινων στοιχείων (α) και (γ) κάθετα στην κατεύθυνση των ινών τους. (Δυνατότητα παραλαβής φορτίων θλίψης κάθετα στις ίνες είναι μικρότερη εκείνης παράλληλα σ' αυτές).

Επίσης λόγω της σημαντικής ανισοτροπίας κάθε ξύλινου στοιχείου, αλλά και της άνισης κατανομής των φορτίων του στηριζόμενου ορόφου, είναι πολύ πιθανή η διαφορική παραμόρφωση (σε σύνθλιψη) των οριζόντιων ξύλινων στοιχείων που αναφέρθηκαν.

Β) Τα καμπύλα στοιχεία των αντηρίδων στις περιοχές των άκρων τους, όπου και στηρίζονται και συνδέονται με άλλα ξύλινα στοιχεία, ή και την λιθοδομή, συγκεντρώνουν την μέγιστη περιεχόμενη υγρασία (κυρίως στο χαμηλότερο άκρο λόγω βαρύτητας) και παρουσιάζουν υψηλή πιθανότητα τοπικής μικροπαραμόρφωσης σε θλιπτικές φορτίσεις.

Γ) Οι ξύλινες αντηρίδες που στερεώνονται μέσα στην λιθοδομή χωρίς ξύλινη ενίσχυση, λόγω αυξημένης συγκέντρωσης περιεχόμενης υγρασίας ή και μικρουποχωρήσεων της λιθοδομής πιθανόν να παραμορφωθούν τοπικά συνθλιβόμενα ελαφρά, ή απλώς να υποχωρήσουν.

Λόγω των τριών πιο πάνω αιτιών είναι φανερό ότι είναι σχεδόν βέβαιο ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα κάποια ή κάποιες αντηρίδες δεν θα παραλαμβάνουν φορτίο από τον υπερκείμενο όροφο επιβαρύνοντας αντίστοιχα τις υπόλοιπες.

Ακολουθώντας την λογική της πιο πάνω διαδικασίας μπορεί να θεωρηθεί πιθανόν ότι τελικά μόνον δύο αντηρίδες θα παραλαμβάνουν φορτίο και συνεπώς ότι η επικεφαλής δοκός θα παραμορφωθεί.

Για να αποφευχθεί η επικίνδυνη κατάληξη της ανάληψης όλου του φορτίου από δύο μόνον στοιχεία και της λειτουργίας της επικεφαλής δοκού σαν φορέα γεφύρωσης μεγάλου ανοίγματος πιθανά να επινοήθηκε η προπαραμόρφωση των αντηρίδων (καμπύλο σχήμα), ώστε η τυχόν υποχώρηση κάποιου ή κάποιων από τα στοιχεία κατά λίγα χιλιοστά, απλώς θα εξαναγκάσει σε περαιτέρω αντίστοιχη, καμπύλη, παραμόρφωση, τα υπόλοιπα και το όλο φέρον σύστημα θα παραμένει υπό τάση.

Η τεχνική αυτή θα μπορούσε να παραλληλισθεί με την συνήθεια στους βυζαντινούς χρόνους να παρεμβάλλεται στρώση μολύβδου π.χ. μεταξύ βάσης και κορμού ενός κίονα, ή βάσης και παραστάδας ανοίγματος ή και μεταξύ δύο λιθοσωμάτων, ώστε με την κατά τόπους παραμόρφωση του μαλακού μετάλλου να αποκαθίσταται πληρέστερα η μεταξύ των δύο λίθινων επιφανειών επαφή και η αντίστοιχη μεταφορά των φορτίων.

Εξ άλλου και ο Γαλιλαίος είχε επισημάνει την ανάγκη αλλά και την δυσκολία της εξασφάλισης της ταυτόχρονης λειτουργίας των πάνω από δύο στοιχείων στήριξης ενός φορέα.. Σαν παράδειγμα είχε φέρει έναν ημιδιαμορφωμένο μονολιθικό κίονα που στηρίζονταν σε δύο στηρίγματα.

Ο επόπτης του χώρου πρόσθεσε τρίτο στήριγμα για περισσότερη ασφάλεια μεταξύ των δύο πρώτων. Όμως το ένα ακραίο στήριγμα υποχώρησε κάποια στιγμή. Τότε ο σε πρόβολο πλέον κίονας έσπασε, ενώ εάν είχαν παραμείνει τα δύο στηρίγματα θα είχε υποχωρήσει κι αυτός μαζί με το στήριγμα χωρίς να αστοχήσει.

3.5 ΕΞΑΣΘΕΝΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ Ή ΚΑΙ Ο ΕΚΦΥΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥΣ

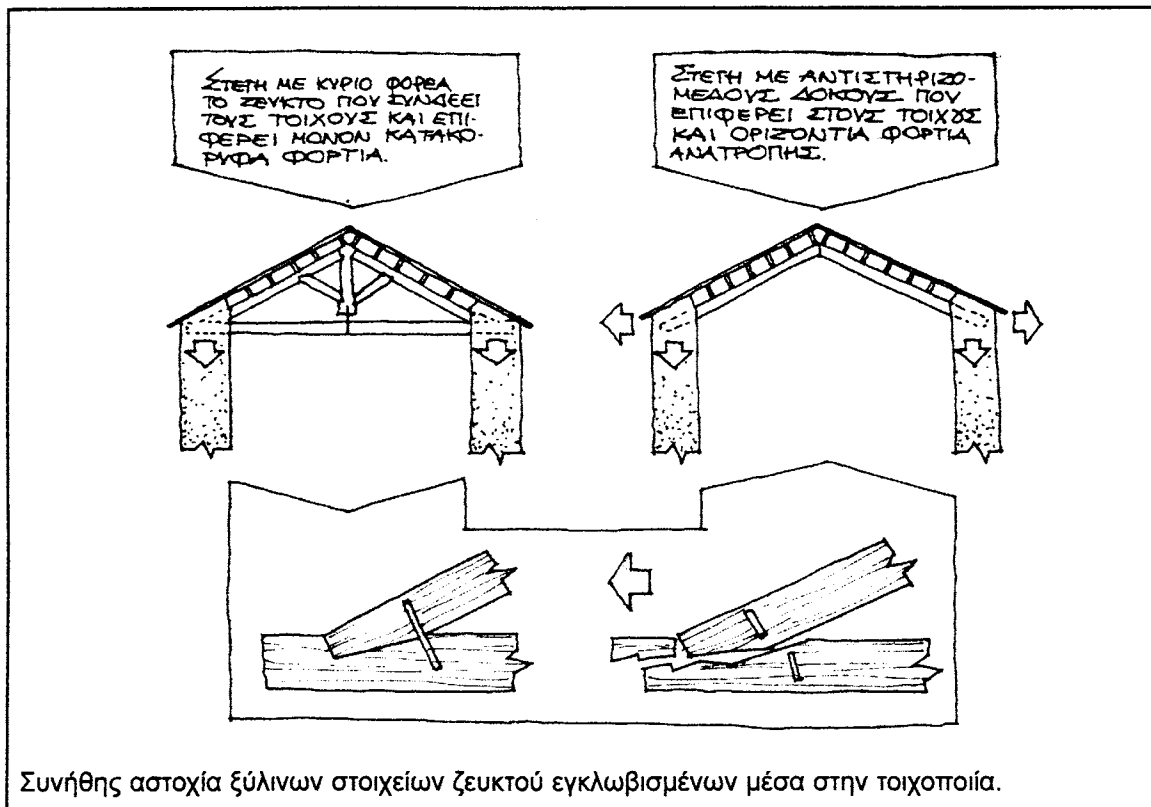
Βέβαια σε όλη αυτή την σταθερά επιδιωκόμενη και προσεκτικά, μέσω παρατήρησης και αστοχιών, επιδιορθώσεων και βελτιώσεων, αναπτυσσόμενη δομική τεχνολογία αντίστασης στις καταπονήσεις παρατηρούνται και αδυναμίες, ακόμη και εκφυλισμοί. Νομίζω ότι δύο βασικότερες κατηγορίες αυτής της τάξεως θα μπορούσαν να επισημανθούν:

1. Εκφυλισμός και αστοχία εξαιτίας προοδευτικής φθοράς και
2. Εκφυλισμός και αστοχία λόγω σταδιακής απώλειας της γνώσης και της συναίσθησης του επιδιωκόμενου σκοπού και της αντίστοιχης λειτουργίας σε

καταπονήσεις του δομικού μέλους.

Η πρώτη περίπτωση θα μπορούσε εύκολα να περιγραφεί με τα ακόλουθα δύο, σχετικά, παραδείγματα:

Α) Πολύ συχνά κάποιο επιτυχημένο για μακρό χρόνο δομικό σύστημα απότομα αστοχεί. Συνήθως αυτή η αστοχία προέρχεται από κάποιο συγκεκριμένο μέλος



Σχ.3.12: Μετατροπή λόγω αστοχιών στέγης που συγκρατεί σε σταθερή απόσταση τους τοίχους φορτίζοντας τους μόνο με κατακόρυφα φορτία σε στέγη που επιφέρει στους τοίχους φορτία ανατροπής.

αυτού του δομικού συστήματος ή και μια λεπτομέρειά του. Ένα τέτοιο αντιπροσωπευτικό και δυστυχώς τακτικά επαναλαμβανόμενο παράδειγμα είναι το ακόλουθο:

Ένας τριγωνικός ξύλινος φορέας μιας παραδοσιακής στέγης κατά την αρχική, επιμελημένη του σύνθεση, μεταφέρει τις οριζόντιες ωθήσεις των αμειβόντων στον ελκυστήρα μέσω κατάλληλων λεπτομερειών σύνδεσης. (Σχ.3.12)

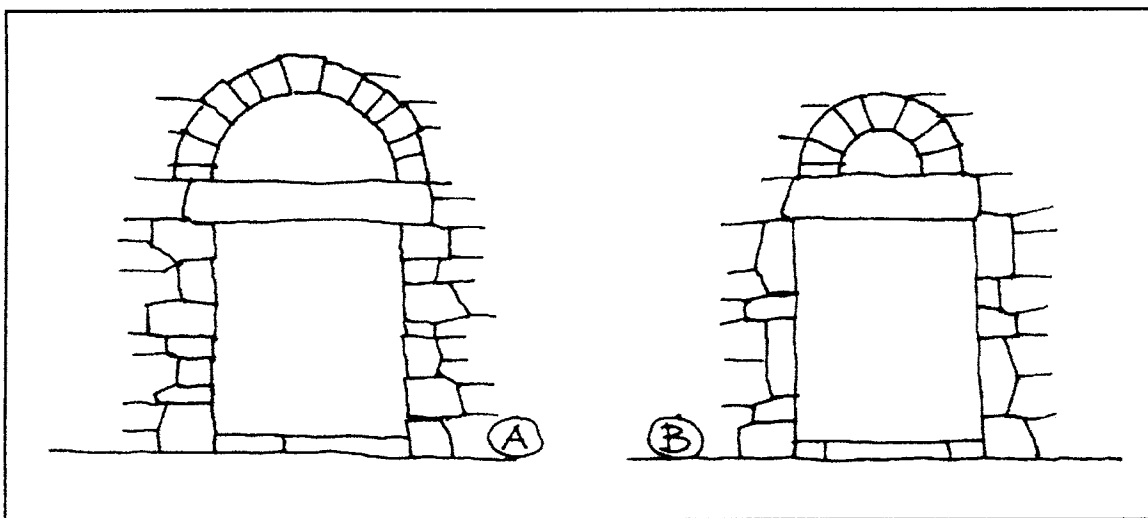
Συνήθως, αυτή η λεπτομέρεια συνδέει τα δύο μέλη είτε μέσω κατάλληλων εντορμιών, είτε μέσω πρόσθετων ξύλινων ή σιδηρών στοιχείων (καρφιά, διχάγκιστρα, πύροι), είτε και με τις δύο μεθόδους συγχρόνως.

Έτσι, ο τριγωνικός φορέας δεν ωθεί τους τοίχους στους οποίους εδράζεται, αλλά αντίθετα μέσω στρωτήρων ή ξυλοδεσιών τους συνδέει και διατηρεί σταθερή την απόσταση μεταξύ τους κατά την διάρκεια του σεισμού.

Όμως, η περιοχή της κρίσιμης αυτής σύνδεσης βρίσκεται κατά κανόνα εντός της τοιχοποιίας και μάλιστα στην ευαίσθητη περιοχή της (αμέσως κάτω από την στέγασση), όπου η ρηγμάτωση και η εισροή υγρασιών είναι πιθανότατη.

Πιθανή είναι, επομένως, και η σήψη των ξύλινων στοιχείων, ή η οξειδωση των σιδηρών συνδέσμων στην περιοχή αυτή. Έτσι κάποτε οι σύνδεση αστοχεί, χωρίς αυτή η αστοχία να γίνεται αντιληπτή, καθώς - όπως προαναφέρθηκε - το σημείο συνάντησης αμείβοντος με ελκυστήρα βρίσκεται μέσα στην μάζα της τοιχοποιίας.

Έτσι ο προηγούμενος φορέας του ουδέτερου - ως προς την οριζόντια καταπόνηση των τοίχων - ζευκτού, μετατρέπεται σε ζεύγος αντιστηριζόμενων δοκών, που ωθούν τις τοιχοποιίες προς τα έξω. Αυτή η δράση συνδυαζόμενη με



Σχ.3.13: Εκφυλισμός ενός παλαιότερου καλοκτισμένου υπέρθυρου (Α) στην Καρύταινα σε απλή μορφοκρατική ανάμνηση, (Β) σε νεότερο κτίσμα στον ίδιο χώρο.

την πιθανή, παράλληλη συνιστώσα του σεισμού, εύκολα επιφέρει αστοχία στην τοιχοποιία.

Β) Άλλο ένα κλασσικό παράδειγμα της ίδιας κατηγορίας είναι εκείνο των κτιρίων από τοιχοποιία με ωμοπλίνθους. Η ωμοπλινθοδομή, κατάλληλα ενισχυμένη με ξύλινο σύστημα γραμμικών στοιχείων μέσα στην μάζα της, ελαφρύτερη και πλέον εύκαμπτη από την λιθοδομή, συμπεριφέρεται τόσο ευνοϊκά στην σεισμική καταπόνηση, ώστε να προκαλεί την γνωστή λαϊκή ρήση

(απευθυνόμενη στο χρήστη της):

“Φύλαξέ με απ’ το νερό, να σε φυλάω απ’ τον σεισμό”.

Όμως, μια εκτεταμένη αστοχία σε τέτοιου είδους κατασκευές κατά τον σεισμό του 1993 στον Πύργο της Ηλείας υπενθύμισε το πρώτο μισό της πιο πάνω φράσης. Η πολύ ευπαθής στην πρόσληψη υγρασίας ωμοπλινθοδομή, μη συντηρούμενη, με την συνεχή αποκατάσταση των επιχρισμάτων, είχε εκτεταμένες φθορές κυρίως στις ξύλινες ενισχύσεις και ιδιαίτερα στο σύστημα στρωτήρων επί κεφαλής των τοίχων που συγκρατούσε και την στέγη. Έτσι, εμφανίστηκε εκτεταμένη αστοχία μετά από μακρόχρονη άριστη συμπεριφορά στις τακτικά επαναλαμβανόμενες παρόμοιες συνθήκες σεισμού.

Σχετικά με την δεύτερη, προαναφερθείσα, περίπτωση εκφυλισμού των κατασκευών θα μπορούσε να αναφερθεί το ακόλουθο.

Ένα δομικό σύστημα επιτυχώς σχεδιασμένο και εφηρμοσμένο έναντι της σεισμικής δράσης, με το πέρασμα του χρόνου, χωρίς έντονες σεισμικές εμπειρίες, κυρίως σε μια μακρά περίοδο ύφεσης, ενίοτε χάνει το πραγματικό νόημα της λειτουργίας του στην μνήμη και αντίληψη των τοπικών μαστόρων. Μ’ αυτόν τον τρόπο εκφυλίζεται σε μια συχνά απλώς μορφολογική, ή μάλλον, μορφοκρατική επανάληψη.

Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα παρατήρησα σε μια περίπτωση κατασκευής ανωφλίων στην Καρύταινα. (Σχ.3.13)

Στο κέντρο του ιστορικού οικισμού διασώζονται ακόμη μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις εκφυλισμού της στατικής έννοιας του τοξωτού ανωφλίου ανοιγμάτων λιθοδομής. Όπως φαίνεται και στο σκίτσο, δίπλα σε καλοκτισμένα, κατά κανόνα παλαιότερα, τοξωτά υπέρθυρα, όπου οι βάσεις του τόξου μεταφέρουν με ασφάλεια τα φορτία του υπερκείμενου τοίχου στους ενισχυμένους λαμπάδες του ανοίγματος, βρίσκονται μερικά δείγματα ενός μορφοκρατικού εκφυλισμού του φορέα.

Λίθινα τόξα μεταφέρουν τα υπερκείμενα φορτία επάνω στο μονολιθικό πρέκι του ανοίγματος. Είναι δε χαρακτηριστικό ότι και αυτό το οριζόντιο, μονολιθικό πρέκι εδράζεται συχνά πλημμελώς στην εκατέρωθεν λιθοδομή.

Σαν συμπέρασμα των πιο πάνω, αλλά κυρίως της πρώτης περίπτωσης των παρατηρήσεων, θα μπορούσε να λεχθεί το ακόλουθο: Όπως και στο παρατιθέμενο διάγραμμα φαίνεται κάθε κατασκευή που αποτελεί προϊόν μιας μακράς ιστορίας εμπειριών, παρατηρήσεων, δοκιμών στην πράξη, αστοχιών και επινοήσεων στην προσπάθεια αντιμετώπισης των καταπονήσεων, καθώς και λειτουργικών επιδιώξεων, **εξελίσσεται**, κατά κανόνα με **φθίνουσα καμπύλη αντοχών μέσα στο πέρασμα του χρόνου**. Ταχύτερα ή αργότερα, η ικανότητά

της να αντιστέκεται στις καταπονήσεις και να λειτουργεί ικανοποιητικά μειώνεται με μη γραμμικό τρόπο εξ αιτίας φθορών, επεμβάσεων, εκφυλισμού, εγκατάλειψης, σεισμών κ.λ.π. (**Σχ.1.3**)

Από το διάγραμμα αυτό εξάγεται μια πολύ σημαντική παρατήρηση. Πολύ συχνά στα ιστορικά κτίσματα ο χρόνος (t) αντιπροσωπεύει ένα μακρύ διάστημα πολλών δεκαετιών ή και αιώνων κατά το οποίο το κτίσμα επιτυχώς ανθίσταται στις κακουχίες της χρήσης και των καταπονήσεων, εξασθενούμενο βέβαια προοδευτικά.

Εάν κατά την χρονική στιγμή (t) του διαγράμματος το κτίσμα δεν έχει περάσει σε μια μη αναστρέψιμη κατάσταση αστοχιών και του **αποδοθεί μέσω κατάλληλων επεμβάσεων και επισκευών η απολεσθείσα ικανότητα για φόρτιση και λειτουργία (α)** τότε αυτό θα ξανασυμπεριφερθεί ικανοποιητικά τουλάχιστον για αντίστοιχες των (β) καταπονήσεις μελλοντικά.

Βέβαια, για να αποκατασταθεί **πραγματικά** το κτίσμα στην αρχική κατά τον χρόνο (0) κατάσταση πρέπει να γνωρίζουμε ποια αυτή ήταν. Και, βέβαια, εάν θελήσουμε να **ενισχύσουμε** την κατασκευή για υψηλότερη απόδοση, τότε πρέπει να μπορούμε να γνωρίζουμε με **ποιον μηχανισμό** και από ποιες **αιτίες** οι διαδοχικές φάσεις εξασθένησης (α) συνέβησαν.

Η εργασία αυτής της αναγνώρισης δεν είναι εύκολη για τρεις τουλάχιστον κύριους λόγους:

A) Τα ιστορικά δομικά συστήματα εξελίσσονταν **διαφορετικά και ιδιόμορφα** από τόπο σε τόπο ανάλογα με το περιβάλλον, τις κυρίαρχες καταπονήσεις, τα χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά, τα ήθη και τα έθιμα κ.λ.π. Από νησί σε νησί βρίσκονται μεγάλες διαφορές σε τυπολογία, κατασκευαστικό σύστημα και πρωτοτυπία επίλυσης βασικών λεπτομερειών.

B) Ένα ιστορικό κτίριο μέσα στον χρόνο της ύπαρξής του **διαμορφώνει μια προσωπικότητα μοναδική** σε σύγκριση με άλλες ομόλογες μ' αυτό κατασκευές και ανάλογη του ιστορικού της σταδιοδρομίας του ως προς την χρήση, τις καταπονήσεις, τις επεμβάσεις κ.λ.π. Έτσι, όσο κι' αν είναι αναγνωρισμένο και αναλελυμένο το δομικό του σύστημα, πάντοτε υπάρχει μια **προσωπική ιδιομορφία** προς αναγνώριση και καταγραφή.

Γ) Πολύ συχνά τα δομικά υλικά και η τεχνολογία που ακολουθήθηκε για την κατασκευή ενός ιστορικού κτιρίου είναι απόλυτα **έξω από το σύγχρονο πεδίο γνώσεων και εμπειριών**. Έτσι και η αναγνώριση και αποτίμηση του γίνονται δύσκολα αλλά και η επέμβαση ενίσχυσης και αποκατάστασης προβληματική.

Παρ' όλα αυτά και χωρίς να υποτιμώνται οι δυσκολίες, είναι δυνατόν τα εξασθενημένα αυτά ιστορικά κτίσματα και μνημεία να συντηρηθούν και

ενισχυθούν έγκαιρα, πριν το μη αναστρέψιμο στάδιο αστοχίας τους. Πιθανόν, την προσπάθεια αυτή να μπορεί να την βοηθήσει η ακόλουθη παρατήρηση: Παρά την ιδιαιτερότητα τόσο του κάθε συγκεκριμένου Τοπικού Ιστορικού Δομικού Συστήματος όσο και της κάθε κατασκευής προσωπικά, υπάρχουν **κοινά σημεία** τόσο στην **δομή** όσο και στην **συμπεριφορά στις φορτίσεις και την παθολογία**. Η επισήμανση και η μελέτη αυτών των κοινών και ευρύτατα συναντώμενων χαρακτηριστικών των δομικών συστημάτων θα μπορούσε να υποβοηθήσει και απλοποιήσει την προσπάθεια προσέγγισης, κατανόησης και ανάλυσης ενός συγκεκριμένου δομήματος.

3.5.1 ΔΟΜΙΚΗ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΑ ΕΝΟΣ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η πολυμορφία των διαφόρων τοπικών ιστορικών δομικών συστημάτων είναι τόσο μεγάλη ώστε γενικευμένες κατατάξεις και περιγραφές δεν είναι δυνατόν να γίνουν.

Αντίθετα είναι απόλυτα εφικτό και χρήσιμο κάθε χαρακτηριστικό δομικό σύστημα ως προς τα χρησιμοποιούμενα υλικά, φορείς, λεπτομέρειες σύνδεσης κ.λ.π. να επισημανθεί, αναγνωρισθεί, οριοθετηθεί τοπικά και χρονικά, αναλυθεί κατασκευαστικά, αποτιμηθεί ως προς τις βασικές και γενικές μεθόδους ενίσχυσης και αποκατάστασής του. Ήδη στην Ελλάδα, στο Αιγαίο, από το αρμόδιο Υπουργείο τέτοια προσπάθεια έχει ξεκινήσει π.χ. για το Τοπικό Ιστορικό Δομικό Σύστημα της Νισύρου, του Αναβάτου στην Χίο κ.λ.π.

Τα συμπεράσματα υπό μορφή "οδηγιών" θα μπορούσαν να διανέμονται στους εκάστοτε ενδιαφερόμενους ιδιοκτήτες, μελετητές και κατασκευαστές ώστε οι πρώτες βασικές γνώσεις για το συγκεκριμένο δομικό σύστημα να είναι εύκολα προσιτές και να αποτελούν βάση του εκάστοτε μελετητή για την αποτίμηση της κατάστασης και λήψης αντίστοιχων μέτρων επέμβασης για την κάθε συγκεκριμένη, πλέον, περίπτωση κτίσματος.

3.5.2 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ

Στα διάφορα είδη καταπονήσεων που επιδρούν σε μια κατασκευή και πάντοτε παράλληλα και αντίστοιχα με τον τύπο της τελευταίας και την κατάστασή της, μπορούν να επισημανθούν και μελετηθούν κοινοί, λιγότερο ή περισσότερο

τυπικοί, χαρακτηριστικοί τρόποι αντίδρασης και αντίστασης.

Η σεισμική καταπόνηση των κατασκευών ενώ συχνά είναι φαινόμενο εμφανιζόμενο σπάνια στην διάρκεια ζωής ενός κτίσματος είναι όμως συνήθως από άποψη σημασίας για την τύχη του δομήματος και τις αντίστοιχες βλαπτικές επιπτώσεις, γεγονός σοβαρό ή και οριακά καθοριστικό.

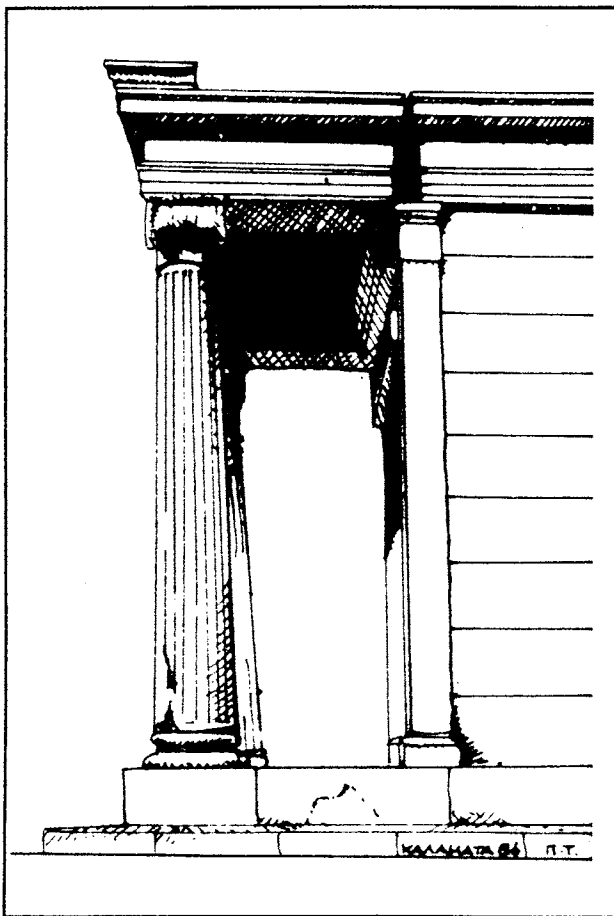
Οι τεχνολογικά προηγμένες χώρες της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής στην συντριπτική πλειοψηφία δεν έχουν πρόβλημα ή έστω, σοβαρό πρόβλημα σεισμικού κινδύνου με συνέπεια να μην έχουν ασχοληθεί ιδιαίτερα με τον παράγοντα αυτόν.

Αντίθετα άλλες χώρες, όπως η Ελλάδα, και ιδιαίτερα περιοχές αυτών, όπως το Αιγαίο Πέλαγος εμφανίζουν τακτικό και έντονο πρόβλημα σεισμών χωρίς όμως να μετέχουν για αρκετούς αιώνες στην τεχνολογική έρευνα, σύνταξη κανονισμών, πειραματισμού κ.λ.π. Οι ίδιες δε αυτές χώρες, συνήθως λόγω πλούσιας αντίστοιχης εμπειρίας στο παρελθόν σε διαστήματα άνθισης του πολιτισμού των, έχουν ασχοληθεί, αντιδράσει και αντιμετωπίσει το πρόβλημα αυτό με ευρηματικές κατασκευές ικανές να συμπεριφερθούν αποτελεσματικά στην σεισμική φόρτιση.

Αυτή η χαρακτηριστική συμπεριφορά θα γίνει προσπάθεια να επισημανθεί και σχολιασθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

4. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΕ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΔΟΜΗΜΕΝΩΝ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ



Σχ.4.1: Βλάβη σε μνημείο στο νεκροταφείο της Καλαμάτας από τους σεισμούς.

Οι σεισμικές δονήσεις επιδρούν πάνω στις κτιριακές κατασκευές με καταστροφικά αποτελέσματα ανάλογα κυρίως της έντασης του σεισμού, του είδους του εδάφους της περιοχής και του τύπου της κατασκευής.

Αυτό όμως που παρατηρείται συχνά (π.χ. πρόσφατοι σεισμοί στις περιοχές Περαχώρας, Λουτρακίου, Κιάτου το 1981 και Καλαμάτας το 1986) είναι ότι μεγάλο ποσοστό των καταστροφών συμβαίνει στα παλαιά παραδοσιακά κτίσματα. Στον σεισμό της Καλαμάτας το 1986 το 77% περίπου των παραδοσιακά δομημένων κτισμάτων έχουν καταστραφεί ολοσχερώς ή σε μεγάλο βαθμό. (Σχ.4.1)

Τα παραδοσιακά αυτά κτίσματα είναι συνήθως κατασκευασμένα με κατακόρυφα φέροντα στοιχεία από

τοιχοποιίες. Οι τοιχοποιίες αυτές είναι: λιθοδομές, οπτοπλινθοδομές, τσιμεντοπλινθοδομές, ωμοπλινθοδομές και ελαφρές κατασκευές με ξύλινο σκελετό. Οι οριζόντιες φέρουσες κατασκευές των παραδοσιακών αυτών κτισμάτων είναι: ξύλινες κατασκευές πατωμάτων, στεγών και εξωστών, κατασκευές από πέτρα ή οπτόπλινθο (όπως π.χ. μαρμάρινα ή λίθινα φέροντα γραμμικά οριζόντια στοιχεία, αψίδες, θόλοι, σταυροθόλια, τρούλοι) ή και πλάκες και δοκοί από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Είναι κτίσματα που στην πλειοψηφία κατασκευάστηκαν πριν γίνει η ευρεία

χρήση του σκυροδέματος με τοπικά υλικά και ανάλογη τεχνολογία, βασισμένες στην εμπειρία των κατασκευαστών, τις περισσότερες φορές, χωρίς στατικό ή, ακόμα περισσότερο, αντισεισμικό υπολογισμό.

Τα ίδια τα υλικά ο εμπειρικός σχεδιασμός, ο εκάστοτε τρόπος κατασκευής, η παλαιότητα, οι φθορές από διάφορες αιτίες (όπως η υγρασία, η υποχώρηση του εδάφους θεμελίωσης σε πρηνή, ο σεισμός κ.λ.π.) και η έλλειψη συντήρησης καθιστούν αυτά τα κτίσματα πολύ πιο ευάλωτα στις σεισμικές καταπονήσεις απ' ό,τι οι πιο σύγχρονες κατασκευές. Οι ζημιές συνήθως είναι μεγάλες, οι ολοσχερείς καταστροφές πολύ συχνές με ανθρώπινα θύματα συνήθως.

Συμπερασματικά μπορεί κανείς να αναφέρει δύο κύριες αιτίες αδυναμίας κατά την αντιμετώπιση μιας σεισμικής φόρτισης ενός ιστορικού κτιρίου:

A) Την αναμενόμενη εξασθένιση της συμπεριφοράς αντίστασης στην δυναμική φόρτιση **λόγω φθορών** από προηγούμενους σεισμούς, ελλειπούς συντήρησης, ακατάλληλων επεμβάσεων κ.λ.π.

B) Την μειωμένη αντίσταση στην δυναμική φόρτιση λόγω των εγγενών, εξ αρχής αδυναμιών της κατασκευής πολλών ιστορικών κατασκευών όπως π.χ. κακή ποιότητα δόμησης, ελλειπής διαφραγματική λειτουργία, αδύναμες συνδέσεις δομικών μελών μεταξύ τους κ.λ.π.

Τα περισσότερα χωριά της Ελλάδος και μεγάλα τμήματα των επαρχιακών πόλεων αποτελούνται από τέτοια παραδοσιακά κτίσματα. Σ' αυτό το είδος ανήκουν και όλοι οι παραδοσιακοί διατηρητέοι οικισμοί μας, ο πλούτος της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς του τόπου μας, τα μνημεία όλων των ιστορικών εποχών της χώρας μας. Είναι ακόμα βαρειά η ανάμνηση της ολοκληρωτικής καταστροφής της θαυμάσιας πόλης του Αργοστολίου το 1953.

Από όλες τις σεισμογενείς χώρες γίνονται έρευνες πάνω στην συμπεριφορά των κατασκευών αυτών σε σεισμική καταπόνηση. Και στην Ελλάδα γίνεται έρευνα με συλλογή στοιχείων και ανάλυση πάνω στο θέμα αυτό, δηλαδή το πώς οι οικοδομές αυτές ανάλογα με την περιοχή, τον τρόπο κατασκευής και τα υλικά συμπεριφέρονται στη σεισμική καταπόνηση.

Ο σκοπός των ερευνών και των παρατηρήσεων αυτών είναι να γίνει κατάταξη και ερμηνεία των τυπικών ζημιών που παρατηρούνται και να διαμορφωθούν προτάσεις για την επισκευή τους, καθώς και μέθοδοι ενίσχυσης πριν ακόμη εκδηλωθούν οι σεισμοί.

Είναι προτιμότερη και σαφώς φθηνότερη η προσεισμική ενίσχυση από την επισκευή μετά την εμφάνιση των ζημιών των κατασκευών αυτών.

Όμως, όπως ήδη αναφέρθηκε, παρουσιάζεται μια σοβαρή δυσκολία στην προσπάθεια παρατήρησης και καταγραφής τόσο της συμπεριφοράς των

ιστορικών κατασκευών στον σεισμό όσο και των αντίστοιχων αστοχιών. Η πληθώρα διαφορετικών Τοπικών Ιστορικών Δομικών Συστημάτων, δομικών υλικών αλλά και η προσωπικότητα κάθε κτίσματος είναι οι κύριοι παράγοντες δυσκολιών.

Όμως, επισημάνθηκε ήδη, ότι ορισμένα δομικά συστήματα και αντίστοιχες τεχνικές μέθοδοι, που χρησιμοποιούν συνήθως ορισμένα δομικά υλικά, είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικές και ευρύτερα συναντώμενες τόσο στον χώρο όσο και στον χρόνο.

Θα μπορούσε έτσι κανείς να ορίσει ότι η τοιχοποιία σαν κατακόρυφο φέρον σύστημα, και το ξύλινο πάτωμα και η ξύλινη στέγαση (δώμα ή στέγη) σαν οριζόντιο φέρον σύστημα είναι ένα αντιπροσωπευτικό, τυπικό και διαχρονικό σύστημα σύνθεσης του κιβωτιόσχημου συνόλου ενός κτίσματος.

Βέβαια μέσα στις χιλιετίες και στον ευρύτερο χώρο της σεισμικά δοκιμαζόμενης ανατολικής λεκάνης της Μεσογείου, και ειδικότερα στην περιοχή του Αιγαίου Πελάγους, παρά πολλές παραλλαγές και αντίστοιχες χαρακτηριστικές λεπτομέρειες ανεπτύχθησαν γύρω και σχετικά με το περιγραφέν δομικό σύστημα.

Πιο κάτω θα γίνει προσπάθεια γενικής προσέγγισης και ποιοτικής αποτίμησης, της συμπεριφοράς του πιο πάνω τυπικού δομικού συστήματος καθώς και των κύριων μελών του, στην σεισμική καταπόνηση

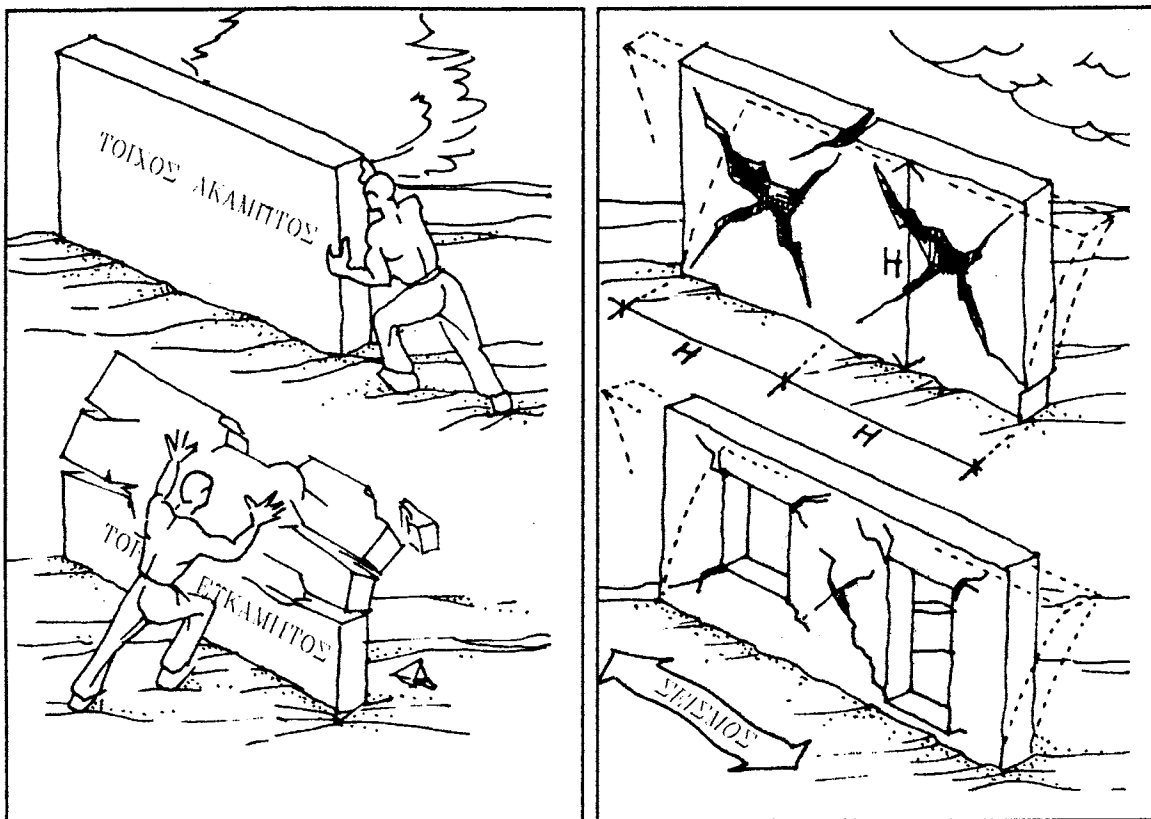
4.2 ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ. Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ

Οι φέροντες τοίχοι ενός παραδοσιακά δομημένου κτίσματος μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες ανάλογα με τον τρόπο που συμπεριφέρονται στον σεισμό και πάντα σε αναφορά με την κύρια διεύθυνση του συγκεκριμένου σεισμού, ανεξάρτητα, κατ' αρχήν, από τα υλικά και τον τρόπο δόμησης:

Τους τοίχους που βρίσκονται **παράλληλοι προς την κύρια διεύθυνση** του σεισμού. (Σχ.4.2α)

Τους τοίχους που βρίσκονται **κάθετοι προς την κύρια διεύθυνση** του σεισμού. (Σχ.4.2β)

Για λόγους απλότητας έγινε η παραδοχή ότι ο σεισμός επενεργεί ως οριζόντια δύναμη, ενώ είναι γνωστό ότι το φαινόμενο είναι πολύ πιο πολύπλοκο. Σαν πρώτη λοιπόν διαπίστωση σχετικά με την συμπεριφορά στην σεισμική καταπόνηση μπορεί να επισημανθεί το ακόλουθο: Οι τοίχοι οι παράλληλοι προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού αντιστέκονται καλύτερα σ' αυτόν ενώ είναι πολύ



Σχ.4.2: Τοίχοι παράλληλοι και κάθετοι στη κύρια **Σχ.4.3:** Βλάβες σε τοίχους παράλληλους προς την
 διεύθυνση του σεισμού. κύρια διεύθυνση του σεισμού.

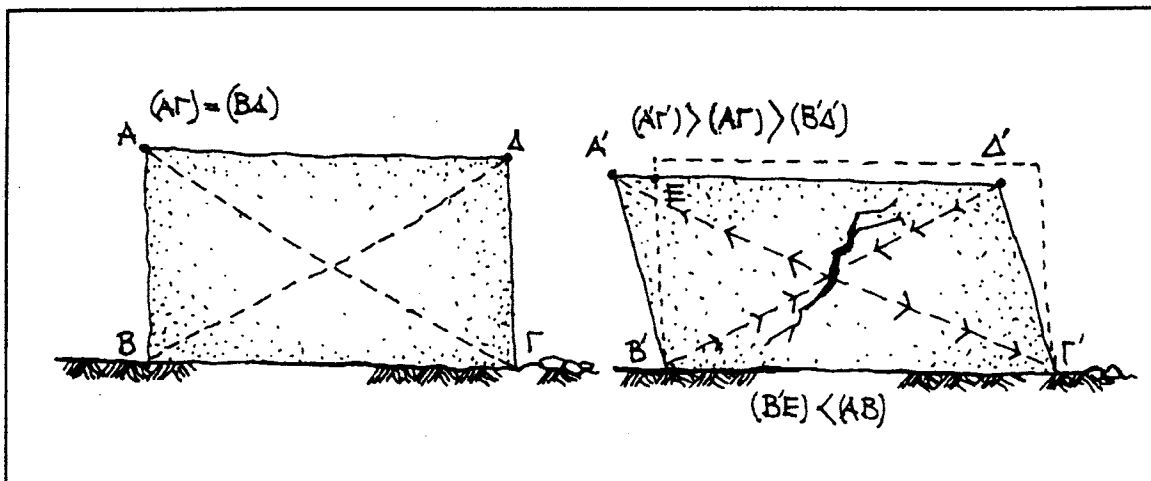
πιο ευπαθείς σε εγκάρσιες επιδράσεις του σεισμού με κίνδυνο είτε να ανατραπούν είτε να ρηγματωθούν από καμπτική καταπόνηση.

Σαν τυπικές ζημιές των δύο παραπάνω περιπτώσεων μπορούν να αναφερθούν:

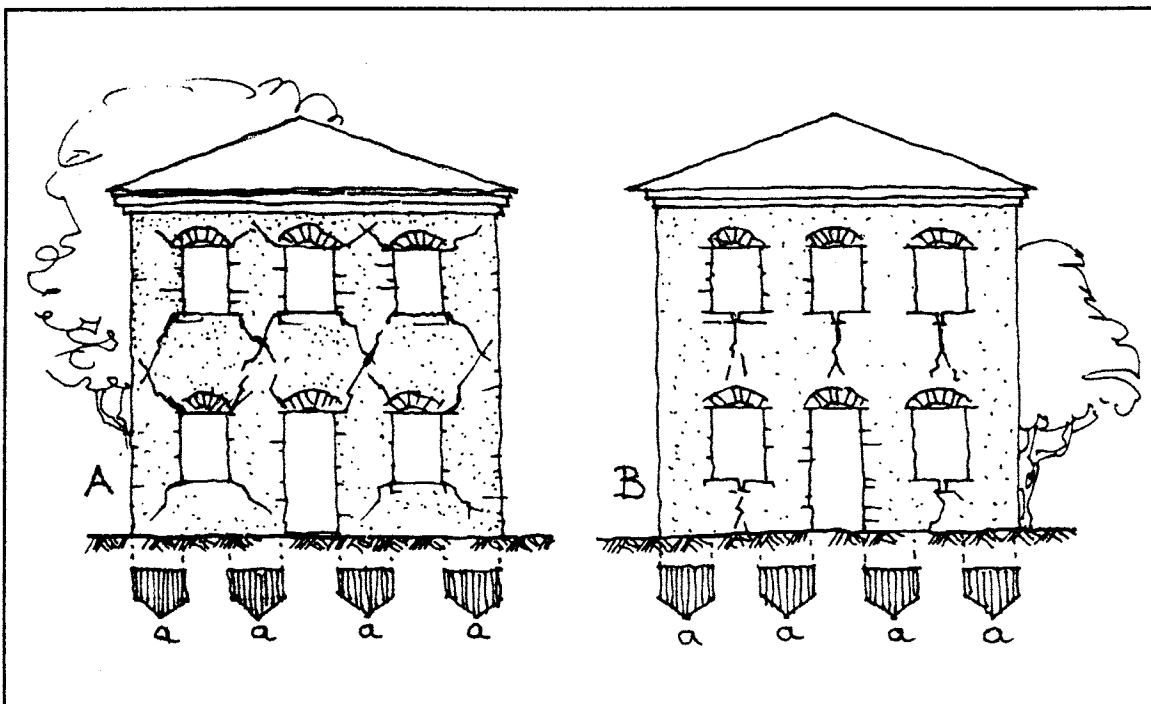
4.2.1 ΤΟΙΧΟΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΥΡΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

Σε τοίχους παράλληλους προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού παρουσιάζονται χιαστί ρωγμές. Όταν οι τοίχοι αυτοί περιέχουν ανοίγματα στο επίπεδό τους ή άλλη διακοπή της συνέχειάς τους (π.χ. τζάκια, καμινάδες) παρουσιάζονται και ρωγμές γύρω από τα ανοίγματα. (Σχ.4.3)

Το γεγονός αυτό της συγκεκριμένης συμπεριφοράς και των αντίστοιχων αστοχιών ερμηνεύεται ως ακολούθως: Όταν μια τοιχοποιία ΑΒΓΔ ευρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας και ισορροπίας τότε οι δύο διαγώνιες της ΑΓ και ΒΔ είναι ίσες.



Σχ.4.3.1: Συμπεριφορά της τοιχοποιίας σε σεισμική φόρτιση παράλληλη προς το επίπεδό της. Η εμφάνιση της τυπικής διαγώνιας ρωγμής κάθετα και περί το μέσον της εφελκυσμένης διαγωνίου.



Σχ.4.3.2: Σεισμική φόρτιση τοιχοποιίας παράλληλη στο επίπεδό της.

A. Τυπικές διαγώνιες ρωγμές από την συγκεκριμένη φόρτιση οι οποίες διακόπτουν την βασική ροή των φορτίων προς την θεμελίωση μέσω των πεσσών (α).

B. Με πρόβλεψη κατασκευαστικού αρμού στις ποδιές των ανοιγμάτων, κατά την συγκεκριμένη φόρτιση, οι ρωγμές συγκεντρώνονται εκεί, αφήνοντας χωρίς σημαντική βλάβη τις κύριες περιοχές ροής των φορτίων των πεσσών (α).

Επίσης οι κατακόρυφες πλευρές του ορθογωνίου παραλληλογράμμου εκφράζουν και το ύψος του. (Σχ.4.3.1)

Όταν λόγω π.χ. μετακίνησης του εδάφους κατά το βέλος Σ του σχήματος η τοιχοποιία (ΑΒΓΔ) παραμορφώνεται, λόγω αδράνειας, παίρνοντας το σχήμα του παραλληλογράμμου (Α'Β'Γ'Δ'). Δύο κύρια χαρακτηριστικά και σημαντικά για τις τυπικές αστοχίες της τοιχοποιίας (και κατ' επέκταση του κτίσματος στο οποίο ανήκει), επακόλουθα αυτής της παραμόρφωσης μπορούν να επισημανθούν:

Α) Η νέα διαγώνιος, η Β'Δ' είναι **μικρότερη** της αρχικής ΒΔ προκαλούσα **θλιπτικές τάσεις** στην τοιχοποιία κατά τον άξονά της.

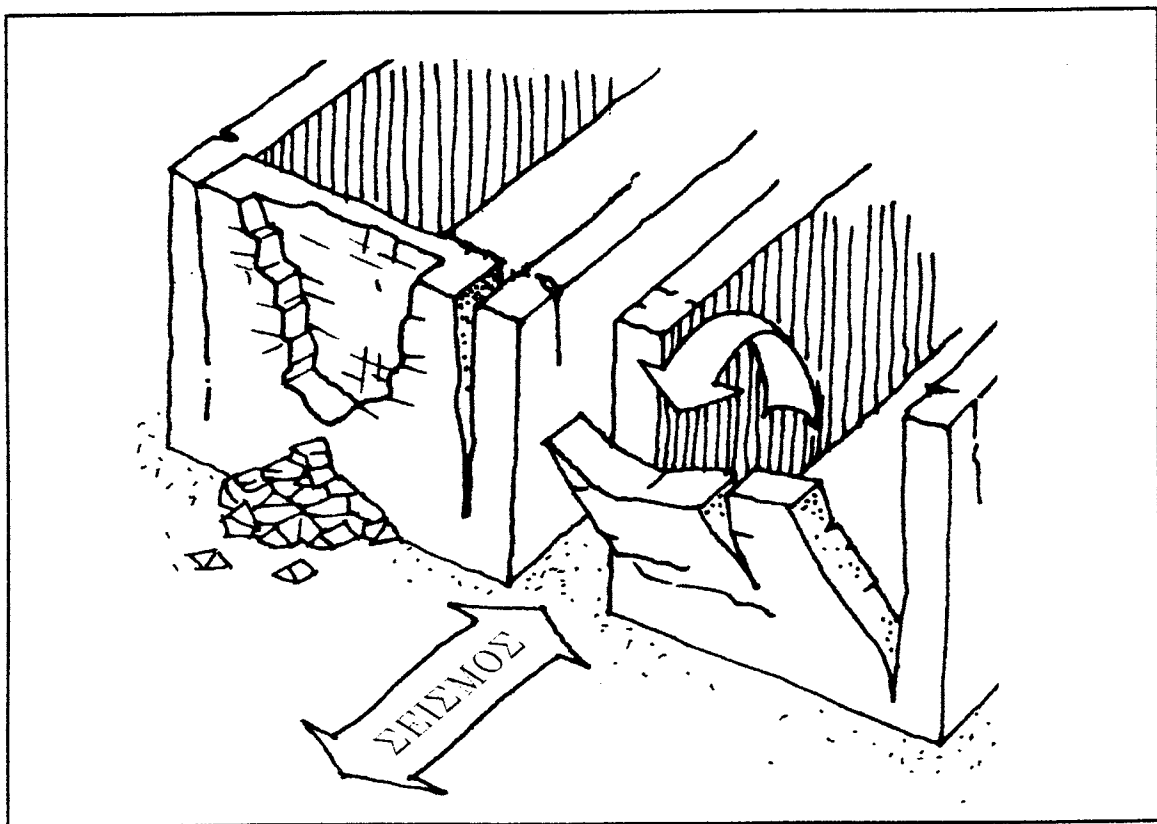
Αντίθετα η νέα διαγώνιος Α'Γ' είναι **μεγαλύτερη** της αρχικής ΑΓ, προκαλούσα **εφελκυστικές τάσεις** στην τοιχοποιία κατά τον άξονά της. Σαν συνέπεια των ανωτέρω τάσεων είναι πιθανή μια ρηγμάτωση περίπου κάθετη προς την διεύθυνση των εφελκυστικών τάσεων και περί το κέντρο του τοίχου. Χαρακτηριστικό της ρηγμάτωσης αυτής είναι η εντονότερη διεύρυνση περί το μέσον του μήκους της. Είναι επίσης χαρακτηριστική η πιο πάνω αναφερθείσα τυπική εμφάνιση της πιο πάνω περιγραφόμενης ρωγμής γύρω από τις πιο ευάλωτες περιοχές της τοιχοποιίας, όπως ανοίγματα, διάφορες οπές κ.λ.π.

Β) Το ύψος του παραμορφωμένου τοίχου (Α'Β'Γ'Δ'), δηλαδή η απόσταση (Β'Ε) είναι μικρότερη του ύψους του αρχικού ορθογωνίου (ΑΒΓΔ) δηλαδή της απόστασης (ΑΒ) (Σχ.4.3.1)

Μια συστηματικά επαναλαμβανόμενη λεπτομέρεια κατασκευής των ποδιών των παραθύρων στην νότιο Ιταλία, γύρω από την σεισμογενή περιοχή της Νεάπολης, οδηγεί στο πιθανό συμπέρασμα περί της κατανόησης της πιο πάνω περιγραφής της συμπεριφοράς τοιχοποιίας καταπονούμενης από σεισμική φόρτιση παράλληλη στο επίπεδό της και της προσπάθειας αντιμετώπισής της. Στις περιοχές αυτές η ποδιά των ανοιγμάτων της τοιχοποιίας συστηματικά κατασκευάζεται με αρμό στο μέσον του ανοίγματός του. Το αποτέλεσμα είναι αντί να παρουσιάζονται οι διαγώνιες ρωγμές του σχήματος (Σχ.4.3.2) που καταστρέφουν τους πεσσούς (Α) μεταξύ των ανοιγμάτων, οι ρηγματώσεις παρεκκλίνουν, λόγω του αρμού στην ποδιά, αφήνοντας με ελάχιστες αστοχίες τους πεσσούς (Β). Τέτοια λεπτομέρεια έχει καταγραφεί και στην Ελλάδα π.χ. στην σεισμογενή περιοχή της κεντρικής Πελοποννήσου.

4.2.2 ΤΟΙΧΟΙ ΚΑΘΕΤΟΙ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΥΡΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

Σε τοίχους κάθετους προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού παρουσιάζονται ρωγμές στα σημεία σύνδεσης του τοίχου με εγκάρσιους τοίχους, αποκόλληση και κατάρρευση τμημάτων του τοίχου, διαχωρισμός των παρειών του κατά το πάχος του, ακόμη και κατάρρευση λόγω της ανατροπής του καμπτόμενου τοίχου. (Σχ.4.4)



Σχ.4.4: Βλάβες σε τοίχους κάθετους προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού

Διάφορες προϋποθέσεις επιδρούν καθοριστικά για το βαθμό αντοχής των τοίχων στη σεισμική καταπόνηση. Το υλικό και το σύστημα δόμησης είναι από τις βασικότερες με κύριο παράδειγμα την πολύ μεγάλη αντοχή σε σεισμικές καταπονήσεις των φερόντων, ή μη, τοίχων από ξύλινη κατασκευή από όπου και αν δεχτούν αυτή την καταπόνηση. Άλλες προϋποθέσεις αντοχής είναι η ποιότητα και η μορφή των χρησιμοποιούμενων φυσικών ή τεχνητών λιθοσωμάτων, η ύπαρξη και η ποιότητα ενισχυτικών ζωνών, ο τρόπος δόμησης, η ποιότητα

επιχρισμάτων ή άλλων επενδύσεων ή τελειωμάτων κ.λ.π. (Σχ.4.4.1)

Έρευνες, παρατηρήσεις και αναλύσεις των ζημιών δίδουν πολύτιμες πληροφορίες για την κάθε περίπτωση και προσδιορίζουν κατά συνέπεια την ενδεδειγμένη ενίσχυση ή επισκευή.

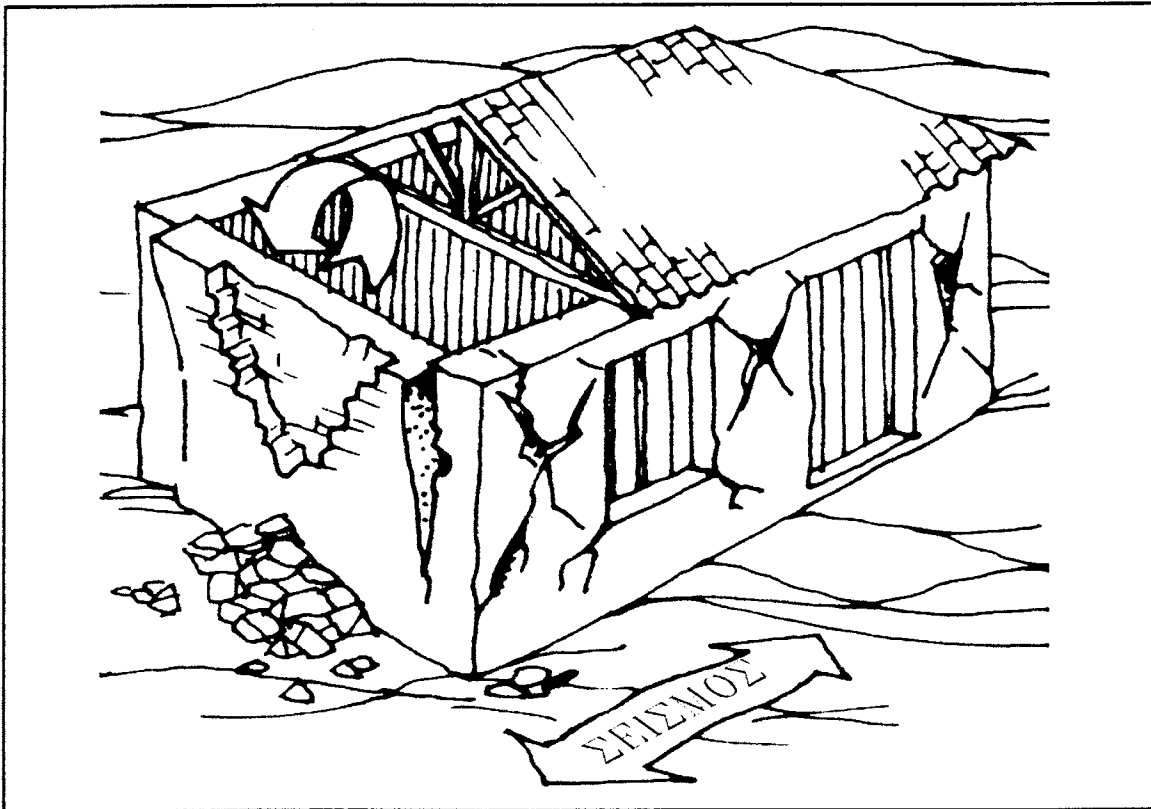
Ο σεισμός, όπως ήδη αναφέρθηκε, επιδρά πάνω στους τοίχους όπως και στις άλλες κατασκευές αθροιστικά μειώνοντας την αντοχή τους σταδιακά μετά από κάθε σεισμική καταπόνηση. Η ελάττωση της αντοχής μέσα στο χρόνο ενός τοίχου (ή και άλλου μέλους κτιρίου), οφείλεται συνήθως και σε άλλες αιτίες όπως π.χ. έλλειψη συντήρησης, υγρασίες, καθιζήσεις κ.λ.π. Τοίχοι που έχουν διάφορες μικρές ή μεγάλες βλάβες από τις παραπάνω αιτίες είναι δυνατόν να συντηρηθούν και ενισχυθούν κυρίως:

- Με βελτίωση του αρμοκονιάματός τους
- Με επισκευή και ενίσχυση των επιχρισμάτων τους
- Με επιφανειακή τοποθέτηση μανδυνών (είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα ή και οπλισμένο κονίαμα)
- Με σωστή επισκευή των ρωγμών
- Με αντιστηρίξεις, περιδέσεις και διαζώματα που ενισχύουν και αποκαθιστούν την χωρική συμπεριφορά του “κιβωτιοειδούς συνόλου”.

4.3 ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΘΕΤΩΝ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΥΡΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΤΟΙΧΩΝ

Ήδη στο κεφάλαιο (3.2) έχει περιγραφεί η σημασία της συνεργασίας των δομικών μελών σε ένα ενιαίο χωρικό σύνολο ενός κιβωτιόσχημου δομήματος. Στα δε επόμενα κεφάλαια αναφέρθηκε η τεχνική αρκετών χιλιάδων ετών που εφαρμόστηκε και εφαρμόζεται με πολλές παραλλαγές σε όλη την ιδιαίτερα σεισμογενή περιοχή από την νοτιοανατολική Ευρώπη έως τους πρόποδες των Ιμαλαίων και την δυτική Κίνα. Η τεχνική της ενίσχυσης της τοιχοποιίας από φυσικούς ή τεχνητούς λίθους με **ξύλινα στοιχεία**. Ξύλινα στοιχεία που δεν ενισχύουν απλώς ένα επίπεδο τοιχοποιίας ως προς την ικανότητα παραλαβής εφελκυστικών τάσεων αλλά συγχρόνως (ή παράλληλα) περιδέουν και εξασφαλίζουν την χωρική, κιβωτιόσχημη υπόσταση του κτιρίου ή και μερών αυτού. (Σχ.4.5, 3.6, 3.9)

Αυτές οι ενισχυτικές της τοιχοποιίας ζώνες από ξύλινα στοιχεία συνήθως



Σχ.4.5: Συμπεριφορά στο σεισμό κτίσματος με ασύνδετους τοίχους.

διατάσσονται στην βάση του τοίχου στο ύψος της ποδιάς των παραθύρων στο επίπεδο των πρεκιών και τέλος επί κεφαλής των τοίχων, υποδεχόμενες το πάτωμα ή την στέγη. Συνήθως περιτρέχουν συστηματικά και προσεκτικά τους χώρους ακολουθώντας τις εξωτερικές ή και εσωτερικές τοιχοποιίες συνδέουσες αυτές και εξασφαλίζοντας την συνεργασία τους. (Σχ.3.6, 3.9)

Εδώ θα μπορούσε συμπερασματικά να αναφερθεί ότι η καλή δόμηση και η ισχυρή σύνδεση των συναντώμενων υπό γωνία τοίχων επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί η ακαμψία των παραλλήλων προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού τοίχων για την συγκράτηση των ισχυρότερα καταπονούμενων καθέτων προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού τοίχων. Βέβαια αυτή η ευεργετική επιρροή των παραλλήλων προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού τοίχων πάνω στους, κάθετα ευρισκόμενους εκατέρωθεν κάθε συνάντησης, τοίχους έχει ένα όριο ως προς την έκταση σε μήκος των πρώτων που υπολογίζεται περίπου ανάλογη προς το ύψος του τοίχου αυτού. (Σχ.4.6)

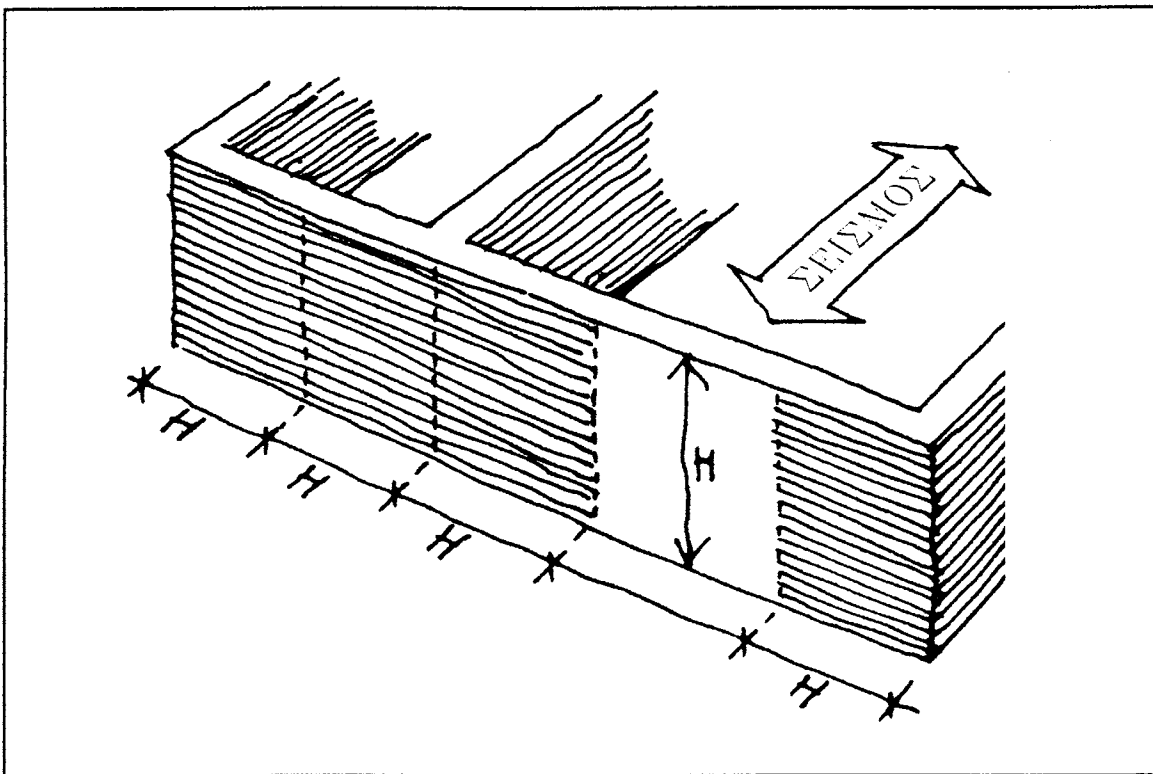
Βέβαια στην πολυμορφία και τον πλούτο της εφευρετικότητας των μαστόρων της ιστορικής δομής ευρίσκονται πολλές τεχνικές πέραν της δια

ξύλινων στοιχείων περίδεσης που εξασφαλίζουν άμεσα ή έμμεσα τους τοίχους σε συνεργασία μεταξύ των αλλά και με τα άλλα δομικά μέλη.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας προσπάθειας είναι η λεπτομέρεια της επίστεψης της τοιχοποιίας του παραδοσιακού σπιτιού της οικογένειάς μου στο Φισκάρδο Κεφαλληνίας κτισμένου πριν το 1860.

Λιθόπλακες πάχους 80 έως 100 χιλιοστών συνδεόμενες μεταξύ τους με σιδηρούς συνδέσμους που περικτρέχουν την κορυφή του διώροφου κτιρίου, ακριβώς κάτω από τα στοιχεία της στέγασης δημιουργώντας μια ενισχυτική ζώνη αφ' ενός υποδοχής και ισοδιανομής των φορτίων της, αφ' ετέρου δε εξασφαλίζοντας την περίδεση του κτιρίου. (Σχ.4.5.1)

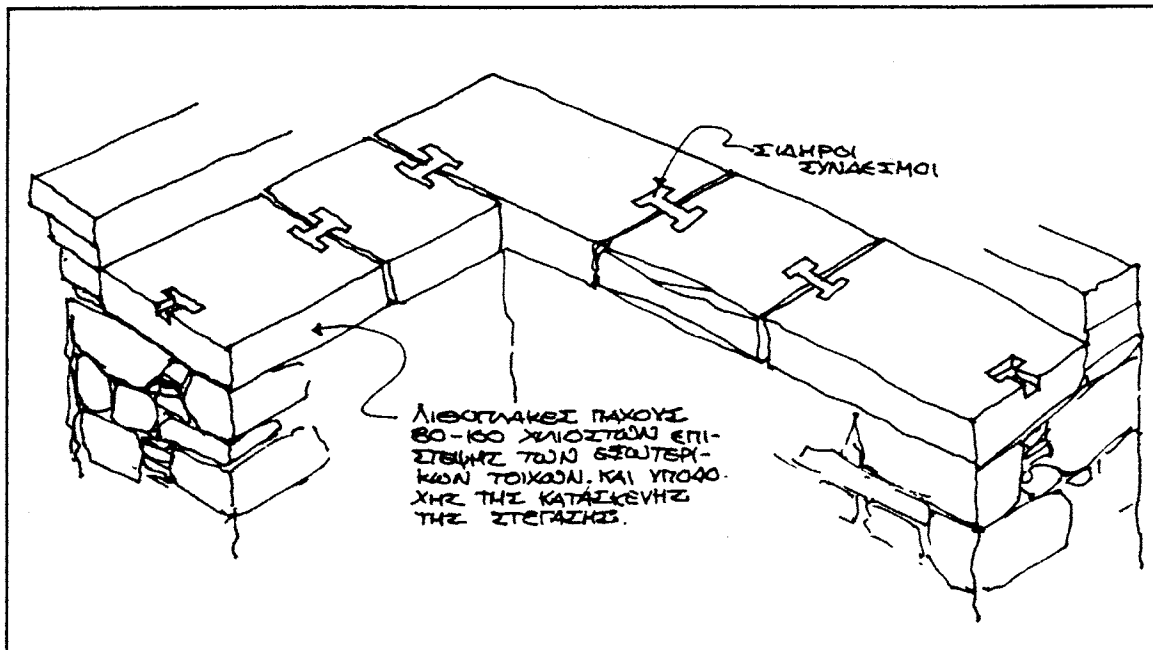
Αξίζει ακόμα ν' αναφερθεί μια χαρακτηριστική λεπτομέρεια σύνδεσης των τοίχων με το επίπεδο του πατώματος όταν η διεύθυνση τους είναι παράλληλη προς την



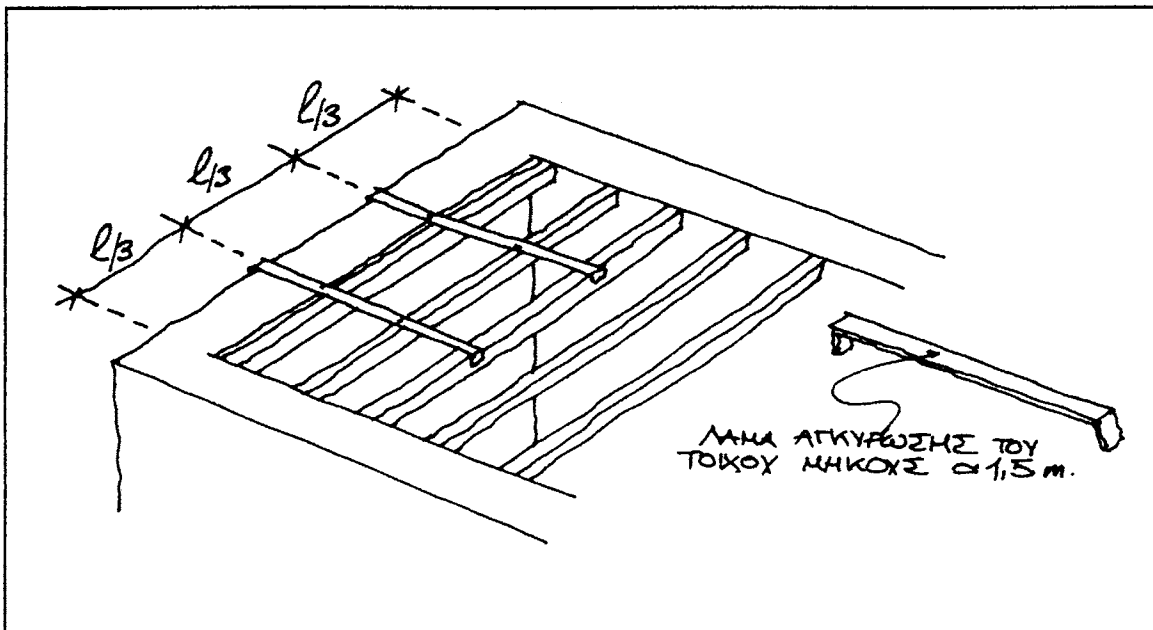
Σχ.4.6: Επίδραση των παράλληλων στο σεισμό τοίχων στους κάθετους προς αυτό.

διεύθυνση των ξύλινων δοκών του. Η λεπτομέρεια αυτή επισημάνθηκε από τον Πολ. Μηχανικό Κώστα Χατζηαντωνίου σε κτίρια Μανδρακίου της Νισύρου. (Σχ.4.5.2)

Στα κτίρια της Νισύρου δεν χρησιμοποιείται συστηματική περίδεση με



Σχ.4.5.1: Λεπτομέρεια σύνδεσης παραλλήλου προς την διαδοκίδωση εξωτερικού τοίχου στις ξύλινες δοκούς του πατώματος στο Μανδράκι Νισύρου.



Σχ.4.5.2: Επίστεψη με λιθόπλακες συνδεδεμένες μεταξύ τους με σιδηρούς συνδέσμους σε παραδοσιακό σπίτι στο Φισκάρδο Κεφαλληνίας.

ξύλινα στοιχεία που να περιτρέχουν το περίγραμμά τους μέσα στο πάχος της τοιχοποιίας. Είναι φανερό από το παράδειγμα ότι οι κατασκευαστές σύνδεσης του παράλληλου προς την διαδοκίδωση τοίχου με το επίπεδο του πατώματος (όπως συμβαίνει εκ κατασκευής με τους κάθετους προς αυτήν τοίχους) εφεύραν την αναφερόμενη λεπτομέρεια. (Σχ.4.6)

Μετά από τα πιο πάνω αναφερόμενα, συγκεντρωτικά, συμπεραίνεται ότι για την διασφάλιση της λειτουργίας του “κιβωτίου” η σωστή και ισχυρή σύνδεση των τοίχων μεταξύ τους εξασφαλίζεται κυρίως με:

- Την προσεκτική εμπλοκή των λιθοσωμάτων στην διασταύρωση
- Την ύπαρξη και υποχρεωτική διασταύρωση των ενισχυτικών ζωνών και διαζωμάτων
- Την περίσφιξη, συνήθως, μέσω ξύλινων στοιχείων
- Την τοποθέτηση αντηρίδων
- Την περίδεση με τα ίδια τα στοιχεία του κτιρίου, όπως τα πατώματα και η στέγη, αφού σ’ αυτά εξασφαλισθεί διαφραγματική λειτουργία και αφού χρησιμοποιηθούν κατάλληλες αγκυρώσεις μεταξύ αυτών και των τοίχων (Σχ.4.12)

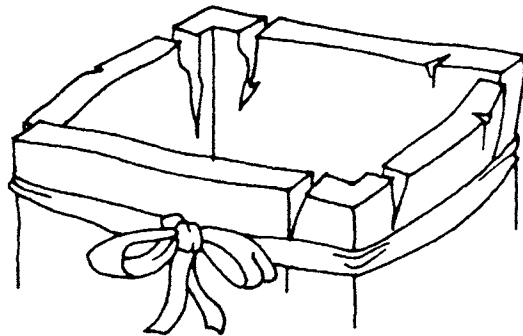
4.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (ΣΤΕΓΕΣ – ΠΑΤΩΜΑΤΑ)

Στις παραδοσιακά κτισμένες κατασκευές, συχνά, οι στέγες και τα πατώματα αποτελούνται από ξύλινα στοιχεία, υπάρχουν όμως και τα άλλα υλικά όπως η πέτρα (θόλοι, τρούλοι), ο σίδηρος (νεοκλασικά κτίρια), ακόμη και το σπλισμένο σκυρόδεμα, που χρησιμοποιούνται εναλλακτικά ή και παράλληλα.

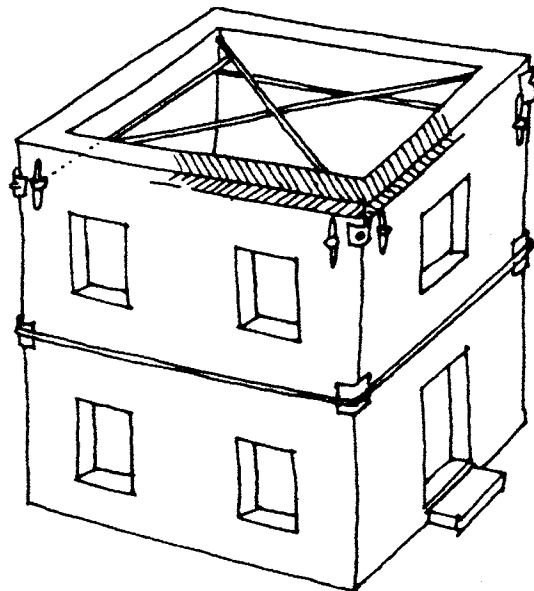
Πολλές τεχνικές έχουν αναπτυχθεί για την κατασκευή από ξύλο, κυρίως, δωμαίων ή πρισματικών στεγών. Πιστεύω ότι υπάρχει μια χαρακτηριστική επιμονή στην προτίμηση κατασκευαστικών συστημάτων στεγών του τύπου “δοκού επί στύλων” (Post and beam system) σε όλη την ανατολική και σεισμογενή λεκάνη της Μεσογείου.

Πράγματι μπορεί να γίνει κατ’ αρχήν η ακόλουθη γενική διάκριση στα ποικίλα κατασκευαστικά συστήματα των ξύλινων στεγών:

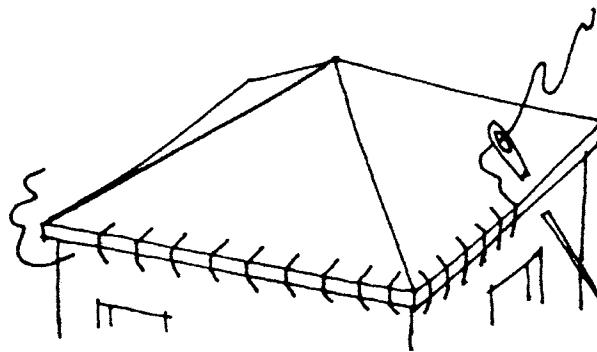
Α) Εκείνες οι στέγες, που κατασκευάζονται από ξύλινα στοιχεία χρησιμοποιούμενα σε οριζόντια, λοξή ή και κατακόρυφη θέση. Τα στοιχεία αυτά γεφυρώνουν το μεταξύ των τοίχων (εσωτερικών και εξωτερικών) άνοιγμα ως οριζόντιες ή



Με τη σεισμική καταπόνηση οι τοίχοι απομακρύνονται από τη κατακόρυφο και μεταξύ τους (ρωγμές, αποκολλήσεις, καμπυλώσεις, ανατροπές). Γι' αυτό το κτίριο περιδένεται (στις θέσεις των οριζόντιων διαφραγμάτων) με ...



... χιαστί εσωτερικούς μεταλλικούς ελκυστήρες, διαμπερείς εσωτερικούς μεταλλικούς ελκυστήρες, εξωτερικές περισφίξεις, διαζώματα ή και...



... τα ίδια τα στοιχεία του κτιρίου (στέγη, πάτωμα) με κατάλληλες αγκυρώσεις.

Σχ.4.7: Διάφορες τυπικές κατασκευαστικές προσπάθειες διατήρησης και ενίσχυσης της χωρικής, κιβωτιοειδούς υπόστασης και αντίστοιχης συμπεριφοράς στις καταπονήσεις του κτίσματος.

επικλινείς δοκοί, καθώς επίσης στηρίζουν τις τελευταίες μεταξύ τους ως κατακόρυφα ή επικλινή υποστύλωματα. Η διάταξη των οριζοντίων και λοξών αυτών στοιχείων συχνά εκτείνεται και κατά τους δύο κύριους άξονες της κάτοψης της στέγης. Έτσι σχηματίζεται ένα χωρικό σύστημα πυκνής διαδοκίδωσης για την μεταφορά φορτίων, ισοδύναμο ως προς τους δύο άξονες της κάτοψης. (Σχ. 4.1.1) Β) Εκείνες οι στέγες που κατασκευάζονται με την τακτική επανάληψη κάποιου γεωμετρικού φορέα, συνηθέστερα ζευκτού, που γεφυρώνει το μικρότερο άνοιγμα μεταξύ των τοίχων. Αυτοί οι φορείς είτε δέχονται απ' ευθείας το πέτωμα είτε μια δευτερεύουσα διαδοκίδωση. Έτσι σχηματίζεται ένα σύστημα κυρίων φορέων κατά την διεύθυνση του μικρότερου ανοίγματος και δευτερευόντων δοκίδων κατά την άλλη. (Σχ. 4.1.2)

Το περιγραφόμενο στην περίπτωση (Α) δομικό σύστημα στέγασης είναι αυτό που αποκαλείται σύστημα **“δοκών επί στύλων”**.

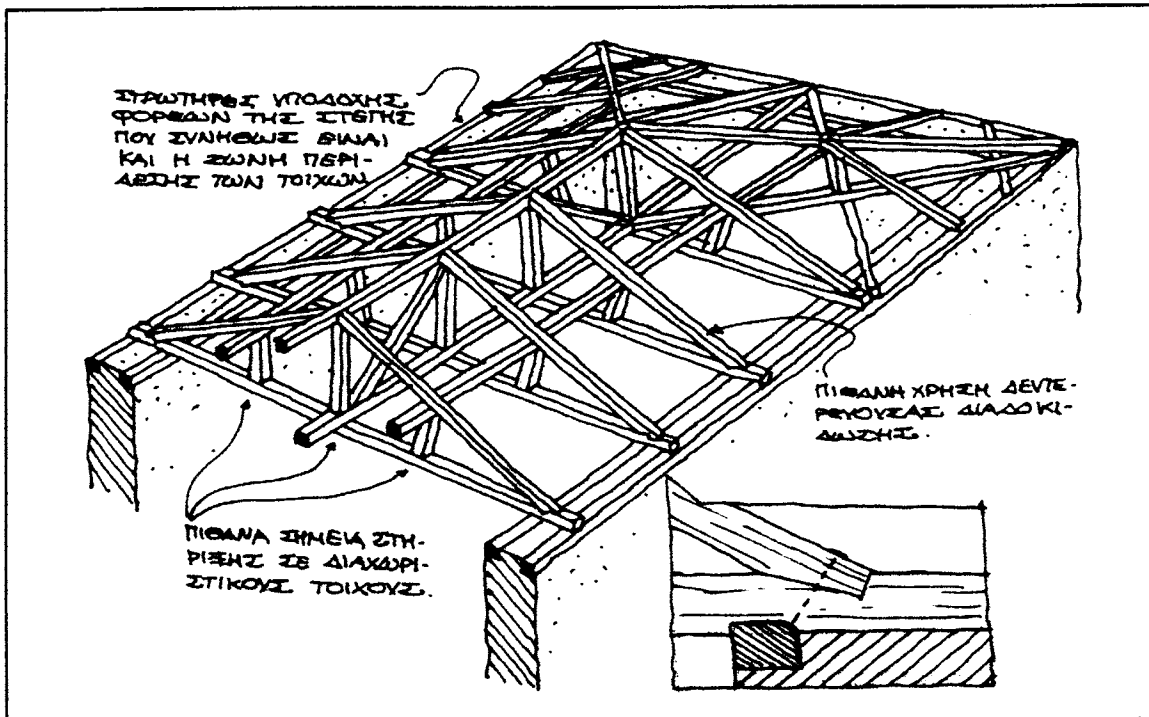
Το σύστημα αυτό πολύ λιγότερα τυποποιημένο από εκείνο της περίπτωσης Β είναι πολύ περισσότερο “τυχαία” ποκίλλο και ασφαλώς πολύ λιγότερο πρόσφορο για προσομοίωση και υπολογισμό. Όμως παρουσιάζει ένα μεγάλο πλεονέκτημα: Όπως φαίνεται και στο σχήμα το σύστημα αυτό έχει μια πολλαπλή δυνατότητα ανακατανομής της ροής των φορτίων όταν κάποια από τα στοιχεία του για κάποιους λόγους αστοχούν. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι συχνά δημιουργούνται από τον κατασκευαστή ισοδύναμες δυνατότητες συμπεριφοράς κατά τους άξονες Χ και Ψ.

Πιθανόν η παρατηρούμενη επιμονή στην προτίμηση αυτού του τύπου σ' όλη την περιοχή της σεισμογενούς ανατολικής λεκάνης της Μεσογείου να οφείλεται και στα πιο πάνω περιγραφόμενα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς. Μια άλλη παρατήρηση μπορεί, ακόμα, να γίνει πάνω στους δύο βασικούς τύπους ξύλινης στέγασης που περιγράφονται πιο πάνω:

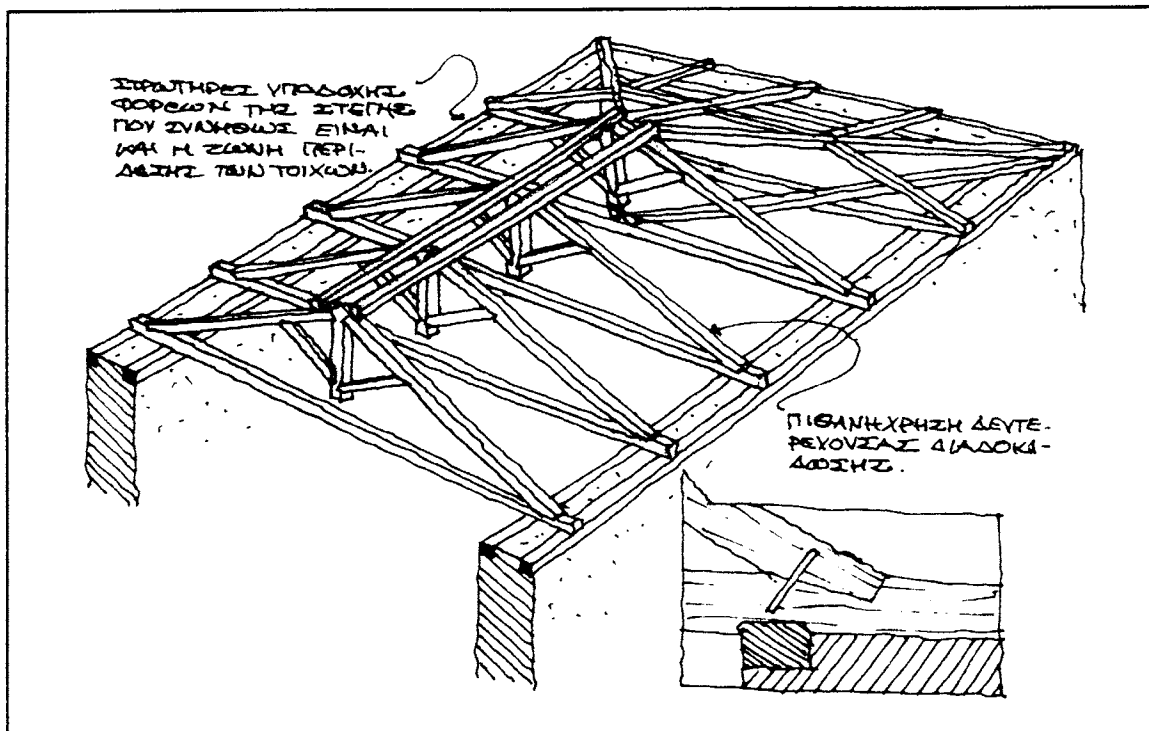
Η στέγη της περίπτωσης Α συνήθως επιδέχεται, ευκολότερα και χωρίς συνέπειες επί των τοίχων, μικροπαραμορφώσεις. Έτσι, τυχόν εισαγόμενη ενέργεια από άνεμο, σεισμό κ.λ.π. απορροφάται από τις μικρομετακινήσεις, ακόμα και παραμορφώσεις, του πυκνού συστήματος δοκών επί στύλων.

Αντίθετα σ' ένα εντελώς απαραμόρφωτο στο επίπεδό του φορέα της περίπτωσης Β τέτοιου είδους απόσβεση εισαγόμενης ενέργειας δεν μπορεί να γίνει με αποτέλεσμα αυτή να μεταφέρεται στις τοιχοποιίες. (Σχ. 4.8α, β)

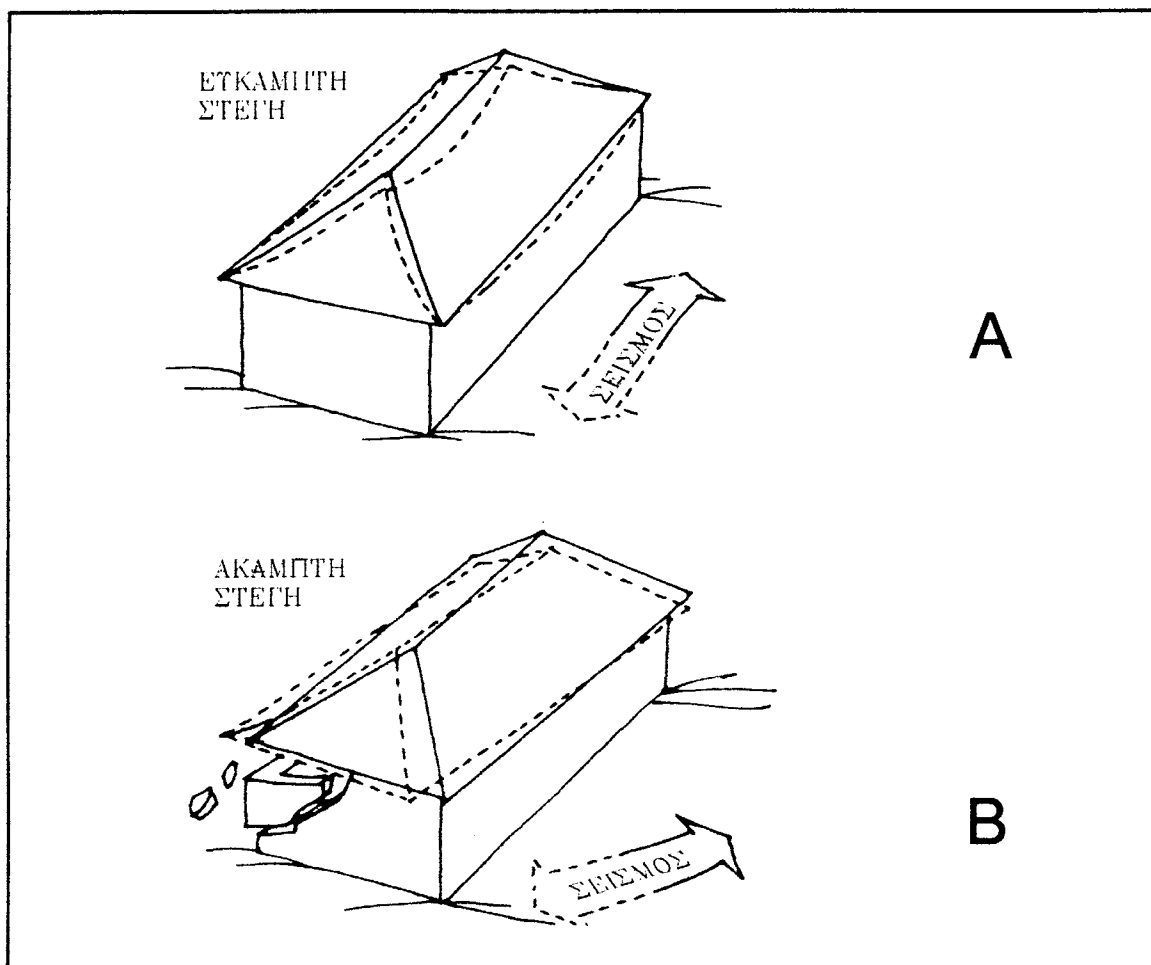
Πολλές φορές οι οριζόντιες φέρουσες κατασκευές είτε στο σύνολό τους, είτε σαν μεμονωμένα στοιχεία επιβαρύνουν δυσμενώς, ιδίως την ώρα της σεισμικής καταπόνησης, τα κατακόρυφα φέροντα μέλη του κτιρίου, τους τοίχους (Σχ.4.8, και 4.9).



(Σχ. 4.1.1): Στέγαση με κύριο φορέα τύπου “Δοκών επί Στύλων”. Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του δομικού συστήματος είναι η πολλαπλή δυνατότητα ανακατανομής της ροής των φορτίων στην περίπτωση αστοχίας κάποιου ή κάποιων από τα στοιχεία της στέγης. Επίσης χαρακτηριστική είναι η συνήθης και κατά τους δύο άξονες της κάτοψης εξασφάλιση ακαμψίας.



(Σχ. 4.1.2): Στέγαση με κύριο φορέα τύπου “Ζευκού”. Χαρακτηριστικό αυτού του φορέα είναι η ισοστατικότητα του και η δύσκολη επίτευξης ακαμψίας κάθετα στο επίπεδό του.



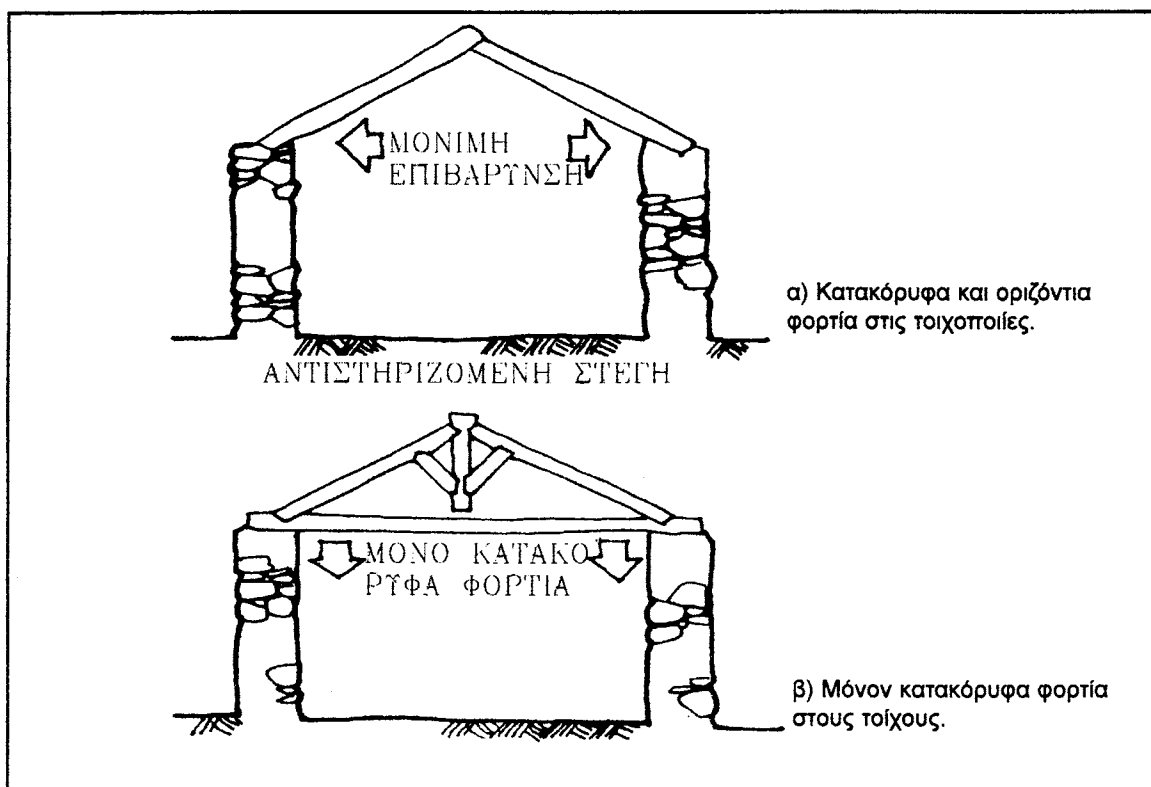
Σχ.4.8: Εύκαμπτη και άκαμπτη στέγη

- α) Απορρόφηση των κρούσεων από το ίδιο το σώμα της στέγης
- β) Μεταφορά στο ακέραιο των κρούσεων στους τοίχους

Η γενική επιδίωξη είναι όχι μόνο να εξουδετερωθούν αυτές οι δυσμενείς επιδράσεις πάνω στους τοίχους, αλλά αντίθετα οι οριζόντιες αυτές φέρουσες κατασκευές να αποτελέσουν στοιχεία με διαφραγματική λειτουργία και σε συνέχεια με κατάλληλες αγκυρώσεις και συνδέσεις να γίνουν στοιχεία ακαμψίας, σύνδεσης και ενίσχυσης των τοίχων κατά την δοκιμασία τους από την σεισμική καταπόνηση. (Σχ.4.10)

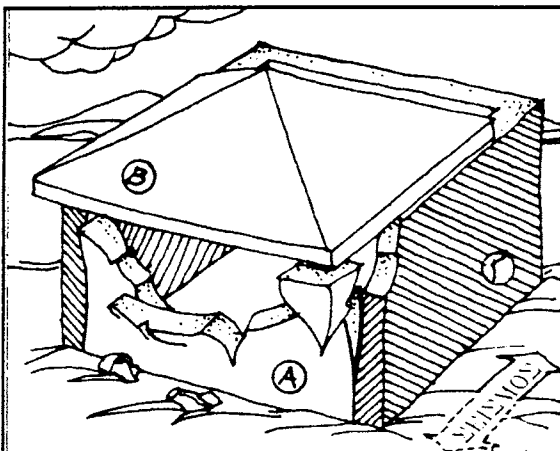
Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι λόγω πιθανής συγκεντρωμένης υγρασίας μέσα στο σώμα της τοιχοποιίας στο ανώτατο μέρος αυτής, στο σημείο στήριξης των ξύλινων φορέων ο τύπος Β του σχήματος 4.9 μπορεί εύκολα να μετατραπεί, λόγω τοπικής αστοχίας, στον τύπο Α. Αυτό αναλύεται στο σχήμα 3.12 και περιγράφεται στο κεφάλαιο 3.5. Ο δε έλεγχος της τυχόν πραγματοποιούμενης ή πραγματοποιηθείσας τέτοιας μετατροπής δεν είναι ούτε προφανής ούτε εύκολος.

Στα ιστορικά κτίσματα συχνά η στέγη φέρει σημαντικό φορτίο. Το φορτίο αυτό κυρίως οφείλεται σε χρήση υλικού τελικής επικάλυψης μεγάλου βάρους όπως π.χ. είναι οι σχιστόπλακες. Όσο η στέγη αυτή συμπεριφέρεται σαν ένα ουδέτερο, ως προς τις τυχόν οριζόντιες ωθήσεις στην τοιχοποιία, φέρον σύστημα, με όλα της τα στοιχεία σε καλή συνεργασία και όσο η σύνδεσή της με την περίμετρο των φερόντων τοίχων είναι σε καλή κατάσταση το σημαντικό της βάρος δεν έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην αρμονική λειτουργία του κτίσματος σαν “κιβωτιοειδούς υπόστασης”, εκτός βέβαια από την αυξημένη αδράνεια στην περίπτωση δυναμικής καταπόνησης. Όταν, όμως, μια στέγη εκ κατασκευής (π.χ. στην Μάνη) ή λόγω φθορών στην χρήση λειτουργεί ως “αντιστηριζόμενη” (περίπτωση Α του σχήματος 4.9) τότε υπάρχει σοβαρή επιβάρυνση επάνω στην φέρουσα τοιχοποιία ακόμα και κατά την διάρκεια μόνον στατικών φορτίσεων. Κατά την τελευταία αυτή περίπτωση το, τυχόν, αυξημένο βάρος των επικαλύψεων της στέγης παίζει κρίσιμο ρόλο.



Σχ.4.9: Στέγη με ή χωρίς οριζόντια φορτία στους τοίχους.

Από τα πιο πάνω περιγραφόμενα συμπεραίνεται ότι ο ρόλος της

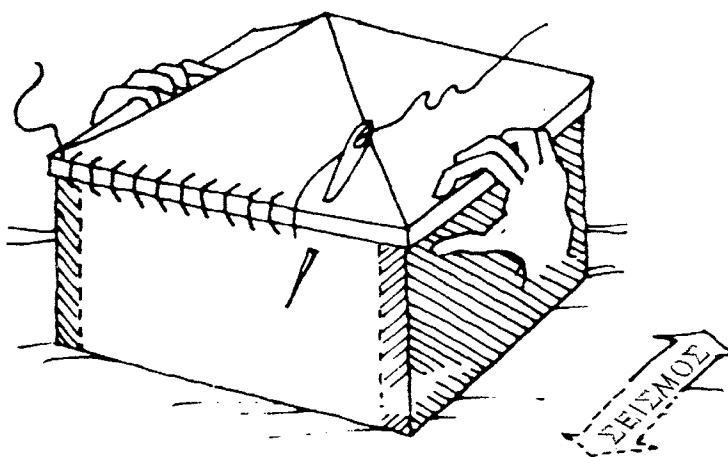


Κατά τη σεισμική καταπόνηση σ' ένα κτίσμα με ασύνδετη στέγη συμβαίνουν κυρίως τα εξής:

- A) Ο κάθετος στη κύρια διεύθυνση του σεισμού "εύκαμπτος" τοίχος τείνει να πέσει προς τα έξω.
- B) Η ασύνδετη στέγη (ή πάτωμα) βοηθάνε στην πτώση του τοίχου.
- Γ) Οι παράλληλοι στη κύρια διεύθυνση του σεισμού "άκαμπτοι" τοίχοι δεν επηρεάζονται σοβαρά από τον σεισμό.

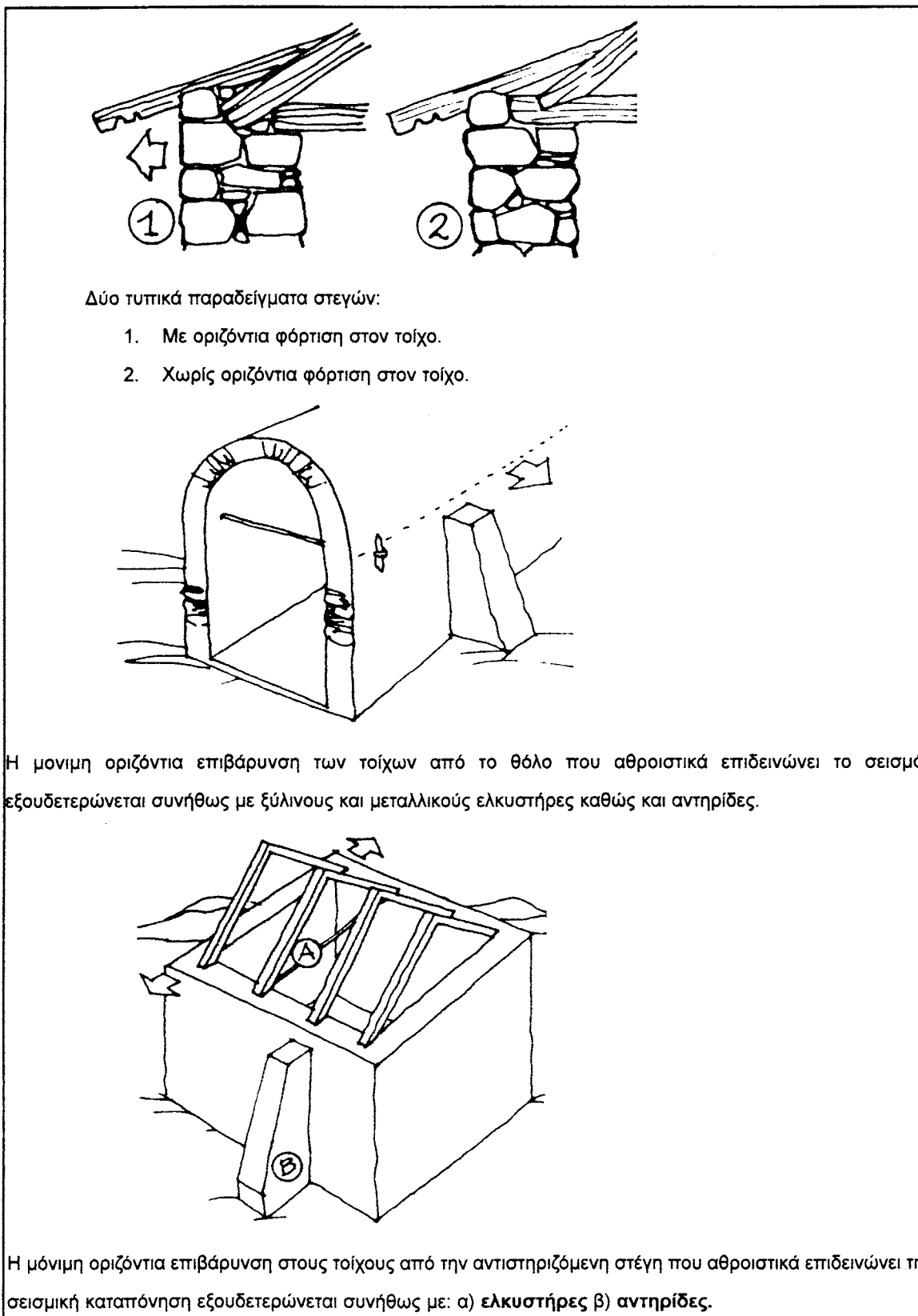
ΕΠΙΔΙΩΚΟΥΜΕ

Να εκμεταλευτούμε την ακαμψία των παραλλήλων προς την κύρια διεύθυνση του σεισμού τοίχων για την βελτίωση της γενικής συμπεριφοράς της κατασκευής ως εξής



- 1) Εξασφαλίζουμε διαφραγματική λειτουργία στη στέγη (ή το πάτωμα).
- 2) Τα συνδέουμε γερά με τους "άκαμπτους" τοίχους.
- 3) Τα συνδέουμε γερά με τους "εύκαμπτους" τοίχους.

Σχ.4.10: Εκμετάλευση της διαφραγματικής λειτουργίας των, παραλλήλων προς την διεύθυνση του σεισμού τοίχων για την βελτίωση της γενικής συμπεριφοράς του κτίσματος στις δυναμικές καταπονήσεις.



Σχ.4.11: Τυπικές κατασκευαστικές μέθοδοι εξουδετέρωσης οριζόντιων επιβαρύνσεων στην τοιχοποιία από τις στέγες και τα πατώματα.

οριζόντιας, ξύλινης κατασκευής πατώματος ή στέγης σε ένα ιστορικό κτίσμα παίζει πολύ σημαντικό και καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα συμπεριφοράς του σαν ένα χωρικό, κιβωτιοειδές σύνολο, κυρίως, στις δυναμικές καταπονήσεις.

Επομένως η εξέταση της πιθανής, πρέπουσας ενίσχυσης και αναβάθμισης του ρόλου τους σ' αυτήν την διαδικασία είναι σωστή ενέργεια.

Οι κρίσιμες αυτές, ιδιαιτερότητες συμπεριφοράς των κατασκευών στέγασης και πατωμάτων στις ιστορικές κατασκευές, που άλλοτε είναι θετικές και ενίοτε αρνητικές για την γενικότερη συμπεριφορά των κτισμάτων στις καταπονήσεις, φαίνεται να αποτέλεσαν εστία προσοχής και προβληματισμού.

Αποτέλεσαν και αιτία προσπαθειών εξουδετέρωσης των αρνητικών αποτελεσμάτων και ενίσχυσης των θετικών μέσω τεχνικών επινοήσεων.

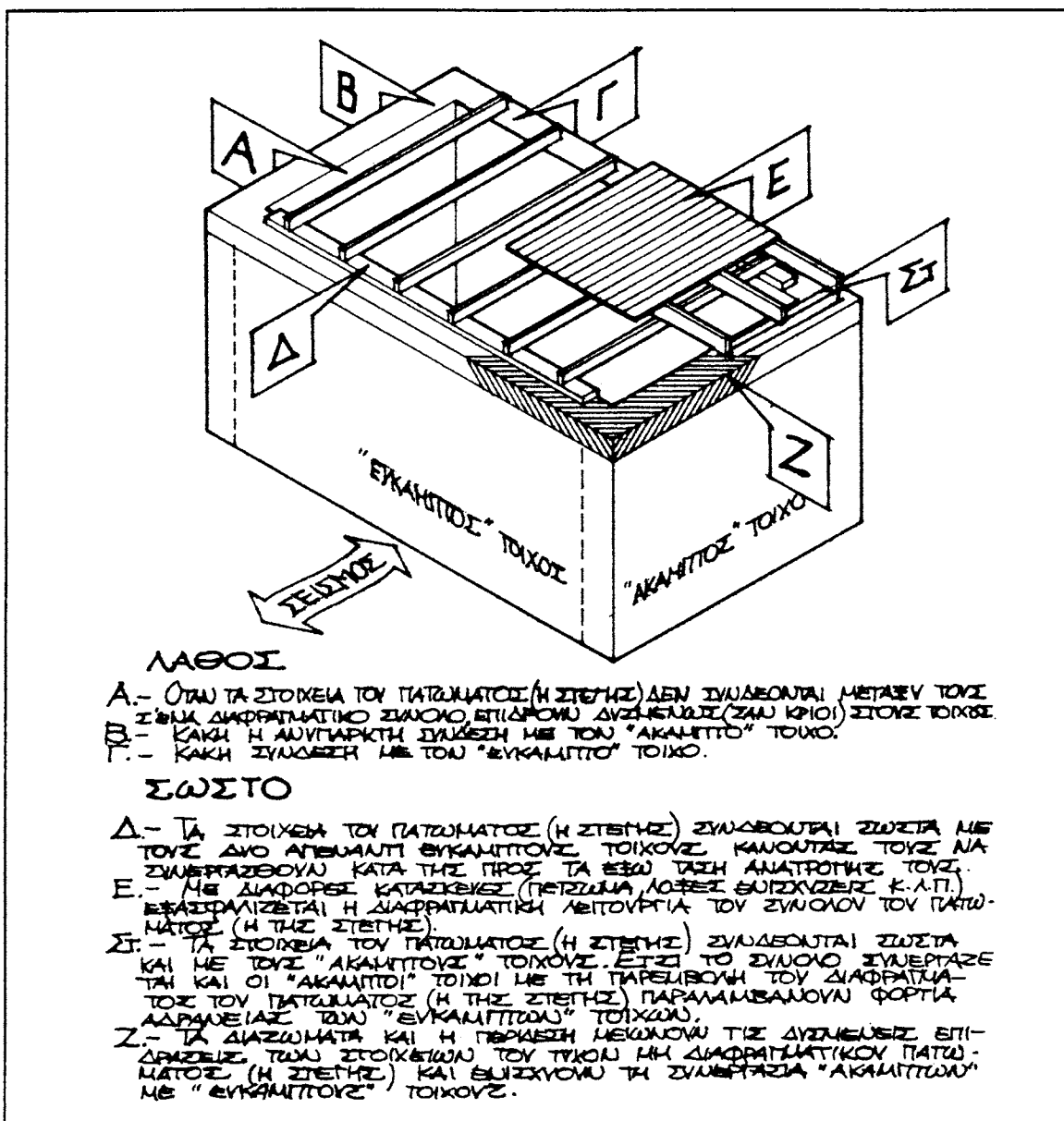
Έτσι οι ακόλουθες παρατηρήσεις θα μπορούσαν να θεωρηθούν και σαν συμπεράσματα της παρατήρησης και ανάλυσης των παραδοσιακών κατασκευαστικών συστημάτων ως προς την ιστορία της εξέλιξης και συντήρησής τους, αλλά, και σαν οδηγίες για την δεοντολογία αντιμετώπισης της συντήρησης και ενίσχυσής τους σήμερα.

4.4.1 ΚΥΡΙΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ Ή ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

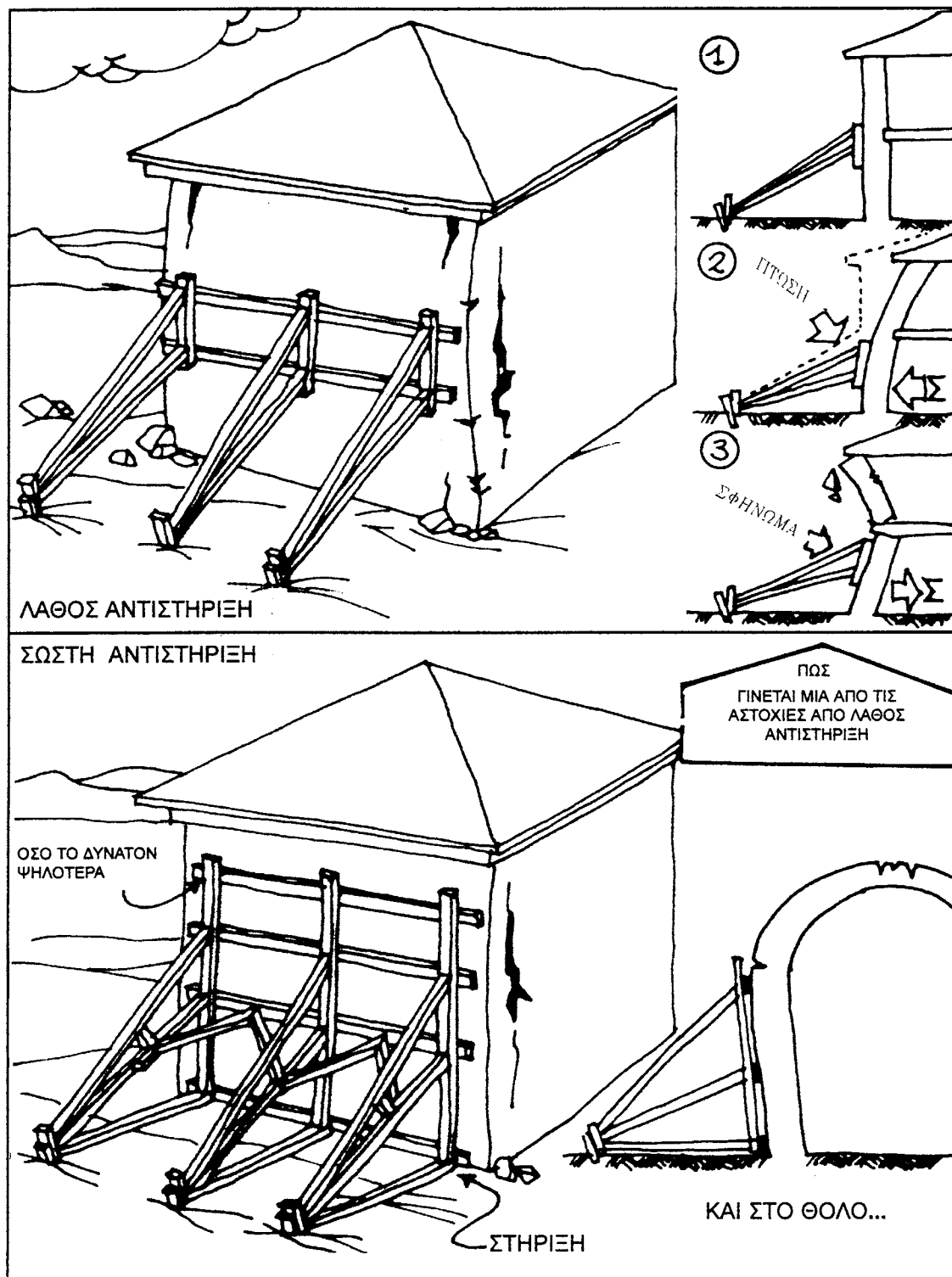
Οι κύριες επεμβάσεις για την ενίσχυση των στεγών και των πατωμάτων για την σεισμική καταπόνηση αφ' ενός, αλλά και για την συνεργασία μέσω αυτών των περιμετρικών τοίχων μεταξύ των μπορούν να αναφερθούν ως εξής:

- Εξουδετερώνονται οι τυχόν υπάρχουσες μόνιμες οριζόντιες στατικές ωθήσεις των τοίχων από τη στέγη ή το πάτωμα μέσω κατασκευής ελκυστήρων περίσφιξης, αντηρίδων, διόρθωσης των σχετικών φορέων κ.λ.π. (**Σχ.4.11**)
- Εξασφαλίζεται όσο το δυνατόν πληρέστερα η διαφραγματική λειτουργία του πατώματος ή της στέγης μέσω πετσώματος (δαπέδου ή οροφής), λοξών ενισχύσεων, αντιανεμίων, δικτύωσης κ.λ.π.
- Παράλληλα με τις προηγούμενες ενέργειες, επισκευάζονται ή αντικαθίστανται τα φθαρμένα στοιχεία του φέροντα οργανισμού της στέγης ή του πατώματος ο οποίος γενικά ελέγχεται και ενισχύεται, χωρίς να αλλάζει κρίσιμα η αρχική του λειτουργία παραλλαβής φορτίων.
- Εξασφαλίζεται η σύνδεση της στέγης ή του πατώματος με τους τοίχους πάνω στους οποίους στηρίζεται μέσω διαζώματος, στρωτήρων, ελκυστήρων σε προέκταση της διαδοκίδωσης κ.λ.π. (**Σχ.4.12**)

- Επισκευάζεται, βελτιώνεται και συντηρείται η τελική επικάλυψη της στέγης ώστε να εξασφαλισθεί πλήρως η στεγανότητα της. Ειδική προσοχή δίνεται στα γείσα και τις προεξοχές της στέγης καθώς και σε κάθε σημείο όπου η συνέχεια της επικάλυψης της στέγης διακόπτεται όπως οι καμινάδες, φεγγίτες κ,λ,π.



Σχ.4.12: Συνεργασία πατώματος (ή στέγης) με τους τοίχους. Εκμετάλλευση των αρχών της διαφραγματικής λειτουργίας καθώς και εκείνων της συμπεριφοράς του κτίσματος ως ενιαίας χωρικής, κιβωποειδούς οντότητας.



Σχ.4.13: Παράδειγμα άμεσης επέμβασης αντιστήριξης και ο κίνδυνος από την λανθασμένη εφαρμογή της.

4.5 ΑΜΕΣΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ

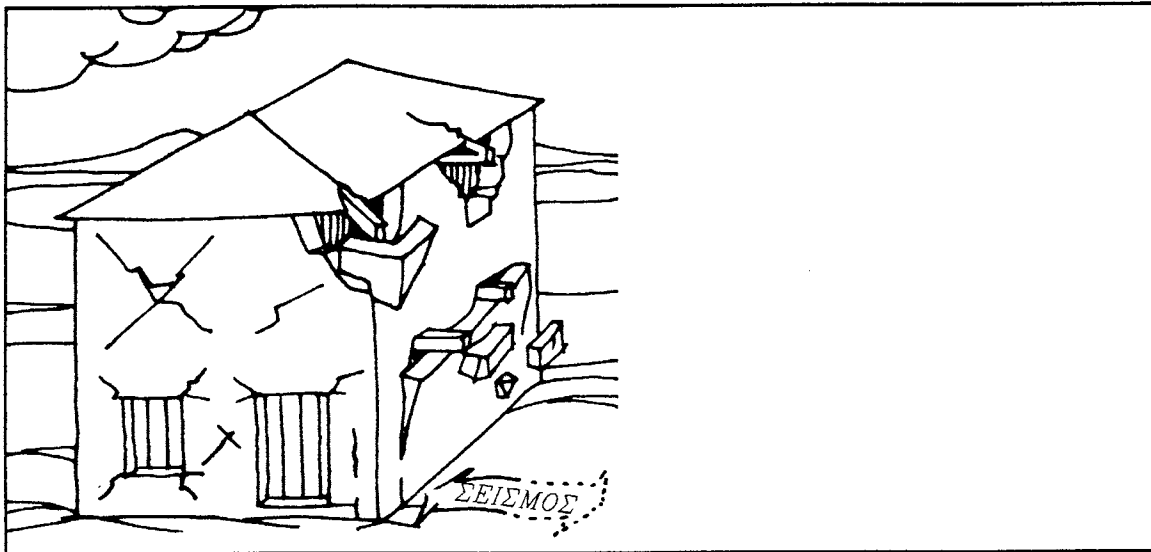
Αμέσως μετά τον σεισμό, πολλά παραδοσιακά δομημένα κτίρια και μνημεία, που έχουν πάθει σοβαρές ζημιές κινδυνεύουν άμεσα να πάθουν ακόμα σοβαρότερες βλάβες ή και να καταρρεύσουν στις επόμενες μετασεισμικές δονήσεις. Η σεισμική δράση έχει αθροιστικό χαρακτήρα στις βλάβες τους, όπως ήδη επισημάναμε.

Άμεσες επεμβάσεις σωστής αντιστήριξης, προστασίας και ενίσχυσης αυτών των βλαμμένων κτιρίων πριν τις επόμενες σεισμικές δονήσεις μπορούν να σώσουν το κτίριο και να μειώσουν τον κίνδυνο περισσοτέρων ατυχημάτων.

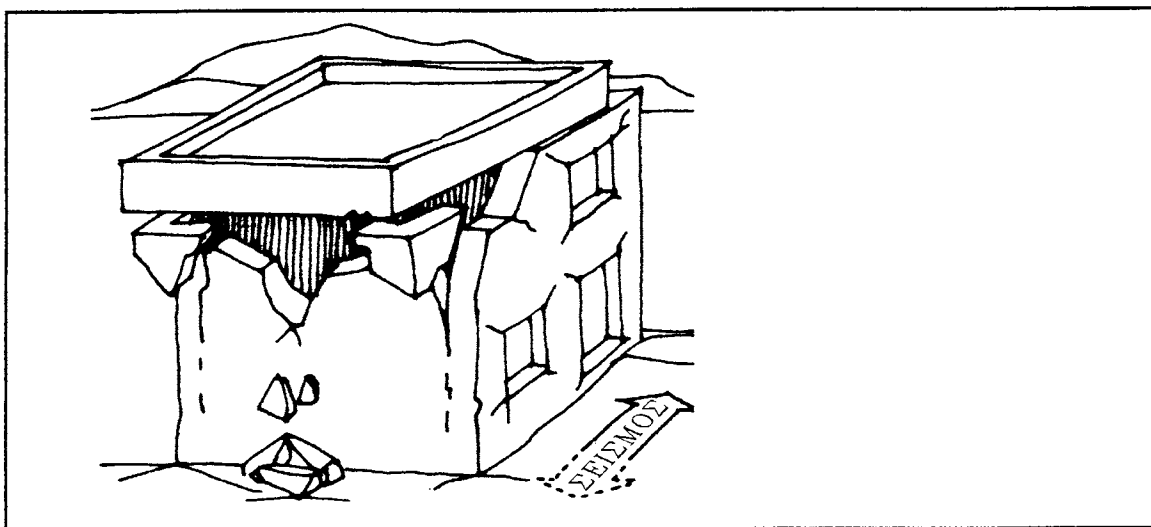
Οι κατασκευές όμως των υποστηρίξεων ή αντιστηρίξεων στα τμήματα των κτιρίων τα οποία έχουν υποστεί βλάβες πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή γιατί με μια επιπόλαιη ή λανθασμένη αντιστήριξη μπορεί να επιδεινωθεί η βλάβη και να επιταχυνθεί η κατάρρευση. (Σχ.4.13)

4.6 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ

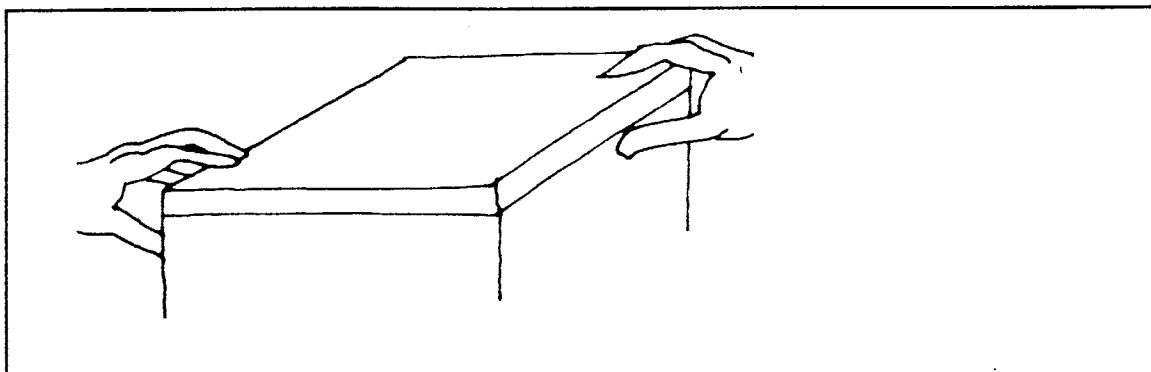
Όλα όσα έχουν αναφερθεί πιο πάνω για την συνεργασία των πλέον άκαμπτων τοίχων του κτιρίου με τους ισχυρότερα καταπονούμενους, ως προς την εκάστοτε κύρια διεύθυνση του σεισμού, με την βοήθεια των πατωμάτων ή στεγών, για την ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας των και για την αποτελεσματική συνεργασία όλων των φερόντων ή μη μελών του παραδοσιακού κτίσματος, **μπορούν και πρέπει να γίνονται πριν τούτο υποστεί τη σεισμική δοκιμασία.** Αξιολογώντας τον βαθμό σπουδαιότητας κάθε κτίσματος μπορεί να προγραμματισθεί και πραγματοποιηθεί η αντισεισμική του ενίσχυση, σταδιακά, ακόμη και μέσα από τις τακτικές διαδικασίες συντήρησης. Η ενημέρωση και η κατάλληλη πληροφόρηση των αρμοδίων υπηρεσιών αλλά και των ιδίων των ιδιοκτητών ή χρηστών αυτών των κτισμάτων για τις απαιτούμενες ενέργειες θα βοηθούσαν πολύ. Τέλος η οργάνωση ειδικά ενημερωμένων τεχνικών ή τεχνιτών ή συνεργείων σε περιοχές υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας με κατάλληλες γνώσεις, εξοπλισμό και υλικά για την άμεση, την ώρα της καταστροφής, και την προληπτική ενίσχυση των παραδοσιακών κτισμάτων και μνημείων θα μπορούσε να προλάβει πολλές καταστροφές. Βέβαια, η άμεση επέμβαση απαιτεί υπεύθυνες



Σχ.4.14: Ασύνδετα μεταξύ τους και με τους τοίχους στοιχεία της στέγης ή του πατώματος επιδεινώνουν τις βλάβες στους τοίχους.



Σχ.4.15: Αντικατάσταση στέγης ή πατώματος με δυσανάλογου βάρους για τους φέροντες τοίχους κατασκευή επιδεινώνει τις βλάβες την ώρα του σεισμού...



...αντί να "δένει" τους τοίχους σαν μια λογικού βάρους διαφραγματική κατασκευή.

και, πολλές φορές, ριψοκίνδυνες αποφάσεις με γνώμονα την όσο το δυνατόν ευρύτερη διάσωση των παραδοσιακών μας κτισμάτων. Εύκολος και ασφαλής είναι ο χαρακτηρισμός “επικίνδυνος” ή “κατεδαφιστέος” σ’ ένα κτίσμα, αλλά αυτός οδηγεί, συχνά, κατευθείαν στην εξαφάνισή του. Και ασφαλώς, είναι ορθότερο και οικονομικότερο να προλαμβάνει κανείς παρά να επιδιορθώνει και αποκαθιστά τις αστοχίες.

4.7 ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ

Για να συντηρηθούν και να ζήσουν ενεργά στο φυσικό και κοινωνικό τους περιβάλλον, πολλά παραδοσιακά κτίσματα απαιτούν διάφορες προσθήκες και μετατροπές σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, σε κλίμακα κτιρίου ή συνόλων.

Η αντιμετώπιση όλων αυτών των επεμβάσεων και από την αντισεισμική πλευρά είναι απόλυτα αναγκαία. Δυσανάλογου βάρους για τους φέροντες τοίχους κατασκευές πατωμάτων ή δωματίων συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα, επιπόλαιες προσθήκες που επηρεάζουν κρίσιμα την μορφή και τη μάζα του κτίσματος, ως προς την αντίδρασή τους στο σεισμικό πλήγμα, αλόγιστη παράθεση υλικών με πολύ χαμηλό συντελεστή συνεργασίας μεταξύ των είναι μερικά από τα πιο συνήθη φαινόμενα των επεμβάσεων με τα αντίστοιχα καταστροφικά αποτελέσματα την ώρα του επόμενου σεισμού. (Σχ.4.14, και 4.15).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η πολιτιστική αρχιτεκτονική κληρονομιά μας γεννήθηκε και έζησε για πολλούς αιώνες κάτω από την επίδραση του φαινομένου του σεισμού. Αν προσέξουμε λίγο και προσπαθήσουμε κάπως περισσότερο θα μπορέσει να το αντιμετωπίσει με ασφάλεια για πολύ χρόνο ακόμα. Ήδη ο Ο.Α.Σ.Π. έχει ξεκινήσει διάφορες ενέργειες (μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η παρούσα έρευνα) προς την κατεύθυνση αυτή και ελπίζουμε ότι σε συνεργασία με ερευνητικούς φορείς η ενημέρωση προς κάθε κατεύθυνση καθώς και η αντιμετώπιση των αναφερθέντων προβλημάτων θα προχωρήσει πιο γρήγορα.

Η εκπαίδευση του τεχνικού κόσμου στο σύνολό του πρέπει να επαναπρογραμματισθεί και βελτιωθεί όσον αφορά το θέμα της συμπεριφοράς των

κατασκευών στον σεισμό.

Οι Πολιτικοί Μηχανικοί πρέπει να διδαχθούν και ενδιαφερθούν για την συμπεριφορά και τον θετικό ή αρνητικό ρόλο των μη φερόντων μελών σε ένα σύγχρονο κτίριο κατά την διάρκεια της σεισμικής καταπόνησης. Επίσης οι Πολιτικοί Μηχανικοί της Ελλάδας, μιας χώρας με μεγάλη και σπουδαία για την ύπαρξή της, ιστορική και μνημειακή δομημένη κληρονομιά θα έπρεπε, κατά την διάρκεια των σπουδών τους, να έρχονται συστηματικότερα και περισσότερο σε επαφή με αυτήν, μια που ούτως ή άλλως ένα σοβαρό μερίδιο απασχόλησής των στο επάγγελμα είναι σχετικό με επεμβάσεις και επαναχρήσεις παλαιών κατασκευών.

Οι Αρχιτέκτονες πρέπει να αντιληφθούν τον υπεύθυνο και σόβαρό ρόλο που διαδραματίζουν κατά τη διαδικασία της αρχικής σύνθεσης μιας κατασκευής, προδιαγράφοντας με τις αποφάσεις τους, ως προς τα σχήματα στον χώρο, τις κατανομές μαζών, τις επιλογές υλικών και φορέων κ.λ.π, την μελλοντική τους συμπεριφορά στις καταπονήσεις. Και πάλι οι Αρχιτέκτονες πρέπει ν' αντιληφθούν την σημασία των μη φερόντων μελών ενός κτιρίου κατά την σεισμική φόρτιση μια που είναι οι σχεδόν, αποκλειστικοί υπεύθυνοι για την διαχείρισή τους.

Επιπρόσθετα στα χέρια των Αρχιτεκτόνων, σε μεγάλο βαθμό, είναι και η ευθύνη της αναγνώρισης, κατανόησης, συντήρησης και επανάχρησης όλου του ιστορικού δομημένου πλούτου.

Στην Ελλάδα ένα πολύτιμο, ποικίλο και εκτεταμένο τμήμα της ιστορικής δομημένης κληρονομιάς ευρίσκεται στην περιοχή που βρέχεται από το Αιγαίο. Και πιθανόν η πιο χρήσιμη ευχή να είναι να γίνει δυνατόν, έστω και στην αρχή του 21ου πλεόν αιώνα, να επισημανθούν, αναλυθούν, καταγραφούν και κυρίως διασωθούν όλα αυτά τα μοναδικά δείγματα των Τοπικών Ιστορικών Δομικών Συστημάτων του Αιγαίου.

Στο δεύτερο μέρος της έρευνας αυτής επιλεγμένα Ιστορικά Κατασκευαστικά Συστήματα από τον χώρο του Αιγαίου θα παρουσιαστούν αναλυτικά τεκμηριώνοντας όλες τις πιο πάνω παρατηρήσεις και διαπιστώσεις.