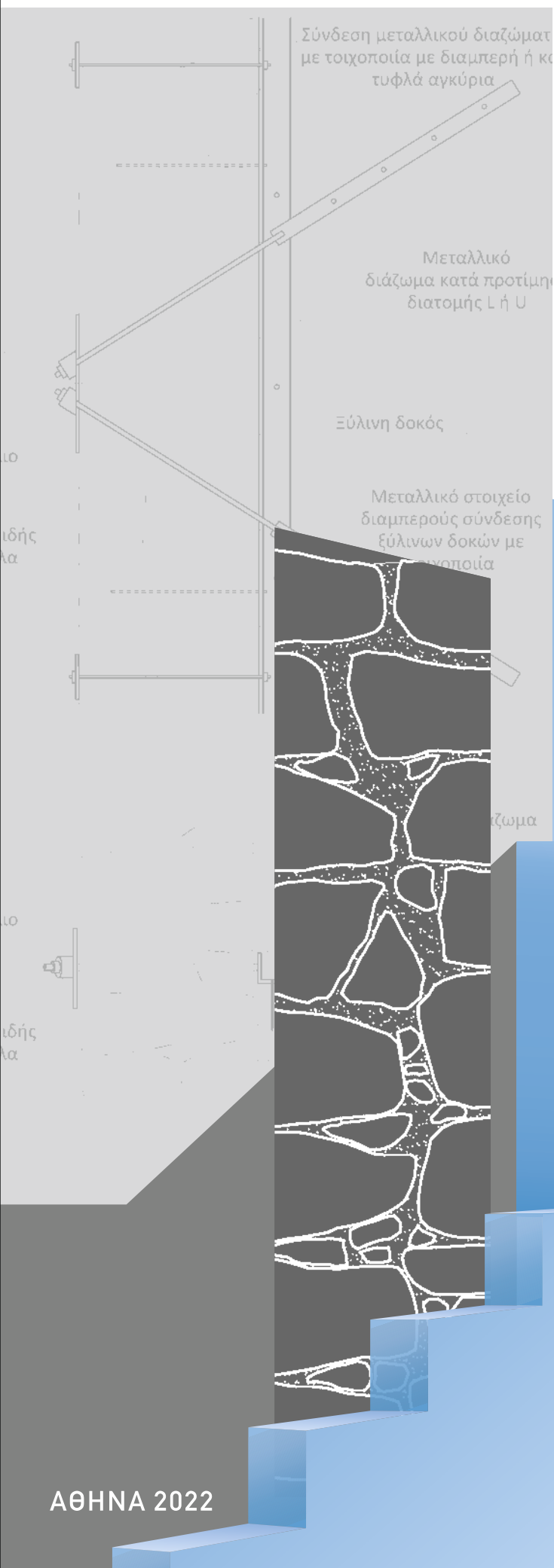


# ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΔΕΤ





# ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

18 Απριλίου 2023

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 2493

## ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. ΥΠ 261

**Έγκριση του Κανονισμού για Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας - ΚΑΔΕΤ.**

**Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ  
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ  
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις:

α. Της παρ. 8 του άρθρου 54 του ν. 4412/2016 «Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών (προσαρμογή στις Οδηγίες 2014/24/ΕΕ και 2014/25/ΕΕ)» (Α' 147),

β. του άρθρου 16 του ν. 4890/2022 «Κύρωση της από 28.1.2022 Πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου "Επείγουσες φορολογικές, τελωνειακές και συναφείς ρυθμίσεις, επείγουσες διατάξεις για τη διασφάλιση του δικαιώματος αποτελεσματικής δικαστικής προστασίας" (Α' 14) και λοιπές επείγουσες διατάξεις» (Α' 23),

γ. της περ. δ' της παρ. 2 του άρθρου 2 του ν. 1349/1983 «Σύσταση Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.) και άλλες διατάξεις» (Α' 52),

δ. του π.δ. 70/2021 «Σύσταση Υπουργείου Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας, μεταφορά υπηρεσιών και αρμοδιοτήτων μεταξύ Υπουργείων» (Α' 161),

ε. του π.δ. 71/2021 «Διορισμός Υπουργού και Υφυπουργού» (Α' 162),

στ. του άρθρου 90 του Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα (π.δ. 63/2005, Α' 98), το οποίο διατηρήθηκε σε ισχύ με την παρ. 22 του άρθρου 119 του ν. 4622/2019 (Α' 133).

2. Την υπό στοιχεία ΔΙΠΑΔ/οικ.372/2014 κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Έγκριση εφαρμογής και χρήσης των Ευρωκωδίκων σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα Εθνικά Προσαρτήματα» (Β' 1457).

3. Την υπό στοιχεία ΥΠ128/23.02.2023 απόφαση του Υπουργού Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας «Έγκριση του Κανονισμού για Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας - ΚΑΔΕΤ» (Β' 1619).

4. Την υπό στοιχεία 115/13.12.2022 απόφαση του Δ.Σ. του Ο.Α.Σ.Π., με την οποία αποφασίστηκε η θεσμοθέτηση

του Κανονισμού Αποτίμησης Δομητικών Επεμβάσεων Τοιχοποιίας - ΚΑΔΕΤ.

5. Την ανάγκη πλήρους, επιστημονικά σύγχρονης, ασφαλούς, οικονομικής, νομικώς συνεπούς και προσαρμοσμένης προς τον Ευρωκώδικα 8 αντιμετώπισης του κρίσιμου θέματος της αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό υφισταμένων κτιριακών κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.

6. Την υπό στοιχεία 1348/ΓΔΟΥ/ΔΠΔΑ/23.01.2023 εισήγηση του άρθρου 24 του ν. 4270/2014 «Αρχές δημοσιονομικής διαχείρισης και εποπτείας (ενσωμάτωση της Οδηγίας 2011/85/ΕΕ) - δημόσιο λογιστικό και άλλες διατάξεις» (Α' 143), της Γενικής Διεύθυνσης Οικονομικών Υπηρεσιών της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας του Υπουργείου Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας, σύμφωνα με την οποία δεν προκαλείται επιβάρυνση σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού, αποφασίζουμε:

1. Εγκρίνουμε τον Κανονισμό για Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας - ΚΑΔΕΤ με τα ενσωματωμένα σ' αυτόν σχόλια και παραρτήματα, τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του Κανονισμού αυτού.

2. Ο ανωτέρω Κανονισμός για Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας - ΚΑΔΕΤ εφαρμόζεται, σε όλα τα Δημόσια και Ιδιωτικά έργα, παράλληλα με τον Ευρωκώδικα 8 (αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών), Μέρος 3 (αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις).

3. Ο κύριος του έργου οφείλει να επιλέγει το πλαίσιο των κανονιστικών κειμένων αποτίμησης φέρουσας ικανότητας και δομητικών επεμβάσεων υφισταμένων κτιριακών κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία, μεταξύ των ακόλουθων δύο περιπτώσεων:

α. του Κανονισμού για Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας - ΚΑΔΕΤ,

β. του Ευρωκώδικα 8 (αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών), Μέρος 3 (αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις).

4. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ρητά στη μελέτη το χρησιμοποιούμενο κανονιστικό πλαίσιο.

5. Εξαιρούνται από την υποχρέωση εφαρμογής της παρούσας απόφασης:

α. Μελέτες αποτίμησης φέρουσας ικανότητας και δομητικών επεμβάσεων υφισταμένων κτιριακών κατα-

σκευών από φέρουσα τοιχοποιία που εκπονούνται με ιδιωτικές συμβάσεις και έχουν υποβληθεί στις αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες πριν από την έναρξη ισχύος της παρούσας απόφασης.

β. Μελέτες αποτίμησης φέρουσας ικανότητας και δομητικών επεμβάσεων υφισταμένων κτιριακών κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία που εκπονούνται με

δημόσιες συμβάσεις που έχουν υπογραφεί πριν από την έναρξη ισχύος της απόφασης αυτής.

6. Η υπό στοιχεία ΥΠ128/23.02.2023 (Β' 1619) απόφαση Υπουργού Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας παύει να ισχύει από τη δημοσίευση της παρούσας.

7. Η ισχύς της απόφασης αυτής αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

**«ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ  
ΔΟΜΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ-ΚΑΔΕΤ»**

**Αθήνα 2022**



## ΠΡΟΟΙΜΙΟ

Η ανάγκη για ένα κανονιστικό κείμενο με αντικείμενο την αποτίμηση και τις δομητικές επεμβάσεις σε υφιστάμενες κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία, έχει αναγνωριστεί από παλιά. Όμως, η σύνταξη ενός τέτοιου Κανονισμού είναι ιδιαίτερα δυσχερής επειδή οι γνώσεις μας στο αντικείμενο είναι σχετικά περιορισμένες και δεν έχει ολοκληρωθεί η σχετική έρευνα ή δεν έχει επιτευχθεί επαρκής διεθνής συμφωνία σε πολλά από τα σχετικά θέματα. Επιπρόσθετα το αντικείμενο χαρακτηρίζεται από μία πρόσθετη περιπλοκότητα. Τα περισσότερα υπάρχοντα δομήματα από Φέρουσα Τοιχοποιία είναι παλιά και έχουν κατασκευαστεί χωρίς μελέτη, χρειάζεται επομένως σε κάθε υπάρχον δόμημα να γίνουν κατανοητές οι κάθε είδους πιθανές συμπεριφορές τους και στη συνέχεια πιθανώς να τροποποιηθούν ύστερα από τις σκοπούμενες παρεμβάσεις. Από αυτή την άποψη η επιλογή των μεθόδων και η εναρμόνιση των τρόπων θεώρησης των θεμάτων που ακολουθήθηκαν σε αυτό τον Κανονισμό υπόκεινται σε κριτική.

Η Συντακτική Επιτροπή του Κανονισμού συστάθηκε το 2011 με απόφαση του ΔΣ του ΟΑΣΠ, σε συνέχεια της ολοκλήρωσης του αντίστοιχου κανονιστικού κειμένου ΚΑΝΕΠΕ, που αφορούσε κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος, ο οποίος απετέλεσε βασικό οδηγό για την δομή και την σύνταξη του Κανονισμού. Το αρχικό σχέδιο «ΚΑΔΕΤ–Απρίλιος 2017» τέθηκε στην κρίση 13μελούς ομάδας εξωτερικών ανεξάρτητων Συμβούλων για σχολιασμό και υποβολή σχετικών προτάσεων καθώς και σε 17 έγκριτα μελετητικά γραφεία. Γραπτές παρατηρήσεις και υποδείξεις υποβλήθηκαν από τους εξής Συμβούλους: Αγγέλου Δ., Δουδούμης Ι., Κάππος Α., Μάνος Γ., Μουζάκης Χ., Σπυράκος Κ., Τουμπακάρη Ε., Τριανταφύλλου Α., Ψυχάρης Ι. Επτά έγκριτα Μελετητικά τα γραφεία: ACE–Hellas Δ. Ιωακείμ, 3DR Γ. Βαδαλούκας και Α. Παπαχρηστίδης, EQUIDAS Χ. Γιαρλέλης, Επίλυση Α. Παπαθανασίου, ERGOCAD Γ. Τσιαμτσιακίρης, LH Λογισμική Δ. Χαραμιδόπουλος και Σ. Λιβιεράτος, Orlistmos Π. Κούμουλος, προσφέρθηκαν εθελοντικά και παρέδωσαν μελέτες επί πρότυπων κτιρίων με σκοπό τον έλεγχο της εφαρμοσιμότητας του σχεδίου αυτού του Κανονισμού. Οι μελέτες αυτές εκπονήθηκαν επί συγκεκριμένων παραδειγμάτων πραγματικών κτιρίων, τα οποία προετοίμασε η Συντακτική Επιτροπή. Όλα τα σχόλια και οι παρατηρήσεις ελήφθησαν υπόψη και απαντήθηκαν εγγράφως προς κάθε σύμβουλο και κάθε τεχνικό γραφείο.

Το επόμενο σχέδιο του Κανονισμού «ΚΑΔΕΤ–Μάρτιος 2019» συντάχθηκε λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα και τα σχόλια που υποβλήθηκαν από τους εξωτερικούς Συμβούλους και από τα Μελετητικά γραφεία και ο ΟΑΣΠ παρουσίασε το σχέδιο αυτό σε ειδική ανοικτή εκδήλωση που πραγματοποιήθηκε το Σεπτέμβριο του 2019. Η Συντακτική Επιτροπή υπέβαλε προς τον ΟΑΣΠ το τελικό σχέδιο «ΚΑΔΕΤ–Μάρτιος 2021» μετά από δημόσια διαβούλευση, λαμβάνοντας υπόψη και τις νεότερες απόψεις και παρατηρήσεις των μελών της. Το τελικό κείμενο εφαρμογής του Εθνικού Κανονισμού, «ΚΑΔΕΤ» 2022, συντάχθηκε, μετά από νέα δημόσια διαβούλευση, από πενταμελή Ομάδα Μελέτης που ανάλαβε να ολοκληρώσει το

σχέδιο «ΚΑΔΕΤ-Μάρτιος 2021» και να διαμορφώσει την τελική πρόταση για το κείμενο του Κανονισμού.

Παρά της πιθανές ατέλειες του κειμένου, βασίμως ελπίζεται ότι το παρόν τελικό κείμενο του Κανονισμού «Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας-ΚΑΔΕΤ», θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τους Μηχανικούς και το κοινωνικό σύνολο ευρύτερα.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2022

#### **Η ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Συντονιστής: Στέφανος Δρίτσος

Μέλη: Τάσιος Θεοδόσιος, Βιντζηλαίου Ελισάβετ, Ιγνατάκης Χρήστος, Καραντώνη Τριανταφυλλιά, Κωστίκας Χρίστος, Μιλτιάδου Ανδρονίκη, Πανουτσοπούλου Μαρία, Πανταζοπούλου Σταυρούλα, Στυλιανίδης Κοσμάς, Χρονόπουλος Μιλτιάδης

#### **ΟΜΑΔΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ**

Συντονιστής: Στέφανος Δρίτσος

Μέλη: Μιλτιάδου Α., Πανουτσοπούλου Μ., Πανταζοπούλου Σ., Στυλιανίδης Κ.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΣΥΜΒΟΛΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

#### ΣΚΟΠΟΣ - ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ –ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ

- 1.1 ΣΚΟΠΟΣ**
  - 1.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ
  - 1.1.2 ΣΧΟΛΙΑ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ
  - 1.1.3 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
  
- 1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**
  - 1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ
  - 1.2.2 ΔΟΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΒΛΑΒΕΣ
  - 1.2.3 ΔΟΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΛΑΒΕΣ
  
- 1.3 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ-ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ**
  - 1.3.1 ΓΕΝΙΚΑ
  - 1.3.2 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ
  - 1.3.3 ΕΥΘΥΝΕΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

#### ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

- 2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ**
  - 2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ
  - 2.1.2 ΣΚΟΠΟΣ

---

2.1.3	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ
2.1.4	ΑΡΧΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ
<b>2.2</b>	<b>ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>
2.2.1	ΓΕΝΙΚΑ
2.2.2	ΟΡΙΣΜΟΙ
2.2.3	ΣΥΛΛΗΨΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
<b>2.3</b>	<b>ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>
2.3.1	ΓΕΝΙΚΑ
2.3.2	ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ
<b>2.4</b>	<b>ΜΕΤΡΑ ΔΟΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ</b>
2.4.1	ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΑ ΑΜΕΣΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
2.4.2	ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
2.4.2.1	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΔΟΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ
2.4.2.2	ΤΥΠΟΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥΣ
<b>2.5</b>	<b>ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ</b>
2.5.1	ΓΕΝΙΚΑ
2.5.2	ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
2.5.3	ΚΥΡΙΑ (Η ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ) ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
<b>2.6</b>	<b>ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ</b>
2.6.1	ΓΕΝΙΚΑ
2.6.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
2.6.3	ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΛΕΓΕΝΤΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.1****ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΑΝΕΚΤΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ Ή ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3****ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ****3.1 ΓΕΝΙΚΑ****3.2 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ**

## 3.2.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

## 3.2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

## 3.2.1.2 ΛΕΠΤΟΜΕΡΗ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

**3.3 ΙΣΤΟΡΙΚΟ****3.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΦΘΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΛΑΒΩΝ (ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ)****3.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

## 3.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

## 3.5.2 ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΥ ΔΟΜΗΣΕΩΣ

## 3.5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ

## 3.5.3.1 ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ-ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

## 3.5.3.2 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΝΗΘΗ ΜΕΣΑ

## 3.5.3.3 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩ ΟΡΓΑΝΩΝ

## 3.5.3.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

## 3.5.4 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

## 3.5.4.1 ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΟΦΕΙΣ ΤΗΣ

## 3.5.4.2 ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΗΣ

## 3.5.4.3 ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΔΙΑΖΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

- 
- 3.5.4.4 ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΟΜΗΣΕΩΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΙΧΩΝ
  - 3.5.4.5 ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΦΑΣΕΩΝ, ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΟΨΕΙΣ, ΚΛΠ.
  - 3.5.4.6 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ
  - 3.5.4.7 ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ
  - 3.5.4.8 ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
  
  - 3.6 ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΤΟΧΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**
    - 3.6.1 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΛΙΘΩΝ
    - 3.6.2 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΠΛΙΘΩΝ
    - 3.6.3 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ
    - 3.6.4 ΑΝΤΟΧΗ ΞΥΛΟΥ
    - 3.6.5 ΑΝΤΟΧΗ ΜΕΤΑΛΛΟΥ
    - 3.6.6 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
  
  - 3.7 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ**
  
  - 3.8 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ**
    - 3.8.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ
    - 3.8.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ
    - 3.8.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΞΥΛΟΥ, ΜΕΤΑΛΛΟΥ ΚΛΠ.
    - 3.8.4 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
    - 3.8.5 ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΚΛΠ.

- 3.9 ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΕ ΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΩΝ ΥΠΟ ΚΛΙΜΑΚΑ**
- 3.10 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (Σ.Α.Δ.)**
  - 3.10.1 ΓΕΝΙΚΑ
  - 3.10.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Σ.Α.Δ.
  - 3.10.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ Σ.Α.Δ. ΣΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ
  - 3.10.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ Σ.Α.Δ.
  - 3.10.5 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ Σ.Α.Δ.
    - 3.10.5.1 ΑΝΕΚΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
    - 3.10.5.2 ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
    - 3.10.5.3 ΥΨΗΛΗ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.1****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΕΛΕΤΗΤΗ**

1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ
2. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ
3. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4****ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

- 4.1 Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ, Η ΑΝΙΣΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**
  - 4.1.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
  - 4.1.2 ΑΝΙΣΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
  - 4.1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
  - 4.1.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
  
- 4.2 ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (Σ.Α.Δ.)**
  
- 4.3 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ**
  
- 4.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ**
  - 4.4.1 ΔΡΑΣΕΙΣ
    - 4.4.1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ( ΜΗ - ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ)
    - 4.4.1.2 ΤΥΧΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ (ΣΕΙΣΜΟΣ)
    - 4.4.1.3 ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ
    - 4.4.1.4 ΔΥΣΚΑΜΨΙΕΣ
  - 4.4.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΑΣΕΩΝ
  - 4.4.3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ
  
- 4.5 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**
  - 4.5.1 ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ
  - 4.5.2 ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ  
(ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ)
  - 4.5.3 ΓΙΑ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ  
(ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ)
    - 4.5.3.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ
    - 4.5.3.2 ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ
  
- 4.6 ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  $q$**



- 4.6.1 ΓΕΝΙΚΑ
- 4.6.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ
- 4.6.3 ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
  
- 4.7 ΤΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ m**
- 4.7.1 ΓΕΝΙΚΑ
- 4.7.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ
- 4.7.3 ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
  
- 4.8 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΛΛΗΛΟΔΡΑΣΗ ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ Ή ΣΥΝΟΛΩΝ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.1**

ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΑΝΗΓΜΕΝΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΒΑΣΕΩΣ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΟΝ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.2**

Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5****ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

- 5.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ**
- 5.1.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
- 5.1.2 ΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- 5.1.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
- 5.1.4 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ)
  
- 5.2 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ**

---

<b>5.3</b>	<b>ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ</b>
5.3.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ
5.3.2	ΣΥΝΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΡΕΨΗΣ
5.3.3	ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
5.3.3.1	ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΚΑΙ ΡΑΒΔΩΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
5.3.3.2	ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ
5.3.3.3	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΠΛΑΙΣΙΟ
5.3.3.4	ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΛΙΠΤΗΡΩΝ & ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ
5.3.4	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΕΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ
5.3.5	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ
5.3.6	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ
5.3.7	ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΔΕΥΤΕΡΑΣ ΤΑΞΕΩΣ
5.3.8	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ
<b>5.4</b>	<b>ΕΛΑΣΤΙΚΗ (ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ) ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</b>
5.4.1	ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
5.4.2	ΒΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ
5.4.3	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΥ
5.4.3.1	ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ
5.4.4	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ
<b>5.5</b>	<b>ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ)</b>
5.5.1	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ
5.5.1.1	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΡΑΒΔΩΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

5.5.1.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

**5.6 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

**5.7 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΪΣΤΟΡΙΑΣ)**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5Α.**  
**ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

5-A.1 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

5-A.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΣΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

5-A.1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

5-A.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΤΟΙΧΩΝ Φ.Τ.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5-Β.**  
**ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΟΥ ΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΕΥΠΑΡΑΜΟΡΦΩΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**  
**ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**

**6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

6.1.1 ΚΡΙΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΩΣ ΥΛΙΚΟΥ

6.1.1.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

6.1.1.2 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

- 
- 6.1.1.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΥΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΙΖΟΜΕΝΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ
  - 6.1.2 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΕΝΤΟΣ ΔΟΜΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
    - 6.1.2.1 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ
  - 6.2 Η ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ**
    - 6.2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ ΑΠΟ ΘΛΙΨΗ
    - 6.2.2 Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΑΟΠΛΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΥΠΟ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΘΛΙΨΗ
    - 6.2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
    - 6.2.4 Η ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
      - 6.2.4.1 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΜΟΝΟΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ Ή ΔΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ
      - 6.2.4.2 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ
      - 6.2.4.3 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΡΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
    - 6.2.5 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ, ΜΕΤΡΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΑΣΕΩΝ-ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ
  - 6.3 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ**
  - 6.4 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ**
  - 6.5 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΤΕΜΝΟΥΣΑ**
    - 6.5.1 ΤΡΟΠΟΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ
    - 6.5.2 ΑΝΤΟΧΗ ΑΟΠΛΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

**6.6 ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7****ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ****7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

7.1.1 ΣΚΟΠΟΣ

7.1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ– ΟΡΙΣΜΟΙ

7.1.2.1 ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΕΝΤΑΤΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ- ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ “F-Δ”

7.1.2.2 ΟΙΟΝΕΙ ΕΛΑΣΤΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΡΟΗ

7.1.2.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ  $F_y$ 

7.1.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕΤΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΙΧΟΥ

7.1.4 ΟΡΙΟ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ

7.1.5 ΑΠΟΜΕΝΟΥΣΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

7.1.6 ΠΛΑΣΤΙΜΗ ΚΑΙ ΨΑΘΥΡΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

**7.2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΕΜΝΟΥΣΑ**

7.2.1 ΙΚΑΝΟΤΙΚΗ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

7.2.2 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

7.2.3 ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΔΡΑΣΗ

7.2.4 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΔΙΑΖΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

**7.3 ΤΟΙΧΟΙ ΥΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΟΙ ΣΕ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗ ΥΠΟ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΞΟΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ****7.4 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ**

- 
- 7.4.1 ΤΟΙΧΟΙ ΦΟΡΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΟΥΣ
  - 7.4.2 ΤΟΙΧΟΙ ΥΠΟ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗ
  - 7.4.3 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΤΟΙΧΩΝ
  - 7.4.4 ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΤΟΙΧΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ
  
  - 7.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  $q$ , ΛΟΓΟΣ  $R=V_e/V_y$  ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
  
  - 7.6 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗ

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**

##### **ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ/ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ, ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ**

- 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 8.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
- 8.3 ΥΛΙΚΑ, ΤΕΧΝΙΚΕΣ
- 8.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ, ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ
- 8.5 ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ, ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ Κ.ΛΠ.
- 8.6 ΘΕΜΑΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
- 8.7 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, ΧΑΛΥΒΑ, ΞΥΛΟ Κ.ΛΠ.

---

<b>8.8</b>	<b>ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ</b>
8.8.1	ΓΕΝΙΚΑ
8.8.2	ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΑ, ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ
8.8.3	ΠΛΗΡΩΣΗ Ή ΣΥΡΡΑΦΗ ΡΩΓΜΩΝ
8.8.4	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Ή ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ
8.8.5	ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ
<b>8.9</b>	<b>ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ</b>
8.9.1	ΓΕΝΙΚΑ
8.9.2	ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΡΕΙΩΝ ΤΟΙΧΩΝ
8.9.3	ΒΑΘΕΙΑ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΑ
8.9.4	ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ
8.9.5	ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ (ΜΕΣΩ ΕΝΕΣΕΩΝ)
8.9.5.1	ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΜΟΝΟΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣΉ ΔΙΣΤΡΩΤΕΣ ΜΕ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ
8.9.5.2	ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΡΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ
8.9.6	ΠΕΡΙΔΕΣΕΙΣ ΠΕΣΣΩΝ, ΣΤΥΛΩΝ
8.9.7	ΜΑΝΔΥΕΣ
8.9.8	ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ
8.9.9	ΠΛΑΙΣΙΩΣΗ Ή ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ
8.9.10	ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ/ΘΛΙΠΤΗΡΩΝ, ΠΕΡΙΔΕΣΕΙΣ
8.9.11	ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΗΡΙΔΩΝ
8.9.12	ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ
8.9.13	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ
8.9.14	ΝΕΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ
8.9.15	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ Ή/ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9****ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ****9.1 ΣΚΟΠΟΣ****9.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ**

9.2.1 ΜΕΓΕΘΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Α: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΒΛΑΒΕΣ (DL)

9.2.2 ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Β, ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ (SD)

9.2.3 ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Γ, «ΑΠΟΦΥΓΗ ΟΙΟΝΕΙ-ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ»

**9.3 ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΑΣΤΙΜΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**

9.3.1 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

9.3.2 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ, m

9.3.3 ΤΟΠΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

9.3.3.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΡΗΣΗ

9.3.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ

9.3.4 ΟΙΟΝΕΙ - ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  $q$  ή ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ R

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10****ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ****10.1 ΦΑΣΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ**



- 10.1.1 ΕΚΘΕΣΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ
- 10.1.2 ΕΚΘΕΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ-ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
- 10.1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ
- 10.1.4 ΕΚΘΕΣΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
- 10.1.5 ΕΚΘΕΣΗ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
- 10.1.6 ΤΕΥΧΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ, ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ
  
- 10.2 ΦΑΣΗ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**
- 10.2.1 ΕΚΘΕΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
- 10.2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
- 10.2.3 ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ
- 10.2.4 ΠΡΟΤΥΠΑ ΥΛΙΚΩΝ, ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- 10.2.5 ΕΚΘΕΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
- 10.2.6 ΤΕΥΧΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ, ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11****ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

- 11.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ**
- 11.1.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
- 11.1.1.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΣΩΝΤΑ ΑΝΑΔΟΧΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΤΩΝ
- 11.1.1.2 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ
  
- 11.2 ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ**
- 11.2.1 ΓΕΝΙΚΑ
- 11.2.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ

- 11.2.3 ΕΠΙΒΛΕΨΗ
- 11.2.3.1 ΣΚΟΠΟΣ
- 11.2.3.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ
- 11.2.3.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΟΣ
- 11.2.4 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ
- 11.2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ-ΟΡΙΣΜΟΙ
- 11.2.4.2 ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
- 11.2.4.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ
  
- 11.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**
- 11.3.1 ΓΕΝΙΚΑ
- 11.3.2 ΠΕΡΙΟΔΙΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ
- 11.3.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΒΛΑΒΗΣ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Χ (ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ)**

**ΣΥΝΘΕΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ**

## ΣΥΜΒΟΛΑ

### ΛΑΤΙΝΙΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

		Κεφάλαιο
$A_c$	δρώσα επιφάνεια τοιχωμάτων του ισογείου ανά κύρια κατεύθυνση (m <sup>2</sup> )	5
$A_{contact}$	επιφάνεια επαφής της διαδοκίδας κατά μήκος της έδρασης	9
$A_f$	εμβαδόν διατομής ενός μεμονωμένου στοιχείου ενίσχυσης	8
$A_i$	δρώσα επιφάνεια της διατομής του τοίχου $i$ στην θεωρούμενη κατεύθυνση δράσης του σεισμού	5
$A_{L,w}$	επιφάνεια του τοίχου καθέτως προς την διεύθυνση της σεισμικής δράσης	7
$A_{sh}$	διατομή του οριζόντιου οπλισμού των επιχρισμάτων	8
$A_w$	συνολικό εμβαδόν φερόντων τοίχων στη στάθμη ελέγχου	5
$B$	ίδιο βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου (σε kN/m <sup>2</sup> )	5
CF	συντελεστές εμπιστοσύνης, όπως ορίζονται στο 3.5(1)P και στον Πίνακα 3.1, του ΕΚ 8-3	7
$C_m$	συντελεστής δρώσας μάζας	5,7,9
CN	σημείο ελέγχου, (control node)	7
$C_t$	εμπειρική σταθερά	5
DL	οριακή κατάσταση περιορισμού βλαβών	9
$E$	ομογενοποιημένο μέτρο ελαστικότητας τοιχοποιίας (σε ανάλυση με πεπερασμένα Στοιχεία)	5
$E_d$	τιμή σχεδιασμού (και επανελέγχου) των εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών που προκαλούνται από τις δράσεις	4,8
$E_e$	μέτρο ελαστικότητας εξωτερικών παρειών τοιχοποιίας	6
$E_E$	εντατικό σεισμικό μέγεθος που προκύπτει από συνδυασμό ιδιομορφικών αποκρίσεων	5
$E_{Ei}$	σεισμικό μέγεθος λόγω της ιδιομορφής ταλάντωσης $i$	5
$E_{E,k}$	μέγιστη τιμή του σεισμικού εντατικού μεγέθους που εξετάζεται από υπολογισμό της χρονοϊστορίας του (δύναμη, μετακίνηση, κλπ)	5
$E_f$	μέτρο ελαστικότητας ινών	8
$E_i$	μέτρο ελαστικότητας υλικού πληρώσεως	6
$E_{id}$	δύναμη που δρα στη διεπιφάνεια, όπως υπολογίζεται από την ένταση σχεδιασμού στην περιοχή	8
$EI$	δυσκαμψία ρηγματωμένης διατομής	5
$E_k$	αντιπροσωπευτική τιμή των βασικών και τυχηματικών δράσεων	4
$E_{k,j0}$	τιμή του σεισμικού μεγέθους στο $j$ -οστό ιδιομορφικό σχήμα	5
$E_{k,j}(t)$	χρονοϊστορία του σεισμικού μεγέθους που εξετάζεται στην $j$ -οστή ιδιομορφή	5
$E_{k,min}$	ελάχιστες αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών και τυχηματικών δράσεων	3
$E_{k,max}$	μέγιστες αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών και τυχηματικών δράσεων	3
$E_{wc}$	τέμνον μέτρο ελαστικότητας	6
$E_{wc,f}$	μέτρο ελαστικότητας της ενισχυμένης τοιχοποιίας	8
$F$	εντατικό μέγεθος	5,7

$F^*$	δύναμη του ισοδύναμου Συστήματος Μίας Ελευθερίας Κίνησης ΣΜΕΚ	5
$F_b$	τέμνουσα δύναμη βάσης Συστήματος Πολλών Ελευθεριών Κινήσεως (ΣΠΕΚ)	5
$F_{bk}$	τέμνουσα δύναμη βάσης που δρα στην $k$ ιδιομορφή	5
$F_d$	τιμή σχεδιασμού εντατικού μεγέθους σε όρους δυνάμεων ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας	4
$F_{ed}$	Συγκεντρωμένη αδρανειακή δύναμη που ασκείται κάθετα στον τοίχο στην στάθμη του πατώματος	5,7,9
$F_{Ed,tot}$	συνισταμένη δύναμη $F_{Ed,tot}$ που καταπονεί τον τοίχο σε εκτός επιπέδου δράση	7,9
$F_i$	δύναμη	6
$F_{Rd}$	αντοχή του στοιχείου έναντι ανατροπής	7
$F_{res}$	απομένουσας αντίστασης	7
$F_u$	οριακή αντοχή	7
$F_y$	αντίσταση διαρροής	4,7
$G$	μόνιμες δράσεις	5,7
$G_w$	Μέτρο διάτμησης	5
$G_wA$	δυστημσία	5
$H$	ύψος του κτιρίου	5
$H_0$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- απόσταση μεταξύ της διατομής στην οποία επιτυγχάνεται η καμπτική ικανότητα και του σημείου μηδενισμού των ροπών (βλ. σχήμα Σ7.3 β και γ)</li> <li>- απόσταση του σημείου μέγιστης μετακίνησης από την ακμή αστοχίας. (βλ. σχήμα Σ7.9)</li> </ul>	7
$I_{w,y}$	ροπή αδράνειας της διατομής του κτιρίου στη στάθμη της κάτοψης, περί τον άξονα γ	5
$K$	οιονεί ελαστική δυσκαμψία	7
KL	επίπεδο γνώσης (knowledge level)	3
$L$	οριζόντια εντός επιπέδου διάσταση του τοιχώματος (μήκος)	7
$L'$	μήκος της θλιβόμενης περιοχής του τοίχου	7
$L_{b,t}$	ελάχιστο μήκος επαφής του διαζώματος με την τοιχοποιία μετρούμενο αριστερά ή δεξιά του επιπέδου της διαγώνιας ρωγμής	7
$M$	καμπτική ροπή	4,5,7
$M_{dia}$	επιμεριζόμενη μάζα του οριζοντίου διαφράγματος	5
$M_{Ed}$	ροπή ανατροπής	5
$M_{Edi}$	δρώσα ροπή έναντι εκτός επιπέδου κάμψης	5
$M_R$	εκτός επιπέδου ροπή κάμψεως περί οριζόντιο άξονα (σελ 6-26)	6
$M_{Rd}$	ροπή κάμψεως	7
$M_{Rd 1,0}$	εκτός επιπέδου ροπή κάμψεως περί οριζόντιο άξονα	7
$M_{Rd 2,0}$	εκτός επιπέδου ροπή κάμψεως περί κατακόρυφο άξονα	7
$M_S$	εκτός επιπέδου ροπή κάμψεως περί κατακόρυφο άξονα Σελ 6-26	6
$N$	ορθή δύναμη	4,5,6,7
NC	οριακή κατάσταση οιονεί κατάρρευσης	9
$N_{Ed}$	τιμές σχεδιασμού όλων των κατακόρυφων φορτίων στη βάση του κτιρίου	5

$N_{sd}$	αξονικό φορτίο του τοίχου για το σεισμικό συνδυασμό	7
$Q$	μεταβλητές δράσεις	5,7
$R$	$R=V_{el}/V_y$ , ο λόγος της ελαστικής απαίτησης $V_{el}$ , προς την τέμνουσα που αντιστοιχεί στην οιονεί διαρροή του φορέα, $V_y$ ,	5,7,9
$R_{id}$	δύναμη αντίστασης, αναλόγως της μέγιστης ανεκτής σχετικής μετακίνησης σε διεπιφάνεια	8
$R_d$	τιμή αντίστασης σχεδιασμού και επανελέγχου	4,8,9
$R_k$	αντιπροσωπευτική τιμή των ιδιοτήτων των υλικών που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις	4
$S$	συντελεστής εξαρτώμενος από το έδαφος	4,5,7
$S_d$	τιμή σχεδιασμού και επαναλέγχου δράσεων	9
$SD$	οριακή κατάσταση σημαντικών βλαβών	9
$S_e^{fail}$	η μέγιστη «ανεκτή» επιτάχυνση	5
$S_e$	φασματική επιτάχυνση από το ελαστικό φάσμα απόκρισης	4,5,7,9
$S_E$	εντατικό μέγεθος για την σεισμική δράση από την (ελαστική) ανάλυση	9
$S_G$	εντατικό μέγεθος για τις δράσεις βαρύτητας του σεισμικού συνδυασμού	9
$S_{k,min}$	ελάχιστο μέγεθος αντιπροσωπευτικής τιμής δράσης	4
$S_{k,max}$	μέγιστο μέγεθος αντιπροσωπευτικής τιμής δράσης	4
$S_\delta(T)$	φασματική μετακίνηση	7
$T$	Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του κτιρίου	4,5,7
$T_1$	ιδιοπερίοδος (σελ. 5-28) χρειάζεται να μπει	5
$T_{1max}$	ιδιοπερίοδος (σελ. 5-28) χρειάζεται να μπει	5
$T_B, T_C$	περίοδοι στην αρχή και στο τέλος του πλατώ του φάσματος επιτύνσεων	4,5,7
$V$	τέμνουσα δύναμη	4,5,7
$V_E$	δρώσα τέμνουσα δύναμη	4
$V_{E,d}$	μέγιστη τέμνουσα βάσης που προκύπτει από ελαστική ανάλυση	9
$V_{el}$	σεισμική τέμνουσα βάσης	5,7
$V_f$	ικανοτική τέμνουσα	7
$V_i$	όγκος του τοίχου μεταξύ των δυο εξωτερικών παρειών	8
$V_m$	όγκος του κονιάματος	6
$V_R$	συνολική ανθιστάμενη τέμνουσα δύναμη	4
$V_{Rd,f}$	τέμνουσα που αναλαμβάνεται μετά από ενίσχυση με σύνθετα υλικά	8
$V_{tier}$	πρόσθετη διατμητική αντίσταση λόγω παρουσίας οριζοντίων διαζωμάτων	7
$V_V$	διατμητική αντίσταση	7
$V_w$	όγκος της τοιχοποιίας	6,8
$V_y$	τέμνουσα που αντιστοιχεί στην οιονεί διαρροή του φορέα	5,7
$W/g$	μάζα του δομήματος (συνολικό βάρος του κτιρίου ανηγμένο προς την επιτάχυνση της βαρύτητας)	5,9
$Y_j(t)$	χρονοϊστορία απόκρισης της ιδιομορφής $j$	5

## ΛΑΤΙΝΙΚΑ ΠΕΖΑ

		Κεφάλαιο
$a_g$	οριζόντια εδαφική επιτάχυνση	2,5
$a_{g,ref}$	οριζόντια εδαφική επιτάχυνση αναφοράς, που ορίζεται με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 10% στα 50 χρόνια συμβατικής ζωής του έργου	2,4
$b_{ml}$	συνεργαζόμενο σε θλίψη πλάτος	6
$b_{mt}$	συνεργαζόμενο σε θλίψη πλάτος	6
$d$	μετακίνηση	4,5
$d^*$	μετακίνηση του ισοδύναμου Συστήματος Μίας Ελευθερίας Κίνησης ΣΜΕΚ	5
$d_d$	τιμή σχεδιασμού οριακής παραμόρφωσης ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας	4
$d_{el}$	αναμενόμενη μέγιστη μετακίνηση που υπολογίζεται από την γραμμική ελαστική ανάλυση	5
$d_{inel}$	αναμενόμενη μέγιστη ανελαστική μετακίνηση	5
$d_n$	μετακίνηση του κόμβου ελέγχου του Συστήματος Πολλών Ελευθεριών Κινήσεως (ΣΠΕΚ)	5
$d_u$	σχετική μετατόπιση	4,7
$d_y$	τιμή στο στάδιο της διαρροής	4
$e_{iim}$	οριακή εκκεντρότητα	5
$f$	δύναμη	5
$f_{bc}$	θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων	6
$f_{c,e}$	θλιπτική αντοχή των εξωτερικών παρειών τρίστρωτης τοιχοποιίας	6
$f_{c,i}$	θλιπτική αντοχή του υλικού πληρώσεως τρίστρωτης τοιχοποιίας	6
$f_d$	θλιπτική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας	7,9
$f_e$	θλιπτική αντοχή εξωτερικής παρειάς τοιχοποιίας	6
$f_{gc}$	θλιπτική αντοχή του ενέματος	8
$f_i$	θλιπτική αντοχή υλικού πληρώσεως	6
$f_{mc}$	θλιπτική αντοχή του κονιάματος	6
$f_{m,f}$	αντοχή του «μικτού» κονιάματος μετά από αρμολογήματα	8
$f_j$	θλιπτική αντοχή του κονιάματος αρμολόγησης	8
$f_{m,0}$	θλιπτική αντοχή του αρχικού κονιάματος	8
$f_0$	συντελεστής (σε MPa), ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τον βαθμό λάξευσης των λίθων	6,8
$f_{sy}$	το όριο διαρροής του οπλισμού των επιχρισμάτων	8
$f_{tm}$	οιονεί χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας	5
$f_v$	αντοχή της τοιχοποιίας έναντι τέμνουσας	6
$f_{vd}$	αντιπροσωπευτική τιμή της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας	7
$f_{vd,s}$	διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας που σχετίζεται με ολίσθηση κατά μήκος επιφάνειας τριβής	7
$f_{vd,t}$	διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας που σχετίζεται με διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση	7
$f_{vm0}$	διατμητική αντοχή στην περίπτωση απουσίας κατακόρυφου φορτίου (συνοχή)	7

$f_{vo}$	διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας υπό μηδενική θλιπτική τάση	6
$f_{wc}$	θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας	6,7
$f_{wcf}$	θλιπτική αντοχή ενισχυμένης τοιχοποιίας	8
$f_{wc,h}$	αντοχή τοιχοποιίας σε θλίψη κατά την οριζόντια διεύθυνση	6
$f_{wc,l}$	αντοχή σε τοπική θλίψη από αγκύρωση ελκυστήρα	6
$f_{wc,v}$	αντοχή τοιχοποιίας σε θλίψη κατά την κατακόρυφη διεύθυνση	6
$f_{wc,\theta}$	αντοχή τοιχοποιίας σε θλίψη κατά λοξή διεύθυνση	6
$f_{wc,0}$	αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας	6,8
$f_{wt}$	εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας	6,7,8
$f_{wt,d}$	αντιπροσωπευτική εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας	7
$f_{wt,h}$	αντοχή τοιχοποιίας σε εφελκυσμό κατά την οριζόντια διεύθυνση, (εντός του επιπέδου τοιχώματος)	6
$f'_{wt,h}$	αντοχή τοιχοποιίας σε εφελκυσμό κατά την δυνητική αποσύνδεση εγκάρσιων τοιχωμάτων	6
$f_{wt,v}$	αντοχή τοιχοποιίας σε εφελκυσμό κατά την κατακόρυφη διεύθυνση	6
$f_{wt,\theta}$	αντοχή τοιχοποιίας σε εφελκυσμό κατά λοξή διεύθυνση	6
$f_{xd1,app}$	φαινόμενη καμπτική αντοχή σχεδιασμού για ρηγμάτωση παράλληλα στους αρμούς	5
$g$	επιτάχυνση της βαρύτητας	5,9
$h$	ύψος	5
$h$	ύψος του ενισχυόμενου στοιχείου	8
$h_{bm}$	μέσο ύψος των λιθοσωμάτων	6
$h_{ef}$	ενεργό ύψος (ύψος λυγισμού)	5
$h_{oi}$	ύψος υπερθύρου δίσκου $i$	5
$h_p$	μέσο ύψος των πεσσών στον όροφο	5
$h_{pi}$	το ύψος του πεσσού $i$	5
$h_{sl}$	μέσο ύψος πλάκας	5
$h_{tot}$	συνολικό ύψος του διατμητικού τοίχου ή του κτιρίου από την στέψη της θεμελίωσης	5
$h_w$	ύψος τοίχου	6
$k$	όγκος κονιάματος : όγκος τοιχοποιίας	6
$k$	σταθερά ελατηρίου	5
$k$	ως δείκτης: ιδιομορφή	5
$l$ ή $\ell$	Μήκος	5,6,7
$l_c$	μήκος της θλιβόμενης ζώνης	6
$l_{oi}$	μήκος του ανοίγματος $i$	5
$l_{pi}$	μήκος του πεσσού $i$	5
$\ell_s$	απόσταση διαδοχικών διατμητικών τοίχων.	5
$l_w$	μήκος του τοίχου	6
$l_{wi}$	μήκος του τοιχώματος $i$	5
$\ell_x$	μήκος κατά την $x$ διεύθυνση	5
$m$	τοπικός δείκτης συμπεριφοράς ή πλαστιμότητας	2,4,7,9
$m_i$	συγκεντρωμένη μάζα στην στάθμη του $i$ -οστού ορόφου	5
$m_k$	δρώσα ιδιομορφική μάζα που αντιστοιχεί στην ιδιομορφή $k$	5

$m^*$	μάζα ισοδύναμου Συστήματος Μίας Ελευθερίας Κίνησης	5
$m(x)$	κατανομημένη μάζα κτιρίου ως συνάρτηση της απόστασης $x$ από τη θεμελίωση	5
$n$	πλήθος	5
$n$	ο λόγος του όγκου του εισαγόμενου ενέματος ως προς τον συνολικό όγκο του κονιάματος	8
$p_{tier}$	περίμετρος επαφής μεταξύ του ξυλίνου διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας	7
$q$	καθολικός δείκτης συμπεριφοράς	2,4,5,7,9
$q'$	τιμή $q$ για στάθμη επιτελεστικότητας $B$	4
$q^*$	διαφοροποιημένη τιμή $q$	4
$r_K$	μειωτικοί συντελεστές	7
$r_R$	μειωτικοί συντελεστές	4,7
$r_{\delta u}$	μειωτικοί συντελεστές	7
$r_d$	μειωτικός συντελεστής αρχικής αντίστασης	8
$S_f$	αξονική απόσταση των στοιχείων ενίσχυσης	8
$t$	πάχος τοίχου	5,7
$t_b$	πάχος λιθοσώματος	6
$t_{ef}$	ενεργό πάχος	5
$t_f$	ονομαστικό πάχος του ινοπλισμένου επιχρίσματος	8
$t_{jm}$	μέσο πάχος των οριζόντιων αρμών κονιάματος	6
$t_m$	πάχος κονιάματος	6
$t_w$	πάχος διατομής	6,7
$t'$	πάχος τοίχου εξωτερικά φωλεών στήριξης δοκών	9
$u_i$	μετατόπιση	5
$u_{b,tier}$	τάση συνάφειας μεταξύ του ξυλίνου διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας,	7
$W_{Ed}$	σεισμικό φορτίο που αντιστοιχεί στην $S_e(T)$ (σελ.4-47, σελ 5-44) σελ7-20	5,7
$W_u$	σεισμικό φορτίο στην αστοχία του τοίχου	5

## ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

		<b>Κεφάλαιο</b>
$A_i$	στάθμη επιτελεστικότητας Φ.Ο. - Περιορισμένες βλάβες	2,4,5,9
$B$	ίδιο βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου	5
$B_i$	στάθμη επιτελεστικότητας Φ.Ο. - Σημαντικές βλάβες	2,4,5,9
$\Gamma_i$	στάθμη επιτελεστικότητας Φ.Ο. - Οιονεί κατάρρευσης	2,4,5,7,9
$\Gamma$	συντελεστής μετατροπής από πολυβάθμιο σε ΣΜΕΚ	5
$\Delta A$	διαφορά στη οριζόντια διατομή τοίχων	5
$\Delta \epsilon_{wc,u}$	αύξηση της κορυφαίας παραμόρφωσης	6
$\Delta_{CN}$	ανελαστική μετακίνηση στο σημείο ελέγχου του κτιρίου	7
$\Delta f_{wc}$	μείωση της θλιπτική τάσης	6
$\Delta_i$	οριζόντια μετακίνηση στη στάθμη $i$	7
$\Delta m$	διαφορά στη μάζα μεταξύ διαδοχικών ορόφων	5
$E\Gamma$	επίπεδο γνώσης	3
EK 2-1-1	ΕΛΟΤ EN 1992-1-1: 2005	2,8



EK 3-1-1	ΕΛΟΤ EN 1993-1-1: 2005	1,8
EK 4-1-1	ΕΛΟΤ EN 1994-1-1: 2005	1
EK 5-1-1	ΕΛΟΤ EN 1995-1-1: 2005	1,8
EK 6-1-1	ΕΛΟΤ EN 1996-1-1: 2006	2,3,5,6
EK 7-1	ΕΛΟΤ EN 1997-1: 2005	8
EK 8-1	ΕΛΟΤ EN 1998-1: 2005	2,3,4,5,8,9
EK 8-3	ΕΛΟΤ EN 1998-3: 2005	3
ΚΑΝΕΠΕ	ΚΑΝΕΠΕ 2017	1
$\Sigma EI$	άθροισμα των δυσκαμψιών όλων των στοιχείων δυσκαμψίας κατά την θεωρούμενη διεύθυνση	5
$\Phi(x_i, y_i, z_i)$	θεμελιώδης μεταφορική ιδιομορφή	5,7
$\Omega_w$	ροπή αντίστασης της κάτοψης του δομήματος περί τον άξονα κάμψης στον οποίο αναπτύσσεται η ροπή ανατροπής	5
$\Omega_{w,c}$	λόγος ροπής αδράνειας της διατομής του δομήματος στην στάθμη της κάτοψης ανηγμένη προς το ύψος της θλιβόμενης ζώνης	5
$\Omega_{w,t}$	λόγος ροπής αδράνειας της διατομής του δομήματος στην στάθμη της κάτοψης ανηγμένη προς το ύψος της ανενεργής (οιονεί εφελκούμενης) ζώνης	5

## ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΖΑ

		<b>Κεφάλαιο</b>
$\alpha$	λόγος του μέσου πάχους των οριζόντιων αρμών κονιάματος και του μέσου ύψους των λιθοσωμάτων	6
$\alpha_2$	συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τον λόγο, «μ», τον βαθμό ενδοσιμότητας κατά μήκος των πλευρών του τοίχου, καθώς και τον λόγο του ύψους προς το μήκος των τοίχων	5
$\gamma$	γωνιακή (διατμητική) παραμόρφωση	4
$\gamma_w$	γωνιακή (διατμητική) παραμόρφωση τοίχου	7,9
$\gamma_g$	ειδικό βάρος της τοιχοποιίας	7
$\gamma_d$	τιμή σχεδιασμού της οριακής γωνιακής παραμόρφωσης, ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας	4,9
$\gamma_{Ed}$	επί μέρους συντελεστής ασφαλείας έναντι αβεβαιότητας προσομοιωμάτων μέσω των οποίων εκτιμώνται οι συνέπειες των δράσεων	3,4,6,8,9
$\gamma_{Ed,i}$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για δύναμη που δρά σε διεπιφάνεια, όπως υπολογίζεται από την ένταση σχεδιασμού στην περιοχή	8
$\gamma_f$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τις δράσεις με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες δυσμενείς αποκλίσεις των αντίστοιχων μεταβλητών από τις αντιπροσωπευτικές τιμές	3,4
$\gamma_g$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για μόνιμες δράσεις	4
$\gamma_l$	συντελεστής σπουδαιότητας	3,4
$\gamma_m$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τις ιδιότητες των υλικών, με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες δυσμενείς αποκλίσεις των αντίστοιχων μεταβλητών από τις αντιπροσωπευτικές τιμές	3,4,7,8,9
$\gamma'_m$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τις ιδιότητες των νέων προστιθέμενων υλικών	4, 8
$\gamma_q$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για μεταβλητές δράσεις	4

$\gamma_{Rd}$	επιμέρους συντελεστές ασφαλείας έναντι αβεβαιοτήτων των προσομοιωμάτων, μέσω των οποίων εκτιμώνται οι κάθε είδους αντιστάσεις	2,3,4,6,8,9
$\gamma_{Rd,\delta}$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τα δευτερεύοντα στοιχεία	9
$\gamma_{Rd,i}$	επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για δύναμη αντίστασης αναλόγως της μέγιστης ανεκτής σχετικής μετακίνησης σε διεπιφάνεια	8
$\gamma_{Sd}$	αυξητικοί συντελεστές ασφαλείας για τις πρόσθετες αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων ανάλυσης	2
$\gamma_{w,u}$	ονομαστική τιμή γωνιακής παραμόρφωσης κατά την αστοχία	9
$\gamma_w$	γωνιακή παραμόρφωση τοιχοποιίας	6,9
$\gamma_{w,cr}$	γωνιακή παραμόρφωση την στιγμή της ρηγμάτωσης	6
$\gamma_{w,u}$	γωνιακή παραμόρφωση μετά την εμφάνιση λοξών ρωγμών δεδομένου αποδεκτού βαθμού βλάβης	6
$\gamma_{w,\gamma}$	τιμή σχεδιασμού οριακής παραμόρφωσης στο στάδιο της διαρροής	4
$\delta$	Παραμόρφωση ή μετακίνηση	5,7
$\delta$	λόγος του πάχους της εξωτερικής παρειάς προς το πάχος του υλικού πληρώσεως	6
$\delta$	ο λόγος του αθροίσματος των βαθών της αμφίπλευρης αρμολόγησης προς το πάχος της τοιχοποιίας	8
$\delta_d$	οριακή παραμόρφωση ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας	9
$\delta_{d,B}$	παραμόρφωση στο στάδιο επιτελεστικότητας B	9
$\delta_{d,\Gamma}$	παραμόρφωση στο στάδιο επιτελεστικότητας Γ	9
$\delta_u$	παραμόρφωση αστοχίας	7,9
$\delta_{u,pl}$	ικανότητα πλαστικής παραμόρφωσης	7
$\delta_\gamma$	παραμόρφωση διαρροής	9,7
$\epsilon_u$	ανηγμένη παραμόρφωση η οποία αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας	6
$\epsilon_{wc}$	παραμόρφωση τοιχοποιίας υπό θλίψη	6
$\epsilon_{wc,f}$	παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε στάθμη τάσεως 0,80 της θλιπτικής αντοχής ( $0,80 f_{wc}$ )	6
$\epsilon_{wc,u}$	παραμόρφωση που αντιστοιχεί στη θλιπτική αντοχή $f_{wc}$	6
$\epsilon'_{wc,u}$	παραμόρφωση που αντιστοιχεί στη θλιπτική αντοχή κατά λοξή διεύθυνση $f_{wc,\theta}$	6
$\zeta_e$	Συντελεστής σχήματος κατανομής οριζοντίων σεισμικών δυνάμεων	5
$\eta$	συντελεστής εξαρτώμενος από την απόσβεση	5
$\theta$	γωνία στροφής χορδής	4,7,9
$\theta_d$	Οριακή τιμή της σχετικής γωνίας στροφής χορδής ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας	9
$\theta_{plan}$	οριζόντια απόκλιση χορδής από το παραμορφωμένο στοιχείο σε εκτός επιπέδου κάμψη	7
$\theta_{R,u}$	οριακή στροφή ανατροπής τοίχου	7
$\theta_u$	στροφή αστοχίας τοίχου/πεσσού	7,9
$\theta_\gamma$	Στροφή στο στάδιο της «οιονεί διαρροής» επιφανειακών στοιχείων από φέρουσα τοιχοποιία	7
$\lambda$	συντελεστής κατανομής των οριζοντίων δυνάμεων καθ ύψος της κατασκευής όταν υπάρχει κατανεμημένη μάζα στους τοίχους	5
$\lambda$	συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες στήριξης τοίχου σε εκτός επιπέδου κάμψη (Σχέση Σ. 7.7)	7

$\lambda$	συντελεστής ενεργοποίησης για μείωση της μέγιστης τάσης του χάλυβα	8
$\lambda$	συντελεστής συνάφειας λιθοσώματος-κονιάματος	6,8
$\lambda_e$	(<1,00) εμπειρικός συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την αλληλεπίδραση εξωτερικών παρειών και υλικού πληρώσεως	6
$\lambda_i$	(>1,00) εμπειρικός συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την αλληλεπίδραση εξωτερικών παρειών και υλικού πληρώσεως	6
$\mu$	φαινόμενος συντελεστής τριβής κατά μήκος της επιφάνειας ολισθήσεως	6,7
$\mu$	λόγος μεταξύ των καμπτικών αντοχών σχεδιασμού της τοιχοποιίας κατά δύο κύριες διευθύνσεις	5
$\mu_\delta$	δείκτης πλαστιμότητας μετατοπίσεων	7
$\mu_{\delta u}$	διαθέσιμη (μέγιστη) τιμή του δείκτη πλαστιμότητας παραμορφώσεων	7
$\mu_\theta$	δείκτης πλαστιμότητας στροφών	7
$\mu_d$	διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα μετακινήσεων	4
$v_d$	ανηγμένη αξονική τάση	7
$v_e$	συντελεστής Poisson εξωτερικής παρειάς τοιχοποιίας	6
$v_i$	συντελεστής Poisson υλικού πληρώσεως	6
$v_{sd}$	ανηγμένο αξονικό φορτίο	7
$\xi$	συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την δυσμενή επιρροή του πάχους των αρμών κονιάματος	6
$\rho_h$	ελάχιστο ποσοστό οριζόντιου οπλισμού για κάθε παρειά αναγόμενο στο αρχικό πάχος του τοίχου	8
$\rho_v$	ελάχιστο ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού για κάθε παρειά αναγόμενο στο αρχικό πάχος του τοίχου	8
$\sigma$	θλιπτική τάση	6
$\sigma_z$	κατακόρυφη θλιπτική τάση	6
$\sigma_d$	υπερκείμενη μέση θλιπτική τάση στο επίπεδο ολισθήσεως για το σεισμικό σχεδιασμό	7,9
$\sigma_e$	θλιπτική τάση εξωτερικής παρειάς τοιχοποιίας	6
$\sigma_f$	ενεργή εφελκυστική τάση του υλικού ενίσχυσης	8
$\sigma_i$	θλιπτική τάση υλικού πληρώσεως	6
$\sigma_s$	τάση χάλυβα	8
$\sigma_{wc}$	ορθή τάση	5
$\sigma_{wt}$	τάση στην ακραία εφελκυσόμενη ίνα οφειλόμενη σε ροπή $M_s$	5,6
$\sigma_o$	θλιπτική τάση λόγω αξονικής δράσεως στην διατομή ελέγχου	6,7
$\chi_{\theta\lambda\iota\beta}$	διάσταση θλιβόμενης περιοχής παράλληλα προς τη σεισμική δράση	5
$\psi_i$	συντελεστές συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων	4

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΣΚΟΠΟΣ - ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ

#### 1.1 ΣΚΟΠΟΣ

##### 1.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ

Για τον παρόντα Κανονισμό, ως Φέρουσα Τοιχοποιία (Φ.Τ.) νοείται αυτή η οποία διαμορφώνεται από λιθοσώματα συνδεδεμένα με κονίαμα. Ο Κανονισμός δεν έχει εφαρμογή σε ελληνορωμαϊκά κτίρια που είναι κτισμένα εν ξηρώ.

Ο Κανονισμός εφαρμόζεται τόσο σε συνήθη κτίρια όσο και σε μνημεία και διατηρητέα κτίρια, μαζί με συμπληρωματικές ειδικότερες διατάξεις που τυχόν ισχύουν.

Ο Κανονισμός καλύπτει βασικώς:

- Δομήματα από Φ.Τ.
- Τμήματα δομημάτων από Φ.Τ. στις περιπτώσεις μεικτών φερόντων οργανισμών. Στις περιπτώσεις αυτές, ο κανονισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το μελετητή σε συνδυασμό με άλλους κανονισμούς (ενδεικτικά: ΚΑΝΕΠΕ, ΕΚ 3-1-1, ΕΚ 4-1-1, ΕΚ 5-1-1), με εύλογες παραδοχές υπέρ της ασφαλείας για το σύνολο του δομήματος.

Ο Κανονισμός καλύπτει βασικώς δομήματα από Φ.Τ. παρά το γεγονός ότι οι γενικές αρχές της Μηχανικής ισχύουν εν γένει.

Σκοπός του παρόντος Κανονισμού είναι η θεσμοθέτηση κριτηρίων για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφισταμένων δομημάτων από φέρουσα τοιχοποιία (Φ.Τ.). Ο Κανονισμός ρυθμίζει και τον ανασχεδιασμό αυτών των δομημάτων, μετά από ενδεχόμενες επεμβάσεις (επισκευές ή και ενισχύσεις) τους, καθώς και για τις ενδεχόμενες επεμβάσεις, επισκευές ή ενισχύσεις.

Στόχος του είναι:

- Να προσφέρει κριτήρια για την αξιολόγηση της σεισμικής συμπεριφοράς υφιστάμενων δομημάτων.
- Να περιγράψει την προσέγγιση για την επιλογή των απαραίτητων μέτρων επέμβασης.
- Να θέσει κριτήρια για τον σχεδιασμό των μέτρων επέμβασης (δηλ. σύλληψη, που

να συμπεριλαμβάνει και τα μέτρα επέμβασης, τελική διαστασιολόγηση των νέων φερόντων στοιχείων και των συνδέσεών τους, τόσο μεταξύ τους όσο και με τα υπάρχοντα δομικά στοιχεία).

#### 1.1.2 ΣΧΟΛΙΑ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ

Η αρμόδια Δημόσια Αρχή, συγχρόνως και κατ' αντιστοιχία προς τα άρθρα του παρόντος Κανονισμού, δημοσιεύει και τα σχόλια, όπως παρουσιάζονται εδώ, τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του Κανονισμού και αναφέρονται σε θέματα ειδικότερης σημασίας, παρατηρήσεις που βοηθούν στην κατανόηση του κειμένου, ή μεθόδους περιορισμένης ισχύος που είναι δυνατόν να εφαρμόζονται υπό προϋποθέσεις.

#### 1.1.3 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ο παρών Κανονισμός περιέχει διατάξεις υποχρεωτικής εφαρμογής, οι οποίες καθορίζουν:

α. Τα κριτήρια αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας υφισταμένου δομήματος.

Η διαδικασία και τα κριτήρια αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας που προτείνονται στον παρόντα Κανονισμό αποτελούν ένα σύνολο κανόνων, με την τήρηση των οποίων θεωρείται ότι ικανοποιούνται οι θεμελιώδεις συνθήκες επάρκειας ενός δομήματος ή τμημάτων του.

Οι ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις φέρουσας ικανότητας οι οποίες πρέπει να ικανοποιούνται από τις υφιστάμενες κατασκευές, μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να είναι μειωμένες σε σχέση με τις προβλέψεις των ισχυόντων Κανονισμών σχεδιασμού νέων δομημάτων κατά τον χρόνο της αποτίμησης.

Η εφαρμογή άλλων μεθόδων, πέραν των αναφερομένων στον παρόντα Κανονισμό, γίνεται αποδεκτή εφόσον αυτές οι μέθοδοι

αποδεδειγμένως εξασφαλίζουν τουλάχιστον την ίδια στάθμη ασφάλειας με τον παρόντα Κανονισμό, είναι επιστημονικά τεκμηριωμένες και έχουν την έγκριση της αρμόδιας Δημόσιας Αρχής.

Η επέμβαση σε υφιστάμενες κατασκευές παρουσιάζει συνήθως ιδιαιτερότητες που δεν μπορούν να προβλεφθούν στο σύνολό τους από τον παρόντα Κανονισμό, ο οποίος καθορίζει το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα κινηθεί η μελέτη και η υλοποίηση του έργου της επέμβασης.

Οι υποχρεωτικές ελάχιστες απαιτήσεις φέρουσας ικανότητας που πρέπει να ικανοποιούνται από τις υφιστάμενες ανασχεδιαζόμενες κατασκευές, μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να είναι μειωμένες σε σχέση με τις προβλέψεις των ισχυόντων Κανονισμών σχεδιασμού νέων δομημάτων κατά τον χρόνο της επέμβασης.

Όπως και στην περίπτωση αποτίμησης (α) οι υποχρεωτικές ελάχιστες απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιούνται πριν και μετά την επέμβαση, καθορίζονται σε συνάρτηση με το είδος του δομήματος, τη χρήση του, τη σπουδαιότητά του, τον χρόνο κατασκευής του και τους ισχύοντες τότε Κανονισμούς.

Στον παρόντα Κανονισμό καθορίζονται τα μέσα με τα οποία μπορεί να γίνει η κάθε επέμβαση.

Ο Κανονισμός δεν περιορίζει τον Μελετητή που επιθυμεί να προχωρήσει σε ακριβέστερους υπολογισμούς από τους απαιτούμενους στις συνηθισμένες περιπτώσεις.

Για να γίνει αποδεκτή η εφαρμογή των ακριβέστερων μεθόδων θα πρέπει αυτές να ικανοποιούν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις (ακρίβεια προσομοιωμάτων, αξιοπιστία κ.λπ.), να συνοδεύονται

β. Τις ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις φέρουσας ικανότητας υφισταμένων ανασχεδιασμένων δομημάτων ή τμημάτων, μελών τους κ.λπ.

γ. Τον καθορισμό των τρόπων με τους οποίους μπορεί να γίνει επέμβαση.

από αποδείξεις για την αξιοπιστία τους και για την επίτευξη της απαιτούμενης από τον Κανονισμό στάθμης ασφάλειας, ενώ - σε κάθε περίπτωση - υπόκεινται στην έγκριση χρήσης τους από την αρμόδια Δημόσια Αρχή.

Ο Κανονισμός αυτός συσχετίζεται τόσο με τον εκάστοτε ισχύοντα Αντισεισμικό Κανονισμό, όσο και με τους εκάστοτε ισχύοντες Κανονισμούς σχεδιασμού δομημάτων με συγκεκριμένο υλικό, οι οποίοι περιλαμβάνουν και τα αντίστοιχα ειδικά κριτήρια, καθώς και λεπτομερείς και πρακτικούς κανόνες διαστασιολόγησης.

Για δομήματα που έχουν οικοδομηθεί με βάση παλαιότερες από τις τελευταίες, κάθε φορά, εκδόσεις των ισχυόντων Κανονισμών, ακόμη δε και χωρίς Αντισεισμική Μελέτη (με χρήση παραδοσιακών κανόνων κατασκευής) είναι πιθανόν να είναι πρακτικώς ανεφάρμοστη η πλήρης ικανοποίηση των τρεχουσών απαιτήσεων.

Τυχόν πρόβλεψη μερικής ικανοποίησης των απαιτήσεων των παραπάνω Κανονισμών, ή ικανοποίησης απαιτήσεων προγενέστερων Κανονισμών, γίνεται είτε με ρητή αναφορά στον παρόντα Κανονισμό είτε με σχετική απόφαση της Δημόσιας Αρχής.

Με σχετική απόφαση της αρμόδιας Δημόσιας Αρχής καθορίζονται οι αναγκαίες εξαιρέσεις από τις διατάξεις της Πολεοδομικής Νομοθεσίας (κατ' αναλογία με τα ισχύοντα για τα σεισμόπληκτα δομήματα), ώστε να είναι δυνατή η υλοποίηση των επεμβάσεων οι οποίες προκύπτουν κατ' εφαρμογή των διατάξεων του παρόντος Κανονισμού.

Σε δομήματα που ελέγχονται ή/και ανασχεδιάζονται με τον παρόντα Κανονισμό δεν επιτρέπονται τροποποιήσεις δομικών στοιχείων, φερόντων ή μή, ούτε η αλλαγή χρήσης τους, χωρίς προηγούμενη μελέτη των συνεπειών που προκύπτουν από αυτές τις αλλαγές.

δ. Τη συσχέτιση του Κανονισμού αυτού με άλλους Κανονισμούς (υλικών, φορτίσεων κ.λπ.)

Σχετικώς, ειδική αναφορά θα γίνεται στην τεχνική έκθεση μέτρων συντήρησης, η οποία προβλέπεται στο Κεφ. 11.

Αυτός ο Κανονισμός δεν καλύπτει πλήρως άλλου είδους δομήματα από φέρουσα τοιχοποιία.

Δεδομένου ότι: (α) οι διατάξεις του παρόντος Κανονισμού αναφέρονται και σε τυχηματικές (κυρίως σεισμικές) δράσεις οι οποίες είναι δυνατόν να υπερβούν τις προβλέψεις των σχετικών Κανονισμών, (β) η διατιθέμενη γνώση εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς και (γ) υφίστανται οικονομικοί περιορισμοί, θα πρέπει να γίνει σαφώς αντιληπτό ότι, ακόμη και αν εφαρμοσθούν πλήρως οι κανόνες του παρόντος Κανονισμού, λαμβανομένων υπόψη των εγγενών αβεβαιοτήτων, η πιθανότητα αστοχίας του δομήματος, ή τμήματος, ή μέλους του, δεν μπορεί να μηδενισθεί.

ε. Ο παρών Κανονισμός περιέχει χρονολογημένες ή μή χρονολογημένες αναφορές σε διατάξεις άλλων Κανονισμών. Αυτές οι κανονιστικές αναφορές γίνονται σε κατάλληλες θέσεις στο κείμενο ή στα σχόλια. Για τις χρονολογημένες αναφορές, τυχόν περαιτέρω τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις σε οποιοσδήποτε από αυτές τις δημοσιεύσεις ισχύουν για τον Κανονισμό μόνο όταν ενσωματωθούν σε αυτόν με τροποποίηση ή αναθεώρηση. Για τις μή χρονολογημένες αναφορές ισχύει η τελευταία έκδοση της δημοσίευσης η οποία αναφέρεται (συμπεριλαμβανομένων τυχόν τροποποιήσεων).

## **1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

### **1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ**

α. Ο Κανονισμός αυτός αφορά την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό υφισταμένων κτιριακών κατασκευών από Φ.Τ. ή τμημάτων ή μελών τους.



Επέμβαση σε υφιστάμενο δόμημα θεωρείται και η επέμβαση στα μη φέροντα στοιχεία (π.χ. ξυλόπηκτοι διαχωριστικοί τοίχοι).

Ο Κανονισμός καλύπτει τα έργα «συνήθους διακινδύνευσης», δηλαδή έργα των οποίων η επίπτωση από ενδεχόμενη βλάβη τους περιορίζεται στο ίδιο το έργο, στο περιεχόμενό του και στην άμεση γειτονία του.

Ο Κανονισμός δεν καλύπτει τα έργα «υψηλής διακινδύνευσης», δηλαδή αυτά των οποίων ενδεχόμενη βλάβη μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες σε μεγάλη έκταση έξω από την περιοχή του έργου (π.χ. φράγματα ή θαλάσσια έργα).

Για τα έργα αυτά, η απαιτούμενη στάθμη προστασίας θα καθορίζεται από ειδικές συμπληρωματικές διατάξεις.

β. Κατά τον σχεδιασμό μιας επέμβασης στον φέροντα οργανισμό που έχει ως στόχο να εξασφαλίσει επαρκή αντίσταση σε σεισμικές δράσεις, θα πρέπει να πραγματοποιούνται και έλεγχοι του φορέα έναντι συνδυασμών μή-σεισμικών δράσεων.

γ. Έργα «υψηλής διακινδύνευσης» για τον πληθυσμό δεν καλύπτονται από τον Κανονισμό αυτόν.

δ. Παρ' όλο που οι διατάξεις του παρόντος Κανονισμού είναι εφαρμόσιμες σε όλες τις κατηγορίες κτιρίων από Φ.Τ., η σεισμική αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και η επέμβαση σε μνημεία και διατηρητέα κτίρια, συχνά απαιτεί πρόσθετες διατάξεις και διαφορετικές προσεγγίσεις και υπόκειται σε περιορισμούς οι οποίοι εξαρτώνται από τις ιδιαιτερότητες των κτιρίων αυτών.

ε. Δεδομένου ότι τα υφιστάμενα δομήματα:

- (i) αντανακλούν το επίπεδο της γνώσης κατά την χρονική περίοδο της κατασκευής τους,
- (ii) περιέχουν πιθανώς κρυμμένα χονδροειδή σφάλματα,
- (iii) ενώ ενδέχεται να έχουν υποβληθεί σε προηγούμενους σεισμούς ή άλλες τυχηματικές δράσεις με αποτελέσματα τα οποία δεν είναι γνωστά στον

σημερινό Μελετητή,

η αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας του φορέα και η ενδεχόμενη δομητική επέμβαση εμπεριέχουν εν γένει υψηλότερο βαθμό αβεβαιότητας (επίπεδο γνώσης) απ' ό,τι ο σχεδιασμός νέων φορέων. Γι' αυτό απαιτούνται διαφορετικοί συντελεστές ασφάλειας για τα υλικά και για την ασφάλεια των φορέων ή μελών τους γενικότερα, καθώς και διαφορετικές διαδικασίες ανάλυσης, και ελέγχου, και μάλιστα ανάλογα με την πληρότητα και την αξιοπιστία των διαθέσιμων πληροφοριών.

Ο Κανονισμός προϋποθέτει ότι θα υπάρχει εξασφάλιση έναντι κακοτεχνιών ή σφαλμάτων λόγω απειρίας, τα οποία αποτελούν σημαντική αιτία αστοχίας δομημάτων.

Ακριβώς για την εξασφάλιση έναντι τέτοιων σφαλμάτων, ο Κανονισμός δεν είναι δυνατόν να εφαρμόζεται παρά μόνον από άτομα που διαθέτουν τα τυπικά και ουσιαστικά (παιδεία, πείρα, ικανότητα) προς τούτο προσόντα τα οποία καθορίζονται με απόφαση της Δημόσιας Αρχής.

στ. Οι διατάξεις του παρόντος Κανονισμού υποθέτουν ότι η συλλογή δεδομένων και οι δοκιμές για την τεκμηρίωση υλικών του φέροντος οργανισμού κ.λπ. πραγματοποιούνται από πεπειραμένο προσωπικό και ότι ο Μηχανικός ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αποτίμηση, τον ενδεχόμενο σχεδιασμό της ενίσχυσης και την εκτέλεση του έργου διαθέτει την κατάλληλη πείρα στον τύπο των φορέων οι οποίοι ενισχύονται ή/και επισκευάζονται.

ζ. Οι διαδικασίες επιθεώρησης, οι κατάλογοι ελέγχου και άλλες διαδικασίες συλλογής δεδομένων θα πρέπει να τεκμηριώνονται με έγγραφα εκτυπωμένα ή/και ψηφιακά και να αρχειοθετούνται, ενώ θα πρέπει να γίνεται αναφορά σε αυτά στα κείμενα της μελέτης σχεδιασμού (τεύχη και σχέδια).

### 1.2.2 ΔΟΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΒΛΑΒΕΣ

Ο όρος εμφανείς βλάβες αναφέρεται σε βλάβες που είναι εφικτό να εντοπισθούν με συνήθη μέσα στο πλαίσιο των αυτοψιών και ελέγχων.

α. Ο Κανονισμός καλύπτει τους ελέγχους υφισταμένων δομημάτων χωρίς εμφανείς βλάβες ή φθορές, όπως επίσης και τον ενδεχόμενο αντισεισμικό ανασχεδιασμό των δομημάτων αυτών.

Ο έλεγχος υφισταμένου δομήματος, πέραν των περιπτώσεων προσθηκών ή αλλαγών χρήσεως όπου κατά κανόνα γίνεται έλεγχος, είναι δυνατόν να επιβληθεί στις εξής περιπτώσεις:

- Δομημάτων χωρίς μελέτη ή με μελέτη μή εγκεκριμένη (αυθαιρέτων)
- Δομημάτων με μελέτη χωρίς εφαρμογή Αντισεισμικού Κανονισμού
- Δομημάτων με αυξημένη τρωτότητα (π.χ. παρουσία μαλακού ορόφου).

Αναβάθμιση του επιπέδου ασφαλείας μπορεί να ζητηθεί από τον κύριο του έργου, προκειμένου το υφιστάμενο δόμημα να ικανοποιεί τις σύγχρονες απαιτήσεις των Κανονισμών (στο σύνολό τους ή εν μέρει).

Η αντιμετώπιση βαρειών φθορών και βλαβών από φυσικοχημικές ή άλλες μη σεισμικές δράσεις θα καλύπτονται με συμπληρωματικές διατάξεις.

Οι γενικές αρχές και επεμβάσεις που προβλέπονται από τον παρόντα Κανονισμό έχουν εφαρμογή σε κάθε περίπτωση και συμπληρώνονται από τα κείμενα των παραρτημάτων του ή/και

β. Οι περιπτώσεις υποχρεωτικού ελέγχου υφισταμένων δομημάτων καθορίζονται με απόφαση της Δημόσιας Αρχής.

γ. Στον Κανονισμό προβλέπονται οι αναγκαίοι έλεγχοι και περιγράφονται οι τυχόν αναγκαίες επεμβάσεις (Κεφ.2 και επόμενα) για την αναβάθμιση του επιπέδου ασφαλείας υφισταμένου δομήματος.

δ. Στον Κανονισμό καθορίζονται οι απαιτήσεις του ανασχεδιασμού για κάθε περίπτωση, κατά τα προηγούμενα.

### 1.2.3 ΔΟΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΛΑΒΕΣ

α. Ο Κανονισμός καλύπτει τον έλεγχο, την επισκευή ή/και την ενίσχυση καθώς και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό υφισταμένων δομημάτων που έχουν υποστεί βλάβες.

β. Ο Κανονισμός αφορά όλες τις αιτίες βλαβών, αξιόπιστα όμως κριτήρια ανασχεδιασμού δίνονται μόνο για τις συνηθέστερες από αυτές.

ειδικών Κανονισμών.

Ο κύριος του έργου δύναται να επιλέξει αν θα γίνει απλή αποκατάσταση, υπό την προϋπόθεση τήρησης των ελάχιστων υποχρεωτικών απαιτήσεων ασφάλειας που καθορίζονται από την Πολιτεία, ή αποκατάσταση και ενίσχυση πέραν των ελάχιστων υποχρεωτικών απαιτήσεων.

γ. Από τον Κανονισμό προσδιορίζονται οι προϋποθέσεις υπό τις οποίες είναι υποχρεωτική η ενίσχυση υφιστάμενου δομήματος με βλάβες και εκείνες υπό τις οποίες θα αρκεί απλή επισκευή του δομήματος.

### **1.3 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ-ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ**

#### **1.3.1 ΓΕΝΙΚΑ**

- α. Ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η χρήση ενός δομήματος έναντι συνδυασμών δράσεων στις οποίες περιλαμβάνονται τυχηματικές δράσεις, όπως ο σεισμός, γίνεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ικανοποίηση, εν όλω ή εν μέρει, των ακόλουθων απαιτήσεων, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας:
- Η πιθανότητα κατάρρευσης του δομήματος (ή τμημάτων του) να είναι επαρκώς μικρή
  - Οι βλάβες σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού υπό τη δράση σχεδιασμού να είναι περιορισμένες και επιδιορθώσιμες
  - Οι βλάβες για δράσεις μικρότερης έντασης να ελαχιστοποιούνται, και
  - Να διασφαλίζεται μια ελάχιστη στάθμη λειτουργιών του δομήματος, ανάλογα με τη χρήση και τη σημασία του.
- β. Τα υφιστάμενα δομήματα:
- Αντικατοπτρίζουν τον βαθμό γνώσεων κατά το χρονικό διάστημα που μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν
  - Πιθανώς εμπεριέχουν αφανή σφάλματα, ενώ
  - Ενδέχεται να έχουν υποστεί άγνωστες καταπονήσεις και επιδράσεις.

Π.χ., ο σεισμός σχεδιασμού έχει πιθανότητα υπέρβασης 10% στη σκοπούμενη τεχνική διάρκεια των συνήθων έργων, ίση με 50 έτη.

Σχετικώς, βλ. και την Παράγραφο 1.2.1 [στ].

Κατά τις επεμβάσεις για επισκευή ή ενίσχυση υφισταμένων δομημάτων πρέπει να επιλέγεται, μεταξύ των άρτιων τεχνικά λύσεων, εκείνη που οδηγεί σε ελαχιστοποίηση του κόστους επέμβασης και σε μείωση τυχόν σχετικών μελλοντικών δαπανών (συναρτήσει και της απομένουσας ζωής του δομήματος).

Ο μελετητής Μηχανικός οφείλει να υποδεικνύει στον Κύριο του έργου όλα τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας, πριν από οποιαδήποτε εργασία.

γ. Κατά τους Κανονισμούς που αφορούν νέες κατασκευές, είναι αποδεκτή μία ορισμένη πιθανότητα αστοχίας.

Με την προσθήκη των αβεβαιοτήτων που υπεισέρχονται στα υφιστάμενα δομήματα ήδη από τη φάση της μελέτης τους, αυξάνεται η στάθμη αβεβαιότητας και η πιθανότητα αστοχίας. Οι αβεβαιότητες αυτές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον καθορισμό των υποχρεώσεων και των ευθυνών των παραγόντων των έργων.

δ. Οι διατάξεις του Κανονισμού τελούν υπό την παραδοχή ότι ο υπεύθυνος μελετητής Μηχανικός κατέχει τα αναγκαία επαγγελματικά προσόντα και την κατάλληλη γνώση και πείρα σχετικά με τον τύπο των κατασκευών που ελέγχονται ή επισκευάζονται ή ενισχύονται.

### 1.3.2 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ

Ο μελετητής Μηχανικός έχει την υποχρέωση εκπόνησης πλήρους και τεχνικά άρτιας μελέτης αποτίμησης ή/και επέμβασης.

Ο επιβλέπων Μηχανικός έχει την υποχρέωση της πλήρους τεχνικής υλοποίησης της εγκεκριμένης μελέτης επέμβασης.

Οι λοιποί παράγοντες υποχρεούνται να εκτελέσουν το έργο της επέμβασης, σύμφωνα με την μελέτη, τον παρόντα Κανονισμό, τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές και

Την ευθύνη για την σύνταξη του προγράμματος ερευνητικών εργασιών έχει ο μελετητής Μηχανικός. Την ευθύνη για την παρακολούθηση και ορθή εκτέλεση των εργασιών αυτών έχει ο Μηχανικός στην περίπτωση που αυτές εκτελούνται από τον ίδιο ή υπό την επίβλεψή του ή ο φορέας εκτέλεσης των εργασιών αυτών, ο οποίος πρέπει να διαθέτει τα κατάλληλα προσόντα. Την ευθύνη για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ερευνητικών εργασιών και μετρήσεων έχει ο μελετητής Μηχανικός ή Μηχανικός με τα ίδια απαιτούμενα προσόντα.

Ο μελετητής Μηχανικός δεν ευθύνεται για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων ερευνητικών εργασιών, εκτός εάν έχει αναλάβει ο ίδιος την εκτέλεσή τους.

Η ευθύνη του μελετητή Μηχανικού στη φάση αποτίμησης / τεκμηρίωσης συνίσταται στην υποβολή των σχετικών τεκμηριωμένων προτάσεων, στον Κύριο του έργου, οι οποίες θα πρέπει να είναι σύμφωνες προς τους ισχύοντες Κανονισμούς.

Τα συμπεράσματα της διερεύνησης / τεκμηρίωσης / αποτίμησης υφισταμένου δομήματος στηρίζονται στις σημερινές γνώσεις και στους σήμερα κοινώς ανεγνωρισμένους τεχνικούς κανόνες, και όχι

οδηγίες, καθώς και τους κανόνες της τέχνης, τηρώντας όλα τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας.

### 1.3.3 ΕΥΘΥΝΕΣ

Για τον προσδιορισμό των κάθε είδους ευθυνών θα λαμβάνεται υπόψη πάντοτε και η στάθμη αξιοπιστίας των δεδομένων αποτίμησης και ανασχεδιασμού, για την οποία γίνεται αναφορά στα επόμενα κεφάλαια αυτού του Κανονισμού.

Η ευθύνη του μελετητή Μηχανικού, σε ό,τι αφορά τον έλεγχο υφισταμένου δομήματος, περιορίζεται στην ορθή εκτέλεση του ελέγχου σύμφωνα με τα οριζόμενα στον παρόντα Κανονισμό.

Τα συμπεράσματα της διερεύνησης / τεκμηρίωσης υφισταμένου δομήματος δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς πέραν αυτού που προβλέπεται από τον παρόντα Κανονισμό.

στα ισχύοντα κατά την περίοδο κατασκευής του υφισταμένου δομήματος.

Απ' αυτή την άποψη, τα αποτελέσματα της διερεύνησης δεν τεκμηριώνουν νομικές ευθύνες για τον Κύριο και τους συντελεστές μελέτης και κατασκευής του υφισταμένου δομήματος.

Η ευθύνη του μελετητή Μηχανικού συνίσταται στην ορθή σύνταξη της μελέτης επέμβασης σύμφωνα με τις προβλέψεις του παρόντος Κανονισμού ανάλογα με την επιλεγείσα στάθμη επιτελεστικότητας.

Η ευθύνη του επιβλέποντα Μηχανικού συνίσταται στην ορθή επίβλεψη του έργου της επέμβασης σύμφωνα με τις προβλέψεις του παρόντος Κανονισμού, με στόχο την υλοποίηση της εγκεκριμένης μελέτης και με χρήση τεχνικώς δοκίμων μεθόδων.

Η ευθύνη των λοιπών παραγόντων του έργου συνίσταται στην έντεχνη εκτέλεση των εργασιών σύμφωνα με τον παρόντα Κανονισμό και την μελέτη της επέμβασης, τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές και οδηγίες και τους κανόνες της τέχνης, καθώς και στην τήρηση των μέτρων ασφαλείας που έχουν υποδειχθεί ή που απαιτούνται από την ιδιαιτερότητα των επεμβάσεων.

Ο μελετητής Μηχανικός δεν ευθύνεται για τυχόν αστοχίες που είναι δυνατόν να προκληθούν από τυχαίο γεγονός (π.χ. σεισμός) κατά τη φάση συγκέντρωσης των απαιτούμενων στοιχείων, εκτός αν αίτιο της αστοχίας αποδειχθεί ότι ήταν εργασίες που είχαν υποδειχθεί από τον ίδιο.

Εάν γίνει απλή αποκατάσταση φθορών ή βλαβών (επισκευή) ή τοπική ενίσχυση μελών υφισταμένου δομήματος που δεν έχει ουσιαστική επιρροή στην συνολική σεισμική απόκριση του αρχικού φορέα, η ευθύνη των παραγόντων του έργου της αποκατάστασης περιορίζεται στην ορθή εκτέλεση των συγκεκριμένων εργασιών αυτού σύμφωνα με τον παρόντα Κανονισμό, ενώ η ευθύνη για τη συνολική ασφάλεια του δομήματος παραμένει στους παράγοντες της κατασκευής του αρχικού έργου.

Η ευθύνη του Κυρίου του έργου συνίσταται στην επιλογή του στόχου επανελέγχου (αποτίμησης ή ανασχεδιασμού), ο οποίος δεν μπορεί να είναι χαμηλότερος από τον ελάχιστο οριζόμενο από την Δημόσια Αρχή.

Η ευθύνη των χρηστών του έργου συνίσταται στη διατήρηση του έργου σε καλή κατάσταση σύμφωνα με την ισχύουσα Νομοθεσία, και στην αποφυγή κάθε είδους μεταβολών, προσθηκών κ.λπ χωρίς προηγούμενη μελέτη των συνεπειών αυτών των μεταβολών.

Σε καμία περίπτωση δεν στοιχειοθετείται υπαιτιότητα τυχόν βλάβης γειτονικού κτιρίου, εκ του γεγονότος ότι όμορο αυτού κτίριο έχει ενισχυθεί αντισεισμικώς.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

#### 2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ

##### 2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η αποτίμηση υφισταμένου δομήματος ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Διερεύνηση και τεκμηρίωση
- Ανάλυση
- Έλεγχος οριακών καταστάσεων

##### 2.1.2 ΣΚΟΠΟΣ

**α.** Σκοπός της αποτίμησης υφισταμένου δομήματος είναι η εκτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητάς του και ο έλεγχος ικανοποίησης των ελαχίστων υποχρεωτικών απαιτήσεων που επιβάλλονται από τους ισχύοντες Κανονισμούς.

**β.** Για την εκτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας του δομήματος θα λαμβάνονται υποχρεωτικώς υπόψη και τα στοιχεία που προέκυψαν από τη διερεύνηση και τεκμηρίωσή του (βλέπε Κεφ. 3).

**γ.** Ο μελετητής Μηχανικός οφείλει να προγραμματίσει και να επιβλέψει μια σειρά διερευνητικών εργασιών (βλέπε Κεφ. 3) ώστε να τεκμηριώσει και να αιτιολογήσει τις παραδοχές στις οποίες θα βασισθεί η αποτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης.

**δ.** Η διαδικασία της αποτίμησης διαφοροποιείται ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι βλαβών στο προς αποτίμηση κτίριο.

Οι βλάβες υφισταμένου δομήματος μπορεί να οφείλονται σε οποιεσδήποτε δράσεις του παρελθόντος, προβλεπόμενες ή όχι από τους Κανονισμούς.

Το σκέλος αυτό της αποτίμησης πρακτικώς έχει εφαρμογή όταν οι βλάβες είναι περιορισμένες. Επιτρέπεται να παραλείπεται όταν κατά την κρίση του μελετητή Μηχανικού απαιτείται οπωσδήποτε επέμβαση, οπότε εφαρμόζονται τα αναφερόμενα στο επόμενο σκέλος (ii).

Κατά την αποτίμηση εισάγονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών στην παρούσα κατάσταση.

**ε.** Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν βλάβες, το αποτέλεσμα της αποτίμησης, ανάλογα με τον επιδιωκόμενο στόχο ανασχεδιασμού (βλέπε § 2.3 παρακάτω), θα οδηγήσει στην απόφαση για ενίσχυση ή όχι του δομήματος.

**στ.** Στην περίπτωση που ήδη υπάρχουν βλάβες, η διαδικασία αποτίμησης έχει δύο σκέλη.

i) Αποτιμάται πρώτα το δόμημα ως έχει, με συνεκτίμηση των βλαβών. Ανάλογα με τον επιδιωκόμενο στόχο ανασχεδιασμού, το αποτέλεσμα της αποτίμησης θα οδηγήσει στην απόφαση για επέμβαση (επισκευή ή/και ενίσχυση) ή όχι.

ii) Σε περίπτωση που απαιτείται επέμβαση, αποτιμάται το δόμημα στην προ των βλαβών κατάσταση, δηλαδή με την παραδοχή ότι απλώς θα αποκατασταθούν (επισκευασθούν) οι βλάβες. Ανάλογα με τον επιδιωκόμενο στόχο ανασχεδιασμού, το αποτέλεσμα της αποτίμησης αυτής θα οδηγήσει στην απόφαση για απλή μόνον επισκευή ή για επισκευή και ενίσχυση.

### 2.1.3 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Η συλλογή και αξιολόγηση των απαιτούμενων για την αποτίμηση στοιχείων διέπεται από τις ακόλουθες αρχές:

**α.** Τα δεδομένα που απαιτούνται για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφισταμένων δομημάτων (βλέπε Κεφ. 3), όπου είναι δυνατόν, θα διασταυρώνονται μεταξύ τους και θα βαθμονομούνται καταλλήλως.

**β.** Το πρόγραμμα των επιτόπου και των εργαστηριακών διερευνήσεων συνιστάται να συντάσσεται, η δε εκτέλεσή του να εποπτεύεται, από τον μελετητή Μηχανικό της

Υιοθετούνται τρεις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων, η υψηλή, η ικανοποιητική και η ανεκτή (βλέπε Κεφ. 3). Οι συνέπειες της κατάταξης αυτής περιγράφονται στα Κεφ. 3, 4, 5, 9 και 10.

Στην περίπτωση αυτή, η ακρίβεια της χρησιμοποιούμενης μεθόδου αποτίμησης πρέπει να προσαρμόζεται προς τον επιδιωκόμενο στόχο. Π.χ. αρκεί μια προσεγγιστική, αλλά συντηρητική, μέθοδος αποτίμησης για να αποδειχθεί η επάρκεια του υφιστάμενου φέροντος οργανισμού έναντι κατακορύφων φορτίων.

Για την αποτίμηση έναντι κατακορύφων φορτίων είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται οι προβλεπόμενες μέθοδοι από τους ισχύοντες Ευρωκώδικες ΕΚ 2-1-1 έως ΕΚ 6-1-1 κατά περίπτωση καταλλήλως προσαρμοσμένες στον παρόντα Κανονισμό.

αποτίμησης, ανάλογα με τις ειδικότερες ανάγκες της μελέτης.

γ. Η αξιοπιστία των συλλεγομένων στοιχείων πρέπει να λαμβάνεται καταλλήλως υπόψη στην αποτίμηση των υφισταμένων δομημάτων και στη διαμόρφωση στρατηγικών επέμβασης.

#### 2.1.4 ΑΡΧΕΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ

Η αποτίμηση υφισταμένων δομημάτων ακολουθεί τις παρακάτω αρχές:

α. Όταν ο υφιστάμενος φέρων οργανισμός προβλέπεται να συμμετάσχει στη διαμόρφωση του ανασχεδιαζόμενου φορέα για την ανάληψη μόνον κατακορύφων φορτίων, η αποτίμησή του μπορεί να γίνεται με βάση απλές, πάντως συντηρητικές, μεθόδους.

β. Όταν, όπως κατά κανόνα συμβαίνει, ο υφιστάμενος φέρων οργανισμός προβλέπεται να συμμετάσχει στη διαμόρφωση του ανασχεδιαζόμενου φορέα για την ανάληψη τόσο κατακορύφων όσο και σεισμικών φορτίων, πρέπει να γίνεται αποτίμησή του με βάση τις παρακάτω αρχές:

i) Η αποτίμηση γίνεται με αναλυτικές μεθόδους, όπως ειδικότερα ορίζεται στο Κεφ. 5 του παρόντος Κανονισμού. Ειδικώς στα δομήματα για τα οποία διατίθεται εγκεκριμένη μελέτη (η οποία έχει εφαρμοσθεί) και τα οποία δεν παρουσιάζουν βλάβες, η αποτίμηση μπορεί να γίνει βάσει των στοιχείων της εγκεκριμένης μελέτης, με υποχρέωση όμως έρευνας των υλικών.

ii) Τα προσομοιώματα που θα χρησιμοποιηθούν για την αποτίμηση μπορεί να

Η έκδοση τέτοιων ειδικών διατάξεων μπορεί να γίνεται υπό την προϋπόθεση ότι αφορούν δομικό πληθυσμό με κοινά, γνωστά χαρακτηριστικά, πάντοτε δε μετά από σχετική έρευνα η οποία θα αποδεικνύει ότι οι απλοποιητικές αυτές διατάξεις είναι συμβατές με τις απαιτήσεις του Κεφ. 5 του παρόντος Κανονισμού.

Η δυνατότητα απόδοσης των ουσιωδών βλαβών κατά μορφή και θέση αποτελεί κριτήριο αποδοχής των χρησιμοποιούμενων μεθόδων ανάλυσης.

Πιθανές παράμετροι μπορεί να είναι τα γεωμετρικά στοιχεία αφανών δομικών μελών, η διασπορά τιμών των μηχανικών χαρακτηριστικών, τυχαίοι συνδυασμοί δράσεων που πιθανολογείται ότι ασκήθηκαν στο παρελθόν κ.λ.π.

Πάντως η εκτίμηση αυτή δεν υποκαθιστά την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας που απαιτείται από τον παρόντα Κανονισμό.

αντιπροσωπεύουν το σύνολο του δομήματος ή επί μέρους στοιχεία. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται διαφορετικά προσομοιώματα, ανάλογα με το είδος των επιβαλλομένων δράσεων. Γενικώς, το είδος των προσομοιωμάτων πρέπει να καθορίζεται ανάλογα με τις μεθόδους ανάλυσης που θα εφαρμοσθούν.

iii) Η ακρίβεια των χρησιμοποιούμενων μεθόδων, συνιστάται να είναι συμβατή με την ακρίβεια των δεδομένων.

iv) Η χρήση προσεγγιστικών ή εμπειρικών μεθόδων επιτρέπεται μόνον στις περιπτώσεις που καλύπτονται από σχετικές ειδικές διατάξεις εκδιδόμενες από τη Δημόσια Αρχή.

v) Στις περιπτώσεις δομημάτων που ήδη παρουσιάζουν βλάβες ή φθορές, η εφαρμοζόμενη μέθοδος αποτίμησης οφείλει να μπορεί να αποδώσει έστω και κατά αδρομερή προσέγγιση τόσο τη μορφή όσο και τη θέση των ουσιωδών βλαβών. Σε δομήματα μεγάλης σημασίας, στα οποία έχουν διαπιστωθεί βλάβες, ενδέχεται να απαιτηθούν παραμετρικές αναλύσεις προκειμένου να επιτευχθεί η ερμηνεία των ουσιωδών βλαβών κατά μορφή και θέση.

vi) Για την ανάλυση, τον έλεγχο των οριακών καταστάσεων, την επαλήθευση του επιλεγέντος δείκτη συμπεριφοράς και τον έλεγχο των επιβαλλομένων μετακινήσεων, έχουν εφαρμογή οι διατάξεις των Παραγράφων 2.5 και 2.6 και τα σχετικά κεφάλαια του παρόντος Κανονισμού.

vii) Σε ειδικές περιπτώσεις ενδέχεται να είναι χρήσιμη ή/και αναγκαία μια ταχεία εκτίμηση της απομείωσης της φέρουσας ικανότητας ενός δομήματος που έχει υποστεί βλάβες ή φθορές. Η εκτίμηση αυτή μπορεί να γίνεται ανάλογα με την ένταση και έκταση των βλαβών σύμφωνα με δόκιμες (ακριβείς ή προσεγγιστικές) μεθόδους (βλέπε Κεφ. 5).

## 2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### 2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο ανασχεδιασμός υφισταμένου δομήματος ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Σύλληψη και προκαταρκτικός σχεδιασμός
- Ανάλυση και διαστασιολόγηση
- Έλεγχος οριακών καταστάσεων

### 2.2.2 ΟΡΙΣΜΟΙ

**α.** Με τον όρο δομητική **επέμβαση** νοείται οποιαδήποτε εργασία που έχει ως αποτέλεσμα την στοχευόμενη μεταβολή των υφισταμένων μηχανικών χαρακτηριστικών ενός δομικού στοιχείου ή του δομήματος και έχει ως συνέπεια την τροποποίηση της απόκρισής του.

**β.** Με τον όρο **επισκευή** νοείται η διαδικασία επέμβασης σε ένα δόμημα που έχει βλάβες από οποιαδήποτε αιτία, η οποία αποκαθιστά τα προ της βλάβης μηχανικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και των μεταξύ τους συνδέσεων και επαναφέρει το δόμημα στην προ των βλαβών φέρουσα ικανότητά του.

**γ.** Με τον όρο **ενίσχυση** νοείται η διαδικασία επέμβασης σε ένα δόμημα με ή χωρίς βλάβες, η οποία αυξάνει τη φέρουσα ικανότητα ή πλαστιμότητα μελών ή του δομήματος ως συνόλου σε στάθμη υψηλότερη από την υφιστάμενη.

### 2.2.3 ΣΥΛΛΗΨΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

**α.** Κατά τις προβλέψεις της Παραγράφου 2.4.2.2 του παρόντος Κανονισμού καταστρώνεται μια στρατηγική επέμβασης και επιλέγονται οι τύποι των επεμβάσεων

Τέτοιες μεταβολές είναι συνήθως η τροποποίηση των γεωμετρικών ή / και μηχανικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων, καθώς και η προσθήκη νέων ή η αφαίρεση υφισταμένων δομικών στοιχείων. Κατά τον ορισμό αυτό, κάθε επισκευή ή/και ενίσχυση αποτελεί μια επέμβαση.

Οι αποφάσεις για την κατά περίπτωση κατάλληλη στρατηγική καθώς και για τους συνεπαγόμενους τύπους επεμβάσεων, πρέπει να διαμορφώνονται με αξιοποίηση του συνόλου των πληροφοριών

που προέκυψαν κατά το στάδιο της αποτίμησης του υφιστάμενου δομήματος. Η λήψη των αποφάσεων πρέπει να βασίζεται στην εκτίμηση της συνολικής συμπεριφοράς του δομήματος και στον εντοπισμό των αδυναμιών του, όπως π.χ. η απομείωση φέρουσας ικανότητας ή δυσκαμψίας ή πλαστιμότητας, η δυσμενής μορφολογία κ.λπ. Ανεξαρτήτως της μεθόδου ανάλυσης του ανασχεδιασμένου φορέα που τελικώς θα υιοθετηθεί, σημαντική βοήθεια για τον εντοπισμό των αδυναμιών αυτών μπορεί να προσφέρει η ανελαστική στατική ανάλυση (βλέπε Κεφ. 5) του υφιστάμενου δομήματος. Επιπλέον, με τη βοήθεια της παραπάνω μεθόδου, είναι δυνατός ο προκαταρκτικός σχεδιασμός των χαρακτηριστικών των τύπων επέμβασης που θα προκριθούν.

Σχετικώς βλέπε και § 2.6.

και η έκτασή τους.

**β.** Σε κάθε περίπτωση, η επιλογή αυτή θα αιτιολογείται (σε σύγκριση με άλλες ενδεχόμενες δυνατότητες), θα περιγράφεται δε ποιοτικώς και η αναμενόμενη βελτίωση της συμπεριφοράς του κτιρίου μετά την επέμβαση. Η αιτιολόγηση αυτή θα πρέπει να τίθεται υπόψη και του ιδιοκτήτη.

**γ.** Προεκτιμώνται οι διαστάσεις και οι αντοχές των προστιθεμένων στοιχείων και υλικών, καθώς και τα τροποποιημένα μηχανικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων στα οποία γίνεται η επέμβαση.

**δ.** Εκτιμάται η τιμή του δείκτη συμπεριφοράς του δομήματος ή (στην περίπτωση εφαρμογής στατικής ανελαστικής ανάλυσης) προεκτιμάται η τάξη μεγέθους της στοχευόμενης μετακίνησης κατά το σεισμό σχεδιασμού μετά την επέμβαση.

## **2.3 ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

### **2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ**

**α.** Για την εξυπηρέτηση ευρύτερων κοινωνικο-οικονομικών αναγκών, θεσπίζονται τρεις «στάθμες επιτελεστικότητας» (στοχευόμενες συμπεριφορές) και εννέα επίπεδα

Οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού δεν είναι κατ' ανάγκη ίδιοι. Οι στόχοι ανασχεδιασμού ενδέχεται να είναι υψηλότεροι από τους στόχους αποτίμησης.

Ο όρος «φέρων οργανισμός» χρησιμοποιείται εδώ με την κλασική του έννοια και αντιστοιχεί στο σύστημα ανάληψης κατακόρυφων φορτίων. Αναλόγως, ο όρος «μη-φέρων οργανισμός» αντιστοιχεί στο σύστημα που δεν συμμετέχει στην ανάληψη κατακόρυφων φορτίων. Επισημαίνεται ότι οι παραπάνω όροι δεν σχετίζονται με τους όρους «κύρια» και «δευτερεύοντα» φέροντα στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε επόμενα εδάφια.

Οι ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφισταμένων κτιρίων ορίζονται σύμφωνα με το Παράρτημα 2.1. Μπορούν πάντως να ορίζονται και διαφορετικά κατά περίπτωση από τη Δημόσια Αρχή, με σχετική Υπουργική Απόφαση. Σε ειδικές περιπτώσεις, η Δημόσια Αρχή μπορεί να ορίζει επιπλέον και στόχους αποτίμησης ή ανασχεδιασμού του μη -φέροντος οργανισμού. Στην περίπτωση αυτή η ίδια Αρχή ορίζει και τα κριτήρια ελέγχου ικανοποίησης των αντίστοιχων στόχων. Σε κάθε περίπτωση, ο στόχος επανελέγχου (αποτίμησης ή ανασχεδιασμού) επιλέγεται από τον κύριο του έργου, ο οποίος δεν μπορεί να είναι χαμηλότερος από τον οριζόμενο από την Δημόσια Αρχή. Κατά τον ορισμό των στόχων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (μεταξύ άλλων) τα ακόλουθα κριτήρια:

- Κοινωνική σπουδαιότητα του κτιρίου (π.χ. προσωρινή κατασκευή, συνθήκες κατοικίας, χώροι συγκέντρωσης κοινού, χώροι διαχειρισμού εκτάκτων αναγκών, εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου).
- Διαθέσιμα οικονομικά μέσα του υπόψη κοινωνικού συνόλου

σεισμού σχεδιασμού.

**β.** Κάθε στόχος αποτίμησης ή ανασχεδιασμού (Πίν. 2.1) αποτελεί συνδυασμό μιας στάθμης επιτελεσματικότητας και μιας σεισμικής δράσης, με δεδομένη «ανεκτή πιθανότητα υπέρβασης κατά την τεχνική διάρκεια ζωής του κτιρίου» (σεισμός σχεδιασμού).

**γ.** Στον παρόντα Κανονισμό προβλέπονται στόχοι επανελέγχου αναφερόμενοι αποκλειστικά και μόνον στον φέροντα οργανισμό. Αντίθετα, δεν προβλέπονται στόχοι για τον μη-φέροντα οργανισμό ή τις ενσωματωμένες εγκαταστάσεις.

Στον ακόλουθο Πίν. 2.1, περιλαμβάνεται το σύνολο των δυνητικών στόχων αποτίμησης ή ανασχεδιασμού ενός δομήματος σύμφωνα με τον παρόντα Κανονισμό.

κατά τη δεδομένη περίοδο.

Σε περιπτώσεις πάντως προσθηκών, αλλαγών χρήσης κ.λπ. οι αναγκαίες ενισχύσεις του υφισταμένου δομήματος προηγούνται χρονικά έναντι της προσθήκης, αλλαγής χρήσης κ.λπ.

Γίνεται γενικώς δεκτή μια ονομαστική τεχνική διάρκεια ζωής ίση με τον συμβατικό χρόνο ζωής των 50 ετών, ανεξαρτήτως της εικαζόμενης κατά περίπτωση «πραγματικής» υπολειπόμενης διάρκειας ζωής του κτίσματος. Εξαίρεση από τον κανόνα αυτόν επιτρέπεται μόνον υπό εντελώς ειδικές συνθήκες πλήρως εγγυημένης υπόλοιπης διάρκειας ζωής, κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής, οπότε τροποποιούνται αντιστοίχως και οι σεισμικές δράσεις κατά το Κεφ. 4.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για νέα δομήματα προβλέπεται στόχος σχεδιασμού B1 κατά τον Πιν. 2.1.

Η υιοθέτηση στόχου αποτίμησης ή ανασχεδιασμού με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης σχεδιασμού μεγαλύτερη από 10% οδηγεί εν γένει σε πιο συχνές, πιο εκτεταμένες και πιο έντονες βλάβες έναντι ενός αντίστοιχου στόχου με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 10%, ενώ όταν η πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης σχεδιασμού είναι μικρότερη από 10% αναμένονται εν γένει μικρότερες και λιγότερες βλάβες.

Στον Πιν. 2.1 παρουσιάζεται η συσχέτιση της πιθανότητας υπέρβασης σεισμικής δράσης σχεδιασμού με την περίοδο επαναφοράς και η αντίστοιχη ανηγμένη οριζόντια εδαφική επιτάχυνση ( $\alpha_g / \alpha_{g,ref}$ ) που γίνεται αποδεκτή στο πλαίσιο του παρόντος Κανονισμού.

Η πιθανότητα υπέρβασης 30% σε 50 έτη αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς περίπου 135 ετών ενώ πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 έτη αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς περίπου 475 ετών.



Στην περίπτωση κατά την οποία επιτρέπεται η χρήση καθολικού δείκτη συμπεριφοράς ( $\alpha$ ) για το σύνολο του δομήματος, η επιλογή ενός συγκεκριμένου στόχου αποτίμησης ή ανασχεδιασμού του φέροντος οργανισμού συνεπάγεται τη χρήση κατάλληλα τροποποιημένου δείκτη, οι τιμές των οποίου καθορίζονται στο Κεφ. 4.

**Πίνακας Σ 2.1. Ενδεικτική** συσχέτιση περιόδου επαναφοράς και πιθανότητας υπέρβασης της σεισμικής δράσης με την αντίστοιχη ανηγμένη οριζόντια εδαφική επιτάχυνση.

Περίοδος Επαναφοράς (έτη)	Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	$\alpha_g / \alpha_{g,ref}$
2475	2%	1.80
975	5%	1.30
<b>475</b>	<b>10%</b>	<b>1.00</b>
225	20%	0.75
<b>135</b>	<b>30%</b>	<b>0.60</b>
70	50%	0.45
40	70%	0.35
20	90%	0.25
<20	>90%	<0.25

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζεται, η συσχέτιση της στάθμης επιτελεστικότητας του φέροντος οργανισμού με την αντίστοιχη ανηγμένη οριζόντια εδαφική επιτάχυνση. Στον Πίνακα Σ 2.1 παρουσιάζεται, μια **ενδεικτική συσχέτιση** της περιόδου επαναφοράς και της αντίστοιχης πιθανότητας υπέρβασης εντός

**Πίνακας 2.1.** Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού Φέροντος Οργανισμού.

$\alpha_g / \alpha_{g,ref}$	Στάθμη Επιτελεστικότητας Φέροντος Οργανισμού		
	A «Περιορισμένες Βλάβες»	B «Σημαντικές Βλάβες»	Γ «Οιονεί Κατάρρευση»
1.80	<b>A0</b>	<b>B0</b>	<b>Γ0</b>
1.30	<b>A1<sup>+</sup></b>	<b>B1<sup>+</sup></b>	<b>Γ1<sup>+</sup></b>
<b>1.00</b>	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>Γ1</b>
0.75	<b>A2<sup>+</sup></b>	<b>B2<sup>+</sup></b>	<b>Γ2<sup>+</sup></b>
<b>0.60</b>	<b>A2</b>	<b>B2</b>	<b>Γ2</b>
0.45	<b>A3<sup>+</sup></b>	<b>B3<sup>+</sup></b>	<b>Γ3<sup>+</sup></b>
0.35	<b>A3</b>	<b>B3</b>	<b>Γ3</b>
0.25	<b>A4<sup>+</sup></b>	<b>B4<sup>+</sup></b>	<b>Γ4<sup>+</sup></b>
<0.25	<b>A4</b>	<b>B4</b>	<b>Γ4</b>

- $\alpha_{g,ref}$  είναι η οριζόντια εδαφική επιτάχυνση αναφοράς, που ορίζεται με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 10% στα 50 χρόνια συμβατικής ζωής του έργου.
- $\alpha_g$  είναι η οριζόντια εδαφική επιτάχυνση, που αναφέρεται στην αντίστοιχη

του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών της σεισμικής δράσης με την αντίστοιχη ανηγμένη οριζόντια εδαφική επιτάχυνση.

Τα κριτήρια και οι κανόνες για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό του φέροντος οργανισμού δίνονται στο Κεφ. 9 του παρόντος Κανονισμού.

Αναμένεται ότι καμιά λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό, εκτός ενδεχομένως από δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες.

Ως αντίστοιχες βλάβες αναφέρονται ενδεικτικώς οι ακόλουθες:

Τριχοειδείς ρωγμές στους φέροντες τοίχους και πιθανώς ευρύτερες στους υπέρθυρους δίσκους. Τοπικές αποκολλήσεις ή/και καταπτώσεις επιχρισμάτων.

Τα μή-φέροντα στοιχεία, όπως για παράδειγμα τα διαχωριστικά, ενδέχεται να παρουσιάσουν διάσπαρτη ρηγμάτωση.

Δεν αναμένεται σοβαρός τραυματισμός ατόμων εξαιτίας των βλαβών.

Ως αντίστοιχες βλάβες αναφέρονται ενδεικτικώς οι ακόλουθες:

Σοβαρές καμπτικές ή διατμητικές ρηγματώσεις τοίχων και υπέρθυρων δίσκων, χωρίς αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας. Ρηγματώσεις σε διασταυρώσεις τοίχων. Περιορισμένες ολισθήσεις

πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης του Πιν. 2.1

**δ.** Σεισμική κλάση κτιρίου ορίζεται ως ο μέγιστος στόχος αποτίμησης ή ανασχεδιασμού που μπορεί να εξασφαλίσει ένα κτίριο για μια επιλεγείσα στάθμη επιτελεστικότητας. Η σεισμική κλάση κτιρίου για στάθμη επιτελεστικότητας Β («Σημαντικές Βλάβες») θεωρείται **βασική σεισμική κλάση**.

### 2.3.2 ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Οι στάθμες επιτελεστικότητας του φέροντος οργανισμού ορίζονται συναρτήσει του ανεκτού βαθμού βλάβης ως εξής, ειδικώς για τις ανάγκες του παρόντος Κανονισμού:

**α.** «Περιορισμένες βλάβες» (Α). Το δόμημα έχει υποστεί μόνο ελαφρές βλάβες. Τα δομικά στοιχεία διατηρούν σε υψηλό βαθμό τη φέρουσα ικανότητα και τη δυσκαμψία τους. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι αμελητέες.

**β.** «Σημαντικές βλάβες» (Β). Το δόμημα έχει υποστεί σημαντικές βλάβες, ορισμένες από τις οποίες ενδέχεται να είναι βαριές, χωρίς να υπάρχουν τοπικές καταρρεύσεις, ωστόσο διαθέτει απομένουσα φέρουσα ικανότητα και δυσκαμψία. Τα κατακόρυφα στοιχεία είναι σε θέση να αναλαμβάνουν τα κατακόρυφα φορτία. Υπάρχουν μέτριες μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων, οι οποίες τοπικά μπορεί να είναι έντονες. Ο φέρων οργανισμός είναι σε θέση να αντεπεξέλθει σε μελλοντικούς σεισμούς μέτριας έντασης.

μεταξύ οριζόντιου και κατακόρυφου φέροντος οργανισμού. Εκτεταμένες αποκολλήσεις ή καταπτώσεις επιχρισμάτων. Εκτροπές από την κατακόρυφο ή και καταπτώσεις μερικών προσαρτημάτων (στηθαία, καμινάδες, αετώματα).

Σημαντικές βλάβες των μή-φερόντων στοιχείων.

Δεν αποκλείονται ακόμη και τραυματισμοί ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του μή-φέροντος οργανισμού ή αντικειμένων.

Ο όρος μή-επισκευάσιμες βλάβες, αναφέρεται σε βαριές βλάβες, έναντι των οποίων απαιτείται ενίσχυση (και όχι απλή επισκευή) ή αντικατάσταση ή υποκατάσταση του δομικού στοιχείου ή του δομήματος στο σύνολό του.

Ως αντίστοιχες βλάβες αναφέρονται ενδεικτικώς οι ακόλουθες:

Σοβαρές και εκτεταμένες ρωγμές, τοπικές αποδιοργανώσεις ή και τοπικές καταπτώσεις τοίχων και υπέρθυρων δίσκων. Αποχωρισμός των όψεων και τοπικές καταρρεύσεις σε τρίστρωτες τοιχοποιίες. Αποκολλήσεις σε διασταυρώσεις τοίχων. Σοβαρές ολισθήσεις μεταξύ οριζόντιου και κατακόρυφου φέροντος οργανισμού, χωρίς εκτεταμένες καταρρεύσεις πατωμάτων ή στεγών. Καταπτώσεις προσαρτημάτων (στηθαία, καμινάδες, αετώματα).

Τα περισσότερα μή-φέροντα στοιχεία έχουν καταρρεύσει.

Η φύση και η έκταση αυτών των μέτρων πρέπει να συναρτάται με τον βαθμό των παρατηρουμένων βλαβών ή φθορών και το

γ. «Οιονεί κατάρρευση» (Γ). Το δόμημα έχει υποστεί βαριές βλάβες, στην πλειονότητά τους μή επισκευάσιμες. Η απομένουσα φέρουσα ικανότητα και δυσκαμψία είναι χαμηλή, όμως τα κατακόρυφα στοιχεία είναι ακόμα σε θέση να αναλαμβάνουν τα κατακόρυφα φορτία. Υπάρχουν μεγάλες μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων. Ο φέρων οργανισμός ουσιαστικά δεν διαθέτει περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής κατάρρευσης και πιθανόν δεν θα αντεπεξέλθει σε επόμενο σεισμό, ακόμα και μέτριας έντασης.

## 2.4 ΜΕΤΡΑ ΔΟΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 2.4.1 ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΑ ΑΜΕΣΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Μετά από έναν ισχυρό σεισμό, πρέπει να λαμβάνονται επείγοντως τα κατά περίπτωση εφικτά μέτρα προστασίας, με στόχο την ασφάλεια του πληθυσμού και την

ενδεχόμενο μετασεισμών (βλέπε και Κεφ. 3 του παρόντος Κανονισμού).

ελαχιστοποίηση περαιτέρω βλαβών ή απωλειών.

#### **2.4.2 ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ**

##### **2.4.2.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΔΟΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ**

**α.** Με βάση τα συμπεράσματα από την αποτίμηση του δομήματος καθώς και από τη φύση, την έκταση και την ένταση των βλαβών ή φθορών (όταν υπάρχουν), λαμβάνονται αποφάσεις για επεμβάσεις με στόχο αφενός μεν την ικανοποίηση των βασικών απαιτήσεων του αντισεισμικού σχεδιασμού, αφετέρου δε την ελαχιστοποίηση του κόστους, την εξυπηρέτηση των κοινωνικών αναγκών και την ικανοποίηση των απαιτήσεων και περιορισμών που τίθενται από το μελετητή ή/και τις αρμόδιες υπηρεσίες σε περίπτωση δομήματος με μνημειακή αξία.

**β.** Η επιλογή των τύπων δομητικής επέμβασης θα γίνεται καταρχήν με βάση γενικά κριτήρια αποτελεσματικότητας, κόστους και χρόνου, διαθεσιμότητας των απαιτούμενων μέσων, αρχιτεκτονικών, λειτουργικών ή άλλων αναγκών κ.λπ. Για την επιλογή αυτή πρέπει να συνεκτιμάται και η οικονομική, η μνημειακή ή άλλη αξία του δομήματος, τόσο πριν όσο και μετά τις επεμβάσεις.

Τέτοια γενικά κριτήρια θεωρούνται ενδεικτικώς τα ακόλουθα:

- Το κόστος, τόσο το αρχικό όσο και το μελλοντικό (δηλ. τα έξοδα συντήρησης και οι πιθανές μελλοντικές φθορές ή βλάβες), σε σχέση με τη σπουδαιότητα και την ηλικία του υπόψη κτιρίου.
- Η δυνάμενη να εξασφαλισθεί ποιότητα εργασίας (είναι εξαιρετικά σημαντικό τα μέτρα επέμβασης να είναι συμβατά με τα διαθέσιμα τεχνικά μέσα και την καταλληλότητα του προσωπικού εφαρμογής).
- Η δυνατότητα εφαρμογής του κατάλληλου ποιοτικού ελέγχου.
- Η χρήση του κτιρίου (πιθανή επίπτωση των εργασιών επέμβασης στη χρήση του κτιρίου).
- Η αισθητική (το σχήμα επέμβασης ενδέχεται να ποικίλλει μεταξύ πλήρως αφανών επεμβάσεων και σκοπίμως διακριτών νέων - πρόσθετων - στοιχείων).
- Η διατήρηση της αρχιτεκτονικής ταυτότητας και ακεραιότητας των ιστορικών κτιρίων ή μνημείων και η συνεκτίμηση του βαθμού αναστρεψιμότητας και της εν χρόνω ανθεκτικότητας των

επεμβάσεων.

- Η διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών.

Σχετικώς λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- Σοβαρά σφάλματα πρέπει να αποκατασταθούν καταλλήλως όπου τούτο είναι δυνατόν, με βάση κριτήρια οικονομίας αλλά και τυχόν μνημειακής αξίας του δομήματος.
- Οι σοβαρές βλάβες (και φθορές) σε πρωτεύοντα στοιχεία πρέπει να αποκατασταθούν καταλλήλως
- Σε περίπτωση εντόνων μή-κανονικών κτιρίων, τόσο από την άποψη κατανομής της δυσκαμψίας και της μάζας όσο και κυρίως από την άποψη της κατανομής της υπεραντοχής, η δομητική κανονικότητά τους πρέπει να βελτιωθεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό, σε κάτοψη και καθύψος.
- Όλες οι απαιτήσεις αντίστασης των δομικών στοιχείων (δηλαδή τα απαιτούμενα εντατικά μεγέθη αντίστασης και η απαιτούμενη ικανότητα πλαστικής παραμόρφωσης) πρέπει να ικανοποιούνται μετά την επέμβαση.
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανθεκτικότητα τόσο των νέων όσο και των αρχικών στοιχείων, καθώς και το ενδεχόμενο επιτάχυνσης της φθοράς σε ιδιαίτερες περιπτώσεις.

Ενδεικτικώς αναφέρονται εδώ ορισμένες στρατηγικές τεχνικού και διαχειριστικού χαρακτήρα:

Στρατηγικές τεχνικού χαρακτήρα

- Μείωση μαζών ή/και φορτίων
- Αύξηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου
- Αύξηση της δυσκαμψίας του κτιρίου

γ. Η επιλογή του τύπου, της τεχνικής, των υλικών, της έκτασης και του επειγόντος της επέμβασης θα γίνεται και με βάση τη διαπιστωθείσα κατάσταση του κτιρίου, καθώς και με τη μέριμνα για όσο γίνεται μεγαλύτερη ικανότητα κατανάλωσης σεισμικής ενέργειας μετά την επέμβαση.

#### 2.4.2.2 ΤΥΠΟΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥΣ

α. Με βάση τα προηγούμενα κριτήρια και τα αποτελέσματα της αποτίμησης του δομήματος, πρέπει να επιλεγούν οι κατά περίπτωση κατάλληλοι τύποι επέμβασης σε επιμέρους δομικά στοιχεία ή στο σύνολο του κτιρίου και του μή-φέροντος οργανισμού (αν απαιτείται), λαμβάνοντας πάντοτε υπόψη και τις επιπτώσεις των επεμβάσεων στις θεμελιώσεις. Η επιλογή αυτή εντάσσεται σε μια στρατηγική επέμβασης, η οποία έχει ως στόχο τη βελτίωση της σεισμικής συμπεριφοράς του κτιρίου και συνίσταται στην τροποποίηση ή τον έλεγχο βασικών παραμέτρων που επηρεάζουν τη σεισμική συμπεριφορά του. Προκειμένου να επιτευχθεί μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης,

- Αύξηση της ικανότητας μετελαστικής παραμόρφωσης των μελών
- Διόρθωση κρίσιμων ανεπαρκειών και μή-κανονικοτήτων
- Μείωση των σεισμικών απαιτήσεων

Στρατηγικές διαχειριστικού χαρακτήρα

- Περιορισμός ή αλλαγή της χρήσης του κτιρίου
- Καθαίρεση τμημάτων του δομήματος (π.χ. ορόφων)
- Μονολιθική μεταφορά του δομήματος σε άλλη θέση
- Απόφαση για «καμία επέμβαση». Στην περίπτωση αυτή μπορεί να γίνει αποδεκτή και μια μείωση της απομένουσας τεχνικής διάρκειας ζωής του δομήματος, υπό τον όρο ότι η μετά ταύτα κατεδάφιση του κτιρίου είναι εγγυημένη (βλέπε και σχόλια § 2.3.1.γ).

Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικώς ορισμένοι τύποι επεμβάσεων σε φέροντα στοιχεία τα οποία συνδέονται με συγκεκριμένες στρατηγικές ενίσχυσης τεχνικού χαρακτήρα.

- Η αύξηση της φέρουσας ικανότητας και της δυσκαμψίας επιτυγχάνεται εναλλακτικά με την επιλεκτική ή συνολική ενίσχυση των δομικών στοιχείων ή με προσθήκη νέων στοιχείων που αναλαμβάνουν μέρος των σεισμικών δράσεων (π.χ. νέες φέρουσες τοιχοποιίες, τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα ή δικτυώματα από χάλυβα, τοιχοποιίες πλήρωσης κ.λπ.). Στην περίπτωση αυτήν, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό της θεμελίωσης λόγω της αύξησης της μάζας του δομήματος καθώς και των σεισμικών φορτίων.
- Η προσθήκη νέου δομητικού συστήματος για την παραλαβή σημαντικού μέρους ή και του συνόλου της σεισμικής δράσης.
- Η αύξηση της ικανότητας μετελαστικής παραμόρφωσης δομικών στοιχείων τοιχοποιίας επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους όπως η περιίδεση, η όπλιση, η προσθήκη οριζόντιων και κατακόρυφων διαζωμάτων κ.λπ.

μπορούν να υιοθετηθούν στρατηγικές τόσο τεχνικού όσο και διαχειριστικού χαρακτήρα ή/και συνδυασμός τους.

Αρμόδιος και υπεύθυνος για την επιλογή των κατά περίπτωση στρατηγικών είναι ο κύριος του έργου, μετά από διατύπωση γνώμης του μελετητή.

- Η αναίρεση κρίσιμων ανεπαρκειών συνίσταται στην άρση εκείνων των χαρακτηριστικών που συνεπάγονται δυσμενή αντισεισμική συμπεριφορά. Ενδεικτικά αναφέρονται:
  - Η τροποποίηση του δομητικού συστήματος (κατάργηση ή δημιουργία νέων αρμών, αντικατάσταση, αφαίρεση ή υποκατάσταση ευαίσθητων δομικών στοιχείων, τροποποίηση προς μια πιο κανονική και πιο πλάστιμη μορφή)
  - Η ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας πατωμάτων και στεγών και η εξασφάλιση της σύνδεσής τους με τα κατακόρυφα στοιχεία
  - Η εξασφάλιση της συνεργασίας, μέσω ειδικών συνδέσμων, της συνεργασίας μεταξύ των δομικών στοιχείων της τοιχοποιίας και υφιστάμενων ή νέων στοιχείων ενίσχυσης
  - = Η ενίσχυση ανεπαρκών συνδέσεων μεταξύ τοίχων ή μεταξύ τοίχων και πατωμάτων.
  - Η αντικατάσταση ανεπαρκών μελών ή μελών που εμφανίζουν εκτεταμένες βλάβες
  - Η τροποποίηση της εντατικής κατάστασης (π.χ. μέσω εξωτερικής προέντασης)
  - Ενίσχυση υφιστάμενων μή-φερόντων στοιχείων με στόχο τη μετατροπή τους σε φέροντα.
- Η μείωση των σεισμικών απαιτήσεων επιτυγχάνεται με τη μείωση της μάζας του δομήματος, την τροποποίηση του δομητικού συστήματος με στόχο την ευεργετική αλλαγή της ιδιοπεριόδου του δομήματος (π.χ. μέσω συστημάτων σεισμικής μόνωσης ή κατανάλωσης σεισμικής ενέργειας, τα οποία καλύπτονται από τον ισχύοντα ΕΚ 8-1).

Στις περιπτώσεις αυτές, η μερική ή ολική κατάρρευση αυτών των μελών πρέπει να αποφεύγεται με:

- Κατάλληλες συνδέσεις με τα φέροντα στοιχεία ή τη λήψη μέτρων στήριξης για την πρόληψη πιθανής πτώσης τμημάτων αυτών των στοιχείων.

**β.** Στις περιπτώσεις όπου, για τον επιλεγμένο στόχο ανασχεδιασμού, η σεισμική συμπεριφορά των μή-φερόντων στοιχείων ενδέχεται να θέτει σε κίνδυνο τη ζωή των ενοίκων (ή τρίτων προσώπων), είτε να έχει συνέπειες στα αποθηκευμένα αγαθά, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την επισκευή ή ενίσχυση των στοιχείων αυτών.

- Τη βελτίωση χαρακτηριστικών της φέρουσας ικανότητας των μή-φερόντων στοιχείων.

Σε πολλές περιπτώσεις η αύξηση της φέρουσας ικανότητας συνοδεύεται από μείωση της πλαστιμότητας, εκτός εάν λαμβάνονται ειδικά μέτρα.

Για τον προσδιορισμό των εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών, η αλληλεπίδραση με γειτονικά κτίρια επιτρέπεται εν γένει να αγνοείται. Σχετικώς βλέπε Κεφ. 4.

Όποτε τούτο είναι δυνατό, συνιστάται η βαθμονόμηση των μεθόδων αυτών, μέσω σύγκρισης με τη συμπεριφορά κτιρίων που έχουν ήδη μελετηθεί με τις αντίστοιχες μεθόδους.

**γ.** Θα λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες επιπτώσεις των επισκευών - ενισχύσεων των μή-φερόντων στοιχείων επί του φέροντος οργανισμού.

**δ.** Θα λαμβάνονται υπόψη οι συνέπειες του συνόλου των δομητικών επεμβάσεων επί της τοπικής και της συνολικής ικανότητας του κτιρίου για κατανάλωση σεισμικής ενέργειας.

## 2.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

### 2.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

**α.** Τα εντατικά και παραμορφωσιακά μεγέθη όλων των δομικών στοιχείων του κτιρίου υπό τον σεισμό σχεδιασμού και τους προβλεπόμενους άλλους συνδυασμούς δράσεων, προσδιορίζονται μέσω κατάλληλων αναλυτικών μεθόδων, όπως ειδικότερα ορίζεται στο Κεφ. 5 του παρόντος Κανονισμού.

**β.** Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης θα γίνεται με βάση τη σπουδαιότητα και τις τυχόν βλάβες ή φθορές του κτιρίου, καθώς και τα διαθέσιμα δεδομένα για τις διατομές και τις αντοχές των δομικών στοιχείων.

**γ.** Όπου απαιτείται, θα εφαρμόζονται και αυξητικοί συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_{sd}$  για τις πρόσθετες αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων ανάλυσης.

### 2.5.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό ενός κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια από τις παρακάτω μεθόδους ανάλυσης. Το πεδίο εφαρμογής κάθε μεθόδου ανάλυσης συναρτάται με την εκπλήρωση μιας σειράς προϋποθέσεων (βλέπε Κεφ. 5).

**α.** Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση με καθολικούς ( $q$ ) ή τοπικούς ( $m$ ) δείκτες συμπεριφοράς ή πλαστιμότητας, υπό τις προϋποθέσεις του Κεφ. 5, ανεξαρτήτως



στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων, με κριτήριο ελέγχου τις δυνάμεις.

**β.** Ελαστική δυναμική ανάλυση με καθολικούς ( $q$ ) ή τοπικούς ( $m$ ) δείκτες, υπό τις προϋποθέσεις του Κεφ. 5, ανεξαρτήτως στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων, με κριτήριο ελέγχου τις δυνάμεις.

**γ.** Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση υπό τις προϋποθέσεις του Κεφ. 5, ανεξαρτήτως στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων, με κριτήριο ελέγχου τις παραμορφώσεις.

**δ.** Ελαστική δυναμική ανάλυση υπό τις προϋποθέσεις του Κεφ. 5, ανεξαρτήτως στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων, με κριτήριο ελέγχου τις παραμορφώσεις.

**ε.** Ανελαστική στατική ανάλυση, υπό τις προϋποθέσεις του Κεφ. 5. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται η διασφάλιση τουλάχιστον «ικανοποιητικής» στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων.

**στ.** Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση χρονοϊστορίας), υπό τις προϋποθέσεις του Κεφ. 5. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται και πάλι η διασφάλιση τουλάχιστον «ικανοποιητικής» στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων.

**ζ.** Σε ειδικές περιπτώσεις, και μόνον για την αποτίμηση υφισταμένων κτιρίων, επιτρέπεται να γίνεται προσεγγιστική αναλυτική εκτίμηση της έντασης, χωρίς λεπτομερή ανάλυση προσομοιώματος του συνόλου του κτιρίου (βλέπε Κεφ. 5).

**η.** Εκτός από τις παραπάνω αναλυτικές μεθόδους, και μόνον για την αποτίμηση υφισταμένων κτιρίων, σε ειδικές περιπτώσεις και για συγκεκριμένους σκοπούς, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται προσεγγιστικές ή εμπειρικές μέθοδοι (βλέπε Κεφ. 5).

### **2.5.3 ΚΥΡΙΑ (Η ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ) ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Η βασική συνέπεια του χαρακτηρισμού ενός φέροντος στοιχείου (ή επιμέρους φορέα) ως δευτερεύοντος είναι ότι για τα στοιχεία αυτά ισχύουν διαφορετικά κριτήρια επιτελεστικότητας, επιτρέπεται δηλαδή να υποστούν μεγαλύτερες μετακινήσεις και βλάβες απ' ό,τι τα πρωτεύοντα στοιχεία (βλέπε Κεφ. 4, 5 και 9).

Στην περίπτωση κατά την οποία ως στόχος αποτίμησης ή ανασχεδιασμού έχει επιλεγεί ο στόχος περιορισμένες βλάβες, η παραπάνω διάκριση σε κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία δεν επιτρέπεται.

Οι επιμέρους φορείς του φέροντος οργανισμού ενός κτιρίου, καθώς και τα μεμονωμένα δομικά στοιχεία (μέλη) που επηρεάζουν τη δυσκαμψία και την κατανομή της έντασης στο κτίριο, ή που φορτίζονται λόγω των πλευρικών μετακινήσεων του κτιρίου, μπορεί κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό να διακρίνονται σε «κύρια» (ή «πρωτεύοντα») και «δευτερεύοντα» κατά το πνεύμα του ισχύοντα ΕΚ 8-1 και κατά την § 5.1.2 του παρόντος.

Ως κύρια εν γένει θα χαρακτηρίζονται τα στοιχεία ή οι επιμέρους φορείς που συμβάλλουν στη φέρουσα ικανότητα και ευστάθεια του κτιρίου υπό σεισμικά φορτία. Τα υπόλοιπα φέροντα στοιχεία ή επιμέρους φορείς είναι δυνατόν να χαρακτηρίζονται ως δευτερεύοντα.

## **2.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ**

### **2.6.1 ΓΕΝΙΚΑ**

**α.** Η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις που αντιστοιχούν στη στάθμη επιτελεστικότητας που επιλέγεται (βλέπε § 2.3.2) για την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό, εξασφαλίζεται με τις διατάξεις του παρόντος Κανονισμού που αναφέρονται στην υιοθέτηση της αντίστοιχης σεισμικής δράσης, την εφαρμογή των μεθόδων ανάλυσης και των διαδικασιών ελέγχου ασφαλείας και διαμόρφωσης λεπτομερειών.

**β.** Εκτός από τις περιπτώσεις κατά τις οποίες χρησιμοποιείται η προσέγγιση του καθολικού δείκτη  $q$ , η συμμόρφωση ελέγχεται με την υιοθέτηση της πλήρους (αμείωτης, ελαστικής) σεισμικής δράσης, όπως ορίζεται στον Πίν. 2.1 και τα σχετικά σχόλια κατά περίπτωση.

γ. Ο έλεγχος της ανίσωσης ασφαλείας, κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό, γίνεται σε όρους εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών, ανάλογα με τη μέθοδο ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε και τον αναμενόμενο τρόπο αστοχίας του δομικού στοιχείου (πλάστιμο ή ψαθυρό) (Κεφ. 4, 9).

δ. Σε περίπτωση που εφαρμόζεται ελαστική ανάλυση με χρήση του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς  $q$ , όλα τα δομικά στοιχεία ελέγχονται σε όρους δυνάμεων. Σε κάθε άλλη περίπτωση, οι πλάστιμοι τρόποι αστοχίας ελέγχονται σε όρους παραμορφώσεων, ενώ οι ψαθυροί ελέγχονται σε όρους δυνάμεων.

ε. Ο υπολογισμός των ικανοτήτων των δομικών στοιχείων γίνεται με τις αντιπροσωπευτικές τιμές των ιδιοτήτων των υφισταμένων υλικών (είτε μέσες είτε οιοσεί χαρακτηριστικές), όπως αυτές προκύπτουν από τους επί τόπου ελέγχους και από συμπληρωματικές πηγές πληροφοριών, κατά το Κεφ. 3. Ομοίως για νέα υλικά θα χρησιμοποιούνται επίσης οι αντιπροσωπευτικές τιμές (μέσες ή χαρακτηριστικές) των αντίστοιχων ιδιοτήτων.

στ. Τα δευτερεύοντα στοιχεία ελέγχονται με τα ίδια κριτήρια συμμόρφωσης όπως και τα πρωτεύοντα, αλλά με λιγότερο συντηρητικές εκτιμήσεις της ικανότητάς τους (Κεφ. 4, 9).

#### 2.6.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Βλέπε Κεφ. 6 για τα προσομοιώματα συμπεριφοράς, Κεφ. 7 για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων και Κεφ. 8 για τη διαστασιολόγηση των επεμβάσεων.

α. Οι διαθέσιμες αντιστάσεις σε όρους έντασης ή παραμόρφωσης όλων των δομικών στοιχείων πρέπει να υπολογίζονται βάσει ορθολογικών προσομοιωμάτων, ευρύτερα αποδεκτών διεθνώς, ιδίως ως προς τη μεταφορά δυνάμεων μεταξύ υφιστάμενων και προστιθέμενων υλικών ή στοιχείων.

Βλέπε Κεφ. 4, 7, 8 και 9.

β. Οι συντελεστές ασφαλείας υφισταμένων και προστιθεμένων υλικών θα λαμβάνουν υπόψη τις γεωμετρικές αβεβαιότητες, τον σκεδασμό των ιδιοτήτων των υλικών, καθώς και τις ενδεχόμενες αβεβαιότητες λόγω της φύσεως των εργασιών και των δυσχερειών αποτελεσματικού ποιοτικού ελέγχου.

Ο έλεγχος περιορισμού βλαβών περιλαμβάνει γενικά τα πρωτεύοντα και τα δευτερεύοντα στοιχεία του φέροντος οργανισμού και τα προσαρτήματα.

Ειδικώς όταν κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό λαμβάνονται οι τιμές του δείκτη συμπεριφοράς κατά το Κεφ. 4, δεν απαιτείται επανεκτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς.

**γ.** Όπου απαιτείται, θα εφαρμόζονται και μειωτικοί συντελεστές  $\gamma_{Rd}$  για τις πρόσθετες αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων αντίστασης δομικών στοιχείων, ενισχυμένων ή μη.

**δ.** Στις περιπτώσεις δομητικών επεμβάσεων έναντι σεισμικών δράσεων, ο έλεγχος περιορισμού βλαβών θα γίνεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του Κεφ. 9.

### **2.6.3 ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΛΕΓΕΝΤΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**

Μετά τους ελέγχους της Παραγράφου 2.6.2, απαιτείται η προσεγγιστική επανεκτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς  $q$  που έχει προεπιλεγεί για το επισκευασμένο - ενισχυμένο κτίριο, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των κριτηρίων που εξασφαλίζουν την ικανότητα κατανάλωσης ενέργειας (βλ. και Κεφ. 4), όπως:

**α.** Σειρά εμφάνισης αστοχίας οριζόντιων έναντι κατακόρυφων δομικών στοιχείων.

**β.** Τύπος αστοχίας των δομικών στοιχείων (καμπτική ή διατμητική αστοχία).

**γ.** Τοπική διαθέσιμη πλαστιμότητα.

**δ.** Διαθέσιμοι δευτερογενείς μηχανισμοί αντιστάσεων μετά από μεγάλες σχετικές μετακινήσεις.

**ε.** Ενδεχόμενες συνέπειες της ψαθυρότητας περιορισμένου αριθμού δομικών στοιχείων επί της πλαστιμότητας του συνολικού δομήματος.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.1****ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΑΝΕΚΤΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ή ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ**

Οι ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφισταμένων κτιρίων που προβλέπονται στην § 2.2. ορίζονται ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου ως εξής:

Πίνακας ΠΑ.2.1. Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφισταμένων κτιρίων.

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Στόχοι
I	Γ2
II	Γ1
III	B1
IV	B1 και A2 (Ικανοποίηση και των δύο στόχων)

Σε κάθε περίπτωση να θεωρηθεί ότι ισχύει  $A1 > A2$ ,  $B1 > B2$ ,  $\Gamma1 > \Gamma2$ ,  $A1 > B1 > \Gamma1$  και  $A2 > B2 > \Gamma2$

Ειδικώς, για κάθε **υφιστάμενο κτίριο** κατηγορίας σπουδαιότητας I και II, είναι αποδεκτή οποιαδήποτε δομητική επέμβαση σεισμικής αναβάθμισης του κτιρίου η οποία εναλλακτικά:

- διασφαλίζει τους ελάχιστους ανεκτούς στόχους του Πίν. ΠΑ.2.1, ή
- διασφαλίζει μέσω υπολογιστικής τεκμηρίωσης ότι βελτιώνεται η φέρουσα ικανότητα του κτιρίου κατά μία τουλάχιστον βασική σεισμική κλάση του Πίν. 2.1 της § 2.2 (στάθμη επιτελεσματικότητας B – «Σημαντικές Βλάβες») ανώτερη, όχι μόνο από αυτήν που ανήκει το κτίριο πριν την επέμβαση αλλά και από την ελάχιστη βασική σεισμική κλάση που παρουσιάζεται στον Πίν. ΠΑ.2.2. Η τεκμηρίωση κατάταξης του κτιρίου στη βασική σεισμική κλάση πρέπει να πραγματοποιείται βάσει πλήρους στατικής και αντισεισμικής μελέτης του κτιρίου και αποκλειστικά μέσω των σχετικών διατάξεων του παρόντος Κανονισμού και υιοθετώντας πριν και μετά την επέμβαση τις ίδιες παραδοχές (όπως για παράδειγμα μεθοδολογία ανάλυσης, στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων, κτλ.).

Πίνακας ΠΑ.2.2. Ελάχιστες βασικές σεισμικές κλάσεις υφισταμένων κτιρίων σπουδαιότητας I και II.

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου
...≤1985	B3
1985<...≤1995	B3 <sup>+</sup>
1995<...	B2 <sup>+</sup>

Σε περίπτωση κτιρίου που έχει μελετηθεί ή/και κατασκευαστεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, στον Πίν. ΠΑ.2.2 θα λαμβάνεται υπόψη η αρχική χρονική περίοδος μελέτης του κτιρίου. Σε περίπτωση που δεν μπορεί να διαπιστωθεί η αρχική χρονική περίοδος μελέτης του κτιρίου θα λαμβάνεται υπόψη η χρονική περίοδος έναρξης της ανέγερσης του κτιρίου.

Για κάθε **υφιστάμενο κτίριο** κατηγορίας σπουδαιότητας III και IV, είναι αποδεκτή οποιαδήποτε δομητική επέμβαση σεισμικής αναβάθμισης του κτιρίου η οποία διασφαλίζει τους ελάχιστους ανεκτούς στόχους σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στον Πίν. ΠΑ2.1.

Οι παραπάνω κατηγορίες σπουδαιότητας ορίζονται ως εξής:

Πίνακας ΠΑ.2.3. Κατηγορία σπουδαιότητας κτιρίων.

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Κτίρια
I	<b>Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, όπως:</b> αγροτικά οικήματα και αγροτικές αποθήκες, υπόστεγα, στάβλοι, βουστάσια, χοιροστάσια, ορνιθοτροφεία, κ.λπ.
II	<b>Συνήθη κτίρια, όπως:</b> κατοικίες και γραφεία, βιομηχανικά - βιοτεχνικά κτίρια, ξενοδοχεία (τα οποία δεν περιλαμβάνουν χώρους συνεδρίων), ξενώνες, οικοτροφεία, χώροι εκθέσεων, χώροι εστίασεως και ψυχαγωγίας (ζαχαροπλαστεία, καφενεία, μπόουλινγκ, μπιλιάρδου, ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εστιατόρια, μπαρ, κλπ), τράπεζες, ιατρεία, αγορές, υπεραγορές, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κουρεία, κομμωτήρια, ινστιτούτα γυμναστικής, βιβλιοθήκες, εργοστάσια, συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφεία, ξυλουργεία, εργαστήρια ερευνών, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, ανεμογεννήτριες, γραφεία δημοσίων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία IV, κλπ.
III	<b>Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας, καθώς και κτίρια δημόσιων συναθροίσεων και γενικών κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, όπως:</b> αίθουσες αεροδρομίων, χώροι συνεδρίων, κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες, εκπαιδευτικά κτίρια, αίθουσες διδασκαλίας, φροντιστήρια, νηπιαγωγεία, χώροι συναυλιών, αίθουσες δικαστηρίων, ναοί, χώροι αθλητικών συγκεντρώσεων, θέατρα, κινηματογράφοι, κέντρα διασκέδασης, αίθουσες αναμονής επιβατών, ψυχιατρεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οίκοι ευγηρίας, βρεφοκομεία, βρεφικοί σταθμοί, παιδικοί σταθμοί, παιδότοποι, αναμορφωτήρια, φυλακές, εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και αποβλήτων, κλπ.
IV	<b>Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως:</b> κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, κλινικές, αγροτικά ιατρεία, υγειονομικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, διυλιστήρια, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, πυροσβεστικοί και αστυνομικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών από σεισμό. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας, <b>όπως:</b> μουσεία, αποθήκες μουσείων, κλπ.

Καταγράφονται οι βλάβες ή φθορές, ανεξαρτήτως του αν οφείλονται σε σεισμό ή σε άλλες δράσεις (καθιζήσεις, πυρκαγιά, δράσεις περιβάλλοντος, ανθρωπογενείς επεμβάσεις-όπως καθαιρέσεις τμημάτων φερόντων τοίχων άνευ μελέτης, κ.λπ.).

Μερικοί από τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αξιοπιστία των δεδομένων είναι:

- Η διαθεσιμότητα ιστορικού του κτιρίου
- Η επάρκεια διερεύνησης φέροντος οργανισμού και των χαρακτηριστικών των υλικών
- Οι δυσχέρειες επί τόπου διερεύνησης αφανών στοιχείων, συνδέσεων, εκτίμησης των ιδιοτήτων των υλικών.

Ανάλογα με την ένταση και την έκταση των βλαβών ή φθορών και σε ό,τι αφορά την δυνατότητα χρήσης του κτιρίου, αναφέρονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

(α) Καθόλου ή μικρές βλάβες:

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Πριν από οποιαδήποτε μελέτη ή επέμβαση, απαιτείται η διερεύνηση και τεκμηρίωση του υφιστάμενου δομήματος σε επαρκή έκταση και βάθος, ώστε να καταστούν όσο γίνεται πιο αξιόπιστα τα δεδομένα στα οποία θα στηριχθεί η μελέτη αποτίμησης ή/και ανασχεδιασμού. Προς τούτο, απαιτείται η αποτύπωση του δομήματος και της κατάστασής του, η καταγραφή και τεκμηρίωση του ιστορικού της κατασκευής και της συντήρησής του (περιλαμβανομένων προηγούμενων επεμβάσεων σε αυτό), η καταγραφή των τυχόν φθορών και βλαβών, καθώς και των ενδεχόμενων προσθηκών ή αλλοιώσεων, όπως επίσης και η εκτέλεση επιτόπου και εργαστηριακών διερευνητικών εργασιών και μετρήσεων.

Η επιζητούμενη κάθε φορά στάθμη αξιοπιστίας των πιο πάνω δεδομένων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, επηρεάζει δε τους υπολογισμούς των δράσεων και των αντιστάσεων.

Κατά την διερεύνηση / τεκμηρίωση μετά από έναν σεισμό, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας των ενοίκων και του Προσωπικού που θα ασχοληθεί με την διερεύνηση. Η φύση και η έκταση αυτών των μέτρων και ενεργειών θα εξαρτάται από την ένταση και την έκταση των βλαβών.

Το κτίριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς περιορισμούς.

(β) Σοβαρές βλάβες:

Θα πρέπει να περιορίζεται σημαντικά η δυνατότητα χρήσης του κτιρίου, μέχρις ότου πραγματοποιηθεί ακριβέστερη και τελική εκτίμηση της κατάστασης. Επίσης, θα πρέπει να εξετάζεται η πιθανότητα λήψης μέτρων ασφαλείας και υποστυλώσεων ή αντιστηρίξεων.

(γ) Βαρειές βλάβες, μέ ή χωρίς κατάρρευση:

Θα πρέπει να απαγορεύεται η πρόσβαση στο κτίριο και η πρόσβαση στην γύρω περιοχή. Τα τμήματα που ενδέχεται να καταρρεύσουν ξαφνικά πρέπει να κατεδαφίζονται αμέσως, πρέπει δε να εξετάζεται το ενδεχόμενο άμεσων μέτρων επέμβασης (κυρίως προσωρινών), ιδίως στην περίπτωση κατά την οποία πρόκειται για κτίριο με ιστορική/αρχιτεκτονική αξία.

Οι διαδικασίες επιθεώρησης, οι επιτόπου και εργαστηριακοί έλεγχοι και διερευνήσεις και οι λοιπές διαδικασίες συλλογής στοιχείων, θα ακολουθούν προδιαγραφές επαγγελματικών ή δημόσιων οργανισμών, θα πρέπει δε να είναι συμβατές με τα διαθέσιμα μέσα για επιθεώρηση, διερεύνηση και λήψη μέτρων επισκευής/ενίσχυσης. [βλ. και § 1.2.1.(ζ)].

Με αυτόν τον τρόπο, διευκολύνεται η σύνταξη του προγράμματος των διερευνητικών εργασιών και επιτυγχάνεται η καλύτερη αποτελεσματικότητά του.

Υπάρχει σχετική βιβλιογραφία προκαταρκτικής ανάλυσης ευαισθησίας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από τους μελετητές.

Για την εκτίμηση της κατάστασης του υφιστάμενου δομήματος, θα συλλέγονται δεδομένα, όπου είναι απαραίτητο και εφικτό, από διαθέσιμα δημόσια ή ιδιωτικά αρχεία, από σχετικές υπεύθυνες και αξιόπιστες πληροφορίες, καθώς και από επί τόπου και εργαστηριακούς ελέγχους και διερευνήσεις.

Συνιστάται η πραγματοποίηση προκαταρκτικής ανάλυσης του κτιρίου, μετά από την συγκέντρωση των απαραίτητων προς τούτο στοιχείων. Στόχος αυτής της προκαταρκτικής ανάλυσης είναι:

(α) Να εντοπισθούν οι πλέον τρωτές περιοχές του δομήματος, καθώς και

(β) Οι αναμενόμενοι τρόποι αστοχίας του κτιρίου.



Αναλόγως, εντοπίζονται οι περιοχές όπου κατά προτεραιότητα θα πρέπει να εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά υλικών και δομικών στοιχείων, τα οποία αναμένεται να είναι σημαίνοντα για την αποτίμηση της κατάστασης του κτιρίου.

### **3.2 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ**

Η αποτύπωση των φερόντων, καθώς και των μή φερόντων στοιχείων γίνεται παράλληλα με την αρχιτεκτονική αποτύπωση, τα σχέδια της οποίας χρησιμοποιούνται ως υπόβαθρο.

Τυχόν προϋπάρχοντα σχέδια του φέροντος οργανισμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, υπό τον όρον ότι διαπιστώνεται η ακρίβεια, η επάρκεια και η πληρότητά τους.

Για την αποτύπωση αφανών στοιχείων, ο Μελετητής Μηχανικός συντάσσει πρόγραμμα διερευνητικών τομών ή άλλων μή καταστρεπτικών ή ελάχιστα καταστρεπτικών διερευνήσεων, κατά την § 3.5.

#### **3.2.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ**

Προϋπόθεση για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό αποτελεί η γνώση της γεωμετρίας του δομήματος, η οποία περιλαμβάνει τόσο τα φέροντα, όσο και τα μή φέροντα στοιχεία. Τα γεωμετρικά στοιχεία του δομήματος αποκτώνται με διάφορες μεθόδους, οι οποίες ενδεικτικώς περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν, αποτυπώνονται δε σε κατάλληλα σχέδια, τα οποία είναι τα εξής:

Στην περίπτωση κατά την οποία έχει προηγηθεί αρχιτεκτονική αποτύπωση του κτιρίου, τα σχετικά σχέδια μπορούν να χρησιμοποιούνται ως βάση και να συμπληρώνονται καταλλήλως με γεωμετρικά δεδομένα για τα φέροντα στοιχεία του δομήματος. Τα σχέδια συντάσσονται εν γένει υπό κλίμακα 1:50.

Σε αυτήν την περίπτωση, θα πρέπει να προβλέπονται και σχέδια του κτιρίου κατά τμήματα (σε μερική αλληλεπικάλυψη με τα γειτονικά τμήματα) υπό κλίμακα 1:50.

Τα λεπτομερή σχέδια κατασκευής, σε συνδυασμό με τα γενικά σχέδια κατασκευής, πρέπει να επιτρέπουν στον Μελετητή Μηχανικό να κατανοήσει πλήρως τον τρόπο και τα υλικά με τα οποία έχει κατασκευασθεί το δόμημα.

Τα σχέδια περιέχουν όλες τις διαστάσεις των φερόντων στοιχείων, καθώς και αναφορά των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο κάθε δομικό μέλος και οι τυχόν συνδέσεις του με άλλα κατακόρυφα ή οριζόντια μέλη.

### 3.2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα γενικά σχέδια κατασκευής (κατόψεις, όψεις και τομές) περιγράφουν την γεωμετρία του φορέα, επιτρέποντας τον προσδιορισμό των δομικών στοιχείων και των διαστάσεών τους, καθώς και του φέροντος οργανισμού που παραλαμβάνει τις κατακόρυφες και τις πλευρικές (σεισμός, ανεμοπίεση, κ.λπ.) δράσεις.

Σε ειδικές περιπτώσεις, π.χ. κτιρίου με κάτοψη μεγάλων διαστάσεων, επιτρέπεται για λόγους ευχρηστίας να σχεδιάζεται το σύνολο της κάτοψης σε κλίμακα 1:100.

### 3.2.1.2 ΛΕΠΤΟΜΕΡΗ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα λεπτομερή σχέδια κατασκευής, εκτός από την γεωμετρία του φορέα, περιγράφουν τον τρόπο σύνδεσης μεταξύ των στοιχείων και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες σε όλες τις θέσεις όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Συντάσσεται σειρά λεπτομερών σχεδίων, με κατάλληλες παραπομπές στα γενικά σχέδια της κατασκευής, στα οποία περιγράφεται το φέρον σύστημα ολόκληρου του δομήματος. Τα σχέδια αυτά περιλαμβάνουν, κατά περίπτωση:

(α) Σχέδια στέγης, σε κάτοψη, όψεις και κατάλληλες τομές.

(β) Σχέδια πατωμάτων, σε κάτοψη και κατάλληλες τομές.

(γ) Σχέδια καμπύλων φορέων στέγασης ή πατωμάτων, σε κάτοψη, όψη και κατάλληλες τομές.

(δ) Σύνδεση στέγης και πατωμάτων με τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία.

(ε) Συνδέσεις των στοιχείων της στέγης και των πατωμάτων μεταξύ τους.

(στ) Σχέδιο θεμελίωσης, σε κάτοψη και κατάλληλες τομές.

(ζ) Σχέδια κατασκευαστικών φάσεων, εάν το κτίριο έχει κατασκευασθεί κατά τμήματα, καθώς και ενδεχόμενων προγενέστερων δομητικών επεμβάσεων. Στα σχέδια αυτά, περιλαμβάνονται και τα δεδομένα που αφορούν την ενδεχόμενη σύνδεση μεταξύ των στοιχείων των διαφόρων κατασκευαστικών φάσεων και επεμβάσεων.

### 3.3 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Απαιτείται η καταγραφή και τεκμηρίωση του ιστορικού του δομήματος, δηλαδή η συγκέντρωση πληροφοριών σχετικών με:

- Τον χρόνο κατασκευής, καθώς και τις φάσεις κατασκευής.
- Μεταγενέστερες προσθήκες, επεμβάσεις, αλλαγές χρήσης ή φορτίων, κ.λπ.
- Εμφάνιση βλαβών ή φθορών κατά το παρελθόν και τρόπος αποκατάστασής τους.
- Έκτακτες δράσεις (σεισμοί, πυρκαγιά, πρόσκρουση, κατασκευή μεγάλου γειτονικού έργου, κ.λπ.).

Η απαιτούμενη επάρκεια και πληρότητα του ιστορικού είναι ανάλογη με την σπουδαιότητα του αντικειμένου. Σε ιδιωτικά κτίρια μικρής κλίμακας και περιορισμένης σπουδαιότητας, το ιστορικό μπορεί να είναι μια απλή καταγραφή στοιχείων, δεδομένων κ.λπ. ή υπεύθυνων πληροφοριών, οι οποίες δίνονται από τον Κύριο του έργου.

Στην περίπτωση κτιρίων με ιστορική/αρχιτεκτονική/καλλιτεχνική αξία, απαιτείται αναδρομή στην βιβλιογραφία για την αναζήτηση σχετικών στοιχείων. Η καταγραφή και τεκμηρίωση του Ιστορικού μπορεί να βασισθεί σε σχετική μελέτη άλλων ειδικοτήτων (Αρχιτέκτονες, Αρχαιολόγοι, Ιστορικοί, Ιστορικοί της τέχνης, κ.λπ.)

Εν γένει, το ιστορικό περιλαμβάνει:

- (i) Την χρονολογία κατασκευής του κτιρίου.
- (ii) Την αξιολόγηση προηγούμενων σχεδίων αποτύπωσης του κτιρίου (εφόσον διατίθενται).
- (iii) Την συλλογή πληροφοριών οι οποίες αφορούν την προηγούμενη κατάσταση του κτιρίου, περιλαμβανομένων των ενδεχόμενων

τροποποιήσεων του φέροντος οργανισμού ή των μή φερόντων στοιχείων, ενδεχόμενων προηγούμενων εργασιών επισκευής ή ενίσχυσης, στοιχείων για την συμπεριφορά του κτιρίου έναντι προηγούμενων σεισμών, προϋπαρχουσών βλαβών ή φθορών, εκσκαφών που έχουν πραγματοποιηθεί σε μικρή απόσταση, κ.λπ.

(iv) Προκειμένου περί κτιρίου το οποίο ευρίσκεται σε ιστορικό οικισμό, η συλλογή πληροφοριών μπορεί να γίνεται και σε γειτονικά ή άλλα κτίρια του οικισμού, τα οποία έχουν κατασκευασθεί με το ίδιο δομικό σύστημα και έχουν υποστεί παρόμοιες δράσεις.

Ιδίως σε ό,τι αφορά την συμπεριφορά έναντι σεισμού, η σύγκριση της εξεταζόμενης κατασκευής με άλλες γειτονικές αποτελεί πληροφορία η οποία πρέπει να λαμβάνεται δεόντως υπ' όψη ως μια συνολική φυσική δοκιμή του κτιρίου.

Οι βλάβες ή φθορές πρέπει να σημειώνονται στα σχέδια της αποτύπωσης (κατόψεις, όψεις και τομές), με τις απαραίτητες επεξηγήσεις και να συνοδεύονται από φωτογραφίες. Τα σχέδια πρέπει να συμπληρώνονται με κατάλληλες παραπομπές στο φωτογραφικό υλικό.

Ως βλάβες νοούνται, για παράδειγμα:

- Παραμορφώσεις δομικών στοιχείων ή/και αποκλίσεις τους από την κατακόρυφο ή την οριζόντια.
- Ρωγμές ή αποκολλήσεις μεταξύ δομικών στοιχείων.
- Τοπικές αστοχίες, ρωγμές ή θραύσεις λιθοσωμάτων.
- Παραμορφώσεις, θραύση, αποδιοργάνωση ξύλινων ή μεταλλικών στοιχείων.
- Εκτεταμένες απολεπίσεις λιθοσωμάτων.

### 3.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΦΘΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΛΑΒΩΝ (ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ)

Για κτίρια με βλάβες, η καταγραφή των φθορών και των βλαβών συμπληρώνει την αποτύπωση του φέροντος οργανισμού.

Με τον όρο «βλάβη» νοείται κάθε αλλοίωση ή απομείωση της γεωμετρίας, της συνέχειας ή των μηχανικών χαρακτηριστικών των στοιχείων του φέροντος οργανισμού ή των μή φερόντων στοιχείων (π.χ. διαχωριστικοί τοίχοι με εν ξηρώ δόμηση).

Στις βλάβες συμπεριλαμβάνονται γενικώς και οι φθορές, π.χ. λόγω γήρανσης των υλικών, λόγω φυσικοχημικών δράσεων, κ.λπ.

Αυτά τα στοιχεία είναι απαραίτητα για την κατ' αρχάς ποιοτική ερμηνεία των παρατηρούμενων βλαβών.

Ιδιαίτερη σημασία να δοθεί στον εντοπισμό τυχόν οριζόντιων ρωγμών σε οριζόντιους αρμούς ή κατακόρυφων σε κατακόρυφους αρμούς ή /και λιθοσώματα.

Για παράδειγμα, η έδραση των στοιχείων των πατωμάτων και της στέγης σε ανεπαρκές βάθος στην τοιχοποιία ενδέχεται να προκαλέσει τοπικές

Οι φθορές (π.χ. σε περιοχές υγρασίας με εξανθήσεις, απόπλυση κονιάματος, κ.λπ.) και οι βλάβες του κτιρίου (ρωγμές, αποκλίσεις τοίχων από την κατακόρυφο, παραμένουσες παραμορφώσεις οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων, αστοχίες θλιπτήρων-ελκυστήρων, κ.λπ.) καταγράφονται και αποτυπώνονται σε σχέδια κατόψεων, όψεων και τομών.

Οι ρωγμές καταγράφονται λεπτομερώς κατά θέση και μέγεθος. Καταγράφονται, επίσης, στοιχεία όπως:

- (α) εάν οι ρωγμές είναι καινούριες ή παλαιότερες.
- (β) εάν το άνοιγμά τους είναι σταθερό ή σημαντικά μεταβαλλόμενο κατά το μήκος κάθε ρωγμής.
- (γ) εάν παρατηρείται εκτός επιπέδου μετακίνηση των χειλέων των ρωγμών.
- (δ) εάν παρατηρείται ολίσθηση κατά μήκος των ρωγμών.
- (ε) εάν οι ρωγμές είναι εν χρόνω σταθερές ή παρατηρείται εν χρόνω μεταβολή του ανοίγματός τους (ή του μήκους των) μετά την έναρξη της μελέτης.
- (στ) εάν οι ρωγμές εμφανίζονται κατά μήκος αρμών ή διέρχονται από λιθοσώματα.

Καταγράφονται και λαμβάνονται υπ' όψη καταλλήλως και ενδεχόμενες κακοτεχνίες ή κατασκευαστικά σφάλματα, οι οποίες προκαλούν αλλοίωση

αστοχίες στα ξύλινα στοιχεία ή και στην τοιχοποιία λόγω αυξημένων τοπικών τάσεων, αλλά και την απώλεια έδρασης των πατωμάτων ή της στέγης.

Τα άμεσα μέτρα επέμβασης μπορεί να είναι:

- ✓ Άμεση κατεδάφιση ετοιμόρροπων τμημάτων
- ✓ Απομάκρυνση χαλαρών ή επικρεμάμενων στοιχείων
- ✓ Μείωση ή και αφαίρεση μεγάλων φορτίων
- ✓ Υποσύλωση έναντι κατακόρυφων φορτίων
- ✓ Αντιστήριξη έναντι οριζόντιων φορτίων
- ✓ Απαγόρευση χρήσεως του κτιρίου (εν μέρει ή εν όλω)

Στην περίπτωση κτιρίων χαρακτηρισμένων ως διατηρητέων ή μνημείων, οι σχετικές εργασίες πρέπει να έχουν προηγουμένως εγκριθεί από την αρμόδια δημόσια αρχή, κατά τις προβλεπόμενες διαδικασίες— πάντως δε αναλόγως με τον βαθμό του επείγοντος που επιβάλλεται απ' την επικινδυνότητα των περιστάσεων.

Η επιλογή των προσωρινών επειγόντων μέτρων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

- ✓ Ο τύπος και η χρήση του κτιρίου, σε συνδυασμό με το μέγεθος και την σπουδαιότητά του (κατά το νόημα του ισχύοντος Αντισεισμικού Κανονισμού ή/και κατά την ισχύουσα σχετική νομοθεσία)
- ✓ Το είδος της βλάβης
- ✓ Τα διαθέσιμα μέσα (Προσωπικό, εξοπλισμός, κ.λπ.)
- ✓ Ο βαθμός της επικινδυνότητας
- ✓ Η πιθανολογούμενη εξέλιξη των βλαβών

των χαρακτηριστικών των φερόντων στοιχείων και ενδέχεται να έχουν οδηγήσει σε μείωση της φέρουσας ικανότητας, της λειτουργικότητας ή/και της ανθεκτικότητας του κτιρίου.

Καταγράφονται και αξιολογούνται καταλλήλως και οι ενδεχόμενες βλάβες μή φερόντων στοιχείων (όπως, π.χ. των διαχωριστικών τοίχων).

Στο στάδιο αυτό, ανάλογα με την έκταση και την ένταση των βλαβών, λαμβανομένης υπ' όψη και της σπουδαιότητας του κτιρίου, εξετάζεται η ανάγκη λήψης άμεσων μέτρων επέμβασης.

- ✓ Η αναμενόμενη συμπεριφορά κατά την διάρκεια σεισμών
- ✓ Το κόστος των επεμβάσεων

Οι κατάλληλες μετρήσεις και δοκιμές μπορούν να πραγματοποιούνται επιτόπου ή/και σε Εργαστήριο.

Η επιλογή των μετρήσεων, καθώς και των κατάλληλων δοκιμών θα πρέπει να γίνεται κατά περίπτωση, κατά την κρίση του μελετητή Μηχανικού. Πάντως, για να ελαχιστοποιούνται οι αμφιβολίες, συνιστάται να γίνεται διασταύρωση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων ή και δοκιμών.

Κατά την σύνταξη του προγράμματος των διερευνητικών εργασιών, ο μελετητής Μηχανικός λαμβάνει υπ' όψη την σπουδαιότητα του κτιρίου, την παθολογία του, καθώς και το είδος και τις μεθόδους υπολογισμού τις οποίες θα εφαρμόσει κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό.

Με βάση τα αποτελέσματα των διερευνητικών εργασιών, ο μελετητής Μηχανικός οφείλει να αιτιολογήσει τις παραδοχές βάσει των οποίων θα γίνει η αποτίμηση και ο ανασχεδιασμός, κατ' εφαρμογήν των Κεφ. 2 και 4 του παρόντος Κανονισμού.

### 3.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

#### 3.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι διερευνητικές εργασίες αποβλέπουν στην συγκέντρωση στοιχείων, τα οποία είναι απαραίτητα για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου.

Οι πραγματοποιούμενες διερευνητικές εργασίες διακρίνονται σε διάφορες ομάδες, ανάλογα με τα στοιχεία τα οποία αποκτώνται μέσω αυτών:

- Εντόπιση και αποτύπωση αφανών στοιχείων
- Χαρακτηριστικά υλικών και τρόπος δόμησης
- Έδαφος θεμελίωσης, κ.λπ.
- Άλλοι παράγοντες

Ο μελετητής Μηχανικός συντάσσει το πρόγραμμα των διερευνητικών εργασιών, οι οποίες εκτελούνται από τον ίδιο, είτε υπό την επίβλεψή του, είτε από αναγνωρισμένα προς τούτο Εργαστήρια.

Όταν πρόκειται για κτίριο το οποίο είναι χαρακτηρισμένο ως διατηρητέο ή μνημείο, το πρόγραμμα των δοκιμών οφείλει να λαμβάνει υπ' όψη τους περιορισμούς (ως προς τις θέσεις και ως προς το πλήθος των δοκιμών) οι οποίοι προκύπτουν από την ιστορική/αρχιτεκτονική αξία του κτιρίου.

Σ' αυτές τις περιπτώσεις, το πρόγραμμα των δοκιμών θα πρέπει να έχει την έγκριση των αρμόδιων Υπηρεσιών.

Βλ. τα περί «πρωτεύοντων» και «δευτερευόντων» στοιχείων, κατά την § 2.5.3.

Το είδος και η έκταση των επί τόπου και των εργαστηριακών διερευνήσεων εξαρτώνται από την επιδιωκόμενη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.

Για την επιλογή του πλήθους και των θέσεων δειγματοληψίας, πρέπει να εφαρμοσθούν κριτήρια όπως:

- Η επιδιωκόμενη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.
- Η αντιπροσωπευτικότητα των δειγμάτων ή των θέσεων δειγματοληψίας.
- Οι τοπικές βλάβες και οι ενδεχόμενες φθορές ή κακοτεχνίες του φέροντος οργανισμού.

Ο καθορισμός του ελάχιστου πλήθους των δοκιμών πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε να είναι δυνατή η στατιστική επεξεργασία και βαθμονόμηση. (βλ. Κεφ. 3.10).

Κατά την σύνταξη του προγράμματος των διερευνητικών εργασιών, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η σημασία κάθε δομικού στοιχείου για την αντισεισμική ικανότητα του κτιρίου.

Η παρακολούθηση της εκτέλεσης του προγράμματος των δοκιμών, καθώς και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και των μετρήσεων, γίνεται από τον μελετητή Μηχανικό ή από άλλον Μηχανικό με τα απαιτούμενα προσόντα.

### 3.5.2 ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΥ ΔΟΜΗΣΕΩΣ

Η μελέτη αποτίμησης και επεμβάσεων περιλαμβάνει Τεχνικές Εκθέσεις, Σχέδια και αξιολόγηση αποτελεσμάτων επί τόπου ή/και εργαστηριακών διερευνήσεων, οι οποίες περιέχουν δεδομένα για τα ακόλουθα:

- (α) τα υλικά κατασκευής όλων των δομικών στοιχείων και τα φυσικομηχανικά χαρακτηριστικά τους, καθώς και τον τρόπο δομήσεως. Ειδικώς για τα στοιχεία από τοιχοποιία, αναφέρονται:



Το «ελάχιστο ονομαστικό εύρος» των ρωγμών-κενών- ασυνεχειών μιας τοιχοδομής, εκτιμάται από τον Μηχανικό με αξιοποίηση των αποτελεσμάτων των διερευνήσεων, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τον σχεδιασμό (εφόσον απαιτηθεί) της κατάλληλης σύνθεσης του ενέματος, η οποία θα πρέπει να είναι ικανή να διεισδύσει σε εύρος ρωγμών και κενών μεγαλύτερο ή ίσο από αυτό (βλέπε § 8.9.5).

- (i) το είδος, το σχήμα, οι διαστάσεις, ο τρόπος λάξευσης και ο τρόπος διάταξης και εμπλοκής των λιθοσωμάτων, καθώς και ο βαθμός τυχόν διάβρωσής τους.
- (ii) το είδος και η ποιότητα του κονιάματος δομήσεως και του κονιάματος αρμολογήσεως (κατά περίπτωση), το πάχος των αρμών του κονιάματος, καθώς και η κατάσταση διατήρησης του κονιάματος (ως προς την αντοχή, σκληρότητα, ευθρυπτότητα, διάβρωση, ύπαρξη φθορών, ρωγμών ή τυχόν μεγάλων εσωτερικών κενών, κ.λπ.).
- (iii) ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος των στοιχείων (πλήθος στρώσεων και αντίστοιχα πάχη), η ύπαρξη ή μη εγκάρσιων συνδέσεων στις δίστρωτες ή τρίστρωτες τοιχοποιίες και στην περίπτωση των τρίστρωτων τα χαρακτηριστικά του υλικού πλήρωσεως της μεσαίας στρώσης (υλικά δομήσεως, ποσοστό κονιάματος και μικρών τεμαχίων λιθοσωμάτων, συνεκτικότητα υλικού, ύπαρξη κενών και ασυνεχειών, κ.λπ.).
- (iv) το ελάχιστο ονομαστικό εύρος των ρωγμών-κενών- ασυνεχειών, το οποίο χαρακτηρίζει την τοιχοδομή και το ποσοστό των προς πλήρωση κενών, ρωγμών.
  
- (v) τα στοιχεία όπλισης της τοιχοποιίας, εφ' όσον υπάρχουν (ξύλινοι ή μεταλλικοί σπλισμοί, κ.λπ.).
- (vi) η ύπαρξη οριζόντιων ή κατακόρυφων διαζωμάτων από σπλισμένο σκυρόδεμα, ξύλο, χάλυβα, κ.λπ.
- (vii) ο τρόπος σύνδεσης των τοίχων και η κατάσταση διατήρησής των συνδέσεων (στις γωνίες του κτιρίου, προκειμένου περί

Τα στοιχεία αυτά απαιτούνται προκειμένου να εξετασθεί η αποτελεσματικότητα του ανωφλίου, δηλαδή αν είναι ικανό να παραλάβει μέσω κάμψης τα υπερκείμενα φορτία και αν στηρίζεται καλά στους εκατέρωθεν πεσσούς, ώστε να τα μεταφέρει σε αυτούς με επάρκεια.

Συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων για την εκτίμηση της εντός επιπέδου δυσκαμψίας των οριζόντιων πατωμάτων και της αποτελεσματικότητας των συνδέσεων με τα κατακόρυφα στοιχεία.

περιμετρικών τοίχων, καθώς και στην συνάντηση περιμετρικών και εσωτερικών φερόντων τοίχων, κ.λπ.).

(viii) οι ασυνέχειες στους κατακόρυφους τοίχους (τοιχισμένα ανοίγματα, αρμοί διαφορετικών οικοδομικών φάσεων, κ.λπ.).

(β) η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων καθώς και η διαμόρφωση του ανωφλίου (υλικό, διαστάσεις, στήριξη στους εκατέρωθεν πεσσούς) και του λοιπού πλαισιώματός τους (υπέρθυρο, τόξο, παραστάδες, κ.λπ.).

(γ) άλλα στοιχεία, όπως ελκυστήρες στην γένεση τόξων, στη στάθμη των πατωμάτων ή στις γωνίες του κτιρίου, κ.λπ.

(δ) το είδος και τα χαρακτηριστικά των πατωμάτων και της στέγης και των συνδέσεων τους με τα τυχόν υπάρχοντα οριζόντια διαζώματα και τα κατακόρυφα στοιχεία, καθώς και η κατάσταση διατήρησής τους.

(ε) το είδος και το βάθος της θεμελίωσης.

(στ) το είδος και τα χαρακτηριστικά του εδάφους θεμελίωσης.

(ζ) αφανή στοιχεία, όπως ελκυστήρες, ξυλοδεσιές ή άλλα διαζώματα, αγωγοί, καμινάδες, κ.λπ.

(η) ενδεχόμενες παλαιότερες επεμβάσεις στο κτίριο και την πιθανολογούμενη εποχή πραγματοποίησής τους.

(θ) στοιχεία για την προγενέστερη συμπεριφορά των υλικών ή δομικών μελών, τους πιθανούς μηχανισμούς αστοχίας και την πιθανή εν χρόνω εξέλιξη των σημερινών ιδιοτήτων τους.

Η σχεδίαση όλων των στοιχείων γίνεται σε κλίμακα κατάλληλη και ανάλογη με την απαιτούμενη λεπτομέρεια της παρουσίασης των στοιχείων.

Οι Τεχνικές Εκθέσεις περιλαμβάνουν και όλο το απαραίτητο υποστηρικτικό υλικό (σκαριφήματα, φωτογραφίες, διαγράμματα, κ.λπ.), το οποίο χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των στοιχείων της τεκμηρίωσης.

### **3.5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ**

Τα στοιχεία αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού, του είδους και των χαρακτηριστικών των υλικών, καθώς και της συμπεριφοράς του κτιρίου, προκύπτουν από επιτόπου παρατήρηση και μετρήσεις (είτε επιτόπου είτε και στο Εργαστήριο), όπως ενδεικτικώς περιγράφεται στα επόμενα.

#### **3.5.3.1 ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ-ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ**

Η επιθεώρηση συνίσταται στη συστηματική παρατήρηση και καταγραφή στοιχείων τα οποία αφορούν την τεκμηρίωση του φέροντος οργανισμού, συμπεριλαμβανομένης της συμπεριφοράς του.

Η επιθεώρηση, επαναλαμβανόμενη όσες φορές χρειάζεται για την συμπλήρωση των στοιχείων, απαιτείται ανεξαρτήτως της εφαρμογής επιτόπου ή/και εργαστηριακών μετρήσεων.

#### **3.5.3.2 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΝΗΘΗ ΜΕΣΑ**

Η συστηματική παρατήρηση όλων των δομικών μελών και του κτιρίου συνολικώς αποτελεί προϋπόθεση για την κατανόηση του φέροντος οργανισμού και της συμπεριφοράς του.

Μέθοδοι όπως: τοπογραφικές, φωτογραμμετρικές, σάρωσης με λέιζερ, κ.λπ.

Πρόκειται για αρκετά συνηθισμένη περίπτωση, όταν π.χ.

- (i) το κτίριο που εξετάζεται είναι κηρυγμένο ως διατηρητέο ή μνημείο, κατά την σχετική νομοθεσία,
- (ii) η διαπίστωση των σχετικών στοιχείων συνεπάγεται την τοπική ή την πλήρη καταστροφή στοιχείων, όπως οροφωγραφίες, κ.λπ.,
- (iii) το κτίριο ευρίσκεται εν χρήσει.

Η αποτύπωση γεωμετρικών στοιχείων, φθορών και βλαβών, καθώς και η παρακολούθηση της εν χρόνω εξέλιξης των φθορών και των βλαβών, πραγματοποιείται κατ' αρχήν ή και κατ' αποκλειστικότητα μέσω συστηματικών μετρήσεων με χρήση μετροταινίας, αλφαδιού και νήματος στάθμης.

### 3.5.3.3 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩ ΟΡΓΑΝΩΝ

Ανάλογα με το μέγεθος, την σπουδαιότητα ή/και την κρισιμότητα της κατάστασης ενός κτιρίου, επιλέγονται και εφαρμόζονται μετρητικές μέθοδοι με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού.

Επίσης, στην περίπτωση κατά την οποία δεν είναι δυνατή η οπτική επαφή με φέροντα στοιχεία ή με περιοχές σύνδεσης στοιχείων ή όταν δεν επιτρέπεται η αποκάλυψη ορισμένων αφανών περιοχών του κτιρίου, θα πρέπει:

- (α) είτε να εφαρμόζονται επιτόπου διασκοπικές μέθοδοι με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού,
- (β) είτε να αναζητούνται σχετικά στοιχεία σε άλλα ανάλογα κτίρια (της ίδιας περιοχής και εποχής κατασκευής), ή στην βιβλιογραφία και, πάντως,
- (γ) να σημαίνεται με σαφήνεια στα σχέδια είτε η έλλειψη πληροφοριών, είτε η πηγή των στοιχείων τα οποία ευλόγως υποτίθενται.

Δεδομένου ότι πολλές από τις τεχνικές οι οποίες αναφέρονται εδώ δίνουν αποτελέσματα ποιοτικού χαρακτήρα ή μειωμένης αξιοπιστίας, είναι χρήσιμη η συνδυασμένη εφαρμογή περισσότερων τεχνικών.

Η αποτύπωση αυτή δίνει επίσης στοιχεία για τις διαστάσεις και τον τρόπο λάξευσης των λιθοσωμάτων, τη διάταξη και την εμπλοκή τους, καθώς και το πάχος των αρμών και την πλήρωσή τους ή μή με κονίαμα. Τα στοιχεία αυτά συνεκτιμώνται από το Μηχανικό για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής και του αναμενόμενου τρόπου αστοχίας.

#### **3.5.3.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**

Ανάλογα με το μέγεθος, την σπουδαιότητα, την χρήση και την κατάσταση του κτιρίου, οι Εργαστηριακές μετρήσεις μπορούν να περιλαμβάνουν απλές μετρήσεις φυσικών, χημικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών, έως και την δοκιμή ομοιωμάτων δομικού στοιχείου, τμήματος ή και ολόκληρου του κτιρίου.

#### **3.5.4 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

Ανάλογα με το μέγεθος, την σπουδαιότητα ή/και την κρισιμότητα της κατάστασης του κτιρίου, και ανάλογα με τον στόχο της διερεύνησης, μπορούν να εφαρμόζονται μια ή περισσότερες από τις ακόλουθες επιτόπου διερευνητικές τεχνικές.

Οι επιτόπου τεχνικές κατατάσσονται στα επόμενα ανά στόχο διερεύνησης.

##### **3.5.4.1 ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΟΨΕΙΣ ΤΗΣ**

Εν γένει, ο τρόπος δομήσεως κατά τις όψεις της τοιχοποιίας διαπιστώνεται με τοπική καθαίρεση των επιχρισμάτων σε χαρακτηριστικές θέσεις, παρατήρηση και καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων, κατά την § 3.2 και 3.5.2. Ειδικότερα, προκειμένου να υποβοηθηθεί η εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας σε κρίσιμες θέσεις, συνιστάται στις θέσεις αυτές η αποτύπωση των περιγραμμάτων των λιθοσωμάτων σε μια αντιπροσωπευτική επιφάνεια (περίπου  $1 \times 1 \text{m}^2$ ), προκειμένου να εκτιμηθεί ο λόγος του μέσου πάχους των οριζόντιων αρμών κονιάματος και του μέσου ύψους των λιθοσωμάτων, καθώς και ο μέσος όγκος του κονιάματος ως ποσοστό του όγκου της τοιχοποιίας στην θέση αυτή.

Στις περιπτώσεις κτιρίων τα οποία είναι κηρυγμένα ως μνημεία ή διατηρητέα και όταν τα επιχρίσματα φέρουν διακοσμητικά στοιχεία προς διατήρηση, τότε χρειάζεται η εφαρμογή της θερμογραφίας ή/και άλλων μή καταστρεπτικών τεχνικών.

Αναζητείται το πλήθος των στρώσεων και τα αντίστοιχα πάχη τους, η ύπαρξη ή μή διάτονων ή ημι-διάτονων λίθων, η ύπαρξη ή μή υλικού πληρώσεως, κ.λπ.. Καταγράφονται τα επί μέρους υλικά που συνιστούν το υλικό πληρώσεως και η ύπαρξη κενών και ασυνεχειών.

Ειδικότερα, γίνεται προσπάθεια αδρομερούς εκτίμησης των χαρακτηριστικών του υλικού πληρώσεως, ως προς:

- το είδος των υλικών που το αποτελούν,
- το ποσοστό κονιάματος και μικρών τεμαχίων λιθοσωμάτων αντίστοιχα,
- το ποσοστό και το μέγεθος των κενών / ασυνεχειών που παρατηρούνται στη μάζα του και στις διεπιφάνειες με τα λιθοσώματα.

Όταν η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη και δεν επιτρέπεται η τοπική καθαίρεση του επιχρίσματος, ώστε να διαπιστωθεί ο τρόπος δομήσεώς της κατά τις όψεις της, μπορεί να υποβοηθήσει τη διερεύνηση η τεχνική της θερμογραφίας.

#### **3.5.4.2 ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΗΣ**

Ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος της, μπορεί να διαπιστωθεί, κατά περίπτωση, με τους ακόλουθους ενδεικτικούς τρόπους:

(α) Εάν το κτίριο έχει τμήματα τα οποία έχουν καταρρεύσει ή έχουν υποστεί σημαντικές βλάβες, τότε ο τρόπος δομήσεως διαπιστώνεται με απλή οπτική παρατήρηση.

(β) Εάν υπάρχει δυνατότητα τοπικής αφαίρεσης των κασωμάτων σε ανοίγματα του κτιρίου, ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος της μπορεί να διαπιστωθεί με απλή οπτική παρατήρηση.

(γ) Εάν δεν υπάρχουν οι δυνατότητες (α) ή και (β), τότε συνιστάται να γίνεται προσεκτική αφαίρεση μικρού πλήθους λίθων ή οπτοπλίνθων στην

Εάν το πάχος της τοιχοποιίας είναι περιορισμένο (<0,5m για λιθοδομή και <0,40m για οπτοπλινθοδομή), είναι πιθανόν να αρκεί η αφαίρεση λιθοσωμάτων και η παρατήρηση μόνον από την μια όψη της τοιχοποιίας.

Τα υλικά των πυρήνων μπορούν να χρησιμοποιηθούν, εν συνεχεία, για την διαμόρφωση δοκιμίων και την μέτρηση των ιδιοτήτων των υλικών στο Εργαστήριο.

Οι τεχνικές αυτές εφαρμόζονται σε κτίρια μεγάλης ιστορικής / αρχιτεκτονικής αξίας. Σημειώνεται ότι και σ' αυτήν την περίπτωση, τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι πιο αξιόπιστα όταν η τοιχοποιία είναι ανεπίχριστη ή όταν είναι δυνατή η καθαίρεση των επιχρισμάτων στις θέσεις ελέγχου.

μια όψη της τοιχοποιίας, παρατήρηση του εσωτερικού της και καταγραφή του τρόπου δομήσεως κατά το πάχος της. Ακολούθως, αποκαθίστανται επιμελώς στην θέση τους τα λιθοσώματα που αφαιρέθηκαν. Η επιλογή των λίθων που θα αφαιρεθούν γίνεται μετά από προσεκτική παρατήρηση της κατά την όψη αποτύπωσης επιφάνειας  $1\text{m}^2$  ανά θέση, ώστε να περιλαμβάνουν και πιθανούς διάτονους ή ημιδιάτονους λίθους για τους οποίους αναζητείται η εγκάρσια προς την όψη του κτιρίου διάστασή τους, προκειμένου να εκτιμηθεί ο βαθμός σύνδεσης των εξωτερικών παρειών που τυχόν προσφέρουν. Η εργασία επαναλαμβάνεται από την άλλη όψη της τοιχοποιίας.

(δ) Εναλλακτικώς, λαμβάνονται πυρήνες σε αντιπροσωπευτικές θέσεις, ο δε τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος της διαπιστώνεται από την παρατήρηση των πυρήνων κατά το μήκος τους. Κατά την επιλογή των θέσεων πυρηνοληψίας, λαμβάνεται επίσης υπόψη η ανάγκη να τεκμηριωθεί η ύπαρξη ή η απουσία διάτονων ή ημιδιάτονων λίθων. Εάν αυτή η τεκμηρίωση δεν αποδειχθεί επαρκής, τότε πραγματοποιείται η προαναφερθείσα στην § 3.5.4.2 (γ) επί τόπου διερεύνηση.

(ε) Στην περίπτωση κατά την οποία δεν είναι δυνατή η εφαρμογή των (α) έως (δ), τότε η διαπίστωση του τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος της υποβοηθείται μέσω ραντάρ και ενδοσκοπήσεων, καθώς και ηχητικών μεθόδων και ιδιαίτερα μέσω ηχητικής τομογραφίας.

(στ) Συμπληρωματικώς προς τις περιπτώσεις (α) έως (δ), και εάν το κτίριο ανήκει σε ένα οικισμό με πρακτικώς ενιαίο τρόπο δομήσεως, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν στοιχεία για τον τρόπο δομήσεως της τοιχοποιίας από άλλα γειτονικά κτίρια.

Εάν δεν είναι δυνατή η μερική καθαίρεση των επιχρισμάτων (π.χ. σε εν χρήσει κτίριο ή σε κτίριο χαρακτηρισμένο ως μνημείο ή διατηρητέο), τότε απαιτείται διερεύνηση με τις μεθόδους που αναφέρονται στην § (β). Όταν το κτίριο ανήκει σε έναν ιστορικό ή μή οικισμό, μπορούν να χρησιμοποιούνται επικουρικά στοιχεία από άλλα κτίρια του οικισμού, της ίδιας εποχής και του ίδιου δομικού συστήματος.

Όταν η τοιχοποιία είναι ανεπίχριστη ή αφού καθαιρεθούν τα επιχρίσματα, η προσεκτική παρατήρηση της δόμησης στις όψεις της επιτρέπει να εντοπισθούν οι θέσεις καθ' ύψος, στις οποίες διατάσσονται οι ξυλοδεσιές ή άλλα διαζώματα (από σκαλότρυπες, κ.λπ.).

Για τον σκοπό αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στοιχεία από άλλα γειτονικά κτίρια με το ίδιο δομικό σύστημα. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται στις όψεις οπτόπλινθοι ή μικροί λίθοι στην επιφάνεια των τοίχων που υποδεικνύουν την παρουσία διαζωμάτων στο εσωτερικό τους.

### 3.5.4.3 ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΔΙΑΖΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

(α) Σε πολλές περιπτώσεις, οι ξυλοδεσιές ή τα μεταλλικά διαζώματα είναι τοποθετημένα στις παρειές της τοιχοποιίας. Όταν η τοιχοποιία είναι ανεπίχριστη, τα διαζώματα είναι ορατά κατά το μήκος των στοιχείων από τοιχοποιία. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, είναι ορατά και τα εγκάρσια ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία. Τότε, απαιτείται μικρής έκτασης διερεύνηση για την μέτρηση των διαστάσεων των διαζωμάτων, καθώς και για την αποτύπωση της διάταξής τους.

Εάν η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη, απαιτείται τοπική καθαίρεση επιχρισμάτων, ώστε να συλλεγούν τα απαραίτητα στοιχεία.

(β) Όταν στις όψεις της τοιχοποιίας δεν διακρίνεται η παρουσία διαζωμάτων, τότε απαιτείται διερεύνηση για την τυχόν εντόπιση οριζόντιων διαζωμάτων στο εσωτερικό της τοιχοποιίας, καθώς και των διαστάσεων των στοιχείων που τα αποτελούν.

Γι' αυτόν τον σκοπό, πρέπει να εντοπισθούν οι θέσεις καθύψος του κτιρίου, στις οποίες είναι διατεταγμένα τα διαζώματα:

(i) Σε συνήθη κτίρια, με τοπική αφαίρεση της εξωτερικής σειράς των λίθων και στις δυο παρειές της τοιχοποιίας, εντοπίζονται οι θέσεις



και οι διαστάσεις των διαμήκων και των εγκάρσιων στοιχείων ενίσχυσης.

- (ii) Σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευών χαρακτηρισμένων ως μνημείων ή διατηρητέων κτιρίων, μέσω χρήσεως ραντάρ ή ενδοσκοπήσεων σε κατάλληλες θέσεις, εντοπίζονται οι θέσεις και οι διαστάσεις των διαμήκων διαζωμάτων και των τυχόν εγκάρσιων στοιχείων σύνδεσης στην περίπτωση των ξυλοδεσιών ή των μεταλλικών διαζωμάτων.

#### **3.5.4.4 ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΟΜΗΣΕΩΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΔΕΞΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΙΧΩΝ**

Στην περίπτωση συνήθων κτιρίων, όταν αυτά είναι επιχρισμένα, προηγείται η τοπική καθαίρεση των επιχρισμάτων σε κατάλληλη έκταση, στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του κτιρίου. Με βάση τις ορατές διαστάσεις των λίθων και με γνωστό το πάχος των συναντώμενων ή των διασταυρούμενων τοίχων, συντάσσεται σχέδιο του τρόπου δομήσεως των εξεταζόμενων περιοχών.

Εάν από αυτήν την διαδικασία προκύψει ότι στην περιοχή συνάντησης ή διασταύρωσης τοίχων δεν υπάρχει σύνδεση μεταξύ τους με αλληλεμπλοκή λιθωμάτων, ο τρόπος δομήσεως θα πρέπει να εντοπισθεί με τους τρόπους που περιγράφονται στην § 3.5.4.2.

Στην περίπτωση κτιρίων, στα οποία δεν είναι δυνατή η τοπική καθαίρεση των επιχρισμάτων, μπορούν να εφαρμοσθούν τα ακόλουθα:

- (α) Εντοπίζεται, μέσω θερμογραφίας, η γεωμετρία των λιθωμάτων στις όψεις της τοιχοποιίας και κατόπιν ακολουθείται η διαδικασία της προηγούμενης παραγράφου.

Σε πολλές περιπτώσεις, οι περιοχές συνδέσεως κατακόρυφων στοιχείων από τρίστρωτη τοιχοποιία διαθέτουν πυρήνα από υλικό πληρώσεως. Τούτο είναι ενδεχόμενο στην περίπτωση τοίχων με μεγάλο πάχος (>0,60m περίπου).

Για παράδειγμα διαφορετικά υλικά (λίθοι, πλίνθοι και κονιάματα), διαφορετικός τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας διαφορετικών φάσεων, ή χρήση διαφορετικού τρόπου επεξεργασίας του κονιάματος, τοίχοι μεταγενέστεροι χωρίς σύνδεση με προγενέστερους, κ.λπ.

Πάντως, η αποτελεσματική και οικονομική εφαρμογή της θερμογραφίας προϋποθέτει ότι θα έχει μελετηθεί το ιστορικό του κτιρίου και θα υπάρχουν στοιχεία για τις λίγες θέσεις στις οποίες θα πρέπει να εντοπισθεί η διερεύνηση.

Η μέθοδος μπορεί να είναι αξιόπιστη μόνον υπό όρους και εφαρμόζεται με βάση τις παρακάτω σχετικές συστάσεις της RILEM:  
(α) RILEM Recommendation MDT. D. 4: In-situ stress tests based on the flat jack, και  
(β) RILEM Recommendation MDT. D.5: In-situ stress-strain behaviour tests based on the flat jack.

(β) Εάν από αυτήν την διερεύνηση προκύψει ότι η δόμηση δεν είναι συμπαγής, τότε ακολουθούνται τα προβλεπόμενα στην § 3.5.4.2.

#### **3.5.4.5 ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΦΑΣΕΩΝ, ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΟΨΕΙΣ, Κ.ΛΠ.**

Στην περίπτωση ανεπίχριστων κτιρίων ή όταν είναι δυνατή η καθαίρεση των επιχρισμάτων, αρκεί η προσεκτική οπτική παρατήρηση για την εντόπιση αυτών των στοιχείων.

Όταν η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη και δεν είναι δυνατή η καθαίρεση των επιχρισμάτων, η εντόπιση των κατασκευαστικών φάσεων ή ασυνεχειών κ.λπ. μπορεί να υποβοηθηθεί με την εφαρμογή της θερμογραφίας.

#### **3.5.4.6 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ**

Σε περιπτώσεις κρίσιμων ή σημαντικών για την φέρουσα ικανότητα του κτιρίου περιοχών ή στοιχείων, είναι δυνατή η επί τόπου μέτρηση της θλιπτικής τάσεως υπό την οποία ευρίσκεται η περιοχή ή το στοιχείο, μέσω της μεθόδου των επίπεδων γρύλλων.

#### **3.5.4.7 ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ**

Για παράδειγμα, μπορεί να διατίθεται εδαφοτεχνική μελέτη από προηγούμενη φάση αλλαγής χρήσεως ή επεμβάσεων στο κτίριο. Εάν υπάρχει εδαφοτεχνική μελέτη σε όμορο κτίριο, μπορεί να λαμβάνεται υπόψη.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχει υπόνοια αστοχίας της θεμελίωσης του υφιστάμενου κτιρίου.

Αναφορικά με το είδος της εδαφοτεχνικής έρευνας έχουν εφαρμογή οι ισχύουσες κανονιστικές διατάξεις που αφορούν την μελέτη νέων κατασκευών.

Αυτή η διάταξη ισχύει ανεξαρτήτως του εάν η επέμβαση προκαλεί ή δεν προκαλεί πρόσθετες δράσεις στο έδαφος.

Εάν διατίθεται προγενέστερη εδαφοτεχνική έρευνα και δεν υπάρχουν ενδείξεις αστοχίας της θεμελίωσης, δεν απαιτείται νέα έρευνα.

Σε κάθε άλλη περίπτωση, ακολουθούνται οι απαιτήσεις του Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Ανάγκη νέας εδαφοτεχνικής έρευνας

Προγενέστερη Εδαφοτεχνική έρευνα	Προηγούμενη συμπεριφορά θεμελίωσης	Επέμβαση που προκαλεί πρόσθετες δράσεις στο έδαφος (1)	Ανάγκη νέας εδαφοτεχνικής έρευνας
Διατίθεται	Κακή		Ναι
Δεν διατίθεται	Καλή	Όχι	Όχι
		Ναι	Ναι
	Κακή		Ναι

(1) Όταν προκαλείται αύξηση των τάσεων εδάφους τουλάχιστον σε ένα στοιχείο θεμελίωσης μεγαλύτερη από 20%

Όταν, κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό, λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής, κατά τις διατάξεις του Κεφ. 5, και εφ' όσον δεν διατίθεται επαρκής εδαφοτεχνική έρευνα, πραγματοποιείται εδαφοτεχνική μελέτη (νέα ή συμπληρωματική), κατά την αιτιολογημένη κρίση του Μηχανικού.

Η γενικότερη γνώση του εδάφους είναι απαραίτητη για την κατάταξή του σύμφωνα με τον ΕΚ 8-1.

Οι συνθήκες στήριξης του κτιρίου στο έδαφος αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την ακρίβεια των αναλύσεων της ανωδομής.

Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα ελέγχου σε περισσότερες θέσεις και αυξάνεται η στάθμη της αξιοπιστίας των δεδομένων, υπό την προϋπόθεση ότι οι επί τόπου μετρήσεις βαθμονομούνται κατάλληλα.

Για κτίρια σπουδαιότητας I και II (με  $\gamma_i=0,80$  ή  $1,00$ ) κατά τον ΕΚ 8-1 (§ 4.2.5, Πίν. 4.3), οι τιμές σχεδιασμού των εδαφικών παραμέτρων μπορούν να λαμβάνονται από την βιβλιογραφία, βάσει της περιγραφής των εδαφικών στρωμάτων τα οποία επηρεάζονται από την θεμελίωση.

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα χαρακτηριστικά του εδάφους δεν είναι γνωστά από εδαφοτεχνική έρευνα, συνιστάται η διενέργεια παραμετρικών επιλύσεων, με χρήση εύλογων ακραίων τιμών παραμορφωσιμότητας.

Εξαιρούνται οι περιπτώσεις κτιρίων με υπόγειο στο σύνολο της έκτασης της κάτοψης, χωρίς ενδείξεις προβλημάτων.

#### **3.5.4.8 ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**

Σε ειδικές περιπτώσεις, ενδέχεται να επηρεάζουν τη φέρουσα ικανότητα του κτιρίου και άλλοι παράγοντες, όπως:

- Το φυσικό περιβάλλον
- Η γειτονία άλλων δομημάτων ή υπογείων έργων
- Η λειτουργία μηχανημάτων κ.λπ.,
- οι οποίοι και πρέπει να αξιολογηθούν.

#### **3.6 ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΤΟΧΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Πέρα από τη μέτρηση των αντοχών των υλικών με εργαστηριακές δοκιμές σε δοκίμια που μορφώνονται από τα υλικά πυρηνοληψίας ή από δείγματα υλικών που αποσπώνται από το κτίριο, μπορούν να εφαρμόζονται συμπληρωματικώς τα ακόλουθα για την εκτίμηση των αντοχών των υλικών επιτόπου του κτιρίου.

Ωστόσο, λόγω έλλειψης στοιχείων βαθμονομήσεως η εφαρμογή των τεχνικών αυτών επί τόπου δεν μπορεί να αντικαταστήσει την λήψη

Σημειώνεται ότι για να είναι αξιοποιήσιμες οι μέσω κρουσιμέτρου λαμβανόμενες μετρήσεις, θα πρέπει να διατίθενται στοιχεία βαθμονόμησης (μέσω εργαστηριακών δοκιμών), τα οποία αποκτώνται μέσω (i) εφαρμογής της κρουσιμετρήσεως σε δοκίμια λίθων στο εργαστήριο και (ii) φόρτισης των δοκιμών μέχρι θραύσεως. Έτσι, προκύπτει συσχέτιση μεταξύ των μετρήσεων που προκύπτουν από την έμμεση και την άμεση μέθοδο.

Δεν συνιστάται η χρήση ανάλογων καμπυλών συσχέτισης από τη βιβλιογραφία.

Τα ανωτέρω ισχύουν και για την περίπτωση των ηχητικών εν γένει μεθόδων.

Η περιγραφή της μεθόδου θα πρέπει να αναζητηθεί σε δόκιμη βιβλιογραφία.

Η περιγραφή των μεθόδων θα πρέπει να αναζητηθεί σε δόκιμη βιβλιογραφία. Καί στις δυο περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να διατίθενται στοιχεία εργαστηριακής βαθμονόμησης, όπως ενδεικτικώς περιγράφεται

δοκιμών και την μέτρηση των μηχανικών χαρακτηριστικών στο εργαστήριο.

### **3.6.1 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΛΙΘΩΝ**

Η θλιπτική αντοχή των λίθων μπορεί να εκτιμηθεί με εφαρμογή της κρουσιμετρήσεως, καθώς και των υπερήχων και ηχητικών εν γένει μεθόδων.

### **3.6.2 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΠΛΙΘΩΝ**

Στην περίπτωση λίθων χαμηλής αντοχής ή στην περίπτωση οπτοπλίνθων, μπορεί να εφαρμόζεται η μέθοδος της χαραγής.

### **3.6.3 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ**

Η θλιπτική αντοχή του κονιάματος μπορεί να μετρηθεί επί τόπου με τις τεχνικές της χαραγής ή της διεϊσδυσης.

στο σχόλιο της § 3.6.1. Σχετική σύσταση για τη δοκιμή της διείσδυσης έχει συντάξει η Τεχνική Επιτροπή της RILEM TC177MDT: The penetration test with a special drill.

Επίσης αναφέρονται οι ακόλουθες δύο συστάσεις της Τεχνικής Επιτροπής της RILEM TC127MS Tests for masonry materials and structures:

- (α) MS-D.7: Determination of pointing hardness by pendulum hammer, για την εκτίμηση της σκληρότητας του κονιάματος αρμολόγησης, και
- (β) MS-D.9: Determination of mortar strength by the screw (helix) pull-out method, για την εκτίμηση της ποιότητας του κονιάματος και της αντοχής του με κατάλληλη βαθμονόμηση.

Η διαδικασία και οι επί τόπου μέθοδοι περιγράφονται σε κείμενα που εκπονήθηκαν από Τεχνική Επιτροπή της RILEM Technical Committee AST 215 “STAR 215 AST, In-situ assessment of structural timber”, καθώς και σε άλλη δόκιμη βιβλιογραφία.

Για τον σκοπό αυτό, χρειάζονται στοιχεία βαθμονόμησης, καθώς και γνώσεις για τα χαρακτηριστικά των μετάλλων της περιόδου κατασκευής του κτιρίου. Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να εξετασθεί επίσης είναι η συγκολλησιμότητα των επί τόπου ιστορικών μεταλλικών στοιχείων.

#### **3.6.4 ANTOXH ΞΥΛΟΥ**

Η αντοχή των ξύλινων μελών εκτιμάται για το κάθε μέλος χωριστά, μετά από αναλυτική επί τόπου παρατήρηση και οπτική διαβάθμιση με βάση τα φυσικά ελαττώματα και την παθολογία. Οι αντοχές διαφοροποιούνται ανάλογα με τη εντατική κατάσταση στην οποία βρίσκεται το μέλος στο κτίριο (καμπτόμενα μέλη, θλιβόμενα ή εφελκυσόμενα παράλληλα ή κάθετα στις ίνες, κ.λπ.). Όπου απαιτείται, η παραπάνω διαβάθμιση ως προς τις αντοχές συμπληρώνεται με την εφαρμογή μη καταστρεπτικών ή ελάχιστα καταστρεπτικών μεθόδων (όπως μετρήσεις με ρεζιστογράφο, υπερήχους κ.λπ.).

#### **3.6.5 ANTOXH ΜΕΤΑΛΛΟΥ**

Η επιτόπου μέτρηση της σκληρότητας του μετάλλου επιτρέπει την προσεγγιστική σύνδεση με την αντοχή του.

Η περιγραφή της μεθόδου θα πρέπει να αναζητηθεί σε δόκιμη βιβλιογραφία. Αναφέρονται οι σχετικές συστάσεις της RILEM Recommendation MDT. D. 4: In-situ stress tests based on the flat jack και RILEM Recommendation MDT. D.5: In-situ stress -strain behaviour tests based on the flat jack. Υπό προϋποθέσεις, αυτή η δοκιμή μπορεί να δώσει πληροφορίες και για το μέτρο ελαστικότητας, καθώς και για τον λόγο εγκάρσιας διόγκωσης της τοιχοποιίας.

Όταν η μέθοδος των επίπεδων γρύλλων εφαρμόζεται σε τρίστρωτες τοιχοποιίες, δίνει στοιχεία μόνον για τις παρειές της τοιχοποιίας. Η εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας σε ολόκληρο το πάχος της απαιτεί γνώση της γεωμετρίας της τοιχοποιίας κατά το πάχος της, στοιχεία για την αντοχή του υλικού πληρώσεως, καθώς και κατάλληλη επεξεργασία αυτών των στοιχείων, κατά την § 6.2.4.3.

Η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις περιπτώσεις κατασκευών οι οποίες είναι κηρυγμένες ως μνημεία ή διατηρητέα κτίρια, λόγω του έντονα καταστροφικού της χαρακτήρα.

### 3.6.6 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Η επιτόπου μέτρηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας μπορεί να γίνει μέσω των ακόλουθων μεθόδων:

(α) Με την μέθοδο των επίπεδων γρύλλων. Αυτή η μέθοδος μπορεί να είναι αξιόπιστη μόνον υπό όρους και, επομένως, η απόφαση για την εφαρμογή της, καθώς και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της πρέπει να γίνεται από ειδικευμένο Πολιτικό Μηχανικό.

(β) Με την αποκοπή «δοκιμίων» τοιχοποιίας και την υποβολή τους σε θλίψη ή σε διαγώνια θλίψη στο εργαστήριο, μετά από την τοποθέτηση κατάλληλων μετρητικών οργάνων.

### 3.7 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ

Στις περιπτώσεις σημαντικών (από απόψεως αρχιτεκτονικής/ιστορικής) κτιρίων, καθώς και στις περιπτώσεις περίπλοκων δομικών συστημάτων, ενδέχεται να χρειάζεται εγκατάσταση ενός ολόκληρου συστήματος ενόργανης παρακολούθησης του κτιρίου για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στην περίπτωση σημαντικών μνημείων, αυτό το σύστημα συνιστάται να παραμένει εν λειτουργία και μετά από την ολοκλήρωση των επεμβάσεων, ώστε να συλλέγονται στοιχεία τα οποία επιτρέπουν να αποτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων και να ληφθούν-αν χρειασθεί-διορθωτικά μέτρα.

Η επιλογή αυτών των στοιχείων βασίζεται στην γνώση του κτιρίου, καθώς και στην ποιοτική-τουλάχιστον-ερμηνεία των παρατηρούμενων βλαβών.

Το είδος και το πλήθος των δοκιμών, καθώς και το μέγεθος και η πολυπλοκότητα των δοκιμών εξαρτώνται από την σπουδαιότητα, την κατάσταση διατήρησης του κτιρίου, το μέγεθός του, την χρήση του, κ.λπ.

Οι χημικές ιδιότητες των υλικών επηρεάζουν την εν χρόνω συμπεριφορά των κτιρίων και, επομένως, την εμφάνιση φθορών. Εξ άλλου, η διαπίστωση των χημικών ιδιοτήτων των κατά χώραν υλικών είναι χρήσιμη (ή και απαραίτητη) για τον σχεδιασμό των υλικών επέμβασης, ώστε αυτά να είναι συμβατά από φυσικοχημικής απόψεως με τα υφιστάμενα.

Για τον χαρακτηρισμό των παλιών κονιαμάτων χρήσιμες είναι οι συστάσεις της RILEM TC COM 167 Characterization of Old Mortars with Respect to their Repair: State-of-the-Art Report.

Όταν πρέπει να διαπιστωθεί ότι οι παρατηρούμενες σε ένα κτίριο βλάβες δεν εξελίσσονται εν χρόνω ή όταν υπάρχουν ενδείξεις ότι αυτές επιδεινώνονται εν χρόνω, τότε πρέπει να τοποθετηθούν κατάλληλα όργανα στο δόμημα ή/και στο άμεσο περιβάλλον του (π.χ. στο έδαφος), ώστε να παρακολουθείται η συμπεριφορά του για κατάλληλο χρονικό διάστημα.

Η επιλογή των θέσεων μετρήσεως, του είδους των μετρήσεων (ανοίγματα ρωγμών, απόκλιση από την κατακόρυφο, κ.λπ.), καθώς και της διάρκειας της παρακολούθησης γίνεται από τον Μελετητή Πολιτικό Μηχανικό.

### 3.8. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

Οι εργαστηριακές δοκιμές μπορούν να περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία μετρήσεων φυσικών, χημικών και μηχανικών ιδιοτήτων σε επίπεδο υλικού, δομικού στοιχείου, τμήματος της κατασκευής ή και ομοιώματος ολόκληρου του κτιρίου υπό κλίμακα.

Στις υποπαραγράφους που ακολουθούν αναφέρονται οι δοκιμές που σχετίζονται με την μηχανική συμπεριφορά των δομημάτων.



Σε ορισμένες περιπτώσεις, εάν είναι γνωστό το λατομείο προέλευσης των λίθων δόμησης του μνημείου, είναι δυνατή η συμπληρωματική δοκιμασία λίθων από το λατομείο αυτό.

Λαμβάνεται μέριμνα, ώστε τα κονιάματα δόμησης που θα ληφθούν με απόσπαση από το κτίριο για τις αναλύσεις να προέρχονται από το εσωτερικό των δομικών στοιχείων και να μην είναι αποσαθρωμένα.

Σε κάθε περίπτωση όμως, τα τεμάχια κονιάματος τα οποία λαμβάνονται από το κτίριο είναι ακανόνιστα και περιορισμένων διαστάσεων. Λόγω αυτού, καθώς και λόγω της χαμηλής αντοχής των κονιαμάτων σε πολλά κτίρια, δεν είναι δυνατή η διαμόρφωση πρισματικών ή κυβικών δοκιμίων στο εργαστήριο, ώστε να μετρηθεί η θλιπτική αντοχή των κονιαμάτων.

### 3.8.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ

Η μέτρηση της αντοχής σε θλίψη, σε εφελκυσμό, σε εφελκυσμό από κάμψη, καθώς και του μέτρου ελαστικότητας των λιθοσωμάτων πραγματοποιείται μέσω αντίστοιχων εργαστηριακών δοκιμών σε δοκίμια τα οποία διαμορφώνονται είτε από λιθοσώματα που λαμβάνονται από το κτίριο, είτε από τα προϊόντα της πυρηνοληψίας, είτε από λιθοσώματα ίδιας προέλευσης, που τυχόν βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου. Επομένως, αυτά τα δοκίμια είναι είτε κυλινδρικής είτε πρισματικής μορφής και ποικίλων διαστάσεων.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών των δοκιμών, και η εκτίμηση των αντίστοιχων αντοχών οι οποίες θα ληφθούν υπ' όψη κατά τους ελέγχους επάρκειας διατομών ή στοιχείων, γίνεται κατά τα προβλεπόμενα στην § 3.10.5.

### 3.8.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Όπου είναι δυνατόν διαμορφώνονται δοκίμια για την μέτρηση της θλιπτικής αντοχής.

Στην περίπτωση αρμών μικρού πάχους μπορεί να εφαρμόζεται η σύσταση της Τεχνικής Επιτροπής RILEM TC 167 COM.2: Compression tests on sampled joints.

Η μέθοδος περιγράφεται σε δόκιμη βιβλιογραφία.

Άλλες δυο δοκιμές προτείνονται από τη RILEM για τη μέτρηση της εφελκυστικής αντοχής των κονιαμάτων : (α) σε περίπτωση αρμών πάχους 30-40mm “Indirect tensile strength” που συντάχθηκε από τη RILEM TC 76 LUMA.3 για πλίνθους με σπές και (β) σε περίπτωση λεπτών αρμών “Splitting test for new and on site sampled old mortars”, που συντάχθηκε από τη RILEM TC 167 COM.

Η χρήση της μεθόδου της σημειακής φόρτισης (point load test) προτείνεται επίσης στη βιβλιογραφία για δοκίμια ακανόνιστου σχήματος. Η δοκιμή δίνει ένα μέτρο της εφελκυστικής αντοχής. Τα αποτελέσματα μπορούν να συσχετισθούν και με τη θλιπτική αντοχή. Σημειώνεται όμως ότι για να είναι αξιοποιήσιμες οι μέσω σημειακής φόρτισης λαμβανόμενες μετρήσεις θα πρέπει να διατίθενται στοιχεία βαθμονομήσεως για χαμηλών αντοχών υλικά, όπως τα παλαιά κονιάματα.

Είναι γνωστό ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η θλιπτική αντοχή του κονιάματος, τόσο μικρότερη ποσοστιαίως είναι η εφελκυστική του αντοχή.

Εξ άλλου, για να είναι δυνατή η εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής του κονιάματος με βάση την μετρούμενη εφελκυστική αντοχή του, θα πρέπει να είναι γνωστή η σύνθεση του κονιάματος. Ειδικότερα, είναι χρήσιμο να

Για την μέτρηση της εφελκυστικής αντοχής του κονιάματος, συνιστάται η εφαρμογή της μεθόδου των θραυσμάτων.

Η εφελκυστική αντοχή του κονιάματος επιτρέπει την αδρομερή εκτίμηση, βάσει της βιβλιογραφίας, της θλιπτικής αντοχής του.

προσδιορίζεται αδρομερώς, μέσω χημικών αναλύσεων, το είδος της κονιάς ή των κονιών και ο λόγος κονιάς προς αδρανή.

Ωστόσο, η μειωμένη αξιοπιστία κατά την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής του κονιάματος δεν επηρεάζει ουσιωδώς τα αποτελέσματα των ελέγχων φέρουσας ικανότητας, καθώς η συμμετοχή της αντοχής του κονιάματος στην διαμόρφωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας είναι περιορισμένη, εκδηλώνεται δε περισσότερο με όρους εφελκυστικής παρά θλιπτικής αντοχής.

Στην περίπτωση του ξύλου κατά την δειγματοληψία θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η ανισοτροπία του υλικού, η διεύθυνση των ινών, η ύπαρξη ελαττωμάτων, η υγρασία κ.λπ. Επίσης η δειγματοληψία πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική και από κατάλληλες θέσεις με βάση τις επί τόπου παρατηρήσεις και την αποτίμηση της υπάρχουσας κατάστασης. Επισημαίνεται ότι, σε κάθε περίπτωση, τα αποτελέσματα μετρήσεων αντοχής δοκιμίων ξύλου, αποτελούν συμπληρωματικά στοιχεία της οπτικής διαβάθμισης, η οποία, όπως προαναφέρθηκε στην § 3.6.4, λαμβάνει υπόψη της τα στοιχεία που καθορίζουν κατά κύριο λόγο την

Στην περίπτωση που το κονίαμα είναι ιδιαίτερα εύθρυπτο και επομένως δεν είναι εφικτή η μόρφωση δοκιμίου για τη μέτρηση της εφελκυστικής αντοχής του, ο Μελετητής μπορεί να υιοθετεί μια πολύ χαμηλή τιμή θλιπτικής αντοχής, όπως ορίζεται και στην § 3.10.5.1(δ1) (vi).

### **3.8.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΞΥΛΟΥ, ΜΕΤΑΛΛΟΥ Κ.ΛΠ.**

Η μέτρηση των μηχανικών χαρακτηριστικών (αντοχή σε θλίψη, σε εφελκυσμό, μέτρο ελαστικότητας, κ.λπ., κατά περίπτωση) πραγματοποιείται σε δοκίμια τα οποία λαμβάνονται από τα αντίστοιχα υλικά επί τόπου.

αντοχή του ξύλου (φυσικά ελαττώματα, παθολογία, κ.λπ.). Η μεθοδολογία περιγράφεται σε δόκιμη βιβλιογραφία.

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατή η λήψη λιθοσωμάτων από το κτίριο, ώστε να κατασκευασθούν τα δοκίμια. Άλλως, χρησιμοποιούνται λιθοσώματα με παρόμοιες ιδιότητες.

Η σύνθεση του κονιάματος βασίζεται στα χαρακτηριστικά του, όπως αυτά έχουν μετρηθεί, είτε επί τόπου είτε στο εργαστήριο.

Σημειώνεται, πάντως, ότι η σύνθεση του κονιάματος των δοκιμίων διαφέρει συνήθως από αυτήν η οποία έχει διαπιστωθεί για το μελετώμενο κτίριο. Στην συνήθη περίπτωση των ασβεστοκονιαμάτων (μέ ή χωρίς πουζολάνη), η απόκτηση της αντοχής που έχει μετρηθεί στο κατά χώραν κονίαμα απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα. Δεδομένου του περιορισμένου χρόνου εντός του οποίου χρειάζεται να γίνουν οι εργαστηριακές δοκιμές της τοιχοποιίας, απαιτείται συνήθως σκόπιμη τροποποίηση της σύνθεσης του εργαστηριακού κονιάματος.

#### **3.8.4 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ**

Εφόσον τούτο κρίνεται απαραίτητο, και εφόσον διατίθεται το σύνολο των απαιτούμενων δεδομένων, κατασκευάζονται στο εργαστήριο δοκίμια τοιχοποιίας, από την δοκιμή των οποίων προκύπτουν τα χαρακτηριστικά αντοχών και παραμορφωσιμότητας της τοιχοποιίας.

Τα υλικά κατασκευής των δοκιμίων είναι ίδιων ή παρόμοιων χαρακτηριστικών με αυτά των κατά χώραν υλικών. Κατά την κατασκευή, ακολουθείται με ακρίβεια ο τρόπος δομήσεως (κατά τις όψεις και κατά το πάχος) ο οποίος έχει διαπιστωθεί επί τόπου.

Την ευθύνη του σχεδιασμού των δοκιμών, καθώς και της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων έχει ο Μελετητής Πολιτικός Μηχανικός.

#### **3.8.5 ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, Κ.ΛΠ.**

Δοκιμές σε ομοιώματα κατασκευών συνιστώνται και στην περίπτωση κτιρίων τα οποία έχουν υποστεί μερική κατάρρευση και για τα οποία ζητείται να διαπιστωθεί εάν μπορούν να παραμείνουν ως έχουν ή χρειάζονται συμπληρώσεις.

Ειδικότερα δε στην περίπτωση των κτιρίων τα οποία είναι κηρυγμένα ως μνημεία ή διατηρητέα, οι περιορισμοί στην εφαρμογή επί τόπου διερευνητικών εργασιών και δοκιμών, ενδέχεται να οδηγήσουν σε αυξημένες αποκλίσεις των εκτιμώμενων τιμών από τα πραγματικά κατά χώραν μηχανικά χαρακτηριστικά.

Η Σ.Α.Δ. δεν ορίζεται με βάση την διασπορά των αποτελεσμάτων των διερευνητικών εργασιών. Η διασπορά αυτή λαμβάνεται ήδη υπ' όψη κατά την φάση αξιολόγησης και επηρεάζει την «αντιπροσωπευτική» τιμή κάθε μεγέθους.

Κατά περίπτωση, μπορούν να πραγματοποιούνται εργαστηριακές δοκιμές για την μελέτη της συμπεριφοράς συνδέσεων σε ξύλινες ή μεταλλικές στέγες, συνδέσεως τοίχων μεταξύ τους και με τα πατώματα ή την στέγη, κ.λπ.

Καθώς αυτές οι δοκιμές δεν μπορούν να είναι τυποποιημένες, ο σχεδιασμός τους (καθώς και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους) πρέπει να γίνεται από τον Μελετητή Πολιτικό Μηχανικό.

### **3.9 ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΕ ΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΥΠΟ ΚΛΙΜΑΚΑ**

Σε ορισμένες περιπτώσεις κτιρίων κηρυγμένων ως μνημείων, είναι δυνατή η κατασκευή ομοιωμάτων και η εκτέλεση δοκιμών (π.χ. σε σεισμική τράπεζα), με στόχο την αποτίμηση του μνημείου, καθώς και την μελέτη της επιρροής διαφόρων μεθόδων επέμβασης.

### **3.10 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (Σ.Α.Δ.)**

#### **3.10.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Στις υφιστάμενες κατασκευές, οι αριθμητικές τιμές των δεδομένων που υπεισέρχονται στην αποτίμηση και στον ανασχεδιασμό, ενδέχεται να υπόκεινται σε σφάλματα σημαντικότερα απ' ό,τι στην περίπτωση των νέων κατασκευών.

Η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (Σ.Α.Δ.) τα οποία αφορούν δράσεις ή αντιστάσεις, εκφράζει την επάρκεια των πληροφοριών περί του υφισταμένου κτιρίου, και λαμβάνεται υπόψη κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό.

Η έννοια της Σ.Α.Δ. εφαρμόζεται και για την πληρότητα της αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού, ιδίως στις περιπτώσεις αφανών στοιχείων. Οι επιπτώσεις της αβεβαιότητας μπορεί να ληφθούν υπόψη στις δράσεις ή στις αντιστάσεις κατά περίπτωση: π.χ. η αβεβαιότητα για το πάχος του υλικού πληρώσεως πάνω από το εξωράχιο (της επικάλυψης) ενός θόλου θα ληφθεί υπόψη στις δράσεις, ενώ η αβεβαιότητα για το πάχος του θόλου, θα ληφθεί υπ' όψη (κυρίως) στις αντιστάσεις).

Για την περίπτωση των μνημείων και διατηρητέων κτιρίων, το επίπεδο της Σ.Α.Δ. ορίζεται από την εκάστοτε αρμόδια Δημόσια Υπηρεσία. Σε ειδικές περιπτώσεις η επιλογή της ελάχιστης Σ.Α.Δ. γίνεται σε συνεργασία του Μηχανικού με την Υπηρεσία.

Τέτοια ενδέχεται να είναι η περίπτωση των αντιπροσωπευτικών τιμών ορισμένων έμμεσων δράσεων (πιέσεων ή ωθήσεων), καθώς και το βάρος δυσπροσπέλαστων επικαλύψεων (όπως, υλικών πλήρωσης πάνω από το εξωράχια θόλων).

Σε ορισμένες περιπτώσεις αυξημένων αμφιβολιών (και όταν εκτιμάται ότι η επιρροή του μεγέθους της αντίστοιχης δράσης είναι σημαντική),

Η Σ.Α.Δ. δεν είναι αναγκαστικώς ενιαία για ολόκληρο το κτίριο. Προσδιορίζονται επί μέρους Σ.Α.Δ. για τα διάφορα τμήματα του κτιρίου. Για την επιλογή των μεθόδων ανάλυσης του Κεφ. 5, θα λαμβάνεται υπ' όψη η δυσμενέστερη από τις επί μέρους Σ.Α.Δ.

### 3.10.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Σ.Α.Δ.

Διακρίνονται τρεις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων:

- A. «Υψηλή»
- B. «Ικανοποιητική»
- Γ. «Ανεκτή»

Οι Σ.Α.Δ. αντιστοιχούν στα επίπεδα γνώσης (ΕΓ ή ΚΛ) 1 έως 3 (περιορισμένη, κανονική, πλήρης) του ΕΚ 8-3 (§ 3.3).

### 3.10.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ Σ.Α.Δ. ΣΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Ανάλογα με την αξιοπιστία των δεδομένων:

(α) Επιλέγονται οι κατάλληλοι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_f$  για ορισμένες δράσεις με αβέβαιες τιμές, σε συνδυασμό με τους κατάλληλους  $\gamma_{Ed}$  (βλ. § 4.5),

συνιστάται η θεώρηση δυο «ευλόγως ακραίων» αντιπροσωπευτικών τιμών ( $E_{k,min}$  και  $E_{k,max}$ ).

Ως δεδομένα των υλικών νοούνται τα πάχη των στοιχείων, τα μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθοσωμάτων, των κονιαμάτων, των ξύλινων και μεταλλικών στοιχείων (εφ' όσον υπάρχουν), καθώς και ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας σε τρεις διαστάσεις (κατά το μήκος, πλάτος και ύψος της), ο τρόπος σύνδεσης των στοιχείων μεταξύ τους, και λοιπά στοιχεία τα οποία διαμορφώνουν τις αντιστάσεις.

(β) Επιλέγονται οι κατάλληλοι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_m$  για τα δεδομένα των υφιστάμενων υλικών, σε συνδυασμό με τους κατάλληλους  $\gamma_{Rd}$  (βλ. § 4.5).

#### **3.10.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ Σ.Α.Δ.**

Η συνέπεια της διαπιστούμενης Σ.Α.Δ. για κάθε δεδομένο θα αντιμετωπίζεται με αντίστοιχες προβλέψεις χειρισμού στον σχεδιασμό του οικείου δομικού στοιχείου.

Η Σ.Α.Δ. για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών καθορίζεται στις υποπαραγράφους της 3.10.5.

#### **3.10.5 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ Σ.Α.Δ.**

##### **3.10.5.1 ΑΝΕΚΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

(α) Αποτύπωση φέροντος οργανισμού.

Απαιτείται να διατίθενται γενικά σχέδια κατασκευής, όπως περιγράφεται στην § 3.2.1.1.

Επιπλέον απαιτείται σκαριφηματική παρουσίαση:

- (i) του τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας κατά τις όψεις και κατά το πάχος της, συμπεριλαμβανομένης και της τυχόν ύπαρξης οριζοντίων διαζωμάτων,
- (ii) της διαμόρφωσης των κατακόρυφων συνδέσεων στις γωνίες και στις διασταυρώσεις τοίχων,
- (iii) του τρόπου δομήσεως των παρειών των ανοιγμάτων και των ανωφλίων,
- (iv) των βασικών στοιχείων που συνιστούν τη στέγη και τα πατώματα του κτιρίου, ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί αδρομερώς η εντός επιπέδου δυσκαμψία τους,
- (v) του τρόπου σύνδεσης των οριζόντιων στοιχείων με τα κατακόρυφα, ώστε να μπορεί εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των συνδέσεων.

(β) Ιστορικό της κατασκευής.

Απλή καταγραφή στοιχείων και πληροφοριών, προερχόμενων από τον Κύριο του Έργου, καθώς και αδρομερής αναφορά σε τυχόν τροποποιήσεις κατά την διάρκεια ζωής του έργου (κατά την § 3.3). Θεωρείται ότι καλύπτουν τις απαιτήσεις γι' αυτήν την Σ.Α.Δ.

(γ) Καταγραφή φθορών και βλαβών.

Θεωρείται επαρκής η αδρομερής καταγραφή φθορών και βλαβών επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού και επί ειδικών σκαριφημάτων της επιλογής του Μηχανικού, συνοδευόμενη και από χαρακτηριστικές φωτογραφίες.

Ως αδρομερής καταγραφή βλαβών νοείται η σκαριφηματική αποτύπωση ρωγμών (κατά θέση), καθώς και η χονδρική εκτίμηση του ανοίγματός τους. Με επίμονη οπτική παρατήρηση θα αναζητηθεί η ύπαρξη τυχόν ρωγμών σε αρμούς (οριζόντιους και κατακόρυφους), οι οποίες θα σημειωθούν στα σκαριφήματα. Επίσης, θα γίνει εκτίμηση (χωρίς σχετικές λεπτομερείς αποτυπώσεις) τυχόν αποκλίσεων φερόντων στοιχείων από την κατακόρυφο, κ.λπ., με χοντρικές μετρήσεις με απλά μέσα, στο πλαίσιο της γενικής αποτύπωσης του κτιρίου.



Ως αδρομερής καταγραφή φθορών νοείται η χονδρική αποτύπωση περιοχών στις οποίες παρατηρούνται, για παράδειγμα, έντονη υγρασία, απόπλυση κονιάματος (με εκτίμηση μέσου βάθους απόπλυσης), αποφλοιώσεις λιθοσωμάτων (με εκτίμηση μέσου πάχους αποφλοιώσεως), κ.λπ. Είναι σημαντικό να σημειωθεί αν οι φθορές είναι τοπικές ή γενικευμένες. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα προκειμένου ο Μηχανικός, κατά την κρίση του, με βάση τις παρατηρούμενες φθορές (έκταση και ένταση) να λάβει μειωμένες τιμές αντοχής λιθοσωμάτων ή/και κονιαμάτων, σε σχέση με εκείνες των περιοχών χωρίς βλάβες.

Σε περιπτώσεις κτιρίων μικρής σπουδαιότητας [σπουδαιότητας I ή II] και συγχρόνως μικρού μεγέθους (με άθροισμα εμβαδού ορόφων έως 100 τ.μ. περίπου και το πολύ με δύο ορόφους πάνω από το υπόγειο), υπό την προϋπόθεση ότι δεν διαπιστώνονται προβλήματα κακοτεχνιών, φθορών, βλαβών κ.λπ., επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για την τεκμηρίωση της αντοχής των υλικών, αξιόπιστα αποτελέσματα παλαιότερων ποιοτικών ελέγχων. Αν και τούτα δεν διατίθενται, κατ' εξαίρεση, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν "ερήμην" αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχής υλικών σύμφωνα με το Παράρτημα του Κεφαλαίου 3.

Οι τιμές του Παραρτήματος μπορούν να οριστούν και διαφορετικά κατά περίπτωση μετά από απόφαση της Δημ. Αρχής, με σχετική Υπουργική Απόφαση, σε συνδυασμό με διαθέσιμες υπεύθυνες πληροφορίες ή/και άλλα αξιόπιστα στοιχεία.

Η δυνατότητα χρήσης ερήμην τιμών δεν ισχύει σε καμία περίπτωση, εάν πρόκειται για κτίριο κηρυγμένο ως μνημείο ή διατηρητέο, ανεξαρτήτως του μεγέθους ή της χρήσεώς του.

(δ) Τεκμηρίωση υλικών και τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας.

(δ1) Τεκμηρίωση υλικών.

Η επιλογή των ερήμην τιμών θα βασίζεται στην αξιοποίηση των στοιχείων που θα προκύψουν από ενδεδειγμένη οπτική παρατήρηση για το είδος των λιθοσωμάτων και κονιαμάτων και την κατάσταση διατήρησής τους στις διάφορες περιοχές του κτιρίου (βλ. Σχόλιο της [δ1 (i)]).

Σημειώνεται ότι οι «ερήμην» τιμές για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών είναι συντηρητικές και, επομένως, στην περίπτωση κατά την οποία οδηγούν στην ανάγκη εκτεταμένων επεμβάσεων, οι οποίες δεν δικαιολογούνται με βάση την εικόνα παθολογίας του κτιρίου, τότε θα πρέπει να εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στις παραγράφους 3.10.5.1 δ1(i, ii, iii, iv).

Αυτά τα στοιχεία είναι απαραίτητα για την εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας, τα οποία αξιοποιούνται τόσο κατά την αποτίμηση, όσο και κατά τον ανασχεδιασμό του δομήματος.

Με βάση την πολύ προσεκτική επί τόπου παρατήρηση ο Μηχανικός θα εξετάσει αν στην τοιχοποιία έχουν χρησιμοποιηθεί φυσικά ή τεχνητά λιθοσώματα ή συνδυασμός τους.

Για τα φυσικά λιθοσώματα θα εκτιμηθεί ο γεωλογικός τύπος τους (π.χ. Γρανίτης, Ασβεστόλιθος, Δολομίτης, Τραβερίνης, Ψαμμίτης, Γνεύσιος, Μάρμαρο, Σχιστόλιθος, Αργιλ. Σχιστόλιθος κ.λπ.) και θα εξετασθεί αν το λιθόσωμα θραύεται με γεωλογικό σφυρί και πώς, καθώς και αν χαράσσεται με μαχαίρι (βλ. Πίνακα Π3.1 του Παραρτήματος του Κεφαλαίου 3). Θα εντοπισθούν επίσης τυχόν περιοχές που τα λιθοσώματα δεν είναι υγιή, αλλά είναι αποχρωματισμένα, αποσυντεθημένα ή θρυμματισμένα, ώστε, αν αυτό παρουσιάζεται

- (i) Απαραίτητη είναι η λεπτομερής οπτική παρατήρηση των λιθοσωμάτων και κονιαμάτων για τον κατ' αρχάς προσδιορισμό του είδους τους και της κατάστασης διατήρησής τους στις διάφορες περιοχές του κτιρίου.

συστηματικά, ο Μηχανικός να εντάξει στη δειγματοληψία και τέτοια λιθοσώματα ή να λάβει μειωμένες τιμές αντοχής λιθοσωμάτων σε σχέση με εκείνες που θα έχουν προκύψει από τις δοκιμές ή κατ' εξαίρεση από τις ερήμην τιμές (βλ. Πίνακα Π3.2 του Παραρτήματος του Κεφ. 3).

Για τα τεχνητά λιθοσώματα θα πρέπει να παρατηρήσει σε ποια κατηγορία από αυτές που συνήθως απαντώνται στις παλαιές υφιστάμενες τοιχοποιίες (όπως αυτές αναλυτικότερα παρουσιάζονται στο Παράρτημα του Κεφαλαίου 3) ανήκουν, δηλαδή, τις αργιλικές οπτόπλινθους ή τους τιμεντόλιθους,

Για τα νεώτερα τεχνητά λιθοσώματα μπορεί να αξιοποιηθούν και τα στοιχεία κατάταξης που αναφέρονται στον ΕΚ 6-1-1.

Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις και την εμπειρία του ο Μηχανικός θα προσδιορίσει τις θέσεις δειγματοληψίας για τις δοκιμές στα τεχνητά λιθοσώματα ή κατ' εξαίρεση θα λάβει τις κατάλληλες ερήμην τιμές (βλ. Πίνακα Π3.3 του Παραρτήματος του Κεφ. 3).

Για το κονίαμα ή τα κονιάματα δομήσεως και αρμολογήσεως θα εκτιμηθεί οπτικά σε ποιά γενική κατηγορία ανήκουν (πηλοκονιάματα, ασβεστοκονιάματα, ασβεστοπηλοκονιάματα, ασβεστοποζολανικά κονιάματα, ασβεστοτσιμεντοκονιάματα, τιμεντοκονιάματα).

Ακολούθως μέσω της επαφής, τριβής, και συμπίεσης με το χέρι ή της χαραγής με κάποιο αιχμηρό αντικείμενο θα εκτιμηθεί, αν είναι σκληρά, μετρίως σκληρά, εύθρυπτα ή θρυμματισμένα. Επίσης θα εξετασθεί με απλά μέσα η διαπερατότητά τους (σχεδόν αδιαπέρατο, μετρίως διαπερατό, διαπερατό). Το σύνολο αυτών των στοιχείων θα συνεκτιμηθεί

από τον Μηχανικό ώστε να χαρακτηριστούν ως προς την αντοχή ως πολύ ισχυρά, ισχυρά, μετρίως ισχυρά ή ισχνά. Θα εξεταστεί επίσης η κατάσταση διατήρησής τους στα διάφορα τμήματα της κατασκευής ως προς την ύπαρξη διαφορετικού χρώματος και υγρασίας, διάβρωσης, ρωγμών ή τυχόν εσωτερικών κενών, κ.λπ.

Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις και την εμπειρία του ο Μηχανικός θα προσδιορίσει τις θέσεις δειγματοληψίας για τις δοκιμές ή κατ' εξαίρεση θα λάβει τις κατάλληλες ερήμην τιμές (βλ. Πίνακα Π3.4 του Παραρτήματος του Κεφ. 3).

Η διάμετρος των πυρήνων πρέπει να κυμαίνεται από 15-20 cm. Σε περιπτώσεις τοίχων μικρού πάχους καθώς και σε περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν διατίθεται ο σχετικός εξοπλισμός ή δεν επιτρέπεται η λήψη πυρήνων μεγάλης διαμέτρου, τότε η διάμετρος μπορεί να είναι κατ' ελάχιστον 10 cm.

Τούτο ενδέχεται να συμβαίνει, για παράδειγμα, στην περίπτωση κατασκευαστικών φάσεων κατά τις οποίες έχει γίνει χρήση διαφορετικών υλικών δομήσεως.

(ii) Θεωρείται επαρκής η λήψη τριών λιθοσωμάτων και τριών τεμαχίων κονιάματος δομήσεως από τον επικρατούντα τύπο τοιχοποιίας από κατάλληλες αντιπροσωπευτικές θέσεις, ώστε να διαμορφωθούν δοκίμια και να μετρηθούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους στο Εργαστήριο.

Εναλλακτικώς, τα αντίστοιχα δοκίμια μπορούν να προκύπτουν από την λήψη τριών πυρήνων σε κατάλληλες αντιπροσωπευτικές θέσεις.

(iii) Εάν διαπιστώνεται ότι στην διαμόρφωση του φέροντος οργανισμού συμμετέχουν κατά μεγάλα ποσοστά περισσότεροι τύποι τοιχοποιιών, η δειγματοληψία και οι σχετικοί έλεγχοι πρέπει να επαναλαμβάνονται για όλους τους τύπους τοιχοποιίας.

Δηλαδή αν το 15% των κατακόρυφων στοιχείων και το 8% των υπέρθυρων δίσκων είναι αθροιστικά μεγαλύτερο του τρία, δηλαδή πρόκειται για ένα μεγάλο κτίριο, λαμβάνονται περισσότερα δοκίμια. Αν είναι ένα μικρό κτίριο λαμβάνονται τουλάχιστον τρία από κάθε υλικό.

Αυτή η πληροφορία είναι απαραίτητη για τον κατάλληλο χειρισμό των μεταλλικών ή των ξύλινων ή των από οπλισμένο σκυρόδεμα στοιχείων κατά την αποτίμηση, καθώς και για την διατύπωση προτάσεων, εν σχέσει προς την διατήρηση, την ενίσχυση ή την αντικατάστασή τους.

Η καταγραφή των κατά την όψη της τοιχοποιίας διαστάσεων, σχήματος, τρόπου λάξευσης, τρόπου διάταξης και εμπλοκής των λιθοσωμάτων, καθώς και του μέσου πάχους των αρμών κονιάματος συμβάλλει (μαζί με τα στοιχεία της προηγούμενης παραγράφου (δ1) στην εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας.

Στην περίπτωση κτιρίων στα οποία η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη και δεν επιτρέπεται εν γένει καθαίρεση των επιχρισμάτων (δηλαδή, στην περίπτωση κτιρίων κηρυγμένων ως μνημείων ή διατηρητέων κτιρίων), συνιστάται (α) είτε-από κοινού και υπό την επίβλεψη της αρμόδιας Αρχής-να αναζητούνται θέσεις στις οποίες η τοπική καθαίρεση επιχρίσματος δεν αποτελεί βλάβη σημαντικών στοιχείων (π.χ. τοιχογραφιών), είτε (β) να εφαρμόζονται έμμεσες διερευνητικές μέθοδοι για την διαπίστωση του τρόπου δομήσεως.

(iv) Αν πρόκειται για κατασκευή μεγάλου μεγέθους θα πρέπει το πλήθος των δοκιμών να είναι τέτοιο ώστε να ελέγχεται το 15% των κατακόρυφων στοιχείων (πεσσοί - τοίχοι) και το 8% των υπέρθυρων δίσκων.

(v) Εφ' όσον στην κατασκευή έχει διαπιστωθεί η παρουσία στοιχείων μεταλλικών ή ξύλινων ή από οπλισμένο σκυρόδεμα, θεωρείται επαρκής η μέσω προσεκτικής οπτικής επιθεώρησης εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης αυτών των στοιχείων.

(δ2) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας.

(i) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά τις όψεις της τοιχοποιίας, κατά τα προβλεπόμενα στην § 3.5.4.1.

Για τον επικρατούντα τύπο τοιχοποιίας ή για κάθε συμμετέχοντα τύπο τοιχοποιίας (στην περίπτωση κατά την οποία δυο ή περισσότεροι τύποι συμμετέχουν κατά συγκρίσιμα ποσοστά στην διαμόρφωση του κτιρίου) θεωρείται επαρκής η δειγματοληπτική διαπίστωση του τρόπου δομήσεως κατά τις δυο όψεις, τουλάχιστον σε τρεις θέσεις, μετά από αφαίρεση των επιχρισμάτων, εφόσον υπάρχουν, σε μια επιφάνεια της τάξεως του ενός τετραγωνικού μέτρου. Η επιλογή των θέσεων θα γίνεται έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτική των διαφορετικών δομικών στοιχείων (πεσσοί, υπέρθυροι δίσκοι, κ.λπ.).

Πολλές φορές, δεν είναι δυνατή η διαπίστωση του τρόπου δομήσεως στην εσωτερική όψη της τοιχοποιίας, π.χ. όταν αυτή φέρει διακοσμητικά στοιχεία, των οποίων δεν επιτρέπεται η αφαίρεση.

Λαμβάνεται υπ' όψη ότι οι διαστάσεις των λιθοσωμάτων κατά την όψη της τοιχοποιίας αποτελούν, συνήθως, ένδειξη του πάχους της παρειάς της τοιχοποιίας. Εάν η παραδοχή περί ίδιου τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας και κατά τις δυο παρειές της οδηγεί σε συνολικό πάχος τοιχοποιίας μεγαλύτερο από το πάχος του τοίχου, τότε θα πρέπει να διερευνάται και η εσωτερική όψη της τοιχοποιίας.

Σ' αυτήν την περίπτωση μπορεί να θεωρείται βέβαιο ότι η δόμηση της εσωτερικής (επιχρισμένης) όψης της τοιχοποιίας διαφέρει από την εξωτερική και, επομένως, θα πρέπει να τεκμηριωθεί.

Τα στοιχεία αυτά απαιτούνται για να εκτιμηθεί ο βαθμός επάρκειας του ανωφλίου (βλ. § 3.5.2).

Η τεκμηρίωση της ύπαρξης ή της απουσίας διαζωμάτων είναι απαραίτητο στοιχείο και για τις αναλύσεις, καθώς και για τον υπολογισμό των αντιστάσεων.

Εάν δεν είναι δυνατή η διαπίστωση του τρόπου δομήσεως και από τις δυο όψεις της τοιχοποιίας, επιτρέπεται να γίνεται η παραδοχή ότι και οι δυο όψεις της τοιχοποιίας είναι δομημένες με τον ίδιο τρόπο, υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

(α) Τούτο δεν έρχεται σε αντίθεση με την διάσταση της τοιχοποιίας κατά το πάχος της και

(β) η δυνάμενη να αποτυπωθεί εξωτερική όψη της τοιχοποιίας δεν είναι λαξευτή ή ημιλάξευτη.

Ελέγχεται με οπτική παρατήρηση ο τρόπος δόμησης στις γωνίες του κτιρίου, στις συνδέσεις των τοίχων και στην πλαισίωση των ανοιγμάτων, καθώς και η διαμόρφωση του ανωφλίου (υλικό, διαστάσεις, επάρκεια στήριξης στα εκατέρωθεν στοιχεία τοιχοποιίας), σε τουλάχιστον τρεις θέσεις, μετά από τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων εφόσον υπάρχουν.

Τεκμηριώνεται επίσης με οπτική παρατήρηση σε τρεις τουλάχιστον θέσεις η ύπαρξη οριζοντίων διαζωμάτων στη στάθμη των πατωμάτων, στη στέψη των τοίχων και πάνω και κάτω από τα ανοίγματα, μετά από στοχευμένη τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων, εφόσον υπάρχουν, και από τις δύο παρειές της τοιχοποιίας κατά τα αναφερόμενα στην § 3.5.4.3.

Επιδιώκεται η τεκμηρίωση των στοιχείων που αναγράφονται στο Σχόλιο της § 3.5.4.2

Η επιλογή των λίθων που θα αφαιρεθούν γίνεται μετά από προσεκτική παρατήρηση της κατά την όψη αποτύπωσης επιφάνειας 1m<sup>2</sup> ανά θέση, ώστε να περιλαμβάνουν και πιθανούς διάτονους ή ημιδιάτονους λίθους για τους οποίους αναζητείται η εγκάρσια προς τη όψη του κτιρίου διάστασή τους, προκειμένου να εκτιμηθεί ο βαθμός σύνδεσης της εξωτερικής με την εσωτερική παρειά, που τυχόν προσφέρουν.

Η εργασία επαναλαμβάνεται από την άλλη όψη της τοιχοποιίας.

(ii) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά το πάχος της τοιχοποιίας.

Στην περίπτωση που έχουν ληφθεί πυρήνες μπορεί να διαπιστώνεται αδρά ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος της από παρατήρηση του πυρήνα, σε συνδυασμό και με την παρατήρηση της οπής στη θέση από την οποία έχει τούτος ληφθεί. Κατά την επιλογή των θέσεων πυρηνοληψίας λαμβάνεται επίσης υπόψη η ανάγκη να τεκμηριωθεί η ύπαρξη ή η απουσία διάτονων ή ημιδιάτονων λίθων. Εάν αυτή η τεκμηρίωση δεν αποδειχθεί επαρκής, τότε πραγματοποιείται η προαναφερθείσα στην § 3.5.4.2γ επί τόπου διερεύνηση.

Εάν δεν έχουν ληφθεί πυρήνες ή οι πληροφορίες από την πυρηνοληψία δεν είναι επαρκείς, ο τρόπος δομήσεως μπορεί να διαπιστώνεται δειγματοληπτικώς (σε τρεις θέσεις για κάθε τύπο τοιχοποιίας ο οποίος συμμετέχει κατά σημαντικό ποσοστό στην διαμόρφωση των κατακόρυφων στοιχείων του κτιρίου), μέσω απόσπασης λιθοσωμάτων και παρατήρησης, κατά τα προβλεπόμενα στην § 3.5.4.2γ.

Εάν δεν είναι δυνατή η αφαίρεση λιθοσωμάτων από την μια (συνήθως, από την εσωτερική) παρειά της τοιχοποιίας, τότε εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στην § δ2(i), υπό τους ίδιους περιορισμούς.

(δ3) Τεκμηρίωση της θεμελίωσης και του εδάφους θεμελίωσης.

Στην περίπτωση κατά την οποία διαπιστώνονται βλάβες αποδιδόμενες στην θεμελίωση ή στο έδαφος, τότε θα πρέπει ως προς αυτά τα θέματα να ισχύουν τα προβλεπόμενα για την ικανοποιητική Σ.Α.Δ.

Είναι αναγκαία η συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων για την εκτίμηση της εντός επιπέδου δυσκαμψίας των οριζόντιων πατωμάτων και στεγών, καθώς και της αποτελεσματικότητας των συνδέσεων τους με τα τυχόν διαζώματα και τα κατακόρυφα στοιχεία.

Υπό την προϋπόθεση ότι δεν διαπιστώνονται στο κτίριο βλάβες οι οποίες να αποδίδονται στο έδαφος θεμελίωσης ή σε ανεπάρκεια των θεμελίων, είναι ανεκτό να παραλείπονται οι σχετικές διερευνήσεις.

(δ4) Τεκμηρίωση των οριζόντιων πατωμάτων ή δωματίων, των θολωτών κατασκευών και των στεγών.

Με οπτική παρατήρηση ή/και διερευνητικές τομές και επί τόπου μετρήσεις προσδιορίζονται αδρομερώς τα υλικά και ο τρόπος δόμησης των πατωμάτων, θόλων και στεγών σε μια τουλάχιστον θέση ανά είδος πατώματος ή στέγης, οι αποστάσεις των φερουσών δοκών ή ζευκτών και οι διαστάσεις τουλάχιστον των αμειβόντων και του ελκυστήρα ενός τυπικού ζευκτού ή τουλάχιστον μιας φέρουσας δοκού πατώματος ή το πάχος της πλάκας αν είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Για τον προσδιορισμό των συνδέσεων των πατωμάτων και στεγών με τους κατακόρυφους τοίχους γίνεται μια τουλάχιστον διερευνητική τομή σε κάθε όροφο και μία στη στέγη στη στάθμη έδρασης τους στους τοίχους.

Αν πρόκειται για κατασκευή μεγάλου μεγέθους προσδιορίζονται η γεωμετρία, τα υλικά και ο τρόπος δόμησης του 15% των πατωμάτων, θόλων και στεγών.

### **3.10.5.2. ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

(α) Αποτύπωση φέροντος οργανισμού.

Απαιτείται να διατίθενται επί πλέον των αναφερομένων για την ανεκτή στάθμη αξιοπιστίας, κατά την § 3.10.5.1α, και λεπτομερή σχέδια



κατασκευής όλων των εμφανών δομικών στοιχείων και των συνδέσεων, όπως περιγράφεται στην § 3.2.1.2.

(β) Ιστορικό της κατασκευής.

Επί πλέον των αναφερόμενων για την ανεκτή στάθμη, απαιτείται η αναλυτική καταγραφή στοιχείων και πληροφοριών, προερχόμενων από τον Κύριο του Έργου και κάθε άλλη αρχειακή πηγή. Στα στοιχεία αυτά γίνεται τεκμηριωμένη αναφορά σε τυχόν τροποποιήσεις και βλάβες κατά την διάρκεια ζωής του έργου (κατά την § 3.3).

(γ) Καταγραφή φθορών και βλαβών.

Επί πλέον των αναφερόμενων για την ανεκτή στάθμη, απαιτείται αναλυτική καταγραφή φθορών και βλαβών επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού και επί ειδικών σκαριφημάτων της επιλογής του Μηχανικού, με πλήρη φωτογραφική τεκμηρίωση, κατά τα αναφερόμενα στην § 3.4.

(δ) Τεκμηρίωση υλικών και τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας.

(δ1) Τεκμηρίωση υλικών.

Επί πλέον των αναφερόμενων για την ανεκτή στάθμη, θεωρείται επαρκής η τεκμηρίωση των χαρακτηριστικών των υλικών δομήσεως μέσω λήψης δειγμάτων λιθοσωμάτων και κονιαμάτων και μέσω επί τόπου εφαρμογής μη καταστρεπτικών τεχνικών, κατά τα αναφερόμενα στην § 3.5.2 στο 30% των πεσσών και τοίχων και στο 15% των υπέρθυρων δίσκων.

Το πλήθος των μετρήσεων ανά περιοχή θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της δοκιμής που θα εφαρμοσθεί, όπως αυτό ορίζεται σε δόκιμη βιβλιογραφία.

Στην περίπτωση κατά την οποία παρατηρείται ομοιομορφία στην χρήση των υλικών δομήσεως, επαρκώς τεκμηριωμένη, το πλήθος των δοκιμών ανά είδος δομικού στοιχείου μπορεί να περιορίζεται σε ένα πλήθος το οποίο δεν μπορεί να υπολείπεται των πέντε δοκιμών.

Αυτή η πληροφορία είναι απαραίτητη για τον κατάλληλο χειρισμό των μεταλλικών ή των ξύλινων στοιχείων κατά την αποτίμηση, καθώς και για την διατύπωση προτάσεων, εν σχέσει προς την διατήρηση, την ενίσχυση ή την αντικατάστασή τους.

Για την περίπτωση των διατηρητέων κτιρίων και μνημείων ισχύουν όσα αναφέρθηκαν ανωτέρω για την ανεκτή στάθμη.

Τα στοιχεία αυτά απαιτούνται για να εκτιμηθεί ο βαθμός επάρκειας του ανωφλίου (βλ. § 3.5.2).

Είναι σημαντικό να διαπιστωθεί αν τα οριζόντια διαζώματα στους περιμετρικούς τοίχους διατάσσονται περίπου στην ίδια στάθμη, αν συνδέονται μεταξύ τους στις γωνίες, κ.λπ.

Εφ' όσον στην κατασκευή έχει διαπιστωθεί η παρουσία στοιχείων μεταλλικών ή ξύλινων ή από σπλισμένο σκυρόδεμα, θεωρείται επαρκής η πραγματοποίηση διερευνητικών τομών ή η εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών για την τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης αυτών των στοιχείων στο 30% των θέσεων στις οποίες έχουν εντοπισθεί τέτοια στοιχεία.

(δ2) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας.

- (i) Τεκμηρίωση του τρόπου δομήσεως κατά τις όψεις της τοιχοποιίας. Επί πλέον των αναφερομένων για την ανεκτή στάθμη αξιοπιστίας
  - (α) Είναι αναγκαία η τεκμηρίωση του τρόπου δομήσεως κατά τις δυο όψεις της τοιχοποιίας στο 30% των πεσσών και τοίχων του κτιρίου και στο 15% των υπέρθυρων δίσκων με τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων ή με εφαρμογή έμμεσων μη καταστρεπτικών τεχνικών.
  - (β) Ελέγχεται με οπτική παρατήρηση ή εφαρμογή μη καταστρεπτικών μεθόδων ο τρόπος δομήσεως στις γωνίες του κτιρίου, στις συνδέσεις των τοίχων και στην πλαισίωση των ανοιγμάτων καθώς και η διαμόρφωση του ανωφλίου (υλικό, διαστάσεις, επάρκεια στήριξης στα εκατέρωθεν στοιχεία τοιχοποιίας), στο 30% των θέσεων των στοιχείων αυτών στο κτίριο.
  - (γ) Τεκμηριώνεται επίσης με οπτική παρατήρηση στο 30% των τοίχων η ύπαρξη οριζοντίων διαζωμάτων στη στάθμη των πατωμάτων, στη στέψη των τοίχων και πάνω και κάτω από τα ανοίγματα, μετά από στοχευμένη τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων, εφόσον υπάρχουν, και από τις δύο παρειές της τοιχοποιίας κατά τα αναφερόμενα στην § 3.5.4.3 ή εφαρμογή μη καταστρεπτικών μεθόδων.

Είναι αναγκαία η συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων για την εκτίμηση της εντός επιπέδου δυσκαμψίας των οριζόντιων πατωμάτων και στεγών, καθώς και της αποτελεσματικότητας των συνδέσεών τους με τα τυχόν διαζώματα και τα κατακόρυφα στοιχεία.

Για τον προσδιορισμό των εμφανών συνδέσεων των πατωμάτων και στεγών με τους κατακόρυφους τοίχους, γίνονται διερευνητικές τομές στο 30% των πατωμάτων και στεγών στη στάθμη έδρασής τους στους τοίχους. Μπορούν να εφαρμόζονται και έμμεσες μέθοδοι.

(ii) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά το πάχος της τοιχοποιίας Εφαρμόζοντας τα αναφερόμενα για την ανεκτή στάθμη, ο τρόπος δομήσεως θα πρέπει να ελέγχεται στο 30% των πεσσών και το 15% των υπέρθυρων δίσκων με συνδυασμό απόσπασης λιθοσωμάτων, λήψης πυρήνων και παρατήρησης, καθώς και μέσω εφαρμογής έμμεσων μεθόδων κατά τα προβλεπόμενα στην § 3.5.4.2.

(δ3) Τεκμηρίωση της θεμελίωσης και του εδάφους θεμελίωσης. Υπό την προϋπόθεση ότι δεν διαπιστώνονται στο κτίριο βλάβες οι οποίες να αποδίδονται στο έδαφος θεμελίωσης ή σε ανεπάρκεια των θεμελίων, είναι ανεκτό να γίνει μια διερευνητική τομή σε θέση που θα επιλεγεί από το Μελετητή.

Εάν διαπιστώνονται βλάβες αποδιδόμενες στη θεμελίωση ή στο έδαφος θα πρέπει να γίνουν τουλάχιστον τρεις διερευνητικές τομές σε επιλεγμένες θέσεις.

(δ4) Τεκμηρίωση των οριζοντίων πατωμάτων ή δωμάτων, των θολωτών κατασκευών και των στεγών. Με οπτική παρατήρηση ή/και διερευνητικές τομές και επί τόπου μετρήσεις προσδιορίζονται η γεωμετρία, τα υλικά και ο τρόπος δόμησης του 30% των πατωμάτων, θόλων και στεγών, συμπεριλαμβανομένων και των εμφανών συνδέσεων. Εάν απαιτηθεί εφαρμόζονται και έμμεσες μέθοδοι.

Στην περίπτωση κατασκευών κηρυγμένων ως μνημείων ή διατηρητέων κτιρίων, το σύνολο των διερευνητικών εργασιών οι οποίες απαιτούνται για υψηλή Σ.Α.Δ. προτείνεται από τον Μελετητή και εγκρίνεται από την αρμόδια Αρχή.

Σε περίπτωση θολωτής στέγασης θα πρέπει να έχει μετρηθεί το πάχος, καθώς και η γεωμετρία και το υλικό πλήρωσης των λεκανών του 30 % των θόλων σε μια τουλάχιστον θέση, μετά από τη διάνοιξη κατάλληλων διερευνητικών τομών εκ των άνω και αφαίρεση των τυχόν υλικών πλήρωσης για την αποκάλυψη του εξωραχίου του θόλου στο μέσον του και της επικάλυψης στα άκρα του πάνω από τις λεκάνες.

### **3.10.5.3 ΥΨΗΛΗ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

(α) Αποτύπωση φέροντος οργανισμού

Απαιτείται να διατίθενται επί πλέον των αναφερομένων για την ικανοποιητική στάθμη αξιοπιστίας κατά την § 3.10.5.2α, και λεπτομερή σχέδια κατασκευής όλων των αφανών δομικών στοιχείων και συνδέσεων, όπως περιγράφεται στην § 3.2.1.2.

(β) Ιστορικό της κατασκευής.

Επί πλέον των αναφερόμενων για την ικανοποιητική στάθμη (δηλαδή, αναλυτική καταγραφή στοιχείων και πληροφοριών, προερχόμενων από τον Κύριο του Έργου και κάθε άλλη αρχειακή πηγή) απαιτείται και πραγματοποίηση επί τόπου παρατηρήσεων και διερευνήσεων για την κατά το δυνατόν τεκμηρίωση των στοιχείων αυτών, όπου αυτό είναι εφικτό. Στα στοιχεία αυτά γίνεται τεκμηριωμένη αναφορά σε τυχόν τροποποιήσεις και βλάβες κατά την διάρκεια ζωής του έργου (κατά την § 3.3).

(γ) Καταγραφή φθορών και βλαβών.

Με τον όρο ιστορική παθολογία εννοείται η παθολογία που είχε παρουσιαστεί στο κτίριο κατά το παρελθόν.

Το πλήθος των μετρήσεων ανά περιοχή θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της δοκιμής που θα εφαρμοσθεί, όπως αυτό ορίζεται σε δόκιμη βιβλιογραφία.

Στην περίπτωση κατά την οποία παρατηρείται ομοιομορφία στην χρήση των υλικών δομήσεως, επαρκώς τεκμηριωμένη, το πλήθος των δοκιμών ανά είδος δομικού στοιχείου μπορεί να περιορίζεται σε ένα πλήθος το οποίο δεν μπορεί να υπολείπεται των δέκα δοκιμών.

Αυτή η πληροφορία είναι απαραίτητη για τον κατάλληλο χειρισμό των μεταλλικών ή ξύλινων ή από οπλισμένο σκυρόδεμα στοιχείων κατά την αποτίμηση, καθώς και για την διατύπωση προτάσεων, εν σχέσει προς την διατήρηση, την ενίσχυση ή την αντικατάστασή τους.

Επί πλέον των αναφερόμενων για την ικανοποιητική στάθμη (δηλαδή, αναλυτική καταγραφή φθορών και βλαβών επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού και επί ειδικών σκαριφημάτων της επιλογής του Μηχανικού και με πλήρη φωτογραφική τεκμηρίωση), απαιτείται και πλήρης σχεδιαστική τεκμηρίωση των αποκλίσεων και ρωγμών με επί τόπου ακριβείς μετρήσεις με διάφορες δόκιμες μεθόδους μετά από αφαίρεση των επιχρισμάτων κατά τα αναφερόμενα στην § 3.4. Απαιτείται επίσης η σύγκριση της παθολογίας με την ιστορική παθολογία, και η ποιοτική επεξήγηση των αιτίων των βλαβών, καθώς και η παροχή στοιχείων για την τυχόν εν χρόνω εξέλιξη των βλαβών

(δ) Τεκμηρίωση υλικών και τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας.

(δ1) Τεκμηρίωση υλικών.

Επί πλέον των αναφερόμενων για την ανεκτή στάθμη, θεωρείται επαρκής η τεκμηρίωση των χαρακτηριστικών των υλικών δομήσεως, μέσω λήψης δειγμάτων λιθοσωμάτων και κονιαμάτων, και μέσω επί τόπου εφαρμογής μη καταστρεπτικών τεχνικών, κατά τα αναφερόμενα στην § 3.5.2, στο 50% των πεσσών και τοίχων και το 25% των υπέρθυρων δίσκων.

Εφ' όσον στην κατασκευή έχει διαπιστωθεί η παρουσία στοιχείων μεταλλικών ή ξύλινων ή από οπλισμένο σκυρόδεμα, θεωρείται επαρκής η πραγματοποίηση διερευνητικών τομών ή η εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών για την τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης αυτών των στοιχείων στο 50% των θέσεων στις οποίες έχουν εντοπισθεί τέτοια στοιχεία.

Για την περίπτωση των διατηρητέων κτιρίων και μνημείων ισχύουν όσα αναφέρθηκαν ανωτέρω για την ανεκτή στάθμη.

Τα στοιχεία αυτά απαιτούνται για να εκτιμηθεί ο βαθμός επάρκειας του ανωφλίου (βλ. § 3.5.2)

Είναι σημαντικό να διαπιστωθεί αν τα οριζόντια διαζώματα από ξύλο ή μέταλλο στους περιμετρικούς και εσωτερικούς τοίχους διατάσσονται περίπου στην ίδια στάθμη, αν συνδέονται μεταξύ τους στις γωνίες, κ.λπ.

(δ2) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας.

(i) Τεκμηρίωση του τρόπου δομήσεως κατά τις όψεις της τοιχοποιίας. Επί πλέον των αναφερομένων για την ανεκτή στάθμη:

(α) Είναι αναγκαία η τεκμηρίωση του τρόπου δομήσεως κατά τις δυο όψεις της τοιχοποιίας στο 50% των πεσσών και τοίχων του κτιρίου και στο 25% των υπέρθυρων δίσκων με τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων ή με εφαρμογή έμμεσων μη καταστρεπτικών τεχνικών.

(β) Ελέγχεται με οπτική παρατήρηση μετά την αφαίρεση των επιχρισμάτων ή με εφαρμογή μη καταστρεπτικών μεθόδων ο τρόπος δόμησης στις γωνίες του κτιρίου, στις συνδέσεις των τοίχων και στην πλαισίωση των ανοιγμάτων καθώς και η διαμόρφωση του ανωφλίου (υλικό, διαστάσεις, επάρκεια στήριξης στα εκατέρωθεν στοιχεία τοιχοποιίας) στο 50% των θέσεων των στοιχείων αυτών στο κτίριο.

(γ) Τεκμηριώνεται επίσης με οπτική παρατήρηση στο 50% των τοίχων η ύπαρξη οριζοντίων διαζωμάτων στη στάθμη των πατωμάτων, στη στέψη των τοίχων και πάνω και κάτω από τα ανοίγματα, μετά από στοχευμένη τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων, εφόσον υπάρχουν, και από τις δύο παρειές της τοιχοποιίας κατά τα αναφερόμενα στην § 3.5.4.3. ή εφαρμογή μη καταστρεπτικών μεθόδων.

(ii) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά το πάχος της τοιχοποιίας. Εφαρμόζοντας τα αναφερόμενα για την ανεκτή στάθμη, ο τρόπος δομήσεως θα πρέπει να ελέγχεται στο 50% των πεσσών και το 25% των υπέρθυρων δίσκων με συνδυασμό απόσπασης λιθοσωμάτων, λήψης πυρήνων και παρατήρησης καθώς και μέσω εφαρμογής έμμεσων μεθόδων κατά τα προβλεπόμενα στην § 3.5.4.2.

(δ3) Τεκμηρίωση της θεμελίωσης και του εδάφους θεμελίωσης.

Είναι αναγκαία η συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων για την εκτίμηση της εντός επιπέδου δυσκαμψίας των οριζόντιων πατωμάτων και στεγών, καθώς και της αποτελεσματικότητας των συνδέσεών τους με τα τυχόν διαζώματα και τα κατακόρυφα στοιχεία.

Για τον προσδιορισμό των εμφανών και αφανών συνδέσεων των πατωμάτων και στεγών με τους κατακόρυφους τοίχους γίνονται διερευνητικές τομές στο 50% των πατωμάτων και στεγών στη στάθμη έδρασής τους στους τοίχους. Μπορούν να εφαρμόζονται και έμμεσες μέθοδοι.

Ανεξαρτήτως του εάν διαπιστώνονται στο κτίριο βλάβες οι οποίες να αποδίδονται στο έδαφος θεμελίωσης ή σε ανεπάρκεια των θεμελίων, θα πρέπει να γίνουν τουλάχιστον τρεις διερευνητικές τομές σε επιλεγμένες θέσεις.

Εάν διαπιστώνονται βλάβες αποδιδόμενες στο έδαφος θεμελίωσης, πρέπει να γίνονται σχετικές διερευνητικές εργασίες (π.χ. γεωτρήσεις), βάσει προγράμματος το οποίο συντάσσει και επιβλέπει ο Μελετητής.

(δ4) Τεκμηρίωση των οριζόντιων πατωμάτων ή δωματίων, των θολωτών κατασκευών και των στεγών.

Με οπτική παρατήρηση ή/και διερευνητικές τομές και επί τόπου μετρήσεις προσδιορίζονται η γεωμετρία, τα υλικά και ο τρόπος δόμησης του 50% των πατωμάτων, θόλων και στεγών, συμπεριλαμβανομένων και των εμφανών και αφανών συνδέσεων. Εάν απαιτηθεί εφαρμόζονται και έμμεσες μέθοδοι.

Σε περίπτωση θολωτής στέγασης θα πρέπει να έχει μετρηθεί το πάχος, καθώς και η γεωμετρία και το υλικό πλήρωσης των λεκανών του 50% των θόλων σε μια τουλάχιστον θέση, μετά από τη διάνοιξη κατάλληλων διερευνητικών τομών εκ των άνω και αφαίρεση των τυχόν υλικών πλήρωσης για την αποκάλυψη του εξωραχίου του θόλου στο μέσον του και της επικάλυψης στα άκρα του πάνω από τις λεκάνες.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.1

### ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΕΛΕΤΗΤΗ

#### 1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

Με βάση την οπτική παρατήρηση και την επί τόπου απλή εξέταση των λιθοσωμάτων με γεωλογικό σφυρί και μαχαίρι, ο Μηχανικός κατατάσσει αρχικά τα λιθοσώματα ως προς την αντοχή τους, με βάση τα αναφερόμενα στον παρακάτω Πίν. Π3.1<sup>1</sup> που έχει εκπονηθεί από τη Διεθνή Εταιρεία Βραχομηχανικής (ISRM: International Society for Rock Mechanics).

Κατόπιν ο Μηχανικός, με βάση την εμπειρία του, κατατάσσει το πέτρωμα σε μια από τις κατηγορίες του Πίν. Π3.2 και ακολούθως ανάλογα με τον χαρακτηρισμό του πετρώματος (εξαιρετικά ισχυρό, πολύ ισχυρό, ισχυρό, μετρίως ισχυρό, ασθενές, πολύ ασθενές, εξαιρετικά ασθενές) που έχει ήδη πραγματοποιήσει με βάση τον Πίνακα Π3.1, επιλέγει την κατάλληλη τιμή από τις προτεινόμενες στην τελευταία στήλη του Πίνακα Π3.2.

Καθώς πρόκειται για ερήμην τιμές, για τις κατηγορίες «εξαιρετικά ισχυρό, πολύ ισχυρό, ισχυρό» η υψηλότερη τιμή που θα λάβει για την θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων συνιστάται να μην ξεπερνά τα 50 MPa, δηλαδή την μικρότερη τιμή της κατηγορίας «ισχυρό».

Τέλος, αν στην υπό εξέταση κατασκευή, με βάση τα στοιχεία της επί τόπου ενδεδειγμένης παρατήρησης, έχουν εντοπιστεί περιοχές που το πέτρωμα του λιθοσώματος δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως υγιές, αλλά είναι είτε αποχρωματισμένο, είτε αποσυντεθειμένο, είτε θρυμματισμένο, ο Μηχανικός, κατά την κρίση του, πρέπει να μειώσει τις ερήμην τιμές της αντοχής των λίθων που προτείνονται στον Πίνακα Π3.2 στις εν λόγω περιοχές.

---

<sup>1</sup>Τσιαμπάος Γ. 2009, Νεότερες απόψεις για τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς των πετρωμάτων, Παρουσίαση στην Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Εδαφομηχανικής και Γεωτεχνικής Μηχανικής, Ιανουάριος 2009.



**Πίνακας Π3.1:** Χαρακτηρισμός ακεραίου πετρώματος στο πεδίο και εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής (κατά ISRM 1981, αναδημοσίευση από Τσιαμπάο, 2009, βλ. υποσημείωση 1).







Χαρακτηρισμός	Μονοαξονική θλιπτική αντοχή (MPa)	Επί τόπου εκτίμηση της αντοχής	Παραδείγματα
Εξαιρετικά ισχυρό	> 250	Δεν θραύεται με γεωλογικό σφυρί	Υγιής βασάλτης, χαλαζίτης, διαβάσης, γνεύσιος, γρανίτης, πυριτιόλιθος
Πολύ ισχυρό	100–250	Θραύεται μετά από πολλούς κτύπους με γεωλογικό σφυρί	Αμφιβολίτης, ψαμμίτης, βασάλτης, γάββρος, γνεύσιος, γρανοδιορίτης, περιδοτίτης, ρυόλιθος, τόφφος
Ισχυρό	50–100	Θραύεται με περισσότερο από έναν κτύπους με γεωλογικό σφυρί	Ασβεστόλιθος, μάρμαρο, φυλλίτης, ψαμμίτης, σχιστόλιθος
Μετρίως ισχυρό	25–50	Δεν χαράσσεται με μαχαίρι. Θραύεται με έναν μόνο κτύπο με γεωλογικό σφυρί	Σκυρόδεμα, φυλλίτης, σχιστόλιθος, ιλυόλιθος*
Ασθενές	5–25	Χαράσσεται δύσκολα με μαχαίρι	Κιμωλία, αργιλόλιθος, ποτάσα, μάργα, αργιλικός σχιστόλιθος, ορυκτό άλας **
Πολύ ασθενές	1–5	Θρυμματίζεται με ισχυρά κτυπήματα με γεωλογικό σφυρί. Χαράσσεται με μαχαίρι	Έντονα αποσαθρωμένο ή εξαλλοιωμένος βράχος
Εξαιρετικά ασθενές	0,25–1	Χαράσσεται με το νύχι	Στιφρό υλικό πλήρωσης ρήγματος






Σημειώσεις από τους συντάκτες του ΚΑΔΕΤ

\* Στη κατηγορία αυτή κατατάσσεται και ο τραβερτίνης

\*\* Στη κατηγορία αυτή κατατάσσονται και οι πορώδεις ψαμμίτες, όπως βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι (βιοκαλκαρενίτες) και ασβεστομαργαϊκοί/μαργαϊκοί ψαμμίτες που απαντούν στην Ελλάδα, όπως λ.χ. ο πωρόλιθος Ρόδου, Κρήτης, Κεφαλλονιάς. Στην ίδια κατηγορία κατατάσσονται και οι απολιθωματοφόροι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, όπως ο κογχυλιάτης λίθος.

**Πίνακας Π3.2:** Ενδεικτικές τιμές μηχανικών χαρακτηριστικών συνηθέστερων πετρωμάτων και ερήμην τιμές λιθοσωμάτων με βάση την επί τόπου οπτική παρατήρηση, εξέταση και κατάταξη του λιθοσώματος στις κατηγορίες του Πίνακα Π3.1 από τον Μηχανικό.

ΠΕΤΡΩΜΑ	Φαινόμενη πυκνότητα $\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Αντοχή σε θλίψη (ΜΡα)	Αντοχή σε εφελκυσμό (ΜΡα)	Μέτρο ελαστικότητας E, (GPa)	Ενδεικτικές υφές πετρωμάτων	Ερήμην τιμή αντοχής σε θλίψη (ΜΡα)
Γρανίτης	2,60 – 2,82	16 – 434	3 - 40	10 - 77		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25
Διορίτης	2,50 – 3,03	64 – 333	5 - 50	29 – 107		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25
Πορφυρίτης	2,50 – 2,80	173 – 250	12 - 13	65 – 76		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25
Ηφαιστειακός τόφος	1,80 – 2,11	6– 300	1 - 40	2 – 55		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25 Ασθενές: 5
Αργιλικός σχιστόλιθος	1,60 – 2,90	34 – 503	0,7 - 23	2 – 90		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25
Δολομίτης	2,40 – 2,87	45 – 410	3 - 13	23 – 90		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25

Μάρμαρο	2,64 – 3,02	38 – 280	2 - 29	24 – 103		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25
Ασβεστόλιθοι	2,4– 2,70	18 -197	3,5 - 14	10.5-87.0		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25 Ασθενές: 18
Τραβερτίνης	2,40 – 2,54	18 – 68	4 - 10	4 – 45		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25 Ασθενές : 18
Σερπεντίνης	2,61 – 2,80	70 - 250	16 - 19	45 - 65		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25
Ψαμμίτες (λ.χ. λιθαρενίτες)	2,50 – 2,80	35-140	5 - 16	13 - 54		Ισχυρό: 50 Μετρ. Ισχυρό: 25
Πωρόλιθοι (πορώδεις ψαμμίτες (π.χ. βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι, ασβεστομαργαϊκοί ψαμμίτες) ή απολιθωματοφόροι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, κλ.π.).	1,57 - 2,45	1-25	1,8 - 10	-		Ασθενές: 5 Πολύ Ασθενές: 1

## 2. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

Με βάση την πολύ προσεκτική επί τόπου παρατήρηση ο Μηχανικός θα εξετάσει αν στην τοιχοποιία έχουν χρησιμοποιηθεί τεχνητά λιθοσώματα, σε συνδυασμό ή όχι με φυσικά λιθοσώματα. Τα τεχνητά λιθοσώματα που απαντώνται συνήθως στις παλαιές υφιστάμενες τοιχοποιίες ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις αργιλικές οπτόπλινθους και τους τσιμεντόλιθους.

Οι αργιλικές οπτόπλινθοι είναι τα γνωστά κοκκινόχρωμα ή κιτρινόχρωμα τούβλα διαφόρων σχημάτων και μεγεθών, συμπαγή ή με οπές διαφόρων διευθύνσεων και πλήθους. Κατασκευάζονται από αργιλικό πηλό ο οποίος είτε συμπιέζεται και μορφοποιείται σε καλούπια είτε, συνηθέστερα, εξωθείται μέσω κατάλληλης μήτρας και στη συνέχεια ψήνεται σε υψηλή θερμοκρασία για πρόσδοση αντοχής. Η πυκνότητα και το βάρος ενδέχεται να είναι μειωμένα λόγω προσθήκης αερακτικών με στόχο τη βελτίωση των θερμομονωτικών ιδιοτήτων. Είναι η κύρια μορφή πλίνθων σε χρήση στον Ελληνικό χώρο. Οι αργιλικές οπτόπλινθοι άρχισαν να κατασκευάζονται ήδη από τον 4ο αι. π.χ. και να χρησιμοποιούνται συστηματικά ως υλικό δόμησης τοιχοποιιών από τα ρωμαϊκά χρόνια. Η κατασκευή και χρήση τους ήταν επίσης εκτεταμένη κατά τους βυζαντινούς και μεταβυζαντινούς χρόνους. Κατά τις περιόδους αυτές οι οπτόπλινθοι έχουν κυρίως πλακοειδή μορφή με ποικίλες διαστάσεις (περίπου 30-40X30-40X 2,5-6,0 cm ) είναι δε κατασκευασμένοι με το χέρι σε ειδικά εργαστήρια. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα οι οπτόπλινθοι κατασκευάζονται πλέον βιομηχανικά και διακρίνονται σε συμπαγείς οπτόπλινθους με ή χωρίς σκάφη (~6X9X19 cm) και οπτόπλινθους διάτρητες με οριζόντιες ή κατακόρυφες οπές (ορθότρυπες πλίνθοι) ποικίλων διαστάσεων και πλήθους οπών.

Οι τσιμεντόλιθοι διακρίνονται σε βαρέως ή ελαφρού τύπου και πλίνθους αεροσκυροδέματος. Κατασκευάζονται από λεπτόκοκκα αδρανή (ασβεστολιθικά, κίσηρη, σκουριές καμίνων κ.λπ.), τσιμέντο ή και άσβεστο και μορφοποιούνται σε καλούπια με μεγάλες οπές ή διάκενα.

Ο Μηχανικός με βάση τις παρατηρήσεις του, εφόσον δεν δύναται να λάβει δοκίμια, μπορεί να χρησιμοποιήσει τις ερήμην τιμές για την αντοχή σε θλίψη που δίδονται στον Πίνακα Π3.3<sup>2</sup>. Επισημαίνεται ότι, αν στην υπό εξέταση κατασκευή έχουν εντοπιστεί περιοχές που οι οπτόπλινθοι δεν μπορεί να χαρακτηρισθούν ως υγιείς, αλλά είναι διαβρωμένες ή ρηγματωμένες ή θρυμματισμένες, ο Μηχανικός θα πρέπει, κατά την κρίση του, να μειώσει στις εν λόγω περιοχές τις ερήμην τιμές του Πίνακα Π3.3.

<sup>2</sup> Από αποδελτίωση αποτελεσμάτων δοκιμών παλαιών τεχνητών λιθοσωμάτων και την εμπειρία των συντακτών του Παραρτήματος

**Πίνακας Π3.3:** Ερήμην τιμές αντοχής σε θλίψη των συνήθων τεχνητών λιθοσωμάτων.

Είδος τεχνητού λιθοσώματος	Ερήμην τιμή αντοχής σε θλίψη (MPa)
Οπτόπλινθοι συμπαγείς πλακοειδείς	7,0
Οπτόπλινθοι συμπαγείς με ή χωρίς σκάφη ~ 6/9/19 cm	10,0
Οπτόπλινθοι με οριζόντιες οπές	3,0
Οπτόπλινθοι με κατακόρυφες οπές	4,0
Τσιμεντόλιθοι	2,0

### 3. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΡΗΜΗΝ ΤΙΜΩΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

Με βάση την πολύ προσεκτική επί τόπου παρατήρηση των κονιαμάτων αρμολογήσεως και κυρίως των κονιαμάτων δομήσεως εκτιμάται οπτικά σε ποια μεγάλη κατηγορία ανήκουν (πηλοκονιάματα, ασβεστοπηλοκονιάματα, ασβεστοκονιάματα, ασβεστοποζολανικά κονιάματα, ασβεστοκονιάματα με θραυστό κεραμικό με πιθανή χρήση ποζολάνης (κουρασάνια), ασβεστοσιμεντοκονιάματα, τσιμεντοκονιάματα).

Η εκτίμηση της αντοχής του κονιάματος δόμησης επί τόπου χωρίς τη χρήση διερευνητικών τεχνικών είναι αρκετά δύσκολη, στηρίζεται δε σε καθαρά εμπειρικά κριτήρια. Πέρα από την οπτική παρατήρηση ως προς το χρώμα και την υφή, η αδρομερής εκτίμηση της αντοχής στηρίζεται στην επαφή, τριβή, συμπίεση και θραύση με το χέρι ή με σφυρί, ή τη χαραγή με αιχμηρό αντικείμενο. Εκτιμάται με τον τρόπο αυτό αν είναι σκληρό, μετρίως σκληρό, εύθρυπτο ή θρυμματισμένο, αν είναι αδιαπέρατο, μετρίως διαπερατό ή διαπερατό. Το σύνολο αυτών των στοιχείων συνεκτιμάται από τον Μηχανικό ώστε το κονίαμα να χαρακτηριστεί ως προς την αντοχή ως πολύ ισχυρό, ισχυρό, μετρίως ισχυρό ή ισχνό. Εξετάζεται επίσης η κατάσταση διατήρησής του στα διάφορα τμήματα της κατασκευής ως προς την ύπαρξη διαφορετικού χρώματος και υγρασίας, διάβρωσης, ρωγμών ή τυχόν εσωτερικών κενών, κ.λπ. Τέλος εξετάζεται επίσης αν η ύπαρξη φθορών ή βλαβών είναι τοπική ή γενικευμένη.

Τα πηλοκονιάματα με ή χωρίς ίνες από άχυρο είναι σχετικά ευκόλως αναγνωρίσιμα από το χρώμα τους (κίτρινο - ερυθρό - καφετί). Το ίδιο και τα ασβεστοπηλοκονιάματα, καθώς τις πιο πολλές φορές διακρίνεται μέσα στον πηλό η ύπαρξη ασβέστου. Εάν δεν έχουν υψηλό ποσοστό υγρασίας μπορεί να έχουν κάποια χαμηλή αντοχή, διαφορετικά θρυμματίζονται πολύ εύκολα.

Τα ασβεστοκονιάματα και τα ασβεστοποζολανικά κονιάματα είναι συνήθως λευκά και υπόλευκα. Αν η ποζολάνη είναι γκρι απόχρωσης ή αν περιέχεται και πηλός, το χρώμα είναι σαφώς πιο σκούρο. Σε κάθε περίπτωση επειδή δεν είναι δυνατόν να αναγνωρισθεί οπτικά η ύπαρξη ή μη ποζολάνης, δεν είναι εύκολο να αναγνωρισθεί μόνον οπτικά σε ποιά κατηγορία ανήκουν. Μόνον η μεγαλύτερη σκληρότητα, η μικρότερη διαπερατότητα και η χαμηλή ευθρυπτότητα υποδηλώνει ότι ίσως να είναι ασβεστοποζολανικά. Ως προς τις ερήμην τιμές, αν και έχουν προβλεφθεί δυο κατηγορίες, η διαφορά των αντοχών δεν μπορεί να είναι μεγάλη στις ερήμην τιμές. Όταν δεν υπάρχει καμία ένδειξη για τη χρήση ποζολάνης συνιστάται, υπέρ της ασφαλείας, να θεωρηθεί ότι πρόκειται για ασβεστοκονίαμα, με την αντίστοιχη ερήμην τιμή.

Τα ασβεστοκονιάματα με θραυστό κεραμικό και πιθανή χρήση ποζολάνης (κουρασάνια) είναι επίσης ευκόλως αναγνωρίσιμα και συνήθως παρουσιάζουν επίσης μικρότερη διαπερατότητα και χαμηλή ευθρυπτότητα, υψηλότερη σκληρότητα και ως εκ τούτου μεγαλύτερη αντοχή, η οποία μπορεί να είναι αρκετά αυξημένη. Όμως, για τις ερήμην τιμές προβλέπεται μόνον μια μικρή διαφοροποίηση σε σχέση με τις προηγούμενες κατηγορίες.

Τα ασβεστοσιμεντοκονιάματα και τσιμεντοκονιάματα είναι επίσης εύκολο να αναγνωρισθούν καθώς συνήθως έχουν χρώμα ανοιχτό γκρι ή έντονο γκρι αντίστοιχα, παρουσιάζουν δε υψηλότερη σκληρότητα, μικρότερη διαπερατότητα και δεν είναι συνήθως εύθρυπτα. Στις ερήμην τιμές προτείνεται να χρησιμοποιηθούν, όπως και στις άλλες κατηγορίες οι χαμηλότερες τιμές που συναντώνται στις κατηγορίες αυτές.

Στον Πίνακα Π3.4 με τίτλο «Εκτίμηση αντοχών παλαιών κονιαμάτων - Πρόταση ερήμην τιμών», περιέχονται οι διάφορες μεγάλες κατηγορίες κονιαμάτων, με το εύρος των τιμών θλιπτικής αντοχής που τους αντιστοιχεί<sup>3</sup>.

Καθώς πρόκειται για ερήμην τιμές, ο Μηχανικός θα λάβει για κάθε κατηγορία τις προτεινόμενες τιμές που περιλαμβάνονται στην τελευταία στήλη του Πίνακα.

Εάν από την επί τόπου παρατήρηση προκύπτει ότι τα κονιάματα παρουσιάζουν κάποιο είδος φθοράς, παρουσιάζουν ρωγμές και κενά και είναι εύθρυπτα, ο Μηχανικός κατά την κρίση του θα πρέπει να λάβει μειωμένες αντοχές στις περιοχές αυτές.

---

<sup>3</sup> Από αποδελτίωση αποτελεσμάτων δοκιμών παλαιών κονιαμάτων και την εμπειρία των συντακτών του Παραρτήματος

Πίνακας Π3.4: Εκτίμηση αντοχών παλαιών κονιαμάτων - Πρόταση ερήμην τιμών

Κονιάματα δόμησης	Εύρος τιμών θλιπτικής αντοχής (MPa)	Ερήμην τιμές για τη θλιπτική αντοχή (MPa)
Πηλοκονιάματα	0,1 – 0,5	0,2
Ασβεστοπηλοκονιάματα	0,2 – 0,7	0,3
Ασβεστοκονιάματα	0,3 – 2,0	0,4
Αβεστοκονιάματα που περιέχουν ποζολάνη και πηλό	0,7 – 2,5	0,8
Ασβεστοποζολανικά κονιάματα	0,9 – 4,0	1,0
Ασβεστοκονιάματα με θραυστό κεραμικό και πιθανή χρήση ποζολάνης (κουρασάνια)	1,0 – 5,0	1,5
Ασβεστοτσιμεντοκονιάματα	2,0 – 10,0	2,0
Τσιμεντοκονιάματα	5,0 – 15,0	5,0



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### 4.1 Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ, Η ΑΝΙΣΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

##### 4.1.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η επιδιωκόμενη αξιοπιστία διασφαλίζεται με την τήρηση των διατάξεων και προβλέψεων κατά τον παρόντα Κανονισμό.

Ο έλεγχος ασφαλείας, εκτελούμενος σε κατάλληλο κατά περίπτωση μέλος ή τμήμα ή στο σύνολο του δομήματος, οφείλει να αποδείξει ότι το επιβαλλόμενο κρίσιμο μέγεθος (εντατικό ή και παραμορφωσιακό) είναι αξιόπιστα μικρότερο από την αντίστοιχη διαθέσιμη ικανότητα («αντίσταση»).

##### 4.1.2 ΑΝΙΣΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η ανίσωση είναι γενική, αφορά δε εντατικά ή παραμορφωσιακά μεγέθη ή συνδυασμό τους. Έτσι, η ανίσωση ασφαλείας μπορεί να αφορά τον γενικό έλεγχο ισορροπίας ενός δομήματος ως συνόλου (ανατροπή και ολίσθηση), ή τον έλεγχο μετατροπής του σε μηχανισμό, ή, ακόμη, την επαλήθευση ότι η επιβαλλόμενη μετακίνηση της κορυφής του δομήματος είναι μικρότερη από την αντίστοιχη διαθέσιμη μετακίνηση («αντίσταση») πριν από την αστοχία.

Η ανίσωση ασφαλείας που εφαρμόζεται κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό υφιστάμενων δομημάτων, έχει την ίδια γενική μορφή που προβλέπεται στους Ευρωκώδικες:

$$E_d < R_d, \text{ με}$$

$$E_d = \gamma_{Ed} \cdot (E_k \cdot \gamma_f) \text{ και}$$

$$R_d = (1/\gamma_{Rd}) \cdot (R_k/\gamma_m),$$

όπου:

- $E_d$  Οι τιμές σχεδιασμού (και επανελέγχου) των εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών που προκαλούνται από τις δράσεις,

Εντατικά μεγέθη («δυνάμεις») είναι οι ορθές και τέμνουσες δυνάμεις (N και V) καθώς και οι καμπτικές ροπές (M), που καταπονούν δομικά στοιχεία ή και διεπιφάνειες σε περιπτώσεις επισκευών / ενισχύσεων (π.χ. μεταξύ παλαιών και νέων υλικών ή στοιχείων).

Παραμορφωσιακά μεγέθη («παραμορφώσεις») είναι π.χ. οι κάθε είδους μεταθέσεις και μετακινήσεις ( $d$ ), οι στροφές ( $\theta$ ) ραβδόμορφων στοιχείων ή μακροστοιχείων και οι γωνιακές παραμορφώσεις ( $\gamma$ ) τοίχων, που προκύπτουν από τις επιβαλλόμενες δράσεις.

Για τις αντιπροσωπευτικές τιμές των δράσεων  $E_k$ , γενικώς υιοθετούνται και χρησιμοποιούνται οι καθιερωμένες τιμές σύμφωνα με τους ισχύοντες Κανονισμούς, πλην ειδικών συνθηκών κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής. Ειδικότερα, για τις σεισμικές δράσεις βλ. § 4.4.1.2 και 4.4.1.3.

Για τις «αντιπροσωπευτικές» τιμές των αντιστάσεων  $R_k$ , σε όρους εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών, ισχύουν τα εξής :

- Ανάλογα με τη μέθοδο ελέγχου, τον τύπο αστοχίας και το είδος του ελεγχόμενου στοιχείου (βλ. § 4.1.3 και 4.1.4, καθώς και το Κεφ. 9), χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση οι μέσες τιμές ή άλλες αντιπροσωπευτικές (οιονεί χαρακτηριστικές) τιμές.
- Ειδικότερα, οι αντιπροσωπευτικές αυτές τιμές, για μεν τα υφιστάμενα υλικά θα εξαρτώνται και από τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (βλ. Κεφ. 3 και § 4.2), για δε τα προστιθέμενα υλικά θα εξαρτώνται και από τις εκτιμώμενες αποκλίσεις ομοιομορφίας κατά την εφαρμογή των επεμβάσεων (βλ. Κεφ. 8), δηλ. θα εξαρτώνται από το μέγεθος της προστιθέμενης διατομής (ή του προστιθέμενου όγκου) και από την προσπελασιμότητα της περιοχής επεμβάσεως.

Οι συντελεστές  $\gamma_f$  εκλέγονται γενικώς όπως προβλέπεται στους Ευρωκώδικες.

Για τους συντελεστές  $\gamma_m$  βλ. § 4.5.3.

Για τα νέα κτίρια, οι συντελεστές αυτοί δεν παρουσιάζονται αυτοτελώς, αλλά είναι ενσωματωμένοι στους  $\gamma_f$  και στους  $\gamma_m$ .

- $R_d$  Οι τιμές σχεδιασμού (και επανελέγχου) των διαθέσιμων αντίστοιχων αντιστάσεων (εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών),
- $E_k$  Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών και τυχηματικών δράσεων,
- $R_k$  Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των ιδιοτήτων των υλικών που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις,
- $\gamma_f, \gamma_m$  Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις δράσεις και τις ιδιότητες των υλικών, με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες δυσμενείς αποκλίσεις των αντίστοιχων μεταβλητών από τις αντιπροσωπευτικές τιμές, και
- $\gamma_{Ed}, \gamma_{Rd}$  Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι αυξημένες (σε σχέση με τον σχεδιασμό νέων κτιρίων)

Για τα υπό επανέλεγχο υφιστάμενα κτίρια, ορισμένα προσομοιώματα (Κεφ. 5 έως και 9) εμπεριέχουν αβεβαιότητες στη μαθηματική έκφραση των αντίστοιχων φυσικών φαινομένων, οι οποίες οφείλουν να αντισταθμισθούν με κατάλληλους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_{Ed}$  και  $\gamma_{Rd}$  έναντι αβεβαιότητας προσομοιωμάτων.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ενδέχεται να παρατηρηθεί και μια υπερευαισθησία του προσομοιώματος έναντι μεταβαλλόμενων τιμών ορισμένων παραμέτρων, με δυσανάλογη διαφοροποίηση του τελικού αποτελέσματος.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, απαιτείται μια «ανάλυση ευαισθησίας» και διερεύνηση, με σκοπό την ενδεχόμενη αλλαγή σχεδιασμού (ή και προσομοιώματος) κατά τρόπον ώστε να περιορισθεί αυτή η υπερευαισθησία.

Στη μείωση των δυσμενών συνεπειών ορισμένων αβεβαιοτήτων της αποτίμησης και του ανασχεδιασμού στοχεύουν και οι διατάξεις μεγίστων / ελαχίστων, κατ' αντιστοιχία των όσων ισχύουν και για τον σχεδιασμό νέων κτιρίων, λ.χ. βλ. Κεφ. 6 έως και 8.

Για τα φάσματα απόκρισης βλ. § 4.4.1.3

Ανελαστικές μέθοδοι ανάλυσης εφαρμόζονται (γενικώς) για στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ.

αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων, μέσω των οποίων εκτιμώνται οι συνέπειες των δράσεων και οι κάθε είδους αντιστάσεις, αντιστοίχως (βλ. και Κεφ. 2).

Τελικώς, η ανίσωση ασφαλείας ελέγχεται με όσα ειδικότερα και λεπτομερέστερα αναφέρονται στο Κεφ. 9, αναλόγως και της στάθμης επιτελεστικότητας (βλ. Κεφ. 2).

#### 4.1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στην περίπτωση εφαρμογής ελαστικών μεθόδων ανάλυσης (βλ. Κεφ. 5), ο έλεγχος και η ανίσωση ασφαλείας εφαρμόζονται κατά τους Ευρωκώδικες, με όσα ειδικότερα αναφέρονται στον παρόντα Κανονισμό, ενώ γενικώς οι έλεγχοι γίνονται σε όρους εντατικών μεγεθών.

#### 4.1.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ειδικότερα, στην περίπτωση εφαρμογής ανελαστικών μεθόδων ανάλυσης (βλ. Κεφ. 5), ισχύουν τα ακόλουθα:

Για την «κορυφή» του δομήματος (τον «κόμβο ελέγχου») βλ. Κεφ. 5.

Για τα φάσματα απόκρισης βλ. § 4.4.1.3.

Στοιχεία υπογείων και θεμελίων ελέγχονται πάντοτε σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών).

Στα Κεφ. 2 και 3, δίνονται κριτήρια χαρακτηρισμού της αξιοπιστίας αυτών των δεδομένων κατά τη φάση τεκμηρίωσης του υπάρχοντος κτιρίου.

Στον Φάκελο του Έργου (βλ. Κεφ. 10 και 11), θα υπάρχουν σαφείς αναφορές για τις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων που ελήφθησαν υπόψη στα διάφορα στάδια αποτίμησης και ανασχεδιασμού.

Η επιδιωκόμενη με κάθε τέτοια μέθοδο ακρίβεια δεν έχει νόημα να είναι μεγαλύτερη από την πιθανολογούμενη ακρίβεια των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Βεβαίως, οι παραμετρικές

i) Έλεγχος ασφαλείας στην περίπτωση αυτή ονομάζεται η σύγκριση της μέγιστης διαθέσιμης και στοχευόμενης απόκρισης της «κορυφής» του δομήματος σε όρους δυνάμεων και μετακινήσεων, έναντι των απαιτήσεων του φάσματος δυνάμεων / μετακινήσεων που αντιστοιχεί στη σεισμική δράση επανελέγχου.

ii) Οι αντιπροσωπευτικές τιμές και οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας ιδιοτήτων υλικών ή αξιοπιστίας προσομοιωμάτων, εξαρτώνται από τη φύση του ελεγχόμενου κρίσιμου μεγέθους και τον τύπο της αστοχίας (οιονεί – ψαθυρός ή οιονεί – πλάστιμος), όπως ορίζονται στις § 4.4 και 4.5, καθώς και στο Κεφ. 9.

iii) Η κατηγορία μεθόδων ελέγχου με βάση τα εντατικά ή τα παραμορφωσιακά μεγέθη, επιλέγεται με βάση τον αναμενόμενο τύπο αστοχίας (ψαθυρό ή πλάστιμο).

Συμβατικώς, αν η διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα «μετακινήσεων»  $\mu_d$  είναι  $\geq 1,5$ , δηλ. αν η συμπεριφορά είναι οιονεί – πλάστιμη, οι έλεγχοι γίνονται σε όρους παραμορφώσεων. Άλλως, αν η συμπεριφορά είναι οιονεί – ψαθυρή, οι έλεγχοι γίνονται σε όρους δυνάμεων.

#### 4.2 ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (Σ.Α.Δ.)

α) Στις υφιστάμενες κατασκευές, οι αριθμητικές τιμές των δεδομένων που υπεισέρχονται στην αποτίμηση και στον ανασχεδιασμό, ενδέχεται να υπόκεινται σε σφάλματα σημαντικότερα από ό,τι στην περίπτωση των νέων κατασκευών.

β) Ανάλογα με την αξιοπιστία των δεδομένων:

i) Επιλέγεται γενικώς κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης και επανελέγχου, κατά το Κεφ. 5.

διερευνήσεις και αναλύσεις, κατά τα σχόλια περί  $\gamma_{Ed}$  και  $\gamma_{Rd}$  της § 4.1.2, μπορούν να οδηγήσουν σε ακριβέστερες προσεγγίσεις.

Τέτοια ενδέχεται να είναι η περίπτωση των αντιπροσωπευτικών τιμών ορισμένων εμμέσων δράσεων, πιέσεων ή ωθήσεων, καθώς και του βάρους δυσπροσπέλαστων επικαλύψεων.

Σε ορισμένες περιπτώσεις αυξημένων αμφιβολιών, και αν εκτιμάται ότι η επιρροή του μεγέθους της αντίστοιχης δράσης είναι σημαντική, συνιστάται η θεώρηση δύο «ευλόγως ακραίων» αντιπροσωπευτικών τιμών ( $S_{k,min}$  και  $S_{k,max}$ ), βλ. και § 4.5.2.

Ως δεδομένα των υλικών νοούνται οι διαστάσεις και οι αντοχές τους, αλλά και οι πραγματικές λεπτομέρειες δόμησης, σύνδεσης κ.λπ. που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις.

Σχετικώς με το ιδιαίτερο πρόβλημα της αποτίμησης και του ανασχεδιασμού με βάση αποτελέσματα πειραμάτων, γίνεται αναφορά στον ΕΚ 0, § 5.2 και Παράρτημα Δ – Σχεδιασμός με τη βοήθεια δοκιμών.

Η Δημόσια Αρχή, υπό καθορισμένες προϋποθέσεις που σχετίζονται και με τις στάθμες αξιοπιστίας των δεδομένων, αλλά

ii) Επιλέγονται οι κατάλληλοι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_f$  για ορισμένες δράσεις με ιδιαίτερα αβέβαιες τιμές, σε συνδυασμό με τους κατάλληλους  $\gamma_{Ed}$  (βλ. § 4.4 και 4.5).

iii) Επιλέγονται οι κατάλληλοι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_m$  για τα δεδομένα των υφιστάμενων υλικών, σε συνδυασμό με τους κατάλληλους  $\gamma_{Rd}$  (βλ. § 4.4 και 4.5).

#### 4.3 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

α) Σε ορισμένες περιπτώσεις, κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής, επιτρέπεται η εκτίμηση των αντιστάσεων  $R_d$  σε επίπεδο στοιχείου ή υποσυνόλου μέσω πειραμάτων.

β) Σε αυτές τις περιπτώσεις λαμβάνονται ιδιαίτερως υπόψη και οι δυσμενείς συνέπειες των συνθηκών εφαρμογής, καθώς και των παραγόντων εκείνων οι οποίοι δεν αναπαράγονται κατά τις εργαστηριακές ή άλλες διερευνήσεις.

#### 4.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

##### 4.4.1 ΔΡΑΣΕΙΣ

###### 4.4.1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ( ΜΗ - ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ)

Κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό λαμβάνονται υπόψη όλες οι βασικές δράσεις, η ενδεχόμενη συνέργεια τους και ο απαιτούμενος συνδυασμός τους ( βλ. §

και με τη σκοπούμενη επιτελεστικότητα (βλ. Κεφ. 2) και τη μελλοντική χρήση του δομήματος, μπορεί να επιτρέψει τροποποίηση των ονομαστικών τιμών φορτίων ή / και των επιμέρους συντελεστών  $\gamma_f$  και  $\psi_i$ .

Σχετικώς, βλ. και § 4.2.β (ii)

Κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό υφιστάμενων δομημάτων, επιτρέπεται να εφαρμοσθούν απλούστεροι κανόνες επαλληλίας των συνιστωσών του σεισμού, σύμφωνα με το Κεφ. 5.

Άλλες τυχηματικές δράσεις δεν εξετάζονται κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό, πλην αυτής της πυρκαγιάς κατά το ισχύον θεσμικό πλαίσιο (π.χ. Κανονισμός Πυροπροστασίας, και άλλες σχετικές αποφάσεις, διατάξεις κ.λπ.), αναλόγως της χρήσεως και του βαθμού κινδύνου του δομήματος (ως συνόλου ή ως τμήματος).

Δηλ., για  $T_B \leq T \leq T_C$  χρησιμοποιείται η σχέση:

$$S_e(T) = \gamma_I \cdot a_{gR} \cdot S \cdot 2,5 \quad (\Sigma 4.1)$$

Δηλ., για  $T_B \leq T \leq T_C$  χρησιμοποιείται η σχέση:

$$S_d(T) = \gamma_I \cdot a_{gR} \cdot S \cdot (2,5/q) \quad (\Sigma 4.2)$$

όπου  $q$  όπως ορίζεται στην § 4.6.1

4.4.2).

Επίσης, λαμβάνονται υπόψη οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_f$  ( $\gamma_g, \gamma_q$ ) που προβλέπονται από τους σύγχρονους ισχύοντες Κανονισμούς, με εξαίρεση όσα αναφέρονται στην § 4.5.2.

#### 4.4.1.2 ΤΥΧΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ (ΣΕΙΣΜΟΣ)

Η κύρια τυχηματική δράση του σεισμού εξαρτάται από τον στόχο αποτίμησης ή ανασχεδιασμού, σύμφωνα και με το Κεφ. 2.

Για πιθανότητα υπερβάσεως 10% εντός του συμβατικού χρόνου των 50 ετών, λαμβάνεται υπόψη η σεισμική δράση του ισχύοντα ΕΚ 8, ενώ για διαφορετική πιθανότητα υπερβάσεως εντός του συμβατικού χρόνου των 50 ετών λαμβάνεται υπόψη το ποσοστό της παραπάνω σεισμικής δράσεως του ισχύοντα ΕΚ 8, σύμφωνα με τα διαλαμβανόμενα στον Πιν. 2.1 της §2.3.1., θεωρώντας αντίστοιχα σε όλες τις περιπτώσεις τον συντελεστή σπουδαιότητας  $\gamma_I$  ίσο με τη μονάδα.

#### 4.4.1.3 ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

Χρησιμοποιούνται τα φάσματα απόκρισης σε όρους επιτάχυνσης, σύμφωνα με τον ισχύοντα ΕΚ 8-1, συναρτήσει της ιδιοπεριόδου  $T$  του κτιρίου με ή χωρίς την χρήση του δείκτη συμπεριφοράς  $q$ .

Γενικώς, χρησιμοποιούνται τα ομαλοποιημένα «ελαστικά φάσματα»,  $S_e(T)$ .

Σε περίπτωση εφαρμογής ελαστικών μεθόδων ανάλυσης, με χρήση του δείκτη συμπεριφοράς  $q$  χρησιμοποιούνται τα τροποποιημένα «φάσματα σχεδιασμού»,  $S_d(T)$ .

**4.4.1.4 ΔΥΣΚΑΜΨΙΕΣ**

Σε κάθε περίπτωση, η δυσκαμψία και η δυσμησία θα εκτιμάται με βάση τα πραγματικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου, καθώς και την καταπόνηση υπό σεισμόν, με μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών (χωρίς συντελεστές  $\gamma_m$ ).

Γενικώς, θα χρησιμοποιείται η επιβατική τιμή στη «διαρροή» του δομικού στοιχείου, η οποία θα εκτιμάται κατά τα αναφερόμενα στα επόμενα Κεφ. 7 και 8.

Η δυσκαμψία και δυσμησία μπορεί να εκτιμάται ως ποσοστό αυτής για μή – ρηγματωμένα στοιχεία (50%, βλ. § 5.3.1 ε).

**4.4.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΑΣΕΩΝ**

Οι συνδυασμοί των δράσεων, τόσο για τις οριακές καταστάσεις αστοχίας (βασικοί και τυχηματικοί συνδυασμοί) όσο και για τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας, γίνονται σύμφωνα με τους ισχύοντες Κανονισμούς και με τους αντίστοιχους συντελεστές συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων  $\psi_i$ .

Έμμεσες δράσεις γενικώς δεν λαμβάνονται υπόψη, ιδιαιτέρως έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας.

Κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό λόγω σεισμού, δεν ελέγχονται θέματα λειτουργικότητας (ή ανθεκτικότητας), ειδικώς για υφιστάμενα δομικά στοιχεία τα οποία δεν παρουσιάζουν σχετικά προβλήματα.

Βεβαίως, για τα ενδεχόμενα νέα δομικά στοιχεία (ή και για τα τελικά, μετά τις επεμβάσεις), τηρούνται οι σύγχρονες αντιλήψεις και κανονιστικές διατάξεις για τη λειτουργικότητα (π.χ. περιορισμός παραμορφώσεων και ρηγματώσεων) και την ανθεκτικότητα.

Περί του τρόπου εκτίμησης των μέσων τιμών, βλ. Κεφ. 3.

Οι συντελεστές ασφαλείας υλικών λαμβάνονται κατά την § 4.5.3.

**4.4.3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ**

α) Για τον έλεγχο ασφαλείας (βλ. § 4.1), ο υπολογισμός των αντιστάσεων  $R_k$  γίνεται με ιδιότητες των υλικών εξαρτώμενες γενικώς από τη φύση του ελεγχόμενου κρίσιμου μεγέθους (δυνάμεις ή παραμορφώσεις):

Βλ. και § 4.1.3.

Ο υπολογισμός των δυσκαμψιών και δυσστησιών γίνεται κατά την § 4.4.1.4.

Βλ. και § 4.1.4.

Ο υπολογισμός των δυσκαμψιών και δυσστησιών γίνεται με μέσες τιμές ιδιοτήτων υλικών (χωρίς συντελεστές  $\gamma_m$ ), βλ. Κεφ. 7 και 8, καθώς και § 4.4.1.4.

Βλ. § 4.3, καθώς και § 4.5.3.2.β.

Επίσης, βλ. Κεφ. 8.

Οι συντελεστές  $\gamma_{Rd}$  δίνονται στα Κεφ. 6 έως και 9, κατά περίπτωση.

Σε ποσοστό π.χ. μεγαλύτερο του 75 %.

Σχετικώς, βλ. και § 4.6.3.α.

Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τιμές  $\gamma_{Ed}$  κατά τον Πίνακα που ακολουθεί.

- Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους εντατικών μεγεθών («δυνάμεων»), οι ιδιότητες των υφιστάμενων υλικών συγκεκριμένου (επιμέρους) δομικού στοιχείου αντιπροσωπεύονται γενικώς με τις οιονεί χαρακτηριστικές τιμές, ίσες με τις μέσες τιμές μειωμένες κατά 20%, 25% ή 30% για ΣΑΔ υψηλή, ικανοποιητική ή ανεκτή αντιστοίχως, οι δε ιδιότητες των προστιθέμενων υλικών αντιπροσωπεύονται με τις χαρακτηριστικές τους τιμές που προβλέπονται από τους οικείους Κανονισμούς.

- Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών (μετακινήσεων, στροφών κ.λπ.), οι ιδιότητες των υλικών αντιπροσωπεύονται γενικώς με τις μέσες τιμές τους.

β) Επιτρέπεται αποτίμηση και ανασχεδιασμός υφιστάμενων δομικών στοιχείων με βάση αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχών που δεν συμπίπτουν με τις κατηγορίες υλικών (κλάσεις αντοχών) των Κανονισμών.

γ) Για τα προστιθέμενα υλικά τα οποία δεν καλύπτονται από ισχύοντες Κανονισμούς, οι αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων και οι αποκλίσεις θα καθορίζονται με Υπουργικές Αποφάσεις κατά τις διαδικασίες περί Τεχνικών Εγκρίσεων.

#### 4.5 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

##### 4.5.1 ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ

α) Για τα προσομοιώματα ανάλυσης και συμπεριφοράς, καθώς και για τους ελέγχους, όπως δίνονται στα Κεφ. 5 έως και 9, χρησιμοποιούνται κατάλληλοι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_{Ed}$  και  $\gamma_{Rd}$  (βλ. και § 4.1) για να ληφθούν υπόψη οι αυξημένες αβεβαιότητες που τα συνοδεύουν.

β) Όταν το σύνολο σχεδόν των σεισμικών δράσεων αναλαμβάνεται κυρίως από νέους, ικανούς και επαρκείς φορείς, λαμβάνεται γενικώς  $\gamma_{Ed} = 1,00$ .

γ) Όταν οι σεισμικές δράσεις αναλαμβάνονται και από το υφιστάμενο δόμημα (ή μόνον από αυτό) και δεν γίνονται παραμετρικές διερευνήσεις και έλεγχοι (έτσι ώστε



Πίνακας Σ 4.1: Τιμές του συντελεστή  $\gamma_{Ed}$ 

Έντονες και εκτεταμένες βλάβες ή / και επεμβάσεις	Ελαφρές και τοπικές βλάβες ή / και επεμβάσεις	Χωρίς βλάβες και χωρίς επεμβάσεις
$\gamma_{Ed} = 1,10$	$\gamma_{Ed} = 1,05$	$\gamma_{Ed} = 1,00$

Βλ. και Παράρτημα 7Δ περί βλαβών και φθορών.

Σχετικώς, επιτρέπεται να εφαρμοσθεί η τιμή  $\gamma_g = 1,35$  ή  $1,10$  σε συνδυασμό με δύο «ευλόγως ακραίες» αντιπροσωπευτικές τιμές  $G_{k, \min}$  ή  $G_{k, \max}$ , (βλ. και § 4.2.β.ii), π.χ. σε περιπτώσεις ανεκτής ΣΑΔ με αυξημένες διασπορές, και με σκοπό τη μείωση του πλήθους των απαιτούμενων μετρήσεων και ελέγχων.

Η περίπτωση αυτή καλύπτει και την τυχηματική δράση του σεισμού (με  $\gamma_g = 1,10 \pm 0,10$ ).

Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους εντατικών μεγεθών, για ικανοποιητική στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων, μπορεί να

να εκτιμηθεί η ενδεχόμενη ευαισθησία έναντι μεταβαλλόμενων τιμών ορισμένων παραμέτρων), οι τιμές  $\gamma_{Ed}$  που θα χρησιμοποιούνται εξαρτώνται από τη σοβαρότητα (την ένταση) και την έκταση των βλαβών ή / και των επεμβάσεων (ανεξαρτήτως μεθόδου ανάλυσης).

#### 4.5.2 ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ (ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ)

α) Για τις μεταβλητές δράσεις χρησιμοποιούνται γενικώς οι καθιερωμένες τιμές  $\gamma_f$  και  $\psi_i$  κατά τους Κανονισμούς.

β) Ανάλογα με τη στάθμη αξιοπιστίας των γεωμετρικών δεδομένων των υφιστάμενων στοιχείων, οι τιμές  $\gamma_g$  για τις μόνιμες δράσεις θα λαμβάνονται ως εξής:

- Για τους βασικούς συνδυασμούς και για δυσμενείς επιρροές της δράσεως
  - Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,35$
  - Ανεκτή ή υψηλή ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,50$  ή  $1,20$ , αντιστοίχως
- Για τις υπόλοιπες περιπτώσεις συνδυασμών και επιρροών της δράσεως
  - Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,10$
  - Ανεκτή ή υψηλή ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,20$  ή  $1,00$ , αντιστοίχως.

Για τα νέα στοιχεία, τις νέες κατασκευές κ.λπ. χρησιμοποιούνται γενικώς οι καθιερωμένες τιμές  $\gamma_g$ .

#### 4.5.3 ΓΙΑ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ (ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ)

##### 4.5.3.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Οι συντελεστές  $\gamma_m$  για την τοιχοποιία είναι κατ' αρχήν περίπου ίσοι με τη μονάδα, αυξάνονται δε καταλλήλως προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι σχετικές

ληφθεί  $\gamma_m = 1,35$ .

Αντιστοίχως, για υψηλή ή ανεκτή στάθμη αξιοπιστίας, οι τιμές  $\gamma_m$  μπορούν να θεωρηθούν ίσες με 1,20 ή 1,50, αντιστοίχως.

Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών, για ικανοποιητική στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων, μπορεί να ληφθεί  $\gamma_m = 1,10$ .

Αντιστοίχως, για υψηλή ή ανεκτή στάθμη αξιοπιστίας, οι τιμές  $\gamma_m$  μπορούν να θεωρηθούν ίσες με 1,00 ή 1,20, αντιστοίχως.

Οι τιμές των συντελεστών αυτών γενικώς είναι διαφορετικές για κάθε υλικό, διαφοροποιούνται δε επιπλέον ανάλογα με τον έλεγχο ασφαλείας που θα υιοθετηθεί (σε όρους εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών).

Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν οι τιμές κατά τον Πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας Σ 4.2: Τιμές του λόγου  $\gamma'_m/\gamma_m$  για προστιθέμενα «συμβατικά» υλικά

Διατομή (ή και όγκος) προστιθέμενων υλικών ή / και προσπελασιμότητα της θέσης όπου γίνεται η επέμβαση	
Κανονικές (συνήθειες)	Μειωμένες
1,00	1,10

Σε ενδιάμεσες περιπτώσεις επιτρέπονται ενδιάμεσες τιμές.

Βλ. και § 4.4.3.γ.

Στο Κεφ. 8 δίνονται οι κατά περίπτωση ισχύουσες τιμές  $\gamma_m$ .

αβεβαιότητες.

#### 4.5.3.2 ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

α) Νέα υλικά τα οποία καλύπτονται από ισχύοντες Κανονισμούς.

Οι συντελεστές  $\gamma_m$  λαμβάνονται κατά τους κανονισμούς που ισχύουν για τα υλικά αυτά.

Χρησιμοποιούνται επιμέρους συντελεστές  $\gamma'_m$ , γενικώς μεγαλύτεροι των καθιερωμένων για τα υλικά αυτά, προκειμένου να καλυφθούν τυχόν πρόσθετες αβεβαιότητες οι οποίες σχετίζονται (βλ. και Κεφ. 8) με:

- Την ποικιλία των τεχνικών επεμβάσεως και τη μικρή ενδεχομένως διατομή των προστιθέμενων νέων υλικών, και
- Τη δυσκολία προσπελασιμότητας (και ελέγχου) και τις παρεπόμενες αποκλίσεις ομοιομορφίας και ποιότητας.

β) Νέα υλικά τα οποία δεν καλύπτονται από ισχύοντες Κανονισμούς.

Για τη διαμόρφωση των τιμών των συντελεστών ασφαλείας των προστιθέμενων ειδικών υλικών στις επεμβάσεις, θα λαμβάνεται υπόψη η διαθέσιμη πείρα από τη

Ειδικότερα, όταν τα υλικά αυτά εφαρμόζονται σε πάχη ή διατομές ασυνήθως μικρές (ή και μεγάλες) για την κατηγορία τους, ή υπό συνθήκες δυσμενούς προσπελασιμότητας (και ελέγχου), επιβάλλεται κατάλληλη αύξηση των τιμών  $\gamma_m$ .

Η μεθοδολογία εκτίμησης του διαθέσιμου ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς διαφέρει αναλόγως και του αν το υφιστάμενο δόμημα παρουσιάζει βλάβες (και φθορές) ή όχι.

Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, μπορούν να υιοθετηθούν συντηρητικές προσεγγίσεις για την εκτίμηση των παραγόντων εκείνων που υπεισέρχονται στην διαμόρφωση των τιμών του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς ενός δομήματος. Βλ. και Παράρτημα 4.1.

Οι τιμές του Πίνακα 4.1 ισχύουν ανεξαρτήτως της πιθανότητας υπερβάσεως για τον σεισμό σχεδιασμού βλ. και § 4.4.1.2.

Βεβαίως, η πιθανότητα υπερβάσεως (εντός της συμβατικής 50 – ετίας), επηρεάζει αμέσως και ευθέως το μέγεθος της σεισμικής δράσεως, βλ. (επίσης) § 4.4.1.2 και Παράρτημα 4.1.

χρήση αυτών των υλικών, καθώς και οι πρόσθετες αβεβαιότητες που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο για συνήθη υλικά, κατά την κρίση του Μηχανικού.

#### 4.6 ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q$

##### 4.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

α) Κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό, όταν κατά τις διατάξεις του Κεφ. 5 γίνεται χρήση του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς για το σύνολο του δομήματος, η τιμή του θα εκτιμάται λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες οι οποίοι συνεργούν στην κατανάλωση σεισμικής ενέργειας, όπως αυτοί διατυπώνονται στην επόμενη § 4.6.2.

β) Ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας για την αποτίμηση<sup>1</sup> ή τον ανασχεδιασμό του φέροντος οργανισμού του κτιρίου (βλ. Κεφ. 2), λαμβάνονται υπόψη οι διαφοροποιημένες τιμές  $q^*$  που δίνονται στον παρακάτω Πίνακα, με τιμή αναφοράς  $q'$  την τιμή που ισχύει για στάθμη επιτελεστικότητας B (σημαντικές βλάβες).

Πίνακας 4.1: Τιμές του λόγου  $q^*/q'$  αναλόγως του στόχου επανελέγχου

Στάθμη επιτελεστικότητας		
Περιορισμένες βλάβες (Α)	Σημαντικές βλάβες (Β)	Οιονεί κατάρρευση (Γ)
0,6 πάντως δε $1,0 < q^* < 1,2$	1,0	1,4

Πάντως, για τη στάθμη επιτελεστικότητας A, ο τελικός δείκτης συμπεριφοράς έχει τιμές μεγαλύτερες του 1,0 και οπωσδήποτε μικρότερες του 1,2.

#### 4.6.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ

Οι παράγοντες που διαμορφώνουν τον  $\alpha$  όπως παρουσιάζονται στο Κείμενο, ισχύουν τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα δομήματα, σε περιπτώσεις αποτίμησης ή ανασχεδιασμού.

Ουσιώδεις βλάβες (και φθορές) θεωρούνται αυτές που έχουν οδηγήσει σε απομείωση φέρουσας ικανότητας μεγαλύτερη του 25% ( $r_R \leq 0,75$ ).

Όταν δεν διατίθενται λεπτομερέστερα στοιχεία, επιτρέπεται να εφαρμοσθούν ως μέγιστες οι τιμές του Πίνακα που ακολουθεί, αναλόγως των βλαβών.

Πίνακας Σ 4.3 : Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς  $\alpha'$  για την στάθμη επιτελεστικότητας B (σημαντικές βλάβες)

ΤΟΙΧΟΔΟΜΕΣ	ΟΥΣΙΩΔΕΙΣ ΒΛΑΒΕΣ (ΚΑΙ ΦΘΟΡΕΣ) ΣΕ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΑΟΠΛΕΣ	1,20	1,50
ΔΙΑΖΩΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ ΜΟΝΟΝ	1,50	2,00
ΔΙΑΖΩΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ	2,00	2,50

Κατά τη φάση της αποτίμησης του κτιρίου, η τιμή  $\alpha'$  θα επιλέγεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- Την περίοδο κατασκευής του κτιρίου
- Την τυχόν ύπαρξη ουσιωδών βλαβών (και φθορών), κυρίως σε πρωτεύοντα δομικά στοιχεία

- Την κανονικότητα κατανομής των εντός ορόφου αλλά και των κατ' όροφον υπεραντοχών (καθύψος του δομήματος) και τον βαθμό αποκλεισμού δημιουργίας «μαλακού» ορόφου
- Το πλήθος δομικών στοιχείων στα οποία αναμένεται να εμφανισθούν αστοχίες,

και το οποίο εξαρτάται από την υπερστατικότητα και την κανονικότητα του δομήματος

- Τους τρόπους αστοχίας (πλάστιμοι ή ψαθυροί)
- Τη διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα στις κρίσιμες περιοχές του κάθε δομικού στοιχείου, και
- Τους διαθέσιμους επικουρικούς και βοηθητικούς μηχανισμούς αντισεισμικής συμπεριφοράς όπως π.χ. τα διαζώματα, τα διαφράγματα κ.λπ.

#### 4.6.3 ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η κατά το νόημα αυτής της παραγράφου επάρκεια του νέου «σκελετού» (έναντι σεισμού), θα κρίνεται με βάση το πλήθος και τη διάταξη των νέων στοιχείων, την τιμή του λόγου  $V_R / V_E$  γι' αυτά τα νέα στοιχεία, καθώς και την επάρκεια της θεμελιώσεως και της συνδέσεώς τους με το υφιστάμενο δόμημα.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, ο νέος ή τελικός «σκελετός» θα θεωρείται επαρκής αν (βλ. και § 4.5.1.β):

α) Υπάρχουν τουλάχιστον δύο μή – συνεπίπεδα και σταθερά καθύψος νέα στοιχεία προς δύο κάθετες μεταξύ τους κατευθύνσεις (π.χ. τις κύριες), αναλόγως του μεγέθους, της γεωμετρίας και της κανονικότητας του δομήματος.

β) Ο λόγος  $V_R / V_E$  για το σύνολο αυτών των νέων στοιχείων είναι τουλάχιστον ίσος με 0,75 σε κάθε όροφον και προς κάθε κατεύθυνση, όπου  $V_R$  είναι η συνολική ανθιστάμενη τέμνουσα δύναμη των νέων στοιχείων και  $V_E$  είναι η δρώσα τέμνουσα δύναμη.

Στις περιπτώσεις όπου  $0,60 \leq V_R / V_E \leq 0,75$ , μπορούν να χρησιμοποιηθούν τιμές  $q' = 4/5q$ .

γ) Γίνεται έλεγχος των συνδέσεων των νέων στοιχείων με τον υφιστάμενο φέροντα οργανισμό, έτσι ώστε αυτές να αποκρίνονται οιονεί – ελαστικώς, και τέλος

α) Σε περιπτώσεις διάταξης ισχυρών νέων φορέων (επαρκών ως προς το πλήθος και την αντίσταση) ή και αναβάθμισης / τροποποίησης υφιστάμενων στοιχείων (νέος «σκελετός»), μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αντίστοιχες τιμές  $q$  (δηλ.  $q' = q$ ) των σύγχρονων Κανονισμών, σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες δέσμες των επιμέρους κριτηρίων, κανόνων, διατάξεων κ.λπ. που ισχύουν για τον σχεδιασμό νέων δομημάτων.

Σχετικώς, στο Κεφ. 8, δίνονται ειδικότερα στοιχεία (και πρόσθετες διατάξεις) για τις περιπτώσεις προσφυγής σε μεθόδους προσθήκης νέου «σκελετού».

δ) Γίνεται έλεγχος των θεμελιώσεων (σε συνεργασία με τα υφιστάμενα πέδιλα), έτσι ώστε να αποκρίνονται και αυτές οιονεί – ελαστικώς, για τον σεισμό σχεδιασμού.

Σχετικώς, οι προηγούμενες απαιτήσεις «γ» και «δ» θεωρείται ότι ικανοποιούνται αν ο σχεδιασμός των συνδέσεων και θεμελιώσεων γίνει για εντατικά μεγέθη επαυξημένα κατά τον συντελεστή  $\gamma_{Ed} = 1,35 (\leq q^*)$ .

Γίνεται διάκριση σε πρωτεύοντα και δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία, βλ. Κεφ. 2.

Για τις στάθμες επιτελεστικότητας και τους τοπικούς δείκτες  $m$ , αλλά και τον αντίστοιχο ενιαίο  $q$  (βλ. § 4.6.1), βλ. Παράρτημα 4.2.

Δηλ.  $F_d \leq F_\gamma$  και  $d_d \leq d_\gamma$  (οπότε  $m \cong 1$ ), με  $\gamma_{Rd} = 1$ .

Αντιστοίχως,  $1,0 < q < 1,5$ , βλ. και Πίνακα 4.1.

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Α), δεν επιτρέπεται η διάκριση των φερόντων στοιχείων σε πρωτεύοντα και δευτερεύοντα (βλ. § 2.4.3.4).

Για πρωτεύοντα στοιχεία :  $d_d \cong d_u / \gamma_{Rd}$ .

Για δευτερεύοντα στοιχεία :  $d_d \cong d_u / \gamma_{Rd}$ .

β) Σε περιπτώσεις «ήπιων» αλλά εκτεταμένων επεμβάσεων, π.χ. απλών αλλά πλήρων επισκευών των ουσιωδών (και λοιπών) βλαβών στα πρωτεύοντα (έναντι σεισμού) αλλά και σε όλα τα υπόλοιπα φέροντα στοιχεία (έτσι ώστε να αποκατασταθούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ανασχεδιασμό τιμές  $q'$  ίσες με αυτές για στοιχεία χωρίς βλάβες ( και φθορές).

#### 4.7 ΤΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ $m$

##### 4.7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα, στις κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων, εκτιμάται μέσω των δεικτών  $m$ , κατά τα Κεφ. 7 και 8.

Ως τοπικός δείκτης  $m$  ορίζεται ο λόγος  $m = d_d / d_\gamma = \gamma_d / \gamma_{w,\gamma}$ , όπου  $d_d$  και  $\gamma_d$  οι τιμές σχεδιασμού οριακής παραμόρφωσης ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας και  $d_\gamma$  και  $\gamma_{w,\gamma}$  οι αντίστοιχες τιμές στο στάδιο της διαρροής.

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Α), «Περιορισμένες βλάβες», ο φέρων οργανισμός αναμένεται να έχει σχεδόν οιονεί – ελαστική συμπεριφορά και να μη αναπτύξει μετελαστικές παραμορφώσεις (σχεδόν σε κανένα δομικό στοιχείο) ή έντονες βλάβες.

Στην ενδιάμεση στάθμη επιτελεστικότητας (Β), «Σημαντικές βλάβες», ο φέρων οργανισμός επιτρέπεται να αναπτύξει σημαντικές και εκτεταμένες μετελαστικές

Για πρωτεύοντα στοιχεία :  $d_d \cong (4/3)d_u / \gamma_{Rd}$ .

Για δευτερεύοντα στοιχεία:  $d_d \cong (4/3)d_u / \gamma_{Rd}$ .

Για στοιχεία με βλάβες (ή/και φθορές) σχετικώς βλ. και § 7.6.

παραμορφώσεις, αλλά πρέπει να διαθέτει επαρκή και αξιόπιστα περιθώρια έναντι ενδεχόμενης εξάντλησης των διαθέσιμων παραμορφώσεων αστοχίας.

Στη στάθμη επιτελεσματικότητας (Γ), «Οιονεί κατάρρευση», ο φέρων οργανισμός αναπτύσσει μεγάλες μετελαστικές παραμορφώσεις και επιτρέπεται να φθάσει ακόμη και σε εξάντληση των διαθέσιμων παραμορφώσεων αστοχίας, για πολλά δομικά στοιχεία, βεβαίως χωρίς να καταρρεύσει υπό τα φορτία βαρύτητας.

#### 4.7.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ

Για υφιστάμενα στοιχεία, με ή χωρίς βλάβες, οι δείκτες  $m$  εκτιμώνται με βάση τις μεθόδους του Κεφ. 7.

#### 4.7.3 ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Για υφιστάμενα στοιχεία μετά από επεμβάσεις, καθώς και για υβριδικά ή σύνθετα στοιχεία, οι δείκτες  $m$  εκτιμώνται με βάση τις μεθόδους του Κεφ. 8, ενώ για αμιγώς νέα (προστιθέμενα) στοιχεία οι δείκτες  $m$  εκτιμώνται με βάση τις μεθόδους του Κεφ. 7.

#### 4.8 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΛΛΗΛΟΔΡΑΣΗ ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ Ή ΣΥΝΟΛΩΝ

Συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καλύτερον δυνατόν, πάντως δε πρακτικώς εφικτόν, τρόπον το ενδεχόμενο μιας δυσμενούς για το δεδομένο κτίριο σύγκρουσης με γειτονικά κτίρια, λόγω εκτός φάσεως μετακινήσεώς τους. Σε καμία περίπτωση δεν στοιχειοθετείται υπαιτιότητα τυχόν βλάβης γειτονικού κτιρίου, εκ του γεγονότος ότι όμορο αυτού κτίριο έχει ενισχυθεί αντισεισμικώς, βλ. και § 1.3.3.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.1****ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΑΝΗΓΜΕΝΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΒΑΣΕΩΣ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΟΝ**

Στον συνημμένο Πίνακα Π 4.1 δίνονται τιμές της ανηγμένης τέμνουσας βάσεως των κτιρίων υπό σεισμό, δηλ. τιμές του όρου  $a_{g,ref}/q^*$  (για  $T_B \leq T \leq T_C$ ), χωρίς τους συντελεστές  $\gamma$ ,  $\eta$ ,  $S$  και 2,5, κατά ΕΚ 8-1.

Οι τιμές αυτού του όρου προκύπτουν με βάση τις προβλέψεις της § 4.4.1.2 (περί της δράσεως του σεισμού) και της § 4.6 (περί του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς  $q$  σε περιπτώσεις εφαρμογής γραμμικής ανάλυσης), για τιμή αναφοράς αυτήν που αντιστοιχεί σε στάθμη επιτελεστικότητας (B) («Σημαντικές βλάβες») και πιθανότητα υπερβάσεως 10 % εντός του συμβατικού τεχνικού χρόνου ζωής των 50 ετών, κατά ΕΚ 8-1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.1 : ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΟΡΟΥ  $a_{g,ref}/q^*$  ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΒΑΣΕΩΣ, ΜΕ ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (B) ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ 10 % ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ**

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	Περιορισμένες βλάβες (A)	Σημαντικές βλάβες (B)	Οιονεί κατάρρευση (Γ)
10 %	≈ 1,65	1,00	≈ 0,70
30 %	≈ 1,00	0,60	≈ 0,45

Σημείωση

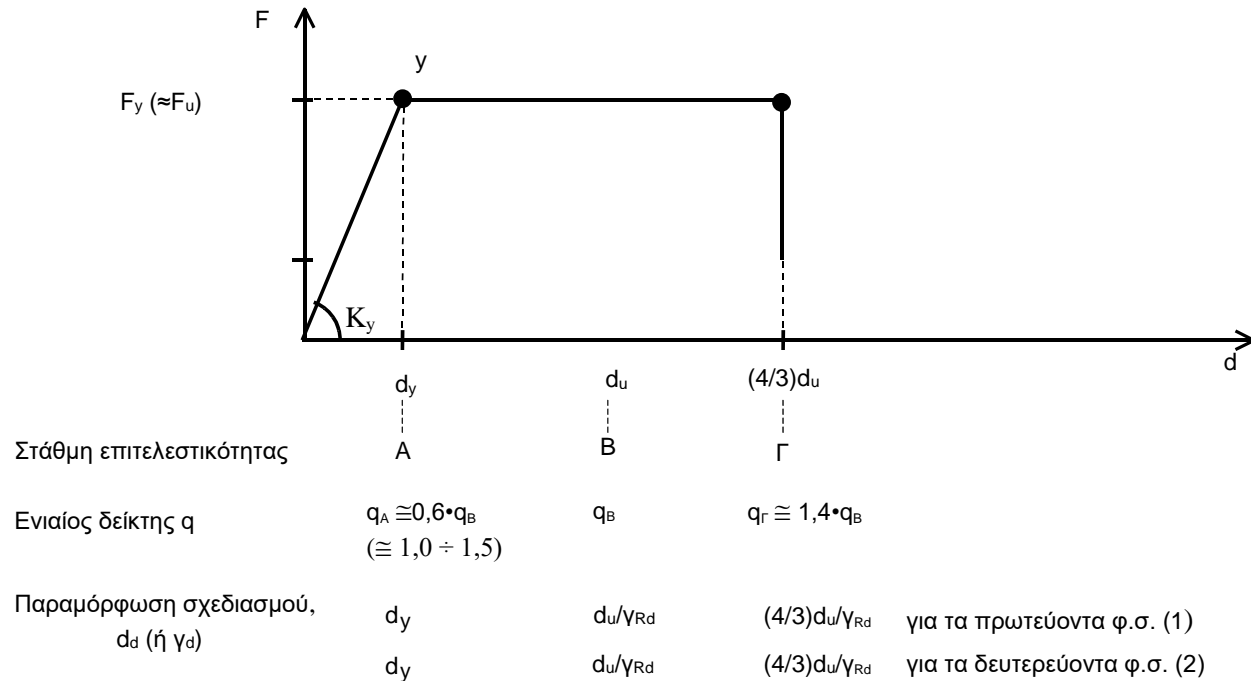
Ο Πίνακας ισχύει τόσο για την αποτίμηση όσο και για τον ανασχεδιασμό, με κατάλληλες τιμές αναφοράς όσο αφορά την στάθμη επιτελεστικότητας και την πιθανότητα υπερβάσεως.



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.2**

**Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Με βάση όσα προβλέπονται στα Κεφ. 2, 4, 7, 8 και 9, οι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν να παρουσιασθούν εποπτικώς κατά το συνημμένο σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας (Α έως και Γ) και του ελέγχου σε όρους δυνάμεων (μέσω του  $q$  ή των  $m$ ) ή παραμορφώσεων (μέσω της παραμόρφωσης σχεδιασμού,  $d_d \approx \gamma_d$ ).



Σκελετικό Διάγραμμα Συμπεριφοράς  
(για τα επιμέρους δομικά στοιχεία, ή το δόμημα – ως σύνολο)

Παρατηρήσεις

- 1) Για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία:  
Η οριακή παραμόρφωση σχεδιασμού ( $d_d$ ), ακόμη και για τη στάθμη επιτελεστικότητας Γ, είναι μικρότερη αυτής που αντιστοιχεί στην οιονεί-αστοχία και μάλιστα με ικανοποιητική αξιοπιστία, που εκφράζεται μέσω του  $\gamma_{Rd}$  (βλ. Κεφ. 9).
- 2) Για τα δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία:  
Γι' αυτά τα στοιχεία, γίνεται αποδεκτός μεγαλύτερος βαθμός βλάβης (υπό σεισμόν) απ' ότι για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία, αναλόγως και του αν πρόκειται για κατακόρυφα ή οριζόντια φέροντα στοιχεία, για τιμές  $d_d$  που διαμορφώνονται και μέσω του  $\gamma_{Rd}$ .
- 3) Για τους συντελεστές  $\gamma_{Rd}$ , που διαμορφώνουν τις τιμές των παραμορφώσεων σχεδιασμού ( $d_d$ ):  
Οι τιμές τους είναι εν γένει διαφορετικές, αναλόγως του τύπου αστοχίας και του είδους του ελεγχόμενου δομικού στοιχείου (βλ. Κεφ. 9). Για τη στάθμη Α,  $\gamma_{Rd}=1$ .

Ανάλυση μετά την επέμβαση είναι η ανάλυση η οποία έχει λάβει υπόψη:

- Τυχόν νέα φέροντα στοιχεία τα οποία προσετέθησαν για λόγους ενίσχυσης της κατασκευής.
- Βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες οι οποίες προέκυψαν από επεμβάσεις στο σώμα της τοιχοποιίας.

Γενικώς ανάλυση μετά την επέμβαση απαιτείται όταν η προσομοίωση της υφιστάμενης κατασκευής δεν ανταποκρίνεται στην κατασκευή μετά τις προταθείσες επεμβάσεις.

Οι ενδεχόμενες εκκεντρότητες υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την διάταξη των τοίχων και την αλληλεπίδραση πατωμάτων ή στεγών και τοίχων δυσκαμψίας.

Η απόκριση του δομήματος μπορεί να υπολογίζεται μέσω:

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

#### 5.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών και των παραμορφώσεων του κτιρίου απαιτείται η ανάλυσή του για τους συνδυασμούς δράσεων που ορίζονται στην § 4.4.2.

Με βάση τα εντατικά μεγέθη και τις παραμορφώσεις που προκύπτουν από την ανάλυση με μία από τις συνιστώμενες μεθόδους (§ 5.1.1), γίνονται οι αντίστοιχοι έλεγχοι ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεστικότητας, όπως περιγράφονται στις § 5.1.3 και 5.1.4, καθώς και στο Κεφ. 9.

#### 5.1.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Οι μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοσθούν για την ανάλυση είναι:

- A. Ελαστικές Μέθοδοι Ανάλυσης
- Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση (βλ. § 5.4)

- γραμμικής θεωρίας ελαστικότητας, λαμβάνοντας υπόψη γραμμική σχέση τάσεων-παραμορφώσεων της οποίας η κλίση θα είναι ίση με το βραχυχρόνιο μέτρο ελαστικότητας (βλέπε § 6.2.5)

είτε

- μη-γραμμικής θεωρίας είτε για τα υλικά είτε για την συμπεριφορά των διεπιφανειών μεταξύ διαφορετικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη κατάλληλο διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων (βλέπε § 3.8.1).

Οι ελαστικές μέθοδοι ανάλυσης εφαρμόζονται είτε με κριτήριο ελέγχου τα εντατικά μεγέθη σε όρους δυνάμεων (με χρήση του δείκτη συμπεριφοράς  $q$  και του τροποποιημένου φάσματος  $S_d(T)$ ) είτε με κριτήριο ελέγχου τις παραμορφώσεις με χρήση του ελαστικού φάσματος  $S_e(T)$ .

Οι ανελαστικές μέθοδοι ανάλυσης εφαρμόζονται με κριτήριο ελέγχου τις παραμορφώσεις και χρήση του ελαστικού φάσματος  $S_e(T)$ .

Καταρχήν η χρήση λεπτομερούς ανελαστικής προσομοίωσης της άοπλης τοιχοποιίας με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων δεν συνιστάται για ευρεία χρήση επειδή συνήθως το επίπεδο γνώσης των ανελαστικών ιδιοτήτων των υλικών και της συμπεριφοράς των συνδέσεων για τα κτίρια αυτής της κατηγορίας δεν επαρκεί για την υποστήριξη χρήσης της σε σεισμική αποτίμηση υφιστάμενων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία (βλ. και Σχόλια § 5.6).

Επιπλέον επισημαίνεται ότι για την πρόβλεψη της εκτός επιπέδου συμπεριφοράς λόγω των σεισμικών φορτίων σε τοίχους εγκάρσια προς την διεύθυνση του σεισμού απαιτείται χωρική προσομοίωση με στοιχεία που έχουν τη δυνατότητα μεταφορικών και στροφικών βαθμών ελευθερίας (π.χ. στοιχεία κελύφους ή στοιχεία παχιάς πλάκας), για τα οποία ενδέχεται να είναι δυσχερής ή αδύνατη η επίτευξη σύγκλισης πέραν του σταδίου της εφελκυστικής ρηγματώσεως.

- Ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης (γνωστή και ως ελαστική δυναμική) (βλ. § 5.5).
- Ελαστική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας (βλ. § 5.7).

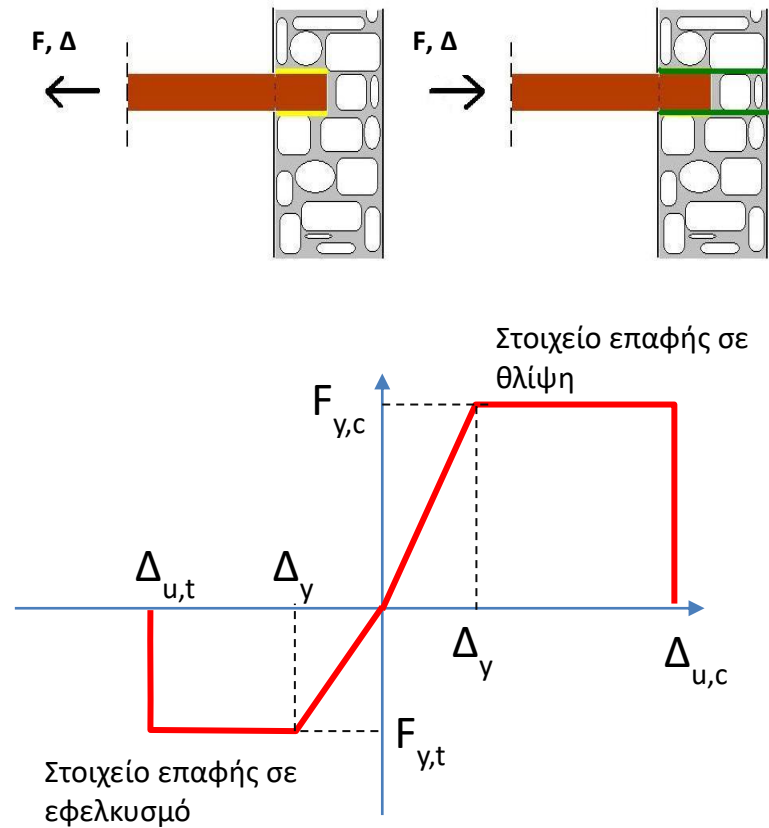
B. Ανελαστικές Μέθοδοι Ανάλυσης

- Ανελαστική στατική ανάλυση (βλ. § 5.6).
- Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση χρονοϊστορίας) (βλ. § 5.7).

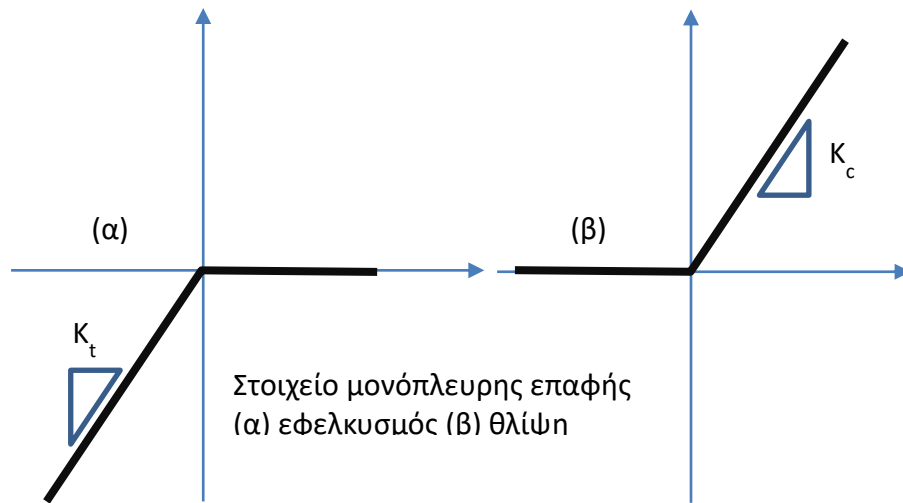
Η ελαστική στατική ανάλυση καθώς και η Ιδιομορφική ανάλυση φάσματος μπορεί να εφαρμοσθεί με θεώρηση γραμμικά ελαστικού προσομοιώματος για το δόμημα, προκειμένου να προσδιοριστεί η διαδρομή των δυνάμεων στον φέροντα οργανισμό, και οι περιοχές όπου παρουσιάζεται συγκέντρωση τάσεων.

Σε περίπτωση τελικής εφαρμογής ανελαστικής ανάλυσης πρέπει να προηγείται η ελαστική (με θεώρηση  $q=1$ ), με στόχο να εντοπισθούν οι περιοχές όπου αναμένεται η συγκέντρωση παραμορφώσεων όπου πρέπει να προβλεφθεί η τοποθέτηση κατάλληλων ανελαστικών ιδιοτήτων στο προσομοίωμα. Το αυτό ισχύει και για την διαμόρφωση «μηχανισμών» για τον έλεγχο αστοχιών εκτός επιπέδου των πεσσών.

Η προσομοίωση της ανελαστικότητας σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να λαμβάνει υπόψη τουλάχιστον την περιγραφή προβλημάτων μονόπλευρης ή αμφίπλευρης επαφής (όπως σε σημεία αλληλεπίδρασης διαφορετικών υλικών – π.χ. έδαφος με τοιχοποιία, ξύλο μέταλλο με τοιχοποιία, κ.ο.κ.) με την βοήθεια ανελαστικών ελατηριακών συνδέσμων μεταξύ ανόμοιων υλικών, ή στοιχείων διάκενου (βλ. Σχ. Σ 5.1 και Σ 5.2).

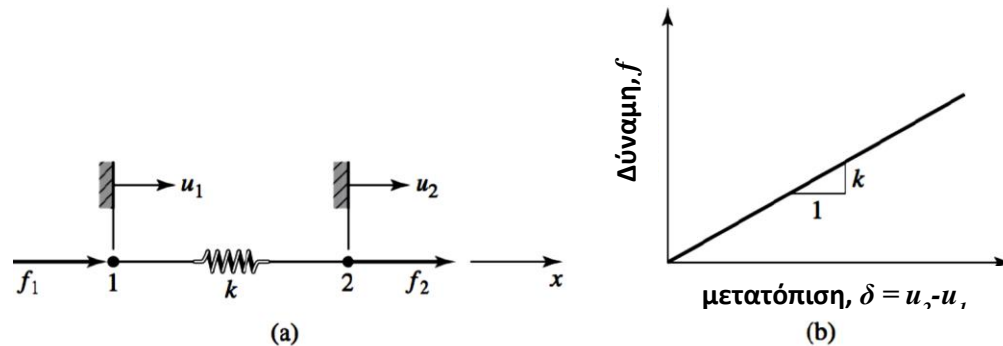


Σχ. Σ 5.1 (α): Καμπύλες αντίστασης στοιχείων αμφίπλευρης επαφής.



Σχ. Σ 5.1 (β): Καμπύλες αντίστασης στοιχείων μονόπλευρης επαφής.

Στα πιο πάνω προσομοιώματα ο σύνδεσμος προβάλλει αντίσταση μέσω τριβής κατά μήκος της τροχιάς αστοχίας. Στην εξόλκευση η αντίσταση του συνδέσμου είναι συνάρτηση του μηχανισμού τριβής που αναπτύσσεται στην διεπιφάνεια των υλικών. Στην περίπτωση της σύνθλιψης, πέραν της τριβής, προστίθεται και η αντίσταση του συνδέσμου που οφείλεται στην διατμητική αντοχή του τοίχου έναντι διάτρησης (δηλ. στην αντοχή έναντι διαγώνιου εφελκυσμού κατά μήκος της τροχιάς αστοχίας που απαιτείται για να διατηρηθεί ο τοίχος, βλ. περίπτωση τοπικών ελέγχων στο Κεφ. 9.3.3).



Σχ. Σ 5.2: Καμπύλη αντίστασης μονόπλευρου στοιχείου επαφής (ελατηρίου).

Στο Παράρτημα 5Α παρατίθενται οι προϋποθέσεις και η μεθοδολογία μιας προσεγγιστικής ανάλυσης.

Σκοπός της διάταξης αυτής είναι η απλοποίηση και συντόμευση της διαδικασίας. Η προσεγγιστική διαδικασία περιλαμβάνει εν γένει επίπεδη ανάλυση κατάλληλων προσομοιωμάτων επιμέρους τμημάτων (υποσυνόλων) του κτιρίου. Η επιλογή της κατάλληλης προσεγγιστικής μεθόδου εξαρτάται από τον τύπο του εξεταζόμενου δομικού συστήματος.

Ενδεικτικά ως εμπειρική μέθοδος αναφέρεται η μέθοδος δευτεροβάθμιου ελέγχου για κτίρια από τοιχοποιία του Ο.Α.Σ.Π.

Η χρήση αμιγώς εμπειρικών μεθόδων επιτρέπεται μόνον στις περιπτώσεις που καλύπτονται από σχετικές ειδικές διατάξεις εκδιδόμενες από τη Δημόσια Αρχή.

Τα αποτελέσματα μπορούν να δίδονται γραφικώς.

Στις περιπτώσεις που βάσει των διατιθέμενων στοιχείων (π.χ. έκταση και ένταση βλαβών, νέα χρήση, κ.λπ.) ο Μελετητής έχει αποφασίσει ότι το κτίριο πρέπει να ενισχυθεί, μπορεί μόνο για τους σκοπούς της αποτίμησης να γίνει προσεγγιστική αναλυτική εκτίμηση της έντασης σε κρίσιμα στοιχεία του φορέα, χωρίς λεπτομερή ανάλυση προσομοιώματος του συνόλου του κτιρίου.

Σε ειδικές περιπτώσεις, π.χ. όταν

- Η αποτίμηση αφορά έναν σημαντικό αριθμό κτιρίων, για τα οποία επιδιώκεται να προσδιορισθεί εάν καταρχήν υπάρχει ανάγκη προσεισμικής ενίσχυσης (και με ποια προτεραιότητα), ή
- Το προς αποτίμηση κτίριο είναι μικρής σημασίας, και δεν είναι διατηρητέο,

Ως δευτερεύοντα θα χαρακτηρίζονται εν γένει τα στοιχεία που συμβάλλουν στην ανάληψη κατακόρυφων φορτίων, αλλά δεν συνεισφέρουν σε σημαντικό βαθμό στην αντίσταση έναντι σεισμού, ή ο βαθμός συνεισφοράς τους είναι μάλλον αναξιόπιστος, λόγω χαμηλής δυσκαμψίας ή αντοχής ή πλαστιμότητας (ή και λόγω ανέλεγκτου τρόπου δόμησης). Τέτοια στοιχεία συμπεριλαμβάνουν τους λεγόμενους τσατμάδες, δηλαδή περιπτώσεις τοιχοδομής με ξύλινο σκελετό και πετάσματα όψεων (μπαγδατότοιχος).

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι τα φέροντα στοιχεία που δεν ικανοποιούν τα ενδεδειγμένα όρια για τους λόγους των γεωμετρικών τους διαστάσεων,  $h_{ef}/t_{ef}$  και  $l/h$  του Κεφ. 9 του ΕΚ 8-1, μπορούν να χαρακτηριστούν ως δευτερεύοντα.

Στοιχεία με χαμηλές δυσκαμψίες και στηριζόμενα ώστε να μην μεταφέρουν ροπές, μπορούν να εισάγονται στο προσομοίωμα με συνθήκες άρθρωσης στα άκρα τους- π.χ. αμφιαρθρωτά στοιχεία για πεσσούς ξυλόπηκτης τοιχοποιίας σε δράση εκτός επιπέδου κάμψης, ξύλινες δοκοί πατωμάτων. Η εισαγωγή των στοιχείων θα πρέπει να αναπαριστά αξιόπιστα τις συνθήκες στήριξης.

η αποτίμηση είναι δυνατόν να επιτευχθεί, εκτός από τη χρήση αμιγώς αναλυτικών μεθόδων, με εμπειρικές ή ημι-εμπειρικές μεθόδους, υπό τις προϋποθέσεις της § 2.1.4β(iv).

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των υπολογιστικών προσομοιωμάτων θα πρέπει να παρέχουν για κάθε μέλος τα μεγέθη που μνημονεύονται στα Κεφ. 6, 7, 8 και 9.

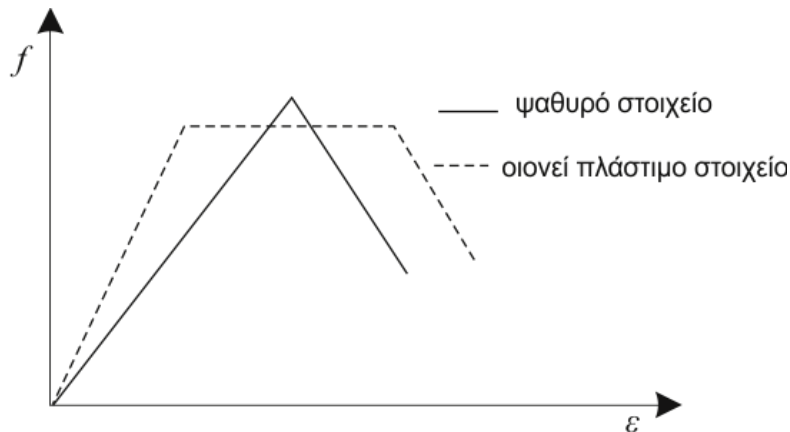
### 5.1.2 ΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- α) Η διάκριση των φερόντων στοιχείων σε κύρια και δευτερεύοντα γίνεται κατά την § 2.5.3.
- β) Τα δευτερεύοντα στοιχεία μπορούν να μην συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα υπό τον όρο ότι πάσα δυσμενής ως προς τα πρωτεύοντα συνέπειά των θα λαμβάνεται υπόψη.
- γ) Εφόσον τα δευτερεύοντα στοιχεία περιλαμβάνονται στο προσομοίωμα για την ανάληψη οριζοντίων δράσεων, πρέπει να γίνεται ο έλεγχός τους σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο Κεφ. 9.



Τέτοιες ξυλόπηκτες τοιχοποιίες (ξύλινος σκελετός με ορθοστάτες, οριζόντια και διαγώνια μέλη με πλήρωση των κενών χώρων αποτελούμενη από μικρούς λίθους, πλίθους και κονίαμα με άχυρο ή και από ωμοπλινθοδομή), απαντώνται ενίοτε στους άνω ορόφους σε δομήματα από φέρουσα τοιχοποιία, ενώ το ισόγειο ή εν γένει οι χαμηλότεροι όροφοι είναι από φέρουσα λιθοδομή.

Οι ξυλόπηκτες τοιχοποιίες είναι πρωτεύοντα στοιχεία. Ο συνδυασμός ξύλου και τοιχοποιίας προσφέρει ένα σχετικά ελαφρό σύστημα με εφελκυστική αντοχή και δυσκαμψία, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην προσομοίωση.



Σχ. Σ 5. 3: Ορισμός ψαθυρού και οιονεί πλάστιμου στοιχείου.

Οιονεί-πλάστιμα θεωρούνται τα στοιχεία των οποίων η καμπύλη αντίστασης παρουσιάζει ένα μη μηδενικό διάστημα σταθερής έντασης μετά τη διαρροή και πριν την έναρξη του φθιτού κλάδου, βλ. Σχήμα Σ 5.3.

**δ)** Για κατασκευές από τοιχοποιία με φέρουσα ξυλοκατασκευή θα προσομοιωθεί το ξύλινο τμήμα με τις ιδιότητες του κάθε στοιχείου σύμφωνα με τον ΕΚ 8-1, Μέρος 8.

### 5.1.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

**α)** Οι έλεγχοι ασφαλείας κατά το Κεφ. 9 καθορίζονται ανάλογα με την επιλεγείσα στάθμη επιτελεστικότητας.

**β)** Ο έλεγχος ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεστικότητας (έλεγχος της ανίσωσης ασφαλείας) σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) ή παραμορφώσεων (παραμορφωσιακών μεγεθών) γίνεται για κάθε δομικό στοιχείο σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Κεφ. 9, αφού προηγουμένως το στοιχείο έχει (ενδεχομένως) χαρακτηριστεί ως «πρωτεύον» ή «δευτερεύον», σύμφωνα με την § 5.1.2.

**γ)** Παρόλο που η άοπλη τοιχοποιία είναι εγγενώς ψαθυρό υλικό, εντούτοις τα επιμέρους στοιχεία τοίχων, είτε το δομικό σύστημα συνολικά, μπορούν να διαθέτουν πλαστιμότητα.

γ.1 Για την στάθμη επιτελεστικότητας Α οι έλεγχοι γίνονται σε όρους δυνάμεων/ελαστικών παραμορφώσεων.

γ.2 Για την στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ οι έλεγχοι γίνονται:

- Για ψαθυρά στοιχεία σε όρους δυνάμεων, κατά το Κεφ. 9.
- Για οιονεί-πλάστιμα στοιχεία είτε σε όρους δυνάμεων, είτε σε όρους παραμορφώσεων, κατά το Κεφ. 9.

Σχετικά με τη χρήση αντιπροσωπευτικών τιμών βλέπε § 4.4.3 και § 4.5.3.

**δ)** Τόσο τα πρωτεύοντα, όσο και τα δευτερεύοντα στοιχεία του κτιρίου πρέπει να μπορούν να παραλάβουν τις δυνάμεις και τις παραμορφώσεις που αντιστοιχούν στα κριτήρια ελέγχου της ανίσωσης ασφαλείας (βλ. Κεφ. 4 και 9).

#### **5.1.4 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ)**

Για τον υπολογισμό δεδομένων για τις αντιστάσεις των υλικών ή και των φερόντων στοιχείων, μπορούν να ακολουθούνται οι πιο κάτω οδηγίες:

**α)** Για τις ανάγκες της ανάλυσης χρησιμοποιούνται αντιπροσωπευτικές τιμές των ιδιοτήτων των υλικών κατά τα Κεφάλαια 4, 7 και 8.

**β)** Τα διαγράμματα αντίστασης – παραμόρφωσης των δομικών στοιχείων υπολογίζονται σύμφωνα με τις γενικές αρχές της §7.1 και με τις αντίστοιχες τιμές για κάθε τύπο στοιχείου που ορίζονται στην §7.2 (στοιχεία χωρίς βλάβες ή νέα), και στην §7.3 (στοιχεία με βλάβες).

γ) Αντιστοίχως, για επισκευασμένα ή/και ενισχυμένα στοιχεία, κάθε είδους, ισχύουν γενικώς οι προβλέψεις και διατάξεις του σχετικού Κεφ. 8.

#### **5.2 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ**

**α)** Η σεισμική δράση για την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό επιλέγεται όπως προβλέπεται στις § 4.4.1.2 έως και 4.4.1.4.

Για τοίχους οι οποίοι είναι σε επαφή με το έδαφος (π.χ. στο υπόγειο ή σε κεκλιμένο έδαφος) η αλληλεπίδραση με το έδαφος μπορεί να προσομοιώνεται με στοιχεία μονόπλευρης επαφής, όπως φαίνεται στο Σχ. Σ 5.2 (επισημαίνεται ότι η επαφή προβάλλει αντίσταση μόνον παρουσία ορθής πίεσης – δηλ. θλιπτικής τάσης). Για τον υπολογισμό της δυσκαμψίας των στοιχείων αυτών θα λαμβάνεται υπόψη το επιμεριζόμενο εμβαδόν της επιφάνειας επαφής ανά κόμβο του προσομοιώματος καθώς και η ελαστική σταθερά του εδάφους.

Αυτό αφορά ιδιαιτέρως την περίπτωση κατανεμημένης καθύψος μάζας στους τοίχους η οποία δεν πρέπει να προσομοιώνεται ως συγκεντρωμένη στις στάθμες των διαφραγμάτων.

Με τον όρο ενδοτικότητα εννοείται η ικανότητα μερικής ή πλήρους μετακίνησης ή στροφής του συστήματος ή μελών του.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στα υφιστάμενα κτίρια, πατώματα με ραβδωτά μέλη και στέγες, σπανίως στηρίζονται με τρόπο που θα μπορούσε να θεωρηθεί πάκτωση.

Όταν η δοκίδωση είναι κατά μήκος της μίας κατεύθυνσης, όλη η μάζα του ορόφου και τα αντίστοιχα βάρη παραλαμβάνονται κυρίως από τους τοίχους που στηρίζουν τις δοκίδες. Τα σεισμικά φορτία που σχετίζονται με τις μάζες των διαφραγμάτων και της στέγης μεταφέρονται ως εκ τούτου εξ ολοκλήρου στους τοίχους οι οποίοι

**β)** Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται πραγματικά επιταχυνσιογραφήματα αυτά πρέπει να αναχθούν στην ένταση της σεισμικής δράσης που επιλέχθηκε, σύμφωνα και με τα προβλεπόμενα στην § 3.2.2.5 του ΕΚ 8-1.

### 5.3 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ

#### 5.3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

**α)** Το προς αποτίμηση ή ανασχεδιασμό κτίριο θα προσομοιώνεται εν γένει σύμφωνα με την § 5.4.2. Η προσομοίωση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις πραγματικές συνθήκες στήριξης στο έδαφος. Σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να αιτιολογούνται οι ενδεχόμενες παραδοχές στη στάθμη θεμελίωσης, λαμβάνοντας υπόψη και το θέμα της αλληλεπίδρασης εδάφους-θεμελίωσης.

**β)** Το δομικό προσομοίωμα για την ανάλυση του κτιρίου θα αντιπροσωπεύει τις ιδιότητες δυσκαμψίας και ενδοτικότητας (π.χ. ολισθήσεις, μονόπλευρες επαφές του συστήματος). Επίσης το προσομοίωμα θα αποδίδει αξιόπιστα την χωρική κατανομή της μάζας.

**γ)** Διεπιφάνειες μεταξύ τοιχοποιίας και εδάφους ή και στοιχείων από μέταλλο ή ξύλο προσομοιώνονται με στοιχεία ελατηρίου και στοιχεία μονόπλευρων επαφών (διάκενου), σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην § 5.1.1.

**δ)** οι αδρανειακές ιδιότητες του συστήματος εξαρτώνται από τη δυσκαμψία, τη δυστημσία και τη δυστένεια των δομικών στοιχείων

στηρίζουν τις αντίστοιχες δοκούς ή τα αντίστοιχα ζευκτά. Ο τρόπος μεταφοράς των φορτίων βαρύτητας των δαπέδων στους τοίχους θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαιτέρως υπόψη και κατά τον προσεγγιστικό υπολογισμό της εκτός επιπέδου κάμψης στους τοίχους που διάκινται κάθετα προς τον άξονα δράσης του σεισμού (π.χ. βλ. § 7.4.2), κυρίως όταν ελέγχεται κάθε τοίχος ως ανεξάρτητο στοιχείο. Εάν οι δοκοί δαπέδου στηρίζονται στο υπό έλεγχο στοιχείο, τότε η επιμεριζόμενη μάζα δαπέδου συνεισφέρει συγκεντρωμένη αδρανειακή δύναμη η οποία ασκείται οριζοντίως στον τοίχο.

του. Κατά την ανάλυση χρησιμοποιείται η υπόθεση της ρηγματωμένης διατομής.

**ε)** Ελλείψει ακριβέστερου προσδιορισμού των ιδιοτήτων, η δυσκαμψία ρηγματωμένης διατομής ( $EI$ ) και η δυσστησία ( $G_{wA}$ ) μπορούν να λαμβάνονται ως το μισό της τιμής της αντίστοιχης ελαστικής ιδιότητας αρηγμάτωσης διατομής του δομικού στοιχείου. Σε περίπτωση στοιχείων από δύο διαφορετικά υλικά θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η συμβολή των επιμέρους υλικών στη δυσκαμψία ή δυσστησία μέσω του λόγου των μέτρων ελαστικότητας.

**στ)** Όταν κατά την προσομοίωση του φορέα συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα οι στέγες και τα δάπεδα, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πραγματικές συνθήκες στήριξης.

**ζ)** Στην προσομοίωση του φορέα επιτρέπεται να αγνοούνται στοιχεία των οποίων η δυσκαμψία ή δυσστησία είναι δυσανάλογα μικρότερη από αυτή των κυρίων φερόντων στοιχείων (π.χ. ξύλινα ή ελαφρά χαλύβδινα δάπεδα).

**η)** Όσα κατακόρυφα φορτία δεν υπολογίζονται από το πρόγραμμα ανάλυσης, θα συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα, ώστε να συνδυάζονται με τα οριζόντια φορτία σύμφωνα με τους σεισμικούς συνδυασμούς.

**θ)** Τα οριζόντια φορτία θα εφαρμόζονται εν γένει σε δύο αντίθετες κατευθύνσεις («θετική» - «αρνητική»), και ο έλεγχος θα γίνεται για τα δυσμενέστερα εντακτικά μεγέθη που προκύπτουν σε κάθε στοιχείο. Για την προσομοίωση δομημάτων με ενδοτικά διαφράγματα (π.χ. δοκιδωτά πατώματα), η κατεύθυνση δοκίδωσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην κατανομή της μάζας του κτιρίου.

ι) Η εκκεντρότητα που προκαλείται λόγω αλλαγής του πάχους των τοίχων καθύψος ενός κτιρίου, θα λαμβάνεται υποχρεωτικά υπόψη.

### 5.3.2 ΣΥΝΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΡΕΨΗΣ

Οι μη προσεγγιστικές (π.χ., οι υπολογιστικές) μέθοδοι συνυπολογίζουν - εφόσον στηρίζονται σε χωρικό προσομοίωμα του δομήματος - την επιρροή της στρέψης. Στην περίπτωση ύπαρξης δύσκαμπτων διαφραγμάτων θα ακολουθούνται τα οριζόμενα στο Κεφ. 4 του ΕΚ 8-1.

Η επιρροή της στρέψης περί κατακόρυφο άξονα δεν απαιτείται να λαμβάνεται υπόψη στην περίπτωση κτιρίων με ευπαραμόρφωτα διαφράγματα (§ 5.3.6).

### 5.3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Για την προσομοίωση του φορέα του δομήματος, επιτρέπεται η χρήση αναγνωρισμένων μεθόδων όπως:

- Πεπερασμένων στοιχείων
- Μακροστοιχείων
- Ισοδύναμου πλαισίου οιονεί – ραβδωτών στοιχείων-μελών
- Συστήματος θλιπτήρων και ελκυστήρων

Στις επόμενες παραγράφους αναφέρονται οι περιορισμοί και οι συνθήκες εφαρμογής κάθε μεθόδου.

#### 5.3.3.1 ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΚΑΙ ΡΑΒΔΩΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα στοιχεία αυτά (γνωστά ως "στοιχεία κελύφους" - shell elements) επισημαίνονται προς αποφυγή σύγχυσης με στοιχεία επίπεδης έντασης (δηλ. plane stress elements). Επίσης σε κάποια προγράμματα αναφέρονται ως στοιχεία παχιάς πλάκας (thick plate elements) εν αντιθέσει με τα στοιχεία λεπτής πλάκας που δεν έχουν την ικανότητα συνδυασμένης δράσης δίσκου (thin plate elements).

Στοιχεία όγκου (στερεά) παρέχουν δυνατότητες λεπτομερέστερης προσομοίωσης από τα στοιχεία κελύφους και θα πρέπει να προτιμώνται όπου απαιτείται από την πολυπλοκότητα του προβλήματος ή εφόσον εκτιμάται ότι ο λόγος διατμητικού ύψους προς πάχος του πεσσού είναι μικρότερος του 5.

Τα στοιχεία αυτά είναι ουσιαστικώς τοιχοκολώνες με τη μία διάσταση του ύψους, μεγαλύτερη από τις άλλες δύο. Κατά συνέπεια, λόγω μορφολογίας, δεν επιλέγεται η προσομοίωση με επίπεδα στοιχεία. Η προσομοίωση με χωρικά στοιχεία, δημιουργεί συχνά ασυμβατότητες στις ελευθερίες κίνησης στους κόμβους του προσομοιώματος.

Αποτελεί ποιοτικό κριτήριο ελέγχου της συνάφειας του αναλυτικού προσομοιώματος με την πραγματική συμπεριφορά του δομήματος το να δύναται αυτό να αποδίδει τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται κυρίως σε μη ομογενή στοιχεία του φορέα, όπως μεταλλικά ή ξύλινα στοιχεία που προστίθενται κατόπιν ενίσχυσης (π.χ. τένοντες, ελκυστήρες, διαζώματα, κ.ά.). Για την αποφυγή σφαλμάτων προκρίνεται η χρήση γραμμικών στοιχείων δοκού-υποστυλώματος (beam-column elements) για την προσομοίωση γραμμικών στοιχείων (π.χ. τενόντων, ελκυστήρων και διαζωμάτων) σε σχέση με τα γραμμικά στοιχεία δικτυώματος ώστε (α) να αποφευχθεί τυχόν μη συμβατότητα του προστιθέμενου στοιχείου στους κόμβους του υποκείμενου προσομοιώματος της τοιχοποιίας (από άποψη ενεργοποίησης βαθμών ελευθερίας στους οποίους θα συμβάλει το στοιχείο που προστίθεται) και προκειμένου (β) να ληφθεί υπόψη το ίδιο βάρος του στην ανάλυση της εντατικής του κατάστασης (π.χ. η τυχόν βύθιση ελκυστήρα λόγω ιδίου βάρους). Όπου απαιτείται (δηλ. όταν η κύρια πηγή ενέργειας παραμόρφωσης είναι

Γίνεται διακριτοποίηση του δομήματος με **πεπερασμένα στοιχεία** συνεχούς μέσου, δύο διαστάσεων (που προσομοιώνουν δράσεις επίπεδης έντασης και εκτός επιπέδου καμπτικής δράσης) για την τοιχοποιία και διαζώματα από σπλισμένο σκυρόδεμα. Για τις ξυλοδεσιές ή σιδηροδεσιές της § 6.1.2 μπορεί να χρησιμοποιούνται ραβδωτά μέλη. Εφόσον κρίνεται απαραίτητο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, στοιχεία τριών διαστάσεων (π.χ. στερεά, όπου οι διατμητικές παραμορφώσεις αναμένονται να έχουν σημαντική συμβολή στην απόκριση των πεσών). Ειδικά για μη γραμμική προσομοίωση με την μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων ενδείκνυται το μέγεθος των στοιχείων που προσομοιώνουν τοιχοποιία να είναι τέτοιο ώστε να θεωρείται ότι κάθε στοιχείο περιλαμβάνει τουλάχιστον λιθόσωμα και κονίαμα.

Στοιχεία διαδοκίδωσης πατωμάτων και στέγης μπορούν να διακριτοποιηθούν με ραβδωτά στοιχεία.

Επιτρέπεται να εφαρμοσθεί διακριτοποίηση ορισμένων πεσών με γραμμικά μέλη (beam elements), εάν ισχύει μια από τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- i) οριζόντια διατομή του πεσσού μικρότερη από  $0.3m^2$ ,
- ii) λόγος μεγαλύτερης προς μικρότερη διάσταση οριζόντιας διατομής  $\leq 2$ ,
- iii) λόγος ύψους προς την μεγαλύτερη οριζόντια διάσταση  $> 2$ .

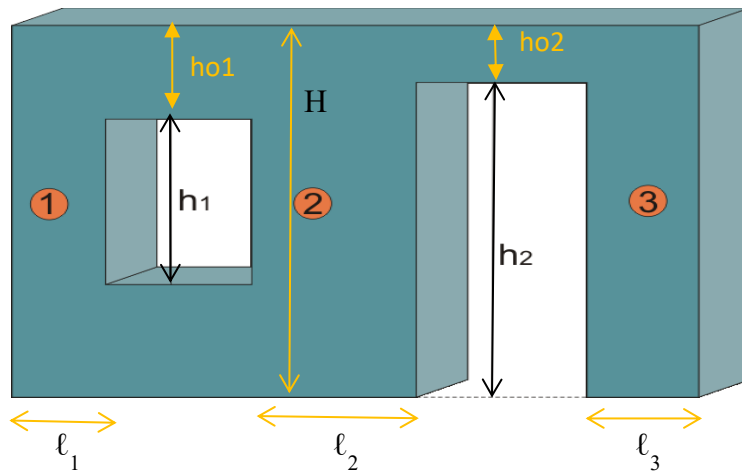
η αξονική δράση ή όταν δεν είναι εφικτή η κατασκευή σύνδεσης που αναλαμβάνει ροπές), τότε ενδείκνυται η απελευθέρωση των ροπών στα άκρα του προστιθέμενου στοιχείου.

Ειδικά για την περίπτωση προσομοίωσης καλωδίων σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία πρέπει να ληφθεί υπόψη η μη γραμμική γεωμετρία και συμπεριφορά τους προκειμένου να αποδοθεί με ακρίβεια η συμβολή τους. Για ελαστική ανάλυση λαμβάνεται ισοδύναμη αξονική δυσκαμψία η οποία είναι συνάρτηση της δύναμης τάνυσης, του μήκους και του βάρους του καλωδίου.

Μακροστοιχεία μπορούν να είναι υπέρθυροι δίσκοι, καθώς και οι πεσσοί ή τα τμήματά τους μεταξύ διαδοχικών ανοιγμάτων ή ακόμα και ολόκληροι τοίχοι. Για αναλύσεις χωρικών προσομοιωμάτων κτιρίων (π.χ. όταν υπάρχουν ευπαραμόρφωτα διαφράγματα) τα Μακροστοιχεία θα πρέπει να έχουν δυνατότητα προσομοίωσης της εκτός επιπέδου δράσης των πεσσών.

### 5.3.3.2 ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Γίνεται διακριτοποίηση του δομήματος με σύνολο **μακροστοιχείων**, καθένα από τα οποία προσομοιώνει ένα τμήμα του. Τα μακροστοιχεία μπορεί να οριστούν είτε με βάση την αρχική γεωμετρία του φορέα (επιφανειακά στοιχεία που αντιστοιχούν σε πεσσούς και υπέρθυρους δίσκους), είτε και με βάση μια αρχική κατανομή κυρίων ρωγμών στο φορέα (που έχει προκύψει π.χ. από προκαταρκτική ελαστική ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία συνεχούς μέσου, ή και αναλόγως της παθολογίας του δομήματος). Οι γεωμετρικές ιδιότητες των μακροστοιχείων αντιστοιχούν σε αυτές των μελών (ή τμημάτων τους) που προσομοιώνουν. Τα μακροστοιχεία συνδέονται μεταξύ τους στους κόμβους μέσω ελατηρίων επαφής. Το διάγραμμα δύναμης παραμόρφωσης του τυπικού ελατηρίου δίνεται στην § 5.1.1.



Πεσσός 1 : ύψος $hp_1 = h_1$	Υπέρθυρος δίσκος 1: ύψος $ho_1$
Πεσσός 2 : ύψος $hp_2 = 0.5(h_1+h_2)$	Υπέρθυρος δίσκος 2: ύψος $ho_2$
Πεσσός 3 : ύψος $hp_3 = h_2$	

Σχ. Σ 5.4 : Ορισμός ελεύθερου (καμπτόμενου) μήκους πεσσών και ύψους διατομής υπερθύρων δίσκων.

Το μήκος των ραβδωτών στοιχείων που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ των ακραίων κόμβων του κάθε μέλους (Σχ. Σ 5.4). Από αυτό, ως καμπτόμενο ορίζεται εκείνο το τμήμα που δεν ανήκει στην κοινή γεωμετρική περιοχή συντρεχόντων στοιχείων (Σχ. Σ 5.5). Η τελευταία μπορεί να προσομοιωθεί ως άκαμπτη ζώνη.

Σχετικώς, διαφορές μήκους της τάξης του 15% είναι αποδεκτές.

### 5.3.3.3 ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Γίνεται διακριτοποίηση του δομήματος με τη λογική του ισοδύναμου πλαισίου (επίπεδου ή χωρικού), το οποίο συντίθεται από κατακόρυφα (για τους πεσσούς) και οριζόντια (για τους υπέρθυρους δίσκους) ραβδωτά στοιχεία, τα οποία συνδέονται μέσω άκαμπτων κοινών τμημάτων. Η προσομοίωση αυτή επιτρέπεται να γίνεται μόνο αν συντρέχουν οι παρακάτω προϋποθέσεις ταυτοχρόνως:

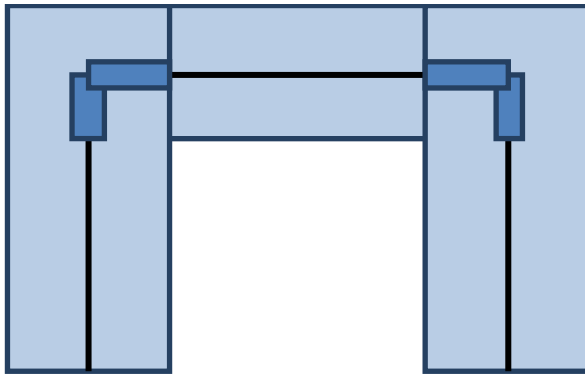
- έχει εξασφαλισθεί η επαρκής διαφραγματική λειτουργία των πατωμάτων και της στέγης (§ 5.3.6).
- η διάταξη των ανοιγμάτων είναι τέτοια ώστε κάθε πεσσός να έχει περίπου σταθερό μήκος (οριζόντια διάσταση στο επίπεδο του τοίχου) από τη στάθμη της θεμελίωσης μέχρι τη στέψη του τοίχου.
- ο λόγος του ύψους προς το ελεύθερο μήκος του πεσσού (στον όροφο) υπερβαίνει το 2.0.

Τα ιονεί γραμμικά μέλη διέρχονται από τον κεντροβαρικό άξονα του μέλους που προσομοιώνουν και έχουν γεωμετρικές ιδιότητες αυτές του μέλους το οποίο προσομοιώνουν.

Η διακριτοποίηση μπορεί να γίνει με επίπεδα πλαίσια σε εκείνες τις περιπτώσεις που το κτίριο μπορεί να χαρακτηριστεί κανονικό σε κάτοψη και καθύψος κατά τον ΕΚ 8-1, § 4.2.3. Τα υπολογιστικά προσομοιώματα μπορούν να βασίζονται σε μεμονωμένα ανεξάρτητα μεταξύ τους τμήματα του δομήματος (όπως, π.χ. μεμονωμένοι τοίχοι), υπό τον όρο ότι ικανοποιείται η § 5-A1.1 του Παραρτήματος Α. Σε αντίθετη περίπτωση, πρέπει να χρησιμοποιείται ένα χωρικό πλαίσιο.

Αν το δόμημα έχει εύκαμπτα διαφράγματα τότε η ανάλυση των επιμέρους τοίχων μπορεί να γίνει χωριστά για την εντός επιπέδου





Σχ. Σ 5.5: Προσομοίωση συστήματος πεσσών και υπέρθυρου δίσκου ως απλό πλαίσιο με άκαμπτες ζώνες στα άκρα των στοιχείων.

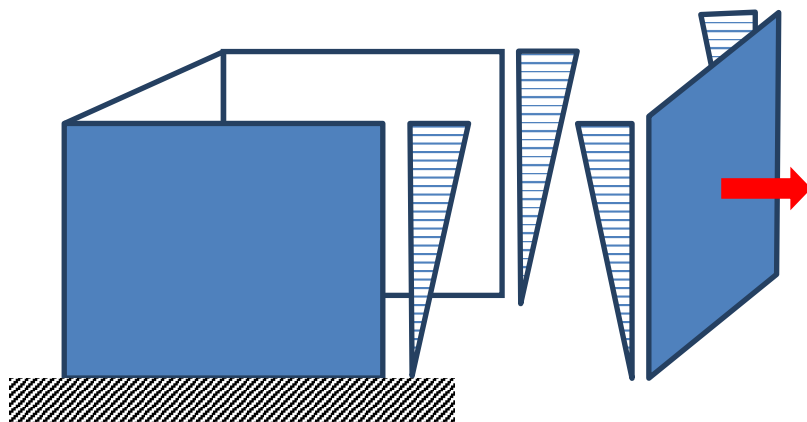
Η εκτός επιπέδου καμπτική συμπεριφορά των τοίχων που διάκεινται κάθετα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση του σεισμού οφείλεται στις αδρανειακές δυνάμεις που αναπτύσσονται λόγω της κατανεμημένης μάζας των εν λόγω τοίχων. Σε περίπτωση πλημμελών διαφραγμάτων, αυτή η δύναμη μεταφέρεται στους τοίχους που διατάσσονται παράλληλα προς τον σεισμό με την μορφή οριζόντιας αξονικής δύναμης (βλ. Σχήμα Σ 5.6). Ταυτόχρονα αναπτύσσονται ροπές και αξονικές δυνάμεις κατά μήκος των κατακόρυφων ακμών σύνδεσης των εγκάρσιων με τους διαμήκεις τοίχους. Αν οι ροπές τείνουν να ανοίξουν την γωνία, τότε η αξονική δύναμη που μεταφέρεται εφελκεί την γωνία και πρέπει να ληφθεί υπόψη στους ελέγχους με δεδομένη την χαμηλή αντοχή της τοιχοποιίας σε ορθό εφελκυσμό.

δράση και για την εκτός επιπέδου δράση, εφόσον περιγράφονται αξιόπιστα οι κατακόρυφες συνδέσεις των εν λόγω τοίχων με τους εγκάρσιους τοίχους του δομήματος καθώς και οι στηρίξεις στην βάση (π.χ. η ύπαρξη αδρανούς περιοχής (βλ. Σχ. Σ5-A.1) η οποία προκύπτει από την θεώρηση του δομήματος ως χωρικό σύνολο).

Σχετικώς, ως κρίσιμες διατομές μπορούν να θεωρηθούν:

- i) για την κάμψη και διάτμηση, οι ακραίες περιοχές πεσσών και υπέρθυρων δίσκων,
- ii) για τη διαγώνια θλίψη, η κορυφή, η βάση και η μέση των τοίχων (με θεώρηση των συνθηκών στήριξης στα άκρα κατά το Κεφ. 5 του ΕΚ 6-1-1), όπου ως κορυφή και βάση θεωρούνται οι διεπιφάνειες με τα διαφράγματα,
- iii) για την εκτός επιπέδου κάμψη το μέσο του ανοίγματος των εγκάρσιων προς το σεισμό τοίχων και οι κατακόρυφες και οριζόντιες ακμές στήριξης.

Το εφελκυστικό φορτίο που μεταφέρεται από τους εγκάρσιους στους διαμήκεις τοίχους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τους ελέγχους.



Σχ. Σ 5.6: Μεταφορά εφελκυστικού φορτίου από τους τοίχους που διατάσσονται κάθετα προς τη διεύθυνση του σεισμού, στους παράλληλους προς τη δράση του σεισμού τοίχους. Οι δυνάμεις αυτές μπορεί να προκαλέσουν αποκόλληση των τοίχων στις γωνίες.

Η προσομοίωση αυτή μπορεί να εφαρμοστεί για την ανάλυση (κρίσιμων) τμημάτων κατασκευών στο επίπεδο, αλλά απαιτεί υψηλό βαθμό γνώσης και εμπειρίας του Μηχανικού. Σχετικώς απαιτείται αξιόπιστος ορισμός της θέσης και κατεύθυνσης δράσης των ελκυστήρων, οι οποίοι προϋποθέτουν την δυνατότητα ανάληψης εφελκυστικών τάσεων από την τοιχοποιία ή μέσω συναφείας κατά μήκος των διεπιφανειών ανόμοιων υλικών (π.χ. μεταξύ λιθωσμάτων και ξύλινων ή μεταλλικών ελκυστήρων), εκτός και αν οι ελκυστήρες έχουν αγκυρωθεί με μηχανικά μέσα (όπως ελκυστήρες που στηρίζονται με δράση σφικκτήρα – ενίοτε στοιχεία αυτού του τύπου αποτελούν μέρος της ενίσχυσης).

#### 5.3.3.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΛΙΠΤΗΡΩΝ & ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

Στην προκείμενη μέθοδο ανάλυσης γίνεται προσομοίωση κρίσιμου τμήματος ή υποσυνόλου του δομήματος ως συστήματος (υποκατάστατων) **θλιπτήρων και ελκυστήρων**, ιδίως στην περίπτωση διαζωματικής ή ξυλοπλισμένης τοιχοποιίας.

Προκειμένου να διαπιστωθεί η πλέον πρόσφορη διάταξη θλιπτήρων και ελκυστήρων που περιγράφει την διαδρομή μεταφοράς φορτίων μέσα στο δομικό σύστημα, είναι ενδεδειγμένη η διεξαγωγή προκαταρκτικής ελαστικής ανάλυσης προσομοιώματος του κτιρίου ή της κρίσιμης περιοχής με τη βοήθεια πεπερασμένων στοιχείων και στατική φόρτιση συμβατή με τις επιπτώσεις της σεισμικής δράσης.

Η κανονικότητα δίνει την δυνατότητα επιλογής απλουστευμένων μεθόδων ανάλυσης.

Εάν δεν γίνεται λεπτομερέστερη θεώρηση, ένα μονολιθικό διάφραγμα (για παράδειγμα διάφραγμα από οπλισμένο σκυρόδεμα) μπορεί να θεωρείται ως απαραμόρφωτο εντός του επιπέδου του, εάν πληρούνται τα εξής κριτήρια:

- Υφίστανται περιμετρικοί τοίχοι στήριξης, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν έντονες μεταβολές πάχους και ουσιώδη ασυμμετρία στην διάταξή τους στο οριζόντιο επίπεδο.
- Οι ανισοσταθμίες μέσα στον ίδιο όροφο δεν είναι έντονες (π.χ. υψομετρικές διαφορές όχι μεγαλύτερες του  $2h_{sl}$ , όπου  $h_{sl}$  το μέσο ύψος των πλακών).

#### 5.3.4 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΕΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

Οι δυσκαμψίες πριν και μετά την τυχόν επέμβαση, με ή χωρίς βλάβες, θα υπολογίζονται κατά τα ανωτέρω αναφερόμενα στην § 5.3.1.

Οι αντιστάσεις των στοιχείων υπολογίζονται σύμφωνα με τα Κεφ. 6 και 7.

#### 5.3.5 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

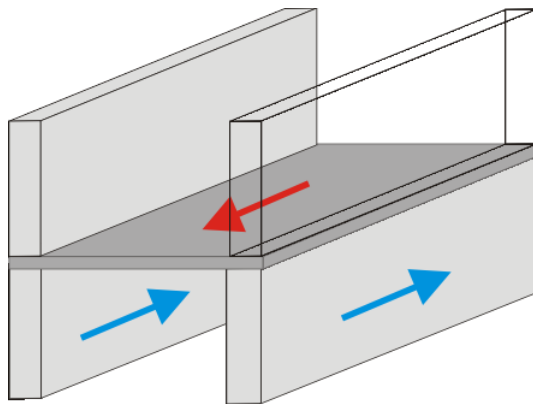
Η κανονικότητα ενός κτιρίου καθύψος και σε κάτοψη καθορίζεται από τον ΕΚ 8-1, § 4.2.3.

#### 5.3.6 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

**α)** Οι εντός επιπέδου παραμορφώσεις του διαφράγματος υπό την επίδραση των (διανεμημένων) σεισμικών αδρανειακών δράσεων και των αντιδράσεων των κατακόρυφων στοιχείων που συνδέονται με το διάφραγμα, οφείλουν να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό των μετακινήσεων των κατακόρυφων στοιχείων. Προς τούτο, επιτρέπεται η κατάταξη των διαφραγμάτων σε δύο κατηγορίες: ευπαραμόρφωτα και απαραμόρφωτα.

- Η μορφή της κάτοψης είναι κυρτή και συμπαγής (π.χ. απουσία μεγάλων εισεχόντων ή εξεχόντων τμημάτων, κατόψεων με επιμήκεις πτέρυγες μορφής Γ, Τ, Π κλπ.)
- Δεν υπάρχουν μεγάλα κενά (ανοίγματα) μέσα στο διάφραγμα, ιδίως στην περιοχή μεγάλων τοιχωμάτων (κατ' εξοχήν πρωτευόντων φερόντων στοιχείων) καθώς και των γωνιών.

Για τον υπολογισμό του σχετικού βέλους μπορεί να χρησιμοποιείται απλουστευμένο προσομοίωμα του διαφράγματος ως υψίκορμη δοκού στο επίπεδό του, με τη σεισμική δύναμη που αναλογεί στη μάζα του και την επιτάχυνση της στάθμης του, στο κέντρο βάρους του, όπως φαίνεται στο Σχ. Σ 5.7(α) & (β). Σε περίπτωση που το διάφραγμα στηρίζεται επαρκώς και στις τέσσερις παρειές, η ανάλυση γίνεται με το ίδιο προσομοίωμα ανά κατεύθυνση, αλλά χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο επιμεριζόμενο φορτίο στις δύο κατευθύνσεις. Οπές στις πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος μειώνουν τη διαφραγματική λειτουργία.



Σχ. Σ 5.7(α): Η σεισμική δράση του διαφράγματος στο οριζόντιο επίπεδο.

**β)** Ένα διάφραγμα θα χαρακτηρίζεται ως *ευπαραμόρφωτο*, όταν η μέγιστη οριζόντια παραμόρφωσή του εντός του επιπέδου του (υπό σεισμό) υπερβαίνει το διπλάσιο του μέσου σχετικού βέλους των κατακόρυφων φορέων του υποκείμενου ορόφου. Για διαφράγματα που εδράζονται επί τοιχωμάτων υπογείου, θα λαμβάνεται υπόψη το σχετικό βέλος του ορόφου που υπέρκειται του διαφράγματος.

**γ)** Ένα διάφραγμα θα χαρακτηρίζεται ως *απαρμόρφωτο*, όταν η μέγιστη εντός του επιπέδου του οριζόντια παραμόρφωση κατά μήκος του διαφράγματος είναι μικρότερη του μισού του μέσου σχετικού βέλους των κατακόρυφων φορέων του υποκείμενου ορόφου.

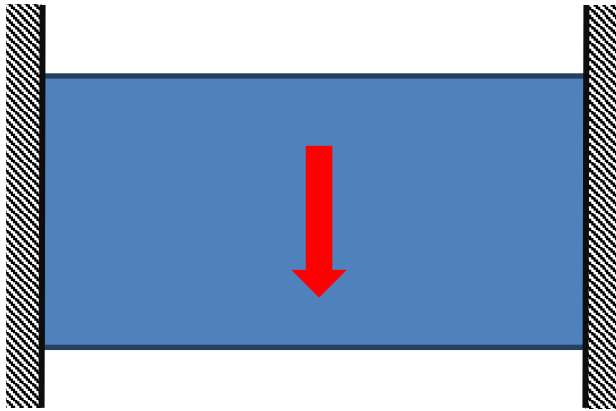
**δ)** Διαφράγματα που δεν ανήκουν σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες χαρακτηρίζονται ως *δυσπαρμόρφωτα*, αλλά για απλοποίηση της ανάλυσης μπορεί να κατατάσσονται αιτιολογημένα στην πλησιέστερη από τις δύο κατηγορίες (ευπαρμόρφωτα - απαρμόρφωτα). Για τον σκοπό της ταξινόμησης των διαφραγμάτων, το σχετικό βέλος ορόφων και οι παραμορφώσεις του διαφράγματος επιτρέπεται να υπολογίζονται με βάση τα ισοδύναμα στατικά φορτία.

**ε)** Στη περίπτωση των έγχυτων πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα, το αντίστοιχο διάφραγμα επιτρέπεται να θεωρείται απαρμόρφωτο, χωρίς αναλυτικό υπολογισμό.

**στ)** Στον αναλυτικό έλεγχο (όταν αυτός απαιτείται), η εντός επιπέδου παραμόρφωση του διαφράγματος θα υπολογίζεται :

Τα ευπαράμορφα διαφράγματα μπορούν να μην συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα του φορέα υπό τον όρο ότι τα φορτία που αναλαμβάνουν έχουν κατάλληλως μεταφερθεί στα κατακόρυφα μέλη του.

Τα ευπαράμορφα διαφράγματα μπορούν να προσομοιωθούν ως σύνολο ραβδωτών στοιχείων (π.χ. οι δοκίδες) με ιδιότητες ξύλου ή μετάλλου (κατά περίπτωση) και με κατάλληλες συνθήκες στήριξης επί των τοίχων. Σε αυτή την περίπτωση, δεν επιτρέπεται ανακατανομή της έντασης μεταξύ των κατακόρυφων φορέων.



Σχ. Σ 5.7(β): Προσομοίωμα υψίκορμης δοκού για την επίλυση του διαφράγματος σε οριζόντια φορτία.

(i) είτε απευθείας από προσομοίωση στην οποία συμπεριλαμβάνεται το διάφραγμα,

(ii) είτε με αυτοτελές προσομοίωμα του διαφράγματος στο οποίο λαμβάνονται υπόψη η συνδυασμένη δράση των αδρανειακών δυνάμεων του διαφράγματος και των σεισμικών δράσεων που μεταφέρονται στο επίπεδο του διαφράγματος στα σημεία όπου υπάρχει ασυνέχεια των κατακόρυφων φορέων.

ζ) Η προσομοίωση των κτιρίων με απαραμόρφα διαφράγματα θα λαμβάνει υπόψη την επιρροή της στρέψης, όπως ορίζεται στην §5.3.2. Στα κτίρια με ευπαράμορφα διαφράγματα, αν δεν παραλειφθούν τα διαφράγματα (επί το δυσμενέστερον), η προσομοίωση τους γίνεται με στοιχεία των οποίων η δυσκαμψία είναι συμβατή αφ' ενός με τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών που συνθέτουν το διάφραγμα και αφ' ετέρου με τις συνθήκες στήριξης των μελών στους τοίχους.

η) Εναλλακτικά, στα κτίρια με ευπαράμορφα διαφράγματα σε όλους τους ορόφους, κάθε κατακόρυφος φορέας ανάληψης σεισμικών δυνάμεων επιτρέπεται απλοποιητικώς να μελετάται ανεξάρτητα, λαμβάνοντας υπόψη τις μάζες που προκύπτουν από τις αντίστοιχες επιφάνειες επιρροής.

θ) Τα εντατικά μεγέθη στα διαφράγματα μπορούν να υπολογισθούν με προσομοίωση του διαφράγματος ως υψίκορμης δοκού, ή ως επίπεδου δικτυώματος, ή ως συστήματος θλιπτήρων - ελκυστήρων οι οποίοι στηρίζονται σε ελαστικές στηρίξεις.

Εν γένει, όταν ένα κτίριο έχει τοίχους ικανού πάχους δεν προκύπτει πρόβλημα μεταθετότητας.

Σύμφωνα με τον ΕΚ 6-1-1, εάν τα κατακόρυφα στοιχεία δυσκαμψίας ικανοποιούν την Σχέση (Σ 5.1) κατά την υπό εξέταση διεύθυνση του κτιρίου στη βάση του κτιρίου, η μεταθετότητα δεν χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη:

$$h_{tot} \sqrt{\frac{N_{Ed}}{\sum EI}} \leq 0,6 \quad \text{για } n \geq 4 \quad (\Sigma 5.1)$$

$$\leq 0,2 + 0,1n \quad \text{για } 1 \leq n < 4 \quad (\Sigma 5.2)$$

όπου:

$h_{tot}$  είναι το συνολικό ύψος του κτιρίου από την στέψη της θεμελίωσης

$N_{Ed}$  είναι οι τιμές σχεδιασμού όλων των κατακόρυφων φορτίων στη βάση του κτιρίου

$\sum EI$  είναι το άθροισμα των δυσκαμψιών όλων των στοιχείων δυσκαμψίας κατά την θεωρούμενη διεύθυνση.

Σημείωση: Τα ανοίγματα σε κατακόρυφα στοιχεία δυσκαμψίας μπορούν να αγνοούνται, όταν το εμβαδόν τους είναι μικρότερο από 2m<sup>2</sup> και το ύψος τους δεν υπερβαίνει το 0,6h.

$n$  είναι το πλήθος των ορόφων

Όταν τα στοιχεία δυσκαμψίας δεν ικανοποιούν το ανωτέρω κριτήριο πρέπει να γίνονται κατάλληλοι υπολογιστικοί έλεγχοι ότι το δόμημα διαθέτει επαρκή αντίσταση έναντι της μεταθετότητας.

Στο παράρτημα Β του ΕΚ 6-1-1 προτείνεται μία μεθοδολογία ελέγχου.

### 5.3.7 ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΔΕΥΤΕΡΑΣ ΤΑΞΕΩΣ

Όταν υπάρχουν अपαραμόρφωτα διαφράγματα ο έλεγχος μεταθετότητας γίνεται κατά τα αναφερόμενα στον ΕΚ 6-1-1, § 5.4.

Σε δομήματα με ευπαραμόρφωτα διαφράγματα θα υπολογίζονται τα εντατικά μεγέθη λαμβάνοντας υπόψη την γεωμετρία του φορέα στην παραμορφωμένη (υπό σεισμικά φορτία) κατάσταση.

Εναλλακτικά η επιβάρυνση των εντατικών μεγεθών των επιμέρους στοιχείων που οφείλεται στα φαινόμενα δευτέρας τάξης μπορεί να εκτιμηθεί αναλυτικά μέσω συνυπολογισμού των στο προσομοίωμα πεπερασμένων στοιχείων.

Για τον έλεγχο ανατροπής στη βάση ενός κτιρίου, ο οποίος αναφέρεται στο σύνολο του, ενδείκνυται η εφαρμογή της μεθόδου με χρήση του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς  $q$ , ακόμα και όταν οι έλεγχοι των μελών έχουν γίνει με χρήση των επί μέρους τοπικών δεικτών  $m$ .

Η εκκεντρότητα ορίζεται στη στάθμη του εδάφους ως ο λόγος της ροπής ανατροπής  $M_{Ed}$ , την οποία προκαλεί ο σεισμός, προς το ίδιο βάρος του κτιρίου,  $N_{Ed}$ . (Το  $N_{Ed}$  ορίζεται από τα κατακόρυφα φορτία τα οποία για τον σεισμικό συνδυασμό είναι,  $G+\psi_2Q$ ).

Αδρανής θεωρείται η περιοχή στην κάτοψη όπου αναπτύσσονται ορθές εφελκυστικές τάσεις υπό το σεισμικό συνδυασμό.

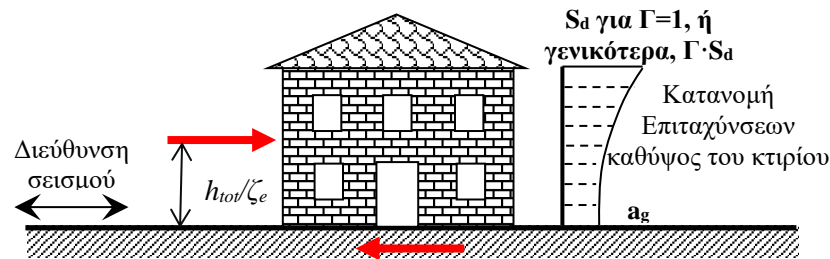
### 5.3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ

Τα κτίρια θα ελέγχονται και έναντι των δυνάμεων ανατροπής που προκύπτουν από τα σεισμικά φορτία. Ο έλεγχος αυτός θα πραγματοποιείται σύμφωνα με τα κατωτέρω:

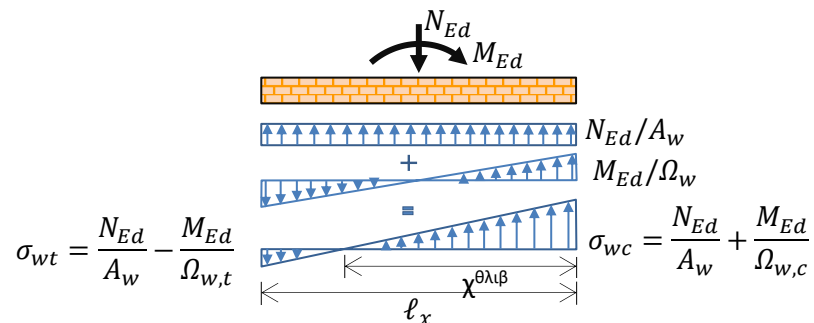
**α)** Ελέγχεται η εκκεντρότητα. Είναι επιθυμητό αυτή να μην υπερβαίνει μία οριακή τιμή  $e_{lim}$  η οποία είναι το  $1/6$  της διάστασης του κτιρίου σε κάθε μία εκ των δύο κυρίων διευθύνσεων. Σε περίπτωση που η εκκεντρότητα υπερβαίνει αυτή την τιμή και μέχρι το  $1/2$ , θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι τα θλιβόμενα τμήματα των τοίχων μπορούν να παραλάβουν το σύνολο των οριζοντίων και κατακόρυφων φορτίων.

**β)** Η δημιουργία αδρανούς περιοχής στην κάτοψη του δομήματος, (ουδέτερες ζώνες), αποφεύγεται όταν ισχύει η ακόλουθη σχέση:

Η σχέση (5.1) έχει εξαχθεί με αναφορά στην κατώτερη στάθμη του ελεύθερου ύψους του δομήματος για κτίρια με ορθογωνική κάτοψη θέτοντας την τιμή της  $\sigma_{wt}=0$  (βλ. Σχήμα Σ 5.8(β) και (γ)). Για κτίρια με μη ορθογωνική κάτοψη η εκτίμηση γίνεται με υπολογιστικό προσομοίωμα.



Σχήμα Σ 5.8(α): Κατανομή πραγματικών σεισμικών επιταχύνσεων καθ' ύψος του κτιρίου τη στιγμή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης και ορισμός μοχλοβραχίονα της ροπής ανατροπής. Επισημαίνεται ότι η κατανομή οριζοντίων δυνάμεων είναι ανάλογη της κατανομής των οριζόντιων απόλυτων επιταχύνσεων. Οι οριζόντιες επιταχύνσεις μεταβάλλονται καθ' ύψος από την τιμή της επιτάχυνσης εδάφους στη βάση,  $a_g$ , μέχρι την τιμή  $\Gamma \cdot S_d(T)$  (απόκριση) στην κορυφή του δομήματος, δηλ. κυμαίνονται μεταξύ τραπεζοειδούς και ομοιόμορφης κατανομής που δεν απέχει πολύ από την πραγματική κατανομή.



Σχ. Σ 5.8(β): Ορισμός όρων για τις ορθές τάσεις στην βάση του κτιρίου.

$$\frac{S_d(T)}{g} \leq \frac{\zeta_e \cdot \Omega_w}{C_m \eta S \cdot h_{tot}} \left[ \frac{f_{tm}}{N_{Ed}} + \frac{1}{A_w} \right], \quad (5.1)$$

όπου:

$C_m$ : Συντελεστής δρώσας μάζας. Λαμβάνεται ίσος με 1.0 για μονώροφα και διώροφα κτίρια, 0.8 για τρεις ή παραπάνω ορόφους.

$\zeta_e$ : Συντελεστής σχήματος κατανομής οριζοντίων σεισμικών δυνάμεων (ίσος με 2.0 για θεώρηση ομοιόμορφης κατανομής και 1.5 για θεώρηση ανεστραμμένης τριγωνικής κατανομής).

$S_d(T)/g$ : Η τιμή της ανηγμένης φασματικής ολικής επιτάχυνσης που ορίζεται από το φάσμα σχεδιασμού (κατά τον ΕΚ 8-1, § 3.2.2.2), για τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$  του κτιρίου ( $g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας) όπως προκύπτει από το τροποποιημένο φάσμα.

$\Omega_w$ : Η ροπή αντίστασης της κάτοψης του δομήματος περί τον άξονα κάμψης στον οποίο αναπτύσσεται η ροπή ανατροπής.

$A_w$ : Συνολικό εμβαδόν φερόντων τοίχων στη στάθμη ελέγχου

$\eta$ : συντελεστής εξαρτώμενος από την απόσβεση (κατά τον ΕΚ 8-1, § 3.2.2.2)

$h_{tot}$ : το ύψος του κτιρίου

$S$ : Συντελεστής εξαρτώμενος από το έδαφος (κατά τον ΕΚ 8-1, § 3.2.2.2)

$f_{tm}$ : η οιονεί χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας [μπορεί να λαμβάνεται μηδενική και να αγνοείται η συμβολή της στην Σχέση (5.1)].

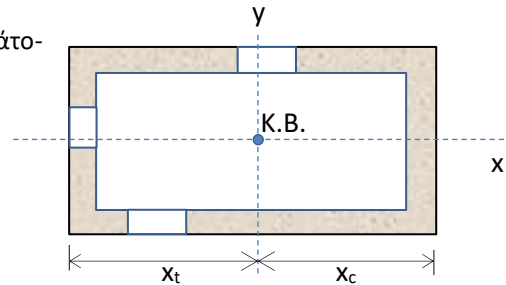
γ) Επίσης πρέπει να ελέγχεται ότι η μέγιστη ορθή θλιπτική τάση στο περισσότερο θλιβόμενο άκρο ([βλ. Σχ. Σ 5.8(α)]), που υπολογίζεται από την κατωτέρω σχέση (5.2) δεν υπερβαίνει την οιονεί



**Κ.Β.:** Κέντρο Βάρους της κάτοψης (βάσει των φερόντων τοίχων)

$$\Omega_{w,c} = \frac{I_{w,y}}{x_c}$$

$$\Omega_{w,t} = \frac{I_{w,y}}{x_t}$$



Σχ. Σ 5.8(γ): Ορισμός ροπής αντίστασης στην κάτοψη ( $I_{w,y}$  η ροπή αδράνειας της διατομής στην στάθμη της κάτοψης περί τον άξονα γ).

Η Σχέση (5.2) είναι ενδεικτική. Αν υπάρχει ταυτόχρονη δράση ροπής στην ορθογώνια διεύθυνση θα λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της ορθής τάσης στις κρίσιμες θέσεις.

Η θεώρηση ομοιόμορφης καθύψος κατανομής των αδρανειακών σεισμικών δυνάμεων είναι πλησιέστερη στην πραγματικότητα σε κατασκευές όπου η μάζα είναι κατανομημένη σε όλο το ύψος και όχι συγκεντρωμένη στις στάθμες των δαπέδων, όπως συμβαίνει στις πλαισιωτές κατασκευές με πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος. Επίσης, στην περίπτωση απουσίας δυσπαραμόρφωτων διαφραγμάτων η ομοιόμορφη καθύψος κατανομή των σεισμικών φορτίων είναι περισσότερο ρεαλιστική.

χαρακτηριστική μέση θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας αλλά και του υποκείμενου εδάφους

$$\sigma_{wc} = \frac{N_{Ed}}{A_w} + \frac{M_{Ed}}{\Omega_{w,c}} \quad (5.2)$$

Όπου:

$\sigma_{wc}$  η ορθή τάση στη θέση ελέγχου.

$N_{Ed}$  το συνολικό κατακόρυφο φορτίο από τον υπόψη σεισμικό συνδυασμό (τα θλιπτικά φορτία λαμβάνονται θετικά στις ως άνω σχέσεις).

$M_{Ed}$  η ροπή ανατροπής [το γινόμενο της τέμνουσας βάσης επί την απόσταση από το σημείο δράσης της συνισταμένης οριζόντιας σεισμικής δύναμης μέχρι τη στάθμη ελέγχου, η οποία λαμβάνεται  $0.5H$  για θεώρηση ομοιόμορφης καθύψος κατανομής των οριζόντιων σεισμικών φορτίων και  $0.67H$  για ανεστραμμένη τριγωνική κατανομή, Σχ. Σ 5.8(α)].

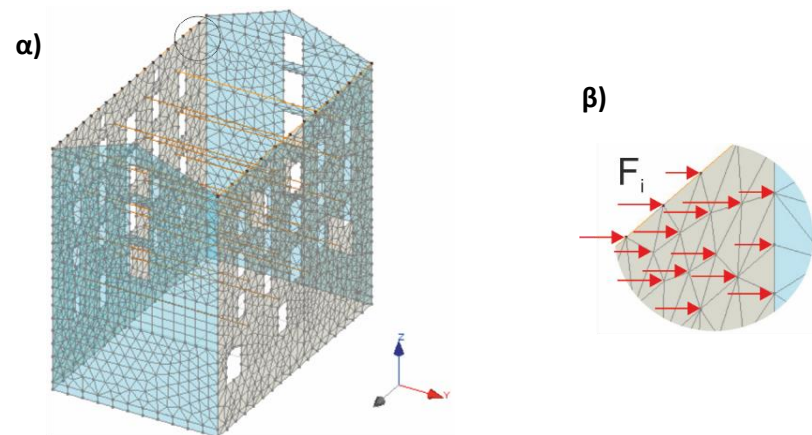
#### 5.4 ΕΛΑΣΤΙΚΗ (ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ) ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η μέθοδος αυτή αποτελεί την βασική μέθοδο αναφοράς για τη σεισμική αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό. Η ανάλυση για ισοδύναμα στατικά φορτία γίνεται για τον υπολογισμό και των δυνάμεων και των παραμορφώσεων. Μπορούν να θεωρούνται δύο εναλλακτικές κατανομές των οριζόντιων σεισμικών φορτίων καθύψος του δομήματος:

Στην πράξη η εφαρμογή των οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων σύμφωνα με οποιαδήποτε κατανομή είναι πρόσφορη όταν η μάζα είναι συγκεντρωμένη στις στάθμες των ορόφων, όπως για παράδειγμα σε πλάκες από σκυρόδεμα. Στα κτίρια από τοιχοποιία με ευπαράμορφα διαφράγματα η μάζα είναι κατά κύριο λόγο συνεχώς κατανομημένη καθύψος και μήκος των τοίχων. Για την υλοποίηση της ως άνω κατανομής πρέπει να επιβληθούν επικόμβιες δυνάμεις στο πλέγμα των πεπερασμένων στοιχείων ανάλογες της επιμεριζόμενης μεταφορικής μάζας που αντιστοιχεί ανά κόμβο, όπως φαίνεται στο Σχήμα Σ 5.9 για διεύθυνση σεισμού Y.

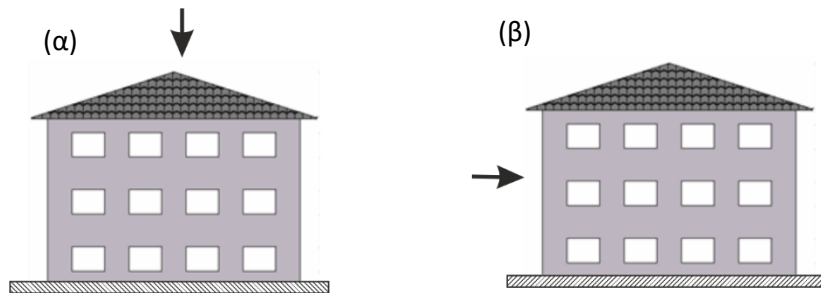
**α)** ανεστραμμένη τριγωνική κατανομή οριζόντων σεισμικών ωθήσεων καθύψος του κτιρίου,

**β)** ομοιόμορφη κατανομή οριζόντων σεισμικών ωθήσεων καθύψος του κτιρίου.



Σχ. Σ 5.9: (α) Διακριτοποιημένο προσομοίωμα πεπερασμένων στοιχείων κτιρίου. (β) κατανομή των σεισμικών φορτίων κατά τη διεύθυνση Y σε τυχαίο τμήμα τοίχου (εντός του κύκλου στο α).

Επειδή αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι χρονοβόρος προτείνεται ως πλέον πρόσφορη μέθοδος η ανάλυση του κτιρίου εφαρμόζοντας την επιτάχυνση της βαρύτητας κατά μήκος των αξόνων της σεισμικής διέγερσης. Αυτό προϋποθέτει ορισμό των μαζών από τα φορτία βαρύτητας (είτε κατανεμημένα για τους τοίχους είτε συγκεντρωμένα για τις στάθμες των διαφραγμάτων) και να επιλυθεί το κτίριο ορίζοντας τον άξονα δράσης της βαρύτητας να συμπίπτει με τον άξονα δράσης του σεισμού. Με αυτόν τον τρόπο ενεργοποιούνται οι κατανεμημένες μάζες όπου και αν υφίστανται στο δόμημα, παράγοντας κατανεμημένες αδρανειακές δυνάμεις που αντιστοιχούν σε ομοιόμορφο πεδίο επιτάχυνσης ίσο με  $1.0g$ , όπου  $g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, όπως φαίνεται στο Σχήμα Σ 5.10.



Σχ. Σ 5.10: (α) Ανάλυση για βαρυτικά φορτία για το σεισμικό συνδυασμό, (β) προσδιορισμός εσωτερικών δυνάμεων και μετατοπίσεων για ολική φασματική επιτάχυνση (απόκριση) ίση με  $1.0g$ .

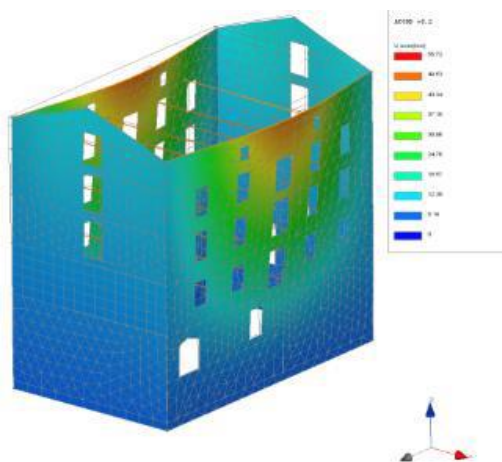
Για την εκτίμηση των ελαστικών δυνάμεων λόγω σεισμού στο σεισμικό συνδυασμό, οι τιμές από την ανάλυση (β) πολλαπλασιάζονται επί το σεισμικό συντελεστή  $S_e(T)/g$ .

Εφόσον η ανάλυση είναι ελαστική τα αποτελέσματα αυτής μπορούν να πολλαπλασιαστούν με την τιμή  $S_e(T)/g$  προκειμένου να βρεθούν οι ελαστικές δυνάμεις και μετακινήσεις που αντιστοιχούν σε ομοιόμορφη κατανομή

επιταχύνσεων καθύψος του κτιρίου, ίση με  $S_e(T)$ . Τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από αυτή την ανάλυση αφού πολλαπλασιασθούν περαιτέρω με το γινόμενο  $C_m \cdot S \cdot \eta$  μπορούν να συνδυασθούν με τα αποτελέσματα της συμβατικής ανάλυσης φορτίων βαρύτητας κατά το σεισμικό συνδυασμό για τον έλεγχο της οριακής κατάστασης διαρροής.

Επιπλέον, το προφίλ των οριζόντιων μετακινήσεων που αναπτύσσει το κτίριο υπό την επίδραση του οριζόντιου ομοιόμορφου πεδίου βαρύτητας, κατόπιν αναγωγής προς την μέγιστη απόλυτη μετακίνηση του κτιρίου, αποτελεί αξιόπιστη προσέγγιση της θεμελιώδους μεταφορικής ιδιομορφής (σύμφωνα με την θεωρία κατά Rayleigh βλ. ΕΚ 8-1, Παράρτημα Β). Η μεταφορική ιδιομορφή  $\Phi(x,y,z)$  περιέχει σημαντικές πληροφορίες για τις θέσεις στο κτίριο όπου αναπτύσσεται η μέγιστη απαίτηση παραμόρφωσης αλλά και τις θέσεις όπου μορφολογικά παρατηρούνται έντονες μεταβολές στην κατανομή παραμορφώσεων και άρα εντοπισμού της αναμενόμενης βλάβης.

Επισημαίνεται ότι θέσεις μεγιστοποίησης κυρίων εφελκυστικών τάσεων ή παραμορφώσεων υποδεικνύουν την τροχιά ρωγμών μέσα από την τοιχοποιία που ορίζουν μηχανισμούς (Σχ. Σ 5.11).



Σχ. Σ 5.11: Μορφολογία προσεγγιστικού σχήματος θεμελιώδους ιδιομορφής που προκύπτει από την επιβολή των βαρυτικών φορτίων στην κατεύθυνση του σεισμού (από το Σχ. Σ 5.10(β)).

Η ιξώδης απόσβεση μπορεί να είναι 5% ελλείψει άλλων στοιχείων. Πάντως σημειώνεται ότι η πραγματική ισοδύναμη ιξώδης απόσβεση στην τοιχοποιία είναι

#### 5.4.1 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- Η μέθοδος είναι γενική και λαμβάνει υπόψη την χωρική κατανομή μάζας και δυσκαμψίας.
- Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οριστικό έλεγχο εφόσον το επίπεδο αξιοπιστίας των δεδομένων δεν είναι αρκετά ικανοποιητικό για την διατύπωση των ανελαστικών σχέσεων τάσεων παραμορφώσεων των υλικών της τοιχοποιίας.

#### 5.4.2 ΒΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

α. Η προσομοίωση κτιρίων θα γίνεται με θεώρηση ελαστικής δυσκαμψίας και ιξώδους απόσβεσης που να αντιστοιχούν στην οιονεί διαρροή των στοιχείων. Η ανάλυση για ισοδύναμα στατικά φορτία (§

σημαντικά μεγαλύτερη λόγω της ικανότητας απόσβεσης μέσω τριβής στις πολλές διεπιφάνειες κονιάματος - λιθοσώματος. Συνηθέστερες τιμές είναι γύρω στο 20%. Για την ελαστική δυσκαμψία του στοιχείου, εφόσον η ανάλυση γίνεται με προσομοίωση των τοίχων και των υπέρθυρων ως στοιχεία δοκού - υποστυλώματος, ως ελαστική δυσκαμψία συνιστάται να λαμβάνεται αυτή που ορίζεται από την κλίση της ευθείας μέχρι το 80% του μεγίστου στην καμπύλη αντίστασης (Ροπής – στροφής ή Τέμνουσας – σχετικής μετακίνησης) – σημείο που συσχετίζεται με τον ορισμό της διαρροής στην άοπλη φέρουσα τοιχοποιία, ενώ για αναλυτική προσομοίωση με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία, λαμβάνεται το μέτρο ελαστικότητας  $E$  και το μέτρο διάτμησης  $G_w$  μειωμένα στο 50% της ονομαστικής τους τιμής σύμφωνα με την § 5.3.1 και την § 4.4.1.4.

Εκφράσεις βασισμένες σε μεθόδους της Δυναμικής εφαρμόζονται από τα προγράμματα ανάλυσης κατασκευών.

Οι εμπειρικές εκφράσεις προέρχονται από την § 4.3.3.2.2 του ΕΚ 8-1.

5.4) θα γίνεται για τον υπολογισμό και των δυνάμεων και των παραμορφώσεων.

**β.** Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης, θα γίνονται οι αντίστοιχοι έλεγχοι ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεστικότητας (βλ. Κεφ. 9).

#### 5.4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΥ

Για τον προσδιορισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου ταλάντωσης  $T_1$  του κτιρίου, για χρήση στις εξισώσεις του φάσματος απόκρισης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- εκφράσεις βασισμένες σε μεθόδους της Δυναμικής (π.χ. η μέθοδος Rayleigh)
- αλλά και εμπειρικές εκφράσεις.

##### 5.4.3.1 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ

Η τιμή της ιδιοπεριόδου  $T_1$  (σε sec) μπορεί να εκτιμηθεί από τη σχέση:

$$T_{1\max} = C_i \cdot H^{3/4} \quad (5.3)$$

$H$ : είναι το ύψος του κτιρίου, σε m, μετρούμενο από την θεμελίωση ή από την άνω επιφάνεια άκαμπτου υπογείου

$C_i$ : σταθερά η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$C_i = 0,075 / \sqrt{A_c} \geq 0,05 \quad (5.4)$$

όπου το άνω όριο αναφέρεται σε κτίρια με ευπαράμορφα διαφράγματα.

$A_c$ : είναι η συνολική δρώσα επιφάνεια των τοιχωμάτων στο ισόγειο του κτιρίου ανά κύρια κατεύθυνση, σε  $m^2$  και ισούται με

$$A_c = \sum [A_i \cdot (0,2 + (l_{wi} / H))^2] \quad (5.5)$$

Η Σχέση (5.5) προσδιορίζει την  $A_c$  ανά κύρια κατεύθυνση της κάτοψης.

$A_i$  είναι η δρώσα επιφάνεια της διατομής του τοίχου  $i$  στη θεωρούμενη κατεύθυνση στον πρώτο όροφο του κτιρίου, σε  $m^2$ .

$l_{wi}$  είναι το μήκος του τοίχου  $i$  στον πρώτο όροφο σε διεύθυνση παράλληλη με την εφαρμοζόμενη φόρτιση, με τον περιορισμό ότι ο λόγος  $l_{wi}/H$  δεν πρέπει να λαμβάνεται μεγαλύτερος από 0,9.].

Το σχήμα των θεμελιωδών ιδιομορφών,  $\Phi$ , στις οριζόντιες διευθύνσεις της ανάλυσης του κτιρίου μπορεί να υπολογιστεί με χρήση μεθόδων Δυναμικής ή μπορεί να προσεγγιστεί με το σχήμα των ανηγμένων μετατοπίσεων που λαμβάνει το κτήριο εάν φορτισθεί οριζόντια υπό το ίδιο βάρος του.

#### 5.4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Αντί αναλυτικού υπολογισμού ιδιομορφικής ανάλυσης στις Σχέση (5.6) μπορεί να χρησιμοποιείται ως  $T$  η εμπειρική τιμή της Σχέση (5.3).

Για την εκτίμηση των σεισμικών απαιτήσεων σε όρους τάσεων και μετατοπίσεων από φασματική ανάλυση ισοδύναμου μονοβαθμίου

Ο λόγος της αναμενόμενης μέγιστης ανελαστικής μετακίνησης προς την αντίστοιχη που υπολογίζεται από την γραμμική ελαστική ανάλυση,  $d_{inel}/d_{el}$  μπορεί να λαμβάνεται από τις σχέσεις (βλ. Σχ. Σ 5.11 & 12):

$$\frac{d_{inel}}{d_{el}} = 1 \text{ για } T \geq T_c \quad (\Sigma 5.3)$$

και

$$\frac{d_{inel}}{d_{el}} = \frac{1.0 + (R-1) \frac{T_c}{T}}{R} \geq 1 \text{ για } T < T_c \quad (\Sigma 5.4)$$

συστήματος, πρέπει να ληφθεί υπόψη η θεμελιώδης μεταφορική ιδιοπερίοδος στις Σχέσεις (5.6).

#### A. Εφαρμογή της μεθόδου με κριτήριο ελέγχου τις δυνάμεις

Η τιμή της σεισμικής τέμνουσας βάσης θα υπολογίζεται με βάση το τροποποιημένο φάσμα  $S_d(T)$  ως εξής:

$$V_{el} = C_m \cdot S_d(T) \cdot \frac{W}{g} \quad (5.6\alpha)$$

όπου :

$C_m$ : Συντελεστής δρώσας μάζας, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με:  
1.0 για μονώροφα και διώροφα κτίρια,  
0.8 για τρεις ή παραπάνω ορόφους.

$S_d(T)$ : Η φασματική ολική επιτάχυνση που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$ , όπως προκύπτει από το τροποποιημένο φάσμα

$W/g$ : η μάζα του δομήματος (συνολικό βάρος του κτιρίου ανηγμένο προς την επιτάχυνση της βαρύτητας)

#### B. Εφαρμογή της μεθόδου με κριτήριο ελέγχου τις παραμορφώσεις

Η ελαστική τιμή της σεισμικής τέμνουσας βάσης θα υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{el} = C_m \cdot S_e(T) \cdot \frac{W}{g} \quad (5.6\beta)$$

όπου :

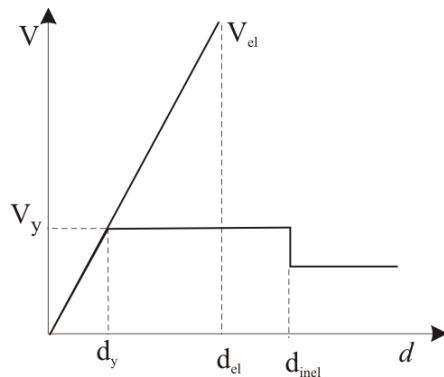
$C_m$ : Συντελεστής δρώσας μάζας, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με:  
1.0 για μονώροφα και διώροφα κτίρια,  
0.8 για τρεις ή παραπάνω ορόφους.



όπου  $T_c$  η τιμή στην οποία αρχίζει ο κατιών κλάδος του ελαστικού φάσματος απόκρισης (επιταχύνσεων) και  $R=V_{el}/V_y$  ο λόγος της ελαστικής απαίτησης  $V_{el}$ , (από την Σχέση 5.6β) προς την τέμνουσα που αντιστοιχεί στην οιονεί διαρροή του φορέα,  $V_y$ , όπως υπολογίζεται από το Κεφ. 7.

Για αποφυγή υποεκτίμησης στα μεγέθη των ανελαστικών μετακινήσεων, ενδείκνυται γενικώς αυτές να μην λαμβάνονται μικρότερες των ελαστικών τιμών που αντιστοιχούν στην περίοδο  $T_c$ .

Ο ως άνω λόγος  $d_{inel}/d_{el}$  πολλαπλασιάζει τις μετακινήσεις που προσδιορίστηκαν στον προηγούμενο βήμα κατά την επιβολή των οριζοντίων δυνάμεων (ή του ομοιόμορφου πεδίου οριζόντιας επιτάχυνσης  $S_e(T)$ ) προκειμένου να εκτιμηθούν οι ανελαστικές μετακινήσεις και παραμορφώσεις στο κτίριο (Σχ. Σ 5.12). Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για τον έλεγχο των κριτηρίων επιτελεστικότητας στο σεισμό αναφοράς που χρησιμοποιείται κατά την αποτίμηση (Βλ. Κεφ. 9).



Σχ. Σ 5.12: Σχέση ανελαστικής και ελαστικής μετακίνησης

$S_e(T)$ : Η φασματική ολική επιτάχυνση που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$ , όπως προκύπτει από το ελαστικό φάσμα.

$W/g$ : η μάζα του δομήματος (συνολικό βάρος του κτιρίου ανηγμένο προς την επιτάχυνση της βαρύτητας).

Εάν οι κυριαρχούσες ιδιοπερίοδοι σε κάθε διεύθυνση του κτιρίου διαφέρουν ουσιαστικά, ως  $S_e(T)$  ή ως  $S_d(T)$  λαμβάνεται η αντίστοιχη σε κάθε ιδιοπερίοδο τιμή.

Ο υπολογισμός των συνισταμένων δυνάμεων  $M$ ,  $V$ ,  $N$ , ανά πεσσό από τις τάσεις των Πεπερασμένων Στοιχείων είναι θέμα ισορροπίας στις διατομές ελέγχου άπαξ και υπολογισθούν οι επιμέρους τάσεις από την ανάλυση.

Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος σε κάθε κατεύθυνση είναι εκείνη εκ των ιδιοπεριόδων του κτιρίου που διεγείρει το μεγαλύτερο ποσοστό μάζας.

Σημειώνεται ότι σε μη συμμετρικά κτίρια μπορεί καμία ιδιοπερίοδος να μη διεγείρει ποσοστό μάζας μεγαλύτερο από 25%. Σε τέτοια περίπτωση είναι ενδεδειγμένο να χρησιμοποιείται η εμπειρική τιμή που προκύπτει από την Σχέση (5.3).

Η αντίστοιχη στην ιδιομορφή  $k$ , ιδιομορφική μάζα,  $m_k$ , καθορίζεται έτσι ώστε η τέμνουσα δύναμη βάσης  $F_{bk}$ , που δρα στην διεύθυνση εφαρμογής της σεισμικής δράσης, να μπορεί να εκφραστεί ως  $F_{bk} = S_e(T_k) m_k$  ή ως  $F_{bk} = S_d(T_k) m_k$  ανάλογα με το κριτήριο εφαρμογής της μεθόδου, (δηλαδή μέθοδο παραμορφώσεων ή δυνάμεων, αντιστοίχως). Αποδεικνύεται ότι το άθροισμα των δρwsών ιδιομορφικών μαζών (για όλες τις ιδιομορφές και μια δεδομένη διεύθυνση) είναι ίση με τη μάζα του φορέα.

Επισημαίνεται ότι, απουσία απαραμόρφωτων διαφραγμάτων, η ιδιομορφική ανάλυση ενίοτε αναδεικνύει πλήθος τοπικών ιδιομορφών που σχετίζονται με ταλάντωση δευτερευόντων στοιχείων (π.χ. ταλάντωση μεμονωμένου πατόξυλου ή υπέρθυρου) με μεγάλη ιδιοπερίοδο και ελάχιστη ενεργοποιούμενη μάζα. Σε τέτοια περίπτωση ο εντοπισμός της θεμελιώδους μεταφορικής ιδιοπεριόδου μέσα από το πλήθος εκατοντάδων ιδιομορφών που προκύπτουν από ανάλυση του προσομοιώματος πεπερασμένων στοιχείων καθίσταται δυσχερής, ενώ η ενεργοποίηση του 75% της συνολικής μάζας απαιτεί τη συμπερίληψη δεκάδων ή και εκατοντάδων ιδιομορφών με συνέπεια την υπερεκτίμηση των μεγεθών σχεδιασμού.

Σε τέτοια περίπτωση συνιστάται η ιδιομορφική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας και όχι ιδιομορφική φασματική ανάλυση (κατά την § 5.6.3.3 του ΚΑΝΕΠΕ).

### 5.5 ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ)

Για την εφαρμογή της μεθόδου θα λαμβάνεται υπόψη η απόκριση όλων των ιδιομορφών ταλάντωσης που συμβάλλουν σημαντικά στη συνολική απόκριση.

Οι απαιτήσεις της ανωτέρω παραγράφου θεωρείται ότι ικανοποιούνται εάν μπορεί να αποδειχθεί οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:

i) το άθροισμα των δρwsών ιδιομορφικών μαζών για τις ιδιομορφές που λαμβάνονται υπόψη είναι τουλάχιστον το 75% της συνολικής μάζας του φορέα.

ii) λαμβάνονται υπόψη όλες οι ιδιομορφές με δρwsες ιδιομορφικές μάζες μεγαλύτερες από το 5% της συνολικής μάζας.

Όταν χρησιμοποιείται χωρικό προσομοίωμα, οι παραπάνω συνθήκες πρέπει να ελέγχονται προς κάθε διεύθυνση.

Η ιδιομορφική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας, εάν επιλεγεί, θα γίνεται για τεχνητό επιταχυνσιογράφημα βάσης που θα είναι συμβατό με το φάσμα του σεισμού σχεδιασμού. Επισημαίνεται ότι όπως και η φασματική μέθοδος, η ιδιομορφική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας προϋποθέτει ελαστικό προσομοίωμα.

Εδώ νοείται ιδιομορφική δυναμική ανάλυση ιστορικού της απόκρισης σε επιταχυνσιογράφημα βάσης είτε φυσικής καταγραφής είτε συμβατό με το φάσμα σχεδιασμού σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από την § 5.6.3.3 του ΚΑΝΕΠΕ.

### 5.5.1 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιείται για τον συνδυασμό των ιδιομορφών διαφοροποιείται αναλόγως του τύπου προσομοίωσης. Στην περίπτωση προσομοίωσης με «ισοδύναμα» πλαίσια (δηλ. με χρήση ραβδωτών στοιχείων) γίνεται κατά την § 5.5.1.1, ενώ στην περίπτωση προσομοίωσης με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία, ο συνδυασμός μπορεί να γίνεται κατά την § 5.5.1.1, αλλά συνιστάται να γίνεται κατά την § 5.5.1.2.

#### 5.5.1.1 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΡΑΒΔΩΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι αποκρίσεις σε δύο ιδιομορφές ταλάντωσης  $i$  και  $j$  (που περιλαμβάνουν και μεταφορικές και στρεπτικές ιδιομορφές) μπορεί να ληφθούν ως μη συσχετισμένες εφόσον οι περίοδοι τους  $T_i$  και  $T_j$  ικανοποιούν (με  $T_j \leq T_i$ ) την ακόλουθη συνθήκη:

$$T_j \leq 0,9 \cdot T_i \quad (5.7)$$

Όταν όλες οι σχετικές ιδιομορφικές αποκρίσεις μπορούν να θεωρηθούν αμοιβαία μη συσχετισμένες, η μέγιστη τιμή  $E_E$  ενός εντατικού σεισμικού μεγέθους ή μετακίνησης μπορεί να ληφθεί ως:

$$E_E = \sqrt{\sum E_{Ei}^2} \quad (5.8)$$

όπου

$E_E$  είναι το σεισμικό μέγεθος που εξετάζεται (δύναμη, μετακίνηση, κλπ)

$E_{Ei}$  είναι η τιμή του ίδιου σεισμικού μεγέθους λόγω της ιδιομορφής ταλάντωσης  $i$ .

Εάν η Σχέση (5.7) δεν ικανοποιείται, θα υιοθετούνται ακριβέστερες μέθοδοι για τον συνδυασμό των ιδιομορφικών μεγίστων, όπως ο "Πλήρης Τετραγωνικός Συνδυασμός" ή μέθοδος CQC.

#### 5.5.1.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Για κάθε ιδιομορφή  $\Phi_j$  εκτιμάται η χρονοϊστορία της απόκρισής της,  $Y_j(t)$ .

Η χρονοϊστορία της απόκρισης ενός οποιουδήποτε σεισμικού μεγέθους,  $E_k(t)$ , στην  $j$ -στη ιδιομορφή, λαμβάνεται από το γινόμενο:

$$E_{k,j}(t) = E_{k,j0} \times Y_j(t) \quad (5.9)$$

Όπου,

$E_{k,j0}$  είναι η τιμή του σεισμικού μεγέθους στην  $j$ -οστή ιδιομορφή.

Η μέγιστη τιμή  $E_{E,k}$  του υπό μελέτη σεισμικού μεγέθους μπορεί να ληφθεί ως:

$$E_{E,k} = \max_{\text{στο } t} \left[ \sum_{j=1}^n E_{k,j}(t) \right] \quad (5.10)$$

όπου

$E_{E,k}$  είναι το σεισμικό μέγεθος που εξετάζεται (δύναμη, μετακίνηση, κλπ)

$E_{k,j}$  είναι η τιμή του ίδιου σεισμικού μεγέθους λόγω της ιδιομορφής ταλάντωσης  $j$ .

$n$  ο συνολικός αριθμός ιδιομορφών που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση.

Συνιστάται να διασφαλίζεται τουλάχιστον «Ικανοποιητική» ΣΑΔ.

Για την διαμόρφωση του ανελαστικού προσομοιώματος του κτιρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι δυνατότητες του διαθέσιμου λογισμικού. Μπορεί να χρησιμοποιούνται πεπερασμένα στοιχεία κελύφους ή όγκου με μη-γραμμικούς καταστατικούς νόμους. Συχνά η ανελαστική ανάλυση κατασκευών γίνεται με την βοήθεια προσομοιωμάτων ισοδύναμου πλαισίου (βλ. § 5.3.3.3) όπου το ευπαραμόρφωτο τμήμα των επιμέρους στοιχείων (πεσσών και υπέρθυρων) προσομοιώνονται ως γραμμικά μέλη κατά το Σχήμα Σ 5.5, η δε ανελαστική συμπεριφορά των περιγράφεται από καμπύλες αντίστασης σε όρους ροπής-στροφής ή δύναμης-μετακίνησης. Μια άλλη μέθοδος για ανελαστική ανάλυση χρησιμοποιεί επίπεδα ελαστικά μακροστοιχεία (βλ. § 5.3.3.2) όπου η ανελαστικότητα εκφράζεται στις σχέσεις δύναμης-παραμόρφωσης των ελατηριακών συνδέσμων που συνδέουν τα μακροστοιχεία μεταξύ τους.

Σε κτίρια με απαραμόρφωτα διαφράγματα, ο κόμβος ελέγχου είναι το κέντρο βάρους των πλακών στην ανώτερη στάθμη των τοίχων π.χ. τελευταία πλάκα.

Σε κτίρια με εύκαμπτα ή ευπαραμόρφωτα διαφράγματα, ο κόμβος ελέγχου είναι το σημείο στη στέψη των τοίχων του οποίου η μετακίνηση έχει χρησιμοποιηθεί για την αναγωγή του μεταφορικού σχήματος του κτιρίου,  $\Phi$  (δηλαδή, η συνάρτηση σχήματος έχει μοναδιαία τιμή στην θέση του κόμβου ελέγχου). Σημειώνεται ότι το σχήμα αυτό χρησιμοποιείται κατά τον υπολογισμό του συντελεστή συμμετοχής  $\Gamma$  και του συντελεστή δρώσας μάζας,  $C_m$ . Σημειώνεται ότι αν υπάρχουν αετώματα ή ξύλινες προεξοχές (έρκερ), ο κόμβος ελέγχου δεν θα ανήκει στο αέτωμα ή στο έρκερ.

Εν γένει οι ιδιοπερίοδοι των κτιρίων είναι χαμηλότερες της  $T_c$  (τέλος του σταθερού κλάδου στο φάσμα ολικών επιταχύνσεων). Ως εκ τούτου, η θεώρηση πάκτωσης στη

## 5.6 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η σεισμική απαίτηση, προς σύγκριση με την διαθέσιμη ικανότητα, εκτιμάται σε όρους μετακίνησης στη στέψη (δηλ. την κορυφή) των φερόντων τοίχων, η οποία αντιστοιχεί στην μετακίνηση-στόχο για την υπό εξέταση σεισμική δράση.

Η στοχευόμενη μετακίνηση θα ορίζεται ως η σεισμική απαίτηση σε όρους μετακίνησης που προκύπτει από το ελαστικό φάσμα απόκρισης για ένα ισοδύναμο σύστημα μίας ελευθερίας κινήσεως. Η στοχευόμενη μετακίνηση προσδιορίζεται από το ελαστικό φάσμα ανάλυσης για την τιμή ισοδύναμης απόσβεσης που επιλέγεται για τον τύπο του κτίσματος (§ 4.4.1.3)

Ο υπολογισμός της στοχευόμενης μετακίνησης του κόμβου ελέγχου γίνεται κατά την § 4.3.3.4.2.6 του ΕΚ 8-1, ή κατά την Σχέση (B.8) Παράρτημα Β του ιδίου.

Η μετατροπή του συνεχούς δομικού συστήματος σε ισοδύναμο Σύστημα Μίας Ελευθερίας Κίνησης (ΣΜΕΚ) μπορεί να γίνει κατά τον ΕΚ 8-1 (Παράρτημα Β).

στάθμη θεμελίωσης είναι δυσμενέστερη ως προς τα μεγέθη των αναμενόμενων επιταχύνσεων (τα κτίρια από Φ.Τ. είναι εν γένει δύσκαμπτα) και άρα των συνεκτιμώμενων σεισμικών δυνάμεων, είναι όμως μη συντηρητική ως προς την εκτίμηση των σκοπούμενων μετατοπίσεων. Για αποφυγή υποεκτίμησης στα μεγέθη των σκοπούμενων μετατοπίσεων, ενδείκνυται γενικώς οι μετατοπίσεις ελέγχου να μην λαμβάνονται μικρότερες των τιμών που αντιστοιχούν στην περίοδο  $T_C$ .

Για την μετατροπή σε ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα χρησιμοποιούνται οι σχέσεις του Παραρτήματος Β του ΕΚ 8-1:

Η μάζα ισοδύναμου ΣΜΕΚ,  $m^*$  καθορίζεται ως εξής:

$$m^* = \sum_{i=1}^n m_i \Phi_i + \int_0^H m(x) \Phi(x) dx \quad (\Sigma 5.5)$$

ο συντελεστής μετατροπής από πολυβάθμιο σε ΣΜΕΚ δίνεται από την σχέση:

$$\Gamma = \frac{m^*}{\sum_{i=1}^n m_i \Phi_i^2 + \int_0^H m(x) \Phi(x)^2 dx} \quad (\Sigma 5.6)$$

Όπου:

$m_i$ : συγκεντρωμένη μάζα στην στάθμη του  $i$ -οστού ορόφου.

$m(x)$ : κατανεμημένη μάζα κτιρίου ως συνάρτηση της απόστασης  $x$  από τη θεμελίωση.

$\Phi(x)$ : η θεμελιώδης μεταφορική ιδιομορφή του κτιρίου (ή προσέγγιση του χωρικού σχήματος της  $\Phi(x,y,z)$ ). Για τις ανάγκες της προσομοίωσης σε ΣΜΕΚ μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε καλώς τεκμηριωμένη συνάρτηση σχήματος – εδώ αναφέρεται η προσέγγιση  $\Phi(x,y,z)$  κατά την μέθοδο που παρουσιάστηκε στην § 5.4 η οποία βασίζεται στην μέθοδο Rayleigh – βλ. Παράρτημα Β στον ΕΚ 8-1.

Η δύναμη  $F^*$  και η μετακίνηση  $d^*$  του ισοδύναμου ΣΜΕΚ υπολογίζονται ως εξής:

Η καμπύλη αντίστασης, που απεικονίζει την σχέση μεταξύ της τέμνουσας δύναμης βάσεως  $F_b$ , και της μετακίνησης του κόμβου ελέγχου,  $d_n$ , καθορίζεται κατόπιν ανάλυσης του προσομοιώματος της κατασκευής υπό κατανεμημένα οριζόντια φορτία τα οποία δρουν στην κατεύθυνση της σεισμικής διέγερσης σύμφωνα με την § 4.3.3.4.2 του ΕΚ 8-1. Κατά την διεξαγωγή της ανάλυσης για τον υπολογισμό της καμπύλης αντίστασης αυξάνεται σταδιακά η ένταση των φορτίων από το μηδέν μέχρι την τελική τιμή η οποία ισούται με τη σεισμική απαίτηση σχεδιασμού για το κτίριο (τέμνουσα βάσης σχεδιασμού) και πάντως εφόσον αναπτυχθεί μετακίνηση στον κόμβο ελέγχου τουλάχιστον 150% της μετακίνησης-στόχου.

$$F^* = \frac{F_b}{\Gamma} \quad (\Sigma 5.7)$$

$$d^* = \frac{d_n}{\Gamma} \quad (\Sigma 5.8)$$

όπου  $F_b$  και  $d_n$  είναι, αντίστοιχα, η τέμνουσα δύναμη βάσης και η μετακίνηση του κόμβου ελέγχου του Συστήματος Πολλών Ελευθεριών Κινήσεως (ΣΠΕΚ).

Επειδή η μάζα στις συνεχείς κατασκευές είναι κατανεμημένη χωρικά, ενδείκνυται τα οριζόντια φορτία να υπολογίζονται με την μορφή οριζόντιας πίεσης από το γινόμενο του ειδικού βάρους των τοίχων επί ένα ομοιόμορφο ποσοστό του σεισμικού συντελεστή ( $\lambda \cdot Se(T)/g$ , όπου  $0 \leq \lambda \leq 1.0$ ).

Σε συμπαγή δομικά συστήματα ενός ή δύο ορόφων (box-type building) μπορεί απλοποιητικά να λαμβάνεται ο συντελεστής  $\Gamma=1$ .

## 5.7 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΪΣΤΟΡΙΑΣ)

Δεδομένου ότι μία τέτοια ανάλυση σε μη πλαισιωτές κατασκευές παρουσιάζει μεγάλη πολυπλοκότητα δεν συνιστάται παρά μόνον για εξαιρετικά σημαντικές μνημειακές κατασκευές και εφόσον το επιλέξει ο μελετητής.

Για την εφαρμογή της μεθόδου ισχύουν οι προϋποθέσεις και κριτήρια που προβλέπει η § 5.8 του ΚΑΝΕΠΕ.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5-A

### ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

#### 5-A.1 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Βλέπε § 5.1.1, μόνον αν έχει αποφασισθεί ενίσχυση.

Επίσης βλ. ΕΚ 8-1.

Απλοποιημένες μέθοδοι ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν εφόσον το κτίριο πληροί τις βασικές προϋποθέσεις γεωμετρίας «απλού κτιρίου» ως εξής:

**α)** Ο αριθμός των ορόφων (εκτός του υπογείου) να είναι μέχρι 2.

**β)** Η κάτοψη να είναι περίπου ορθογώνια.

**γ)** Ο λόγος του μήκους της μεγάλης πλευράς προς το μήκος της μικρής πλευράς, σε κάτοψη, είναι μικρότερος του 4.0.

**δ)** Η επιφάνεια της προβολής των εσοχών από το ορθογώνιο σχήμα δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 15% της συνολικής επιφάνειας του δαπέδου πάνω από την υπό εξέταση στάθμη.

**ε)** Οι τοίχοι του κτιρίου θα πρέπει να είναι διατεταγμένοι σχεδόν συμμετρικά σε κάτοψη σε δύο ορθογωνικές κατευθύνσεις.

**στ)** Θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο παράλληλοι τοίχοι σε δύο ορθογωνικές κατευθύνσεις, με το μήκος του κάθε τοίχου να είναι μεγαλύτερο από το 30% του μήκους του κτιρίου στην κατεύθυνση του υπό εξέταση τοίχου.



Οι προτεινόμενες τιμές είναι  $\Delta m_{,max} = 20\%$ ,  $\Delta A_{,max} = 20\%$ , των αντιστοιχών τιμών  $m$  και  $A$ , του ορόφου αναφοράς, βλ. ΕΚ 8-1.

Υπάρχει ενδεχόμενο μέρος της διατομής των τοίχων στην κάτοψη της κρίσιμου στάθμης να φέρουν εφελκυστικές ορθές τάσεις λόγω της ροπής ανατροπής που δημιουργεί η σεισμική δράση. Θεωρείται ότι το μέρος των τοίχων που δεν υπόκειται σε θλιπτική ορθή τάση (ουδέτερες ζώνες) δεν έχει αξιόπιστη διατμητική αντοχή ώστε να παραλάβει μέρος της σεισμικής τέμνουσας και ως εκ τούτου εξαιρείται. Για τον προσδιορισμό της θλιβόμενης περιοχής μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα της αναλυτικής προσομοίωσης με πεπερασμένα στοιχεία. Ως προσέγγιση γίνεται θεώρηση επιπεδότητας της

**ζ)** Σε ό,τι αφορά τους τοίχους που βρίσκονται σε μία κατεύθυνση, η απόσταση μεταξύ των τοίχων αυτών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 75% του μήκους του κτιρίου στην άλλη κατεύθυνση.

**η)** Τουλάχιστον το 75% των κατακόρυφων φορτίων θα πρέπει να φέρεται από τους τοίχους.

**θ)** οι τοίχοι θα πρέπει να είναι συνεχείς από την κορυφή μέχρι τη βάση του κτιρίου.

**ι)** Η διαφορά στη μάζα,  $\Delta m$ , και στην οριζόντια διατομή τοίχων,  $\Delta A$ , κάθε ορόφου και των προσκείμενων σε αυτόν ορόφων, θα πρέπει να περιορίζεται σε μία μέγιστη τιμή  $\Delta m_{,max}$  και  $\Delta A_{,max}$  αντιστοίχως, για αμφότερες τις ορθογωνικές οριζόντιες κατευθύνσεις.

**ια)** Οι τοίχοι σε μία κατεύθυνση θα πρέπει να είναι συνδεδεμένοι με τοίχους στην άλλη ορθογωνική κατεύθυνση ανά μέγιστη απόσταση 7.00 m.

#### **5-A.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΣΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

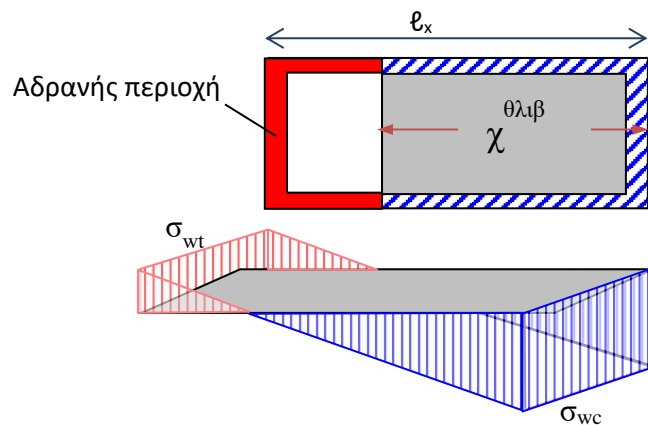
Για συστήματα φέρουσας τοιχοποιίας με διαφράγματα από Ο.Σ., επιτρέπεται απλοποιημένος έλεγχος των κατακόρυφων στοιχείων, με κατανομή της τέμνουσας βάσης (σε κάθε διεύθυνση), ανάλογα προς το εμβαδόν των φερόντων τοίχων της διεύθυνσης αυτής που βρίσκονται μέσα στην θλιβόμενη περιοχή της κάτοψης.

Σε περιπτώσεις ευπαραμόρφωτων διαφραγμάτων, ο έλεγχος σε διάτμηση θα αφορά μόνο τα εμβαδά διατομής τοίχων διατεταγμένων

καμπτόμενης διατομής, όπου ως διατομή λαμβάνεται η κάτοψη του κτίσματος στην κρίσιμη στάθμη, και ως δρώντα μεγέθη λαμβάνονται το κατακόρυφο φορτίο  $N_{Ed}$  και η ροπή ανατροπής  $M_{Ed}$  που προκύπτουν από το σεισμικό συνδυασμό (βλ. § 5.3.8 και Σχέση 5.2). Με αναφορά στο Σχήμα Σ 5-A.1 και Σ 5.8(β) υπολογίζεται η διάσταση της θλιβόμενης περιοχής παράλληλα προς τη σεισμική δράση ως:

$$\chi_{\theta\lambda\iota\beta} = \frac{\ell_x}{2} \cdot \left( 1 + \frac{N_{Ed}}{M_{Ed}} \cdot \frac{\Omega_w}{A_w} \right) \quad (\Sigma 5-A.1)$$

(βλ. ορισμούς όρων στην Σχέση 5.1).



Σχ. Σ 5-A.1: Κατανομή ορθών τάσεων λόγω υπερκείμενων φορτίων βαρύτητας και ροπής ανατροπής λόγω σεισμού.

Η σεισμική απαίτηση του κτιρίου υπολογίζεται, σε όρους μετακίνησης από τις Σχέσεις Σ.5.3 & Σ 5.4.

παράλληλα προς το σεισμό που βρίσκονται μέσα στην θλιβόμενη περιοχή. Για τοίχους που έχουν κλίση  $\phi$  προς την διεύθυνση του σεισμού η συμμετοχή του εμβαδού της διατομής τους που εμπύπτει εντός της θλιβόμενης περιοχής της κάτοψης λαμβάνεται κατόπιν πολλαπλασιασμού με το  $\sin(\phi)$ .

Στη (συνηθέστερη) περίπτωση που προκύπτει σαφής ανεπάρκεια, ο έλεγχος μπορεί να περιορίζεται στο ισόγειο.

Επίσης απαιτείται και ο έλεγχος των τοίχων που διατάσσονται ορθογώνια προς την κατεύθυνση δράσης του σεισμού, έναντι εκτός επιπέδου κάμψης.

#### 5-A.1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

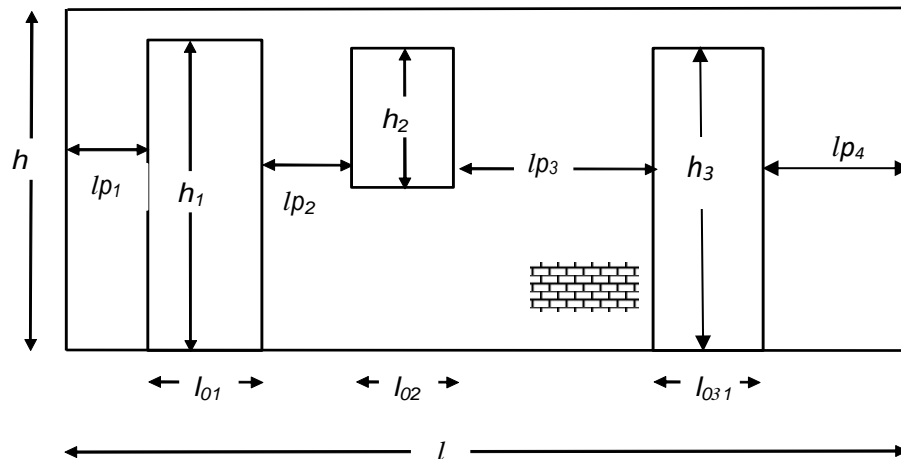
Για την διαπίστωση της σεισμικής επάρκειας ή ανεπάρκειας του δομήματος συγκρίνονται τα μεγέθη που υπολογίζονται κατά την § 5-A.1.1 με τις αντοχές που εκτιμώνται κατά τα Κεφ. 6 και 7.

Ο συντελεστής συμπεριφοράς  $R$  που προκύπτει από την σεισμική απαίτηση ορίζεται ως ο λόγος της τέμνουσας βάσης του κτιρίου, που υπολογίζεται από ελαστική φασματική ανάλυση, προς την συνολική διατμητική αντοχή των τοίχων στην κρίσιμη στάθμη ελέγχου.

#### 5-A.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΤΟΙΧΩΝ Φ.Τ.

1) Στην ελαστική δυσκαμψία (επιπέδου) ενός τοίχου μπορεί να συνυπολογίζεται και η ελαστική δυσκαμψία του μονολιθικά συνδεδεμένου εγκάρσιου τοίχου μέσω του συνεργαζόμενου πλάτους. Στην περίπτωση τοίχων με ύψος υπερδιπλάσιο του μήκους,

Τα σχήματα Σ 5-A.2 έως και Σ 5-A.5 παρουσιάζουν τους συμβολισμούς που χρησιμοποιούνται στην Παράγραφο 5-A.2 και στο Παράρτημα 5-B.



Σχ. Σ 5-A.2: Συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στην §5-A.2 3) και 4) για τον ορισμό των διαστάσεων των πεσσών σε μονώροφο.

η επιρροή των διατμητικών παραμορφώσεων στην δυσκαμψία μπορεί να αγνοείται.

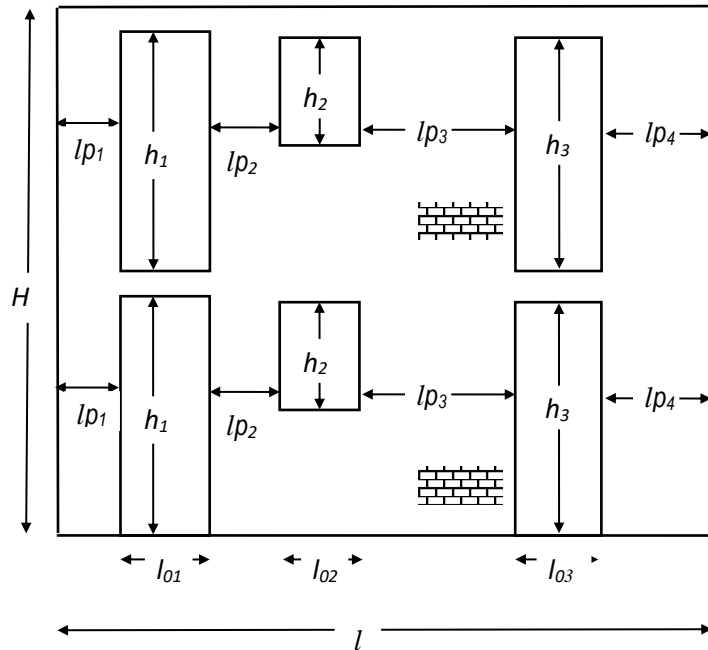
2) Ένας εγκάρσιος τοίχος ή ένα τμήμα αυτού του τοίχου, μπορεί να θεωρηθεί ότι δρα ως συνεργαζόμενο πλάτος για έναν διατμητικό τοίχο, υπό τον όρον ότι η σύνδεση του διατμητικού τοίχου με τον εγκάρσιο είναι ικανή να αναλάβει την αντίστοιχη δρώσα τέμνουσα, και υπό τον όρον ότι ο εγκάρσιος τοίχος δεν θα υποστεί λυγισμό εντός του θεωρούμενου συνεργαζόμενου τμήματός του

3) Το μήκος οποιουδήποτε εγκάρσιου τοίχου, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως συνεργαζόμενο (βλέπε Σχήματα Σ5 A-4 και Σ5 A-5), είναι το πάχος του εξεταζόμενου τοίχου αυξημένο εκατέρωθέν του ή μόνον κατά την μια παρειά του, κατά την μικρότερη από τις ακόλουθες τιμές:

- $h_{tot}/5$ , όπου  $h_{tot}$  είναι το συνολικό ύψος του διατμητικού τοίχου
- το ήμισυ της αποστάσεως διαδοχικών διατμητικών τοίχων  $l_s$ , όταν αυτοί συνδέονται με τον εγκάρσιο τοίχο
- η απόσταση μέχρι το άκρο του εγκάρσιου τοίχου
- το ήμισυ του καθαρού ύψους,  $h$
- έξι φορές το πάχος του διασταυρούμενου τοιχώματος,  $t$ .

4) Σε διασταυρούμενους τοίχους, τα ανοίγματα με διαστάσεις μικρότερες από  $h/4$  ή  $l_s/4$  μπορούν να αγνοούνται. Ανοίγματα με διαστάσεις μεγαλύτερες από  $h/4$  ή  $l_s/4$  θα πρέπει να θεωρούνται ως πέρατα του τοίχου.

5) Εάν τα πατώματα μπορούν να θεωρηθούν ως απαραμόρφωτα εντός του επιπέδου των, οι οριζόντιες δυνάμεις μπορούν να κατανέμονται στους διατμητικούς τοίχους ανάλογα με τις δυσκαμψίες τους.

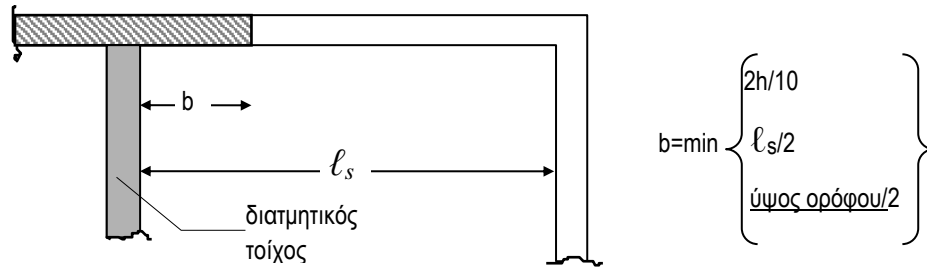


Σχ. Σ 5-A.3: Συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στο Παράρτημα 5- A.2 3) και 4) για τον ορισμό των διαστάσεων πεσσών σε δώροφο.

6) Στην περίπτωση ασύμμετρης διατάξεως των τοίχων σε κάτοψη ή όταν για οποιονδήποτε άλλο λόγο η οριζόντια δύναμη ασκείται έκκεντρα ως προς το κέντρο δυσκαμψίας του κτιρίου με απαραμόρφωτα πατώματα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνέπειες της συνακόλουθης στρόφης του συστήματος επί των μεμονωμένων τοιχωμάτων (επιρροή στρέψεως).

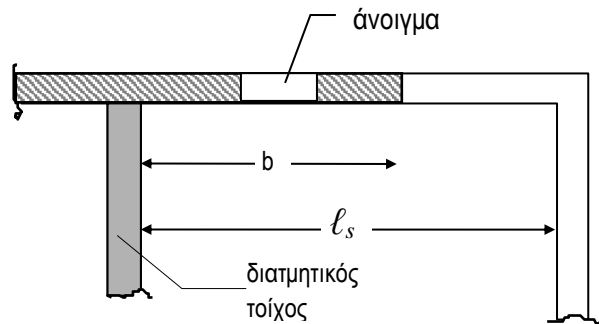
7) Εάν τα πατώματα δεν μπορούν να θεωρηθούν ως απαραμόρφωτα διαφράγματα (π.χ., προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα, τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους), οι οριζόντιες δυνάμεις (που αφορούν τις μάζες των πατωμάτων και οι οποίες πρέπει να αναληφθούν από τους διατμητικούς τοίχους) είναι οι δυνάμεις που τους μεταβιβάζονται από τα πατώματα με τα οποία είναι αμέσως συνδεδεμένα, εκτός εάν πραγματοποιείται κατάλληλη ανάλυση που θα συνεκτιμά τις ημιάκαμπτες συνδέσεις.

8) Για κτίρια με μονολιθικά οριζόντια διαφράγματα κατά τον υπολογισμό του κατάλληλου φορτίου σχεδιασμού το οποίο συμβάλλει στην αντίσταση έναντι τέμνουσας, το κατακόρυφο φορτίο το οποίο ασκείται σε αμφιέριστες πλάκες μπορεί να κατανομηθεί εξίσου στους τοίχους στους οποίους εδράζεται η πλάκα. Στην περίπτωση τετραερείστων πλακών η κατανομή των φορτίων στις εδράσεις των πλακών γίνεται με τον επιμερισμό τους μέσω των επιφανειών επιρροής. Στην περίπτωση διέριεστων πλακών ορόφου ή στέγης, για τον υπολογισμό του κατακόρυφου φορτίου το οποίο ασκείται στους τοίχους του κατώτερου ορόφου που δεν φορτίζονται αμέσως, μπορεί να ληφθεί υπόψη ο επιμερισμός του φορτίου κατά  $45^\circ$  στις επιφάνειες επιρροής.



9) Η κατανομή των διαμητικών τάσεων κατά μήκος του θλιβόμενου τμήματος ενός τοίχου μπορεί να θεωρείται ομοιόμορφη.

Σχ. Σ 5-A.4: Συνεργαζόμενα πλάτη διαμητικών τοίχων σε περίπτωση μονολιθικής σύνδεσης από ΕΚ 6-1-1.



Σχ. Σ 5-A.5: Το άνοιγμα έχει διαστάσεις μικρότερες από  $h/4$  ή  $l_s/4$  και έτσι συμπεριλαμβάνεται στο συνεργαζόμενο πλάτος.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5-B

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΟΥ ΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΕΥΠΑΡΑΜΟΡΦΩΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

Για κτίρια με ευπαραμόρφωτα διαφράγματα αγνοείται η συμβολή των διαφραγμάτων, το δε ελεύθερο ύψος των τοίχων εκτείνεται από την στάθμη της θεμελίωσης μέχρι τη στέψη των τοίχων, εξαιρουμένων τυχόν αετωμάτων.

Η σεισμική τέμνουσα κατανέμεται στους τοίχους που βρίσκονται παράλληλα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση της σεισμικής δράσης. Τοίχοι που βρίσκονται υπό κλίση προς τον άξονα της σεισμικής δράσης λαμβάνονται υπόψη κατά την § 5-A.1.1. Για τον υπολογισμό της διατμητικής τάσης που προκαλεί στους πεσσούς η σεισμική τέμνουσα, θα λαμβάνεται ως ενεργό εμβασμόν μόνο το τμήμα που βρίσκεται μέσα στην θλιβόμενη περιοχή όπως ορίσθηκε στην § 5-A.1.1. Η κατανομή των τάσεων μέσα στην ενεργό περιοχή κάθε πεσσού μπορεί να θεωρηθεί ομοιόμορφη.

Οι εγκάρσιοι τοίχοι ελέγχονται σε εκτός επιπέδου κάμψη υπό ομοιόμορφα κατανεμημένο οριζόντιο φορτίο  $w_{Ed}$ :

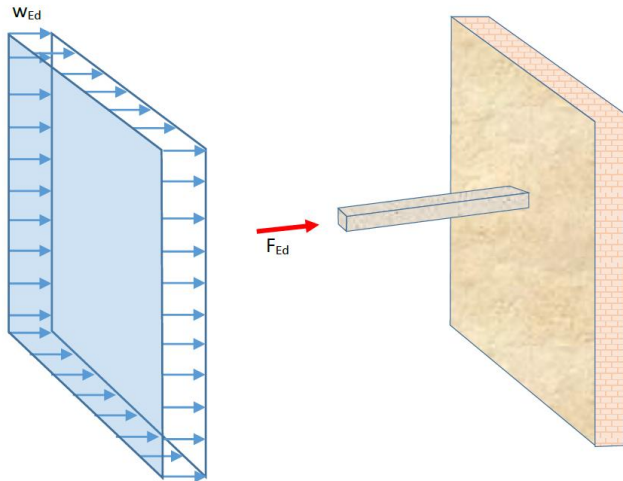
$$w_{Ed} = S_e(T_c) \cdot B \cdot C_m / g \quad (5B.1\alpha)$$

όπου,

$S_e(T_c)$ : η φασματική επιτάχυνση (από την § 3.2.2.2 του ΕΚ 8-1).

$B$ : το ίδιο βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου (σε kN/m<sup>2</sup>).

Το  $B$  υπολογίζεται ως το γινόμενο του ειδικού βάρους της τοιχοποιίας (σε  $\text{kN/m}^3$ ) επί το πάχος του τοίχου,  $t$  (σε  $\text{m}$ ).



Σχ. Σ 5-B.1: Δυνάμεις που ασκούνται στον εγκάρσιο τοίχο. Οι πιέσεις αφορούν τις αδρανειακές δυνάμεις που αναπτύσσονται στον τοίχο από την επιτάχυνση που ασκείται στην κατανεμημένη μάζα του. Το σημειακό φορτίο αφορά την δύναμη που μεταφέρει η εμπηγμένη δοκός του πατώματος (τραβέρσα) που μεταφέρει τις μεταφορικές αδρανειακές δυνάμεις των πατώξυλων που επιμερίζονται στην δοκό.

Ο συντελεστής δρώσας μάζας,  $C_m$ , ορίζεται στην § 5.4.4.

Για τον έλεγχο σε εκτός επιπέδου κάμψη των εγκάρσιων τοίχων θα συνεκτιμώνται και οι τυχόν αδρανειακές δυνάμεις που μεταφέρονται από τα πατώματα στους τοίχους μέσω δοκών εμπηγμένων στους εν λόγω τοίχους (Σχ. Σ 5-B.1). Οι δυνάμεις αυτές ασκούνται κάθετα προς τον τοίχο στην στάθμη του πατώματος και το μέγεθός τους είναι

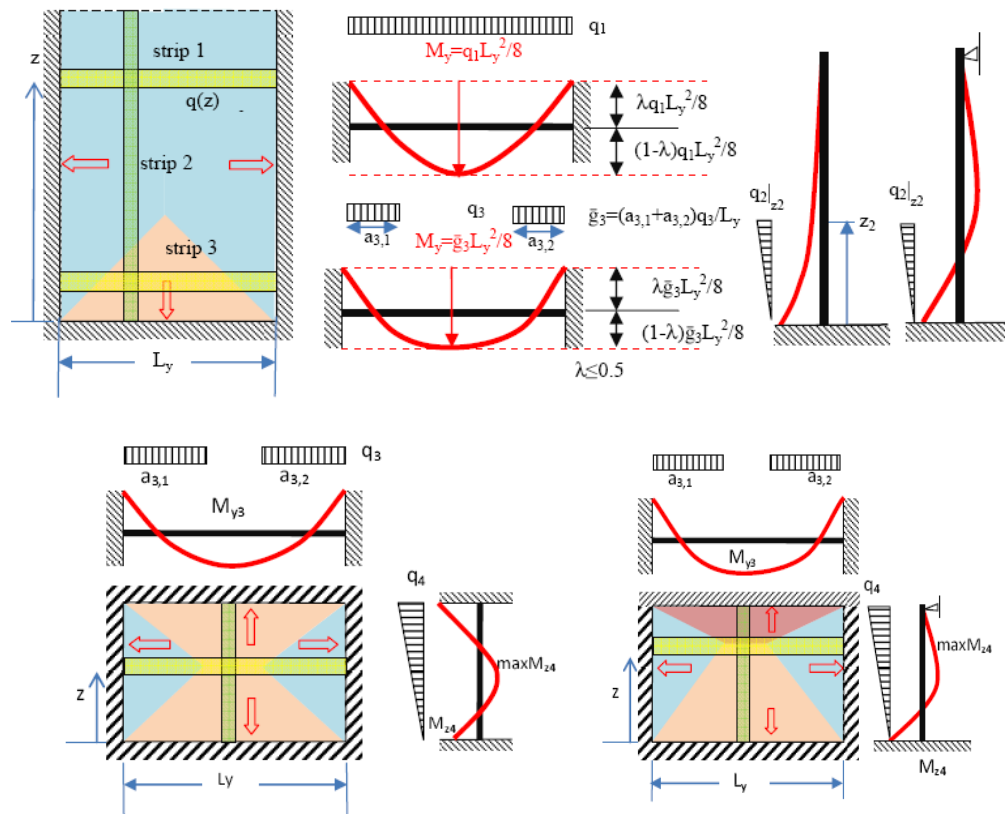
$$F_{ed} = S_e(T_C) \cdot C_m \cdot M_{dia} \quad (5B.1\beta)$$

όπου  $M_{dia}$  είναι η επιμεριζόμενη μάζα του οριζοντίου διαφράγματος που στηρίζεται από τον υπό μελέτη τοίχο.

Η επίλυση των εγκάρσιων τοίχων έναντι του εγκάρσιου φορτίου  $w_{Ed}$  και  $F_{ed}$  μπορεί να γίνεται με την μέθοδο των λωρίδων (Σχ. Σ 5-B.2). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν άλλες μέθοδοι προερχόμενες από την θεωρία πλακών, όπως η θεωρία των γραμμών διαρροής, είτε σύμφωνα με τους πίνακες του ΕΚ 6-1-1, Παράρτημα 5-Γ, εφόσον τα τυχόν ανοίγματα έχουν επιφάνεια μικρότερη από 10% της επιφάνειας της όψης και το συνολικό μήκος των ανοιγμάτων, σε κάθε στάθμη, δεν υπερβαίνει το 25% της αντίστοιχης διάστασης του τοίχου (Σχ. Σ 5-B.3).

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται οι τιμές των πινάκων του ΕΚ 6-1-1, οι ροπές θα αυξάνονται κατόπιν διαίρεσης της τιμής:

- με τον λόγο του συνολικού μήκους των πεσσών  $\Sigma \ell p_i$  προς το συνολικό μήκος  $\ell$  του τοίχου, αν η διεύθυνση του διανύσματος της καμπτικής ροπής είναι παράλληλη στο μήκος, ή
- με τον λόγο του συνολικού ύψους των πεσσών  $\Sigma h_i$  στην τομή ελέγχου προς το συνολικό ύψος  $H$  του τοίχου, αν η



Σχ. Σ 5-B.2: Η μέθοδος των λωρίδων για την κατανομή των φορτίων και την εύρεση των ροπών.

Η πρακτική σημασία αυτού του αποτελέσματος είναι ότι η επιτάχυνση σχεδιασμού που θα οδηγήσει το κτίριο στην στάθμη επιτελεστικότητας Γ, (δηλαδή η μέγιστη

διεύθυνση του διανύσματος της καμπτικής ροπής είναι παράλληλη στο ύψος.

Εάν η αντοχή των εγκάρσιων τοίχων σε εκτός επιπέδου κάμψη επαρκεί για την ανάληψη μικρότερου φορτίου  $w_u < w_{Ed}$ , τότε η φέρουσα ικανότητα του δομήματος δεν μπορεί να ληφθεί μεγαλύτερη από το γινόμενο της σεισμικής τέμνουσας βάσης του κτιρίου πολλαπλασιασμένης με τον λόγο  $w_u/w_{Ed}$ .

Κατά τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών σε τοίχους υποβαλλόμενους είτε σε εντός, είτε σε εκτός επιπέδου οριζόντια φορτία, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- Η επιρροή των στρώσεων στεγάνωσης ή άλλων «ασυνεχειών».
- Οι συνθήκες στήριξης και συνέχειας στις εδράσεις

- Οι αρμοί διαστολής θα πρέπει να θεωρούνται ως πέρατα, μέσω των οποίων δεν είναι δυνατή η μεταφορά τέμνουσας και ροπής.
- Η αντίδραση κατά μήκος μιας στήριξης ενός τοίχου, η οποία προκαλείται από το φορτίο σχεδιασμού, μπορεί εν γένει να θεωρείται ομοιομόρφως κατανομημένη, όταν μελετώνται τα μέσα στηρίξεως. Δέσμευση των στηρίξεων μπορεί να επιτευχθεί μέσω συνδέσμων, μέσω στηθαίου από τοιχοποιία, ή μέσω πατωμάτων και στεγών.
- Μια στήριξη μπορεί να θεωρείται συνεχής όταν τοίχοι φορτιζόμενοι εκτός του επιπέδου τους συνδέονται με άλλους τοίχους φορτιζόμενους κατακορύφως, ή όταν εδράζονται σε αυτούς πλάκες Ο.Σ.



«ανεκτή επιτάχυνση»), υπολογίζεται από την τιμή του φάσματος απόκρισης  $S_e(T)$ , μειωμένη σύμφωνα με την σχέση:

$$S_e^{fail} = S_e(T) w_u/w_{Ed} \quad (\Sigma 5-B.1)$$

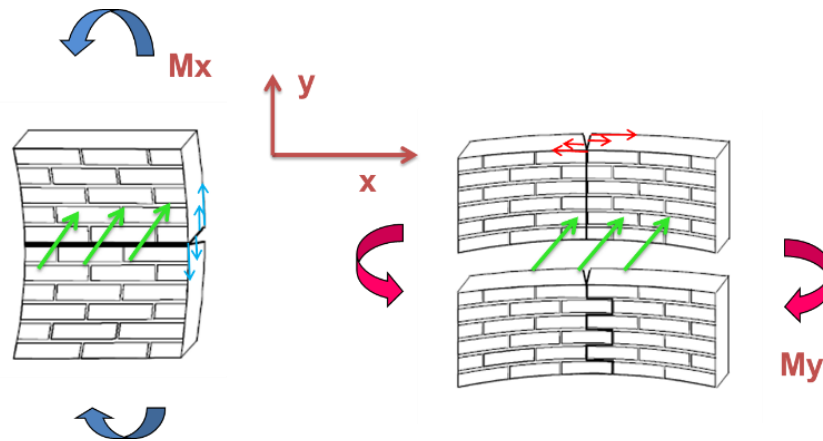
όπου

$S_e^{fail}$ : η μέγιστη «ανεκτή» επιτάχυνση

$S_e(T)$ : η φασματική επιτάχυνση από το ελαστικό φάσμα απόκρισης

$w_u$ : το σεισμικό φορτίο στην αστοχία του τοίχου

$w_{Ed}$ : το σεισμικό φορτίο που αντιστοιχεί στην  $S_e(T)$  (Σχέση 5B.1α)



Σχ. Σ 5-B.3: Τιμές του συντελεστή ροπών,  $\alpha_2$  μπορούν να ληφθούν από το Παράρτημα Ε του ΕΚ 6-1-1 για μονούς τοίχους με πάχος μικρότερο ή ίσο των 250mm.

Όταν ο τοίχος εδράζεται κατά μήκος τριών ή τεσσάρων πλευρών, ο υπολογισμός της δρώσας ροπής έναντι εκτός επιπέδου κάμψης,  $M_{Edi}$ , μπορεί να γίνεται κατά τον ΕΚ 6-1-1 ως εξής:

i) όταν το επίπεδο αστοχίας είναι παράλληλο στους οριζόντιους αρμούς,

$$M_{Ed1} = \mu \cdot \alpha_2 \cdot w_{Ed} \cdot l^2 \quad \text{ανά μονάδα μήκους του τοίχου}$$

ή

ii) όταν το επίπεδο αστοχίας είναι κάθετο προς τους οριζόντιους αρμούς,

$$M_{Ed2} = \alpha_2 \cdot w_{Ed} \cdot l^2 \quad \text{ανά μονάδα ύψους του τοίχου}$$

όπου:

$\alpha_2$ : συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη τον λόγο «μ», τον βαθμό ενδοσιμότητας κατά μήκος των πλευρών του τοίχου, καθώς και τον λόγο του ύψους προς το μήκος των τοίχων.

$l$ : το μεταξύ στηρίξεων καμπτόμενο μήκος του τοίχου

$w_{Ed}$  το εγκάρσιο φορτίο σχεδιασμού ανά μονάδα επιφάνειας

- μ: ο λόγος μεταξύ των καμπτικών αντοχών σχεδιασμού της τοιχοποιίας κατά δύο κύριες διευθύνσεις,  $f_{xd1} / f_{xd2}$ , (βλέπε § 3.6.3 του ΕΚ 6-1-1 ), ή  $f_{xd1,app} / f_{xd2}$ , (βλέπε § 6.3.1(4) του ΕΚ 6-1-1 ), ή  $f_{xd1} / f_{xd2,app}$ , (βλέπε § 6.6.2(9) του ΕΚ 6-1-1).
- Όταν ο τοίχος στηρίζεται μόνον κατά μήκος της στέψης και της βάσης του, η ασκούμενη ροπή μπορεί να υπολογίζεται δια των συνήθων μεθόδων, λαμβάνοντας υπόψη την ενδεχόμενη συνέχεια στις στηρίξεις.
  - Όταν οι εγκάρσιοι τοίχοι έχουν ακανόνιστο σχήμα ή ανοίγματα σημαντικού μεγέθους (μεγαλύτερα από το 15% του εμβαδού του τοίχου), θα πρέπει να εφαρμόζεται αναγνωρισμένη μέθοδος ανάλυσης, η οποία να επιτρέπει τον υπολογισμό των ροπών κάμψεως παχιών πλακών (π.χ. η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων ή των γραμμών διαρροής) και λαμβάνει υπόψη την ανισοτροπία της τοιχοποιίας όταν απαιτείται.

Η τοιχοποιία ως υλικό νοείται ως αποτελούμενη (i) από λιθοσώματα, (ii) από δομικό κονίαμα κατά τους αρμούς, και (iii) από τυχόν διαζώματα, δηλαδή ραβδόμορφα στοιχεία [συνήθως ξύλινα (ξυλοδεσιές), σπανιότερα μεταλλικά καθώς και από οπλισμένο σκυρόδεμα στις νεώτερες κατασκευές] εντός του σώματος της τοιχοποιίας κατά την διεύθυνση του μήκους των τοίχων.

Διαζώματα, περισφίγξεις, μανδύες, κ.λπ. θεωρούνται ότι ανήκουν στο δομητικό σύστημα, εξαιτίας του οποίου ενδέχεται να μεταβάλλονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας ως υλικού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

#### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό του Κανονισμού περιλαμβάνει βασικές πληροφορίες για την μηχανική συμπεριφορά δομημάτων από τοιχοποιία, πριν ή μετά από την επισκευή/ενίσχυσή τους.

Η συμπεριφορά αυτή εκφράζεται σε όρους «αντιστάσεων σε όρους δυνάμεων» ή σε όρους «παραμορφωσιακής ικανότητας».

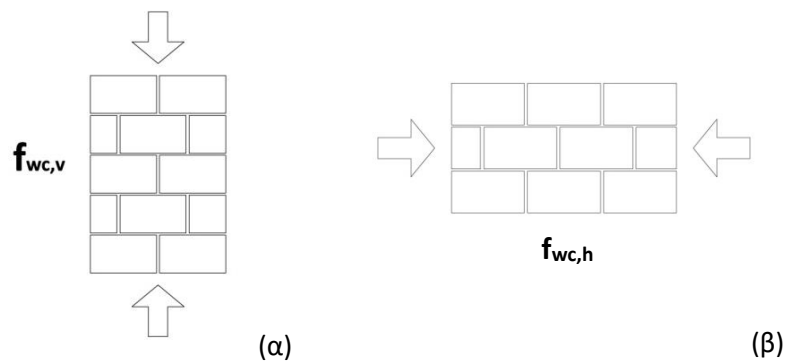
Οι πληροφορίες αυτές αφορούν κρίσιμες καταστάσεις

- συμπεριφοράς τοιχοποιίας ως υλικού, καθεαυτήν, και
- συμπεριφοράς επιμέρους δομικών στοιχείων από τοιχοποιία, εντεταγμένων μέσα σε ένα ευρύτερο δομητικό σύστημα, όπως περιγράφονται πιο κάτω.

Στην παρούσα παράγραφο, τα μεγέθη συμπεριφοράς τοιχοποιίας απλώς περιγράφονται εννοιολογικώς. Συνιστώμενοι τρόποι υπολογισμού ή εκτίμησής τους περιλαμβάνονται σε επόμενες παραγράφους αυτού του Κεφαλαίου.

Ανάλογα κρίσιμα μεγέθη συμπεριφοράς παρατηρούνται και στην τοιχοποιία ως μέλους συστήματος (§ 6.1.2).

Οι ορθοτροπικές ιδιότητες της τοιχοποιίας επιβάλλουν αυτήν την διάκριση.



Σχ. Σ 6.1: Τοιχοποιία υπό κατακόρυφη ή οριζόντια θλίψη.

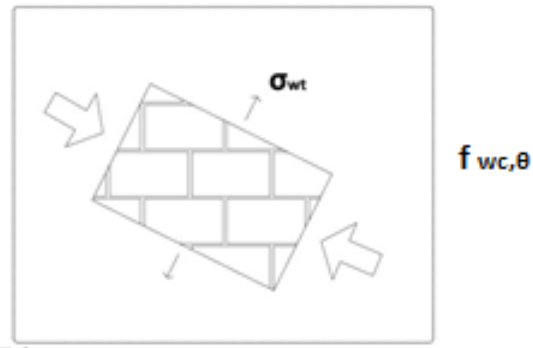
Η διεύθυνση του στερεού των τάσεων (ετερόσημη διαξονική ένταση εντός του επιπέδου του τοιχώματος) συνεπάγεται την γνωστή μείωση της φέρουσας ικανότητας της τοιχοποιίας έναντι θλίψεως κατά την κατακόρυφο.

### 6.1.1 ΚΡΙΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΩΣ ΥΛΙΚΟΥ

#### 6.1.1.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

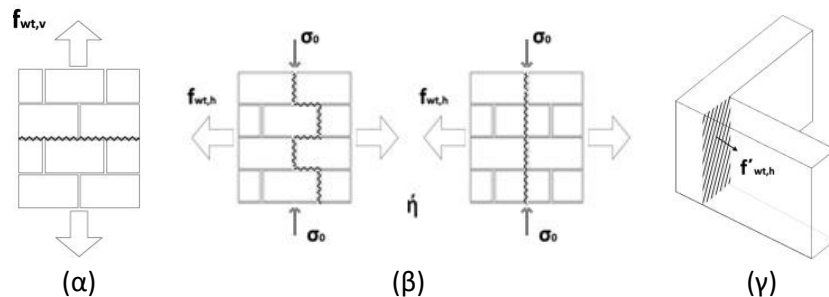
(α) Αντοχή τοιχοποιίας σε θλίψη:

- (i) κατά την κατακόρυφη διεύθυνση,  $f_{wc,v}$  [Σχ. Σ 6.1(α)]
- (ii) κατά την οριζόντια διεύθυνση,  $f_{wc,h}$  [Σχ. Σ 6.1(β)] (περιλαμβάνεται και η αντοχή σε τοπική θλίψη,  $f_{wc,l}$ , από αγκύρωση ελκυστήρα), και



Σχ. Σ 6.2: Τοιχοποιία υπό λοξή θλίψη.

Οι αντίστοιχοι μηχανισμοί αστοχίας είναι διαφορετικοί και, επομένως, η εισαγωγή μιας ενιαίας έννοιας «αντοχής της τοιχοποιίας σε εφελκυσμό» δεν ανταποκρίνεται στην πραγματική συμπεριφορά του υλικού.



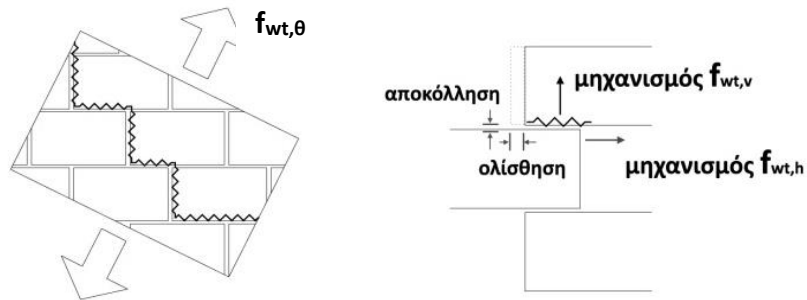
Σχ. Σ 6.3: Αστοχία τοιχοποιίας υπό κατακόρυφο εφελκυσμό, υπό οριζόντιο εφελκυσμό, στην σύνδεση τίχων υπό γωνία.

(iii) κατά λοξή διεύθυνση,  $f_{wc,\theta}$ , (με σύγχρονη παρουσία εγκάρσιων εφελκυστικών τάσεων, βλ. Σχ. Σ 6.2).

(β) Αντοχή τοιχοποιίας σε εφελκυσμό

(i) κατά την κατακόρυφη διεύθυνση,  $f_{wt,v}$ , [Σχ. Σ 6.3(α)]

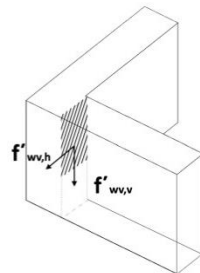
(ii) κατά την οριζόντια διεύθυνση,  $f_{wt,h}$  (εντός του επιπέδου τοιχώματος, βλ. Σχ. Σ 6.3(β) ή  $f'_{wt,h}$  [κατά την δυναμική αποσύνδεση εγκάρσιων τοιχωμάτων, βλ Σχ. Σ 6.3(γ)], και



Σχ. Σ 6.4: Μηχανισμός αστοχίας τοιχοποιίας υπό λοξό εφελκυσμό.

Στην περίπτωση της αργολιθοδομής, οι ως άνω σημειούμενοι μηχανισμοί αστοχίας είναι ασαφέστεροι και περιπλοκότεροι.

Πρόκειται για την (σχετικώς σπανιότερη) μορφή αστοχίας. Η σχετική αντίσταση εξαρτάται εντόνως απ' την τοπική κατανομή των διατμητικών τάσεων και από την κλίμακα του φαινομένου.



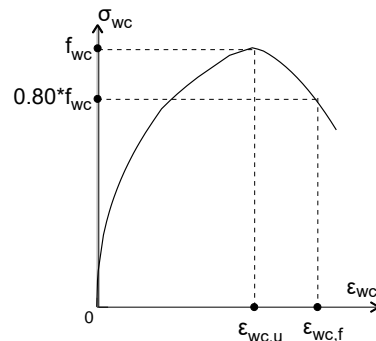
Σχ. Σ 6.5: Αστοχία στην σύνδεση τοίχων.

(iii) κατά λοξή διεύθυνση,  $f_{wt,\theta}$  (Σχ. Σ 6.4)

(γ) Αντοχή τοιχοποιίας σε διάτμηση.

- (i) Διολίσθηση κατά μήκος περίπου οριζόντιας στρώσης λιθοσωμάτων,
- (ii) Εφελκυστική λοξή ρηγμάτωση σε τοιχωματικό στοιχείο υπό ετερόσημη επίπεδη ένταση [βλ. § 6.1.1.1α(iii)], παρουσία τέμνουσας.
- (iii) Ολίσθηση κατά μήκος τμήματος της κατακόρυφης επιφάνειας σύνδεσης εγκάρσιων τοίχων (ΣΧ. Σ 6.5).

Πρόκειται για την αντίσταση αγκύρωσης οπλισμών ή για την αντίσταση ολίσθησης στην διεπιφάνεια τοιχοποιίας και μανδύα από διάφορα υλικά.



Σχ. Σ 6.6: Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τοιχοποιίας υπό θλίψη (σηματικό).

Παρά ταύτα, υπάρχει μια εξαίρεση απ' αυτόν τον κανόνα, καθόσον αφορά την παραμένουσα εφελκυστική αντοχή η οποία οφείλεται σε λειτουργία τριβής [πρβλ. § 6.1.1.1α(iii)].

Πρόκειται για την οιονεί ελαστική γωνιακή παραμόρφωση του σώματος της τοιχοποιίας, πάνω ή κάτω από τον κρίσιμο αρμό, την στιγμή της έναρξης της διολίσθησης.

Γι' αυτήν την μορφή, δεν υπάρχει σαφής τιμή γωνιακής παραμόρφωσης στοχίας, επειδή η αντίσταση τριβής μετά την διολίσθηση παραμένει

(iv) Αντοχή συνάφειας τοιχοποιίας με πρόσθετα υλικά.

#### 6.1.1.2 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

(α) Σε μονοαξονική θλίψη: Παραμόρφωση  $\epsilon_{wc,u}$  που αντιστοιχεί στην αντοχή  $f_{wc}$  και παραμόρφωση  $\epsilon_{wc,f}$  που αντιστοιχεί σε στάθμη τάσεως  $0,80f_{wc}$  στον φθιτό κλάδο της μονοτονικής φόρτισης (βλ. Σχ. Σ 6.6).

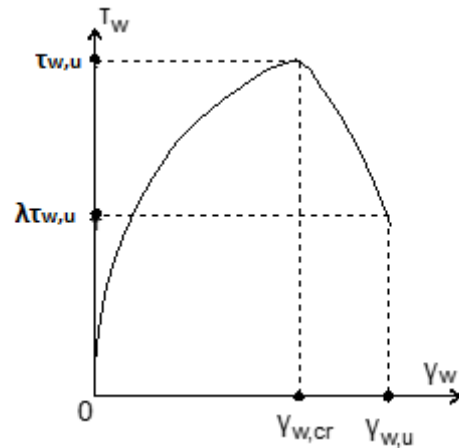
(β) Σε επίπεδη ετερόσημη ένταση: Παραμόρφωση  $\epsilon'_{wc,u}$  που αντιστοιχεί στην αντοχή  $f_{wc,\theta}$  [§ 6.1.1.1.α(iii)].

(γ) Η παραμορφωσιακή ικανότητα που αντιστοιχεί στην εφελκυστική αντοχή θεωρείται πρακτικώς μηδενική.

(δ) Σε κυρίως διατμητική ένταση

(i) Γωνιακή παραμόρφωση μέχρι την διολίσθηση κατά «στρώση» παράλληλη προς την ασκούμενη τέμνουσα [§ 6.1.1.1.γ(i)].

πρακτικώς σταθερή για μεγαλύτερες τιμές επιβαλλόμενης παραμόρφωσης.



Σχ. Σ 6.7: Διάγραμμα τάσεων-γωνιακών παραμορφώσεων τοιχοποιίας (σηματικό).

Ο βαθμός βλάβης είναι δυνατόν να εκφράζεται ως συνολικό άθροισμα μεγίστων ανοιγμάτων των λοξών ρωγμών. Παρατηρείται, επομένως, ότι η τιμή  $\gamma_{w,u}$  εξαρτάται απ' την κλίμακα του θεωρούμενου στοιχείου τοιχοποιίας.

Υπό σεισμικές συνθήκες, κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων από τοιχοποιία βρίσκονται συχνά σε εντατική κατάσταση ανακυκλιζόμενης θλίψης και εφελκυσμού (Σχ. Σ 6.8), όπως στην περίπτωση των άκρων

(ii) Γωνιακή παραμόρφωση σε τοιχωματικό στοιχείο (βλ. Σχ. Σ 6.7) υπό ετερόσημη επίπεδη ένταση [§ 6.1.1.1.γ(ii)],:

- την στιγμή της ρηγμάτωσης,  $\gamma_{w,cr}$
- μετά την εμφάνιση λοξών ρωγμών δεδομένου αποδεκτού βαθμού βλάβης,  $\gamma_{w,u}$ .

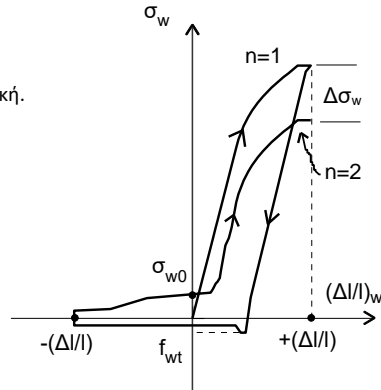
### 6.1.1.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΥΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΙΖΟΜΕΝΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

Υπό σεισμικές συνθήκες, τα μηχανικά χαρακτηριστικά τοιχοποιίας τα οποία υπεισέρχονται στους υπολογισμούς, οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη την αλλοίωση των χαρακτηριστικών αυτών υπό ανακυκλιζόμενη επιβολή παραμορφώσεων.

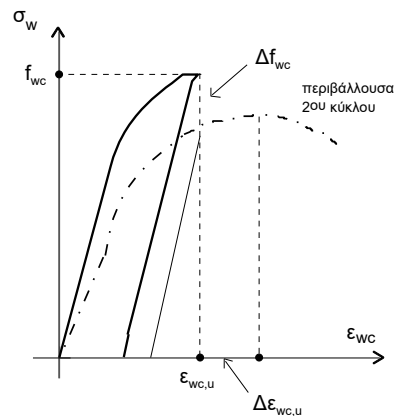


τοιχώματος υπό κάμψη εντός του επιπέδου του, ή της μεσαίας περιοχής διατεμνόμενου τοιχώματος (εναλλαγή λοξού θλιπτήρα/ελκυστήρα).

Η θλίψη θεωρείται θετική.



Σχ. Σ 6.8: Διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων τοιχοποιίας υπό ετερόσημη ένταση-θλίψη/εφελκυσμός (σηματικό).



Σχ. Σ 6.9: Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τοιχοποιίας υπό επαναλαμβανόμενη θλίψη (σηματικό).

Λόγω της σχετικά μικρής τιμής της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας, επιτρέπεται συνήθως να θεωρείται η κατάσταση επαναλαμβανόμενης θλιπτικής τάσης, ενώ στον σχεδιασμό λαμβάνεται υπ' όψη η εξασθένηση απόκρισης  $\Delta f_{wc}$  μετά τον δεύτερο κύκλο, καθώς και η συνακόλουθη μικρή αύξηση  $\Delta \epsilon_{wc,u}$  της κορυφαίας παραμορφωσιμότητας (Σχ. Σ 6.9).

Η μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας στο πλαίσιο ενός δομητικού συστήματος αφορά κυρίως την οριακή παραμορφωσιακή της ικανότητα, μπορεί δε να οφείλεται σε μίαν ή περισσότερες απ' τις ακόλουθες αιτίες:

- Εντός επιπέδου περισφιγξη, κυρίως όταν τα οριζόντια διαζώματα συνδυάζονται με ισχυρές (κατακόρυφες) παραστάδες ανοιγμάτων.
- Ανακατανομή της έντασης και αντίστοιχη δυνατότητα πλαστικής συμπεριφοράς κρίσιμων περιοχών τοιχοποιίας.
- Δυνατότητα λειτουργίας λοξών θλιπτήρων μικρότερου μήκους, οι οποίοι απολήγουν στα περιθυρώματα.
- Αύξηση θλιβόμενου πέλματος στο κάτω άκρον στοιχείου τοιχοποιίας, μέσω συνεργαζόμενου πλάτους εγκάρσιου τοίχου.
- Τριαξονική θλιπτική λειτουργία (αύξηση αντοχής και κρίσιμη παραμόρφωση)

Η διάκριση αυτή μπορεί να διευκολύνει και την χρήση μεθόδων ανάλυσης διαφορετικών απ' τα πεπερασμένα στοιχεία (όπως, ισοδύναμο πλαίσιο, θλιπτήρες-ελκυστήρες), καθώς και τον συνακόλουθο έλεγχο της ανίσωσης ασφαλείας. Επειδή, όμως, μια τέτοια διάκριση σε «ΕΔΟΣΤ» είναι πολύ αδρομερής, το σχετικό αποτέλεσμα οφείλει να αναγνωρίζει τον υψηλό

### 6.1.2 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΕΝΤΟΣ ΔΟΜΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ένα δομητικό σύστημα συνίσταται από τοιχοποιία (άοπλη ή με οριζόντια διαζώματα), διατεταγμένη μέσα σε ένα σύνολο το οποίο επηρεάζει την συμπεριφορά της τοιχοποιίας, μεταβάλλοντας εν μέρει τα μηχανικά χαρακτηριστικά της ως υλικού.

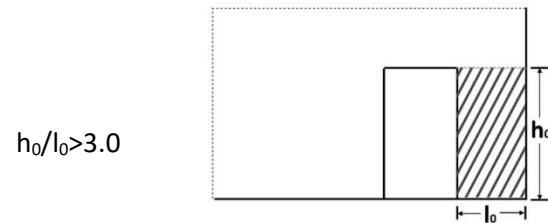
Το δομητικό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει:

- διαζώματα (από διάφορα υλικά) συνδεδεμένα μεταξύ τους κατά την συνάντηση εγκάρσιων τοίχων.
- διαφράγματα (ή και στέγες με δυνατότητα διαφραγματικής λειτουργίας).
- ανοίγματα ενισχυμένα με πλαισίωμα από διάφορα υλικά (περιλαμβανομένων και λαξευτών λιθοσωμάτων).
- συνδέσεις εγκάρσιων τοίχων, έναντι αποκόλλησης και έναντι διατμητικής απόσχισης.
- μεταλλικές περισφιγξεις πεσσών, καθώς και
- κάθε τυχόν άλλο στοιχείο δομητικής επέμβασης (επισκευής ή ενίσχυσης), όπως εκ των υστέρων προστιθέμενα στοιχεία σαν αυτά που αναφέρθηκαν πιο πάνω, μανδύες, ελκυστήρες, θλιπτήρες, κ.λπ.

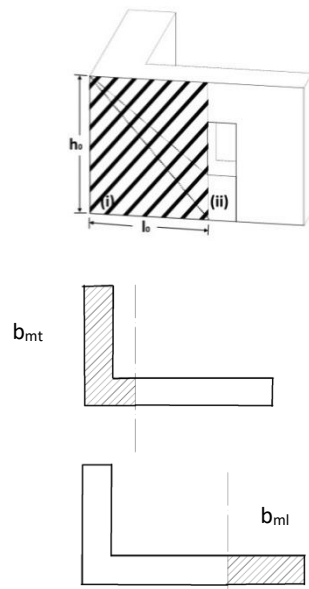
#### 6.1.2.1 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Προκειμένου να διευκολυνθεί η εκτίμηση των πιο πάνω μεταβολών στα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας, είναι σκόπιμη η (κατ' αδρομερή, έστω προσέγγιση) διάκριση επιμέρους δομικών στοιχείων τοιχοποιίας («ΕΔΟΣΤ») τα οποία συμμετέχουν σε ένα δομητικό σύστημα.

βαθμό αβεβαιότητας που το συνοδεύει, εκπεφρασμένον αριθμητικώς μέσω αντίστοιχων συντελεστών αβεβαιότητας « $\gamma_{Ed}$ » και « $\gamma_{Rd}$ ».



Σχ. Σ 6.10: Ορισμός επί μέρους δομικού στοιχείου εντός πετάσματος.



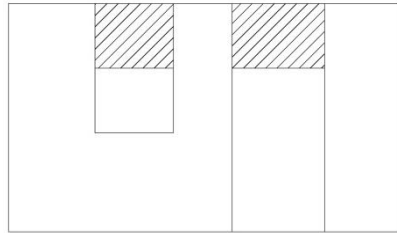
Σχ. Σ 6.11: Ορισμός συνεργαζόμενου μήκους εγκάρσιου προς τον εξεταζόμενο τοίχου.

Έτσι, ενδεικτικώς, είναι δυνατή η ακόλουθη διάκριση:

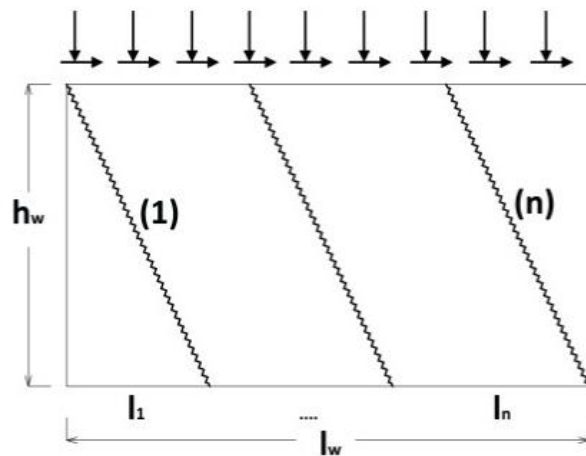
(α) Μεγάλου λόγου διάτμησης κατακόρυφα στοιχεία με αμφίβολη σύνδεση εγκάρσιου τοίχου (Σχ. Σ 6.10). Τέτοια στοιχεία («πεσσοί») συμπεριφέρονται ως υποστυλώματα με αξονική και διατμητική ένταση.

(β) Μέσου λόγου διάτμησης κατακόρυφα στοιχεία (Σχ. Σ 6.11):

- Με βάση απολήγουσα σε σύνδεση με εγκάρσιον τοίχο (με συνεργαζόμενο σε θλίψη πλάτος  $b_{mt}$ ) ή σε συνέχιση της τοιχοποιίας σε ένα λιγότερο φορτισμένο στοιχείο που προσφέρει συνεργαζόμενο σε θλίψη πλάτος  $b_{ml}$ .
- Με κορμό του οποίου είναι δυνατόν να ληφθεί υπόψη εκείνη η οριακή διατμητική παραμόρφωση μετά από διαγώνια ρηγμάτωση η οποία θα δίνει τα δυσμενέστερα αποτελέσματα.



Σχ. Σ 6.12: Υπέρθυροι δίσκοι μικρού λόγου διατιμήσεως.



Σχ. Σ 6.13: Σχηματική μορφολογία ρηγματώσεως τοίχου μεγάλου μήκους.

Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα δεδομένα, το πλήθος « $n$ » αυτών των επιμέρους τοιχοστοιχείων επιτρέπεται να εκτιμάται μέσω της έκφρασης:

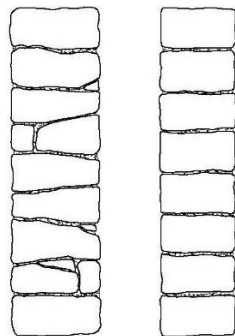
(γ) Μικρού λόγου διάτμησης δίσκοι, σε διάφορες θέσεις, των οποίων τα μηχανικά χαρακτηριστικά προσομοιώνονται με την συμπεριφορά διαγώνιας θλίψης επίπεδων δίσκων τοιχοποιίας με λόγο διάτμησης κοντά στην μονάδα (Σχ. Σ 6.12).

(δ) Σχετικώς στερροί τοίχοι μεγάλου μήκους (Σχ. Σ 6.13): Επειδή η λοξή ρηγμάτωση εμφανίζεται πρακτικώς μόνον υπό γωνίες  $35^\circ$  έως  $60^\circ$  ως προς την κατακόρυφο, αναμένεται ότι ένας τοίχος μεγάλου μήκους θα παρουσιάσει περισσότερες της μιας λοξές ρωγμές, δημιουργώντας έτσι ισάριθμα επιμέρους τοιχοστοιχεία. Η λοξή διατμητική συμπεριφορά τέτοιων τοίχων μεγάλου μήκους, οφείλει να ελεγχθεί γι' αυτήν την μορφή πολλαπλής αστοχίας.

$$\left\lceil \frac{3 l_w}{4 h_w} \right\rceil_{max.int} \leq n \leq \left\lfloor \frac{3 l_w}{2 h_w} \right\rfloor_{min.int}$$

Όπου max.int. σημαίνει «πλησιέστερος μεγαλύτερος ακέραιος αριθμός», και min.int. σημαίνει «πλησιέστερος μικρότερος ακέραιος αριθμός», έτσι ώστε να προκύπτει η δυσμενέστερη λύση.

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, τα μηχανικά χαρακτηριστικά του κονιάματος δομής είναι πολύ χαμηλότερα από εκείνα των λιθοσωμάτων. Εξάιρεση αποτελούν οι ωμοπλινθοδομές, στις οποίες τα μηχανικά χαρακτηριστικά όλων των υλικών είναι συγκρίσιμα.



Σχ. Σ 6.14: Μονόστρωτες τοιχοποιίες.

## 6.2 Η ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ

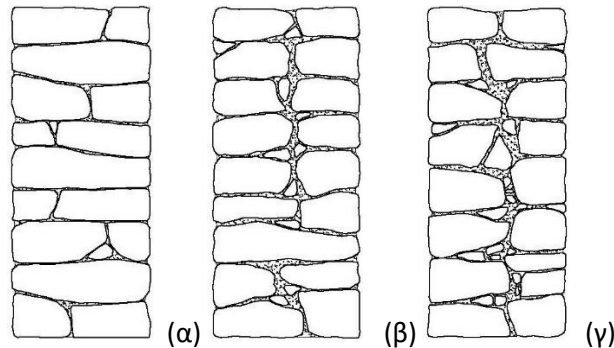
Αυτή η παράγραφος αναφέρεται σε τοιχοποιία η οποία συντίθεται αποκλειστικώς από λιθοσώματα και κονίαμα.

### 6.2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ ΑΠΟ ΘΛΙΨΗ

Η μορφολογία ρηγματώσεως μιας τοιχοποιίας υποβαλλόμενης σε θλιπτικά φορτία εξαρτάται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά των συνιστώντων υλικών, καθώς και από τον τρόπο δομής της τοιχοποιίας, τόσο κατά τις όψεις της, όσο και κατά το πάχος της, όπως περιγράφεται στις ακόλουθες παραγράφους:

(α) Μονόστρωτη τοιχοποιία (Σχ. Σ 6.14): Η αστοχία εκδηλώνεται με περίπου κατακόρυφες ρωγμές στις όψεις της τοιχοποιίας, οι οποίες διαπερνούν τους αρμούς του κονιάματος, ή και τα λιθοσώματα.

Σ' αυτήν την περίπτωση, η τοιχοποιία εμφανίζει μειωμένη ανισοτροπία και η αστοχία της εκδηλώνεται υπό μορφή παρόμοια με εκείνη του σκυροδέματος χαμηλής αντοχής.



Σχ. Σ 6.15: Δίστρωτες τοιχοποιίες.

Στην περίπτωση των λιθοδομών, συχνά, η εξωτερική παρειά είναι καλύτερα δομημένη από την εσωτερική (π.χ. με μεγαλύτερους ημιλάξευτες λίθους και με μικρότερο συνολικό όγκο κονιάματος από ό,τι στην εσωτερική παρειά, η οποία συνήθως είναι αργολιθοδομή).

Εξαιρεση αποτελούν οι ωμοπλινθοδομές, στις οποίες η αστοχία ενδέχεται να εκδηλωθεί με την εμφάνιση διαδιαγώνιων ρωγμών από θλίψη.

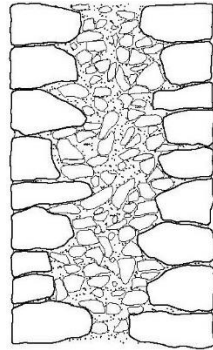
(β) Δίστρωτη τοιχοποιία: Η αστοχία εκδηλώνεται κατά τις όψεις της τοιχοποιίας όπως και στην περίπτωση (α). Επί πλέον, εμφανίζεται κατακόρυφη ρωγμή εντός του πάχους της τοιχοποιίας, κατά μήκος του ενδιάμεσου κονιάματος.

Όταν η δίστρωτη τοιχοποιία διαθέτει πυκνά διάτονα λιθοσώματα που συνδέουν τις δυο παρειές, έτσι ώστε να μην υπάρχει σαφώς διακριτή κατακόρυφη ρωγμή κατά το πάχος της [όπως π.χ. Σχ. Σ 6.15(α)] η αστοχία της ομοιάζει με αυτή της μονόστρωτης τοιχοποιίας.

Όταν όμως διαθέτει αραιά διάτονα λιθοσώματα, τα οποία συνδέουν τις δυο παρειές [όπως π.χ. Σχ. Σ 6.15(β)], η κατακόρυφη ρωγμή εντός του πάχους της τοιχοποιίας ενδέχεται να διαπερνά αυτά τα λιθοσώματα, καθώς και το ενδιάμεσο κονίαμα.

Όταν οι δυο παρειές είναι δομημένες χωρίς σύνδεση με διάτονα λιθοσώματα [όπως π.χ. Σχ. Σ 6.15(γ)], η κατακόρυφη ρωγμή κατά το πάχος της τοιχοποιίας διαπερνά τον κατακόρυφο αρμό του ενδιάμεσου κονιάματος.

Η μορφολογία των ρωγμών δεν είναι εν γένει ίδια στις δυο όψεις της τοιχοποιίας, δεδομένων (i) των αθέλητων εκκεντροτήτων οι οποίες οδηγούν σε εντονότερη φόρτιση της μιας παρειάς έναντι της άλλης, καθώς και (ii) του διαφορετικού τρόπου δομήσεως των δυο παρειών, συνεπεία του οποίου το μέσο πάχος και τα μηχανικά χαρακτηριστικά των δυο



Σχ. Σ 6.16: Τρίστρωτη τοιχοποιία.

Το υλικό πληρώσεως αποτελείται από τεμάχια λίθων ή/και πλίνθων αναμειγμένων με κονίαμα (συνήθως, ίδιο με το κονίαμα δομήσεως) και διαστρώνεται ανά διαστήματα καθ' ύψος, χωρίς συμπύκνωση. Έτσι, πρόκειται συχνότατα για σχετικώς χαλαρό υλικό με μεγάλο ποσοστό κενών και με πολύ πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά.

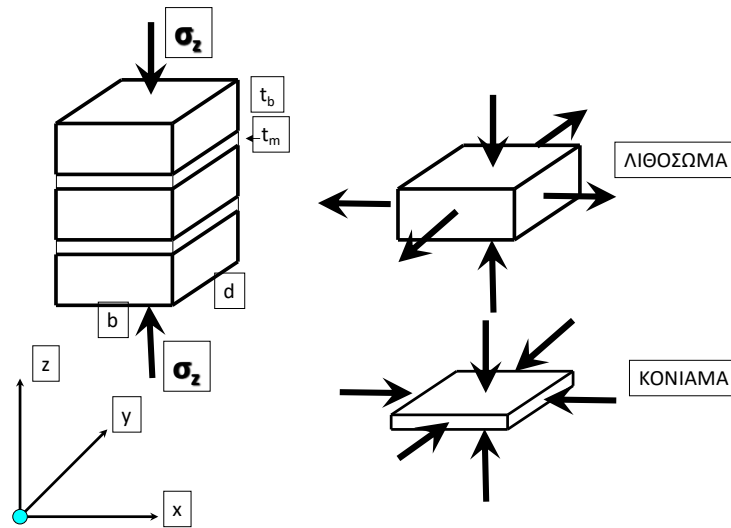
Δεν αποκλείεται, πάντως, η περίπτωση ενδιάμεσου γεμίσματος αποτελούμενου από μεγαλύτερου μεγέθους λίθους και καλής ποιότητας κονίαμα.

παρειών είναι διαφορετικά, οπότε, προκύπτει εκκεντρότητα του (έστω και γεωμετρικώς κεντρικού) θλιπτικού φορτίου.

(γ) Τρίστρωτη τοιχοποιία (Σχ. Σ 6.16): Όταν μεταξύ των δυο εξωτερικών παρειών της τοιχοποιίας υπάρχει διακριτή ενδιάμεση περιοχή αποτελούμενη από υλικό πληρώσεως, τότε η αστοχία εκδηλώνεται μέσω περίπου κατακόρυφων ρωγμών στις όψεις της τοιχοποιίας, καθώς και μέσω κατακόρυφων ρωγμών κατά το πάχος της. Καί οι δυο οικογένειες των ρωγμών διαπερνούν τόσο τους αρμούς κονιάματος και το υλικό πληρώσεως, όσο και τα λιθοσώματα.

### 6.2.2 Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΑΟΠΛΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΥΠΟ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΘΛΙΨΗ

Ο τρόπος αστοχίας μιας άοπλης τοιχοποιίας, ο οποίος καθορίζει και την θλιπτική της αντοχή, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες γεωμετρίας και



Σχ. Σ 6.17: Η Μηχανική της μονόστρωτης τοιχοποιίας υπό κατακόρυφη θλίψη.

Δεδομένου του σχετικής περιορισμένου πάχους της τοιχοποιίας σε πολλές περιπτώσεις, θεωρείται ότι δεν είναι δυνατή η ανάπτυξη ευμενών (θλιπτικών) ή δυσμενών (εφελκυστικών) τάσεων στα υλικά της τοιχοποιίας κατά την έννοια του πάχους της. Επομένως, η ένταση στα υλικά της

Μηχανικής, οι οποίοι περιγράφονται λεπτομερώς στις παραγράφους που ακολουθούν.

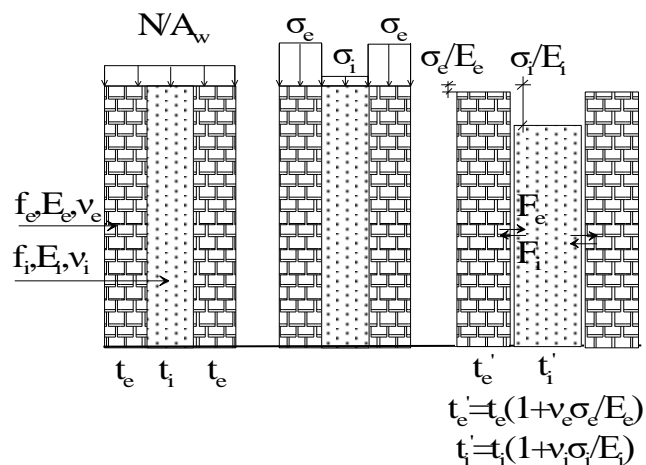
Σ' αυτήν την παράγραφο, ο τρόπος αστοχίας περιγράφεται με ποιοτικό τρόπο, κατ' αντιστοιχία προς την μορφολογία ρηγματώσεως η οποία περιγράφεται στην προηγούμενη § 6.2.1.

(α) Μονόστρωτη τοιχοποιία: Λόγω των διαφορετικών μέτρων ελαστικότητας των δυο υλικών, καθώς και λόγω των διαφορετικών λόγων εγκάρσιας διόγκωσης (λόγοι Poisson), τα λιθοσώματα υποβάλλονται σε ταυτόχρονο εγκάρσιο εφελκυσμό, ενώ το κονίαμα υποβάλλεται σε ταυτόχρονη εγκάρσια θλίψη (Σχ. Σ 6.17). Η ετερόσημη τριαξονική ένταση στην οποία υποβάλλονται τα λιθοσώματα οδηγεί στην εμφάνιση κατακόρυφων ρωγμών και σε αυτά, παρά το γεγονός ότι η αντοχή τους σε μονοαξονική θλίψη είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του κονιάματος. Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας προκύπτει μεγαλύτερη από την θλιπτική αντοχή του ασθενέστερου υλικού (κονίαμα) και μικρότερη από την θλιπτική αντοχή του ισχυρότερου υλικού (λιθόσωμα).



τοιχοποιίας μπορεί να θεωρείται διαξονική θλίψη στο κονίαμα και ετερόσημη διαξονική ένταση στο λιθόσωμα.

Η κάθε μεμονωμένη παρειά, μετά από την αποκόλληση που οφείλεται στις κατακόρυφες ρωγμές κατά το πάχος της τοιχοποιίας, έχει σημαντικά μεγαλύτερη λυγηρότητα από εκείνη της ακέραιας τοιχοποιίας (πριν από την ρηγμάτωση). Αυξάνεται, επομένως, ο κίνδυνος εκτός επιπέδου λυγισμού των μεμονωμένων παρειών.



Σχ. Σ 6.18: Η Μηχανική της τρίστρωτης τοιχοποιίας υπό κεντρική θλίψη.

β) Δίστρωτη τοιχοποιία: Όταν οι δυο παρειές της τοιχοποιίας συνδέονται με πυκνά διάτονα λιθосώματα, ο μηχανισμός αστοχίας της τοιχοποιίας είναι παρόμοιος με εκείνον της απλής τοιχοποιίας.

Όταν οι δυο παρειές είναι δομημένες ανεξάρτητες, χωρίς σύνδεση μέσω διατόνων λιθосωμάτων ή με αραιή σύνδεση, τότε, η εμφάνιση κατακόρυφης ρωγμής κατά το πάχος της τοιχοποιίας έχει συνέπεια την αποκόλληση και, επομένως, την ανεξάρτητη λειτουργία των δυο παρειών. Η αστοχία συμβαίνει όταν αστοχεί η ασθενέστερη από τις δυο παρειές.

γ) Τρίστρωτη τοιχοποιία: Η ενδιάμεση περιοχή του υλικού πλήρωσης χαρακτηρίζεται από χαμηλό μέτρο ελαστικότητας και υψηλό λόγο εγκάρσιας διόγκωσης. Έτσι, ασκεί στις εξωτερικές παρειές οριζόντια δύναμη,  $F_i$ . Επομένως, οι εξωτερικές παρειές, οι οποίες αναλαμβάνουν σχεδόν το σύνολο του θλιπτικού φορτίου υποβάλλονται και σε εκτός επιπέδου τους δράση. Η αστοχία της τοιχοποιίας οφείλεται σε θλίψη υπό ταυτόχρονη εκτός επιπέδου κάμψη των εξωτερικών της παρειών (Σχ. Σ 6.18).

Η αστοχία της τρίστρωτης τοιχοποιίας χαρακτηρίζεται από την εκδήλωση (περίπου κατακόρυφων) ρωγμών, τόσο στις όψεις της τοιχοποιίας, όσο και εντός του πάχους της. Παρά το γεγονός ότι οι κατακόρυφες ρωγμές τόσο στις όψεις της τοιχοποιίας, όσο και εντός του πάχους αυτής εμφανίζονται περίπου για την ίδια στάθμη θλιπτικού φορτίου, εν συνεχεία, οι εντός του πάχους της τοιχοποιίας ρωγμές αυξάνονται κατά το άνοιγμά τους πολύ γρηγορότερα, ιδίως περί το μέσον του ύψους της τοιχοποιίας.

Καθώς αυξάνεται η θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων και του κονιάματος, αυξάνεται και η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Όμως, η αύξηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας δεν είναι ανάλογη της θλιπτικής αντοχής και των δυο υλικών. Παρά το γεγονός ότι τα μηχανικά χαρακτηριστικά του κονιάματος παίζουν σημαντικό ρόλο στην Μηχανική της τοιχοποιίας, η συμμετοχή τους στην διαμόρφωση της θλιπτικής αντοχής είναι πολύ μικρότερη από την συμμετοχή της θλιπτικής αντοχής του λιθοσώματος (πρβλ. σχέσεις παραγράφου 3.6.1 του ΕΚ6).

Το μεγάλο πάχος των αρμών του κονιάματος έχει αρνητική επίπτωση στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Εξ άλλου, μια τοιχοποιία από λαξευτούς ή ημιλάξευτους λίθους περιλαμβάνει μικρότερο όγκο κονιάματος ανά κυβικό μέτρο από ό,τι μια αργολιθοδομή και, επομένως, η θλιπτική της αντοχή είναι μεγαλύτερη. Έτσι, οι παράμετροι «πάχος αρμού» και «τρόπος δομήσεως» δεν είναι τελείως ανεξάρτητες μεταξύ τους.

### 6.2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

(α) Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται καταρχήν από τα μηχανικά χαρακτηριστικά των συνιστώντων υλικών.

(β) Εξ άλλου, η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται και από πολλούς άλλους παράγοντες, όπως

- (i) το πάχος των αρμών του κονιάματος,
- (ii) ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά τις όψεις της και κατά το πάχος της,
- (iii) η τραχύτητα των επιφανειών των λιθοσωμάτων, καθώς και
- (iv) η παραμορφωσιμότητα των λιθοσωμάτων και των κονιαμάτων.

Δεν διατίθενται επαρκή πειραματικά στοιχεία τα οποία θα επέτρεπαν να λαμβάνεται υπ' όψη με ποσοτικό τρόπο η επιρροή αυτής της σημαντικής παραμέτρου. Παρά ταύτα, αναλόγως με τον βαθμό αλληλεμπλοκής των λιθοσωμάτων, οι (κατακόρυφες) ρωγμές στις όψεις της τοιχοποιίας διαπερνούν περισσότερα ή λιγότερα λιθοσώματα. Έτσι, η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας (για ίδιες ποιότητες υλικών) προκύπτει μεγαλύτερη (όταν τα λιθοσώματα αλληλεμπλέκονται σε μεγαλύτερο μήκος τους) ή μικρότερη (όταν αυτή η αλληλεμπλοκή είναι περιορισμένη).

Δεδομένου ότι πρόκειται για εμπειρικές σχέσεις, οι τιμές θλιπτικής αντοχής τις οποίες υπολογίζουν θεωρούνται ότι είναι μέσες τιμές,

(γ) Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται από την εκκεντρότητα η οποία εμφανίζεται κατά την εφαρμογή ενός αξονικού κατακόρυφου φορτίου, λόγω του τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας.

Επειδή, κυρίως στην περίπτωση των διαφόρων τύπων λιθοδομής, οι δυο όψεις της τοιχοποιίας είναι δομημένες με διαφορετικόν τρόπο, οι αντίστοιχες στρώσεις έχουν διαφορετικό νόμο τάσεων-παραμορφώσεων (διαφορετικό μέτρο ελαστικότητας και διαφορετική θλιπτική αντοχή).

Όταν η τοιχοποιία είναι δίστρωτη ή τρίστρωτη χωρίς διάτονους λίθους, ακόμη και όταν το φορτίο εφαρμόζεται χωρίς εκκεντρότητα, το φορτίο που αναλαμβάνει κάθε παρειά της τοιχοποιίας είναι διαφορετικό και η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας επηρεάζεται από την σχέση των μέτρων ελαστικότητας και των αντοχών των δυο παρειών της.

(δ) Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται σημαντικά από την εμπλοκή των λιθοσωμάτων τόσο στις όψεις της τοιχοποιίας, όσο και κατά την έννοια του πάχους της τοιχοποιίας.

#### 6.2.4 Η ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Σ' αυτήν την παράγραφο, δίνονται σχέσεις για την προσεγγιστική εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής υφιστάμενων τοιχοποιιών, για διάφορους τύπους δομήσεως.

Καθώς για την πολύ μεγάλη ποικιλία τύπων τοιχοποιίας δεν διατίθενται ακριβή προσομοιώματα υπολογισμού της θλιπτικής αντοχής, οι σχέσεις

βασίζονται δε σε εκτιμώμενες μέσες τιμές αντοχής λιθοσωμάτων και κονιάματος. Ο χειρισμός των υπολογιζόμενων τιμών θλιπτικής αντοχής από απόψεως αξιοπιστίας, περιλαμβάνεται στην § 4.5.3.1.

Ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

(α) Καλοδομημένη οπτοπλιθοδομή:

$$f_{wc} = [f_{mc} + 0,40(f_{bc} - f_{mc})](1 - 0,8\sqrt[3]{\alpha}), f_{bc} > f_{mc} \quad (\Sigma 6.1)$$

$$f_{wc} = f_{bc}(1 - 0,8\sqrt[3]{\alpha}), f_{bc} < f_{mc} \quad (\Sigma 6.2)$$

όπου,

$f_{bc}$  και  $f_{mc}$  η θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων και του κονιάματος αντιστοίχως,

$\alpha = t_{jm} : h_{bm}$  ο λόγος του μέσου πάχους των οριζόντιων αρμών κονιάματος και του μέσου ύψους των λιθοσωμάτων.

(β) Χαμηλής αντοχής λιθοδομή:

$$f_{wc} = \xi \left[ \left\{ \frac{2}{3} \sqrt{f_{bc}} - f_0 \right\} + f_{mc} \right] \quad (\Sigma 6.3)$$

που δίνονται σ' αυτήν την παράγραφο είναι εμπειρικές και πρέπει να εφαρμόζονται με προσοχή, μόνον για τους τρόπους δομήσεως και τις άλλες παραμέτρους, οι οποίες ρητώς αναφέρονται.

Η επιρροή των διαφόρων παραμέτρων αποτυπώνεται στις εμπειρικές σχέσεις είτε με άμεσο, είτε με έμμεσο τρόπο (π.χ. μέσω εμπειρικών συντελεστών).

#### 6.2.4.1 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΜΟΝΟΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ Ή ΔΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ

Η θλιπτική αντοχή μονόστρωτης λιθοδομής ή οπτοπλιθοδομής, καθώς και η θλιπτική αντοχή δίστρωτης τοιχοποιίας με πυκνά διάτονα λιθοσώματα μπορεί να υπολογίζεται μέσω αξιόπιστων εμπειρικών σχέσεων από την βιβλιογραφία, υπό τον όρον ότι οι σχέσεις αυτές λαμβάνουν υπ' όψη ρητώς το μεγαλύτερο δυνατό πλήθος παραμέτρων που επηρεάζουν αυτήν την αντοχή.

όπου,

$V_m$ ,  $V_w$  ο όγκος του κονιάματος και ο όγκος της τοιχοποιίας

$f_{bc}$  η θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος

$\lambda$  συντελεστής συνάφειας λιθοσώματος-κονιάματος, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 0,50 για τραχείς λίθους και ίσος με 0,1 για πολύ λείους λίθους.

$f_0$  συντελεστής (σε MPa), ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τον βαθμό λάξευσης των λίθων και παίρνει τις ακόλουθες τιμές

0,00 για λαξευτή λιθοδομή

0,50-1,00 για λιθοδομή από ημιλαξευτούς λίθους

1,50-2,50 για αργολιθοδομή, ανάλογα με την ποιότητα δομήσεως

$\xi$ , συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την δυσμενή επιρροή του πάχους των αρμών κονιάματος

$\xi = 1 : [1 + 3,5(k - k_0)] < 1,0$

$k = (\text{όγκος κονιάματος}) : (\text{όγκος τοιχοποιίας}) = V_m / V_w \geq 0,30$

$k_0 = 0,30$

Εάν  $V_m / V_w \leq 0,30$ , τότε λαμβάνεται  $\xi = 1,00$ .

Η σχέση (Σ 6.3) μπορεί να ισχύσει για  $f_{bc} = 25-75$  MPa και  $f_{mc} = 0,5-2,5$  MPa.

Οι τιμές των θλιπτικών αντοχών λιθοσωμάτων και κονιάματος είναι μέσες τιμές που έχουν όμως προκύψει από μικρό πλήθος δοκιμών (βλ. Κεφ. 3 και 4).

Στην περίπτωση μονόστρωτων οπτοπλινθοδομών ή δίστρωτων οπτοπλινθοδομών με διάτονες οπτοπλίνθους, ή στην περίπτωση λαξευτών λιθοδομών, υπό τον όρον ότι οι αντοχές των λιθοσωμάτων και του κονιάματος πληρούν τους σχετικούς περιορισμούς, καθώς και όταν οι αρμοί του κονιάματος δεν υπερβαίνουν σε πάχος τα 15mm, είναι δυνατόν να εφαρμόζονται οι σχέσεις του Ευρωκώδικα 6 (§ 3.6) για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας. Δεδομένου ότι οι τιμές που προκύπτουν από τις αντίστοιχες σχέσεις του ΕΚ6 είναι χαρακτηριστικές

τιμές της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας, ο χειρισμός τους από απόψεως αξιοπιστίας περιλαμβάνεται στην § 4.5.3.1.

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας υπό γωνίαν [ $f_{wc,\theta}$ , § 6.1.1.1.α(iii)] μπορεί να λαμβάνεται ίση με το 60% της αντοχής της υπό κατακόρυφη θλίψη. Η δε αντοχή υπό οριζόντια θλίψη μπορεί να λαμβάνεται ελλείψει άλλων στοιχείων ίση με το 50% αυτής υπό κατακόρυφο θλίψη.

Ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορεί να χρησιμοποιούνται οι σχέσεις Σ 6.1, Σ 6.2 και Σ 6.3.

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας υπό γωνίαν [ $f_{wc,\theta}$ , § 6.1.1.1.α(iii)] μπορεί να λαμβάνεται ίση με το 60% της αντοχής της υπό κατακόρυφη θλίψη. Η δε αντοχή υπό οριζόντια θλίψη μπορεί να λαμβάνεται ελλείψει άλλων στοιχείων ίση με το 50% αυτής υπό κατακόρυφο θλίψη.

Ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι σχέσεις Σ 6.1, Σ 6.2 και Σ 6.3.

Τα σχετικά δείγματα μπορούν να λαμβάνονται μέσω πυρηνοληψίας ή μετά από την προσωρινή αφαίρεση λιθοσωμάτων από την μια όψη της τοιχοποιίας. Ο χειρισμός της αξιοπιστίας αυτών των μετρήσεων θα γίνεται κατά την § 4.5.3.1.

#### **6.2.4.2 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ**

Όταν η τοιχοποιία είναι δίστρωτη και οι δυο παρειές της δεν συνδέονται με διάτονα λιθοσώματα ή τα διάτονα λιθοσώματα είναι αραιά, μπορεί να υπολογίζεται η θλιπτική αντοχή κάθε παρειάς χωριστά, μέσω κατάλληλων σχέσεων. Ως θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας μπορεί να λαμβάνεται η μικρότερη από τις δυο τιμές που προκύπτουν από την εφαρμογή της σχέσεως που εφαρμόζεται για τις δυο ανεξάρτητες παρειές.

#### **6.2.4.3 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΡΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ**

Για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής τρίστρωτης τοιχοποιίας, προϋποτίθεται ότι είναι γνωστή η γεωμετρία της τοιχοποιίας κατά τις όψεις και κατά το πάχος της, καθώς και οι θλιπτικές αντοχές τόσο των δυο παρειών, όσο και του υλικού πληρώσεως ανάμεσά τους.

Για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής των εξωτερικών παρειών, μπορεί να εφαρμόζεται αξιόπιστη εμπειρική σχέση.

Όταν το υλικό πληρώσεως είναι χαμηλής αντοχής και η λήψη του δεν είναι, επομένως, δυνατή με κανέναν από τους δυο τρόπους, μπορεί να λαμβάνεται θλιπτική αντοχή του ίση με 0,15MPa.

Η σχέση (6.1) ισχύει για τρίστρωτες τοιχοποιίες στις οποίες οι εξωτερικές παρειές είναι πρακτικώς ισοπαχείς και περίπου της ίδιας θλιπτικής αντοχής. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} [\lambda_e (\delta_{e1} f_{c,e1} + \delta_{e2} f_{c,e2}) + \lambda_i f_{c,i}] : (1 + \delta_{e1} + \delta_{e2}) \quad (\Sigma 6.4)$$

Οι εμπειρικοί συντελεστές λαμβάνουν υπ' όψη την μείωση της θλιπτικής αντοχής των εξωτερικών παρειών, λόγω των οριζόντιων παραμορφώσεων οι οποίες τους επιβάλλονται από το υλικό πληρώσεως (πρβλ. Σχήμα Σ6.18), καθώς και την αύξηση της θλιπτικής αντοχής του υλικού πληρώσεως λόγω της ευνοϊκής περισφιγξης που του ασκείται από τις εξωτερικές παρειές της τοιχοποιίας.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, αυτοί οι συντελεστές μπορούν να λαμβάνονται ίσοι με 0,80 και 1,20 αντιστοίχως.

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας υπό γωνίαν [ $f_{wc,\theta}$ , § 6.1.1.1.α(iii)] μπορεί να λαμβάνεται ίση με το 60% της αντοχής της υπό κατακόρυφη θλίψη. Η δε αντοχή υπό οριζόντια θλίψη, ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορεί να λαμβάνεται ίση με το 50% αυτής υπό κατακόρυφο θλίψη.

Η θλιπτική αντοχή του υλικού πληρώσεως προκύπτει από την εργαστηριακή δοκιμή κατάλληλων δειγμάτων ή δοκιμών αναπαραγόμενων ενδεχομένως υπό ανάλογες συνθήκες.

Υπό αυτές τις προϋποθέσεις, η θλιπτική αντοχή τρίστρωτης τοιχοποιίας μπορεί να εκτιμάται μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} (2\lambda_e \delta f_{c,e} + \lambda_i f_{c,i}) : (1 + 2\delta) \quad (6.1)$$

όπου,

$\delta$ , ο λόγος του πάχους της εξωτερικής παρειάς προς το πάχος του υλικού πληρώσεως

$f_{c,e}$  και  $f_{c,i}$  η θλιπτική αντοχή των εξωτερικών παρειών και του υλικού πληρώσεως αντιστοίχως

$\lambda_e$  (<1,00) και  $\lambda_i$  (>1,00): εμπειρικοί συντελεστές, οι οποίοι λαμβάνουν υπ' όψη την αλληλεπίδραση εξωτερικών παρειών και υλικού πληρώσεως.

$\gamma_{Rd}$  δείκτης αβεβαιότητας, ο οποίος μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 1,50.

## 6.2.5 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ, ΜΕΤΡΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΑΣΕΩΝ-ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας είναι δυνατόν να μετρηθεί μέσω κατάλληλων εργαστηριακών δοκιμών σε ομοιώματα τοιχοποιίας. Όπου αυτό δεν είναι δυνατόν, μπορούν να χρησιμοποιούνται (α) τιμές του μέτρου ελαστικότητας για παρόμοιες με την εξεταζόμενη τοιχοποιίες, από αξιόπιστη βιβλιογραφία ή (β) οι ενδεικτικές τιμές που αναφέρονται στα επόμενα:

Το τέμνον μέτρο ελαστικότητας το οποίο αντιστοιχεί σε επιβαλλόμενη θλιπτική τάση ίση με το 30% της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας κυμαίνεται από  $300f_{wc}$  έως  $1200f_{wc}$ . Οι μεγαλύτερες τιμές του πολλαπλασιαστή της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας αντιστοιχούν σε μικρότερες τιμές της θλιπτικής αντοχής. Ενδεικτικώς μπορεί να εφαρμόζεται η εμπειρική σχέση:

$$E_{wc} \approx 1300 \left(1 - \frac{f_{wc}}{5}\right) f_{wc} \mp 140 f_{wc}^2 \text{ [MPa]} \quad (\Sigma 6.5)$$

για  $1 \text{ MPa} < f_{wc} < 3 \text{ MPa}$

Όταν η τοιχοποιία υποβάλλεται σε θλίψη υπό γωνίαν, το μέτρο ελαστικότητας μπορεί να λαμβάνεται ίσο με εκείνο που αντιστοιχεί σε κατακόρυφη θλίψη.

Η ανηγμένη παραμόρφωση αστοχίας μπορεί να εκτιμάται μέσω εργαστηριακών δοκιμών κατάλληλων ομοιωμάτων της εκάστοτε εξεταζόμενης τοιχοποιίας (βλ. § 3.8.4).

(α) Το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των συνιστώντων υλικών, από το μέγεθος των λιθοσωμάτων και το πάχος των αρμών κονιάματος, καθώς και από την στάθμη της θλιπτικής τάσεως στην τοιχοποιία.

(β) Το μέτρο ελαστικότητας αποτελεί χαρακτηριστικό, του οποίου οι τιμές παρουσιάζουν ιδιαιτέρως μεγάλη διασπορά.

(γ) Συνήθως, η τιμή του μέτρου ελαστικότητας δεν επηρεάζει ουσιωδώς τους ελέγχους φέρουσας ικανότητας του δομήματος σε όρους δυνάμεων. Σε αντίθετη περίπτωση, ή όταν στο ίδιο δόμημα συνυπάρχουν διάφορα είδη τοιχοποιίας, συνιστάται να λαμβάνονται υπ' όψη τουλάχιστον δύο ευλόγως επιλεγόμενες ακραίες τιμές του μέτρου ελαστικότητας για κάθε είδος τοιχοποιίας.

(δ) Η ανηγμένη παραμόρφωση,  $\epsilon_u$ , η οποία αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται από μεγάλο πλήθος γεωμετρικών



Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορούν να λαμβάνονται υπ' όψη οι ακόλουθες ενδεικτικές τιμές, οι οποίες έχουν προκύψει από εργαστηριακές δοκιμές σε διάφορα είδη τοιχοποιίας:

(i) Αργολιθοδομή:  $\varepsilon_u=0,002-0,003$  ( $f_{wc}=1,0-3,0$  MPa)

(ii) Οπτοπλινθοδομή από συμπαγείς οπτοπλίνθους:  $\varepsilon_u=0,004$  ( $f_{wc}=3,0-8,0$  MPa)

(iii) Οπτοπλινθοδομή από ορθότρυπα λιθοσώματα:  $\varepsilon_u = 0,0015-0,0035$  ( $f_{wc}=2,0-3,0$  MPa)

(iv) Τρίστρωτη λιθοδομή:  $\varepsilon_u = 0,0015$  ( $f_{wc}=2,0$  MPa).

Το τελικό τέμνον μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας (επιβατικό μέτρο) είναι ίσο με τον λόγο της θλιπτικής αντοχής προς την ανηγμένη παραμόρφωση αστοχίας.

Υπενθυμίζεται ότι οι εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται στην τοιχοποιία οφείλονται σε συνδυασμό κατακόρυφης θλιπτικής δύναμης, τέμνουσας και ροπής κάμψεως. Έτσι, για κάθε συνδυασμό εντατικών μεγεθών προκύπτει διαφορετική τιμή της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας, λόγω (α) της ετερόσημης επίπεδης διαξονικής κατάστασης και (β) λόγω της διαφορετικής γωνίας υπό την οποία εμφανίζεται η κύρια εφελκυστική τάση ως προς τις στρώσεις της τοιχοποιίας.

Ενδεικτικώς αναφέρεται ότι η αντοχή της τοιχοποιίας υπό οριζόντιο εφελκυσμό είναι περίπου διπλάσια εκείνης υπό κατακόρυφο εφελκυσμό. Για ενδιάμεσες γωνίες δράσης του εφελκυσμού, ισχύουν ενδιάμεσες τιμές εφελκυστικής αντοχής.

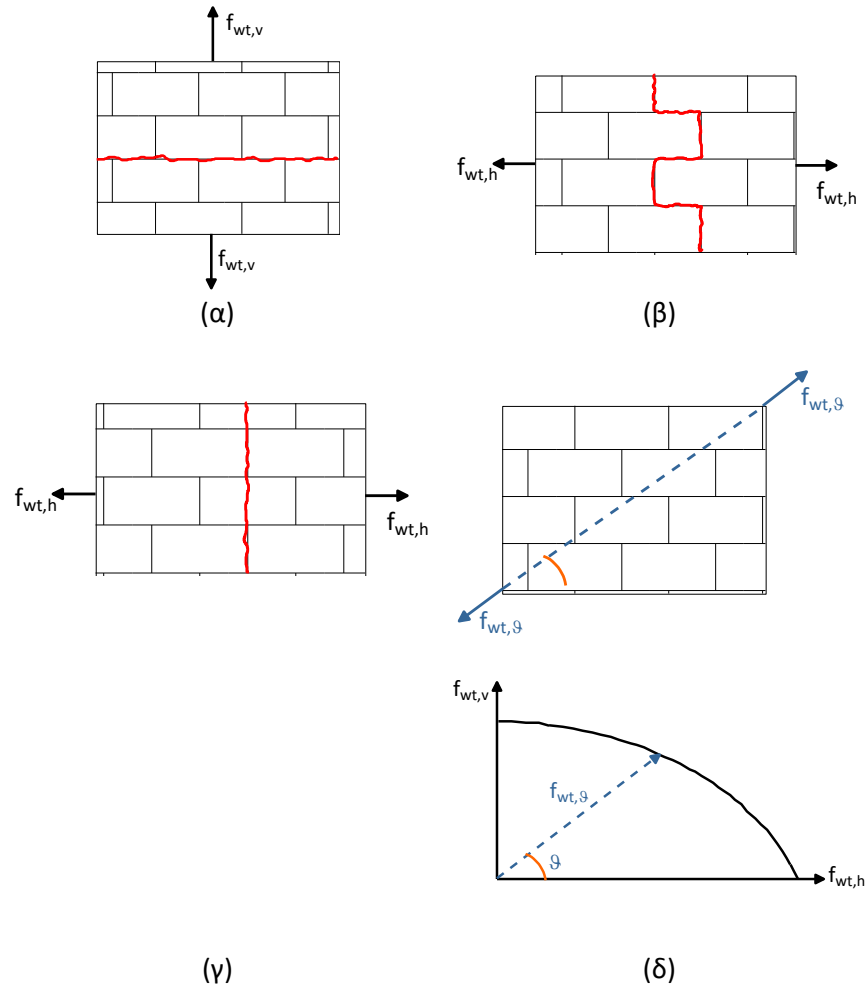
(όπως, τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας) και κατασκευαστικών παραμέτρων (όπως, βαθμός πληρώσεως αρμών κονιάματος), καθώς και από τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών της τοιχοποιίας και τις οριακές συνθήκες του εξεταζόμενου στοιχείου τοιχοποιίας.

(ε) Το διάγραμμα τάσεων-ανηγμένων παραμορφώσεων της τοιχοποιίας υπό θλίψη μπορεί να λαμβάνεται παραβολικό.

### 6.3. ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

(α) Η τοιχοποιία, ως ανισότροπο υλικό, χαρακτηρίζεται από εφελκυστική αντοχή η οποία έχει διαφορετική τιμή ανάλογα με την γωνία υπό την οποία εμφανίζεται ο εφελκυσμός (Σχ. Σ 6.19).

Σε ορισμένες περιπτώσεις αργολιθοδομών (π.χ. όταν χρησιμοποιούνται μικρών διαστάσεων αργοί λίθοι με μεγάλη ποσότητα κονιάματος), παρατηρείται μειωμένη ανισοτροπία και, επομένως, οι τιμές των εφελκυστικών αντοχών της τοιχοποιίας δεν διαφέρουν σημαντικά αναλόγως με την γωνία υπό την οποία ασκείται ο εφελκυσμός.



Σχ. Σ 6.19: Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας.

- (α) Η αντοχή της τοιχοποιίας υπό κατακόρυφο εφελκυσμό εξαρτάται από την εφελκυστική αντοχή του κονιάματος των οριζόντιων αρμών, καθώς και από την αντοχή αποκόλλησης λιθοσώματος-κονιάματος,
- (β) Η αντοχή υπό οριζόντιον εφελκυσμό, όταν η αντοχή του κονιάματος είναι πολύ μικρότερη από την αντοχή του λιθοσώματος, εξαρτάται από την εφελκυστική αντοχή του κονιάματος, καθώς και από την τριβή κατά μήκος των οριζόντιων τμημάτων της ρωγμής,
- (γ) Όταν οι αντοχές των συνιστώντων υλικών είναι συγκρίσιμες, τότε η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται από την εφελκυστική αντοχή και των δύο υλικών,
- (δ) Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας υπό κατακόρυφο εφελκυσμό είναι περίπου ίση με το μισό της αντοχής υπό οριζόντιο εφελκυσμό. Για ενδιάμεσες γωνίες των εφελκυστικών τάσεων, ισχύουν ενδιάμεσες τιμές εφελκυστικής αντοχής.

Παρά ταύτα, οι τροχιές των κύριων εφελκυστικών τάσεων, οι οποίες προκύπτουν κατά την ανάλυση υφιστάμενων δομημάτων από τοιχοποιία είναι χρήσιμες για την επαλήθευση της παθολογίας τους, καθώς και για την εντόπιση υποψήφιων περιοχών ρηγμάτωσης και αστοχίας. Επί πλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. § 6.4β), η υιοθέτηση μιας τιμής εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας είναι απαραίτητη για τον έλεγχο επάρκειας των στοιχείων.

Αυτά ισχύουν για μονόστρωτη και για δίστρωτη τοιχοποιία με πυκνά διάτονα λιθοσώματα. Στην περίπτωση, όμως, τρίστρωτης τοιχοποιίας, ή

(β) Εν γένει, η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δεν λαμβάνεται υπ' όψη στην αποτίμηση και στον ανασχεδιασμό των δομημάτων, εκτός από την περίπτωση στάθμης επιτελεστικότητας «Α».

#### 6.4 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Για τον έλεγχο επάρκειας μιας διατομής άοπλης τοιχοποιίας έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως, διακρίνονται δυο περιπτώσεις, ως εξής:

(α) Εκτός επιπέδου ροπή κάμψεως περί οριζόντιο άξονα: Η εφελκυστική αντοχή της μονόστρωτης ή δίστρωτης με πυκνά διάτονα λιθοσώματα

δίστρωτης χωρίς ή με αραιά διάτονα λιθωσώματα, η ροπή αντοχής εξαρτάται από το εάν οι εξωτερικές παρειές είναι αποκολλημένες ή όχι (στοιχείο το οποίο θα πρέπει να διαπιστώνεται λεπτομερώς κατά την φάση της τεκμηρίωσης, βλ. § 3.5.4.2). Εάν δεν είναι αποκολλημένες οι παρειές, τότε επιτρέπεται η εφαρμογή της σχέσεως (6.2) Εάν είναι αποκολλημένες, θα ελέγχονται χωριστά οι δυο παρειές για περίπου ίσες δρώσες ροπές.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας,  $f_{wt}$ , μπορεί να λαμβάνεται ίση με 0,10 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος δεν υπερβαίνει τα 2,0 MPa, ίση με 0,20 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος δομήσεως είναι μεταξύ 2,0 και 5,0 MPa και ίση με 0,40 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος είναι μεγαλύτερη από 5,0 MPa. Σημειώνεται πάντως ότι εάν υπάρχει υπέρβαση

τοιχοποιίας αμελείται, γίνεται παραδοχή αδρανούς περιοχής, η δε ροπή κάμψεως την οποία μπορεί να αναλάβει η διατομή ελέγχου εξαρτάται από την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και από την τιμή του (ευμενούς) αξονικού φορτίου, κατά την ακόλουθη σχέση:

$$M_R = \frac{1}{2} l t_w^2 \sigma_o \left( 1 - \frac{\sigma_o}{f_{wc}} \right) \quad (6.2)$$

όπου,

$\sigma_o$  ( $= N/l \cdot t_w$ ) η μέση θλιπτική τάση λόγω αξονικής δράσεως στην διατομή ελέγχου,  
 $l$  και  $t_w$  το μήκος και το πάχος της διατομής και  
 $f_{wc}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

(β) Εκτός επιπέδου ροπή κάμψεως περί κατακόρυφο άξονα: Σ' αυτήν την περίπτωση, ο έλεγχος της κρίσιμης διατομής γίνεται μέσω σύγκρισης της αναπτυσσόμενης εφελκυστικής τάσης στην ακραία εφελκυσόμενη ίνα, με την αντίστοιχη εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας:

$$\sigma_{wt} = \frac{6M_S}{l t_w^2} < f_{wt} \quad (6.3)$$

όπου,

$\sigma_{wt}$  η τάση στην ακραία εφελκυσόμενη ίνα, οφειλόμενη σε ροπή  $M_S$   
 $l$  και  $t_w$  το μήκος και το πάχος του στοιχείου αντιστοίχως  
 $f_{wt}$  η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας

Η γωνία κλίσεως των ρωγμών εξαρτάται από το μέγεθος του ταυτόχρονου θλιπτικού φορτίου. Λόγω ανακυκλιζόμενων δράσεων (σεισμός), οι διαγώνιες/δισδιαγώνιες ρωγμές ενδέχεται να οδηγήσουν σε αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας του στοιχείου και, επομένως, σε αστοχία του.

Η φέρουσα ικανότητα του λοξού θλιπτήρα, ο οποίος υποβάλλεται συγχρόνως σε εγκάρσιο εφελκυσμό, αντιστοιχεί σε μικρό ποσοστό της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας υπό μονοαξονική θλίψη. Λόγω της ανακύκλισης και της συνακόλουθης ρηγμάτωσης των λοξών θλιπτήρων, η φέρουσα ικανότητά τους μειώνεται περαιτέρω και ενδέχεται να προκληθεί αστοχία του στοιχείου εξ αιτίας της αστοχίας των λοξών θλιπτήρων.

Τα στοιχεία αυτά είναι χρήσιμα κατά την αποτίμηση υφιστάμενων κτηρίων, όταν η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη, καθώς καθοδηγούν τον Μελετητή ως προς τις διερευνητικές εργασίες των οποίων την εκτέλεση θα ζητήσει.

## 6.5 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

### 6.5.1 ΤΡΟΠΟΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

Η άοπλη τοιχοποιία υπό τέμνουσα με ταυτόχρονη παρουσία κατακόρυφης θλίψεως αστοχεί με την εμφάνιση λοξών ρωγμών (κατά την μία ή και κατά τις δυο διαγωνίους της τοιχοποιίας) ή

λόγω θλιπτικής αστοχίας του διαγώνιου θλιπτήρα υπό ταυτόχρονο εγκάρσιο εφελκυσμό.

Οι λοξές ρωγμές εμφανίζουν μορφολογία η οποία εξαρτάται από τον τρόπο δομήσεως της τοιχοποιίας:

(α) Όταν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθωσμάτων και του κονιάματος είναι παραπλήσια, οι λοξές ρωγμές περνούν τόσο μέσω των αρμών κονιάματος, όσο και μέσω των λιθωσμάτων. Έτσι, οι ρωγμές εμφανίζονται περίπου ως ευθείες γραμμές.

(β) Όταν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθωσμάτων είναι σημαντικώς μεγαλύτερα από εκείνα του κονιάματος, οι ρωγμές διαδίδονται μέσω των αρμών του κονιάματος και έχουν μορφή βαθμιδωτή.

(γ) Όταν το μέγεθος των λιθωσμάτων είναι μικρό, ακόμη και αν αυτά έχουν σημαντικά μεγαλύτερη αντοχή από το κονίαμα, οι ρωγμές που

Η διατμητική αντοχή επιστρατεύεται μόνον κατά μήκος της θλιβόμενης ζώνης,  $l_e$ , της διατομής ελέγχου.

Ο φαινόμενος συντελεστής τριβής αναφέρεται σε οριζόντιο επίπεδο και όχι στο κεκλιμένο επίπεδο της ρωγμής. Ο συντελεστής τριβής είναι συνάρτηση τόσο της τιμής της θλιπτικής τάσεως, όσο και της τραχύτητας της διεπιφάνειας.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, ο συντελεστής τριβής μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 0,40. Δεδομένου ότι αυτή η τιμή αντιστοιχεί σε μεγάλες τιμές θλιπτικής τάσης κάθετης στην διεπιφάνεια, όταν πρόκειται για αποτίμηση κτιρίων με ιστορική/αρχιτεκτονική αξία, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη κατάλληλη (αυξημένη) τιμή του συντελεστή τριβής, βάσει της βιβλιογραφίας.

διαδίδονται μέσω των αρμών του κονιάματος έχουν μορφή περίπου ευθείας γραμμής.

(δ) Όταν η τοιχοποιία είναι δίστρωτη ή τρίστρωτη, ακόμη και όταν οι εξωτερικές παρειές είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους, η μορφολογία ρηγματώσεως είναι συνήθως διαφορετική στις δυο εξωτερικές όψεις της τοιχοποιίας.

### 6.5.2 ΑΝΤΟΧΗ ΑΟΠΛΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Η αντοχή της τοιχοποιίας έναντι τέμνουσας μπορεί να υπολογίζεται μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$f_v = f_{v0} + \mu\sigma \quad (6.4)$$

όπου,

$f_{v0}$  η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας υπό μηδενική θλιπτική τάση,  $\sigma$  και

$\mu$  ο φαινόμενος συντελεστής τριβής

Σε κάθε περίπτωση, η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας δεν μπορεί να λαμβάνεται μεγαλύτερη από  $0,065f_{bc}$ , όπου  $f_{bc}$  η μέση θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων.

Τα τυπολογικά χαρακτηριστικά του συστήματος των ξύλινων διαζωμάτων (ξυλοδεσιών) εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία, τόσο κατά την διάταξη των ξύλινων στοιχείων καθ' ύψος των κτιρίων (ξυλοδεσιές στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης ή επί πλέον στην στέψη και στην βάση των ανοιγμάτων ή και ενδιάμεσες), όσο και κατά την διάταξή τους στο πάχος των τοίχων (πλήθος διαμήκων ξύλινων στοιχείων στην διατομή, απόσταση εγκάρσιων ξύλων, κ.λπ). Τα οριζόντια μεταλλικά διαζώματα ή από οπλισμένο σκυρόδεμα τοποθετούνται συνήθως στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης, καθώς και στη στέψη των ανοιγμάτων. Σε κάποιες περιπτώσεις συναντώνται στην βάση των ανοιγμάτων, σπανίως δε σε ενδιάμεσες στάθμες.

Στην περίπτωση της ξυλοπλισμένης τοιχοποιίας, τα διάσπαρτα ξύλινα στοιχεία λειτουργούν (υπό όρους) ως οπλισμός διατηρήσεως.

Ο τρόπος και οι προϋποθέσεις για τον υπολογισμό της συμβολής των οριζόντιων διαζωμάτων καθώς και του διάσπαρτου ξυλοπλισμού περιλαμβάνονται στις § 7.2.4, 7.3, 7.4.1.

## 6.6 ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ

Τα οριζόντια διαζώματα, συνήθως ξύλινα (ξυλοδεσιές) ή μεταλλικά (σε κατασκευές του 19<sup>ου</sup> ή αρχών του 20<sup>ου</sup> αι.) ή από οπλισμένο σκυρόδεμα σε νεώτερες κατασκευές, αποτελούνται από συνεχή διαμήκη στοιχεία, τα οποία διατάσσονται σε ολόκληρο το μήκος των (περιμετρικών και ενδιάμεσων) φερόντων τοίχων.

Στα ξύλινα ή μεταλλικά διαζώματα τα διαμήκη στοιχεία ματίζονται σε διάφορες θέσεις κατά το μήκος των τοίχων και συνδέονται στις συναντήσεις των τοίχων με τα αντίστοιχα στοιχεία. Όταν διατάσσονται τουλάχιστον δυο διαμήκη ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία κατά το πάχος των τοίχων, αυτά συνδέονται κατά την εγκάρσια έννοια (κατά το πάχος του τοίχου) με ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία, τα οποία διατάσσονται ανά αποστάσεις. Τα διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα καταλαμβάνουν κατά κανόνα όλο το πλάτος της τοιχοποιίας και έχουν μικρό ύψος.

Οι ξυλοδεσιές διακρίνονται από την ξυλοπλισμένη τοιχοποιία, η οποία περιέχει ασύνδετες και ενδεχομένως ασυνεχείς ράβδους, οπουδήποτε στο σώμα της τοιχοποιίας. Η ίδια διάκριση γίνεται και στην περίπτωση τυχαίων μεταλλικών ράβδων.

Τα οριζόντια διαζώματα έχουν μια πολλαπλή λειτουργία, συγκεκριμένα:

Μπορεί να θεωρηθεί ότι λειτουργούν ως δοκοί καμπτόμενες εντός οριζοντίου επιπέδου, για τον λόγο αυτό κατά κανόνα καταλαμβάνουν το σύνολο του πλάτους του τοίχου και έχουν μικρό ύψος. Όταν τα διαζώματα είναι ξύλινα ή μεταλλικά, αποτελούνται συνήθως από δυο τουλάχιστον διαμήκη στοιχεία που αντιστοιχούν στην εξωτερική και εσωτερική παρειά συνδεδεμένα εγκάρσιως μεταξύ τους ανά αποστάσεις.

- Συνδέουν τους φέροντες τοίχους μεταξύ τους (στις θέσεις των γωνιών, καθώς και σε ενδιάμεσες θέσεις) με αποτέλεσμα την καθυστέρηση εμφάνισης του μηχανισμού κατάρρευσης εκτός επιπέδου.
- Συνδέουν την εσωτερική με την εξωτερική παρειά των δίστρων ή τρίστρων τοιχοποιιών, μέσω των εγκάρσιων ράβδων που συνδέουν τα διαμήκη στοιχεία των ξύλινων ή μεταλλικών διαζωμάτων ή μέσω του μεγάλου πλάτους του διαζώματος, που κατά κανόνα έχει πάχος όσο και το πάχος της υποκείμενης τοιχοποιίας. Η σύνδεση αυτή συμβάλλει στη ανάληψη κατακόρυφων φορτίων και από την εξωτερική παρειά στις στάθμες των πατωμάτων και στεγών, στη μείωση της λυγηρότητάς της και την αποφυγή ή καθυστέρηση της προς τα έξω αποκόλλησης και κατάρρευσής της.
- Στο ύψος των πατωμάτων και στεγών συνδέουν τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία με τα οριζόντια και επιτρέπουν την ομοιόμορφη κατανομή των κατακόρυφων φορτίων στους τοίχους.
- Μεταφέρουν τις σεισμικές δράσεις από τα οριζόντια διαφράγματα στους φέροντες τοίχους και συμβάλλουν στην αποφυγή εκτός επιπέδου μηχανισμών κατάρρευσης, όταν τα διαφράγματα έχουν ενισχυμένη εντός επιπέδου δυσκαμψία.
- Αναλαμβάνουν τις κάθετες στο επίπεδο του τοίχου σεισμικές δράσεις μεταφέροντάς τις στους εγκάρσιους τοίχους, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις ελεύθερων διαζωμάτων ή διαζωμάτων που δεν συνδέονται με δύσκαμπτα διαφράγματα.
- Ενισχύουν τις περιοχές των ανοιγμάτων.
- Αυξάνουν την παραμορφωσιμότητα της τοιχοποιίας και την ικανότητά της να υποβάλλεται σε διαφορικές καθιζήσεις.



Η ευμενής επιρροή των οριζόντιων διαζωμάτων στα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας προϋποθέτει ότι είναι διατεταγμένα στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης και επί πλέον σε μια τουλάχιστον ακόμη ενδιάμεση στάθμη.

Ιδιαίτερα η παρουσία ξύλινων διαζωμάτων (ξυλοδεσιών) σε διάφορες θέσεις καθ' ύψος του δομήματος συνδυάζεται συνήθως με χαμηλής ποιότητας δίστρωτες ή τρίστρωτες αργολιθοδομές. Λόγω του ότι, κατά την συνήθη περίπτωση, τα διαμήκη ξύλινα στοιχεία συνδέονται με εγκάρσια ξύλα ανά αποστάσεις, καθυστερεί η εμφάνιση κατακόρυφων ρωγμών εντός του πάχους της τοιχοποιίας ή, και μετά από την εμφάνιση τέτοιων ρωγμών, το άνοιγμά τους παραμένει μικρότερο από ό,τι στην περίπτωση των άοπλων τοιχοποιιών. Συνεπεία αυτού του μηχανισμού, η θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας με ξυλοδεσιές εμφανίζεται μεγαλύτερη από την θλιπτική αντοχή της άοπλης τοιχοποιίας. Αυτή η μέτρια αύξηση της αντοχής (15%-20%) δεν λαμβάνεται υπ' όψη στους υπολογισμούς.

Εξ αιτίας του ίδιου μηχανισμού, αυξάνεται σημαντικά η παραμόρφωση αστοχίας της τοιχοποιίας. Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, στην περίπτωση των ξυλοδεσιών μπορεί να λαμβάνεται η κορυφαία θλιπτική

Η παρουσία διαζωμάτων δεν μεταβάλλει τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας καθεαυτήν. Τα οριζόντια διαζώματα όταν συνδυάζονται και με κατακόρυφα διαζώματα (και όταν είναι διατεταγμένα στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης και επί πλέον σε μια τουλάχιστον ακόμη ενδιάμεση στάθμη) λειτουργούν ως περίσφιγξη στην θλίψη.

Τα οριζόντια διαζώματα λειτουργούν ως οπλισμός στη διατμητική και καμπτική καταπόνηση, επηρεάζοντας τη ρηγμάτωση και το φορτίο αστοχίας, καθώς και την παραμορφωσιμότητα των στοιχείων από τοιχοποιία.

(α) Τα οριζόντια διαζώματα οδηγούν σε μικρή αύξηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας, η οποία όμως συνιστάται να μην λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

(β) Τα οριζόντια διαζώματα οδηγούν σε σημαντική αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας υπό θλίψη.

παραμόρφωση,  $\epsilon_u$  έως και τριπλάσια της τιμής που αντιστοιχεί στην άσπλη τοιχοποιία του ίδιου τύπου, υπό τον όρον ότι διατίθεται τουλάχιστον μια ενδιάμεση ξυλοδεσιά εντός του ύψους ενός ορόφου.

Ο τρόπος και οι προϋποθέσεις για τον υπολογισμό της συμβολής των οριζόντιων διαζωμάτων σε κάμψη εκτός επιπέδου και σε διατμητική καταπόνηση περιλαμβάνονται στις § 7.2.4, 7.3. 7.4.1.

(γ) Τα οριζόντια διαζώματα αυξάνουν την αντίσταση των δομικών μελών από τοιχοποιία σε κάμψη εκτός επιπέδου.

(δ) Τα οριζόντια διαζώματα αυξάνουν την αντίσταση των δομικών μελών στη διατμητική καταπόνηση.

Το Κεφάλαιο 7 περιλαμβάνει προσομοιώματα για τον υπολογισμό της αντίστασης (φέρουσας ικανότητας), της δυσκαμψίας και της ικανότητας μετελαστικής παραμόρφωσης δομικών στοιχείων τοιχοποιίας, με ή χωρίς πρότερη βλάβη.

Όπου στο παρόν κεφάλαιο δεν υπάρχει χαρακτηρισμός για την αντοχή της τοιχοποιίας ή αναφέρεται ο όρος «αντιπροσωπευτική τιμή» αυτή νοείται ως η μέση τιμή αντοχής εκτός από την περίπτωση εφαρμογής της ελαστικής μεθόδου ανάλυσης με χρήση του δείκτη συμπεριφοράς  $q$ , όπου λαμβάνεται η οιονεί χαρακτηριστική τιμή.

Στις περιπτώσεις όπου καθοριστική για την ανελαστική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων είναι η κάμψη, κατάλληλα μεγέθη  $F$  και  $\delta$  είναι η ροπή κάμψης  $M$  και η στροφή χορδής  $\theta$  του στοιχείου (Σχήμα Σ 7.1(α)).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

#### 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

##### 7.1.1 ΣΚΟΠΟΣ

Το παρόν Κεφάλαιο 7 περιλαμβάνει:

**α)** Την ποσοτική περιγραφή της συμπεριφοράς δομικών στοιχείων τοίχων την οποία προϋποθέτουν οι διάφορες μέθοδοι ανάλυσης κατά το Κεφ.5.

**β)** Προσομοιώματα για τον υπολογισμό της “ικανότητας” δομικών στοιχείων με ή χωρίς πρότερη βλάβη. Η ικανότητα αυτή εκφράζεται σε όρους δυνάμεων ή παραμορφώσεων, προς χρήση στην βασική ανίσωση ασφαλείας του Κεφαλαίου 4. Προσομοιώματα για τα επισκευασμένα ή ενισχυμένα στοιχεία δίνονται στο Κεφ. 8.

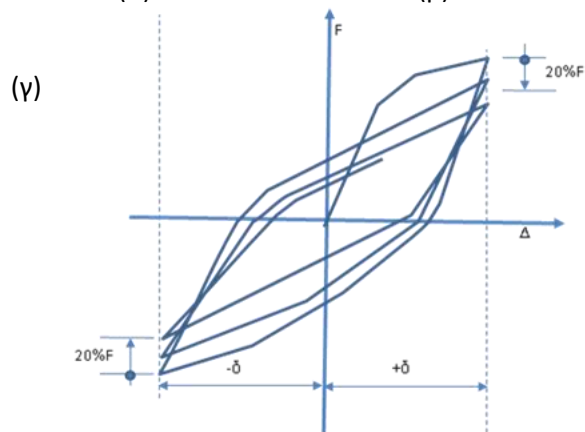
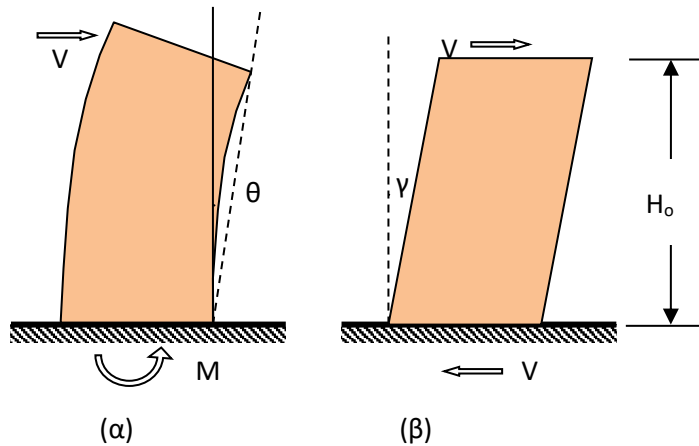
##### 7.1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ– ΟΡΙΣΜΟΙ

###### 7.1.2.1 ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΕΝΤΑΤΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ-ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ “F-Δ”

Η μηχανική συμπεριφορά ενός πεσσού ή υπέρθυρου δίσκου τοιχοποιίας, περιγράφεται μέσω ενός διαγράμματος εντατικού μεγέθους “ $F$ ” και της παραμόρφωσης ή σχετικής μετακίνησης “ $\delta$ ” (Σχήμα 7.1). Το είδος, η διεύθυνση κ.λπ. του μεγέθους  $F$  επιλέγονται έτσι ώστε να χαρακτηρίζουν το κύριο μέρος της έντασης την οποία προκαλεί η σεισμική δράση στο στοιχείο. Η παραμόρφωση

Αν καθοριστική για την ανελαστική συμπεριφορά είναι η διάτμηση, κατάλληλα μεγέθη είναι η τέμνουσα δύναμη  $V$  και η γωνιακή (διατμητική) παραμόρφωση  $\gamma$  (Σχήμα Σ 7.1(β)).

$\delta$  επιλέγεται έτσι ώστε, σε συνδυασμό με το εντατικό μέγεθος  $F$ , να εκφράζει την ενέργεια παραμόρφωσης του στοιχείου, της κρίσιμης περιοχής ή της σύνδεσης.



**α)** Εάν διατίθενται πειραματικά στοιχεία, θεωρείται ότι η μηχανική συμπεριφορά περιγράφεται από την περιβάλλουσα των εξασθενημένων αποκρίσεων  $F$ , στο τέλος του πρώτου κύκλου, μετά από πλήρως ανακυκλιζόμενη επιβαλλόμενη παραμόρφωση  $\pm\delta$ , μέχρι και την απώλεια της ικανότητας του δομικού στοιχείου κατά 20% επί της μεγίστης τιμής (Σχήμα Σ 7.1(γ)).

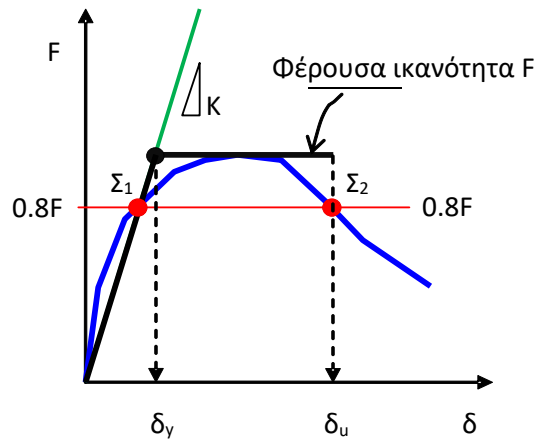
Σχ. Σ 7.1(α), (β): Παραμόρφωση εντός επιπέδου του τοίχου.

Σχ. Σ 7.1(γ): Ορισμός περιβάλλουσας.

Όταν διατίθεται η πειραματική περιβάλλουσα καμπύλη απόκρισης ενός στοιχείου, ο προσδιορισμός των παραμορφώσεων διαρροής και αστοχίας ακολουθεί την διαδικασία του Σχήματος Σ 7.2(α):

**α)** Ορίζεται η οριζόντια εφαπτομένη της καμπύλης στο μέγιστο φορτίο, στην στάθμη της φέρουσας ικανότητας (μέγιστη αντίσταση)  $F$ .

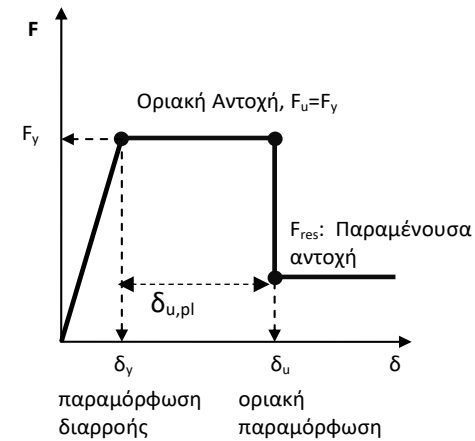
**β)** Χαράσσεται οριζόντια ευθεία σε στάθμη φορτίου ίση με 80% του  $F$ , η οποία κατά κανόνα τέμνει την πειραματική περιβάλλουσα στον ανιόντα κλάδο (Σημείο Σ1) και στον κατιόντα κλάδο μετά το μέγιστο (Σημείο Σ2).



Σχ. Σ 7.2(α): Ορισμός παραμόρφωσης οιονεί διαρροής και αστοχίας στην καμπύλη αντίστασης τοίχου.

Η ευθεία που ορίζεται από την αρχή των αξόνων και το σημείο Σ1 ορίζει την επιβατική (τέμνουσα) δυσκαμψία στο στάδιο της οιονεί διαρροής.

**β)** Όταν δεν διατίθενται πειραματικά δεδομένα για την συμπεριφορά δομικών στοιχείων με χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα των εξεταζόμενων, τότε μπορεί να χρησιμοποιείται ένα σχηματοποιημένο διάγραμμα συμπεριφοράς (Σχήμα 7.1).



Σχ. 7.1: Σχηματοποιημένο διάγραμμα συμπεριφοράς.

Η τετμημένη στο σημείο τομής της τέμνουσας ευθείας με την οριζόντια εφαπτομένη στο μέγιστο ορίζει την παραμόρφωση διαρροής  $\delta_y$ . Η μέγιστη ικανότητα παραμόρφωσης  $\delta_u$  ορίζεται από την τετμημένη του σημείου Σ2.

Η αποδιοργάνωση της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας με απώλεια τμημάτων της, σηματοδοτεί το τελικό στάδιο της αστοχίας του στοιχείου. Τα δομικά στοιχεία από φέρουσα τοιχοποιία θεωρείται ότι αστοχούν όταν έχουν εξαντλήσει την διαθέσιμη πλαστιμότητα στροφών,  $\delta_u$ .

Στην περίπτωση διαζωματικής ή ξυλοπλισμένης ή ξυλόπηκτης τοιχοποιίας, η διαθέσιμη πλαστιμότητα στροφών ( $\delta_u$ ) είναι σαφώς μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής που μπορεί να παραλάβει η άοπλη τοιχοποιία.

Οι απλοί κανόνες για τον υπολογισμό της σεισμικής απόκρισης με ψευδοελαστικές μεθόδους (ανελαστικά φάσματα απόκρισης και χρήση δείκτη συμπεριφοράς, κανόνας ίσων μετακινήσεων ανελαστικού και ελαστικού συστήματος και επεκτάσεις του, κ.λπ.) προϋποθέτουν δι-γραμμική περιβάλλουσα καμπύλη συνολικών δυνάμεων-μετακινήσεων F-δ του δομήματος (π.χ. καμπύλη τέμνουσας βάσης-μετάθεσης κορυφής), με τον οιονεί ελαστικό κλάδο να φθάνει μέχρι τη διαρροή.

Η μορφή των καμπυλών F-δ των επιμέρους προσομοιωμάτων για στοιχεία ή περιοχές του δομήματος, πρέπει να είναι τέτοια ώστε τελικώς να προκύπτει περίπου διγραμμική καμπύλη F-δ για το σύνολο του δομήματος. Έτσι, σε στοιχεία από φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, η οιονεί διαρροή αντιστοιχεί ουσιαστικά στον τερματισμό του ανιόντα ελαστικού κλάδου και την διαμόρφωση ρωγμών στο σώμα του στοιχείου.

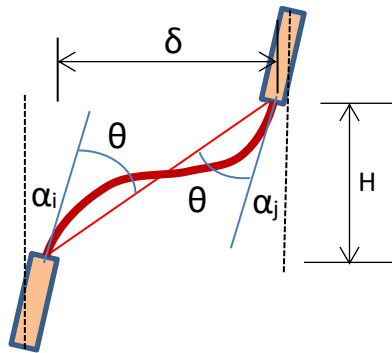
Η παραμόρφωση αστοχίας του δομικού στοιχείου εξαρτάται από την παρουσία ή μη διαζωμάτων (ξύλινων, μεταλλικών ή από Ο.Σ. κ.λπ.) στο σώμα του στοιχείου.

#### 7.1.2.2 ΟΙΟΝΕΙ ΕΛΑΣΤΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΡΟΗ

Η προσέγγιση της πραγματικής καμπύλης F-δ μέσω ενός πολυγραμμικού διαγράμματος είναι γενικώς επαρκής για τις ανάγκες του σχεδιασμού. Στο Σχήμα 7.1 ο πρώτος ευθύγραμμος κλάδος εκτείνεται από την αρχή των αξόνων μέχρι τη συμβατική (ή ενεργό) “διαρροή” του στοιχείου (ή της κρίσιμης περιοχής του στοιχείου, ή της σύνδεσης δύο ή περισσότερων στοιχείων), μετά την οποία η καμπύλη F-δ μπορεί να λαμβάνεται κατά προσέγγιση ως οριζόντια.

Η στροφή που αντιστοιχεί στο στάδιο της «οιονεί διαρροής» επιφανειακών στοιχείων από φέρουσα τοιχοποιία,  $\theta_y$ , είναι η μέση ανηγμένη απόκλιση μεταξύ του παραμορφωμένου στοιχείου και της χορδής του κατά την έναρξη της ρηγμάτωσης (Σχήμα Σ 7.1).

(i) Για εντός επιπέδου κάμψη ή για διάτμηση, η τιμή της  $\theta_y$  μπορεί να λαμβάνεται ίση με 0.0015.



Σχ. Σ 7.2(β): Ορισμός της στροφής χορδής  $\theta$ , σε σχέση με την εφαπτομένη στην βάση.

Για λόγους αριθμητικής ευστάθειας της ανάλυσης όπου τεκμηριωμένα θεωρείται ότι υπάρχει πλαστιμότητα, ο μετελαστικός κλάδος μπορεί να λαμβάνεται με μικρή θετική κλίση.

Αν χρησιμοποιείται ανελαστική μέθοδος ανάλυσης της σεισμικής απόκρισης (βλ. §§ 5.6 και 5.7), η χρήση αρνητικής κλίσης της καμπύλης  $F-\delta$  μπορεί να οδηγήσει σε αριθμητικά προβλήματα και λανθασμένα αποτελέσματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνιστάται μια κατάλληλη μείωση της  $F_y$ , ώστε ένας συντηρητικότερος οριζόντιος μετελαστικός κλάδος, να

(ii) Για εκτός επιπέδου κάμψη, η στροφή χορδής «διαρροής»,  $\theta_y$ , μπορεί να λαμβάνεται ως 0.0020.

### 7.1.2.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ $F_y$

Η αντίσταση διαρροής,  $F_y$ , μπορεί να ληφθεί ίση με την μέγιστη αντίσταση του αντίστοιχου τρόπου αστοχίας, σύμφωνα με όσα περιγράφονται κατωτέρω.

### 7.1.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕΤΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΙΧΟΥ

Στις περιπτώσεις όπου αναμένεται ορισμένη αξιόπιστη πλαστιμότητα των κρίσιμων περιοχών, είναι αποδεκτό να λαμβάνεται ο μετελαστικός κλάδος της καμπύλης  $F-\delta$  ως οριζόντιος μέχρι την παραμόρφωση αστοχίας του στοιχείου,  $\delta_u$  (βλ. Σχήμα 7.1).

Προκειμένου να ληφθεί υπόψη τυχόν αναμενόμενη έντονη εξασθένηση της απόκρισης με την ανακύκλιση της παραμόρφωσης, ή τα φαινόμενα 2ας τάξεως, ο μετελαστικός κλάδος οφείλει να λαμβάνεται με αρνητική κλίση.

λαμβάνει προσεγγιστικώς υπόψη και την εξασθένιση απόκρισης υπό μεγαλύτερες παραμορφώσεις (Σχήμα Σ 7.2).

Για τους τοίχους από φέρουσα τοιχοποιία ως  $\delta$  χρησιμοποιείται η γωνία στροφής χορδής,  $\theta$ , μετρούμενη ως προς την εφαπτομένη του παραμορφωμένου στοιχείου στην βάση του, ή η γωνία διατμητικής παραμόρφωσης  $\gamma$ . Ο δείκτης πλαστιμότητας  $\mu_\delta = \mu_\theta$  αφορά γωνίες στροφής χορδής, δηλ. σχετική μετάθεση άκρων στοιχείου ανηγμένη προς την μεταξύ τους απόσταση.

Το μέγεθος της απομένουσας αντίστασης  $F_{res}$  και της παραμόρφωσης για την οποία μηδενίζεται (ουσιαστικώς) η αντίσταση σε φορτία βαρύτητας είναι δύσκολο να εκτιμηθούν για στοιχεία από φέρουσα άοπλη τοιχοποιία.

Για τις ανάγκες της προσομοίωσης θεωρείται:

#### 7.1.4 ΟΡΙΟ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ

Ως αστοχία ορίζεται η σημαντική και συχνά απότομη μείωση της αντίστασης  $F$  υπό μονοτονικά αυξανόμενη παραμόρφωση, ή υπό ανακυκλιζόμενη παραμόρφωση. Υπό την έννοια αυτή, μπορεί να θεωρηθεί ως “αστοχία” μία μείωση της αντίστασης ίση περίπου με 20% της μέγιστης τιμής της. Ως παραμόρφωση αστοχίας,  $\delta_u$ , επομένως, ορίζεται εκείνη η τιμή που αντιστοιχεί σε απόκριση  $F$  μειωμένη κατά 20% έναντι της μέγιστης (Σχήμα Σ 7.2(α)).

Η τιμή της παραμόρφωσης αστοχίας,  $\delta_u$ , ορίζει και την ικανότητα πλαστικής παραμόρφωσης, μέσω του πλαστικού τμήματος της παραμόρφωσης αστοχίας, δηλ. του  $\delta_{u,pl} = \delta_u - \delta_y$  ενός στοιχείου, μιας κρίσιμης περιοχής ή μιας συνδέσεως στοιχείων. (Σχήμα Σ 7.1).

Η παραμόρφωση  $\delta$  μπορεί να εκφράζεται ως ανηγμένο μέγεθος, με τη βοήθεια του δείκτη πλαστιμότητας παραμορφώσεων  $\mu_\delta$ .

$$\mu_\delta = \delta / \delta_y = \theta / \theta_y \quad (7.1)$$

Η  $\mu_{\delta_u} = \delta_u / \delta_y$  ορίζεται ως διαθέσιμη (μέγιστη) τιμή του δείκτη πλαστιμότητας παραμορφώσεων.

#### 7.1.5 ΑΠΟΜΕΝΟΥΣΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Μετά την παραμόρφωση αστοχίας,  $\delta_u$ , μειώνεται σημαντικά η απόκριση του στοιχείου σε ένταση λόγω σεισμικής δράσης υπό αυξανόμενη παραμόρφωση  $\delta$ , αλλά συνήθως δεν μηδενίζεται. Η απόκριση αυτή μπορεί να θεωρηθεί περίπου σταθερή μέχρι την παραμόρφωση που προκαλεί απώλεια της αντίστασης έναντι φορτίων βαρύτητας, αναφέρεται δε ως απομένουσα αντίσταση  $F_{res}$ . Η τιμή της απομένουσας αντίστασης ενδιαφέρει μόνον για λόγους προσομοίωσης της ανελαστικής



(i) Για τοίχους που υπόκεινται σε εντός επιπέδου συνδυασμό τέμνουσας και κατακόρυφου αξονικού φορτίου, λαμβάνεται η απομένουσα αντοχή ίση με το 50% της οριακής αντοχής των στοιχείων.

(ii) Για τοίχους που κάμπτονται κάθετα στο επίπεδό τους υπό συνδυασμό οριζόντιας σεισμικής πίεσης και κατακόρυφου αξονικού φορτίου, λαμβάνεται η απομένουσα αντοχή ίση με το 30% της οριακής αντοχής εάν πρόκειται για διαζωματική τοιχοποιία. Η απομένουσα αντοχή λαμβάνεται ίση με μηδέν για συνήθεις ψαθυρές τοιχοδομές.

Πρόκειται πάντως για κατάσταση αστοχίας που ενδιαφέρει μόνον για την στάθμη επιτελεστικότητας Γ, «Αποφυγή οιονεί-κατάρρευσης», και μόνον εφόσον υπάρχουν πλαστικά στοιχεία (βλ. Κεφ. 9).

Το όριο μεταξύ πλαστικής και ψαθυρής συμπεριφοράς λαμβάνεται συμβατικά ίσο με 1.5, όταν αναφέρεται στη *διαθέσιμη* τιμή δείκτη πλαστιμότητας ανηγμένων σχετικών μετακινήσεων (δηλαδή στροφής χορδής), των τοίχων,  $\mu_{\theta}$ .

Αν χρησιμοποιείται ελαστική ανάλυση χωρίς ενιαίο δείκτη συμπεριφοράς  $\alpha$ , η ανίσωση ασφαλείας μπορεί να εφαρμόζεται σε όρους δυνάμεων, αρκεί η ένταση  $F$  να συγκρίνεται με την αντοχή  $F_y$  ( $\approx F_u$ ) του στοιχείου, αφού διαιρεθεί με κατάλληλο τοπικό δείκτη πλαστιμότητας  $m$ , ο οποίος συνδέεται με τη διαθέσιμη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας παραμορφώσεων  $\mu_{\theta}$  του υπόψη στοιχείου (βλ. § 9.3.2).

απόκρισης πλαστικών στοιχείων τοίχων (βλ. § 9.3.1 για την απαίτηση ικανοποίησης κριτηρίων ελέγχου από όλα τα στοιχεία).

### 7.1.6 ΠΛΑΣΤΙΜΗ ΚΑΙ ΨΑΘΥΡΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Αν η διαθέσιμη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας  $\mu_{\theta}$  ενός δομικού στοιχείου, μιας κρίσιμης περιοχής στοιχείου, ή μιας συνδέσεως στοιχείων τοίχων ξεπερνά ένα ορισμένο όριο, η συμπεριφορά χαρακτηρίζεται ως πλαστική, οπότε η ανίσωση ασφαλείας του θα εκφράζεται σε όρους παραμορφώσεων  $\delta$ .

Διαφορετικά, η συμπεριφορά χαρακτηρίζεται ως ψαθυρή, οπότε η ανίσωση ασφαλείας θα εκφράζεται σε όρους δυνάμεων  $F$ , βλ. Κεφ. 4.

### 7.2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Στοιχεία από άοπλη τοιχοποιία υπό εντός επιπέδου κάμψη:

Κατά τον έλεγχο μιας διατομής έναντι εντός επιπέδου κάμψεως, αμελείται η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας, και γίνεται παραδοχή αδρανούς περιοχής. Η ροπή κάμψεως  $M_{Rd}$  την οποία μπορεί να αναλάβει η διατομή ελέγχου εξαρτάται από την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και από την τιμή του (ευμενούς) αξονικού θλιπτικού φορτίου, κατά την ακόλουθη σχέση (βλ. Σχήμα Σ 7.3) ως εξής:

$$M_{Rd} = N_{sd} \cdot (1 - 1.15\nu_{sd}) \cdot L/2 \quad (7.2\alpha)$$

$N_{sd}$  είναι το αξονικό φορτίο του τοίχου για το σεισμικό συνδυασμό (λαμβάνεται υπόψη μόνον εφόσον είναι θλιπτικό)

$L$  είναι η οριζόντια εντός επιπέδου διάσταση του τοιχώματος (μήκος),  
 $\nu_{sd} = N_{sd}/(L \cdot t \cdot f_d)$  είναι το ανηγμένο αξονικό φορτίο (με  $f_d = f_{wc}/\gamma_m$ , όπου  $f_{wc}$  είναι η αντιπροσωπευτική τιμή της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας όπως λαμβάνεται από επί τόπου δοκιμές και από πρόσθετες πηγές πληροφόρησης, και το  $\gamma_m$  είναι ο συντελεστής ασφαλείας για την τοιχοποιία σύμφωνα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων κατά την § 4.5.3, το  $t$  είναι το πάχος του τοίχου.

### 7.2.1 ΙΚΑΝΟΤΙΚΗ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Η ικανοτική τέμνουσα  $V_f$ , υπολογίζεται από την Σχέση (7.2β).

$$V_f = \frac{LN_{sd}}{2H_0} (1 - 1.15\nu_{sd}) \quad (7.2\beta)$$

Όπου,

$H_0$  είναι η απόσταση μεταξύ της διατομής στην οποία αναπτύσσεται η μέγιστη ροπή και του σημείου μηδενισμού των ροπών.

Όταν αναπτύσσεται η αντοχή σε κάμψη σε κρίσιμη διατομή λόγω οριζόντιας σχετικής μετάθεσης των άκρων του τοίχου, τότε ορίζεται ως ικανοτική τέμνουσα, η δύναμη που δρα σε διατμητικό μήκος  $H_0$  και βρίσκεται σε ισορροπία με την καμπτική αντοχή, σύμφωνα με το Σχήμα Σ 7.3. Η ικανοτική τέμνουσα συγκρίνεται με την δρώσα τέμνουσα  $V_{Ed}$  για την διαπίστωση υπέρβασης του ελαστικού ορίου.

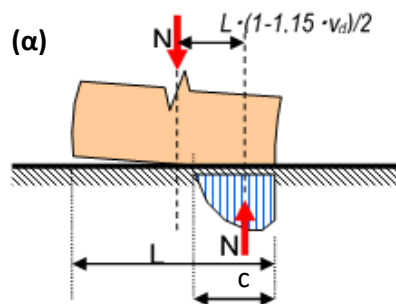
Όταν οι τοίχοι κάμπτονται εντός επιπέδου, οι στροφές που αναπτύσσονται οφείλονται σε συνδυασμό καμπτικών και διατμητικών παραμορφώσεων.

Σε στοιχεία με αμιγώς καμπτική συμπεριφορά το σημείο της οιονεί διαρροής σχετίζεται με την ανάπτυξη της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας στην ακραία θλιβόμενη ίνα της κρίσιμης διατομής λόγω κάμψης. Υπογραμμίζεται ότι, επειδή δεν υπάρχει οπλισμός, η καμπτική συμπεριφορά αναφέρεται σε περιστροφή των τοίχων περί την διατομή στήριξης στη βάση (βλ. Σχήμα Σ 7.3).

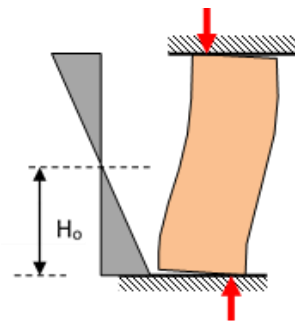
Για τον υπολογισμό της ροπής κάμψεως που αντιστοιχεί στην οιονεί διαρροή, απαιτείται ο υπολογισμός του μήκους της θλιβόμενης περιοχής στην κάτωψη του δομήματος (βλ. Κεφ. 5-A.1). Η δημιουργία αδρανών περιοχών (δηλ. περιοχών όπου οι ορθές τάσεις που προκύπτουν από συνδυασμό ροπής και αξονικού φορτίου είναι εφελκυστικές) μειώνει την φέρουσα ικανότητα έναντι κάμψεως. Είναι:

$$v_d = \sigma_d / f_d$$

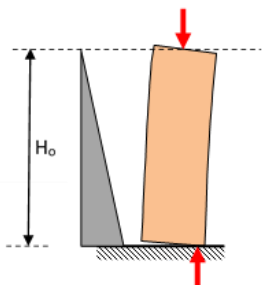
(Σ 7.1)



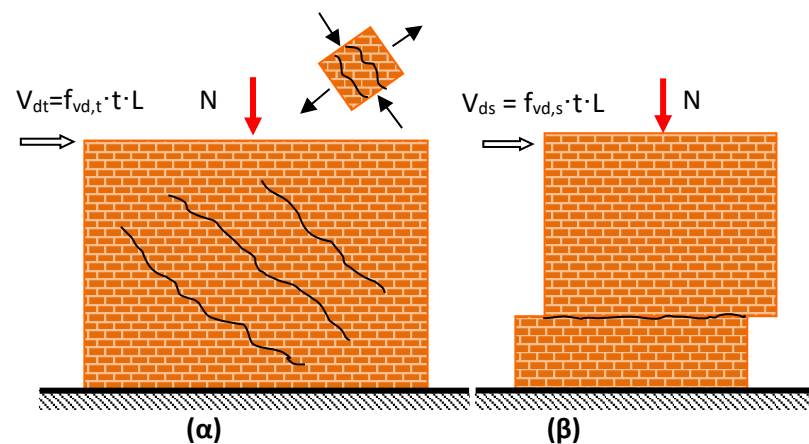
(β)



(γ)



Σχ. Σ 7.3: Εντός επιπέδου κάμψη στοιχείου. (α) Ορισμός εσωτερικής ροπής. (β) Ορισμός ύψους  $H_0$  σε σχέση με το διάγραμμα ροπών. (γ) Ορισμός  $H_0$  σε τοίχο χωρίς άκαμπτο διάφραγμα στην κορυφή.



Σχ. Σ 7.4(α): Διαγώνια εφελκυστική αστοχία, (β) Ολίσθηση κατά μήκος οριζόντιου αρμού κονιάματος.

Η άοπλη τοιχοποιία υπό τέμνουσα με ταυτόχρονη παρουσία κατακόρυφης θλίψεως αστοχεί με έναν εκ των κατωτέρω τρόπων:

**α)** με την εμφάνιση λοξών ρωγμών (κατά την μία ή και κατά τις δυο διαγωνίους της τοιχοποιίας).

**β)** λόγω θλιπτικής αστοχίας του διαγώνιου θλιπτήρα υπό ταυτόχρονο εγκάρσιο εφελκυσμό.

**γ)** με ολίσθηση κατά μήκος των οριζοντίων αρμών.

Η πρώτη και η τρίτη περίπτωση είναι συνήθεις, βλ. Σχήμα Σ 7.4).

Η γωνία κλίσεως των ρωγμών (Σχήμα Σ 7.4α) εξαρτάται από το μέγεθος του ταυτόχρονου θλιπτικού φορτίου. Λόγω ανακυκλιζόμενων δράσεων

## 7.2.2 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

Η διατμητική αντίσταση,  $V_v$ , ενός τοίχου από άοπλη τοιχοποιία μπορεί να υπολογίζεται από την σχέση 7.3(α):

$$V_v = f_{vd} L't \quad (7.3\alpha)$$

όπου:

$L'$ : είναι το μήκος της θλιβόμενης περιοχής του τοίχου

$t$ : είναι το πάχος του τοίχου, και

$f_{vd}$ : είναι η αντιπροσωπευτική τιμή της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας, η οποία συνυπολογίζει και την παρουσία κατακόρυφου θλιπτικού φορτίου ως εξής:

$$f_{vd} = f_{vm0} + 0,4 N_{sd}/L't \leq 0,065f_{bc}, \quad (7.3\beta)$$

όπου:

$f_{vm0}$  είναι η διατμητική αντοχή στην περίπτωση απουσίας κατακόρυφου φορτίου (συνοχή).

$f_{bc}$  είναι η θλιπτική αντοχή του τοιχοσώματος

Και οι δύο αντοχές πρέπει να λαμβάνονται από επί τόπου δοκιμές και /ή από πρόσθετες πηγές πληροφόρησης, και να διαιρούνται με τους συντελεστές εμπιστοσύνης CF, όπως ορίζονται στο 3.5(1)P και στον Πίνακα 3.1, του ΕΚ 8-3: συνυπολογίζοντας το επίπεδο της γνώσης που έχει αποκτηθεί.

(σεισμός), οι διαγώνιες/δισδιαγώνιες ρωγμές ενδέχεται να οδηγήσουν σε αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας του στοιχείου και, επομένως, σε αστοχία του.

Οι λοξές ρωγμές εμφανίζουν μορφολογία η οποία εξαρτάται από τον τρόπο δομήσεως της τοιχοποιίας:

**α)** Όταν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθοσωμάτων και του κονιάματος είναι παραπλήσια, οι λοξές ρωγμές περνούν τόσο μέσω των αρμών κονιάματος, όσο και μέσω των λιθοσωμάτων. Έτσι, οι ρωγμές εμφανίζονται περίπου ως ευθείες γραμμές.

**β)** Όταν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθοσωμάτων είναι σημαντικώς μεγαλύτερα από εκείνα του κονιάματος, οι ρωγμές διαδίδονται μέσω των αρμών του κονιάματος και έχουν μορφή βαθμιδωτή.

**γ)** Όταν το μέγεθος των λιθοσωμάτων είναι μικρό, ακόμη και αν αυτά έχουν σημαντικά μεγαλύτερη αντοχή από το κονίαμα, οι ρωγμές που διαδίδονται μέσω των αρμών του κονιάματος έχουν μορφή περίπου ευθείας γραμμής.

**δ)** Όταν η τοιχοποιία είναι δίστρωτη ή τρίστρωτη, ακόμη και όταν οι εξωτερικές παρειές είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους, η μορφολογία ρηγματώσεως είναι συνήθως διαφορετική στις δυο εξωτερικές όψεις της τοιχοποιίας.

Η Σχέση (7.3β) στηρίζεται σε προσομοίωμα τριβής, το οποίο αναφέρεται σε αστοχία ολισθήσεως κατά μήκος των αρμών. Η θεωρητική διατμητική αντοχή μπορεί να εκτιμηθεί σε όρους τάσεων ακριβέστερα ως εξής:

- i. Για υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας λόγω διάτμησης (διαγώνια ρηγμάτωση στην κατεύθυνση των κύριων θλιπτικών τάσεων, κάθετα στην κατεύθυνση των κύριων εφελκυστικών τάσεων,

Σχήμα Σ 7.4(α)), η διατμητική τάση ρηγματώσεως,  $f_{vd,t}$  μπορεί να προσδιορίζεται συναρτήσει της αντιπροσωπευτικής τιμής της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας  $f_{wt,d}$  και του αξονικού φορτίου από την σχέση:

$$f_{vd,t} = \left[ \left( -f_{wt,d} - \frac{v_d f_d}{2} \right)^2 - \left( \frac{v_d f_d}{2} \right)^2 \right]^{1/2} = \sqrt{f_{wt,d} \cdot (f_{wt,d} + v_d \cdot f_d)} \quad (\Sigma 7.2)$$

όπου:

το αρνητικό πρόσημο αναφέρεται σε εφελκυσμό και το θετικό σε θλίψη.  
 $f_{vd,t}$ : είναι η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας που σχετίζεται με διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση.

$f_{wt,d}$ : είναι η αντιπροσωπευτική τιμή της αντοχής της τοιχοποιίας σε εφελκυσμό.

Υπενθυμίζεται ότι  $f_d = f_{wc} / \gamma_m$

Όπου  $\gamma_m$  είναι ο συντελεστής ασφαλείας για την τοιχοποιία σύμφωνα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων κατά την § 4.5.3.

- ii. Εναλλακτικά, με αναφορά στο προσομοίωμα ολισθήσεως κατά μήκος των οριζοντίων αρμών (Σχήμα Σ 7.4(β)) η θεωρητική τιμή της διατμητικής αντοχής ολισθήσεως  $f_{vd,s}$  εκτιμάται από την συνοχή και την τριβή που δημιουργείται παρουσία του υπερκείμενου θλιπτικού φορτίου, ως:

$$f_{vd,s} = f_{vm0} + \mu \cdot (v_d f_d) \quad (\Sigma 7.3)$$

όπου:

$f_{vd,s}$  η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας που σχετίζεται με ολίσθηση κατά μήκος επιφάνειας τριβής.

$f_{vm0}$  η συνοχή που αναπτύσσεται στη διεπιφάνεια του κονιάματος – λιθοσώματος.

$\mu$ : είναι ο φαινόμενος συντελεστής τριβής κατά μήκος της επιφάνειας ολίσθησεως. Ο φαινόμενος συντελεστής τριβής αναφέρεται σε οριζόντιο επίπεδο και όχι στο κεκλιμένο επίπεδο της ρωγμής. Η τιμή του

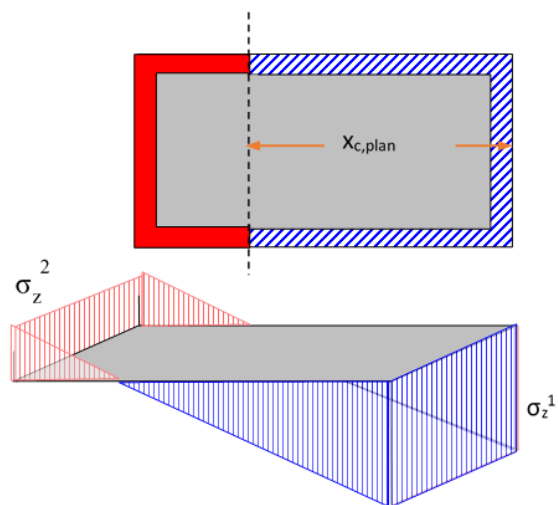
συντελεστή τριβής είναι συνάρτηση τόσο της τιμής της θλιπτικής τάσεως, όσο και της τραχύτητας της διεπιφάνειας.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, ο συντελεστής τριβής μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 0,40. Δεδομένου ότι αυτή η τιμή αντιστοιχεί σε μεγάλες τιμές θλιπτικής τάσης κάθετης στην διεπιφάνεια, όταν πρόκειται για αποτίμηση κτηρίων με ιστορική/αρχιτεκτονική αξία, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη κατάλληλη (αυξημένη) τιμή του συντελεστή τριβής, βάσει της βιβλιογραφίας (βλ. Σχόλια § 6.5.2).

$v_d f_d = \sigma_d$ : είναι η υπερκείμενη θλιπτική τάση στο επίπεδο ολισθήσεως.

Η αντίσταση ολισθήσεως αναπτύσσεται μόνο στην θλιβόμενη περιοχή των τοίχων που βρίσκονται διατεταγμένοι παράλληλα προς την κατεύθυνση της σεισμικής δράσης στην κάτοψη του κτιρίου (βλ. διαγραμματισμένο τμήμα της κάτοψης στο Σχήμα Σ 7.5, και Σχέση 7.3(α)). Η συμβολή των τοίχων που είναι διατεταγμένοι εγκάρσια προς την κατεύθυνση της σεισμικής δράσης, στην θλιβόμενη περιοχή της κάτοψης του κτιρίου μπορεί να λαμβάνεται υπόψη μόνον παρουσία δύσκαμπτων διαφραγμάτων. (Δηλαδή ελλείψει δύσκαμπτων διαφραγμάτων δεν λαμβάνεται υπόψη συμβολή στην διατμητική αντοχή του κτιρίου από τοίχους που διακινούνται εγκάρσια προς την διεύθυνση του σεισμού).

Για την περίπτωση ελέγχων τάσεων με την βοήθεια ανάλυσης με πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία (βλ. Κεφ. 5), προτείνεται για την εκτίμηση της αντοχής τοίχων σε διάτμηση να λαμβάνεται στην Σχέση (7.3) ως  $f_{vd}$  η ελάχιστη των τιμών  $f_{vd,t}$  και  $f_{vd,s}$ .



Σχ. Σ 7.5: Αντοχή ολισθήσεως αναπτύσσεται στο διαγραμμισμένο τμήμα της κάτοψης των φερόντων τοίχων.

### 7.2.3 ΜΟΡΦΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΔΡΑΣΗ

Θεωρείται ότι ο τοίχος ελέγχεται από την τέμνουσα αν:

$$V_v \leq V_f \quad (7.4)$$

Άλλως θεωρείται ότι ο τοίχος ελέγχεται από την κάμψη.

Κατά τον έλεγχο επάρκειας, συγκρίνεται η τέμνουσα σχεδιασμού με την ελάχιστη των τιμών  $V_v$  και  $V_f$ .



Δεδομένου ότι τα οριζόντια διαζώματα (όπως π.χ. ξυλοδεσιές) ενεργοποιούνται μετά από την εμφάνιση των λοξών ρωγμών στην τοιχοποιία, οπότε η  $f_{v0}$  έχει μηδενισθεί, η συνεισφορά της άοπλης τοιχοποιίας μπορεί να λαμβάνεται ίση με την συμβολή της τριβής κατά μήκος της λοξής ρωγμής.

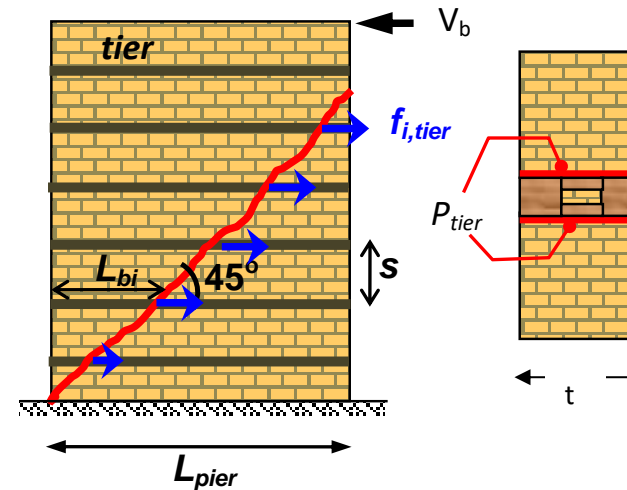
Όταν το δόμημα διαθέτει οριζόντια διαζώματα (όπως π.χ. ξυλοδεσιές) καθ' όλη την περίμετρό του, ο σπλισμός μπορεί να θεωρείται πλήρως αγκυρωμένος εκατέρωθεν της ρωγμής.

Στην περίπτωση ξυλοδεσιών, εάν η αναμενόμενη ρωγμή διέρχεται από περιοχή ματίσματος διαμήκων ξύλινων στοιχείων, συνιστάται (επί το δυσμενέστερον) να αμελείται η συμβολή του σπλισμού.

#### 7.2.4 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΔΙΑΖΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

Τα οριζόντια διαζώματα στο σώμα της τοιχοποιίας λειτουργούν ως σπλισμός και συμβάλλουν στην αύξηση της φέρουσας ικανότητας του στοιχείου έναντι τέμνουσας.

Η φέρουσα ικανότητα έναντι τέμνουσας στοιχείου τοιχοποιίας το οποίο διαθέτει οριζόντια διαζώματα μπορεί να υπολογίζεται ως άθροισμα της συνεισφοράς της άοπλης τοιχοποιίας (Σχέση 7.2) και της συνεισφοράς των ξύλινων, μεταλλικών ή από σπλισμένο σκυρόδεμα στοιχείων, ανάλογα με τον βαθμό αγκύρωσής τους εκατέρωθεν της αναμενόμενης διατμητικής ρωγμής.



Σχ. 7.2: Η συμβολή των οριζόντιων διαζωμάτων

Ως τιμή της  $u_{b,tier}$  μπορεί να ληφθεί το γινόμενο του συντελεστή τριβής επί την θλιπτική τάση, η οποία ασκείται στην στάθμη όπου είναι τοποθετημένο το ξύλινο ή μεταλλικό στοιχείο.

Ελλείψει άλλων δεδομένων ως συντελεστής τριβής θα λαμβάνεται η τιμή  $\mu=0.4$ .

Αυτές οι ροπές προκύπτουν από την εκτός επιπέδου δράση του σεισμού ή από τον άνεμο.

Ειδικότερα, η συμβολή των οριζόντιων στοιχείων (μεμονωμένων, είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα, ή υπό την μορφή ξυλοδεσιών ή μεταλλικού διαζώματος) θα λαμβάνεται υπόψη στην διαμόρφωση της φέρουσας ικανότητας στοιχείων έναντι τέμνουσας, ως εξής: Κάθε στοιχείο το οποίο τέμνεται από μίαν ιδεατή ρωγμή με κλίση ίση με  $45^\circ$ , συμβάλλει στην διατμητική αντίσταση του στοιχείου με δύναμη  $V_{tier}$  (βλ. Σχήμα 7.2), η οποία υπολογίζεται από την Σχέση (7.5) (και πάντως όχι μεγαλύτερη από την εφελκυστική αντοχή του στοιχείου):

$$V_{tier} = u_{b,tier} \cdot p_{tier} \cdot L_{b,t} \quad (7.5)$$

Όπου:

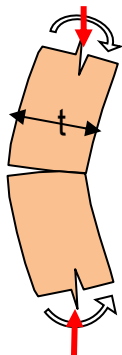
- $u_{b,tier}$  η τάση συνάφειας μεταξύ του διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας
- $p_{tier}$  η περίμετρος επαφής μεταξύ του διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας
- $L_{b,t}$  το ελάχιστο μήκος επαφής του διαζώματος με την τοιχοποιία μετρούμενο αριστερά ή δεξιά του επιπέδου της διαγώνιας ρωγμής.

### 7.3 ΤΟΙΧΟΙ ΥΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΟΙ ΣΕ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗ ΥΠΟ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΞΟΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Η φέρουσα ικανότητα ενός στοιχείου υποβαλλόμενου σε εκτός επιπέδου κάμψη υπολογίζεται για δυο πιθανούς τρόπους αστοχίας, δηλαδή, παράλληλα και κάθετα προς τους οριζόντιους αρμούς κονιάματος της τοιχοποιίας, σύμφωνα με τις σχέσεις που ακολουθούν.

**α)** Εκτός επιπέδου ροπή κάμψεως περί οριζόντιο άξονα:

Γίνονται οι κατωτέρω παραδοχές:



Σχ. Σ 7.6: Υπολογισμός αντοχής τοίχου σε κάμψη (εκτός επιπέδου δράση) σύμφωνα με την θεώρηση ανενεργού περιοχής.

Σε περιπτώσεις ιδιαίτερα επιμήκων τοίχων, η ροπή ελέγχου που προκύπτει από τις οριζόντιες σεισμικές ωθήσεις (βλ. Κεφ. 5-B), αλλά και η αντοχή σε κάμψη που εκτιμάται από τις Σχέση 7.6, μπορεί να υπολογίζονται ανά μονάδα μήκους ή ύψους του τοίχου (σε kN-m/m). Αντίστοιχα δίδονται ανά μονάδα μήκους του τοίχου και τα αποτελέσματα από αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων. Για την περίπτωση αυτή οι Εξισώσεις (7.6) τροποποιούνται ως εξής:

$$\bar{M}_{Rd1,o} = \frac{1}{2} t_w^2 \sigma_0 \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_d} \right) \quad (\text{σε kN-m/m μήκους}) \quad (\Sigma.7.4\alpha)$$

$$\bar{M}_{Rd2,o} = \frac{1}{6} f_{wt,d} \cdot t^2 \quad (\text{σε kN-m/m ύψους}) \quad (\Sigma.7.4\beta)$$

Εφόσον υπάρχουν ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία ή άλλα είδη σπλισμού επαρκώς αγκυρωμένα πέραν της κρίσιμου διατομής, τα οποία είναι τοποθετημένα κατά τρόπο ώστε να διατέμνουν το επίπεδο ρηγματώσεως,

Η εφελκυστική αντοχή της μονόστρωτης ή δίστρωτης με διάτονα λιθοσώματα τοιχοποιίας αμελείται, γίνεται παραδοχή αδρανούς περιοχής (Σχ. Σ 7.6), η δε ροπή κάμψης την οποία μπορεί να αναλάβει η διατομή ελέγχου εξαρτάται από την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και από την τιμή του (ευμενούς) αξονικού φορτίου, κατά την ακόλουθη σχέση:

$$M_{Rd1,o} = \frac{1}{2} \ell t_w^2 \sigma_0 \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_d} \right) \quad (7.6\alpha)$$

όπου,

$\sigma_0$  ( $=N_{sd}/\ell t_w$ ) η θλιπτική τάση λόγω αξονικής δράσεως στην διατομή ελέγχου,  
 $\ell$  και  $t_w$  το μήκος και το πάχος της διατομής και  
 $f_d$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.

**β)** Εκτός επιπέδου ροπή κάμψης περί κατακόρυφο άξονα:

Σ' αυτήν την περίπτωση, η ροπή κάμψης την οποία μπορεί να αναλάβει η κρίσιμη διατομή εκτιμάται με βάση την αντίστοιχη εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας:

$$M_{Rd2,o} = \frac{1}{6} f_{wt,d} \cdot t^2 \ell \quad (7.6\beta)$$

όπου,

$\ell$  και  $t_w$  το μήκος και το πάχος της καμπτόμενης διατομής του στοιχείου αντίστοιχως, εν προκειμένω το  $\ell$  αντιστοιχεί στο ύψος του τοίχου.  
 $f_{wt,d}$  η αντιπροσωπευτική εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας (ίση προς  $f_{wt}/\gamma_w$ ).

Η ικανοτική τέμνουσα,  $F_y$  σε εκτός επιπέδου κάμψη υπολογίζεται από τον λόγο της αντίστοιχης ροπής (Σχέση 7.6(α), και 7.6(β)) δια το μήκος διάτμησης του τοίχου,  $H_o$ ,

τότε η συμβολή τους στην αντοχή του στοιχείου έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως μπορεί να λαμβάνεται υπόψη κατόπιν τεκμηριωμένης αιτιολόγησης.

Η στροφή υπολογίζεται κατόπιν αναγωγής προς την απόσταση  $H_0$ , και μπορεί να ορισθεί με αναφορά την σχετική μετακίνηση σημείων τα οποία βρίσκονται είτε στην ίδια κατακόρυφη ευθεία είτε στην ίδια διατομή του τοίχου (βλ. Σχήμα και Σ.7.7(α) και (β), αντιστοίχως) και μετράται σε σχέση με την εφαπτομένη του παραμορφωμένου στοιχείου στις στηρίξεις (Σ.7.2(β)).

Ο μελετητής μπορεί να λαμβάνει υπόψη του την ύπαρξη οριζοντίων διαζωμάτων ή άλλων στοιχείων οπλισμού εφόσον υπάρχουν, κατά την κρίση του με βάση έγκριτη βιβλιογραφία.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορεί να γίνεται χρήση των ακόλουθων τιμών, κατά περίπτωση:

**α)** Η ικανότητα ενός τοίχου από άοπλη τοιχοποιία η οποία ελέγχεται από την κάμψη (Σχήμα Σ 7.1(α)) μπορεί να εκφράζεται σε όρους σχετικής μετατόπισης και λαμβάνεται από τις σχέσεις (Σ 7.5)

$$d_u = 0,008 \cdot H_0 / L \text{ για πρωτεύοντες σεισμικούς τοίχους, } (\Sigma 7.5\alpha)$$

και με

$$d_u = 0,012 \cdot H_0 / L \text{ για τους δευτερεύοντες, } (\Sigma 7.5\beta)$$

όπου:

ήτοι την απόσταση από την κρίσιμη διατομή όπου αναπτύσσεται η μέγιστη ροπή, μέχρι το σημείο μηδενισμού της ροπής (Σχήμα Σ 7.9).

#### 7.4 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Η ονομαστική ικανότητα παραμόρφωσης,  $d_u$ , τοίχου από τοιχοποιία, αναφέρεται στο σημείο Σ2 του διαγράμματος του Σχήματος Σ 7.2 (α).

##### 7.4.1 ΤΟΙΧΟΙ ΦΟΡΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΟΥΣ

Η ικανότητα παραμόρφωσης ενός φέροντος στοιχείου το οποίο αστοχεί λόγω εντός επιπέδου κάμψεως εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας, η παρουσία στοιχείων «οπλισμού» στο σώμα της τοιχοποιίας, κ.λπ. επομένως, η εκτίμηση των κατάλληλων τιμών ικανότητας παραμόρφωσης μπορεί να βασίζεται σε κατάλληλα πειραματικά αποτελέσματα.

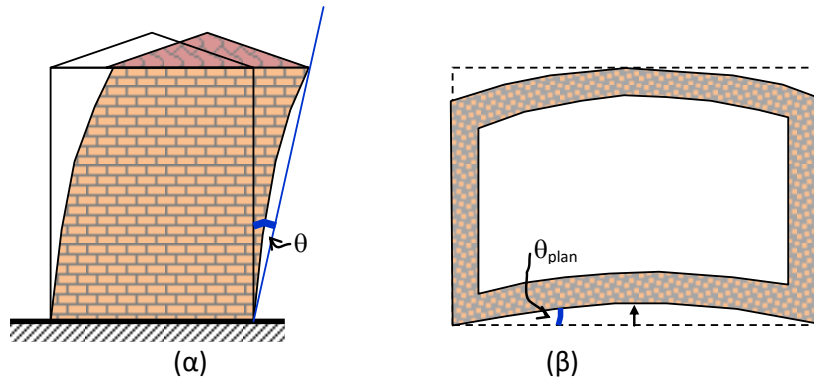
$L$ : είναι η οριζόντια εντός επιπέδου διάσταση του τοίχου (μήκος),  
 $H_0$ : είναι η απόσταση μεταξύ της διατομής στην οποία επιτυγχάνεται η  
καμπτική ικανότητα και του σημείου μηδενισμού των ροπών (βλ. Σχήμα  
Σ 7.3(β) και (γ)).

**β)** Η ικανότητα ενός τοίχου από άοπλη τοιχοποιία που ελέγχεται από την  
τέμνουσα (Σχήμα Σ 7.1(β)), μπορεί να εκφράζεται σε όρους ανηγμένης  
σχετικής μετατόπισης και να λαμβάνεται ίση με:

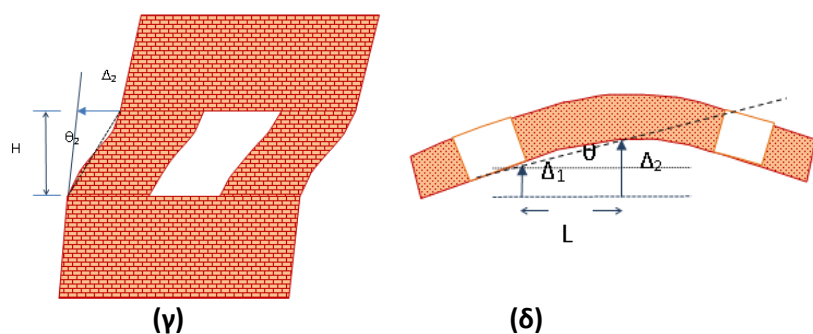
$$\theta_u = 0,004 \text{ για πρωτεύοντες σεισμικούς τοίχους} \quad (\Sigma 7.6\alpha)$$

$$\theta_u = 0,006 \text{ για δευτερεύοντες} \quad (\Sigma 7.6\beta)$$

Η σχετική στροφή ορίζεται ως η απόκλιση της χορδής που ενώνει δύο  
σημεία στην παραμορφωμένη κατάσταση του στοιχείου, έναντι της ευ-  
θείας που ενώνει τα δυο αυτά σημεία πριν από την επιβολή οποιασδή-  
ποτε παραμόρφωσης (Σχήμα Σ 7.7(α)). (Για τον ορισμό αυτής της ευθείας  
αναφοράς λαμβάνεται υπόψη η στροφή των στηρίξεων όπως φαίνεται  
στο Σχήμα Σ 7.7(β)).



Σχ. Σ 7.7: (συνεχίζεται)



Σχ. Σ 7.7: (α) Ορισμός απόκλισης στην κατακόρυφο έννοια (β) Ορισμός απόκλισης σημείων σε οριζόντια ευθεία. (γ) Κατακόρυφη απόκλιση σε επιμέρους τμήματα της κατασκευής (δ) Οριζόντια απόκλιση μεταξύ σημείων.

Αυτή η αστοχία οφείλεται στην δράση του σεισμού καθέτως προς το επίπεδο του φέροντος στοιχείου, κατά τα επόμενα:

$$w_{Ed} (=S_e(T) \cdot t \cdot \gamma_g \cdot C_m \cdot S \cdot \eta / g), \quad (\text{βλ. και Σχέση 5B.1 (α)})$$

όπου  $\gamma_g$  το ειδικό βάρος της τοιχοποιίας ( $\text{kN/m}^3$ ),  $t$  το πάχος του τοίχου και  $S_e(T)$  η φασματική επιτάχυνση (βλ. Κεφ. 5, § 5.3.4).

Εφόσον στον τοίχο που ελέγχεται για εκτός επιπέδου κάμψη στηρίζονται και δοκοί πατωμάτων (βλ. Σχήμα Σ5-B.1), για την εκτίμηση των μεγεθών ελέγχου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι συγκεντρωμένες δράσεις,  $F_{Ed}$ , που ασκούν αυτές οι δοκοί καθώς μεταφέρουν τις αδρανειακές δυνάμεις των επιμεριζόμενων σε αυτές μάζες των πατωμάτων (βλ. Σχέση 5B.1 β). Εναλλακτικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην θέση του  $F_{Ed}$  στην Σχέση Σ 7.7, το κατακόρυφο αξονικό φορτίο  $N$  που προκύπτει από την ανάλυση  $G+0.3Q$  κατόπιν αναγωγής προς την επιτάχυνση της βαρύτητας ( $g$ ) πολλαπλασιαζόμενο με την σεισμική επιτάχυνση.

#### 7.4.2 ΤΟΙΧΟΙ ΥΠΟ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗ

Η ικανότητα παραμόρφωσης ενός φέροντος στοιχείου το οποίο αστοχεί λόγω εκτός επιπέδου κάμψεως εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας, οι συνθήκες στηρίξεως στην βάση, στην οροφή και στις κατακόρυφες ακμές του τοίχου, η παρουσία ανοιγμάτων, η παρουσία στοιχείων «οπλισμού» στο σώμα της τοιχοποιίας, κ.λπ. επομένως, η εκτίμηση των κατάλληλων τιμών ικανότητας παραμόρφωσης μπορεί να βασίζεται σε κατάλληλα πειραματικά αποτελέσματα.

Λαμβάνοντας υπόψη της συνθήκης στήριξης του τοίχου, η συνισταμένη δύναμη  $F_{Ed,tot}$  που καταπονεί τον τοίχο σε εκτός επιπέδου δράση λαμβάνεται ως:

$$F_{Ed,tot} = \lambda \cdot (w_{Ed}A_{L,w} + F_{Ed}) \quad (\Sigma 7.7)$$

Όπου:

$A_{L,w}$  η επιφάνεια του τοίχου καθέτως προς την διεύθυνση της σεισμικής δράσης

$\lambda=2$  για τοίχο με συνθήκες πάκτωσης πάνω και κάτω, ή αριστερά και δεξιά,

$\lambda=1$  για όλες τις άλλες περιπτώσεις.

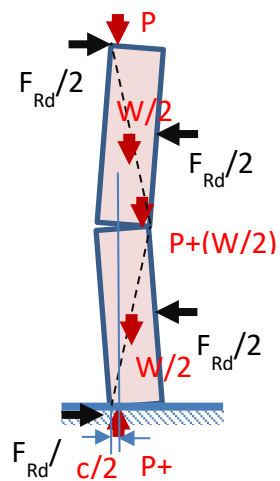
Ορισμός καμπύλης αντίστασης τοίχου που κάμπτεται σε εκτός επιπέδου δράση.

Η περιβάλλουσα δύναμης– στροφής του εκτός επιπέδου καμπτόμενου μέλους φαίνεται στο Σχήμα Σ 7.8(β).

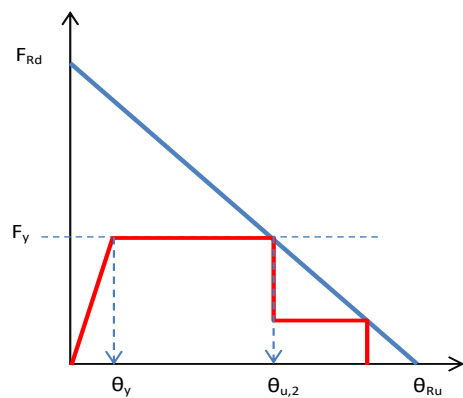
Ως  $F_y$  ορίζεται η φέρουσα ικανότητα του στοιχείου έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως, κατά την πρόβλεψη της Παραγράφου 7.3).

Ως  $F_{Rd}$  ορίζεται η αντοχή του στοιχείου έναντι ανατροπής. Αυτή υπολογίζεται με αναφορά στο Σχήμα Σ 7.8(α) από την Σχέση Σ.7.8.

$$F_{Rd} = \lambda \cdot W \cdot (1 + \Psi) \cdot \frac{t_w}{H_o}; \quad \Psi = \frac{2P}{W} \quad (\Sigma 7.8)$$



Σχ. Σ 7.8(α): Αντοχή ανατροπής πεσσού,  $F_{Rd}$ , σε εκτός επιπέδου αστοχία (c το υψος της θλιβόμενης ζώνης).



Σχ. Σ 7.8(β): Ορισμός των σημείων περιβάλλουσας αντοχής τοίχου σε εκτός επιπέδου αστοχία.



Όταν η σχετική οριζόντια μετάθεση από το σημείο στήριξης μέχρι την μέγιστη εκτός επιπέδου μετακίνηση υπερβαίνει το πάχος του τοίχου,  $t$ , επέρχεται οιονεί κατάρρευση.

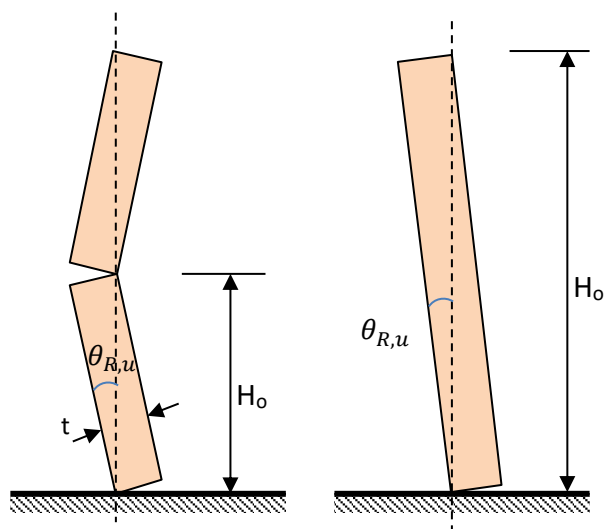
Άρα η στροφή ανατροπής τμήματος του τοίχου που κάμπτεται περί άξονα, (Σχ. Σ 7.9) λαμβάνεται ως

$$\theta_{R,u} = t/H_0 \quad (\Sigma 7.9)$$

Όπου:

$H_0$  είναι η απόσταση του σημείου μέγιστης μετακίνησης από την ακμή αστοχίας.

Η διαθέσιμη ικανότητα παραμόρφωσης προκύπτει από το σημείο τομής της περιβάλλουσας με την οριζόντια ευθεία, σε τιμή  $F_y$ .



Σχ. Σ 7.9: Κριτήρια ορισμού οριακής στροφής  $\theta_{R,u}$

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορεί να γίνεται χρήση των ακόλουθων τιμών, κατά περίπτωση:

**α)** Για τοίχους που ελέγχονται από την κάμψη σε εκτός επιπέδου δράση, ορίζεται η ικανότητα παραμόρφωσης ως εξής:  
Ως στροφή αστοχίας θα λαμβάνεται η ελάχιστη των τιμών

$$\theta_{u,1} = 0.003 \cdot \frac{H_0}{t} \quad (\Sigma 7.10(\alpha))$$

$$\theta_{u,2} = \theta_{R,u} \cdot \left(1 - \frac{F_y}{F_{Rd}}\right) \quad (\Sigma 7.10(\beta))$$

**β)** Για τους ορόφους όπου υπάρχουν άκαμπτα διαφράγματα, όπου δηλαδή, ορίζεται τέμνουσα ορόφου, (βλ. και σχόλια στην § 7.2.2) μπορούν να χρησιμοποιούνται τα κάτωθι όρια για την σχετική οριζόντια μετακίνηση ορόφου από φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, με κριτήριο τον τρόπο δόμησης της τοιχοποιίας:

- 0.7% για τοιχοποιία με συμπαγείς πλίνθους,
- 0.45% για τοιχοποιία με διάτρητους πλίνθους,
- 0.6% για τοιχοποιία από αργολιθοδομή.

Οι ροπές εκτός επιπέδου κάμψης προκύπτουν από την εκτός επιπέδου δράση του σεισμού ή από τον άνεμο (βλ. Παράρτημα 5-B).

Η εφελκυστική δύναμη προκύπτει από την εκτός επιπέδου δράση του σεισμού, εξ αιτίας της οποίας ο ένας από τους δυο συναντώμενους τοίχους τείνει να αποκολληθεί από τον εγκάρσιό του (βλ. Σχήμα Σ5.6).

### 7.4.3 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΤΟΙΧΩΝ

Η φέρουσα ικανότητα των συνδέσεων μεταξύ τοίχων είναι πολύ σημαντική για την συμπεριφορά ολόκληρου του κτηρίου, και πρέπει να ελέγχεται έναντι διαφόρων συνδυασμών δράσεων, κατά τα ακόλουθα:

**α)** Έναντι ροπής περί κατακόρυφο άξονα: Αυτός ο έλεγχος μπορεί να γίνεται με τα προβλεπόμενα στην § 6.5β.

**β)** Έναντι κατακόρυφης διατμητικής δύναμης:

Δεδομένου ότι η εφελκυστική δύναμη είναι μεγαλύτερη στην στέψη του τοίχου και μειώνεται προς την βάση του, ο έλεγχος πρέπει να πραγματοποιείται εντός κατάλληλου τμήματος του συνολικού ύψους του τοίχου.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορεί να λαμβάνεται ως κρίσιμο μήκος γι' αυτόν τον έλεγχο, το άνω τέταρτο του ύψους του τοίχου.

Αν υπάρχουν οριζόντια διαζώματα που διασταυρώνονται πάνω από τους τοίχους ή σε άλλη στάθμη, η συνεισφορά τους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την κρίση του μελετητή.

Σε υπάρχουσες κατασκευές, η κατάσταση των τοίχων (υλικά και βαθμός αποσύνθεσης) χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των  $F_y$ ,  $\delta_y$  και  $K$  σύμφωνα με τα προσομοιώματα που δίνονται στο παρόν κεφάλαιο.

Για τις επισκευές και ενισχύσεις, είναι δυνατός ο υπολογισμός των  $F_y$ ,  $\delta_y$  και  $K$  με τον ίδιο τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τις βελτιωμένες ιδιότητες των υλικών και την αποκατάσταση της δομικής ακεραιότητας των συνδέσεων και επιμέρους στοιχείων, βλ. Κεφ. 8.

Κατά μέσον όρο, η τιμή 50% της δυσκαμψίας του αρηγμάττωτου στοιχείου δίνει μια ρεαλιστική εκτίμηση της οιονεί ελαστικής δυσκαμψίας για την εκτίμηση των μετακινήσεων και των παραμορφώσεων.

**γ)** Έναντι οριζόντιου εφελκυσμού: Ο έλεγχος μπορεί να πραγματοποιείται μέσω των προβλεπόμενων στην § 6.4 και στο Σχήμα Σ 5.6.

#### 7.4.4 ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΤΟΙΧΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Η οιονεί ελαστική δυσκαμψία  $K$  των τοίχων που χρησιμοποιείται στην ανάλυση του δομικού συστήματος ορίζεται με αναφορά στο Σχήμα 7.1 και υπολογίζεται ως:

$$K = F_y / \delta_y \quad (7.7)$$

Ο υπολογισμός της οιονεί ελαστικής δυσκαμψίας  $K$  βασίζεται στις μέσες τιμές ι-διοτήτων των υλικών (βλ. Κεφ. 4, § 4.4.1.4). Οι δυσκαμψίες κατά την παρούσα παράγραφο αφορούν την συμπεριφορά μεμονωμένων δομικών στοιχείων, δηλ. πεσσών η υπέρθυρων δίσκων.

Η τιμή των  $F_y$ ,  $\delta_y$  και  $K$  επιτρέπεται να καθορίζεται αγνοώντας την επιρροή της σεισμικής δράσης στην τιμή της αξονικής δύναμης του δομικού στοιχείου, δηλαδή με βάση την τιμή της αξονικής δύναμης λόγω των κατακορύφων δράσεων και μόνον (βεβαίως, υπό τον σεισμικό συνδυασμό).

#### 7.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q$ , ΛΟΓΟΣ $R = V_{ei} / V_y$ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Οι Σχέσεις (7.8) ισχύουν για συστήματα με διγραμμική μονοτονική καμπύλη δύναμης (τέμνουσας βάσης) – μετακίνησης (κορυφής), δηλ. για ελαστική δυσκαμψία ίση με την επιβατική δυσκαμψία (δυσκαμψία χορδής) στη συνολική διαρροή του συστήματος (Σχήμα Σ 7. 2).

Η φασματική μετακίνηση αναφέρεται στο προσομοίωμα του δομήματος ως ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα (βλ. Κεφ. 5).

Σημείο ελέγχου CN (control node) στο μονοβάθμιο σύστημα είναι το σημείο του οποίου η μετάθεση λαμβάνεται ως μονάδα κατά την κανονικοποίηση της ιδιομορφής ως προς την οποία γίνεται ο μετασχηματισμός του πολυβαθμίου σε μονοβάθμιο (βλ. Κεφ. 5).

Είναι δυνατόν να γίνει ακριβέστερη κατανομή των μετακινήσεων υπό οριζόντια φορτία, αν η μετακίνηση  $\Delta_{CN}$  κατανεμηθεί σύμφωνα με την θεμελιώδη μεταθετική ιδιομορφή του κτίσματος (βλ. Κεφ. 5 για τον υπολογισμό της). Δηλαδή, στην στάθμη  $i$  η οριζόντια μετακίνηση εκτιμάται ως:  $\Delta_i = \Phi(x_i, y_i, z_i) \cdot \Delta_{CN}$ .

Σημειώνεται ότι η  $\Phi$  μπορεί είτε να προκύψει από ιδιομορφική ανάλυση, είτε να προσδιοριστεί εμπειρικά από το προφίλ των μετακινήσεων του δομήματος που προκαλεί η οριζόντια σεισμική φόρτιση, κατόπιν αναγωγής με την μετακίνηση που αναπτύσσει για την εν λόγω ανάλυση το σημείο ελέγχου, είτε να υπολογισθεί αναλυτικά σύμφωνα με την §5.4 του Κεφ. 5 (δηλαδή κατόπιν ανάλυσης του κτιρίου με τα φορτία βαρύτητας να ασκούνται στην διεύθυνση του σεισμού και αναγωγή του προφίλ των μετακινήσεων ως προς την μέγιστη τιμή. Η θέση που αναπτύσσεται η

**α)** Ο δείκτης συμπεριφοράς  $q$ , ορίζεται σύμφωνα με τα διαλαμβανόμενα στην § 4.6.

**β)** Ο λόγος  $R = V_{el}/V_y$  συνδέεται με την τιμή του δείκτη πλαστιμότητας συνολικής οριζόντιας μετάθεσης του κτιρίου,  $\mu_\delta$ , αναφερομένου στην κορυφή του κτιρίου ή στο σημείο εφαρμογής της συνισταμένης ολικής οριζόντιας σεισμικής δύναμης:

$$R = 1 + \frac{T}{T_C} (\mu_\delta - 1) \Rightarrow \mu_\delta = (R - 1) \cdot \frac{T_C}{T} + 1 \quad \text{αν } T \leq T_C \quad (7.8\alpha)$$

Όπου:

$T$  η φαινόμενη θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του κτιρίου στην υπόψη διεύθυνση (εκτιμώμενη κατά το Κεφ. 5).

$T_C$  η περίοδος στην αρχή του φθίνοντος κλάδου του φάσματος επιταχύνσεων (δηλ. στο τέλος της περιοχής σταθερής φασματικής επιτάχυνσης). Ενώ για  $T > T_C$ .

$$R = \mu_\theta = \mu_\delta \quad (7.8\beta)$$

**γ)** Η ανελαστική μετακίνηση στο σημείο ελέγχου του κτιρίου, (CN) δίδεται από την φασματική μετακίνηση,  $S_\delta(T)$  κατόπιν πολλαπλασιασμού με το λόγο  $\mu_\delta/R$

$$\Delta_{CN} = S_\delta(T) \cdot \frac{\mu_\delta}{R} = S_e(T) \cdot \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot \frac{\mu_\delta}{R} \approx S_e(T) \cdot \frac{T^2}{40} \cdot \frac{\mu_\delta}{R} \quad (7.9)$$

Η  $\Delta_{CN}$  ανάγεται προς το ύψος του κτιρίου, είτε ως προς την απόσταση από το πλησιέστερο σημείο στήριξης του τοίχου στην οριζόντια κατεύθυνση προκειμένου να υπολογισθούν οι απαιτούμενες τιμές στροφής χορδής στα σημεία ελέγχου.

μέγιστη μετακίνηση μπορεί να θεωρείται ως το σημείο ελέγχου σε αυτή την περίπτωση).

Η επιρροή της βλάβης στα μηχανικά χαρακτηριστικά του στοιχείου, της κρίσιμης περιοχής ή της σύνδεσης στοιχείων μπορεί να εκτιμηθεί με τη βοήθεια μειωτικών συντελεστών  $r_K$ ,  $r_R$ ,  $r_{\delta u}$ , εφαρμοζομένων επί των μεγεθών  $K$ ,  $F_y$  και  $\delta_u$ , αντιστοίχως, τα οποία ισχύουν στο άνευ βλάβης στοιχείο.

Γενικώς, οι τιμές των  $r_K$ ,  $r_R$ ,  $r_{\delta u}$  ακολουθούν τη σχέση:

$$r_K \leq r_R \leq r_{\delta u}, \quad (\Sigma 7.11)$$

και κυμαίνονται από 1.0, στην ουσιαστικώς άνευ βλάβης κατάσταση, μέχρι 0.0 στην κατάσταση ουσιαστικής αστοχίας του στοιχείου. Η εκτίμηση των παραπάνω τιμών, γίνεται κατά περίπτωση, μετά από κατάλληλη τεκμηρίωση, με βάση τα δεδομένα της βιβλιογραφίας και άλλες σχετικές αποφάσεις της Δημοσίας Αρχής που αφορούν την απώλεια της ικανότητας των δομικών στοιχείων μετά από βλάβες. Σε κάθε περίπτωση ενδεικτικές τιμές των μειωτικών συντελεστών μπορούν να ορίζονται με απόφαση της Δημόσιας Αρχής.

## 7.6 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗ

**α)** Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι γενικώς η καμπύλη F-δ ενός δομικού στοιχείου, μιας κρίσιμης περιοχής ή μιας σύνδεσης στοιχείων, που έχει υποστεί βλάβες και εντείνεται εκ νέου χωρίς να έχει επισκευασθεί ή ενισχυθεί, είναι υποβαθμισμένη (δηλ. έχει μικρότερες τεταγμένες F) και χαρακτηρίζεται από υψηλότερη παραμόρφωση διαρροής,  $\delta_y$ , και μικρότερη παραμόρφωση αστοχίας,  $\delta_u$ , σε σχέση με την αρχική (χωρίς βλάβες) κατάσταση.

Αυτές οι διαφορές σε σχέση με την καμπύλη F-δ του στοιχείου, της κρίσιμης περιοχής ή της σύνδεσης στοιχείων τοίχων πριν απ' τις βλάβες, μπορούν να περιγραφούν ποσοτικά ως μείωση της οιονεί-ελαστικής δυσκαμψίας,  $K$ , της δύναμης διαρροής,  $F_y$ , και της παραμόρφωσης αστοχίας  $\delta_u$ .

Γενικώς η μείωση της οιονεί-ελαστικής δυσκαμψίας είναι μεγαλύτερη από τη μείωση της δύναμης διαρροής, ενώ η μείωση της δύναμης διαρροής είναι μεγαλύτερη απ' τη μείωση της παραμόρφωσης αστοχίας.

Η μείωση των ανωτέρω μηχανικών χαρακτηριστικών αυξάνεται με τον βαθμό βλάβης (από τις ασήμαντες βλάβες μέχρι την πλήρη αστοχία) του δομικού στοιχείου, της κρίσιμης περιοχής ή της σύνδεσης στοιχείων.

**β)** Λόγω της εγγενούς αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει τη δυσκαμψία, την αντοχή και την παραμόρφωση αστοχίας βλαμμένων στοιχείων, οι εκτιμώμενες αντιπροσωπευτικές τιμές των μεγεθών αυτών θα πρέπει να εισέρχονται στους υπολογισμούς διαιρεμένες με συντελεστή  $\gamma_{Rd}$ , με τιμές μεγαλύτερες του 1, εφόσον η επιρροή των χαρακτηριστικών αυτών είναι δυσμενής, ή μικρότερες του 1, αν είναι ευμενής.

Στην συνήθη περίπτωση, θα είναι απαραίτητη η εφαρμογή περισσότερων της μιας τεχνικών επέμβασης (επισκευής ή ενίσχυσης) σε ορισμένες τουλάχιστον περιοχές του δομήματος.

Ανάλογα με

- (α) τον στόχο της επέμβασης και την διαφορά μεταξύ παρούσας και επιδιωκόμενης συμπεριφοράς,
  - (β) την στοχευόμενη χρήση του κτηρίου,
  - (γ) την ιστορική, αρχιτεκτονική, καλλιτεχνική, κοινωνική και οικονομική του αξία,
  - (δ) την γεωγραφική θέση του και τα διατιθέμενα τεχνικά μέσα, κ.λπ.,
- ο Μηχανικός καλείται να επιλέξει τον βέλτιστο συνδυασμό τεχνικών επέμβασης.

Αυτή η επιλογή βασίζεται στην συμπεριφορά του κτηρίου συνολικώς και δεν περιορίζεται σε μέτρα τα οποία βελτιώνουν τα χαρακτηριστικά (φέρουσας ικανότητας, δυσκαμψίας ή/και παραμορφωσιμότητας) κάθε μεμονωμένου στοιχείου.

Ενδεικτικώς αναφέρεται ότι, στην περίπτωση κατά την οποία αποδεικνύεται ότι η ενίσχυση ορισμένων μεμονωμένων φερόντων στοιχείων δεν επαρκεί για την επίτευξη του στόχου της επέμβασης, συνιστάται να εξετάζονται «συστημικές» επεμβάσεις, όπως η ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας πατωμάτων και

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ/ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ, ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

### 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σ' αυτό το Κεφάλαιο αναφέρονται και περιγράφονται διάφορες τεχνικές επέμβασης σε φέροντα στοιχεία υφιστάμενων κτηρίων από τοιχοποιία, ενώ περιλαμβάνονται και οδηγίες για τον υπολογισμό ή την εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών ή της φέρουσας ικανότητας μετά από την κατάλληλη εφαρμογή καθεμιάς από τις τεχνικές επέμβασης.

Αυτό το Κεφάλαιο δεν περιλαμβάνει θέματα στρατηγικής των επεμβάσεων, τα οποία αποτελούν αντικείμενο της μελέτης του Πολιτικού Μηχανικού.

Η στρατηγική των επεμβάσεων εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, οι οποίες διαφέρουν από κτήριο σε κτήριο και, επομένως, δεν μπορεί να βασίζεται σε γενικούς κανόνες.

στέγης, η βελτίωση της σύνδεσης όλων των φερόντων στοιχείων μεταξύ τους, η μετατροπή μη-φερόντων σε φέροντα στοιχεία, κ.λπ., ώστε να αντιμετωπίζονται οι ενδεχόμενες εγγενείς αδυναμίες του αρχικού φέροντος συστήματος.

Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις, αναδεικνύεται η ανάγκη εφαρμογής περισσότερων από μία τεχνικών, ώστε να επιτευχθεί η αναγκαία φέρουσα ικανότητα δομικών στοιχείων. Όμως, η βελτίωση που προκύπτει από την εφαρμογή επάλληλων τεχνικών δεν μπορεί να προκύπτει από το άθροισμα των αυξήσεων των επί μέρους τεχνικών, καθώς δεν διατίθενται στοιχεία τα οποία θα το επέτρεπαν.

Επί πλέον, εάν προκύπτει τόσο μεγάλη ανάγκη βελτίωσης της συμπεριφοράς των φερόντων στοιχείων, τούτο δηλώνει σημαντική ανεπάρκεια του φέροντος συστήματος εν γένει. Σ' αυτήν την περίπτωση, συνιστάται να αναζητά ο Μηχανικός συστημικές λύσεις, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στην απαιτούμενη στάθμη ασφαλείας, με παράλληλο περιορισμό των απαιτήσεων από μεμονωμένα υφιστάμενα φέροντα στοιχεία.

Σημειώνεται η σπουδαιότητα μιας προκαταρκτικής προσομοίωσης και αριθμητικής ανάλυσης του κτηρίου, η οποία μπορεί να εντοπίσει τις προβληματικές περιοχές του, το είδος της ανεπάρκειας που τις χαρακτηρίζει, καθώς και την απόσταση μεταξύ αποτιμώμενης και επιδιωκόμενης συμπεριφοράς. Έτσι, καθοδηγείται ο Μηχανικός στην επιλογή των καταλληλότερων λύσεων και του βέλτιστου σχήματος των επεμβάσεων.

Ενδεικτικώς αναφέρονται κατηγορίες επεμβάσεων, οι οποίες εφαρμόζονται ανάλογα με τον εκάστοτε επιδιωκόμενο στόχο. Συνηθέστατη είναι η εφαρμογή συνδυασμού επεμβάσεων, οι οποίες ανήκουν σε περισσότερες της μιας από τις κατηγορίες που ακολουθούν:

- I. Επισκευή ή και ενίσχυση των φερόντων στοιχείων από τοιχοποιία.
- II. Αύξηση της δυνατότητας παραλαβής των οριζοντίων ωθήσεων τόξων, θόλων και στεγών.
- III. Βελτίωση της ικανότητας παραλαβής κατακόρυφων φορτίων πεσσών και κίωνων.

- IV. Βελτίωση των συνδέσεων μεταξύ των στοιχείων από τοιχοποιία, καθώς και μεταξύ των φερόντων στοιχείων από τοιχοποιία και των πατωμάτων και στεγών.
- V. Μείωση μαζών.
- VI. Μείωση της εντός επιπέδου παραμορφωσιμότητας των πατωμάτων και στεγών.
- VII. Τροποποίηση της κατανομής των φερόντων στοιχείων για αποφυγή ακανονικοτήτων σε κάτοψη και καθύψος.
- VIII. Εισαγωγή νέων φερόντων στοιχείων ή και νέου φέροντος οργανισμού σε τμήμα ή στο σύνολο της κατασκευής.
- IX. Επισκευή και ενίσχυση στοιχείων θεμελίωσης.

Κάθε επέμβαση πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον την αποκατάσταση (πλήρη επισκευή) τυχόν προϋπαρχουσών ουσιωδών βλαβών (ή φθορών) σε κύρια φέροντα στοιχεία, ασχέτως των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων της αποτίμησης.

Στην περίπτωση μεγάλων ή σημαντικών κτηρίων (π.χ. ιστορικά κτήρια, μνημεία), συνιστάται να εξετάζεται:

- (α) η αποτελεσματικότητα κάθε τεχνικής επέμβασης (π.χ. ομογενοποίηση μάζας, προσθήκη ελκυστήρων/θλιπτήρων, ενίσχυση διαφραγματικής λειτουργίας, κ.λπ.) ξεχωριστά και, εν συνεχεία,
- (β) η αποτελεσματικότητα συνδυασμών των τεχνικών επέμβασης, ώστε να οδηγείται ο Μηχανικός στην επιλογή της βέλτιστης λύσης.

## 8.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

(α) Κάθε επέμβαση σε υφιστάμενο κτήριο, με ή χωρίς βλάβες (ή φθορές), σκοπεί στην εξυπηρέτηση του στόχου ανασχεδιασμού (§ 2.3), υλοποιείται με τις κάθε είδους επισκευές ή/και ενισχύσεις, οι οποίες προκύπτουν από την στρατηγική των επεμβάσεων, κατά το νόημα της παραγράφου 8.1.

(β) Οι δομητικές επεμβάσεις πρέπει να αποφασίζονται και να ελέγχονται με βάση τα κριτήρια επιλογής, τους τύπους και τις δυνατότητες, τις συνέπειες κ.λπ. κατά την § 2.4, καθώς και τις αρχές τελικού ανασχεδιασμού κατά την § 2.2.

(γ) Κάθε επέμβαση συνεπάγεται την προσθήκη νέων υλικών ή/και στοιχείων.

Θεωρείται εν γένει ότι το επισκευασμένο ή ενισχυμένο στοιχείο έχει μονολιθική συμπεριφορά, η οποία βασίζεται στην πλήρη συνεργασία υφιστάμενων και προστιθέμενων υλικών ή στοιχείων.



Οι ενδεχόμενες μειώσεις τόσο της δυσκαμψίας, όσο και της φέρουσας ικανότητας των στοιχείων θα πρέπει να λαμβάνονται καταλλήλως υπ' όψη κατά την διαστασιολόγηση των ενισχυόμενων στοιχείων.

Αύξηση της μάζας προκύπτει από την προσθήκη νέων στοιχείων, με στόχο την συμβολή τους στην ανάληψη των δράσεων ανασχεδιασμού (π.χ. νέα φέροντα στοιχεία από τοιχοποιία, ξύλινα και μεταλλικά στοιχεία βελτίωσης διαφραγματικής λειτουργίας πατωμάτων και στεγών κ.λπ.).

Στην συνήθη περίπτωση, τα ενέματα μάζας και τα αρμολογήματα δεν οδηγούν σε ουσιώδη αύξηση της μάζας του δομήματος, καθώς αυτά τα υλικά πληρώνουν κενά τα οποία έχουν θεωρηθεί πλήρη κατά την φάση της αποτίμησης.

Όταν, παρά την τήρηση των σχετικών Τεχνικών Προδιαγραφών, υπάρχουν αβεβαιότητες για το εφικτό ή για την αποτελεσματικότητα μιας επέμβασης (π.χ. σε περιπτώσεις ομογενοποίησης της μάζας, βλ. § 8.9.5), συνιστάται η εκτέλεση επιτόπου δοκιμαστικών εφαρμογών, αντιπροσωπευτικών κατά την κρίση του Μηχανικού (όσον αφορά το πλήθος, την έκταση, τις συνθήκες, τα στοιχεία του δομήματος κ.λπ.) και με πλήρη καταγραφή και συνεκτίμηση των παρατηρήσεων, αποτελεσμάτων, συμπερασμάτων κ.λπ.

Αυτή η συνεργασία πρέπει να εξασφαλίζεται, μέσω κατάλληλων ελέγχων, κατά τις προβλέψεις του παρόντος Κεφαλαίου.

Η ενεργοποίηση των διεπιφανειών ή συνδέσεων μεταξύ υφιστάμενων και προστιθέμενων υλικών ή στοιχείων προϋποθέτει την εκδήλωση μετακινήσεων.

Αυτές οι μετακινήσεις ενδέχεται να επηρεάζουν τον βαθμό μονολιθικότητας του ενισχυμένου στοιχείου και, κατά συνέπεια, την δυσκαμψία και την φέρουσα ικανότητά του.

(δ) Η αύξηση της μάζας, η οποία προκύπτει από την προσθήκη νέων υλικών ή στοιχείων στο υφιστάμενο δόμημα, θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη καταλλήλως κατά τους υπολογισμούς οι οποίοι αφορούν το φέρον σύστημα μετά από τις επεμβάσεις.

### 8.3 ΥΛΙΚΑ, ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Οι εργασίες επισκευής και ενίσχυσης εκτελούνται σύμφωνα με σχετικές τεχνικές προδιαγραφές, προσαρμοσμένες στον τύπο και στις συνθήκες της επέμβασης, λαμβάνοντας υπόψη και τις σχετικές Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ/ΕΛΟΤ).

Οι προδιαγραφές αυτές, για τα υλικά, τις τεχνικές, τον εξοπλισμό, το Προσωπικό κ.λπ., πρέπει να συνοδεύονται από σαφείς αναφορές στους απαραίτητους ελέγχους (μαζί με τα σχετικά κριτήρια αποδοχής) για την διασφάλιση της αποτελεσματικότητας, καθώς και για την προβλεπόμενη επιθεώρηση και συντήρηση.

Τα απαιτούμενα περιεχόμενα του τεύχους της μελέτης περιγράφονται στο Κεφ. 10, ενώ τα προβλεπόμενα για την εφαρμογή των επεμβάσεων, τους ελέγχους κ.λπ. περιλαμβάνονται στο Κεφ. 11.

Αυτές οι διατάξεις θα πρέπει να αναφέρονται σαφώς στην μελέτη και στα σχέδια, και να συμπληρώνονται ενδεχομένως με πρόσθετες απαιτήσεις, κατά την κρίση του Μηχανικού.

Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν αυξημένοι, γενικώς, επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις ιδιότητες των υλικών ( $\gamma'_m > \gamma_m$ ), βλ. § 4.5.3.2, για την κάλυψη των αυξημένων αβεβαιοτήτων.

Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν τιμές των συντελεστών  $\gamma_{Ed}$  κατά τα προβλεπόμενα στην § 4.5.1.

Στα επόμενα, δίνονται για ορισμένες περιπτώσεις, τιμές των συντελεστών  $\gamma_{Rd}$ , (βλ. και § 4.5.1). Όπου δεν δίνεται τιμή, ο Μηχανικός καλείται να εκτιμήσει και να εφαρμόσει κατάλληλη τιμή  $\gamma_{Rd}$ , αναλόγως των ιδιοτεροτήτων της μεθόδου επέμβασης και των συνακόλουθων αβεβαιοτήτων.

Για ορισμένες από τις μεθόδους επέμβασης, περιλαμβάνονται σε αυτό το Κεφάλαιο διατάξεις μεγίστων/ελαχίστων, οι οποίες κρίνονται αναγκαίες για την αποτελεσματικότητα των αντίστοιχων τεχνικών (π.χ. σύνδεση παρειών τοίχων κατά το πάχος τους, αγκύρωση σπλισμένων επιχρισμάτων στους τοίχους κ.λπ.).

#### 8.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ, ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ

(α) Στο Κεφ. 4 δίνονται οι αρχές και οι επιμέρους διατάξεις για την εφαρμογή της ανίσωσης ασφαλείας ( $E_d < R_d$ ) σε περίπτωση επεμβάσεων.

(β) Ειδικώς για προστιθέμενα υλικά, επί πλέον της τήρησης σχετικών Κανονιστικών διατάξεων, πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα έναντι των πρόσθετων αναπόφευκτων αβεβαιοτήτων, οι οποίες σχετίζονται με:

- Την διαθέσιμη πείρα από τη χρήση των μεθόδων επέμβασης
- Την ποικιλία των υλικών και τεχνικών, και την μικρή ενδεχομένως διατομή (ή τον μικρό όγκο) των νέων υλικών, και
- Την δυσκολία προσπελασιμότητας και ελέγχου της αποτελεσματικότητας, με αναπόφευκτες αποκλίσεις της ομοιομορφίας και της ποιότητας.

(γ) Σε περιπτώσεις δομημάτων τα οποίες εμφανίζουν έντονες και εκτεταμένες φθορές ή βλάβες ή στα οποία προβλέπεται η εφαρμογή καθολικών επεμβάσεων, προκύπτουν πρόσθετες αβεβαιότητες που σχετίζονται με τα αριθμητικά προσομοιώματα. Αυτές οι πρόσθετες αβεβαιότητες καλύπτονται με την εισαγωγή συντελεστών  $\gamma_{Ed} > 1$ .

(δ) Στην περίπτωση ενισχυόμενων στοιχείων, οι πρόσθετες αβεβαιότητες, οι οποίες σχετίζονται με τα προσομοιώματα εκτίμησης της αντίστασης (σε όρους δύναμης) και της ικανότητας (σε παραμόρφωση), καλύπτονται με την εισαγωγή των συντελεστών  $\gamma_{Rd} > 1$ .

Η κατάλληλη προετοιμασία των κάθε είδους διεπιφανειών είναι ιδιαίτερης σημασίας για τη μονολιθικότητα και την αποτελεσματικότητα της επέμβασης, είτε πρόκειται για επισκευή είτε πρόκειται για ενίσχυση.

Προς τούτο, ο έλεγχος ασφαλείας των διεπιφανειών, συνδέσεων κ.λπ. θα γίνεται λαμβανομένου υπ' όψη συντελεστή  $\gamma_{Rd,i}=1,25$ .

Οι σχετικές προβλέψεις, οι οποίες θα πρέπει να καλύπτουν και τις κάθε είδους διεπιφάνειες και τις συνδέσεις, θα είναι συμβατές με την τεχνική διάρκεια ζωής του κτηρίου μετά από τις επεμβάσεις. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην χρήση υλικών, τα οποία αν αστοχήσουν θα επιφέρουν επισκευάσιμες φθορές ή βλάβες. Έτσι, θα εξασφαλίζεται η δυνατότητα εκ νέου επέμβασης στο μέλλον.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, αναλόγως της χρήσεως του κτηρίου, ενδέχεται να απαιτούνται ειδικά μέτρα προστασίας έναντι πυρκαγιάς.

### 8.5 ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ, ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ Κ.ΛΠ.

(α) Γενικώς, οι διεπιφάνειες, αλλά και οι κάθε είδους συνδέσεις, οφείλουν να ελέγχονται, έτσι ώστε

$$\gamma_{Ed,i} \cdot E_{id} < (1/\gamma_{Rd,i}) \cdot R_{id}$$

όπου:

- $E_{id}$  = Δύναμη που δρα στη διεπιφάνεια, όπως υπολογίζεται από την ένταση σχεδιασμού στην περιοχή, και
- $R_{id}$  = Αντίστοιχη δύναμη αντίστασης, αναλόγως της μέγιστης ανεκτής σχετικής μετακίνησης στην υπόψη διεπιφάνεια.

(β) Γενικώς η αστοχία του τελικού στοιχείου πρέπει να προηγείται της αστοχίας της διεπιφάνειας ή της σύνδεσης.

### 8.6 ΘΕΜΑΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Κατά τον σχεδιασμό των επεμβάσεων (και την εφαρμογή νέων υλικών ή/και στοιχείων, φορέων κ.λπ.) θα καλύπτονται ιδιαιτέρως και τα θέματα εν χρόνω συμπεριφοράς και ανθεκτικότητας των νέων υλικών και των επισκευασμένων ή ενισχυμένων στοιχείων, με ρητές και σαφείς αναφορές στη μελέτη και στα σχέδια.

Οι σχετικές προβλέψεις θα καλύπτουν και τον κίνδυνο της πυρκαγιάς.

Στην § 11.3 δίνονται βασικές αρχές και απαιτήσεις για τις περιοδικές (ανά τακτά χρονικά διαστήματα) επιθεωρήσεις και την συντήρηση των κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία μετά από τις επεμβάσεις.

Σε περιπτώσεις μικτών φερόντων συστημάτων, από τοιχοποιία και άλλο υλικό, ακολουθούνται οι δυσμενέστερες κατά περίπτωση προβλέψεις και διατάξεις.

Η διάταξη αυτή ισχύει καί για τις κάθε είδους «συνδέσεις» τέτοιων στοιχείων (ή φορέων) με τα υπόλοιπα στοιχεία (ή τους υπόλοιπους φορείς) από τοιχοποιία, υπό την προϋπόθεση ότι δεν θα προκαλούν βλάβη στην τοιχοποιία.

Ανεξαρτήτως του βαθμού της βλάβης την οποία έχει υποστεί, το επισκευασμένο στοιχείο (και η σύνδεσή του με άλλα στοιχεία) μπορεί να θεωρηθεί ως μονολιθικό.

Αυτές οι τεχνικές προσφέρουν επί πλέον, απλή αποκατάσταση του αρχικού πάχους ή της αρχικής διατομής των τοιχοποιιών, κυρίως μετά από έντονη φθορά.

### **8.7 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, ΧΑΛΥΒΑ, ΞΥΛΟ Κ.ΛΠ.**

Σε στοιχεία (ή επιμέρους φορείς) από οπλισμένο σκυρόδεμα, χάλυβα, ξύλο κ.λπ., ενταγμένα σε δομήματα από φέρουσα τοιχοποιία, οι κάθε είδους επεμβάσεις (επισκευές ή/και ενισχύσεις) ακολουθούν τις αρχές και απαιτήσεις αυτού του Κανονισμού, σε συνδυασμό με τους αντίστοιχους Κανονισμούς ανά υλικό, εφ' όσον διατίθενται (π.χ. ΚΑΝΕΠΕ, για οπλισμένο σκυρόδεμα).

### **8.8 ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ**

#### **8.8.1 ΓΕΝΙΚΑ**

(α) Με τον όρο πλήρης επισκευή νοείται η διαδικασία επέμβασης στα στοιχεία ενός δομήματος τα οποία έχουν υποστεί βλάβες ή φθορές από οποιαδήποτε αιτία, μέσω της οποίας αποκαθίστανται τα προ της βλάβης ή φθοράς μηχανικά χαρακτηριστικά των στοιχείων (καθώς και των συνδέσεών τους με άλλα στοιχεία) και η οποία επαναφέρει τα στοιχεία (και τις συνδέσεις τους) στην προ της βλάβης ή φθοράς κατάστασή τους, βλ. και § 2.2.2.

(β) Για τις μεθόδους επισκευής και τις σχετικές προϋποθέσεις που περιγράφονται στα επόμενα, θεωρείται πως επιτυγχάνεται πλήρης επισκευή, δηλ. πλήρης αποκατάσταση των μηχανικών χαρακτηριστικών (της αντίστασης σε όρους δύναμης και της ικανότητας σε παραμόρφωση), βλ. και Κεφ. 6 και 7.

#### **8.8.2 ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΑ, ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ**

Η αρμολόγηση ή/και η επίχριση των στοιχείων από τοιχοποιία είναι συχνά απαραίτητες:

Για τα διπλά βαθειά αρμολογήματα ή/και τα διπλά οπλισμένα επιχρίσματα, βλ. στις επόμενες § 8.8.4 και 8.8.5.

Αυτά τα στοιχεία, πρέπει να ελέγχονται μέσω επαρκών κατά την κρίση του Μηχανικού (κατά το πλήθος και την έκταση) δοκιμαστικών επί τόπου εφαρμογών, βλ. και § 8.2.

Για τα υλικά πλήρωσης των ρωγμών μέσω ενεμάτων, ισχύουν τα όσα περιγράφονται στα περί ομογενοποίησης μάζας, λαμβάνοντας υπόψη ότι η επισκευή της ρωγμής πρέπει να οδηγήσει σε αξιόπιστη αποκατάσταση της μονολιθικότητας του στοιχείου και των προ της βλάβης μηχανικών χαρακτηριστικών.

Στην περίπτωση ρωγμών μεγάλου εύρους και πριν από την εφαρμογή ενεμάτων ομογενοποίησης της τοιχοποιίας, πραγματοποιείται η πλήρωση αυτών των ρωγμών με ενέματα ειδικής σύνθεσης, τα οποία περιέχουν και άμμο. Πρόκειται για υδραυλικά ενέματα όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για τα ενέματα ομογενοποίησης, στην σύνθεση των οποίων προστίθεται λεπτόκοκκη άμμος (με μέγιστο κόκκο διαμέτρου 1mm). Το ποσοστό της άμμου συνιστάται να μην

(α) όταν τα αρχικά κονιάματα είναι σε μεγάλο βαθμό αποδιοργανωμένα,

(β) ως προετοιμασία για την εφαρμογή τεχνικών ενίσχυσης (όπως π.χ. η ομογενοποίηση της μάζας), σε θέσεις που τα αρχικά κονιάματα είναι αποδιοργανωμένα,

(γ) ως πρόσθετη τελική προστασία του κτηρίου (π.χ. για λόγους ανθεκτικότητας ή έναντι πυρκαγιάς),

(δ) ως αισθητική αποκατάσταση των όψεων.

Τα αρμολογήματα και τα επιχρίσματα αποτελούν τεχνικές επισκευής.

Απαιτείται επιλογή κατάλληλων υλικών (σε σχέση με τα υφιστάμενα) και κατάλληλη εφαρμογή, ώστε να εξασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα και η ανθεκτικότητα σε διάρκεια των επεμβάσεων.

### **8.8.3 ΠΛΗΡΩΣΗ Ή ΣΥΡΡΑΦΗ ΡΩΓΜΩΝ**

Σε μεμονωμένες ή σε πολλαπλές ρωγμές των οποίων το εύρος δεν υπερβαίνει τα 5mm και υπό την προϋπόθεση ότι δεν είναι διαμπερείς και δεν εμφανίζεται ούτε τοπική αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας, μπορεί να εφαρμόζεται η μέθοδος της πλήρωσής τους με εφαρμογή κατάλληλων ενεμάτων.

υπερβαίνει το 25% του συνόλου των κονιών (υδραυλική άσβεστος, τσιμέντο, υδράσβεστος, ποζολάνη, κ.λπ.) της σύνθεσης του ενέματος. Η χρήση ενεμάτων με άμμο στοχεύει στην αποφυγή της συστολής ξηράνσεως. Καθώς τα ενέματα αυτά δεν έχουν την απαιτούμενη ενεσιμότητα για την ομογενοποίηση της τοιχοποιίας, η μετέπειτα εφαρμογή ενεμάτων ομογενοποίησης στην περιοχή επισκευασμένων μεγάλων ρωγμών πραγματοποιείται μέσω νέων οπών που διανοίγονται στην περιοχή της ρωγμής.

Η πλήρωση των ρωγμών συνιστά επισκευή και εφαρμόζεται σε κατακόρυφες, λοξές ή χιαστί ρωγμές, οι οποίες πληρούν τις απαιτήσεις της προηγούμενης παραγράφου.

Σε περιπτώσεις έντονων διαμπερών ρωγμών (με εύρος μεγαλύτερο από 5mm), οι οποίες

(α) εμφανίζονται στις θέσεις σύνδεσης τοίχων, ή

(β) συνοδεύονται από τοπική αποδιοργάνωση του στοιχείου (π.χ. πολλαπλές λοξές ή χιαστί ρωγμές, με αποκολλήσεις και ολισθήσεις, ή θραύση π.χ. λιθοσωμάτων ή ξύλινων διαζωμάτων), επιβάλλεται, πριν από την επισκευή μέσω πλήρωσης των ρωγμών, η εφαρμογή της μεθόδου της συρραφής των ρωγμών, κατά τα προβλεπόμενα σ' αυτήν την παράγραφο.

Η συρραφή είναι μονόπλευρη ή-όταν η ρωγμή είναι διαμπερής-αμφίπλευρη (κατ' εναλλαγήν στις δύο παρειές) και πραγματοποιείται είτε μέσω λιθοσωμάτων τα οποία γεφυρώνουν την ρωγμή, είτε μέσω κατάλληλων μεταλλικών συνδέσμων.

Στην περίπτωση συρραφής μέσω επιμήκων λιθοσωμάτων, τα οποία τοποθετούνται μετά από την αφαίρεση συζυγών λιθοσωμάτων εκατέρωθεν της ρωγμής, τα λιθοσώματα πρέπει να προέρχονται από υγιές πέτρωμα, αντίστοιχων χαρακτηριστικών με το ισχυρότερο υφιστάμενο. Το κόνιαμα τοποθέτησης που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι

Αυτές οι κονίες μπορούν να είναι με βάση το τσιμέντο ή την υδραυλική άσβεστο, κατά περίπτωση.

Όταν χρησιμοποιούνται μεταλλικά ελάσματα, θα προβλέπονται χαραγές ή οπές ή εξοχές, ώστε να δημιουργείται αδρή διεπιφάνεια και να επιτυγχάνεται βελτιωμένη συνάφεια του ελάσματος με τα υλικά της τοιχοποιίας. Όταν χρησιμοποιούνται ράβδοι θα είναι υψηλής συνάφειας ή θα έχουν σπείρωμα σε όλο το μήκος τους.

Για την επιλογή του υλικού θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ανθεκτικότητα. Προτιμώνται ελάσματα ή ράβδοι από ανοξείδωτο χάλυβα, σύνθετα υλικά ή τιτάνιο.

Στο Κεφ. 3 δίνονται οι αρχές και οι διατάξεις για την διερεύνηση και την τεκμηρίωση σε σχέση με αυτά τα σημαντικά στοιχεία ενός κτηρίου.

ειδικό ασβεστοθηραϊκό-τσιμεντοκονίαμα ή κονίαμα υδραυλικής ασβέστου με ή χωρίς ίνες πολυπροπυλενίου, με επαρκή εργασιμότητα και ογκοσταθερότητα.

Όταν κρίνεται ότι η κατάσταση της τοιχοποιίας είναι πολύ κακή (ετοιμορροπία) και, επομένως, η αφαίρεση λιθοσωμάτων και η αντικατάστασή τους από νέα υγιή δεν είναι εφικτή, η συρραφή μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση χυτών κονιών σταθερού όγκου.

Στην περίπτωση συρραφής μέσω μεταλλικών συνδέσμων, ισχύουν τα προβλεπόμενα στην § 8.8.4.

Η συρραφή των ρωγμών συνιστά επισκευή των στοιχείων από τοιχοποιία και των συνδέσεών τους.

Η επισκευή των ρωγμών (μέσω ενεμάτων ή και συρραφής) δεν υποκαθίσταται από άλλες τεχνικές επέμβασης και προηγείται της ενδεχόμενης εφαρμογής επεμβάσεων ενίσχυσης.

#### **8.8.4 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Ή ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ**

Κάθε είδους συνδέσεις ή σύνδεσμοι (χαλύβδινοι, ξύλινοι) σε κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία, μεταξύ τοίχων (στις συναντήσεις τους), στα σώματα των τοίχων ή των δίσκων πάνω ή κάτω από ανοίγματα, μεταξύ τοίχων και πατωμάτων ή δωματίων, μεταξύ τοίχων και στέγης κ.λπ., συμβάλλουν ουσιαστικά στην συνολική συμπεριφορά του κτηρίου και

Ουσιώδης βλάβη ή φθορά μιας σύνδεσης ή ενός συνδέσμου θεωρείται αυτή που έχει οδηγήσει σε μείωση της αρχικής αντίστασης κατά ποσοστό τουλάχιστον ίσο με 15% ( $r_d \leq 0,85$ ).

Για παράδειγμα, όταν υπάρχουν ξύλινα διαζώματα (ξυλοδεσιές) τοποθετημένα στην εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας, είναι δυνατή η αντικατάσταση των διαμήκων ξύλινων στοιχείων με νέα, υγιή και καταλλήλως ματισμένα. Στην περίπτωση κατά την οποία δεν είναι εφικτή η αποκατάσταση αυτών των στοιχείων (π.χ. ξυλοδεσιές τοποθετημένες σε βάθος στο σώμα των στοιχείων από τοιχοποιία ή/και εγκάρσια ξύλινα στοιχεία τα οποία συνδέουν τα διαμήκη), ο Μηχανικός προβαίνει σε κατάλληλη υποκατάσταση της συμβολής τους, βάσει της Μελέτης.

Για παράδειγμα, η υποκατάσταση των εγκάρσιων ξύλινων στοιχείων (στην περίπτωση των ξυλοδεσιών) μπορεί να γίνει με την χρήση μεταλλικών ράβδων (μετά από διαμπερή διάτρηση της τοιχοποιίας) οι οποίες αγκυρώνονται καταλλήλως στα διαμήκη ξύλινα στοιχεία.

Σε περιπτώσεις απουσίας συνδέσεων και όταν ο Μηχανικός διαπιστώνει την σχετική ανάγκη, μπορεί να προβλέπεται η κατασκευή τους, με χρήση κατάλληλων ανά περίπτωση μέσων.

Σ' αυτού του είδους τις βλάβες περιλαμβάνονται π.χ. θραύσεις λίθων, τοπικές αποδιοργανώσεις και καταρρεύσεις, κ.λπ.

Τοπικές ανατάξεις και ανακατασκευές ενδέχεται να απαιτηθούν και σε περιπτώσεις μικτών κατά το πάχος τοιχοδομών (σε δίστρωτους ή τρίστρωτους τοίχους), οι οποίες εμφανίζουν έντονη κύρτωση των παρειών τους. Επίσης, ενδέχεται να απαιτηθεί και συμπλήρωση (κτίσιμο, γέμισμα) ανοιγμάτων (π.χ.

στην αντίστασή του, είτε σε όρους δυνάμεων, είτε σε όρους παραμορφώσεων.

Ουσιώδεις βλάβες ή φθορές στις περιοχές των κάθε είδους συνδέσεων επιβάλλεται να αποκαθίστανται συστηματικώς και πλήρως.

Η αποκατάσταση των περιοχών των συνδέσεων ενδέχεται να περιλαμβάνει και τοπικές ενισχύσεις, κατά την κρίση του Μηχανικού και ανεξαρτήτως των υπολογιστικών αποτελεσμάτων της αποτίμησης.

#### **8.8.5 ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ**

Σε περιπτώσεις έντονων τοπικών βλαβών σε περιοχές οι οποίες συμβάλλουν ουσιωδώς στην συμπεριφορά του δομήματος, όπως σε γωνίες τοίχων ή σε τμήματα πατωμάτων, δωματίων, στεγών κ.λπ., επιβάλλεται τοπική ανακατασκευή, με παρεμφερή υλικά και παρεμφερή δόμηση. Η επέμβαση συμπληρώνεται με κατάλληλη αποκατάσταση ή βελτίωση των συνδέσεων (§ 8.8.4), καθώς και εφαρμογή ενεμάτων στις διεπιφάνειες παλαιάς και νέας τοιχοδομής.



παραθύρων) ή εσοχών, ερμαρίων, καπνοδόχων, ιδιαίτερα αν βρίσκονται κοντά στις γωνίες του δομήματος ή σε θέσεις συναντήσεως τοίχων (βλ. § 8.9.9).

Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται η κατασκευή και κατά το μήκος και κατά το πάχος της τοιχοποιίας κλειδιών συρραφής με χρήση κατάλληλων λιθοσωμάτων ή μεταλλικών στοιχείων κατά τα προβλεπόμενα στην § 8.9.2.

Στην περιοχή της βλάβης, στις διεπιφάνειες μεταξύ του ανακατασκευαζόμενου και του υφιστάμενου τμήματος, συνιστάται η εφαρμογή των προβλεπόμενων στην § 8.5.

## 8.9 ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

### 8.9.1 ΓΕΝΙΚΑ

(α) Με τον όρο ενίσχυση νοείται η επέμβαση σε ένα στοιχείο ή δόμημα, με ή χωρίς βλάβες ή φθορές, μέσω της οποίας αυξάνεται η αντίσταση σε όρους δύναμης ή/και η ικανότητα σε όρους παραμόρφωσης του στοιχείου ή του δομήματος, σε στάθμη υψηλότερη από την αρχική ή την υφιστάμενη, βλ. και § 2.2.2.

Διακρίνονται ενισχύσεις που στοχεύουν στην βελτίωση των χαρακτηριστικών του υλικού (π.χ. η μέσω εφαρμογής ενεμάτων ομογενοποίηση μάζας της τοιχοποιίας) και ενισχύσεις οι οποίες στοχεύουν στην βελτίωση της συμπεριφοράς όλου του δομήματος (π.χ. η βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας πατωμάτων και στέγης).

(β) Οι ενισχύσεις μπορούν να περιλαμβάνουν και την διάταξη/προσθήκη νέων στοιχείων από φέρουσα τοιχοποιία (ή από άλλο υλικό, βλ. και § 8.7), τα οποία ελέγχονται και διαστασιολογούνται κατά τον παρόντα Κανονισμό (Κεφ. 6 και 7, σε συνδυασμό με το Κεφ. 9) ή κατά τον αντίστοιχο ισχύοντα Κανονισμό ανά υλικό.

(γ) Η ενισχυμένη κατασκευή προσομοιώνεται εκ νέου, λαμβανομένων υπ' όψη καταλλήλως των ενισχύσεων οι οποίες έχουν αποφασισθεί,

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η ενίσχυση αφορά τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας,

(α) εισάγονται τροποποιημένα μέτρα ελαστικότητας/δυσκαμψίες (κατά τα προβλεπόμενα στις επόμενες παραγράφους) και  
(β) πραγματοποιούνται οι σχετικοί έλεγχοι διατομών ή στοιχείων λαμβανομένων υπ' όψη των τροποποιημένων αντοχών ή/και χαρακτηριστικών παραμορφωσιμότητας.

Μέσω αυτών των επεμβάσεων επιτυγχάνεται και βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας (μέσω ενεμάτων) και εξασφάλιση της μονολιθικότητας της τοιχοποιίας (ενέματα και μεταλλικοί σύνδεσμοι).

Για λόγους ανθεκτικότητας της επέμβασης σε διάρκεια, προβλέπεται η χρήση κατάλληλου χάλυβα (π.χ. ανοξείδωτου) ή κατάλληλη προστασία έναντι διάβρωσης του χάλυβα (π.χ. από το υλικό πλήρωσης της διάτρησης) ή η χρήση σύνθετων υλικών.

Συνιστάται η χρήση περισσότερων, μικρότερης διαμέτρου εγκάρσιων συνδέσμων (βλήτρων). Η διάμετρος των συνδέσμων συνιστάται να μην υπολείπεται των 6mm και να μην υπερβαίνει τα 12mm. Η ελάχιστη διατομή των συνδέσμων συνιστάται να μην υπολείπεται των 2cm<sup>2</sup> ανά m<sup>2</sup> όψεως του τοίχου.

ώστε να προκύψουν τα νέα (εν γένει, τροποποιημένα) εντατικά μεγέθη με τα οποία θα γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι.

(δ) Πέραν των προβλεπόμενων στις επόμενες παραγράφους, ο τελικός έλεγχος και η τελική διαστασιολόγηση των ενισχύσεων γίνεται κατά τις διατάξεις του Κεφ. 9, με αναλυτικά κριτήρια ελέγχου της ανίσωσης ασφαλείας (σε όρους εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών, βλ. και Κεφ. 4).

### 8.9.2 ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΡΕΙΩΝ ΤΟΙΧΩΝ

Σε περίπτωση τοιχοδομής μικτής κατά το πάχος, π.χ. δίστρωτης (χωρίς επαρκή διάτονα λιθοσώματα) ή τριστρωτης αργολιθοδομής, μπορεί να αποκατασταθεί η σύνδεση των εξωτερικών παρειών μέσω ομογενοποίησης μάζας (με ενέματα) και, συμπληρωματικώς, εφ' όσον κρίνεται απαραίτητο, μέσω κατάλληλων εγκάρσιων μεταλλικών συνδέσμων, κατά τα επόμενα.

Σχετικώς με τα ενέματα μάζας, ισχύουν τα αναφερόμενα στην § 8.9.5

Οι εγκάρσιοι σύνδεσμοι

(α) είναι τμήματα ράβδων οπλισμού υψηλής συνάφειας ή βιομηχανικοί σύνδεσμοι κατάλληλης μορφής.

(β) έχουν κατάλληλη διάμετρο, ώστε να εξασφαλίζεται ελάχιστη διατομή τους ανά τετραγωνικό μέτρο όψεως των συνδεόμενων παρειών.

Προκειμένου περί τμημάτων ράβδου οπλισμού, η διαφορά μεταξύ διαμέτρου διάτρησης και διαμέτρου ράβδου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2mm και μικρότερη από 4mm.

Προκειμένου περί βιομηχανικών συνδέσμων, ακολουθούνται οι προδιαγραφές του παραγωγού.

Επομένως, θα διατίθενται τέσσερις (4) σύνδεσμοι ανά τετραγωνικό μέτρο όψεως του τοίχου.

Συνήθως, στις γωνίες και συναντήσεις εγκάρσιων τοίχων και γύρω από ανοίγματα, η δόμηση είναι επιμελημένη, με οιονεί συμπαγή κατά το πάχος δομή, και έτσι δεν απαιτείται πύκνωση των συνδέσμων σ' αυτές τις περιοχές. Σε αντίθετη περίπτωση, συνιστάται πύκνωση, έτσι ώστε να υπάρχει τουλάχιστον ένας (1) σύνδεσμος ανά μήκος ακμής ίσο με το πάχος του τοίχου.

Αν η απαίτηση αυτή δεν ικανοποιείται, όλοι οι σύνδεσμοι θα πρέπει να είναι διαμπερείς. Ακόμη και αν ικανοποιείται η απαίτηση αυτή, συνιστάται, μέρος τουλάχιστον των συνδέσμων να είναι διαμπερείς, με κατάλληλες μετωπικές αγκυρώσεις. Μέριμνα θα λαμβάνεται για την εν χρόνω προστασία των αγκυρώσεων, καθώς και για την αντιμετώπιση της αισθητικής βλάβης στις όψεις του δομήματος.

Ενώ το αρμολόγημα των λιθοδομών είναι συχνά απαραίτητο (για λόγους στεγάνωσης της τοιχοποιίας, για την αποκατάσταση του αρχικού πάχους της τοιχοποιίας μετά από την έκπλυση του κονιάματος των αρμών, ως προετοιμασία για την εφαρμογή ενεμάτων, κ.λπ.), το βαθύ αρμολόγημα σε τοιχοποιίες πάχους μεγαλύτερου των 0,60m, οι οποίες είναι κατά κανόνα μικτές κατά το πάχος τους (δίστρωτες ή τρίστρωτες) δεν συνιστάται, για τους εξής λόγους:

(γ) τοποθετούνται σε διατρήσεις κατάλληλης διαμέτρου, ώστε να είναι δυνατή η πλήρωση του κενού μεταξύ συνδέσμου και τοιχωμάτων της διάτρησης.

(δ) διατάσσονται, κατά το δυνατόν, ομοιόμορφα σε ολόκληρη την επιφάνεια του στοιχείου.

(ε) η ελάχιστη πυκνότητά τους πρέπει να είναι τέτοια ώστε να υπάρχουν τουλάχιστον δύο (2) σύνδεσμοι ανά  $m^2$  κάθε όψεως, κατ' εναλλαγήν (και στις δύο παρειές).

(στ) πρέπει να έχουν μήκος τουλάχιστον ίσο με το 85% του πάχους του τοίχου και να αγκυρώνονται σε κάθε παρειά σε μήκος τουλάχιστον ίσο με 250mm.

### 8.9.3 ΒΑΘΕΙΑ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΑ

Τα αμφίπλευρα, καθολικά, βαθειά αρμολογήματα, με κατάλληλα νέα κονιάματα, σε στοιχεία περιορισμένου πάχους (μέχρι 0,60m) και σχετικώς χαμηλών αρχικών μηχανικών χαρακτηριστικών, μπορούν να θεωρηθούν ως μέθοδος ενίσχυσης.

- (α) το ποσοστό του αντικαθιστώμενου κονιάματος ως προς το συνολικό κονίαμα ανά μονάδα όγκου της τοιχοποιίας είναι περιορισμένο. Λαμβάνοντας υπ' όψη και την μικρή σχετικώς συμμετοχή της αντοχής του κονιάματος στην διαμόρφωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας, προκύπτει μικρό έως αμελητέο όφελος από αυτήν την επέμβαση,
- (β) τα μηχανικά χαρακτηριστικά του κονιάματος αρμολόγησης πρέπει να μην διαφέρουν κατά πολύ των μηχανικών χαρακτηριστικών του υφιστάμενου κονιάματος, ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα ασυμβατότητας, τα οποία ενδέχεται να οδηγήσουν ακόμα και σε μείωση των αρχικών μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας,
- (γ) η οποιαδήποτε αποδοτικότητα της τεχνικής εξαρτάται ουσιωδώς από την ποιότητα της εφαρμογής, η οποία δυσχερώς εξασφαλίζεται στην μεγάλη έκταση των αρμολογούμενων επιφανειών και, τέλος,
- (δ) λαμβάνοντας υπ' όψη όλα τα προηγούμενα, η εφαρμογή αυτής της τεχνικής επιβαρύνει δυσαναλόγως το κόστος των επεμβάσεων.

Ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορούν να ακολουθούνται τα εξής:

- (α) Το κονίαμα αφαιρείται από όλους τους αρμούς στο προβλεπόμενο βάθος. Γίνεται καθαρισμός από χαλαρά υλικά και σκόνη και οι επιφάνειες που πρόκειται να αρμολογηθούν ετοιμάζονται καταλλήλως.
- (β) Η προετοιμασία της τοιχοποιίας και η εφαρμογή του κονιάματος γίνεται τμηματικά και εναλλάξ στις δυο όψεις, ώστε να μην μειώνεται ουσιωδώς το πάχος των στοιχείων και, επομένως, η φέρουσα ικανότητά τους.
- (γ) Η εφαρμογή του νέου κονιάματος πρέπει να εξασφαλίζει την πλήρωση όλων των αρμών. Προς τούτο, το κονίαμα εφαρμόζεται πατητά με κατάλληλου μεγέθους εργαλεία που εισέρχονται στους αρμούς και σταδιακά σε δυο ή τρία χέρια, με μεσολάβηση κατάλληλου χρόνου ανάμεσά τους, για την αποφυγή μεγάλης συστολής ξήρανσης. Εάν το πάχος των αρμών είναι μεγάλο, ενδέχεται να χρησιμοποιούνται και μικρού μεγέθους τεμάχια λίθων ή πλίνθων. Σε κάθε περίπτωση.

Το βάθος της αμφίπλευρης αρμολόγησης πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με 50mm.

Η επιλογή του κατάλληλου κονιάματος αρμολόγησης, η προετοιμασία της τοιχοποιίας και ο τρόπος εφαρμογής των βαθέων αρμολογημάτων θα πρέπει να ακολουθούν κατάλληλες προδιαγραφές.

(δ) Συνιστάται ο έλεγχος της όλης διαδικασίας μέσω δοκιμαστικών επί τόπου εφαρμογών (κατά τα προβλεπόμενα στην § 8.3).

(ε) Η τοιχοποιία συντηρείται καταλλήλως και για το απαραίτητο χρονικό διάστημα, ώστε να αποφεύγεται η πρόωρη εξάτμιση του ύδατος (πριν από την σκλήρυνση του κονιάματος αρμολόγησης).

(στ) Πραγματοποιείται τελική διαμόρφωση των αρμών κονιάματος, σε συνδυασμό και με το εάν η τοιχοποιία προβλέπεται να επιχρισθεί.

(ζ) Τα μηχανικά χαρακτηριστικά του νέου κονιάματος δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλά σε σχέση με τα αντίστοιχα των υπαρχόντων κονιαμάτων και λιθοσωμάτων, το δε πορώδες του να εξασφαλίζει την ανεμπόδιση διαπνοή του εσωτερικού της τοιχοποιίας. Ιδιαίτερης προσοχής χρήζουν οι περιπτώσεις τοιχοποιιών κατασκευασμένων με πωρόλιθο ή οπτόπλινθους, όπου η χρήση κονιάματος αρμολόγησης υψηλής αντοχής και μικρού πορώδους ενέχει σοβαρή πιθανότητα εξαλλοίωσης των λιθοσωμάτων λόγω της δι' αυτών διέλευσης των υδρατμών και της τυχόν συνεπαγόμενης κρυστάλλωσης αλάτων, κ.λπ.

(η) Συνιστώνται κατά περίπτωση ασβεστοποζολανικά κονιάματα, ή κονιάματα υδραυλικής ασβέστου ή σε περίπτωση λιθοσωμάτων υψηλών αντοχών ασβεστοποζολανικά με μικρό ποσοστό τσιμέντου (το πολύ 10% της κονιάς).

Προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα του βαθέος αρμολογήματος είναι το πλήρες γέμισμα των αρμών με νέο κονίαμα σε όλη την έκταση της τοιχοποιίας, καθώς και η εφαρμογή νέου κονιάματος, του οποίου τα μηχανικά χαρακτηριστικά δεν θα είναι πολύ υψηλά σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των λιθοσωμάτων.

Εάν αυτοί οι όροι δεν πληρούνται, υπάρχει κίνδυνος μεγάλης συγκέντρωσης θλιπτικών τάσεων σε μικρές περιοχές περί τις επιφάνειες της τοιχοποιίας, πρόωρης αποφλοίωσης των λιθοσωμάτων και, εν τέλει, ακόμη και μείωσης της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας.

Η κατανάλωση του κονιάματος αρμολόγησης πρέπει να είναι πρακτικώς σταθερή ανά τετραγωνικό μέτρο όψεως της τοιχοποιίας, για τον ίδιο τύπο δομήσεως.

Η κατανάλωση του κονιάματος πρέπει να παρακολουθείται συστηματικά, καθώς και η συντήρηση της αρμολογημένης τοιχοποιίας. Τα σχετικά στοιχεία καταγράφονται και αρχειοθετούνται.

Συνιστάται να μη λαμβάνεται υπόψη αντικατάσταση κονιάματος οριζόντιων αρμών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% ( $\delta \leq 0.30$ ) καθώς και αύξηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30%.

Σε κάθε περίπτωση για την εφαρμογή της σχέσης (8.1) η αντοχή του κονιάματος αρμολόγησης δεν επιτρέπεται να λαμβάνεται μεγαλύτερη από το διπλάσιο της αντοχής του αρχικού κονιάματος.

Το μέτρο ελαστικότητας της ενισχυμένης τοιχοποιίας μπορεί να εκτιμηθεί με τη σχέση (Σ6.5):

$$E_{wc,f} \approx 1300 \left( 1 - \frac{f_{wc,f}}{5} \right) f_{wc,f} \mp 140 f_{wc,f}^2 \quad [MPa]$$

για  $1MPa < f_{wc,f} < 3MPa$ , όπου  $f_{wc,f}$  η θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας, ενώ η ικανότητα σε παραμόρφωση δεν μεταβάλλεται ουσιαστικά.

Υπό την προϋπόθεση τήρησης όλων των ανωτέρω όρων, στην περίπτωση συμπαγών κατά το πάχος τους τοίχων (μονόστρωτων), τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή βαθέος αρμολογήματος, μπορούν να εκτιμώνται κατά τα ακόλουθα:

(α) Συμπεριφορά σε θλίψη

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας η οποία έχει ενισχυθεί με αμφίπλευρα, βαθειά και καθολικά αρμολογήματα, μπορεί να υπολογίζεται με εφαρμογή της σχέσης η οποία χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αρχικής θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας, με αντικατάσταση της αντοχής του κονιάματος από την αντοχή του «μικτού» κονιάματος, η οποία υπολογίζεται κατά την ακόλουθη σχέση:

$$f_{m,f} = f_j \delta + f_{m,0} (1 - \delta) \quad (8.1)$$

όπου:

$f_{m,f}, f_{m,0}, f_j$ : η θλιπτική αντοχή του μικτού και του αρχικού κονιάματος και του κονιάματος αρμολόγησης αντίστοιχα

$\delta$ : ο λόγος του αθροίσματος των βαθών της αμφίπλευρης αρμολόγησης προς το πάχος της τοιχοποιίας

(β) Συμπεριφορά σε εφελκυσμό

Υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στην αρχή αυτής της παραγράφου, για την εκτίμηση της εφελκυστικής αντοχής της

Τα οπλισμένα επιχρίσματα αποτελούνται από κονίαμα κατάλληλης σύνθεσης και έχουν μικρό πάχος, κατά τα επόμενα, φέρουν οπλισμό (μεταλλικό, σε μορφή ράβδων ή πλέγματος) και εφαρμόζονται στις δύο ή στην μια παρειά στοιχείων από τοιχοποιία, καταλλήλως συνδεόμενα με αυτά. Για επεμβάσεις με χρήση μη μεταλλικού οπλισμού, βλ. § 8.9.8.

Δεν είναι δόκιμη η εφαρμογή οποιασδήποτε «εξωτερικής» επέμβασης σε στοιχεία από άοπλη τοιχοποιία, εάν προηγουμένως δεν έχει κατά το δυνατόν εξασφαλισθεί το μονολιθικόν της συμπεριφοράς τους.

Καθώς ο κίνδυνος αποκόλλησης των παρειών μιας δίστρωτης ή μιας τρίστρωτης τοιχοποιίας, εάν δεν έχει ήδη συμβεί, είναι πολύ πιθανός κατά την διάρκεια ενός σεισμού, η εξωτερική επέμβαση (η οποία δεν μειώνει αυτόν τον κίνδυνο) θα είναι αναποτελεσματική.

Για να συνιστούν τα οπλισμένα επιχρίσματα ενίσχυση για το στοιχείο από τοιχοποιία, θα πρέπει το πάχος της τοιχοδομής να είναι περιορισμένο, έτσι ώστε το πάχος του επιχρίσματος (το οποίο δεν υπερβαίνει το πάχος συνήθους επιχρίσματος, δηλαδή, τα 40mm περίπου) να συνιστά ουσιώδες ποσοστό του προκύπτοντος μετά την επέμβαση συνολικού πάχους του στοιχείου.

τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή βαθέος αρμολογήματος, μπορεί να λαμβάνεται υπόψη η εφελκυστική αντοχή του μικτού κονιάματος.

#### (γ) Συμπεριφορά σε διάτμηση

Υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στην αρχή αυτής της παραγράφου, για την εκτίμηση της διατμητικής αντοχής της ενισχυμένης τοιχοποιίας υπό μηδενική θλιπτική τάση (βλ. Κεφ. 6) επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη η θλιπτική αντοχή του μικτού κονιάματος.

### 8.9.4 ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ

Τα οπλισμένα επιχρίσματα θεωρούνται τεχνική ενίσχυσης, υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

(α) Έχει προηγηθεί επισκευή του στοιχείου στο οποίο εφαρμόζονται. Εάν η επισκευή δεν κρίνεται επαρκής, της εφαρμογής των οπλισμένων επιχρισμάτων πρέπει να προηγείται η εφαρμογή τεχνικών ενίσχυσης στο σώμα της τοιχοποιίας (π.χ. ενεμάτων μάζας).

Η συμβολή των οπλισμένων επιχρισμάτων εντοπίζεται κυρίως στην παραλαβή της εκτός επιπέδου κάμψης των στοιχείων από τοιχοποιία, μέσω ενίσχυσης της εφελκυσμένης ζώνης τους, καθώς και στην παραλαβή εντός επιπέδου τέμνουσας και κάμψης.

Επομένως, συνιστάται να εφαρμόζονται και στις δυο παρειές της τοιχοποιίας (αμφίπλευρα). Στην περίπτωση μονόπλευρου οπλισμένου επιχρίσματος, αυτό - για να είναι αποτελεσματικό έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως - θα πρέπει να κατασκευάζεται στην εξωτερική παρειά των περιμετρικών τοίχων.

Σε περίπτωση αντικειμενικής αδυναμίας εφαρμογής οπλισμένου επιχρίσματος στην εξωτερική παρειά του τοίχου (όταν, π.χ. αυτή παραμένει ανεπίχριστη), επιτρέπεται η εφαρμογή μονόπλευρου επιχρίσματος στην εσωτερική παρειά, υπό τον όρο ότι διασφαλίζεται και η εξωτερική παρειά του.

Η επέμβαση αυτή έχει σημαντική επίπτωση στη συμπεριφορά της τοιχοποιίας έναντι της κίνησης της υγρασίας και των υδρατμών, όταν χρησιμοποιείται τσιμεντοκονίαμα, λόγω μείωσης της δυνατότητας διαπνοής του τοίχου. Αλλάζει επομένως και την θερμική συμπεριφορά της τοιχοποιίας. Τούτο δεν ισχύει, όταν το επίχρισμα έχει βάση τον ασβέστη.

Πρέπει να αντιμετωπίζεται κατάλληλα το θέμα της διάβρωσης του μεταλλικού οπλισμού. Συνιστάται, προς τούτο, να εξετάζεται η χρήση κατάλληλου ανοξειδωτού ή μη-μεταλλικού οπλισμού από ινοπλέγματα σε κονίαμα υδραυλικής ασβέστου (§ 8.9.8).

Αυτή η σύνδεση μπορεί να εξασφαλίζεται με την αγκύρωση επαρκούς πλήθους αγκυρίων (μεταλλικών ή μη) στην τοιχοποιία, με την δημιουργία φωλεών, κ.λπ.

Η δημιουργούμενη διεπιφάνεια μεταξύ του οπλισμένου επιχρίσματος και της τοιχοποιίας θα πρέπει να οπλίζεται με κατάλληλα μεταλλικά ή μη μεταλλικά συνδετήρια στοιχεία, έτσι ώστε να είναι ικανή να μεταφέρει στο οπλισμένο επίχρισμα τα εντατικά μεγέθη για τα οποία αυτό διαστασιοποιείται. Ελλείψει άλλων στοιχείων,

(β) Είτε είναι αμφίπλευρα, είτε κατασκευάζονται στην εξωτερική παρειά της τοιχοδομής.

(γ) Λαμβάνεται κατάλληλη μέριμνα για τα υλικά κατασκευής των επιχρισμάτων, ώστε να εξασφαλίζεται η ανθεκτικότητα της επέμβασης σε διάρκεια.

(δ) Εξασφαλίζεται κατάλληλη προετοιμασία των επιφανειών της τοιχοποιίας στην οποία πρόκειται να εφαρμοσθούν και εξασφαλίζεται η σύνδεση του οπλισμένου επιχρίσματος με την τοιχοδομή, ώστε να αποφεύγεται η μεταξύ τους αποκόλληση.



(α) όταν εξετάζεται η συμβολή του οπλισμένου επιχρίσματος στην εκτός επιπέδου κάμψη ενός στοιχείου τοιχοποιίας, η διεπιφάνεια θα αναλαμβάνει (ως τέμνουσα δύναμη) την εφελκυστική δύναμη του οπλισμού του επιχρίσματος.

(β) όταν εξετάζεται η συμβολή του οπλισμένου επιχρίσματος στην εντός επιπέδου διατμητική αντίσταση ενός στοιχείου, η διεπιφάνεια θα αναλαμβάνει (ως τέμνουσα δύναμη) την τέμνουσα η οποία αναλογεί στο οπλισμένο επίχρισμα.

Η στερéωση επιτυγχάνεται με μικρής διαμέτρου βλήτρα/αγκύρια (4-8mm, κατά προτίμηση, για την περίπτωση βλήτρων/αγκυρίων από χάλυβα), ώστε η διατομή τους ανά τετραγωνικό μέτρο (κατακόρυφης) συνδεόμενης επιφάνειας να μην υπολείπεται των 2cm<sup>2</sup>.

Εάν η σύνδεση επιτυγχάνεται μέσω φωλεών, θα πρέπει να προβλέπεται τουλάχιστον μία (1) σύνδεση ανά m<sup>2</sup> κάθε όψεως (1/m<sup>2</sup>), κατ' εναλλαγήν και στις δύο παρειές, στην περίπτωση αμφίπλευρων επιχρισμάτων.

Στην περίπτωση μονόπλευρου οπλισμένου επιχρίσματος, θα προβλέπονται κατ' ελάχιστον δυο (2) φωλεές ανά m<sup>2</sup> όψεως.

Τα οπλισμένα επιχρίσματα μπορούν να λαμβάνονται υπ' όψιν μέσω ισοδύναμης διατομής, δεδομένου ότι προηγείται επισκευή/ενίσχυση της τοιχοποιίας, έτσι ώστε να μπορεί να θεωρείται μονολιθική και, επί πλέον, εξασφαλίζεται επαρκής αγκύρωση των οπλισμένων επιχρισμάτων στην τοιχοποιία.

Ως οπλισμός, χρησιμοποιούνται συνήθως εσχάρες ράβδων ή τυποποιημένα δομικά πλέγματα (τετραγωνικά).

(ε) Λαμβάνεται μέριμνα για κατάλληλη και παρατεταμένη συντήρηση των στοιχείων στα οποία εφαρμόζονται.

(στ) Η πρόσθετη μάζα και η πρόσθετη δυσκαμψία που προκύπτουν από την εφαρμογή των οπλισμένων επιχρισμάτων λαμβάνονται υπ' όψη στο υπολογιστικό προσομοίωμα του δομήματος για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών στην φάση μετά την ενίσχυση.

(ζ) Ο οπλισμός να αποτελείται από ράβδους υψηλής συνάφειας, με ελάχιστη διάμετρο 5mm.

Θα προβλέπεται ελάχιστο ποσοστό κατακόρυφου και οριζόντιου οπλισμού για κάθε παρειά  $\rho_v = \rho_h = 0,5 \cdot 10^{-3}$ , αναγόμενο στο αρχικό πάχος του τοίχου, και με ελάχιστη επικάλυψη (και προς τις δυο παρειές του επιχρίσματος) ίση με 15 mm.

Η αγκύρωση των μικρής διαμέτρου οπλισμών (κατακόρυφων και οριζόντιων) εξετάζεται κατά περίπτωση, αναλόγως του ιδιαίτερου στόχου της επέμβασης, ενώ διευκολύνεται με την ύπαρξη διαζωμάτων ή διαφραγμάτων, ή με την επέκταση των ενισχύσεων στη θεμελίωση ή/και στο υπέδαφος (βλ. § 8.9.12 και 8.9.15).

Η αγκύρωση των οπλισμών διευκολύνεται με την σύνδεση στις γωνίες (στις συναντήσεις εγκάρσιων τοίχων) και την επέκταση των οπλισμένων επιχρισμάτων (και των οπλισμών τους) γύρω από κάθε είδους ανοίγματα στα σώματα των τοίχων. Σε περιπτώσεις ανοιγμάτων (π.χ. παραθύρων) συνιστάται καί η διάταξη λοξών οπλισμών στις γωνίες, καθέτως προς τις διχοτόμους.

Τα στοιχεία που ακολουθούν αναφέρονται σε επιχρίσματα οπλισμένα μέσω χαλύβδινου οπλισμού. Σχετικώς με τα ινοπλισμένα επιχρίσματα, βλ. § 8.9.8.

Για να θεωρείται ότι οι ράβδοι μπορούν να αναπτύξουν το όριο διαρροής τους, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η πλήρης αγκύρωσή τους. Σε αντίθετη περίπτωση, η μέγιστη δυνάμενη να αναπτυχθεί τάση θα μειώνεται καταλλήλως, κατά τα επόμενα.

Υπό αυτούς τους όρους, η συμβολή των οπλισμένων επιχρισμάτων στην φέρουσα ικανότητα του ενισχυόμενου στοιχείου μπορούν να εκτιμηθούν κατά τα επόμενα.

#### Συμβολή των οπλισμένων επιχρισμάτων στα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας

Δεδομένου ότι τα οπλισμένα επιχρίσματα εφαρμόζονται εκτός του σώματος των στοιχείων από τοιχοποιία, δεν έχουν καμία επιρροή στα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας.

Οι παράγραφοι που ακολουθούν αναφέρονται στην επιρροή των οπλισμένων επιχρισμάτων στην φέρουσα ικανότητα στοιχείων από τοιχοποιία έναντι διαφόρων δράσεων, υπό τις προϋποθέσεις αυτής της παραγράφου.

(α) Φέρουσα ικανότητα έναντι θλίψεως

Κατά τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας ενός στοιχείου από τοιχοποιία έναντι θλίψεως, θεωρείται το πάχος του στοιχείου ίσο με το

Εάν δεν εξασφαλίζεται επαρκής αγκύρωση, ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη του ορίου διαρροής των ράβδων του οπλισμού, κατά την κρίση του Μελετητή, είναι δυνατός ο συνυπολογισμός των εφελκόμενων κατακόρυφων ράβδων του οπλισμού, με κατάλληλη μείωση της μέγιστης τάσης του χάλυβα  $\sigma_s = \lambda \cdot f_{sy}$  όπου  $\lambda < 1,0$ .

Ελλείπει ακριβέστερων στοιχείων, συνιστώνται τα ακόλουθα:

- (i) Η διατμητική αντοχή του στοιχείου θεωρείται ότι ισούται με την διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας. Αυτή η διατμητική αντοχή αναφέρεται στο συνολικό πάχος του στοιχείου, όπως αυτό προκύπτει μετά από την εφαρμογή των οπλισμένων επιχρισμάτων.

αρχικό αυξημένο κατά το πάχος των οπλισμένων επιχρισμάτων/του οπλισμένου επιχρίσματος πολλαπλασιασμένο επί τον λόγο του μέτρου ελαστικότητας αυτών/ού προς το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

Η αντοχή του υλικού, η οποία λαμβάνεται υπ' όψη γι' αυτόν τον υπολογισμό είναι η αντοχή της τοιχοποιίας, όπως αυτή προκύπτει μετά από την ενίσχυσή της μέσω άλλων τεχνικών (π.χ. μέσω ενεμάτων μάζας).

(β) Φέρουσα ικανότητα έναντι εντός επιπέδου κάμψεως

Οι εφελκόμενες κατακόρυφες ή/και οριζόντιες (ανάλογα με τον λόγο των πλευρών του δομικού στοιχείου) ράβδοι του οπλισμού των επιχρισμάτων μπορούν να λαμβάνονται υπ' όψη κατά τον υπολογισμό της ροπής αντοχής της σύνθετης διατομής (τοιχοποιία + οπλισμένα επιχρίσματα), υπό την προϋπόθεση επαρκούς αγκύρωσης αυτών των ράβδων πέραν των διατομών ελέγχου (βλ. και § 7.4.1).

Ο υπολογισμός του απαιτούμενου κατακόρυφου οπλισμού των οπλισμένων επιχρισμάτων υπολογίζεται στην κρίσιμη διατομή ελέγχου υπό τις ακόλουθες παραδοχές:

- (i) Η παραμόρφωση της ακραίας θλιβόμενης ίνας της τοιχοποιίας ισούται με την παραμόρφωση αστοχίας της και
- (ii) Η εφελκυστική τάση του οπλισμού λαμβάνεται ίση με το όριο διαρροής του χάλυβα, πολλαπλασιασμένο με κατάλληλο συντελεστή ενεργοποίησης,  $\lambda < 1,0$ .

(γ) Φέρουσα ικανότητα έναντι εντός επιπέδου τέμνουσας

Η φέρουσα ικανότητα ενός στοιχείου έναντι τέμνουσας οφείλεται εν μέρει στην συμβολή της άοπλης τοιχοποιίας (όπως αυτή προκύπτει μετά από την ενδεχόμενη επισκευή και ενίσχυσή της μέσω άλλων τεχνικών) και εν μέρει στην συμβολή του οριζόντιου οπλισμού ( $0,50 A_{sh} f_{yd}$ ) των επιχρισμάτων (βλ. και § 7.2.4 και 7.4.1)..

- (ii) Η συμβολή των οριζόντιων ράβδων οπλισμού των οπλισμένων επιχρισμάτων μπορεί να λαμβάνεται (συντηρητικώς) υπ' όψη με τάση ίση με το 50% του ορίου διαρροής του χάλυβα. Μέσω αυτής της μείωσης λαμβάνεται υπ' όψη το ενδεχόμενο ανεπαρκούς αγκύρωσης των ράβδων, καθώς και το ενδεχόμενο σχετικών ολισθήσεων κατά μήκος της διεπιφάνειας τοιχοποιίας και οπλισμένου επιχρίσματος, όπως επίσης και ο διαφορετικός βαθμός ενεργοποίησης των ράβδων του οπλισμού, ανάλογα με την θέση τους κατά το ύψος του στοιχείου.

Για τους ελέγχους αυτούς, τα στοιχεία που χρειάζονται (θλιπτική αντοχή και αντίστοιχη ανηγμένη παραμόρφωση τοιχοποιίας) μπορούν να λαμβάνονται από τις αντίστοιχες παραγράφους αυτού του Κεφαλαίου.

Ο συντελεστής ενεργοποίησης,  $\lambda$ , λαμβάνει τιμή κατά την κρίση του Μηχανικού, εξαρτώμενη από την διάμετρο των ράβδων ως προς το πάχος του επιχρίσματος, καθώς και από τις εξασφαλιζόμενες συνθήκες αγκύρωσης του επιχρίσματος στην τοιχοποιία και αγκύρωσης του οπλισμού εκατέρωθεν της θέσης της αναμενόμενης ρωγμής κάμψεως.

Σε κάθε περίπτωση, η τιμή του συντελεστή  $\lambda$  δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από 0,85, όταν η αγκύρωση είναι επαρκής.

Προϋπόθεση για την επιλογή της τεχνικής των ενέσεων είναι:

1. Η συστηματική διερεύνηση/τεκμηρίωση (βλ. Κεφ. 3) για τα υλικά, τον τρόπο δόμησης, την κατάσταση του εσωτερικού του τοίχου, κ.λπ., και

(δ) Φέρουσα ικανότητα έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως

Το απαιτούμενο ποσοστό οριζόντιου ή κατακόρυφου οπλισμού υπολογίζεται με βάση τα εντατικά μεγέθη (ροπή κάμψεως ή και αξονική δύναμη, αναλόγως του εάν πρόκειται για ροπή περί κατακόρυφο ή περί οριζόντιο άξονα) και υπό τις ακόλουθες παραδοχές:

- (i) Η τάση της τοιχοποιίας στην ακραία θλιβόμενη ίνα ισούται με την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και
- (ii) Η εφελκυστική τάση του οριζόντιου ή κατακόρυφου οπλισμού (κατά περίπτωση) είναι ίση με το όριο διαρροής του χάλυβα, πολλαπλασιασμένο με κατάλληλο συντελεστή ενεργοποίησης,  $\lambda < 1,0$ .

#### 8.9.5 ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ (ΜΕΣΩ ΕΝΕΣΕΩΝ)

Η ομογενοποίηση της μάζας των τοίχων (με διαδικασία ενέσεων, υπό ελεγχόμενη πίεση) εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο σε περιπτώσεις τοιχοδομής μικτής κατά πάχος, π.χ. δίστρωτης χωρίς ή με αραιά διάτονα

ιδιαιτέρως η εκτίμηση του ελάχιστου ονομαστικού εύρους των ρωγμών-κενών- ασυνεχειών, το οποίο χαρακτηρίζει την τοιχοδομή και στο οποίο πρέπει να μπορεί να διεισδύσει το ένεμα.

2. Η κατάλληλη τεκμηρίωση ότι τα ενέματα αποτελούν πρόσφορο τρόπο ενίσχυσης λαμβάνοντας υπόψη τα υλικά και τον τρόπο δόμησης, καθώς και την παθολογία της υπό εξέταση τοιχοποιίας,
3. Ο προσδιορισμός των απαιτήσεων από πλευράς μηχανικών χαρακτηριστικών και ανθεκτικότητας της ενισχυμένης με ενέματα τοιχοποιίας, με βάση τα αποτελέσματα των σχετικών αναλύσεων και υπολογισμών.
4. Ο σχεδιασμός της κατάλληλης σύνθεσης προκειμένου να εξασφαλίζονται:
  - υψηλή ενεσιμότητα, ώστε το ένεμα να είναι ικανό να διεισδύσει σε εύρος ρωγμών και κενών μεγαλύτερο ή ίσο με το ελάχιστο ονομαστικό εύρος, όπως αυτό εκτιμάται για την τοιχοδομή με αξιοποίηση των διερευνήσεων του Κεφ. 3 από τον Μελετητή,
  - κατάλληλες αντοχές: υψηλή σε εφελκυσμό ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή συνάφεια με τα υφιστάμενα υλικά της τοιχοποιίας και χαμηλή σε θλίψη -κατά το δυνατόν, σύμφωνα και με τον στόχο της ενίσχυσης- ώστε η εφαρμογή των ενεμάτων να μην προσδώσει υπέρμετρα υψηλή δυσκαμψία,
  - φυσικοχημική ανθεκτικότητα υπό τις εκάστοτε περιβαλλοντικές συνθήκες και αποφυγή εσωτερικής χημικής ασυμβατότητας με τα υφιστάμενα υλικά και τα τυχόν νοσογόνα στοιχεία του περιβάλλοντος, τα οποία έχουν διεισδύσει στο εσωτερικό της τοιχοποιίας.

Μέσω των ενεμάτων μάζας επιτυγχάνεται η πλήρωση των ρωγμών, ασυνεχειών και κενών στο εσωτερικό της τοιχοποιίας, τα οποία εντοπίζονται κατά κύριο λόγο:

- στις μεν μονόστρωτες τοιχοποιίες στις διεπιφάνειες ανάμεσα στο κονίαμα των αρμών και τα λιθοσώματα (καθώς πολλές από αυτές τις διεπιφάνειες είτε δεν ήταν εξαρχής πλήρεις, είτε έχουν αποκολληθεί λόγω μηχανικών δράσεων) και στο κονίαμα των οριζόντιων και κατακόρυφων αρμών, εφόσον είναι αποδιοργανωμένο και υπάρχουν δίοδοι προσέγγισης των εν λόγω κενών,

λιθοσώματα ή τρίστρωτης αργολιθοδομής, ενώ, σε περιπτώσεις αποδεδειγμένης και εκτεταμένης εσωτερικής αποκόλλησης, συνιστάται να εφαρμόζεται μετά την σύνδεση των παρειών των τοίχων (§ 8.9.2) ή την τοπική ανακατασκευή τυχόν διογκωμένων παρειών ή την λήψη μέτρων αντιστήριξης της εξωτερικής παρειάς προς αποφυγή διάρρηξης της τοιχοποιίας λόγω της υδροστατικής πίεσης κατά την εφαρμογή της τεχνικής.

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται και σε μονόστρωτες τοιχοποιίες ή δίστρωτες με πυκνά διάτονα λιθοσώματα, όταν υπάρχουν κενά και ασυνέχειες στο κονίαμα δόμησης των αρμών ή στις διεπιφάνειες με τα λιθοσώματα, οι οποίες υπήρχαν εξαρχής λόγω πλημμελούς δόμησης ή έχουν δημιουργηθεί λόγω μηχανικών ή άλλων δράσεων.

- στις δε δίστρωτες ή τρίστρωτες τοιχοποιίες, επιπροσθέτως και στις διεπιφάνειες ανάμεσα στις παρειές ή και ανάμεσα στα υλικά του πυρήνα με τις παρειές, καθώς και στο υλικό πληρώσεως του πυρήνα.

Ως εκ τούτου, πληρώνονται τα κενά και βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά συνάφειας μεταξύ των επί μέρους υλικών, καθώς και της σύνδεσης των παρειών μεταξύ τους ή με τον πυρήνα, ενώ βελτιώνονται (ουσιωδώς) και τα χαρακτηριστικά του πυρήνα (χαμηλών αρχικών αντοχών) και αίρεται σε σημαντικό βαθμό η ανομοιογένεια της δόμησης στο εσωτερικό της τοιχοποιίας. Επιτυγχάνεται επομένως στην μονόστρωτη τοιχοποιία η εξομάλυνση των ανομοιομορφιών δόμησης λόγω γεωμετρίας και της ποικιλίας λάξευσης των λίθων και η πλήρωση κενών αρμών, ασυνεχειών και διεπιφανειών που είτε δεν είχαν πληρωθεί κατά την κατασκευή είτε δημιουργήθηκαν από διάφορες καταπονήσεις. Στην δε δίστρωτη παρατηρείται επιπροσθέτως σημαντική καθυστέρηση της εμφάνισης της κατακόρυφης ρωγμής διαχωρισμού των παρειών και άρα ενεργοποίηση του συνόλου της διατομής με ελάφρυνση της κάθε παρειάς. Ειδικότερα δε στην τρίστρωτη τοιχοποιία, πέρα από την ενεργοποίηση και του υλικού του πυρήνα στην ανάληψη των φορτίων, μειώνεται η εγκάρσια διόγκωσή του, με σημαντική ελάφρυνση της καταπόνησης των παρειών και καθυστέρηση εμφάνισης των κατακόρυφων ρωγμών κατά το πάχος της τοιχοδομής.

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από:

- τα υλικά, τον τρόπο δόμησης, το ποσοστό των «κενών» και την ύπαρξη επικοινωνίας μεταξύ των «κενών» της τοιχοποιίας,
- τον ορθολογικό σχεδιασμό και την επιτελεσματικότητα της σύνθεσης ως προς την ενεσιμότητα, την αντοχή και την ανθεκτικότητα,
- την μέθοδο εφαρμογής (ως προς τον εξοπλισμό για την παρασκευή και προώθηση του ενέματος, την προετοιμασία της τοιχοποιίας και την τοποθέτηση κατάλληλα διαμορφωμένου και πυκνού κανάβου σωληνίσκων εισπίεσης και εκροής του ενέματος, την διαδικασία εισπίεσης, τον ποιοτικό έλεγχο υλικών και εφαρμογής, την καταγραφή πιέσεων και καταναλώσεων, κ.λπ.) και

- την επίτευξη της προσέγγισης των κενών και εσωτερικών ρωγμών/ ασυνεχειών, που συχνά δεν επικοινωνούν μεταξύ τους.

Το ελάχιστο ονομαστικό εύρος που θα ληφθεί υπόψη για το σχεδιασμό της σύνθεσης, καθώς και η αναμενόμενη κατανάλωση ενέματος, ως ποσοστό ανηγμένο ως προς τον όγκο του τοίχου, εκτιμώνται με βάση τα στοιχεία τεκμηρίωσης και διερεύνησης του Κεφ. 3, και μπορεί να θεωρούνται κατά το μάλλον ή ήττον ομοιόμορφα (στη μάζα του τοίχου), στα τμήματα των τοιχοδομών με παρόμοια χαρακτηριστικά (ως προς τα υλικά και τον τρόπο δόμησης, την περίοδο δόμησης, την παθολογία, κ.λπ).

Το ελάχιστο ονομαστικό εύρος ρωγμών για τις συνήθεις τοιχοποιίες κυμαίνεται από 0,1-0,5 mm και ελλείψει άλλων στοιχείων μπορεί να λαμβάνεται προσεγγιστικά ίσο με 0,25mm. Ως προς την αναμενόμενη κατανάλωση ενέματος, στην περίπτωση που δεν υπάρχει σχετική εκτίμηση ελλείψει κατάλληλων στοιχείων, ως ενδεικτική μέγιστη τιμή για χαμηλής ποιότητας τρίστρωτες αργολιθοδομές μπορεί να λαμβάνεται το 15%. Στην περίπτωση χαμηλής ποιότητας δίστρωτης αργολιθοδομής, ως ενδεικτική μέγιστη τιμή της αναμενόμενης κατανάλωσης ενέματος μπορεί να λαμβάνεται το 8 %.

Σε εξαιρετικά κακοδομημένες αργολιθοδομές, οι οποίες εμφανίζουν ουσιώδεις βλάβες, η αναμενόμενη κατανάλωση ενέματος ενδέχεται να φθάνει ή και να υπερβαίνει το 10% για μονόστρωτες και δίστρωτες τοιχοποιίες και το 20% για τρίστρωτες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, απαιτείται τεκμηρίωση μέσω περισσότερων της μίας επί τόπου δοκιμαστικών εφαρμογών ενέματος.

Η στοχευόμενη βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας εκτιμάται επίσης, αναλόγως των υλικών, του τρόπου δομήσεως, της αντοχής του ενέματος, του λόγου του όγκου του εισαγόμενου ενέματος ως προς τον συνολικό όγκο του κονιάματος (μονόστρωτη/δίστρωτη τοιχοποιία) και του λόγου του όγκου του υλικού πλήρωσης ως προς τον συνολικό όγκο της τοιχοποιίας (τρίστρωτη) (βλ. στα επόμενα).

Σχετικώς, πριν την έναρξη των εργασιών, είναι υποχρεωτική η δοκιμαστική παρασκευή και εφαρμογή, αφενός για τον ποιοτικό έλεγχο των

χαρακτηριστικών του ενέματος που θα παραχθεί εργοταξιακά και αφ' ετέρου για τον έλεγχο της εισπίεσης και ενεσιμότητάς του στην υπό ενίσχυση τοιχοποιία υπό χαμηλή πίεση (~1 atm, ή όπως αυτή ορίζεται στη μελέτη) και τον έλεγχο της ποιότητας του ενέματος που λαμβάνεται από απομακρυσμένες εκροές, καθώς και για τον προσδιορισμό της αναμενόμενης κατανάλωσης.

Αν διαπιστωθεί ότι η κατανάλωση ενέματος δεν είναι ικανοποιητική και κατά το μάλλον ή ήττον ομοιόμορφη (ανάλογα με τον αν πρόκειται για βλαμμένη ή μη περιοχή, του ίδιου ή διαφορετικού τρόπου δόμησης, κ.λπ.) ή δεν έχει προσεγγίσει την στοχευόμενη κατανάλωση, απαιτείται επανεκτίμηση της επέμβασης και λήψη κατάλληλων μέτρων. Αν διαπιστωθεί ότι η κατανάλωση ενέματος είναι μεγαλύτερη από την αναμενόμενη, απαιτείται η πραγματοποίηση περισσότερων δοκιμαστικών εφαρμογών σε χαρακτηριστικές θέσεις τοιχοποιίας, με παρόμοια χαρακτηριστικά δόμησης και βλάβης.

Σε κάθε περίπτωση η τελική εφαρμογή και κατανάλωση ενέματος (πρακτικώς σχεδόν ομοιόμορφη ανά  $m^3$  ίδιου τύπου τοιχοποιίας από πλευράς υλικών, τρόπου δομήσεως και παθολογίας) θα παρακολουθείται καθημερινώς και θα καταγράφεται λεπτομερώς.

Τα ενέματα είναι υποχρεωτικώς υδραυλικά, ενώ αποκλείεται η χρήση ισχυρών τσιμεντενεμάτων. Η σύνθεση του ενέματος, όσον αφορά την κονία (μονομερής, διμερής ή τριμερής), τα τυχόν λεπτόκοκκα αδρανή, το νερό, τα πρόσμικτα ή πρόσθετα (ενδεχομένως) κ.λπ., και οι ιδιαίτερες κατά περίπτωση απαιτήσεις, θα καθορίζονται λεπτομερώς και θα αναγράφονται στην μελέτη και στα σχέδια, ενώ δεν αποκλείονται κατάλληλες προσαρμογές μετά τον επί τόπου έλεγχο της ποιότητας κατά την δοκιμαστική εφαρμογή ή κατά την τελική επέμβαση/ενίσχυση.

Αν και τα υπάρχοντα πειραματικά αποτελέσματα δεν είναι ακόμη επαρκή, συνιστάται ως πρακτικός κανόνας για την κατ' αρχήν επιλογή του ενέματος, ο λόγος της θλιπτικής αντοχής του ενέματος ως προς τη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν την ενίσχυση να μην υπερβαίνει το 5.



Η τεχνική των ενεμάτων εφαρμόζεται μετά από την αφαίρεση των επιχρισμάτων, ώστε να είναι ορατός ο τρόπος δόμησης των όψεων της τοιχοποιίας. Γίνονται οπές σε θέσεις αρμών σε πυκνό κάρναβο ισοσκελών τριγώνων πλευράς 30-40cm που δημιουργούν ρόμβους με άνισες διαγωνίους και στις δυο όψεις της τοιχοποιίας (με μετατόπιση του κάρναβου, οριζοντίως και καθέτως, κατά το ήμισυ της απόστασης των κόμβων του), όπου τοποθετούνται σωληνίσκοι, εσωτερικής διαμέτρου κατά κανόνα 10 mm, που εισέρχονται οι μισοί στο 1/3 και οι άλλοι μισοί στο 1/2 του πάχους της τοιχοποιίας ή όπως λεπτομερώς θα προδιαγραφεί στη σχετική μελέτη. Επιπλέον τοποθετούνται πυκνοί σωληνίσκοι και κατά το μήκος των ρωγμών (ανά 20-30 cm περίπου).

Μόνο όταν τα υφιστάμενα επιχρίσματα έχουν διάκοσμο, που πρέπει να διατηρηθεί και συντηρηθεί επί τόπου μπορούν να εφαρμοσθούν ενέματα ομογενοποίησης χωρίς την αφαίρεσή τους, ακολουθώντας κατάλληλη μεθοδολογία για την τοποθέτηση των σωληνίσκων και την εκτέλεση των ενέσεων.

Στην περίπτωση ύπαρξης τοιχογραφιών, ψηφιδωτών ή άλλων επιχρισμάτων που πρέπει να διατηρηθούν επί τόπου συνιστάται η εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών για τον εντοπισμό του τρόπου δόμησης της όψης και των θέσεων των αρμών.

Συνιστάται να μή χρησιμοποιείται ένεμα πολύ υψηλής θλιπτικής αντοχής και να μή λαμβάνεται υπόψη όγκος ενέματος μεγαλύτερος του 8 % του όγκου της

Υπό αυτούς τους όρους, τα βελτιωμένα χαρακτηριστικά των ομογενοποιημένων τοιχοποιιών μπορούν να εκτιμηθούν κατά τα επόμενα.

#### **8.9.5.1 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΜΟΝΟΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ Ή ΔΙΣΤΡΩΤΕΣ ΜΕ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ.**

Για ομοιόμορφη (πρακτικώς) κατανάλωση ενέματος, ισχύουν τα εξής:

##### **(α) Αντοχή σε θλίψη**

Η θλιπτική αντοχή του τοίχου μετά την ομογενοποίηση μπορεί να υπολογίζεται με τη σχέση:

τοιχοποιίας ή αύξηση αντοχής μεγαλύτερη του 50 % της αντοχής προ των ενεμάτων (κρατείται το δυσμενέστερο όριο).

$$f_{wc,f} = f_{wc,0} + \Delta f_0 + \lambda n f_{grc} \quad (8.2)$$

Για την αρχική θλιπτική αντοχή  $f_{wc,0}$  χρησιμοποιείται η σχέση (6.3) του Κεφ. 6

Συνιστάται ο όγκος του ενέματος να μην λαμβάνεται μεγαλύτερος από το 30% του κονιάματος:  $n < 0,3$

Ο ορισμός του  $f_0$  δίνεται στα σχόλια της § 6.2.4.1 και έχει ως εξής:

$f_0$ : συντελεστής (σε MPa), ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τον βαθμό λάξευσης των λίθων και παίρνει τις ακόλουθες τιμές:

0,00 για λαξευτή λιθοδομή

0,50-1,00 για λιθοδομή από ημικανονικούς λίθους

1,50-2,50 για αργολιθοδομή, ανάλογα με την ποιότητα δομήσεως

Βλέπε επίσης ορισμό στα σχόλια της § 6.2.4.1

Η αύξηση της αντοχής σε εφελκυσμό εξαρτάται εντόνως από τη σύνθεση, την τεχνική εφαρμογή και την κατανάλωση του ενέματος, και έτσι δεν μπορούν να δοθούν (προς το παρόν) συστάσεις γενικής εφαρμογής για την συμπεριφορά σε εφελκυσμό.

όπου:

$f_{wc,f}$  και  $f_{wc,0}$

η τελική ή η αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, αντιστοίχως

$n$

ο λόγος του όγκου του εισαγόμενου ενέματος ως προς τον συνολικό όγκο του κονιάματος

$f_{grc}$

η θλιπτική αντοχή του ενέματος

$$\Delta f_0 = f_0: (1 + 1/10n)$$

Λόγω των ενεμάτων μειώνεται η ακανονιστία και ανομοιογένεια της δόμησης που οφείλεται στον βαθμό λάξευσης των λίθων και επομένως απαιτείται μείωση του συντελεστή  $f_0$

$\lambda$

συντελεστής συνάφειας λιθοσώματος-κονιάματος, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 0,50 για τραχείς λίθους και ίσος με 0,1 για πολύ λείους λίθους

Η παραμορφωσιακή ικανότητα της ενισχυμένης τοιχοποιίας είναι πρακτικώς ίση με αυτή πριν την επέμβαση.

#### (β) Αντοχή σε εφελκυσμό

Η αντοχή σε εφελκυσμό αυξάνεται λόγω της πλήρωσης των κενών και ασυνεχειών της τοιχοδομής και της βελτίωσης της συνάφειας στις διεπιφάνειες.

Για την εκτίμηση της εφελκυστικής αντοχής του ομογενοποιημένου τοίχου (βλ. Κεφ. 6) επιτρέπεται, με βάση το λόγο  $n$  να λαμβάνεται υπόψη η εκτιμώμενη (βλ. Κεφ. 6) εφελκυστική αντοχή του μικτού κονιάματος – ενέματος αντίστοιχα, κατά την κρίση του μελετητή.

Η αύξηση της αντοχής σε διάτμηση εξαρτάται εντόνως από τη σύνθεση, την τεχνική εφαρμογής και την κατανάλωση του ενέματος, και έτσι δεν μπορούν να δοθούν (προς το παρόν) συστάσεις γενικής εφαρμογής, για την συμπεριφορά σε διάτμηση.

Για την εκτίμηση της αντοχής της ενισχυμένης τοιχοποιίας υπό μηδενική θλιπτική τάση (βλ. Κεφ. 6) επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη η θλιπτική αντοχή του μικτού κονιάματος (ένεμα - κονίαμα δόμησης).

Η εφαρμογή ενεμάτων με μεγάλο ποσοστό τσιμέντου συνεπάγεται σημαντική αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας. Όμως, αυτός ο τύπος των ενεμάτων δεν εφαρμόζεται πλέον στις τοιχοποιίες, λόγω του ότι δεν είναι αποτελεσματικότερα ως προς την αύξηση της αντοχής, ενώ η εν χρόνω συμπεριφορά τους (ανθεκτικότητα) υπολείπεται εκείνης των τριμερών ενεμάτων και των ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου. Για τα τρεχόντως εφαρμοζόμενα ενέματα (τριμερή και υδραυλικής ασβέστου), η αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας εμφανίζεται σε ορισμένες περιπτώσεις περιορισμένη.

Τα διατιθέμενα στοιχεία δεν επιτρέπουν συστάσεις γενικής εφαρμογής. Επειδή όμως οι τιμές που δίνονται στη βιβλιογραφία δίνουν κατά μέσο όρο μια αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τάξεως του 60%, συνιστάται υπέρ της ασφαλείας, ο μελετητής κατά την ανάλυση του δομήματος να πραγματοποιεί δυο προσεγγίσεις, χωρίς και με αύξηση των αντίστοιχων χαρακτηριστικών.

(γ) Αντοχή σε διάτμηση

Η εφαρμογή ενεμάτων οδηγεί σε αύξηση του όρου  $f_{v0}$  της σχέσης (6.4).

Η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας μετά από την ενίσχυση αναφέρεται στο σύνολο του πάχους του στοιχείου.

(δ) Μέτρο ελαστικότητας της ενισχυμένης τοιχοποιίας.

Η εφαρμογή ενεμάτων οδηγεί εν γένει σε αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

Το ποσοστό της αύξησης αυτού του όρου εξαρτάται από την σύνθεση του ενέματος.

Συνιστάται να μή χρησιμοποιείται ένεμα πολύ υψηλής θλιπτικής αντοχής και να μή λαμβάνεται υπόψη όγκος ενέματος μεγαλύτερος του 15% του όγκου της τοιχοποιίας, ή αύξηση αντοχής μεγαλύτερη του 100 % της αντοχής προ των ενεμάτων (κρατείται το δυσμενέστερο όριο).

Εξαίρεση αποτελούν ιδιαιτέρως κακοδομημένες τοιχοποιίες ή τοιχοποιίες με σοβαρές βλάβες, στις οποίες η κατανάλωση του ενέματος μπορεί να φθάσει ή και να υπερβεί το 20% του όγκου της τοιχοποιίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η υψηλή κατανάλωση του ενέματος πρέπει να τεκμηριώνεται επαρκώς κατά την φάση των δοκιμαστικών εφαρμογών και να επαληθεύεται μέσω των καθημερινών καταγραφών της κατανάλωσης κατά την διάρκεια εφαρμογής, στο πλαίσιο του έργου.

### 8.9.5.2. ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΡΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ

Για ομοιόμορφη κατανάλωση ενέματος, ισχύουν τα εξής:

(α) Συμπεριφορά σε θλίψη

Η θλιπτική αντοχή του τρίστρωτου τοίχου μετά την ομογενοποίηση μπορεί να υπολογίζεται με τη σχέση:

$$f_{wc,f} = f_{wc,0} \left[ 1 + 1,25 \frac{V_i}{V_w} \frac{\sqrt{f_{gr,c}}}{f_{wc,0}} \right] \dots (\text{MPa}) \quad (8.3)$$

όπου:

$f_{wc,f}, f_{wc,0}, f_{gc}$

η τελική ή η αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, αντιστοίχως, και η θλιπτική αντοχή του ενέματος (σε MPa)

$V_i$

ο όγκος του τοίχου μεταξύ των δυο εξωτερικών παρειών

$V_w$

ο όγκος της τοιχοποιίας

Τα διαθέσιμα πειραματικά στοιχεία δείχνουν αύξηση της παραμόρφωσης που αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας, υπό την προϋπόθεση εφαρμογής ενεμάτων με βάση την υδραυλική ασβέστο (με ή χωρίς πουζολάνη) ή τριμερών ενεμάτων (με περιορισμένο ποσοστό τσιμέντου (π.χ. μέχρι 30% κ. β.). Παρά ταύτα, το περιορισμένο πλήθος των αποτελεσμάτων δεν επιτρέπει την διατύπωση σχέσης η οποία να συνδέει την αύξηση της παραμορφωσιμότητας με τα μηχανικά χαρακτηριστικά του ενέματος.

Πρέπει, επίσης, να αναφερθεί ότι η εφαρμογή ισχυρών τσιμεντιτικών ενεμάτων οδηγεί σε μείωση της παραμόρφωσης που αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας.

Η αντοχή σε εφελκυσμό αυξάνεται λόγω της πλήρωσης των κενών και ασυνεχειών της τοιχοδομής και την βελτίωση της συνάφειας στις διεπιφάνειες.

Υπό αυτήν την έννοια, και ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη, όπου αυτό απαιτείται, εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας με ποσοστό αύξησης κατά 100% περίπου.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες τιμές:

(α) Εφαρμογή ενέματος υδραυλικής ασβέστου, ποσοστό αύξησης της  $f_{v0}$  ίσο με 100% περίπου,

(β) Εφαρμογή τριμερούς ενέματος, ποσοστό αύξησης της  $f_{v0}$  ίσο με 200% περίπου.

Η εφαρμογή ενεμάτων με μεγάλο ποσοστό τσιμέντου συνεπάγεται σημαντική αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας. Όμως, αυτός ο τύπος των ενεμάτων δεν εφαρμόζεται πλέον στις τοιχοποιίες, λόγω του ότι δεν είναι

Η παραμορφωσιακή ικανότητα της ενισχυμένης τοιχοποιίας λαμβάνεται ίση με αυτή πριν την επέμβαση.

#### (β) Εφελκυστική αντοχή

Η αντοχή σε εφελκυσμό αυξάνεται με την εφαρμογή των ενεμάτων ομογενοποίησης,

Το ποσοστό της αύξησης αυτού του όρου είναι συνάρτηση των μηχανικών χαρακτηριστικών του ενέματος.

Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας μετά από την ενίσχυση αναφέρεται στο σύνολο του πάχους του στοιχείου.

#### (γ) Διατμητική αντοχή

Η εφαρμογή ενεμάτων οδηγεί σε αύξηση του όρου  $f_{v0}$  της σχέσης (6.4).

Το ποσοστό της αύξησης αυτού του όρου είναι συνάρτηση των μηχανικών χαρακτηριστικών του ενέματος.

Η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας μετά από την ενίσχυση αναφέρεται στο σύνολο του πάχους του στοιχείου.

#### (δ) Μέτρο ελαστικότητας της ενισχυμένης τοιχοποιίας

Η εφαρμογή ενεμάτων οδηγεί σε αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

αποτελεσματικότερα ως προς την αύξηση της αντοχής, ενώ η εν χρόνω συμπεριφορά τους (ανθεκτικότητα) υπολείπεται εκείνης των τριμερών ενεμάτων και των ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου. Για τα τρεχόντως εφαρμοζόμενα ενέματα (τριμερή και υδραυλικής ασβέστου), η αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας εμφανίζεται σε ορισμένες περιπτώσεις περιορισμένη.

Τα διατιθέμενα στοιχεία δεν επιτρέπουν συστάσεις γενικής εφαρμογής. Επειδή όμως οι τιμές που δίνονται στην βιβλιογραφία δίνουν κατά μέσο όρο μια αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τάξεως του 60%, συνιστάται υπέρ της ασφαλείας, ο μελετητής κατά την ανάλυση του δομήματος να πραγματοποιεί δυο προσεγγίσεις, χωρίς και με αύξηση των αντίστοιχων χαρακτηριστικών.

#### Σημείωση

Όταν, η εφαρμογή των ενεμάτων συνδυάζεται με την μέθοδο της καθολικής και διπλής (αμφίπλευρης) βαθειάς αρμολόγησης, για την αύξηση της  $f_{wt}$  και της  $f_{v0}$  μπορούν να υιοθετηθούν οι αντίστοιχες συστάσεις, βλ. § 8.9.3.

Τα γωνιακά ελάσματα (με ελάχιστο πάχος 5 mm) εφαρμόζονται με κατάλληλο κονίαμα και ισχυρή σύσφιξη πάνω στο στοιχείο (με κατάλληλες διατάξεις), ενώ οι πυκνοί (π.χ. ανά 150 mm) εγκάρσιοι σύνδεσμοι (κατά προτίμηση ελάσματα, με ελάχιστο πάχος 5 mm ή ελάχιστη διατομή 50 mm<sup>2</sup>) ηλεκτροσυγκολλούνται πάνω τους.

Η βελτίωση της συμπεριφοράς επιτυγχάνεται μέσω της περισφιγξης την οποία προσφέρουν οι περιδέσεις.

Συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη μειωμένη αποτελεσματικότητα της περισφιγξης, λόγω των δυσχερειών κατά την σύσφιξη των μεταλλικών ή μη περιδέσεων, μέσω κατάλληλου συντελεστή  $\gamma_{Rd}$ . Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορεί να λαμβάνεται υπ' όψη  $\gamma_{Rd}=1,25$ .

Το ποσοστό της αύξησης αυτού του όρου εξαρτάται από την σύνθεση του ενέματος.

#### **8.9.6 ΠΕΡΙΔΕΣΕΙΣ ΠΕΣΣΩΝ, ΣΤΥΛΩΝ**

Περιδέσεις από χαλύβδινα στοιχεία ή μη μεταλλικά υλικά (με ικανή/επαρκή σύσφιξη) μπορούν να διαταχθούν σε πεσσούς ή στύλους από φέρουσα τοιχοποιία, μικρής σχετικής διατομής (κυκλικής, περίπου τετραγωνικής ή ορθογωνικής).

Οι περιδέσεις συμβάλλουν στην έναντι θλίψεως συμπεριφορά των στοιχείων. Η συμβολή αυτή μπορεί να εκτιμάται με βάση τον ΚΑΝΕΠΕ.

Όσον αφορά την επίπτωση των περιδέσεων στην αύξηση της παραμορφωσιμότητας της τοιχοποιίας, τα διατιθέμενα στοιχεία δεν επιτρέπουν συστάσεις γενικής εφαρμογής. Ο μελετητής μπορεί να ανατρέξει κατά την κρίση του σε έγκυρη σχετική βιβλιογραφία.

Το τελικό επίχρισμα, το οποίο συμβάλλει στην ενσωμάτωση του κλωβού στο στοιχείο και στην προστασία του έναντι περιβαλλοντικών δράσεων, μπορεί να σπλίζεται με τεντωμένο και καρφωμένο κοτετσόσυρμα ή με ινοπλέγματα.

Η σύσφιγξη που προβλέπεται κατά την τοποθέτηση των μεταλλικών στοιχείων δεν λαμβάνεται υπ' όψη.

(α) Πρόκειται για πολύ επεμβατική τεχνική, η οποία εφαρμόζεται στην περίπτωση κατά την οποία η αποτίμηση του κτηρίου υποδεικνύει σημαντικό έλλειμμα φέρουσας ικανότητας των δομικών στοιχείων, έναντι της ζητούμενης.  
(β) Οι αποτελεσματικοί (από απόψεως φέρουσας ικανότητας) αμφίπλευροι μανδύες έχουν σημαντική επίπτωση στη συμπεριφορά της τοιχοποιίας έναντι της κίνησης της υγρασίας και των υδρατμών, λόγω μείωσης της δυνατότητας διαπνοής του τοίχου. Αλλάζουν επομένως και την θερμική συμπεριφορά της τοιχοποιίας.

(γ) Η επαρκής αγκύρωση των μανδύων, προϋπόθεση για την εξασφάλιση της συμβολής τους, οδηγεί σε μεταβολή των διαστάσεων των ανοιγμάτων, καθώς και της γεωμετρίας των εσωτερικών χώρων και των εξωτερικών διαστάσεων του κτηρίου.

(δ) Οι μανδύες αυξάνουν τη μάζα και τη δυσκαμψία, επομένως και τα σεισμικά φορτία. Σημαντική αύξηση της μάζας ενδέχεται να οδηγήσει στην ανάγκη επεμβάσεων και στη θεμελίωση.

Για τους λόγους αυτούς, η εφαρμογή αυτής της τεχνικής δεν προβλέπεται προκειμένου περί ιστορικών κτηρίων και μνημείων, δεν συνιστάται δε ούτε

Η επέμβαση συνδυάζεται, όταν είναι εφικτό, με τελικό οπλισμένο επίχρισμα.

Κατά την προσομοίωση της ενισχυμένης κατασκευής, εισάγονται τα γραμμικά στοιχεία της περίδεσης, με τις διαστάσεις και τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους.

#### 8.9.7 ΜΑΝΔΥΕΣ

στην περίπτωση κτηρίων που δεν κατατάσσονται στις κατηγορίες των προστατευόμενων κατασκευών.

Όταν διαπιστώνεται σημαντική απόσταση μεταξύ σκοπούμενης και διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας, συνιστάται εναλλακτικώς η εφαρμογή άλλων επεμβάσεων, οι οποίες να βελτιώνουν την εν γένει συμπεριφορά του κτηρίου (όπως, π.χ. η ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων και της στέγης, η κατασκευή νέων φερόντων στοιχείων στο εσωτερικό του κτηρίου ή η μετατροπή μη φερόντων στοιχείων σε φέροντα, κ.λπ.).

Δεν συνιστάται η εφαρμογή τοπικών μανδύων.

Η σύνδεση μεταξύ μανδύων και τοιχοποιίας υπολογίζεται κατά τα αναφερόμενα στην παρούσα παράγραφο.

Ως προς τα ελάχιστα των συνδέσμων, ισχύουν οι σχετικές απαιτήσεις της § 8.9.2.

Κατά την κρίση του Μηχανικού, η προσομοίωση μπορεί να γίνει είτε μέσω ισοδύναμης διατομής τοιχοποιίας και μανδύα, είτε λαμβάνοντας υπ' όψη επάλληλες παρειές, καταλλήλως συνδεόμενες μεταξύ τους.

Η κατασκευή αμφίπλευρων ή μονόπλευρων μανδύων από οπλισμένο λεπτοσκυρόδεμα με οριζόντιο και κατακόρυφο κατανεμημένο οπλισμό πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

(α) Τα στοιχεία τοιχοποιίας στα οποία εφαρμόζονται να έχουν προηγουμένως επισκευασθεί και ενισχυθεί μέσω άλλων μεθόδων (π.χ. μέσω ενεμάτων μάζας).

(β) Το πάχος των μανδύων δεν υπερβαίνει τα 100mm.

(γ) Εξασφαλίζεται επαρκής σύνδεση των μανδύων με την τοιχοποιία, καθώς και με τα οριζόντια στοιχεία του κτηρίου.

(δ) Εξασφαλίζεται κατάλληλη ενίσχυση της θεμελίωσης, εφ' όσον απαιτείται, και σύνδεση των μανδύων με τα υφιστάμενα θεμέλια της κατασκευής.

(ε) Η πρόσθετη μάζα που προκύπτει από την εφαρμογή των μανδύων πρέπει να λαμβάνεται καταλλήλως υπ' όψη στους υπολογισμούς.

(στ) Κατά την μόρφωση του υπολογιστικού ομοιώματος του κτηρίου μετά από την εφαρμογή μανδύων, λαμβάνεται μέριμνα για την



Τα προκύπτοντα εντατικά μεγέθη αναλαμβάνονται εν μέρει από την τοιχοποιία και εν μέρει από τον μανδύα.

Οι διεπιφάνειες μεταξύ τοιχοποιίας και μανδύα υπολογίζονται, έτσι ώστε να μπορούν να μεταφέρουν ασφαλώς την προκύπτουσα τέμνουσα δύναμη. Αυτός ο έλεγχος ενδέχεται να είναι κρίσιμος στην περίπτωση μονόπλευρου μανδύα.

Πρόκειται για υλικά τα οποία διατίθενται σε διάφορες μορφές (ίνες, πλέγματα, ράβδοι, ελάσματα, υφάσματα) και εφαρμόζονται είτε μέσω ρητινών, είτε μέσω ανόργανων υλικών (τσιμεντιτικών ή υδραυλικής ασβέστου). Στην πρώτη περίπτωση, τα υλικά ονομάζονται συνήθως ινοπλισμένα πολυμερή και στην δεύτερη, ινοπλέγματα σε ανόργανη μήτρα (κονίαμα).

Και στις δυο κατηγορίες υλικών χρησιμοποιούνται ίνες άνθρακα, υάλου, βασάλτη, ΡΒΟ.

Η εφαρμογή σύνθετων υλικών μέσω ρητινών σε μεγάλες επιφάνειες (υπό μορφή καθολικού «μανδύα») δεν συνιστάται στην περίπτωση των τοιχοποιιών εν γένει, καθώς είναι πολύ πιθανή η πρόκληση προβλημάτων διαπνοής. Όπου δεν είναι αποδεκτή η χρήση τσιμεντοκονιαμάτων (π.χ. λόγω μείωσης της δυνατότητας διαπνοής ή λόγω χημικής ασυμβατότητας με τα υφιστάμενα υλικά, ή στις περιπτώσεις ιστορικών κτηρίων, κ.λπ.), συνιστάται η χρήση ινοπλεγμάτων σε συνδυασμό με άλλου είδους κονιάματα (π.χ. υδραυλικής ασβέστου).

εισαγωγή κατάλληλων χαρακτηριστικών για την τοιχοποιία και για τους μανδύες.

Η διαστασιολόγηση των μανδύων, έναντι των εντατικών μεγεθών που τους αναλογούν, γίνεται κατά τις διατάξεις των ΕΚ 2-1-1 και ΕΚ 8-1.

#### **8.9.8 ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ**

Τα ινοπλισμένα υλικά εφαρμόζονται για την ενίσχυση φερόντων στοιχείων έναντι εντός και εκτός επιπέδου κάμψης, έναντι τέμνουσας, καθώς και για την περίδεση στοιχείων (περίσφιγξη), βλ. § 8.9.6.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή τους αποτελεί η επισκευή ή και ενίσχυση με τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σώμα της τοιχοποιίας.

Ιδιαίτερα στις δίστρωτες ή τρίστρωτες τοιχοποιίες προηγείται η επισκευή και ενίσχυση μέσω εφαρμογής ενεμάτων (ομογενοποίηση μάζας) σε συνδυασμό, αν απαιτείται, με σύνδεση των παρειών και άλλες τεχνικές.

Τα υλικά αυτά διαθέτουν πολύ μεγάλη εφελκυστική αντοχή, η οποία συχνά δεν είναι δυνατόν να επιστρατευθεί λόγω υπέρβασης της συνάφειας μεταξύ των υλικών ενίσχυσης και της υποκείμενης τοιχοποιίας. Τούτο ισχύει κυρίως στην περίπτωση κατά την οποία τα υλικά εφαρμόζονται μέσω ρητίνης (ινοπλισμένα πολυμερή).

Ενδεικτικώς αναφέρονται τα εξής:

- (i) Αμφίπλευρη εφαρμογή των υλικών, με τοποθέτηση ινών σε δυο διευθύνσεις (συνήθως, οριζόντια και κατακόρυφη) στοχεύει στην ενίσχυση μιας τοιχοδομής έναντι (εναλλασσόμενου προσήμου) ορθής και διατμητικής έντασης. Επομένως, τα υλικά ενίσχυσης (υπό μορφήν πλέγματος, ράβδων, λωρίδων, ελασμάτων, κ.λπ.) αναμένεται να υποβληθούν και σε εφελκυσμό και σε θλίψη. Η αποκόλλησή τους, αν είναι κρίσιμη, αποφεύγεται μέσω αγκύρωσης (ανά αποστάσεις) στην τοιχοποιία.
- (ii) Στην περίπτωση τοποθέτησης του υλικού ενίσχυσης έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως, δεδομένου ότι μέγιστες ροπές αναμένονται στην στέψη και στην βάση του τοίχου, καθώς και στις περιοχές συνάντησής τους με εγκάρσιους τοίχους, το υλικό ενίσχυσης πρέπει να αγκυρώνεται στον ανώτερο και στον κατώτερο όροφο και στις περιοχές των γωνιών του κτηρίου, αντιστοίχως.
- (iii) Η μηχανική αγκύρωση επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλης διάταξης σωμάτων αγκυρώσεως, π.χ. μορφής θυσσάνων ή μέσω βλήτρων (συνήθως πλαστικών) εμπηγνυόμενων στην τοιχοποιία σε κατάλληλο κλίμακα.

Αναλόγως με τον λόγο ύψους προς μήκος του ενισχυόμενου στοιχείου, ο απαιτούμενος οπλισμός θα διατάσσεται κατά την οριζόντια ή κατά την

Η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων με χρήση ινοπλισμένων υλικών εξαρτάται από την επαρκή αγκύρωσή τους στην τοιχοποιία.

Η επαρκής αγκύρωση επιτυγχάνεται:

(α) στο σώμα του ενισχυόμενου στοιχείου, μέσω κατάλληλης μηχανικής αγκύρωσης και

(β) με κατάλληλη επέκταση των υλικών ενίσχυσης πέραν των διατομών ελέγχου ή, όπου αυτό δεν είναι δυνατόν, μέσω κατάλληλης μηχανικής αγκύρωσης.

(α) Ενίσχυση έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως

Το απαιτούμενο ποσοστό οπλισμού σύνθετου υλικού προκύπτει από την εξέταση δυο τρόπων αστοχίας στην διατομή ελέγχου:

κατακόρυφη διεύθυνση ή και κατά τις δυο. Προβλέπεται η διάταξη ελάχιστου ποσοστού οπλισμού, το οποίο ορίζεται ως  $0,2 \times 10^{-3}$  ( $210/E_f$ ), όπου  $E_f$  = μέτρο ελαστικότητας ινών σε GPa. Σε κάθε περίπτωση, το ελάχιστο ποσοστό δεν θα λαμβάνεται μικρότερο του  $0,2 \times 10^{-3}$ .

Για τους ελέγχους αυτούς, τα στοιχεία που χρειάζονται (θλιπτική αντοχή και αντίστοιχη ανηγμένη παραμόρφωση τοιχοποιίας) μπορούν να λαμβάνονται από τις αντίστοιχες παραγράφους αυτού του Κεφαλαίου (για τοιχοποιία επισκευασμένη ή ενισχυμένη με διάφορες τεχνικές).

Ως προς τα χρησιμοποιούμενα υλικά ενίσχυσης, τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους λαμβάνονται από τα αντίστοιχα έγγραφα πιστοποίησης του παραγωγού τους.

Ελλείπει ακριβέστερων στοιχείων και επί το δυσμενέστερον, μπορεί να θεωρείται ότι η μεταφορά της τέμνουσας πραγματοποιείται μόνον μέσω δράσεως βλήτρου.

Για τους σχετικούς υπολογισμούς, λαμβάνονται υπ' όψη τα μηχανικά χαρακτηριστικά των βλήτρων (θύσανοι ή πλαστικά βλήτρα) τα οποία διατίθενται στα έγγραφα πιστοποίησης των αντίστοιχων υλικών.

Η ενεργή εφελκυστική τάση λαμβάνεται ως η μικρότερη από δυο τιμές: της εφελκυστικής αντοχής του στοιχείου ενίσχυσης και της τάσης αποκόλλησης. Εν γένει εξαρτάται από το υλικό ενίσχυσης (π.χ. τύπος ινών), από την γεωμετρία του στοιχείου ενίσχυσης (π.χ. πάχος και πλάτος ελάσματος ή λωρίδας υφάσματος), καθώς και από τις συνθήκες στερέωσης ή/και αγκύρωσης των οπλισμών. Η τάση αποκόλλησης μπορεί να υπολογίζεται από κατάλληλο προσομοίωμα. Ελλείπει ακριβέστερων στοιχείων και επί το δυσμενέστερον, μπορεί να θεωρείται ότι η ενεργή εφελκυστική τάση ισούται με το μέτρο ελαστικότητας του στοιχείου ενίσχυσης στη διεύθυνση φόρτισης επί

- (i) Η τάση της τοιχοποιίας στην ακραία θλιβόμενη ίνα ισούται με την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και
- (ii) Η ανηγμένη παραμόρφωση του υλικού ενίσχυσης είναι ίση με την παραμόρφωση αστοχίας του ή με την παραμόρφωση για την οποία αυτό αποκολλάται από την τοιχοποιία.

Για την αποφυγή της αποκόλλησης του υλικού ενίσχυσης από την τοιχοποιία, η μεταξύ τους διεπιφάνεια πρέπει να αναλαμβάνει (ως τέμνουσα) την εφελκυστική δύναμη η οποία προκύπτει για το υλικό ενίσχυσης με βάση τον δυσμενέστερο από τους προηγούμενους δυο ελέγχους.

#### (β) Ενίσχυση έναντι εντός επιπέδου τέμνουσας

Η συμβολή του υλικού ενίσχυσης στην ανάληψη τέμνουσας μπορεί να υπολογίζεται ως εξής:

- (i) Στην περίπτωση διάταξης του υλικού ενίσχυσης με την μορφή οριζόντιων ράβδων ή λωρίδων υφάσματος ή ελασμάτων και στις δυο όψεις του στοιχείου:

$$V_{Rd,f} = 2 (h/s_f) \sigma_f (2/3) A_f \quad (8.4)$$

όπου

$h$  το ύψος του ενισχυόμενου στοιχείου,  
 $s_f$  η αξονική απόσταση των στοιχείων ενίσχυσης,

παραμόρφωση αστοχίας (λόγω αποκόλλησης) ίση με 0,003. Στην περίπτωση συνθέτων υλικών τύπου ινοπλέγματος σε ανόργανη μήτρα (π.χ. τιμμεντιτικό κονίαμα ή υδραυλική άσβεστος), το μέτρο ελαστικότητας λαμβάνεται ως το τέμνον σε παραμόρφωση 0,003.

Συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψιν συντελεστής ασφαλείας ίσος με 1,25 για αστοχία λόγω θραύσης των ινών ή 1,50 για αστοχία λόγω αποκόλλησης.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων και επί το δυσμενέστερον, μπορεί να θεωρείται ότι η μεταφορά της τέμνουσας πραγματοποιείται μόνον μέσω δράσεως βλήτρου.

Για τους σχετικούς υπολογισμούς, λαμβάνονται υπ' όψη τα μηχανικά χαρακτηριστικά των βλήτρων (θύσανοι ή πλαστικά βλήτρα) τα οποία διατίθενται στα έγγραφα πιστοποίησης των αντίστοιχων υλικών.

$\sigma_f$  ενεργή εφελκυστική τάση του υλικού ενίσχυσης,  $A_f$  το εμβαδόν διατομής ενός μεμονωμένου στοιχείου ενίσχυσης (π.χ. λωρίδα, ράβδος, έλασμα)

Λαμβάνεται μειωτικός συντελεστής ίσος με 2/3, λόγω του ότι δεν συμμετέχουν όλες οι λωρίδες εξ ίσου στην ανάληψη της τέμνουσας.

- (ii) Στην περίπτωση διάταξης ινοπλισμένου επιχρίσματος σε ολόκληρη την επιφάνεια των δυο παρειών του στοιχείου:

$$V_{Rd,f} = 2 \sigma_f (2/3) h t_f \quad (8.5)$$

όπου

$h$  το ύψος του ενισχυόμενου στοιχείου,

$t_f$  το ονομαστικό πάχος του ινοπλισμένου επιχρίσματος,

$\sigma_f$  η ενεργή εφελκυστική τάση του υλικού ενίσχυσης (αναφέρεται στο ονομαστικό πάχος  $t_f$ ).

Λαμβάνεται μειωτικός συντελεστής ίσος με 2/3, λόγω του ότι δεν συμμετέχουν όλες οι λωρίδες εξ ίσου στην ανάληψη της τέμνουσας.

Για την αποφυγή της αποκόλλησης του υλικού ενίσχυσης από την τοιχοποιία, η μεταξύ τους διεπιφάνεια πρέπει να αναλαμβάνει τέμνουσα δύναμη ίση με την συμβολή του υλικού ενίσχυσης στην φέρουσα ικανότητα του δομικού στοιχείου.

Τα σύνθετα υλικά τύπου ινοπλισμένου πολυμερούς, δηλαδή με χρήση ρητίνης ως μητρικό υλικό, έχουν πτωχή συμπεριφορά έναντι πυρκαγιάς. Στην περίπτωση που αυτή θεωρείται κρίσιμη παράμετρος σχεδιασμού, απαιτείται εφαρμογή υλικού πυροπροστασίας (π.χ. πυράντοχο επίχρισμα).

Ο απαιτούμενος οπλισμός θα διατάσσεται κατά την διεύθυνση ανάπτυξης ορθών τάσεων λόγω κάμψεως, π.χ. μέσω υφάσματος ινών μίας διεύθυνσης, ελασμάτων ή ράβδων ανά αποστάσεις, ινοπλεγμάτων κλπ. Στην περίπτωση χρήσης οπλισμού με ίνες σε πάνω από μία διεύθυνση, θα λαμβάνεται υπ' όψιν μόνο η συμβολή των ινών παράλληλα στις ορθές τάσεις.

Για τους ελέγχους αυτούς, τα στοιχεία που χρειάζονται (θλιπτική αντοχή και αντίστοιχη ανηγμένη παραμόρφωση τοιχοποιίας) λαμβάνονται από τις αντίστοιχες παραγράφους αυτού του Κεφαλαίου (για τοιχοποιία επισκευασμένη ή ενισχυμένη με διάφορες τεχνικές).

Ως προς τα χρησιμοποιούμενα υλικά ενίσχυσης, τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους λαμβάνονται από τα αντίστοιχα έγγραφα πιστοποίησης του παραγωγού τους.

Η συμπεριφορά συνθέτων υλικών τύπου ινοπλισμένου επιχρίσματος σε πυρκαγιά είναι παρόμοια με αυτή των επιχρισμένων με οπλισμό από χάλυβα.

#### (γ) Ενίσχυση έναντι εντός επιπέδου κάμψεως

Το απαιτούμενο ποσοστό οπλισμού συνθέτου υλικού προκύπτει από την εξέταση δυο τρόπων αστοχίας στην διατομή ελέγχου:

- (i) Η τάση της τοιχοποιίας στην ακραία θλιβόμενη ίνα ισούται με την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας,
- (ii) Η ανηγμένη παραμόρφωση του υλικού ενίσχυσης στην ακραία εφελκυστική ίνα αυτού είναι ίση με την παραμόρφωση αστοχίας του ή με την παραμόρφωση για την οποία αυτό αποκολλάται από την τοιχοποιία.

Ο υπολογισμός της ροπής αντοχής της διατομής ελέγχου γίνεται θεωρώντας γραμμική κατανομή των εφελκυστικών τάσεων στα σύνθετα υλικά, με τιμές ανάλογες της αποστάσεως των οπλισμών από τον ουδέτερο άξονα. Οι θλιπτικές τάσεις στα σύνθετα υλικά μπορούν να αγνοούνται.

Για την αποφυγή της αποκόλλησης του υλικού ενίσχυσης από την τοιχοποιία, η μεταξύ τους διεπιφάνεια πρέπει να αναλαμβάνει (ως τέμνουσα) την εφελκυστική δύναμη η οποία προκύπτει για το υλικό ενίσχυσης με βάση τον δυσμενέστερο από τους προηγούμενους δυο ελέγχους.

#### **8.9.9 ΠΛΑΙΣΙΩΣΗ Ή ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ**

Η μέθοδος της πλαισίωσης ή συμπλήρωσης («κτισίματος») των ανοιγμάτων ή μεγάλων εσοχών στα σώματα των τοίχων συνιστά ενίσχυση και μπορεί να εφαρμοστεί ως μόνιμη επέμβαση, κυρίως κοντά στις γωνίες (ή σε κρίσιμες περιοχές) του κτηρίου.

Τα προστιθέμενα πλαίσια ή η προστιθέμενη τοιχοποιία λαμβάνονται καταλλήλως υπ' όψη στο υπολογιστικό ομοίωμα της κατασκευής.

Αντί της έμφραξης των ανοιγμάτων, όταν το πάχος της τοιχοποιίας είναι επαρκώς μεγάλο, μπορεί να εξετάζεται και η λύση πλαισιωμάτων δικτυωματικής μορφής στην περίμετρο των ανοιγμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση, διατάσσονται δυο (μεταλλικά ή ξύλινα) πλαισιώματα (από ένα σε κάθε παρειά του τοίχου), τα οποία συνδέονται μεταξύ τους κατά το πάχος της τοιχοποιίας.

Καλύτερη σύνδεση μεταξύ υφιστάμενης και προστιθέμενης τοιχοποιίας ή μεταξύ πλαισιώματος και τοιχοποιίας μπορεί να επιτυγχάνεται μέσω εφαρμογής ενέσεων κατά την περίμετρο του ανοίγματος.

Οι ελκυστήρες συμβάλλουν και στην μείωση της εντός επιπέδου παραμόρφωσης των τοίχων παραλλήλως προς τους οποίους τοποθετούνται. Συνήθως, οι ελκυστήρες/θλιπτήρες είναι μεταλλικοί. Στην περίπτωση ιστορικών κτηρίων και μνημείων, ενδέχεται να απαιτείται η αντικατάσταση υφιστάμενων ή η τοποθέτηση νέων ελκυστήρων/θλιπτήρων από ξύλο. Λόγω της δυσκολίας αντικατάστασης στο εσωτερικό της τοιχοποιίας των υφιστάμενων ξύλινων ελκυστήρων, συνήθως περίπτωση αποτελεί επίσης η τοποθέτηση νέων μεταλλικών ελκυστήρων σε συνδυασμό με ξύλινους θλιπτήρες στα εκτός των τοιχοποιιών τμήματα στη γένεση των τόξων ή θόλων.

Για την επίτευξη της μέγιστης αποτελεσματικότητας των ελκυστήρων/θλιπτήρων συνιστάται η διάταξή τους όσο γίνεται πλησιέστερα προς την στέψη των τοίχων ή προς την στάθμη γένεσης των καμπύλων φορέων.

Για τα θέματα ανθεκτικότητας και προστασίας (π.χ. έναντι πυρκαγιάς) βλ. και § 8.6 Κατά την κρίση του Μηχανικού (ή και τις ιδιαίτερες σχετικές απαιτήσεις) ενδέχεται να απαιτηθεί κατάλληλη αύξηση της διαμέτρου των ελκυστήρων και του πάχους των θλιπτήρων.

Τα πλαισιώματα (συνήθως μεταλλικά ή ξύλινα) πρέπει να είναι υποχρεωτικώς «κλειστά» και να διαθέτουν ισχυρούς «κόμβους» στις γωνίες, ενώ η συμπλήρωση (το «κτίσιμο») πρέπει να γίνεται με ισχυρότερη τοιχοδομή (π.χ. μονόστρωτη, σχεδόν ημι-λαξευτή) από την υφιστάμενη και να καλύπτει τουλάχιστον το 85% του πάχους του τοίχου.

Στην περίμετρο του πλαισιώματος ή γεμίματος διατάσσονται και κατάλληλες συνδέσεις με την υφιστάμενη τοιχοποιία (βλ. και § 8.5), π.χ. κατά τα αναφερόμενα στην § 8.9.2, έτσι ώστε να διατίθενται τουλάχιστον δύο συνδέσεις ανά μέτρο μήκους ακμής.

#### **8.9.10 ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ/ΘΛΙΠΤΗΡΩΝ, ΠΕΡΙΔΕΞΕΙΣ**

Οριζόντιοι ελκυστήρες ή/και θλιπτήρες, συνήθως χαλύβδινοι, διατάσσονται με στόχο τον περιορισμό της εκτός επιπέδου αποκόλλησης τοίχων από τους εγκάρσιους τους.

Διατάσσονται, επίσης, σε καμπύλους φορείς (τόξα, αψίδες, θόλοι), με στόχο την ανάληψη των οριζόντιων ωθήσεων που οφείλονται στην λειτουργία αυτών των στοιχείων.

Η περιορισμένη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας επί της οποίας αγκυρώνονται οι ελκυστήρες, καθώς και οι μεγάλοι και ιδιαιτέρως αβέβαιοι συντελεστές ερπυσμού δεν επιτρέπουν την επιβολή προέντασης σε αυτούς. Προκειμένου όμως να εξασφαλιστεί η άμεση ενεργοποίησή τους, απαιτείται η άρση τυχόν ανοχών μήκους και η πλήρης ευθυγράμμισή τους, μέσω εφαρμογής απολύτως ελεγχόμενης ελαφράς τάνυσης.

Η μέγιστη τάση περιορίζεται, ώστε να αποφεύγονται μεγάλες μηκύνσεις των στοιχείων, οι οποίες θα επέτρεπαν μεγάλες σχετικές μετακινήσεις των συνδεδεμένων φερόντων στοιχείων.

Η ελαφρά τάνυση (ή/και σύσφιγξη/σφήνωση) γίνεται με κατάλληλα μέσα, με σαφείς και ρητές αναφορές στην μελέτη και στα σχέδια. Προς τούτο μπορούν να χρησιμοποιούνται τα περικόχλια στα άκρα των ελκυστήρων. Σε περιπτώσεις που αυτό δεν είναι εφικτό ή/και σε περιπτώσεις στοιχείων μεγάλου μήκους, συνιστάται η διάταξη κατάλληλων ενδιάμεσων αρμοκλείδων, ώστε να διευκολύνεται η απαραίτητη ελαφρά τάνυση (ή και σύσφιγξη/σφήνωση).

Οι διαστάσεις (περιλαμβανομένου του πάχους) των σωμάτων σφήνωσης/αγκύρωσης υπολογίζονται ώστε η (ομοιόμορφη) θλιπτική τάση στην υποκείμενη τοιχοποιία να μην υπερβαίνει την θλιπτική της αντοχή αυξημένη κατά 50%.

Το πλήθος των ελκυστήρων/θλιπτήρων και η διάταξή τους (μόνο στην μια παρειά των τοίχων ή και στις δυο) εξαρτώνται από το αποτέλεσμα των υπολογισμών και από τους γεωμετρικούς και λειτουργικούς περιορισμούς του κτηρίου.

Οι ελκυστήρες αγκυρώνονται καταλλήλως στα κατακόρυφα στοιχεία (τοίχοι ή πεσσοί) και δεν είναι προεντεταμένοι.

Ο σχεδιασμός των στοιχείων πραγματοποιείται για τον δυσμενέστερο συνδυασμό δράσεων, περιλαμβανομένης της σεισμικής.

Οι δράσεις που προκύπτουν από τους υπολογισμούς αυξάνονται μέσω συντελεστή  $\gamma_{Ed} = 1,25$ , ενώ η τάση σχεδιασμού του χάλυβα λαμβάνεται ίση με το ήμισυ της τιμής σχεδιασμού του ορίου διαρροής του.

Εξασφαλίζεται κατάλληλη τάνυση (ή και σύσφιγξη/ σφήνωση) των ελκυστήρων/θλιπτήρων στην τοιχοποιία, χωρίς η εισαγόμενη ένταση σε αυτούς να θεωρείται προένταση.

Πρέπει δε να προβλέπονται και διαδικασίες επανατάνυσης (ή/και επανασύσφιγξης/σφήνωσης), τουλάχιστον μία (1) φορά, μετά την παρέλευση επαρκούς χρονικού διαστήματος (π.χ. εξαμήνου), ή μετά από ισχυρό σεισμό, βλ. και Κεφ. 11.

Η σφήνωση των θλιπτήρων και η αγκύρωση των ελκυστήρων στην τοιχοποιία πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων σωμάτων (πλακών), ώστε να αποφεύγεται η αστοχία της τοιχοποιίας από τοπική θλίψη και εγκάρσια διάρρηξη.

Ανάμεσα στην πλάκα αγκύρωσης και την τοιχοποιία τοποθετείται μαξιλάρι τσιμεντοκονίας σταθερού όγκου πάχους περίπου 2 εκατοστών. Στην περίπτωση των ιστορικών τοιχοποιιών ανάμεσα στην τσιμεντοκονία σταθερού όγκου και την επιφάνεια του τοίχου τοποθετείται επίχρισμα υδραυλικής ασβέστου ή φύλο πολυπροπυλενίου.

Οι ελκυστήρες-θλιπτήρες θα πρέπει να περιλαμβάνονται καταλλήλως στο υπολογιστικό ομοίωμα του ενισχυόμενου δομήματος.

Οι ελκυστήρες-θλιπτήρες ενεργοποιούνται μετά την εμφάνιση ανελαστικών παραμορφώσεων στον φέροντα οργανισμό. Σημειώνεται ότι όταν, εφαρμόζονται ελαστικές μέθοδοι ανάλυσης, η προκύπτουσα ένταση των ελκυστήρων-θλιπτήρων είναι συνήθως πολύ μικρή και μη ρεαλιστική.

Συνιστάται η σύνδεση των αντηρίδων με τα διαζώματα (εφ' όσον προβλέπονται), καθώς και με το διάφραγμα του πατώματος ή της στέγης (προκειμένου περί μονώροφου κτηρίου).

Η διάταξη μεταλλικών αντηρίδων (συνήθως μορφής τριγωνικού δικτυώματος) εφαρμόζεται κατά κανόνα ως μέθοδος προσωρινής αντιστήριξης.

Το θεμέλιο πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ενιαίο ή, εάν επιλεγεί η λύση των μικροπασσάλων θα πρέπει να φτάνει κάτω από το βάθος του θεμελίου του αντιστηριζόμενου τοίχου.

Δεδομένου ότι η ενεργοποίηση της αντηρίδας προϋποθέτει την πραγματοποίηση μετακινήσεων στο στοιχείο το οποίο αντιστηρίζει, συνιστάται

#### 8.9.11 ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΗΡΙΔΩΝ

Η διάταξη εξωτερικών λιθόκτιστων αντηρίδων, καταλλήλως συνδεδεμένων με τα υφιστάμενα στοιχεία, μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της δυσκαμψίας και της φέρουσας ικανότητας του κτηρίου, καθώς και στην βελτίωση της εκτός επιπέδου συμπεριφοράς επί μέρους τοίχων.

Το ύψος κάθε αντηρίδας ισούται με το ύψος του τοίχου τον οποίο αντιστηρίζει, το δε πάχος της ισούται τουλάχιστον με το πάχος του αντίστοιχου τοίχου, ενώ το πλάτος της στη βάση του τοίχου πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το διπλάσιο πάχος του τοίχου ( $\geq 2 t; w$ ).

Κάθε αντηρίδα θεμελιώνεται, το δε θεμέλιό της συνδέεται καταλλήλως με το θεμέλιο του αντίστοιχου τοίχου.

Ο σχεδιασμός των αντηρίδων πραγματοποιείται για τον δυσμενέστερο συνδυασμό δράσεων, περιλαμβανομένης της σεισμικής.



εύλογη μείωση της φέρουσας ικανότητάς της. Ελλείψει άλλων στοιχείων, αυτή η μείωση μπορεί να λαμβάνεται ίση με 20%.

Η διεπιφάνεια μεταξύ τοίχου και αντηρίδας υπολογίζεται έτσι ώστε να αναλαμβάνει την κατακόρυφη τέμνουσα η οποία αναπτύσσεται μεταξύ αυτών των δυο στοιχείων.

Ελλείψει άλλων στοιχείων και επί το δυσμενέστερον, η μεταφορά της τέμνουσας μπορεί να ανατίθεται αποκλειστικώς σε μεταλλικούς συνδέσμους (κατά προτίμηση διαμπερείς), θεωρούμενους ως «ελκυστήρες», πέραν των απαραίτητων πυκνών συρραφών της διεπιφάνειας, οι οποίες πραγματοποιούνται κατά προτίμηση με λιθοσώματα.

Συνιστάται να διατάσσονται διαζώματα και κατά τις δυο κύριες διευθύνσεις του κτηρίου, ώστε μέσω αυτών να εξασφαλίζεται η σύνδεση των πατωμάτων και της στέγης με τους τοίχους καθ' όλη την περιμέτρο τους. Προκειμένου περί ξύλινων ή μεταλλικών πατωμάτων και στεγών, μέσω της κατά δυο διευθύνσεις διάταξης των διαζωμάτων και της σύνδεσής τους με το πάτωμα ή τη στέγη, εξασφαλίζεται η σύνδεση και με τους τοίχους οι οποίοι είναι παράλληλοι προς τις δοκούς των πατωμάτων και προς τους φορείς της στέγης.

Ενδεικτικώς αναφέρεται ότι στην περίπτωση ξύλινων ή μεταλλικών διαζωμάτων, μετά την δημιουργία κατάλληλης εξομάλυνσης της στέψης των

Οι δράσεις που προκύπτουν από τους υπολογισμούς αυξάνονται μέσω συντελεστή  $\gamma_{Ed} = 1,25$ .

Η σύνδεση κάθε αντηρίδας με τον αντίστοιχο τοίχο και το θεμέλιό του υπολογίζεται, ώστε να επιτυγχάνεται η από κοινού λειτουργία τους.

#### 8.9.12 ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ

Η αντικατάσταση υφιστάμενων ή η κατασκευή διαζωμάτων στις στάθμες των ορόφων και της στέγης, καταλλήλως συνδεόμενων με τα υποκείμενα στοιχεία από τοιχοποιία, αποτελεί τεχνική, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται ομοιόμορφη μεταφορά των φορτίων των πατωμάτων και της στέγης στην τοιχοποιία και η ευχερέστερη σύνδεση των κατακόρυφων στοιχείων μεταξύ τους, καθώς και των οριζόντιων φορέων με τους τοίχους.

Όταν τα διαζώματα συνδυάζονται με την ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας πατωμάτων και στεγών (§ 8.9.13), επιβάλλεται η κατασκευή τους σε ολόκληρη την περίμετρο εκάστου διαφράγματος, ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη σύνδεση των διαφραγμάτων με τους υποκείμενους τοίχους.

Τα διαζώματα στην στέψη των τοίχων συνιστάται να καταλαμβάνουν το σύνολο του πάχους των υποκείμενων τοίχων. Τούτο επιτυγχάνεται με

τοιχών (μέσω κατάλληλου κονιάματος σταθερού όγκου) μπορούν να τοποθετούνται τουλάχιστον δυο ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία που διήκουν κατά το μήκος του τοίχου στην εσωτερική και εξωτερική παρειά του και συνδέονται μεταξύ τους με εγκάρσιες ξύλινες ή μεταλλικές ράβδους αντίστοιχα. Ανάμεσα στα ξύλινα και μεταλλικά στοιχεία τοποθετείται λιθόδεμα με χρήση μικρών λίθων και κατάλληλου κονιάματος.

Προκειμένου περί διαζωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος δεν είναι επιθυμητή η εξομάλυνση της στέψης των τοίχων πριν την κατασκευή τους, προκειμένου να υπάρχει αδρή διεπιφάνεια μεταξύ διαζώματος και τοιχοποιίας, το δε ύψος τους συνιστάται να επιλέγεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη μεταφορά των κατακόρυφων φορτίων της στέγης και πάντως, να είναι της τάξεως 15-20cm περίπου, το δε πλάτος τους να καλύπτει όλο το πάχος του υποκείμενου τοίχου.

Κατ'εξάιρση, σε περιπτώσεις μνημείων ή διατηρητέων κτηρίων κατά τις οποίες απαιτείται η διατήρηση της μορφής των όψεων του κτηρίου ή προστασία τυχόν εσωτερικού διακόσμου, το πλάτος του διαζώματος, μπορεί να μειώνεται, υπό την προϋπόθεση ότι θα καλύπτει πλήρως το πάχος της μιας παρειάς (εσωτερική ή εξωτερική κατά περίπτωση) και αυτό της μεσαίας στρώσης (αν υπάρχει) και κατά τα 2/3 το πάχος της άλλης παρειάς, εφόσον όμως η απομένουσα διατομή της εν λόγω παρειάς θα είναι επαρκής για να παραλάβει τα υπερκείμενα φορτία.

Η σύνδεση ενός διαζώματος με τον υποκείμενο τοίχο καλείται να αναλάβει την, λόγω σεισμού, οριζόντια τέμνουσα στην στάθμη του διαζώματος. Λόγω των εν γένει σχετικώς χαμηλών μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας, συνιστάται η διάταξη περισσότερων βλήτρων μικρής διαμέτρου, εναλλάξ στις δυο παρειές, ώστε να αποφεύγεται το ενδεχόμενο τοπικής αστοχίας της τοιχοποιίας και, επομένως, και της σύνδεσης.

Στις ενδιάμεσες στάθμες, δηλαδή, στις στάθμες των πατωμάτων, η οποιαδήποτε επισκευή ή αντικατάσταση υπαρχόντων διαζωμάτων, καθώς και η κατασκευή νέων εκεί όπου δεν υπάρχουν στην υφιστάμενη κατάσταση,

τρόπο αρμόζοντα στο εκάστοτε χρησιμοποιούμενο υλικό κατασκευής ή αντικατάστασης του διαζώματος (ξύλο, χάλυβας, οπλισμένο σκυρόδεμα).

Τα διαζώματα στην στέψη των τοίχων συνδέονται με την στέγη και με την υποκείμενη τοιχοποιία μέσω βλήτρων, τα οποία διαστασιολογούνται καταλλήλως, ώστε να αποφευχθεί τυχόν ολίσθηση του διαζώματος.

Η κατασκευή διαζωμάτων σε ενδιάμεσες στάθμες πραγματοποιείται με τοποθέτηση κατάλληλων στοιχείων παράλληλων με τις όψεις της τοιχοποιίας και διαμπερώς συνδεόμενων μεταξύ τους.

υπόκειται στους περιορισμούς που προκύπτουν από την περιορισμένη προσβασιμότητα κατά το πάχος των τοίχων.

Ενδεικτικώς αναφέρονται τα εξής:

(α) Αν υπάρχουν διαζώματα, ξύλινα ή μεταλλικά σε όλο το πάχος της τοιχοποιίας και παρουσιάζουν βλάβες η επισκευή ή ενίσχυση ή αντικατάστασή τους ενδέχεται να είναι εφικτή μόνον στα τμήματα που είναι εμφανή στην εσωτερική ή εξωτερική παρειά των τοίχων.

(β) Εάν αυτό δεν είναι δυνατόν, ή δεν υπάρχουν διαζώματα κατά το πάχος των τοίχων, μπορεί να προβλεφθεί η τοποθέτηση διαζωμάτων από χάλυβα κατάλληλης διατομής, τα οποία διήκουν παράλληλα με τον τοίχο στην εσωτερική και εξωτερική παρειά του και συνδέονται μεταξύ τους με εγκάρσιους συνδέσμους. Εναλλακτικώς, το τμήμα του διαζώματος προς την εσωτερική παρειά των τοίχων μπορεί να αποτελείται από ξύλινα στοιχεία, συνδεόμενα καταλλήλως με τα (παράλληλα προς αυτά) μεταλλικά, τα οποία διατάσσονται παράλληλα με την εξωτερική όψη του τοίχου.

(γ) Δεν συνιστάται εν γένει η κατασκευή διαζωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος σε ενδιάμεσες στάθμες, λόγω του αναγκαστικώς περιορισμένου πλάτους τους, εν σχέσει προς το πάχος του υποκείμενου τοίχου και, επομένως, της περιορισμένης αποτελεσματικότητάς τους. Επιπλέον μια τέτοια επέμβαση διαταράσσει τη συνέχεια της τοιχοποιίας καθύψος και απομειώνει τη διατομή. Σημειώνεται ότι παρελθούσες επεμβάσεις σε κτήρια από τοιχοποιία, με αντικατάσταση των ξύλινων πατωμάτων και στεγών από πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος εδραζόμενες στους τοίχους μέσω φωλεών ή διαζωμάτων περιορισμένου πλάτους, οδήγησαν σε πολλές περιπτώσεις σε εκτεταμένες βλάβες των κατακόρυφων στοιχείων από τοιχοποιία. Αν και, σε αυτές τις περιπτώσεις, οι αστοχίες (με «εμβολισμό» της τοιχοποιίας) αποδίδονται και στο ότι δεν είχε ληφθεί μέριμνα για την κατάλληλη ενίσχυση των κατακόρυφων στοιχείων καθεαυτά, σημαντική συμβολή είχε η ελλιπής σύνδεση των άκαμπτων διαφραγμάτων με την τοιχοποιία.

Τα διαζώματα που κατασκευάζονται στις στάθμες των πατωμάτων συνδέονται με τα πατώματα και με τα κατακόρυφα στοιχεία, όπως αναφέρεται και στην προηγούμενη παράγραφο.

Η διάταξη ασυνεχών διαζωμάτων ή διαζωμάτων μόνον πάνω από τους περιμετρικούς τοίχους ή διαζωμάτων μικρού πλάτους (τα οποία καλύπτουν τμήμα μόνον του πάχους του υποκείμενου τοίχου), κ.λπ. δεν συμβάλλουν στην διαφραγματική λειτουργία στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης, μπορεί δε να αποβεί δυσμενής αν το πλάτος τους δεν καλύπτει όλες τις στρώσεις σε δίστρωτες ή τρίστρωτες τοιχοποιίες.

Ως προς την διαστασιολόγηση και τους απαιτούμενους ελέγχους, εφαρμόζονται οι ισχύοντες Κανονισμοί (περιλαμβανομένου του ΕΚ8), αναλόγως με το υλικό του διαζώματος.

Για τον σχεδιασμό τους, λαμβάνεται υπ' όψη το σύνολο των δράσεων υπό σεισμό, με αυξητικό συντελεστή  $\gamma_{Ed} = 1,25$ .

Η αποτελεσματική λειτουργία των διαζωμάτων προϋποθέτει την κατάλληλη ενίσχυση των συνδεόμενων με αυτά κατακόρυφων στοιχείων από τοιχοποιία (με ενέματα ομογενοποίησης, κ.λπ.)

Υπό τις προϋποθέσεις οι οποίες αναφέρονται στα επόμενα, κατάλληλα διαζώματα ενδέχεται να συμβάλλουν ουσιαστικά στην διαφραγματική λειτουργία στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης.

(α) Η κάτοψη του κτηρίου έχει κατάλληλα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (π.χ. σχετικώς μικρά ελεύθερα μήκη τοίχων μεταξύ εγκάρσιων, συνδεδεμένων προς αυτούς, επαρκές πλήθος εσωτερικών φερόντων τοίχων ή/και φορείς πατωμάτων και στέγης διατεταγμένους άλλους κατά την μία και άλλους κατά την άλλη κύρια διεύθυνση του κτηρίου, κ.λπ.).

(β) Τα διαζώματα έχουν πλάτος κατά κανόνα ίσο με το πάχος των υποκείμενων τοίχων, κατασκευάζονται στην στέψη του συνόλου των φερόντων τοίχων (περιμετρικών και εσωτερικών), αντιμετωπίζονται δε κατά τον υπολογισμό ως ένα οριζόντιο κλειστό πλαίσιο, διαστασιολογούνται και οπλίζονται αναλόγως. Ιδιαίτερη μέριμνα δίνεται στους κόμβους αυτού του πλαισιώματος, οι οποίοι σχεδιάζονται ικανοτικώς, δηλαδή, η αστοχία τους δεν πρέπει να προηγείται της αστοχίας των μελών του διαζώματος και των υποκείμενων τοίχων.

(γ) Εξασφαλίζεται κατάλληλη σύνδεση του διαζώματος με τα πατώματα και την στέγη, καθώς και με τους υποκείμενους τοίχους.

(δ) Στην περίπτωση κατά την οποία προβλέπεται η εφαρμογή οπλισμένων επιχρισμάτων, μανδυνών, αντηρίδων, κ.λπ., αυτά τα στοιχεία πρέπει να συνδέονται με τα οριζόντια διαζώματα.

Σε κάθε περίπτωση, αυτή η λειτουργία επιβάλλεται να ελέγχεται μέσω κατάλληλης προσομοίωσης της κατασκευής (περιλαμβανομένων των πατωμάτων, της στέγης και των διαζωμάτων) και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων.

### 8.9.13 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

Η ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας πατωμάτων και στέγης και η κατάλληλη σύνδεσή τους με τα διαζώματα και τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία αποτελεί αποτελεσματική επέμβαση, μέσω της οποίας εξασφαλίζεται η από κοινού παραμόρφωση των κατακόρυφων στοιχείων και η εν γένει μείωση των παραμορφώσεων στις οποίες υποβάλλεται το σύνολο του κτηρίου.

Η ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας επιτυγχάνεται υπό την προϋπόθεση:

- (i) κατάλληλης επισκευής και ενίσχυσης των τοιχοδομών με τις οποίες συνδέονται τα δύσκαμπτα διαφράγματα και
- (ii) τοποθέτησης οριζόντιων περιμετρικών διαζωμάτων που θα μορφώνουν κλειστά πλαίσια,
- (iii) εφαρμογής επεμβάσεων αύξησης της δυσκαμψίας εντός του επιπέδου των υφιστάμενων οριζοντίων φερόντων στοιχείων (πατώματα ή στέγες ή θολωτές κατασκευές),
- (iv) κατάλληλης σύνδεσης των διαφραγμάτων με τα διαζώματα/περιμετρικά πλαίσια και τους υποκείμενους ή παρακείμενους τοίχους.

Η διεπιφάνεια μεταξύ διαφράγματος και υποκείμενου τοίχου πρέπει να αναλαμβάνει την (οριζόντια) δύναμη η οποία προκύπτει από τους υπολογισμούς κατά το μήκος του τοίχου. Τα οριζόντια διαζώματα/πλαισιώματα που τοποθετούνται στη στέψη ή παράλληλα με τους τοίχους (στις δυο διευθύνσεις) πρέπει να είναι ικανά να αναλαμβάνουν αυτήν τη δύναμη (§ 8.9.12).

Ελλείψει κατάλληλων στοιχείων και επί το δυσμενέστερον, η μεταφορά της τέμνουσας μπορεί να αναλαμβάνεται μόνον μέσω δράσεως βλήτρου μεταλλικών συνδέσμων μετά από κατάλληλο υπολογισμό.

Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών συνδέσμων δεν πρέπει να υπολείπεται του 10πλάσιου της διαμέτρου των βλήτρων και δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,0m περίπου. Συνιστάται η διάταξη περισσότερων βλήτρων μικρής διαμέτρου που να μην υπερβαίνει τα 12mm περίπου, ώστε να αποφεύγεται το ενδεχόμενο τοπικής αστοχίας της τοιχοποιίας και, επομένως, και της σύνδεσης.

Στην περίπτωση που τα διαζώματα τοποθετούνται παράλληλα με τους τοίχους οι σύνδεσμοι μπορεί να είναι διαμπερείς ή τυφλοί ανάλογα και με τον τύπο της τοιχοποιίας. Σε κάθε περίπτωση το ήμισυ των συνδέσμων θα είναι υποχρεωτικώς διαμπερείς.

Ενδεικτικώς αναφέρονται μερικές από τις διαθέσιμες μεθόδους:

(α) Τοποθέτηση δεύτερου δαπέδου (σανιδώματος), υπό γωνίαν ως προς το υφιστάμενο (είτε πάνω από το υφιστάμενο, είτε κάτω από τις δοκούς του πατώματος).

(β) Διάταξη πλακών από τεχνητή ξυλεία σε συνδυασμό με τα υπάρχοντα σανιδώματα.

(γ) Διάταξη συστήματος χαλύβδινων ελκυστήρων/ελασμάτων (υπό μορφή οριζόντιου δικτυώματος).

(δ) Κατασκευή λεπτής στρώσης από οπλισμένο ελαφροσκυρόδεμα χωρίς απομάκρυνση των υφιστάμενων οριζόντιων φορέων (ξύλινων ή μεταλλικών), οπλισμένης με γαλβανισμένο πλέγμα που θα συνδέεται με διατμητικούς συνδέσμους με τα ξύλινα ή μεταλλικά υποκείμενα φέροντα στοιχεία και θα αγκυρώνεται κατάλληλα στην τοιχοποιία, (ε) κατασκευή σύμμικτης πλάκας, κ.λπ.

Για τις δυο τελευταίες περιπτώσεις η αύξηση της μάζας και η αγκύρωση της πλάκας στην τοιχοποιία πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη και να μελετώνται αντιστοίχως.

Η αντικατάσταση του ξύλινου πατώματος με πλάκα από σκυρόδεμα και περιμετρική έδραση στην τοιχοποιία δεν συνιστάται, αφενός λόγω της αυξημένης μάζας που θα προστεθεί και αφετέρου επειδή δεν είναι πρακτικώς εφικτό να κατασκευαστεί διάζωμα πλάτους ίσου με αυτό της τοιχοποιίας, χωρίς

Αναλόγως με τα διαθέσιμα μέσα και τους γεωμετρικούς και άλλους περιορισμούς (π.χ. παρουσία προστατευόμενων οροφωγραφιών, περιορισμοί στην αύξηση του πάχους των φορέων των πατωμάτων, κ.λπ.), επιλέγεται η καταλληλότερη μέθοδος για την πρόσδοση εντός επιπέδου δυσκαμψίας στα πατώματα και στην στέγη.

σημαντική διατάραξη της περιοχής στήριξης, για την υποχρεωτικώς τμηματική κατασκευή του.

Αν πάρα ταύτα επιλεγεί να κατασκευαστεί πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα θα πρέπει να προβλεφθεί η εξασφάλιση επαρκούς στήριξης της πλάκας και σύνδεσης της με την τοιχοποιία (π.χ. μέσω μεταλλικών δοκών που διήκουν παράλληλα με τους τοίχους στην εσωτερική όψη της τοιχοποιίας, συνδεδεμένων με βλήτρα με την πλάκα και με την τοιχοποιία διαμπερώς). Η αγκύρωση των συνδέσεων επί της εξωτερικής όψεως της τοιχοποιίας γίνεται με μεμονωμένες μεταλλικές πλάκες ή ένα συνεχές έλασμα ή ακόμη καλύτερα με μια δοκό που τοποθετείται παράλληλα με την εξωτερική όψη της τοιχοποιίας.

Η έδραση μέσω διαζώματος μικρού πλάτους, το οποίο χανδρώνεται στην εσωτερική παρειά της τοιχοποιίας ή μέσω φωλεών από οπλισμένο σκυρόδεμα δεν συνιστάται, καθώς υπό σεισμό υπάρχει κίνδυνος εμβολισμού της τοιχοποιίας.

Αναλόγως, στην περίπτωση κατά την οποία τέτοια στοιχεία έχουν κατασκευασθεί στο παρελθόν, απαιτείται η λήψη κατάλληλων μέτρων αποκατάστασης επαρκούς έδρασης της πλάκας στην τοιχοποιία μέσω μεταλλικών δοκών που θα τοποθετηθούν στην περίμετρο της πλάκας και θα συνδεθούν με αυτή και την τοιχοποιία μέσω διαμπερών συνδέσμων, η αγκύρωση των οποίων γίνεται όπως προαναφέρθηκε για την περίπτωση κατασκευής πλάκας από Ο.Σ. Συνιστάται επίσης η ενίσχυση της τοιχοποιίας και η εφαρμογή εξωτερικής περίδεσης στη στάθμη αυτή για τη μείωση του κινδύνου εμβολισμού της. Η περίδεση με χρήση μεταλλικού ελάσματος μπορεί να συνδυασθεί με την αγκύρωση των συνδέσμων.

Ειδικότερα για την στέγη, όπου είναι εφικτό, συνιστάται η δημιουργία οριζόντιου διαφράγματος στο επίπεδο της στέψης των τοίχων, όπου τοποθετούνται τα οριζόντια διαζώματα (§ 8.9.12) στα οποία στηρίζονται τα άκρα των ζευκτών, με χρήση κατάλληλων διαγώνιων μεταλλικών και ξύλινων στοιχείων μεταξύ δύο ή περισσότερων ζευκτών. Εάν υπάρχει ξύλινη ψευδοροφή και η στέγη δεν είναι ορατή μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλάκες

από τεχνητή ξυλεία σε κατάλληλη διάταξη που θα βιδωθούν εκ των κάτω στους ελκυστήρες των ζευκτών και θα συνδεθούν καταλλήλως με τα περιμετρικά διαζώματα/ πλαισιώματα.

Εναλλακτικώς, εάν αυτό δεν είναι εφικτό τοποθετούνται στοιχεία αύξησης της δυσκαμψίας στα κεκλιμένα επίπεδα της στέγης (διπλά σανιδώματα, ξυλόπλακες, διαγώνιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας, κ.λπ.) και λαμβάνεται μέριμνα για την σύνδεσή τους με τα περιμετρικά διαζώματα.

Εάν η στέγη είναι κεκλιμένη χωρίς ελκυστήρα, συνιστάται η λήψη μέτρων παραλαβής των οριζόντιων ωθήσεων.

Εάν η στέγη είναι δικτυωματική γίνεται έλεγχος των κόμβων λαμβάνοντας υπόψη και οριζόντιες δυνάμεις.

Ο σχεδιασμός των διαφραγμάτων πραγματοποιείται βάσει των αντίστοιχων ισχυόντων Κανονισμών για τα υλικά κατασκευής τους, συμπεριλαμβανομένου του ΕΚ 8-1.

Κατά τον σχεδιασμό, λαμβάνεται υπ' όψη το σύνολο των δράσεων υπό σεισμό, με αυξητικό συντελεστή  $\gamma_{Ed} = 1,25$ .

Όταν διαπιστώνεται γενικευμένη ανεπάρκεια του υφιστάμενου φέροντος οργανισμού (είτε λόγω νέας χρήσης, είτε λόγω συμμόρφωσης με τις σύγχρονες αντισεισμικές απαιτήσεις), μπορεί να εφαρμόζεται η λύση του νέου εσωτερικού φέροντος οργανισμού.

Δεδομένου ότι στα υφιστάμενα κτήρια από τοιχοποιία, το μεγαλύτερο μέρος της μάζας (σε ποσοστό το οποίο μπορεί να πλησιάζει το 80-90% της συνολικής) αντιπροσωπεύει την μάζα των τοιχοδομών, η αποτελεσματική συμβολή του νέου φέροντος οργανισμού προϋποθέτει την σύνδεσή του με τον υφιστάμενο.

Σε κάθε περίπτωση, η διαφραγματική λειτουργία πατωμάτων και στέγης επιβάλλεται να ελέγχεται μέσω κατάλληλης προσομοίωσης της κατασκευής (περιλαμβανομένων των πατωμάτων, της στέγης και των διαζωμάτων) και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων.

#### 8.9.14 ΝΕΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Ο νέος εσωτερικός φέρων οργανισμός, συνήθως από σπλισμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα στοχεύει στην ανάληψη μέρους των σεισμικών δράσεων.

Προϋπόθεση γι' αυτήν την λειτουργία του νέου φέροντος οργανισμού είναι η κατάλληλη σύνδεσή του με τα στοιχεία του υφιστάμενου.



Οι διεπιφάνειες μεταξύ νέων και υφιστάμενων φερόντων στοιχείων υπολογίζονται ώστε να μπορούν να αναλαμβάνουν την (οριζόντια ή την κατακόρυφη, κατά περίπτωση) τέμνουσα δύναμη η οποία προκύπτει από τους σχετικούς υπολογισμούς εντατικών μεγεθών.

Βλ. § 8.9.15 για τις επεμβάσεις στη θεμελίωση ή/και στο υπέδαφος.  
Γενικώς, συνιστάται ενιαία και ισχυρή θεμελίωση του κελύφους και του εσωτερικού σκελετού.

Η χρήση υλικών, όπως το οπλισμένο σκυρόδεμα και ο χάλυβας αλλά και το ξύλο, επιτρέπει την επίτευξη της απαιτούμενης φέρουσας ικανότητας του νέου φέροντος οργανισμού με περιορισμένων διαστάσεων διατομές στοιχείων.

Όμως, για να μπορεί ο νέος φέρων οργανισμός να συμβάλει στην ελάφρυνση της έντασης στα υφιστάμενα στοιχεία, πρέπει να έχει επαρκή δυσκαμψία, ώστε οι παραμορφώσεις των δυο συνιστωσών να είναι συμβατές μεταξύ τους.

Αν δεν υπάρχει τεκμηρίωση της ανάγκης επέμβασης στην θεμελίωση, η διατάραξη της υφιστάμενης κατάστασης, με στόχο μια προληπτική επέμβαση, δεν συνιστάται.

Σχετικώς, απαιτείται καί νέα ή συμπληρωματική εδαφοτεχνική έρευνα και μελέτη, κατά τις προβλέψεις και διατάξεις της § 3.5.4.7.

Η επιλογή της λύσης του νέου φέροντος οργανισμού προϋποθέτει ότι έχουν εφαρμοσθεί οι προβλεπόμενες κατάλληλες επεμβάσεις στον υφιστάμενο και έχουν αποδειχθεί ανεπαρκείς.

Ο σχεδιασμός του νέου φέροντος οργανισμού ακολουθεί τις διατάξεις των ισχυόντων Κανονισμών ΕΚ 2-1-1, ΕΚ 3-1-1, ΕΚ 5-1-1 και ΕΚ 8-1, καθώς και τον ΕΚ 7-1 για την μελέτη θεμελιώσεώς του.

Το κύριο κριτήριο για την διαστασιολόγηση του νέου φέροντος οργανισμού, πέραν της επαρκούς φέρουσας ικανότητας, είναι ο έλεγχος των σχετικών παραμορφώσεων του υφιστάμενου και του νέου φέροντος οργανισμού.

Επομένως, η δυσκαμψία του νέου φέροντος οργανισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την δυσκαμψία του υφιστάμενου.

### **8.9.15 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ Ή/ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ**

Σε περιπτώσεις αποδεδειγμένης ανεπάρκειας της θεμελίωσης ή/και του υπεδάφους ενός κτηρίου, με χαρακτηριστικές ουσιώδεις και εκτεταμένες βλάβες της ανωδομής, λόγω καθιζήσεων, ολισθήσεων κ.λπ., καθώς και σε περιπτώσεις σημαντικής επιβάρυνσης λόγω των επεμβάσεων στην ανωδομή ή της διάταξης νέου εσωτερικού σκελετού (§ 8.9.14) ή εξωτερικών αντηρίδων (§ 8.9.11), θα σχεδιάζονται κατάλληλες και επαρκείς επεμβάσεις στη θεμελίωση ή/και στο υπέδαφος, με βάση και τις αρχές αυτού του Κανονισμού.

Κατά τα αποτελέσματα και συμπεράσματα του ανασχεδιασμού, ενδέχεται να απαιτηθεί ομογενοποίηση της μάζας, διάταξη εξωτερικώς ή/και εσωτερικώς, μανδυών, ισχυρών κλειστών οριζόντιων πλαισιωμάτων, διάταξη μικρο-πασσάλων, κ.λπ.

Κατά περίπτωση, οι κατάλληλοι συντελεστές ασφαλείας προσομοιωμάτων ( $\gamma_{Ed}$  και  $\gamma_{Rd}$ ) θα εκτιμώνται κατά την κρίση του Μηχανικού, ενώ αντίστοιχη διάταξη ισχύει και για τις διεπιφάνειες και τις συνδέσεις μεταξύ στοιχείων, φορέων κ.λπ. (βλ. και § 8.5).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

### ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

#### 9.1 ΣΚΟΠΟΣ

Το παρόν Κεφάλαιο περιλαμβάνει τα κριτήρια ελέγχου της ανίσωσης ασφαλείας, κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό, σε όρους εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών:

- Ανάλογα με την μέθοδο ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε, και
- Ανάλογα με τον αναμενόμενο τρόπο αστοχίας (πλαστικό ή ψαθυρό).

#### 9.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ

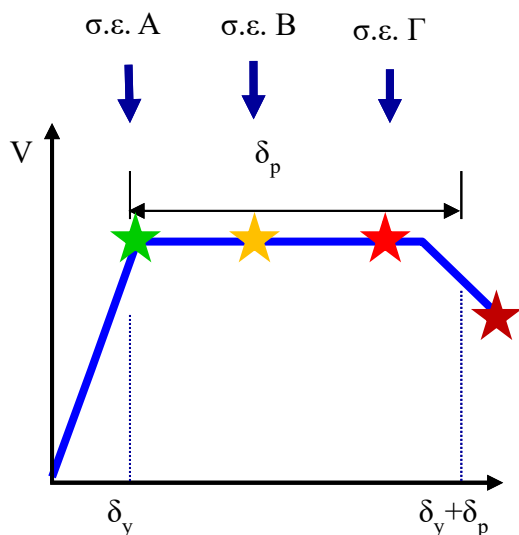
Τα κριτήρια αποδοχής ορίζονται για κάθε στάδιο επιτελεστικότητας χωριστά (βλέπε Σχήμα Σ 9.1) και διακρίνονται σε κριτήρια ελέγχου δυνάμεων και σε κριτήρια ελέγχου παραμορφώσεων / μετατοπίσεων.

Οι έλεγχοι που περιγράφονται κατωτέρω αφορούν όλα τα εντατικά μεγέθη και τα αντίστοιχα μεγέθη παραμόρφωσης (δηλ. εντός και εκτός επιπέδου κάμψη και διάτμηση, κατά το Κεφ. 7).

Τα κριτήρια αυτά δίνονται για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας χωριστά.

- Αν η αποτίμηση έχει σκοπό την επιβεβαίωση της στοχευόμενης ικανότητας, όλα τα δομικά στοιχεία θα πρέπει να ικανοποιούν τα σχετικά κριτήρια ελέγχου.
- Αν η αποτίμηση γίνεται για την λήψη αποφάσεων για τον ανασχεδιασμό, όλα τα δομικά στοιχεία πρέπει να ικανοποιούν τα σχετικά κριτήρια ελέγχου μετά τον ανασχεδιασμό.

Βλέπε § 4.4 για την λογική των ελέγχων.



Σχ. Σ 9.1: Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας.

σ.ε. Α = Οριακή Κατάσταση Περιορισμού Βλαβών (DL)

σ.ε. Β = Οριακή Κατάσταση Σημαντικών Βλαβών (SD)

σ.ε. Γ = Οριακή Κατάσταση Οιονεί Κατάρρευσης (NC)

Ο/η μηχανικός συγκρίνει τα εντατικά μεγέθη σχεδιασμού (ή αποτίμησης, κατά την § 9.3) με τις αντίστοιχες τιμές των κριτηρίων

αποδοχής προκειμένου να προσδιορίσει αφενός αν ικανοποιείται η ανίσωση ασφαλείας για το κτίριο, και αφετέρου να εκτιμήσει το αναμενόμενο επίπεδο βλάβης (στάδιο επιτελεστικότητας) στο οποίο θα περιέλθει το κτίριο κατά την ανάληψη των μεγεθών σχεδιασμού ή αποτίμησης (αναλόγως με το αντικείμενο, κατά την § 9.3).

Στην στάθμη επιτελεστικότητας «περιορισμένες βλάβες», ο φέρων οργανισμός και τα δευτερεύοντα στοιχεία τους αναμένεται να έχουν οιονεί ελαστική συμπεριφορά και να μην αναπτύξουν μετελαστικές παραμορφώσεις. Έτσι, γενικώς,  $q \approx m \approx 1,0$  ( $\div 1,5$ ). Στην περίπτωση αυτή είναι  $\gamma_{Rd}=1$ .

### 9.2.1 ΜΕΓΕΘΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Α: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΒΛΑΒΕΣ (DL)

Για την στάθμη αυτή, η γενική ανίσωση ασφαλείας (βλέπε Κεφ. 4)

$$S_d \leq R_d \quad (9.1)$$

ελέγχεται, για πρωτεύοντα και δευτερεύοντα στοιχεία, σε όρους εντατικών μεγεθών με:

- $S_d$ : τιμή του εντατικού μεγέθους από την (ελαστική) ανάλυση, με  $\gamma_{Ed}$  κατά την § 4.5.1.
- $R_d$ : τιμή σχεδιασμού αντίστασης σε όρους εντατικών μεγεθών, υπολογισμένη με συντελεστές ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  και με οιονεί χαρακτηριστικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών, όπως ορίζονται στην § 4.5.3.

Εφόσον έχει πραγματοποιηθεί ελαστική ανάλυση, το κριτήριο για την συνολική αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας ορίζεται σε όρους τέμνουσας βάσεως, η οποία προκύπτει από την ανάλυση για τον σεισμικό συνδυασμό στην οριζόντια διεύθυνση της σεισμικής δράσης (δηλ. κατά μήκος δύο, ορθογωνίων μεταξύ τους, κυρίων αξόνων του κτιρίου).

Ως σεισμική απαίτηση λαμβάνεται η μέγιστη τέμνουσα βάση  $V_{E,d}$  στην υπόψη διεύθυνση, η οποία προκύπτει από την ελαστική ανάλυση, ή απλοποιητικά:

$$V_{E,d} = C_m S_e(T) \cdot W/g \quad (9.2)$$

όπου:

$W$ : το συνολικό βάρος του κτιρίου για τον σεισμικό συνδυασμό.

$S_e(T)$ : η φασματική επιτάχυνση που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$

$g$ : η επιτάχυνση της βαρύτητας

$C_m$ : Συντελεστής δρώσας μάζας, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 1.0 για μονώροφα και διώροφα κτίρια και ίσος με 0.8 για τρεις ή παραπάνω ορόφους. Η ικανότητα ελέγχεται στην αντίστοιχη στάθμη του κτιρίου, κατά την διεύθυνση της σεισμικής δράσης ως εξής:

- α) Σε περίπτωση ευπαραμόρφωτων διαφραγμάτων, η ικανότητα σε μία οριζόντια διεύθυνση ελέγχεται για κάθε μεμονωμένο δομικό στοιχείο.
- β) Σε περίπτωση δυσπαραμόρφωτων διαφραγμάτων, η ικανότητα της κατασκευής μπορεί να λαμβάνεται ως ίση με το άθροισμα των τεμνουσών αντοχής των μεμονωμένων τοίχων.

Η τέμνουσα αντοχής κάθε μεμονωμένου τοίχου στην οριζόντια διεύθυνση της σεισμικής δράσης υπολογίζεται κατά το Κεφ. 7, όπως αυτή ελέγχεται από την κάμψη [βλέπε Εξ. 7.2(β)] ή από την διάτμηση [βλέπε Εξ. 7.3(α)].

Οι δύο τρόποι ελέγχου (σε όρους παραμορφώσεων ή σε όρους εντατικών μεγεθών) είναι ισοδύναμοι και πρέπει να καταλήγουν, εφόσον η απαίτηση είναι για ελαστική συμπεριφορά, στο ίδιο αποτέλεσμα.

Σε αυτή την περίπτωση, εφαρμόζεται γενικώς  $\gamma_{Rd} = 1$ .

Εναλλακτικά, ο έλεγχος της ανίσωσης ασφαλείας μπορεί να γίνει σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών, με:

- $S_d$  το παραμορφωσιακό μέγεθος που έχει υπολογισθεί από την ανάλυση, με  $\gamma_{Ed}$  κατά την § 4.5.1, και
- $R_d$  την τιμή του παραμορφωσιακού αυτού μεγέθους κατά την οιονεί διαρροή
- $\delta_v$  (τιμή παραμόρφωσης στο σημείο αλλαγής κλίσης στην καμπύλης αντίστασης του τοίχου) κατά την § 7.1.2.2, υπολογισμένη με μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών όπως ορίζεται στην § 4.5.3.

Τα μη-φέροντα στοιχεία θα πρέπει να πληρούν τους ελέγχους ασφαλείας προσαρτημάτων της § 4.3.5 του ΕΚ 8-1.

### **9.2.2 ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Β, ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ (SD)**

Για την στάθμη αυτή, όλα τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού επιτρέπεται να αναπτύξουν σημαντικές ανελαστικές παραμορφώσεις, αλλά τα πρωτεύοντα στοιχεία πρέπει να διαθέτουν σημαντικό περιθώριο ασφαλείας έναντι εξάντλησης της διαθέσιμης παραμόρφωσης αστοχίας τους.

Για την εξασφάλιση ικανού περιθωρίου ασφαλείας η ικανότητα του τοίχου που ελέγχεται από την κάμψη μπορεί να εκφράζεται σε όρους σχετικής μετατόπισης και λαμβάνεται ίση με τις αντίστοιχες ονομαστικές τιμές του  $\delta_u$ ,  $\theta_u$ , που προσδιορίστηκαν κατά την § 7.4.1 για δράση εντός επιπέδου και στην § 7.4.2 για εκτός επιπέδου κάμψη των τοίχων (βλέπε Σχόλια, μέρος (α) αντιστοιχώς).

Αντίστοιχα, η ικανότητα του τοίχου που ελέγχεται από την διάτμηση μπορεί να εκφράζεται σε όρους σχετικής μετατόπισης ή στροφής και λαμβάνεται ίση με τις αντίστοιχες ονομαστικές τιμές των  $\delta_u$ ,  $\theta_u$ , που προσδιορίστηκαν κατά την § 7.4.1 για δράση εντός επιπέδου και § 7.4.2 για εκτός επιπέδου κάμψη των τοίχων (βλέπε και Σχόλια μέρος (β) § 7.4.2).

### **9.2.3 ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Γ, «ΑΠΟΦΥΓΗ ΟΙΟΝΕΙ ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ»**

Σε αυτήν την στάθμη δεν επιτρέπεται υπέρβαση της διαθέσιμης παραμόρφωσης αστοχίας των πρωτευόντων και των ενδεχομένων κατακορύφων δευτερευόντων στοιχείων του φέροντος οργανισμού, ενώ για τα οριζόντια δευτερεύοντα στοιχεία επιτρέπονται, γενικώς, υπερβάσεις.

Ισχύει και για τα πρωτεύοντα και για τα δευτερεύοντα στοιχεία.

Οι τοίχοι, που είναι διατεταγμένοι σε κατεύθυνση παράλληλη με την σεισμική δράση, παραλαμβάνουν τις σεισμικές δυνάμεις αναπτύσσοντας κάμψη και διάτμηση εντός του επιπέδου των και συμπεριφέρονται κατά κανόνα ως υψίκορμα στοιχεία λόγω του μεγάλου μήκους διατομής τους. Οι τοίχοι που διάκεινται ορθογωνίως προς την κατεύθυνση της σεισμικής δράσης κάμπτονται εκτός επιπέδου τους, παρουσιάζοντας συνήθως μικρή δυσκαμψία στη εν λόγω κατεύθυνση καθώς το πάχος τους είναι μικρό σε σχέση με το αστήρικτο μήκος τους είτε κατά την οριζόντια είτε κατά την κατακόρυφο έννοια (απουσία αντηρίδων).

Η καταπόνηση εντός και εκτός επιπέδου του τοίχου δοκιμάζει την αντοχή και ικανότητα παραμόρφωσης του στοιχείου σε κάμψη και διάτμηση και κατά τις δύο αυτές έννοιες.

Η ικανότητα του τοίχου που ελέγχεται από την κάμψη μπορεί να εκφράζεται σε όρους σχετικής μετατόπισης και λαμβάνεται ίση με τα 4/3 των αντίστοιχων ονομαστικών τιμών του  $\delta_u$ ,  $\theta_u$ , που προσδιορίστηκαν στις § 7.4.1 και 7.4.2 (βλέπε Σχόλια, μέρος (α) αντιστοίχως).

Η ικανότητα του τοίχου που ελέγχεται από την διάτμηση μπορεί να εκφράζεται σε όρους σχετικής μετατόπισης ή στροφής και λαμβάνεται ίση με τα 4/3 των αντίστοιχων ονομαστικών τιμών των  $\delta_u$ ,  $\theta_u$ , που προσδιορίστηκαν κατά την § 7.4.1 και την § 7.4.2 (βλέπε Σχόλια, μέρος (β) αντιστοίχως).

Τα κριτήρια αυτά ισχύουν και για τα πρωτεύοντα και για τα δευτερεύοντα στοιχεία.

### 9.3 ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΑΣΤΙΜΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Για τον υπολογισμό των σεισμικών απαιτήσεων βάσει των οποίων θα γίνεται ο έλεγχος στις προαναφερθείσες στάθμες επιτελεστικότητας, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται οι κάτωθι εναλλακτικές μέθοδοι.

#### 9.3.1 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Εάν έχει γίνει ανελαστική ανάλυση, η γενική ανίσωση ασφαλείας, βλέπε Κεφ. 4, ελέγχεται ως εξής:

- α) Για πλαστικούς τρόπους αστοχίας και συμπεριφοράς στοιχείων του φορέα, ο έλεγχος γίνεται σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών με:
- $S_d$ : παραμορφωσιακό μέγεθος  $\delta$  ( $\theta$ ,  $\gamma$ , κ.λπ.) από την ανάλυση με  $\gamma_{Ed}$  κατά την § 4.5.1, και
  - $R_d$ : τιμή σχεδιασμού της διαθέσιμης παραμόρφωσης, όχι μεγαλύτερη της αναμενόμενης οριακής παραμόρφωσης  $\delta_d$  (τιμή αστοχίας της σχετικής γωνίας στροφής χορδής  $\theta_d$ , της γωνιακής παραμόρφωσης τοίχου σε εντός επιπέδου δράση  $\gamma_d$ , κ.λπ.).

Μόνον ξυλόπηκτες ή και τοιχοποιίες με πάσης φύσεως οριζόντια διαζώματα υπό την προϋπόθεση καλής συντήρησης των διαζωμάτων και του κονιάματος των αρμών μπορούν να θεωρηθούν ως οιονεί πλαστίμα στοιχεία. Υφιστάμενοι τοίχοι από άοπλη τοιχοποιία ελέγχονται σε όρους δυνάμεων ή παραμορφώσεων κατά την § 7.4.1. Οιονεί πλαστική συμπεριφορά μπορεί να επιτευχθεί και μέσω μεθόδων ενίσχυσης κατά το Κεφ. 8.

- Για ένταση παράλληλη προς το επίπεδο του τοίχου, αν ως  $\delta$  δομικών στοιχείων χρησιμοποιείται είτε η γωνία στροφής χορδής  $\theta$  είτε η διατμητική παραμόρφωση  $\gamma_w$ , η δε ονομαστική τιμή της  $\theta_u$  και  $\gamma_{w,u}$  κατά την αστοχία υπολογίζεται από την § 9.2.2, για πρωτεύοντα στοιχεία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί  $\gamma_{Rd}=1,5$ :

- Για ένταση κάθετη προς το επίπεδο του τοίχου αν ως  $\delta$  δομικών στοιχείων χρησιμοποιείται η γωνία στροφής  $\theta$ , η δε ονομαστική τιμή της  $\theta_u$  κατά την αστοχία υπολογίζεται από την § 9.2.2, για πρωτεύοντα στοιχεία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τιμή του  $\gamma_{Rd}$  ίση με  $\gamma_{Rd}=2,0$ .

- Για δευτερεύοντα στοιχεία, το  $\gamma_{Rd,\delta}$  λαμβάνεται ίσο με 1.33.

- Αν τα στοιχεία είναι από σπλισμένο σκυρόδεμα τότε οι έλεγχοι ασφαλείας γίνονται σύμφωνα με το Κεφ. 9 του ΚΑΝΕΠΕ.

Η τιμή του  $\gamma_{Rd}$  για τα πρωτεύοντα στοιχεία μπορεί να είναι η ίδια με αυτήν που χρησιμοποιείται στην στάθμη επιτελεστικότητας Β (βλέπε παραπάνω).

Η τιμή του  $\gamma_{Rd,\delta}$  για τα δευτερεύοντα στοιχεία μπορεί να λαμβάνεται ίση με 1.15.

Η  $R_d$  θα υπολογίζεται ως κατωτέρω με βάση τις μέσες (συχνότερες) τιμές ιδιοτήτων των υλικών και με κατάλληλο συντελεστή  $\gamma_{Rd}$ .

(i) Στην στάθμη επιτελεστικότητας Β, ισχύουν τα εξής:  
Σε πρωτεύοντα στοιχεία, η τιμή της  $R_d$  μπορεί να υπολογισθεί ως:

$$R_d = \delta_{d,B} = \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd}} \quad (9.3\alpha)$$

Σε δευτερεύοντα στοιχεία, η τιμή της  $R_d$  μπορεί να ληφθεί ίση με την ονομαστική τιμή του  $\delta$  κατά την αστοχία  $\delta_u$ , διαιρεμένη δια  $\gamma_{Rd,\delta}$ :

$$R_d = \delta_{d,B} = \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd,\delta}} \quad (9.3\beta)$$

Στις ανωτέρω σχέσεις η ονομαστική τιμή  $\delta_u$  λαμβάνεται κατά το Κεφ. 7.  $\gamma_{Rd,\delta}$  είναι ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τα δευτερεύοντα στοιχεία.

(ii) Στην στάθμη επιτελεστικότητας Γ,

- Εάν το δομικό στοιχείο ελέγχεται από την κάμψη, τότε η τιμή της  $R_d$  λαμβάνεται ίση με:

$$R_d = \delta_{d,\Gamma} = 1.33 \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd}} \quad (9.4\alpha)$$

όπου η ονομαστική παραμόρφωση  $\delta_u$  κατά την αστοχία υπολογίζεται κατά το Κεφ. 7.

- Εάν το δομικό στοιχείο ελέγχεται από την διάτμηση, τότε η τιμή της  $R_d$  λαμβάνεται σύμφωνα με την εξίσωση (9.3α).



Σε δευτερεύοντα στοιχεία, η τιμή της  $R_d$  μπορεί να ληφθεί ίση με την τιμή σχεδιασμού του  $\delta$  κατά την αστοχία,  $\delta_d$ :

$$R_d = \delta_{d,\Gamma} = 1.33 \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd,\delta}} \quad (9.4\beta)$$

β) Για ψαθυρούς τρόπους αστοχίας και συμπεριφοράς, η γενική ανίσωση ασφαλείας ελέγχεται σε όρους εντατικών μεγεθών, με:

- $S_d$ : εντατικό μέγεθος από την (ανελαστική) ανάλυση, με  $\gamma_{Ed}$  κατά την § 4.5.1, και
- $R_d$ : τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, υπολογισμένη με τις οιονεί χαρακτηριστικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και συντελεστές ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3 και τα Κεφ. 7 και Κεφ. 8 για τα πρωτεύοντα στοιχεία, για δε τα δευτερεύοντα με τις μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών.

### 9.3.2 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ, m

Εάν η ανάλυση είναι ελαστική, η γενική ανίσωση ασφαλείας, βλέπε Κεφ. 4, ελέγχεται σε όρους εντατικών μεγεθών ως εξής:

α) Για πλαστικούς τρόπους αστοχίας και συμπεριφοράς των επιμέρους τοίχων ελέγχεται η ανίσωση:

$$S_d = S_G + \frac{S_E}{m} < R_d \quad (9.5)$$

όπου

$S_G$ : εντατικό μέγεθος για τις δράσεις βαρύτητας του σεισμικού συνδυασμού

$S_E$ : εντατικό μέγεθος για την σεισμική δράση από την (ελαστική) ανάλυση, με  $\gamma_{Ed}$  κατά την § 4.5.1.

$$m = \delta_d / \delta_y \quad (9.6)$$

Στα μεγέθη  $S_E$  συμπεριλαμβάνονται και οι αντίστοιχες αξονικές δυνάμεις των στοιχείων που προκύπτουν από το σεισμό έλεγχο.

ο τοπικός δείκτης συμπεριφοράς, όπου:

- $\delta_\sigma$  η παραμόρφωση σχεδιασμού κατά την αστοχία σύμφωνα με τις Εξ. (9.3) ή (9.4), ανάλογα με την περίπτωση, και με τιμές  $\gamma_{Rd}$  όπως καθορίστηκαν στην § 9.3.1,
- $\delta_\gamma$  η παραμόρφωση διαρροής που χρησιμοποιείται ως διαθέσιμη παραμόρφωση  $R_d$  κατά την § 9.2.1 και την § 9.3.1α.
- $R_d$ : τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, υπολογισμένη με τις μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών και με τιμές συντελεστών ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3 και τα Κεφ. 7 και 8.

β) Για ψαθυρούς τρόπους αστοχίας και συμπεριφοράς, ο έλεγχος της γενικής ανίσωσης ασφαλείας, γίνεται με:

- $R_d$ : τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους εντατικών μεγεθών, υπολογιζόμενη με τις οιονεί χαρακτηριστικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και με συντελεστές ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3 και τα Κεφ. 7 και 8.
- $S_d$ : εντατικό μέγεθος που προκύπτει με βάση τις αρχές του ικανοτικού σχεδιασμού και την ισορροπία του στοιχείου, όταν στις πλάστιμες περιοχές που το επηρεάζουν αναπτύσσεται η υπεραντοχή τους,  $\gamma_{Rd}R_d$ , όπου η τιμή του  $\gamma_{Rd}$  καθορίζεται στην αντίστοιχη ενότητα του Κεφ. 4.

Συγκεκριμένα:

Κατά τον ανασχεδιασμό μέσω ενισχύσεως η  $R_d$  ορίζεται για δράσεις εντός και εκτός επιπέδου σύμφωνα με την επιλεγμένη μέθοδο ενίσχυσης.

Η  $S_d$  ορίζεται ως εξής:

- για δράση εντός επιπέδου από την καμπτική αντοχή του ενισχυμένου στοιχείου που εξετάζεται, με συντελεστή υπεραντοχής όπως ορίζεται στην ενότητα 9.3.1 για δράση εντός επιπέδου.
- για δράση εκτός επιπέδου ως η ροπή στις θέσεις ελέγχου με συντελεστή υπεραντοχής όπως ορίζεται στην § 9.3.1 για δράση εκτός επιπέδου.

### 9.3.3 ΤΟΠΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

#### 9.3.3.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Ο έλεγχος αφορά τον κίνδυνο διάτρησης του τοίχου επί του οποίου στηρίζεται η δοκός. Ο έλεγχος εκτελείται όταν δεν υπάρχει λειτουργία άκαμπτου διαφράγματος.

Για το συντελεστή τριβής συνιστάται η τιμή  $\mu = 0,4$ , εκτός αν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία.

Η τιμή  $R_d$  ισούται με το γινόμενο της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας επί το εμβαδό της κρισίμου επιφάνειας διάτρησης. Αυτή ορίζεται ως κωνική επιφάνεια με γωνία κλίσης  $45^\circ$  προς την κατακόρυφο κατά το Σχήμα Σ 9.2.

Για αργολιθοδομή, εάν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η  $R_d$  θα λαμβάνεται από τη σχέση

$$R_d = (0.1f_d)\pi t^2 \sqrt{2}$$

Ελέγχονται τα σημεία όπου ασκούνται συγκεντρωμένες δυνάμεις, όπως σημεία στήριξης διαδοκίδων σε εσοχές των φερόντων τοίχων (βλέπε Σχήμα 5.1.1). Ο έλεγχος θεωρείται ότι ικανοποιείται όταν ισχύει η σχέση

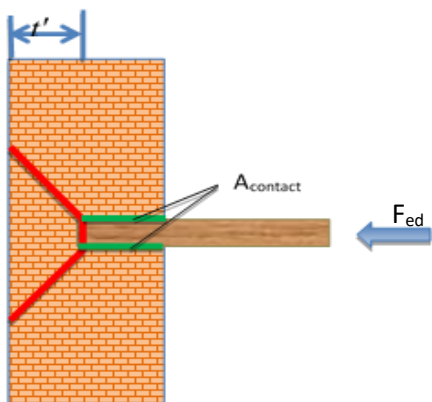
$$F_{ed} \leq R_d + \mu \sigma_d A_{contact} \quad (9.7)$$

Η τιμή  $F_{ed}$  υπολογίζεται από την Εξ. 5B.1β.

$R_d$  η αντίσταση σε διάτρηση του τοίχου,  $\mu$  ο συντελεστής τριβής,  $\sigma_d$  η μέση ορθή τάση που δρα κάθετα στο επίπεδο ολισθήσεως για το σεισμικό συνδυασμό (για τοίχους είναι η μέση αξονική τάση στη στάθμη ελέγχου) και  $A_{contact}$  είναι η επιφάνεια επαφής της διαδοκίδας κατά μήκος της έδρασης.

Ο έλεγχος μπορεί να παραλείπεται εάν οι διαδοκίδες συνδέονται με διάζωμα παράλληλα προς τον τοίχο.

Όταν δεν διατίθεται διάζωμα επί του τοίχου, η δράση του μπορεί να υποκαθίσταται με μια νέα δοκό σε επαφή με τον τοίχο, υπό την προϋπόθεση ότι θα συνδεθεί επαρκώς με όλες τις διαδοκίδες.



Σχ. Σ 9.2: Κρίσιμη επιφάνεια διατρήσεως.

Η εφελκυστική αντοχή έναντι αποκόλλησης στις συνδέσεις τοίχων που συντρέχουν υπό γωνία εξαρτάται από τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες της τοπικής σύνδεσης (π.χ. ύπαρξη αγκωναριών, διατόνων λίθων, οριζοντίων διαζωμάτων) και θα εκτιμάται από το μελετητή.

### 9.3.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ

Απουσία διαφραγματικής λειτουργίας απαιτείται ικανοτικός έλεγχος κατά μήκος των κατακορύφων ακμών φερόντων τοίχων στις γωνίες της περιμέτρου του δομήματος (έλεγχος αποκόλλησης σε έλεγχο έναντι ορθού εφελκυσμού σε συνδυασμό με εκτός επιπέδου ροπές κάμψης – βλέπε Σχήμα Σ 5.6). Τα μεγέθη σχεδιασμού  $S_d$  για τα εν λόγω σημεία υπολογίζονται από ισορροπία για την δύναμη  $F_{Ed,tot}$  από την σχέση Σ 7.7. Έλεγχος αποκόλλησης απαιτείται επίσης και σε εσωτερικούς τοίχους που δεν στηρίζονται στην στέψη τους σε διάφραγμα.

Οι τιμές  $R_d$  για την αντοχή σε κάμψη σε συνδυασμό με ορθό εφελκυσμό των τοίχων λαμβάνεται κατά το Κεφ. 7. Σε περίπτωση ανασχεδιασμού με δημιουργία ενισχυμένης διαφραγματικής λειτουργίας ο έλεγχος αυτός μπορεί να παραλείπεται (κατόπιν επαρκούς τεκμηρίωσης).

### 9.3.4 ΟΙΟΝΕΙ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q$ ή ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ $R$

Η γενική ανίσωση ασφαλείας, βλέπε Κεφ. 4, ελέγχεται εναλλακτικά είτε σε όρους εντατικών μεγεθών (δυνάμεις) είτε σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών ως εξής:

Στην περίπτωση αυτή γίνεται χρήση του δείκτη συμπεριφοράς

A. Εφαρμογή της μεθόδου με κριτήριο τον έλεγχο των δυνάμεων

- $R_d$  η τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, υπολογισμένη με τις οιονεί χαρακτηριστικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και με τιμές συντελεστών ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3 και τα Κεφ. 7 και 8, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους πιθανούς τρόπους αστοχίας.
- $S_d$ : εντατικό μέγεθος, ως εξής:

α) Για πλάστιμους τρόπους αστοχίας:

- $S_d$ : εντατικό μέγεθος από την (ελαστική) ανάλυση με βάση το τροποποιημένο-φάσμα  $S_d(T)$  και  $\gamma_{Ed}$  κατά την § 4.5.1.

β) Για ψαθυρούς τρόπους αστοχίας και συμπεριφοράς:

- $S_d$ : εντατικό μέγεθος που προκύπτει με βάση τις αρχές του ικανοτικού σχεδιασμού και την ισορροπία του στοιχείου, κατά την § 9.3.2(β).

B. Εφαρμογή της μεθόδου με κριτήριο τον έλεγχο των παραμορφώσεων

Εφαρμόζεται για στάδια επιτελεστικότητας Β ή /και Γ:

- $S_d$ : ανελαστικό παραμορφωσιακό μέγεθος  $\delta$  ( $\theta$ ,  $\gamma$ , κ.λπ.) που υπολογίζεται κατά τα διαλαμβανόμενα στην § 5.4.4 από την ελαστική ανάλυση με βάση το ελαστικό φάσμα  $S_e(T)$  και την σχέση R-μ-T για το συγκεκριμένο δόμημα (βλέπε Σχέσεις Σ 5.3. και Σ 5.4) ο συντελεστής  $\gamma_{Ed}$  λαμβάνεται κατά την § 4.5.1.
- $R_d$ : τιμή σχεδιασμού της διαθέσιμης παραμόρφωσης, κατά την Ενότητα 9.3.1. λαμβάνοντας υπόψη όλους τους πιθανούς τρόπους αστοχίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

### ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### 10.1 ΦΑΣΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ

##### 10.1.1 ΕΚΘΕΣΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Στην Έκθεση πρέπει να αναφέρονται τα διατιθέμενα στοιχεία, οι γενικές πληροφορίες και το ιστορικό ως προς τα ακόλουθα αντικείμενα:

- Ως προς τα διαθέσιμα στοιχεία μελετών
  - Κτίρια κατασκευασμένα χωρίς μελέτη
  - Κτίρια κατασκευασμένα με μελέτη η οποία δεν είναι διαθέσιμη
  - Κτίρια κατασκευασμένα με μελέτη η οποία είναι διαθέσιμη
  - Κτίρια στα οποία δεν έχει εφαρμοσθεί η διαθέσιμη μελέτη
- Ως προς την οικοδομική άδεια
  - Κτίρια που έχουν κατασκευαστεί με οικοδομική άδεια
  - Κτίρια που έχουν κατασκευαστεί χωρίς οικοδομική άδεια
- Ως προς τις βλάβες (ή φθορές)
  - Κτίρια χωρίς βλάβες
  - Κτίρια με βλάβες
- Ως προς τυχόν προηγούμενες επεμβάσεις, προσθήκες κ.λπ.
  - Κτίρια με διαθέσιμο ιστορικό προηγούμενων προσθηκών, επεμβάσεων ή διαθέσιμες τεχνικές εκθέσεις απαιτούμενες επεμβάσεις.
  - Κτίρια χωρίς επεμβάσεις, προσθήκες, αλλαγές κ.λπ.

##### 10.1.2 ΕΚΘΕΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ - ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ

Στην Έκθεση αποτύπωσης-τεκμηρίωσης πρέπει να αναφέρονται όλες οι ενέργειες και τα αποτελέσματά τους για την αποτύπωση και τεκμηρίωση του δομήματος κατά τα διαλαμβανόμενα στην § 3.2 (μετρήσεις, φωτογραφίες, λήψη δοκιμών, εργαστηριακές δοκιμές ή/και επιτόπου με τα αποτελέσματά

τους κ.λπ.)

Για την παρουσίαση των βλαβών ή φθορών συντάσσεται τεύχος με φωτογραφίες και περιγραφή κάθε περιπτώσεως βλάβης ή φθοράς. Εάν δεν υπάρχουν τα αντίστοιχα σχέδια της άδειας κατασκευής (ή έχουν γίνει σημαντικές αλλαγές), συντάσσονται και αρχιτεκτονικά σχέδια του δομήματος στα οποία παρουσιάζεται ο οργανισμός πλήρωσης με τις πιθανές βλάβες ή φθορές.

#### **10.1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ**

Συντάσσονται σχέδια του φέροντος οργανισμού, τα οποία πρέπει να ανταποκρίνονται κατά το δυνατόν σε ό,τι εφαρμόστηκε κατά την κατασκευή του. Στα σχέδια αυτά παρουσιάζονται κατά το δυνατόν αναλυτικά οι τυχόν βλάβες ή φθορές (βλ. § 3.3 & 3.4).

#### **10.1.4 ΕΚΘΕΣΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ**

Με βάση τα στοιχεία της αποτύπωσης, τα αποτελέσματα από τυχόν επί τόπου εργαστηριακές δοκιμές (βλ. § 3.5) καθώς και τους υπολογιστικούς ελέγχους όπου απαιτούνται, συντάσσεται Έκθεση με αναλυτική αναφορά στις παραδοχές αποτίμησης φέρουσας ικανότητας, στην στάθμη επιτελεστικότητας κατά την § 2.3.2) στην εν χρόνω συμπεριφορά της κατασκευής και στα συμπεράσματα της αποτίμησης.

Στην Έκθεση αποτίμησης φέρουσας ικανότητας πρέπει να γίνεται αναφορά και να συνεκτιμάται η Στάθμη Αξιοπιστίας των Δεδομένων, καθώς και το έδαφος θεμελίωσης.

Πρέπει επίσης να περιλαμβάνει τα στοιχεία που αναφέρονται στην § 10.2.1

#### **10.1.5 ΕΚΘΕΣΗ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

Με βάση τα πιο πάνω συμπεράσματα της αποτίμησης, λαμβάνονται οι σχετικές αποφάσεις και συντάσσεται Έκθεση με τις προτάσεις επεμβάσεων. Στις προτάσεις επεμβάσεων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η επιδιωκόμενη στάθμη επιτελεστικότητας, το εφικτόν των επεμβάσεων και η οικονομικότητά τους σε σχέση με το σύνολο του κόστους της καθαίρεσης και ανακατασκευής του δομήματος.

Ειδικώς για τα πρωτεύοντα και δευτερεύοντα στοιχεία του δομήματος, θα πρέπει να υπάρχει Ιδιαίτερη διάκριση/σήμανση, κατά πλήρη αντιστοιχία προς τον τελικό έλεγχο, κατά το Κεφ. 9

Η Έκθεση πρέπει να συνδέεται με τα σχέδια με τις κατάλληλες παραπομπές.

Στα σχέδια επεμβάσεων θα σημειώνεται ο υφιστάμενος φέρων οργανισμός και τα τυχόν μη φέροντα στοιχεία (αν συνεκτιμώνται), θα

### **10.1.6 ΤΕΥΧΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ, ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ**

Όλα τα σχέδια και οι τεχνικές εκθέσεις που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους πρέπει να συνοδεύονται και να τεκμηριώνονται από τεύχη υπολογισμών, αναλύσεων και ελέγχων. Στα τεύχη πρέπει να αναφέρονται οι παραδοχές αποτίμησης, τα φορτία, τα χαρακτηριστικά των υλικών, τα προσομοιώματα των αναλύσεων (με ειδική αναφορά / σήμανση στα μέλη που έχουν θεωρηθεί δευτερεύοντα) καθώς και συνοπτική περιγραφή του λογισμικού που έχει χρησιμοποιηθεί.

## **10.2 ΦΑΣΗ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

### **10.2.1 ΕΚΘΕΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

Τα περιεχόμενα της Έκθεσης πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Κατάλογο με αριθμούς και περιγραφή σχεδίων και τευχών που συνοδεύουν τη μελέτη
- Περιγραφή υφισταμένου φέροντος οργανισμού (και τυχόν μη φέροντος)
- Περιγραφή βλαβών και φθορών
- Παραδοχές μελέτης και υλικών επεμβάσεων, Κανονισμοί που εφαρμόζονται
- Συνοπτική περιγραφή επεμβάσεων
- Περιγραφή μέτρων ασφαλείας που πρέπει να ληφθούν κατά τη διάρκεια του έργου
- Περιγραφή προεργασιών που πρέπει να γίνουν
- Αναλυτική περιγραφή των στοιχείων των επεμβάσεων και της σύνδεσής τους με τον υφιστάμενο φέροντα οργανισμό.
- Κάθε άλλο στοιχείο το οποίο είναι απαραίτητο για την εφαρμογή των επεμβάσεων

### **10.2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

Όλες οι προτεινόμενες επεμβάσεις οφείλουν να περιγράφονται σε σχέδια συμβατά με τις τεχνικές εκθέσεις.



σχεδιάζονται τα στοιχεία των επεμβάσεων με διαστάσεις, με ενδείξεις του είδους των επεμβάσεων και με αναφορές στα σχέδια λεπτομερειών. Στα ίδια αυτά σχέδια ή σε άλλη σειρά σχεδίων προς την οποία θα γίνεται παραπομπή, θα φαίνονται οι τυχόν καθαιρέσεις φερόντων ή άλλων στοιχείων που πρέπει να γίνουν προκειμένου να ακολουθήσουν οι επεμβάσεις. Σε αυτή τη σειρά σχεδίων καθαιρέσεων, θα αναφέρονται στοιχεία των μέτρων ασφαλείας και των υποστυλώσεων (ή αντιστηρίξεων) ή θα γίνεται παραπομπή σε στοιχεία της Έκθεσης εφαρμογής επεμβάσεων.

Πρέπει επίσης να φαίνεται ευκρινώς η θεμελίωση των νέων στοιχείων, σε συνδυασμό με την υφιστάμενη. Στα γενικά σχέδια πρέπει να αναγράφονται οι παραδοχές της μελέτης, καθώς και τα υλικά που θα εφαρμοσθούν στις επεμβάσεις με τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Η Έκθεση μπορεί να παραπέμπει σε υπάρχοντα κανονιστικά κείμενα, οδηγίες των προμηθευτών ή κατασκευαστών, πιστοποιητικά έγκρισης αρμοδίων αρχών κ.λπ., καθώς και στις απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου που περιλαμβάνονται σε κανονιστικά κείμενα προδιαγραφών.

### 10.2.3 ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ

Όλες οι προτεινόμενες επεμβάσεις οφείλουν να καλύπτονται από σχέδια που θα περιγράφουν με λεπτομέρειες σε κατάλληλη κλίμακα όλα τα στοιχεία των προβλεπομένων κατασκευών.

Σε όλα τα σχέδια λεπτομερειών πρέπει να υπάρχει αναφορά αντιστοιχίας με τα γενικά σχέδια.

Αν προβλέπονται πρόσθετα δομικά στοιχεία, πρέπει απαραίτητως να φαίνεται σε σχέδια λεπτομερειών η σύνδεση των νέων δομικών στοιχείων με τον υφιστάμενο φέροντα οργανισμό.

### 10.2.4 ΠΡΟΤΥΠΑ ΥΛΙΚΩΝ, ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Σε ιδιαίτερη ενότητα του τεύχους της Έκθεσης εφαρμογής των επεμβάσεων ή σε ξεχωριστό τεύχος, θα πρέπει να αναφέρονται αναλυτικά τα πρότυπα των υλικών που προτείνονται να χρησιμοποιηθούν καθώς και οι τεχνικές προδιαγραφές των εργασιών. Στο ίδιο αυτό τεύχος πρέπει να αναφέρονται αναλυτικά οι απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου κατά τη διάρκεια της κατασκευής, είτε επιτόπου του έργου είτε σε αναγνωρισμένο εργαστήριο.

Μεταξύ των άλλων στην Έκθεση αυτή πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για :

- Περιοδική επιθεώρηση
- Περιοδικούς ελέγχους για την ανθεκτικότητα των κατασκευών επεμβάσεων
- Περιοδικούς ελέγχους ιδίως σε περιπτώσεις δομημάτων με μεγάλη σπουδαιότητα (π.χ. σχολεία, νοσοκομεία κ.λπ.)

#### **10.2.5 ΕΚΘΕΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

Σε ιδιαίτερη ενότητα του τεύχους της Έκθεσης εφαρμογής των επεμβάσεων ή σε ξεχωριστό τεύχος θα πρέπει να αναφέρονται προβλέψεις για απαιτούμενα μέτρα συντήρησης μετά το πέρας των εργασιών των επεμβάσεων και για όλη τη διάρκεια της προβλεπόμενης τεχνικής διάρκειας ζωής του έργου.

Η Έκθεση αυτή πρέπει να παραδίδεται στον Κύριο του έργου κατά την παραλαβή του έργου.

#### **10.2.6 ΤΕΥΧΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ, ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ**

Όλα τα σχέδια και οι τεχνικές Εκθέσεις που αναφέρονται στις προηγούμενες παραγράφους πρέπει να συνοδεύονται και να τεκμηριώνονται από τεύχη υπολογισμών. Στα τεύχη πρέπει να αναφέρονται οι παραδοχές του ανασχεδιασμού, τα φορτία, τα χαρακτηριστικά των υλικών, τα προσομοιώματα των αναλύσεων (με ειδική αναφορά / σήμανση στα μέλη που έχουν θεωρηθεί δευτερεύοντα) καθώς και συνοπτική περιγραφή του λογισμικού που έχει χρησιμοποιηθεί.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11**

### **ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

#### **11.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ**

##### **11.1.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.**

###### **11.1.1.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΣΩΝΤΑ ΑΝΑΔΟΧΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΤΩΝ**

Ο Κατασκευαστής πρέπει να διαθέτει και τα προσόντα που απαιτούνται από τις θεσμοθετημένες διαδικασίες έκδοσης πιστοποιητικών εμπειρίας σε παρόμοια έργα.

α) Λόγω της ειδικής φύσεως των εργασιών επέμβασης, ο Κατασκευαστής πρέπει να είναι διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός με πτυχίο εργολήπτη.

β) Οι χειριστές των ειδικών μηχανών και οι ειδικοί τεχνίτες τους οποίους θα απασχολήσει ο Ανάδοχος, πρέπει να διαθέτουν προσόντα που θα αποδεικνύονται με πιστοποιητικά εμπειρίας.

###### **11.1.1.2 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ**

Οι γενικότερες υποχρεώσεις και ευθύνες του Κατασκευαστή πηγάζουν από την υπάρχουσα Νομοθεσία για τα δημόσια και τα ιδιωτικά έργα.

Ειδικότερα, οι υποχρεώσεις και ευθύνες του Κατασκευαστή επεμβάσεων περιλαμβάνουν:

α) Παρουσία κατά την εκτέλεση των εργασιών

Κατά τη διάρκεια των εργασιών πρέπει είτε ο ίδιος ο Κατασκευαστής, είτε εξουσιοδοτημένος από αυτόν υπεύθυνος καταλλήλων προσόντων, να είναι συνεχώς παρών, έτσι ώστε σε περίπτωση απρόβλεπτων καταστάσεων να είναι σε θέση να μεταβάλει το πρόγραμμα εργασίας ή να παίρνει πρόσθετα μέτρα ασφαλείας.

Σχετικώς, βλ. π.χ. το ΠΔ 305 της 29.8.96 "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια σε συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΟΚ".

Αρμόδια Δημόσια Αρχή εκδίδει τις διατάξεις περί εγκρίσεως των υλικών αυτών για διάθεση στο εμπόριο.  
Ισχύουν οι Τεχνικές Προδιαγραφές Επεμβάσεων που περιλαμβάνονται στις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ), ΦΕΚ 2221Β/2012

Στα σχέδια αυτά θα αποτυπώνονται με ακρίβεια και λεπτομέρειες όλες οι επισκευές και οι ενισχύσεις, με σαφείς αναφορές σε υλικά, τεχνικές κ.λπ. καθώς και στους σχετικούς ποιοτικούς ελέγχους που έγιναν (βλέπε § 11.2).

#### β) Μέτρα ασφαλείας

Από την έναρξη των εργασιών και καθ' όλη την διάρκεια κατασκευής του έργου ο Ανάδοχος πρέπει, με δικές του δαπάνες, να λαμβάνει και να τηρεί όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας και προστασίας έργων και προσωπικού, σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

#### γ) Εφαρμογή προδιαγραφών

Ο Ανάδοχος είναι γενικώς υπεύθυνος για την ορθή εκτέλεση των εργασιών και χρήση των υλικών, καθώς και για τους ελέγχους των υλικών, όπως ειδικότερα προβλέπονται από τις τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης.  
Ο προμηθευτής παραγωγός των υλικών αυτών δεν απαλλάσσεται της ευθύνης για την ποιότητα των υλικών αυτών.

#### δ) Τήρηση ημερολογίων

Με μέριμνα του Αναδόχου πρέπει να τηρούνται:

- Ημερολόγιο Έργου
- Ημερολόγιο Μέτρων Ασφαλείας κατά τις ισχύουσες γενικές διατάξεις.

#### ε) Σχέδια επεμβάσεων όπως κατασκευάστηκαν

Μετά την αποπεράτωση των εργασιών, πρέπει απαραίτητως να υποβάλλονται από τον Ανάδοχο προς τον Κύριο του Έργου (και προς τη Δημόσια Αρχή) κατασκευαστικά σχέδια των επισκευών – ενισχύσεων, όπως ακριβώς εκτελέστηκαν.

## 11.2 ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

### 11.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Πρέπει να διασφαλίζεται η ποιότητα των υλικών και των εργασιών της επέμβασης. Προς τούτο πρέπει να ακολουθείται ένα σύνολο διαδικασιών και δραστηριοτήτων που αποτελείται από:

- Το Πρόγραμμα Διαδικασιών και Ελέγχων
- Την Επίβλεψη, και

- Τον Ποιοτικό Έλεγχο.

### 11.2.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ

#### α) Γενικά

Πρέπει να συντάσσεται και να ακολουθείται ένα πλήρες πρόγραμμα διαδικασιών και ελέγχων για διασφάλιση της ποιότητας των υλικών και των εργασιών, το οποίο θα καλύπτει τις απαιτήσεις της μελέτης σε όλα τα στάδια του έργου, από τη δημοπράτηση μέχρι την ολοκλήρωση και παραλαβή του, έτσι ώστε να διασφαλίζονται:

- Η τεχνική γνώση και εμπειρία του προσωπικού
- Τα μέτρα ασφαλείας
- Η ποιότητα των υλικών και τεχνικών που εφαρμόστηκαν
- Η προστασία της υγείας του προσωπικού
- Η τήρηση των προδιαγραφών που προβλέπει η μελέτη

#### β) Περιεχόμενα του Προγράμματος

##### i) Κατά το στάδιο της δημοπράτησης

Κάθε υποψήφιος Ανάδοχος μαζί με την προσφορά του πρέπει να υποβάλει ένα πλήρες σχέδιο διαδικασιών και ελέγχων για διασφάλιση της ποιότητας των υλικών και των εργασιών, όπως απαιτούνται από την πρόσκληση της δημοπράτησης και τις σχετικές προδιαγραφές. Το σχέδιο αυτό πρέπει να καλύπτει τα παρακάτω θέματα :

- Εξέταση των προαπαιτούμενων σχετικά με την τεχνική γνώση και την εμπειρία του προσωπικού
- Εξέταση των όρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση
- Εξέταση των πιστοποιητικών των υλικών, του εξοπλισμού και πιθανώς των δοκιμών παραλαβής
- Εξασφάλιση της υγείας από την χρήση δυνητικώς βλαβερών υλικών ή συσκευών επί τόπου
- Εξασφάλιση της παρουσίας ειδικευμένου Μηχανικού καθ' όλη τη διάρκεια της κατασκευής

- ii) Πριν από την έναρξη των εργασιών
- Ο Ανάδοχος πρέπει να υποβάλει για έγκριση τυχόν απαιτούμενες πρόσθετες τεχνικές προδιαγραφές, καθώς και πιστοποιητικά όλων των υλικών και του εξοπλισμού που πρόκειται να χρησιμοποιήσει
  - Ο Ανάδοχος πρέπει επίσης να υποβάλει πίνακα με το προσωπικό που θα χρησιμοποιήσει για τις ειδικές εργασίες των επεμβάσεων, από όπου πρέπει να προκύπτει σαφώς η εμπειρία του κάθε ατόμου
- iii) Στη φάση της κατασκευής
- Ο Ανάδοχος πρέπει να υποβάλλει στην επίβλεψη για έγκριση, αναλυτική περιγραφή των δοκιμών που θα εκτελέσει σύμφωνα με τις απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου που προδιαγράφονται στο σχετικό τεύχος της μελέτης του έργου
  - Καθ' όλη τη διάρκεια της κατασκευής ο επιβλέπων Μηχανικός όσο και ο Κατασκευαστής του έργου οφείλουν να ελέγχουν επιμελώς τις εργασίες

Αναλυτικότερα για τους ελέγχους ισχύουν οι προβλέψεις της § 11.2.4.

### **11.2.3 ΕΠΙΒΛΕΨΗ**

#### **11.2.3.1 ΣΚΟΠΟΣ**

Η επίβλεψη αποσκοπεί στον έλεγχο της πιστής εκπλήρωσης από τον ανάδοχο των όρων της σύμβασης, της πιστής εφαρμογής της μελέτης και των κανόνων διασφάλισης της ποιότητας των υλικών και των εργασιών της επέμβασης.

Στα βασικά καθήκοντα της επίβλεψης περιλαμβάνονται :

- Ο έλεγχος εφαρμογής των μέτρων ασφαλείας
- Ο έλεγχος της αντιστοιχίας των κατασκευαστικών σχεδίων με την υπάρχουσα κατάσταση
- Ο έλεγχος της εμπειρίας και της ειδίκευσης των συνεργείων σε παρόμοιες κατασκευές
- Ο έλεγχος τηρήσεως των τεχνικών προδιαγραφών και εφαρμογής της μελέτης

Η περιγραφή των καθηκόντων του Επιβλέποντος προϋποθέτει ότι διατίθεται η απαιτούμενη σχετική οργάνωση σε όρους βοηθητικού προσωπικού και υλικής υποδομής, ανάλογα με τη φύση και το μέγεθος του Έργου.

### 11.2.3.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ

Ο επιβλέπων πρέπει να είναι διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός πενταετούς τουλάχιστον εμπειρίας σε παρόμοια έργα.

Συνιστάται η συμμετοχή του μελετητή Μηχανικού στην τεχνική εποπτεία ή επίβλεψη του έργου.

### 11.2.3.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΟΣ

α) Πριν από την έναρξη της κατασκευής

Ο επιβλέπων Μηχανικός, σε συνεργασία με τον Ανάδοχο πρέπει:

- Να εξετάσει διεξοδικά τα περιεχόμενα της μελέτης για τις εργασίες τις οποίες πρόκειται να επιβλέψει. Να μελετήσει αναλυτικά τις φάσεις εργασίας που προτείνονται, τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες που πρόκειται να εφαρμόσει, καθώς και τις παραδοχές, τις εκθέσεις, τα σχέδια και τις τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης
- Να επιθεωρήσει τον χώρο όπου πρόκειται να εκτελεσθούν οι εργασίες, να ελέγξει τα υφιστάμενα μέτρα ασφάλειας, και να προτείνει βελτίωση ή αλλαγές αν απαιτούνται
- Να ελέγξει τα μέτρα ασφαλείας που προτείνονται από τον Ανάδοχο
- Να ελέγξει τα πιστοποιητικά των υλικών ή του εξοπλισμού που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν
- Να ελέγξει τους πίνακες του ειδικευμένου προσωπικού
- Να ελέγξει τις προτάσεις του κατασκευαστή για τις φάσεις εργασιών, καθώς και το χρονοδιάγραμμα του έργου
- Τέλος, να απαιτεί από τον Κατασκευαστή να οργανώσει έτσι τις εργασίες ώστε αυτές να μπορούν να εκτελεσθούν ασφαλώς και εντέχνως, σύμφωνα με την μελέτη και σε εύλογο χρόνο

β) Κατά τη διάρκεια της κατασκευής

Ο επιβλέπων Μηχανικός σε συνεργασία με τον Κατασκευαστή πρέπει να ελέγχει την πιστή εφαρμογή της μελέτης και των κανόνων για τη διασφάλιση ποιότητας.

Η παράγραφος αυτή δεν αφορά την συμβατική ή νομική άποψη της παραλαβής ενός έργου, ούτε τις συνέπειες από απαράδεκτη εκτέλεση ενός μέρους ή όλου του έργου (ποινική ρήτρα, απόρριψη) ή τον καταμερισμό ευθυνών.

Δημόσια Αρχή ορίζει τον τρόπο ελέγχου της μελέτης.

Η αξιοπιστία της μελέτης αφορά κυρίως:

- Τα φορτία, τις μεθόδους υπολογισμού και τα προσομοιώματα
- Τις κατασκευαστικές ανοχές οι οποίες πρέπει να γίνονται σεβαστές
- Τους υπολογισμούς, οι οποίοι πρέπει να είναι ακριβείς, τα δέ αποτελέσματα των υπολογισμών πρέπει να έχουν μεταφερθεί σωστά στα σχέδια και στα τεχνικά κείμενα

Οι συνθήκες για ένα τέτοιο ενδεχόμενο μπορούν να προβλέπονται στην

#### 11.2.4 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

##### 11.2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ-ΟΡΙΣΜΟΙ

Ο Ποιοτικός Έλεγχος περιλαμβάνει συνδυασμό ενεργειών και αποφάσεων για την εξασφάλιση των απαιτήσεων των τεχνικών προδιαγραφών, καθώς και ελέγχους που εξασφαλίζουν την ικανοποίηση των πιο πάνω απαιτήσεων.

Ειδικότερα ο ποιοτικός έλεγχος αφορά:

- Τους Ελέγχους της παραγωγής, και
- Τους Ελέγχους για την Παραλαβή του Έργου

##### 11.2.4.2 ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

α) Προκαταρκτικοί έλεγχοι

i) Γενικά

Ο σκοπός των προκαταρκτικών ελέγχων που γίνονται πριν αρχίσουν οι εργασίες παραγωγής, είναι ο έλεγχος της δυνατότητας να κατασκευασθεί το προβλεπόμενο από την μελέτη έργο με τα διατιθέμενα υλικά, τον υπάρχοντα εξοπλισμό και τις προβλεπόμενες και διαθέσιμες μεθόδους κατασκευής. Ο προκαταρκτικοί έλεγχοι αφορούν την αξιοπιστία της μελέτης, την αξιοπιστία των υλικών και των συστατικών τους και την αξιοπιστία των μεθόδων και των μέσων κατασκευής.

ii) Αξιοπιστία της μελέτης

Η μελέτη πρέπει να ελέγχεται πριν από την εφαρμογή της ως προς την αξιοπιστία και το συμβατό των σχεδίων και των τευχών.

Το σύνολο των σχεδίων και κειμένων πρέπει να είναι πλήρες.

Η μελέτη πρέπει να καλύπτει όλες τις φάσεις κατασκευής και χρήσης του έργου.

Ο υπεύθυνος για την κατασκευή δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να τροποποιήσει την μελέτη με δική του πρωτοβουλία.



οικεία Σύμβαση.

Οι απαιτήσεις αφορούν την αντοχή, τη σύνθεση, τη συνεκτικότητα, την υδατοστεγανότητα, την αντοχή σε παγετό, σε διάβρωση κ.α.

Τα υλικά και συστατικά οφείλουν να ακολουθούν σχετικά Πρότυπα ή Τεχνικές Εγκρίσεις.

Ο οπτικός έλεγχος είναι πάντα απαραίτητος.

Τα έγγραφα που πιστοποιούν τη συμμόρφωση του υλικού με τις προδιαγραφές μπορούν να έχουν μορφή επιστολής, δελτίου ή σήμανσης πάνω στη συσκευασία ή στο ίδιο το προϊόν.

iii) Αξιοπιστία της επιλογής υλικών και συστατικών  
Η ποιότητα και το συμβιβαστό των υλικών και των συστατικών των κονιαμάτων και άλλων υλικών πρέπει να ελέγχεται με προκαταρκτικές δοκιμές, όπως προβλέπεται στις Τεχνικές Προδιαγραφές.

iv) Αξιοπιστία των μεθόδων και μέσων κατασκευής  
Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί και οι μέθοδοι κατασκευής που προτείνονται πρέπει να καθορισθούν επακριβώς και να ελεγχθούν, ενδεχομένως δέ και να δοκιμασθούν πριν αρχίσει η κατασκευή, κατά την κρίση του επιβλέποντα Μηχανικού ή σύμφωνα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του έργου κατά τη μελέτη.

β) Έλεγχοι υλικών και εργασιών κατά τη διάρκεια της κατασκευής

i) Έλεγχοι υλικών

- Έλεγχοι κατά την παραλαβή στο εργοτάξιο

Θεωρείται ως δεδομένο ότι στο εργοστάσιο ο έλεγχος των υλικών και συστατικών γίνεται από τον παραγωγό.

Στο εργοτάξιο πρέπει να ελέγχεται κατά την παραλαβή ότι τα υλικά και συστατικά που παραλαμβάνονται συμφωνούν με την παραγγελία. Ο έλεγχος αφορά την αναγνώρισή τους και τη συμφωνία τους με τις προδιαγραφές των τευχών έγκρισης.

Όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά συμμόρφωσης, τα οποία να δείχνουν ρητός ότι η ποιότητα και η μέθοδος παραγωγής του υλικού συμφωνεί με το Πρότυπο ή την Τεχνική Έγκριση.

- Έλεγχοι πριν από την χρήση

Πριν από οποιαδήποτε χρήση υλικών και συστατικών στο έργο, πρέπει να ελέγχεται ότι δεν έχουν υποστεί αλλοιώσεις ή φθορές από τότε που έγινε η παραλαβή τους στο εργοτάξιο ή στο εργοστάσιο που να τα καθιστούν ακατάλληλα για χρήση.

Ενδεχομένως, θα ελέγχεται η αμοιβαία συμβατότητά τους.

ii) Έλεγχοι κατά την εκτέλεση των εργασιών

Οι έλεγχοι κατά την εκτέλεση των εργασιών κατά κύριο λόγο αφορούν τα εξής :

- Πρίν την εκτέλεση κάθε εργασίας ελέγχονται οι συνθήκες έναρξης της εργασίας (π.χ. προετοιμασία επιφάνειας, προετοιμασία υλικών, κ.λπ.)
- Κατά την εκτέλεση της εργασίας ελέγχεται η εφαρμογή των κανόνων έντεχνης εκτέλεσης της εργασίας όπως αυτοί περιγράφονται στις τεχνικές προδιαγραφές εργασιών, με στόχο εκτός των άλλων, τον έγκαιρο εντοπισμό κακοτεχνιών που θα επιτρέπει άμεσες διορθωτικές παρεμβάσεις για αποκατάσταση των ελαττωμάτων πριν την ολοκλήρωση της εργασίας

Ο έλεγχος μετά το πέρας της εργασίας περιλαμβάνει τις δοκιμές για την παραλαβή της εργασίας σύμφωνα με όσα ορίζονται στις τεχνικές προδιαγραφές εργασιών

#### **11.2.4.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**

α) Γενικά

Οι έλεγχοι για την παραλαβή του Έργου αποσκοπούν στην λήψη απόφασης για αποδοχή ή απόρριψη της κατασκευής.

Οι έλεγχοι αυτοί αφορούν τα υλικά και τα συστατικά τους, καθώς και το σύνολο της κατασκευής.

i) Υλικά και συστατικά

Ο έλεγχος αφορά την εγκυρότητα των ελέγχων παραγωγής που έγιναν πριν και κατά τη διάρκεια της, σύμφωνα με τη σχετική προηγούμενη παράγραφο.

ii) Έλεγχος της τελειωμένης κατασκευής

Ο έλεγχος συνίσταται στην οπτική επιθεώρηση της κατασκευής. Ελέγχεται ότι έχουν εκτελεστεί όλα όσα προεβλέποντο στις μελέτες στις προβλεπόμενες θέσεις και διαστάσεις.

Ανάλογα με το είδος και την προβλεπόμενη χρήση της κατασκευής ενδέχεται να απαιτηθούν πρόσθετοι έλεγχοι, ακόμη και ενόργανοι. Επίσης ενδέχεται να απαιτείται και πειραματικός έλεγχος της κατασκευής.

Για ενημέρωση εκείνων που χρησιμοποιούν ένα έργο μπορεί να είναι σκόπιμο να τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις των κτιρίων ή άλλων κατασκευών πινακίδες, οι οποίες να δείχνουν τα μέγιστα επιτρεπόμενα φορτία (ή και άλλες δράσεις).

Πρέπει να επισύρεται η προσοχή εκείνων που χρησιμοποιούν ένα έργο στις καταστάσεις οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε απαράδεκτους κινδύνους κατά τη διάρκεια της χρήσης του (π.χ. αλλαγή χρήσης μιας κατοικίας).

Στις συνήθεις περιπτώσεις (μέση βλαπτικότητα περιβάλλοντος και μέση χρήση), κατάλληλα χρονικά διαστήματα μεταξύ επιθεωρήσεων είναι:

- Για κατοικίες 10 έτη
- Για βιομηχανικά ή βιοτεχνικά κτίρια 5 έως 10 έτη

β) Στοιχεία του έργου

Μετά την παραλαβή - αποδοχή του έργου, διαβιβάζονται στον κύριο του έργου όλα τα έγγραφα, τα σχέδια και άλλα στοιχεία που αφορούν την κατασκευή του έργου, όπως αυτή πραγματικά εκτελέστηκε.

### 11.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

#### 11.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι κατασκευές πρέπει να συντηρούνται με ευθύνη του Κυρίου του έργου έτσι ώστε να εξασφαλίζεται εν χρόνω η αντοχή και η λειτουργικότητα για την οποία μελετήθηκαν.

#### 11.3.2 ΠΕΡΙΟΔΙΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Η μεγάλη ευαισθησία των διεπιφανειών που δημιουργούνται με την επισκευή / ενίσχυση, καθώς και η χρήση μη συμβατικών υλικών και τεχνικών, απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή ως προς τις συνθήκες των έργων επέμβασης κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των. Γι' αυτό επιβάλλεται να διενεργούνται περιοδικές επιθεωρήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Οι επιθεωρήσεις έχουν σκοπό να ανιχνεύσουν την ενδεχόμενη εμφάνιση φθορών και βλαβών κατά τη διάρκεια ζωής του έργου, ιδιαίτερα στις θέσεις των επισκευών - ενισχύσεων.

Έργα μεγάλης σημασίας που βρίσκονται σε ειδικό περιβάλλον, πρέπει να επιθεωρούνται τακτικότερα, και αν είναι απαραίτητο με ειδικά όργανα ελέγχου που θα έχουν ενδεχομένως ενσωματωθεί κατά τις εργασίες επισκευής - ενίσχυσης.

**11.3.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΒΛΑΒΗΣ**

Αν υπάρχουν υπόνοιες σοβαρής ή και εκτεταμένης βλάβης, είναι αναγκαία η συνδρομή εμπειρογνώμονα για να αναλυθεί η αιτία, να αποτιμηθούν οι βλάβες και να δοθούν οδηγίες για την επέμβαση, αν χρειάζεται.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Χ (ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ)

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα υφιστάμενα κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία συγκροτούνται από:

- (α) Τον κατακόρυφο φέροντα οργανισμό (στον οποίο εντάσσεται και η θεμελίωση),
- (β) Τον οριζόντιο φέροντα οργανισμό (πατώματα και στέγη ή δώμα), και
- (γ) Τους συνδέσμους μεταξύ τμημάτων του φέροντος οργανισμού (διαζώματα, ελκυστήρες ή θλιπτήρες και τοπικοί σύνδεσμοι).

### 2. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

#### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

- Ο κατακόρυφος φέρων οργανισμός αποτελείται από τοιχοδομές διαφόρων τύπων. Ο παρών Κανονισμός αναφέρεται κυρίως σε τοιχοδομές που αποτελούνται από λιθοσώματα φυσικά ή τεχνητά που συνδέονται μεταξύ τους με κονίαμα. Κατά συνέπεια, δεν καλύπτει περιπτώσεις κατασκευών από τοιχοδομές χωρίς συνδετικό κονίαμα δόμησης (ξηρολιθοδομές, Κεφ. 1.1.1). Σε παραδοσιακά ή ιστορικά κτίσματα συναντώνται συχνά και μικτές τοιχοποιίες που αποτελούνται από ξύλινο σκελετό με πλήρωση από τοιχοποιία (ξυλόπηκτες ή ξυλόδημες) ή χωρίς πλήρωση, αλλά με πετάσματα όψεων (μπαγδατότοιχοι). Οι περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με κατάλληλα προσομοιώματα, πάντως με βάση τις αρχές του παρόντος Κανονισμού (βλ. § 5.1.2).
- Η θεμελίωση των φερουσών τοιχοδομών συντίθεται συνήθως από συνεχή λιθοδομή (πεδιλωρίδα) διαφόρων τύπων. Σε νεότερες κατασκευές είναι πιθανόν η θεμελίωση να συντίθεται από πεδιλοταινία άοπλου ή οπλισμένου σκυροδέματος. Γενικώς, το πλάτος των λωρίδων ή ταινιών είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από το πάχος των τοίχων, ενώ και η ποιότητα δόμησής τους είναι κατά κανόνα καλύτερη. Τα μεμονωμένα υποστυλώματα θεμελιώνονται συνήθως με μεμονωμένα βαθμιδωτά πέδιλα.

#### 2.2 ΤΥΠΟΙ ΤΟΙΧΟΔΟΜΩΝ

- Η παρούσα διάκριση, για τον σκοπό του ΚΑΔΕΤ, ισχύει πρακτικώς για κάθε είδους λιθοσώματα, φυσικά ή τεχνητά.
- Η κατηγοριοποίηση (Τύποι Τ.1 έως και Τ.5) αφορά τους τοίχους καθεαυτούς, και σχετίζεται κυρίως με τις αντιστάσεις τους, εντός και εκτός του επιπέδου τους, και όχι με θέματα όπως:
  - Το πάχος των αρμών, ο όγκος του κονιάματος ή ο βαθμός πληρώσεως των αρμών (οριζόντιων και κατακόρυφων)
  - Η σύνδεση των εγκάρσιων τοίχων μεταξύ τους, και
  - Η ύπαρξη ή μή οριζόντιων διαφραγμάτων στις στάθμες των πατωμάτων, της στέγης ή του δώματος. Σημειώνεται ότι τα παραπάνω χαρακτηριστικά δόμησης και σύνθεσης του συνόλου συμμετέχουν στη διαμόρφωση των τελικών αντιστάσεων των τοίχων, της υπεραντοχής, της πλαστιμότητας κ.λπ.
- Η κατηγοριοποίηση (κατά τα επόμενα) αφορά τόσο τις υφιστάμενες τοιχοδομές όσο και αυτές μετά από δομητικές επεμβάσεις (ή τις νέες), κατά τον παρόντα Κανονισμό.

#### • Τύποι τοιχοδομών / κατηγοριοποίηση

- (α) Τύπος Τ.1: Άοπλη τοιχοδομή, η οποία διακρίνεται ως εξής:

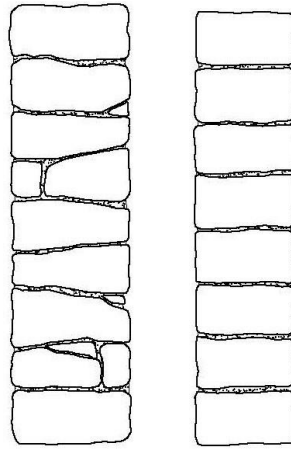
- T.1.1: Μονόστρωτη (Καλή εμπλοκή λιθοσωμάτων, πυκνοί διάτονοι).  
Σχήμα Π.1
- T.1.2: Δίστρωτη: α) Όταν οι διάτονοι είναι πυκνοί, η τοιχοδομή μπορεί να θεωρηθεί μονόστρωτη. β) Ύπαρξη κατακόρυφης στρώσης κονιάματος, αραιοί διάτονοι. γ) Ύπαρξη κατακόρυφης στρώσης κονιάματος, απουσιάζουν οι διάτονοι.  
Σχήμα Π.2 (α, β, γ)
- T.1.3: Τρίστρωτη. Αποτελείται από δύο παρείες με ενδιάμεση διακριτή περιοχή αποτελούμενη από υλικό πλήρωσεως.  
Σχήμα Π.3

Οι παραπάνω βασικές μορφές συναντώνται με πολλές παραλλαγές. Ενδεικτικώς:  
Σχήμα Π.4

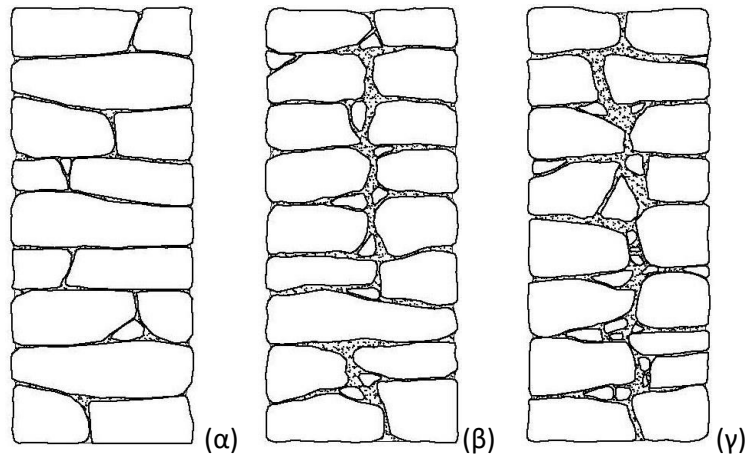
- (β) Τύπος T.2: Τοιχοδομή με οριζόντια διαζώματα μόνον, καθ' όλο το πάχος της, συνδυαζόμενα ή μή με πλαισιώματα γύρω από ανοίγματα  
Σχήμα Π.5
- (γ) Τύπος T.3: Τοιχοδομή με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα (διαζωματική), διαφόρων τύπων και υλικών. Σπανίως συναντάται σε υφιστάμενα κτίρια, συνιστάται σε ενισχύσεις.  
Σχήμα Π.6
- (δ) Τύπος T.4: Οπλισμένη τοιχοδομή (διαφόρων τύπων), κυρίως με διάσπαρτο οπλισμό (οριζοντίως ή και κατακορύφως), στο εσωτερικό των τοίχων ή στις όψεις τους. Επίσης συναντάται σπανίως σε υφιστάμενα κτίρια.  
Σχήμα Π.7
- (ε) Τύπος T.5: Τοιχοδομή με ξύλινο σκελετό, η οποία διακρίνεται ως εξής:
  - T.5.1: Με πλήρωση από τοιχοποιία (ξυλόπηκτη ή ξυλόδημητη),  
Σχήμα Π.8
  - T.5.2: Χωρίς πλήρωση αλλά με πετάσματα όψεων (μπαγδατότοιχος),  
Σχήμα Π.9

### Σημείωση

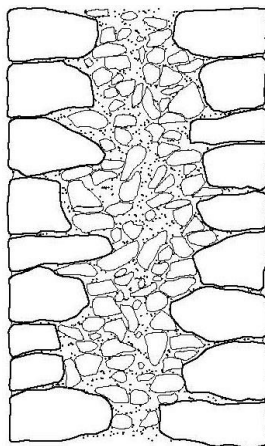
Τα επεξηγηματικά σχήματα που ακολουθούν αφορούν λιθοδομές με αργούς ή λαξευτούς λίθους, ενώ για άλλους τύπους τοιχοδομών από τεχνητά λιθώματα (ωμόπλινθοι, οπτόπλινθοι, τιμεντόλιθοι, γυψόπλινθοι κ.λπ.) ισχύει αντίστοιχη εν πολλοίς διάκριση.



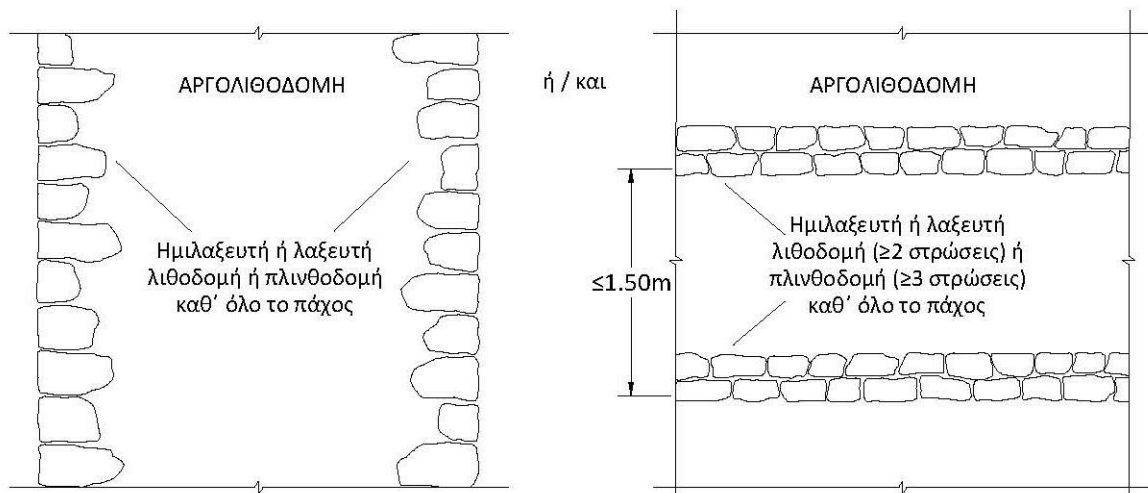
Σχήμα Π.1: Μονόστρωτη τοιχοδομή Τ.1.1



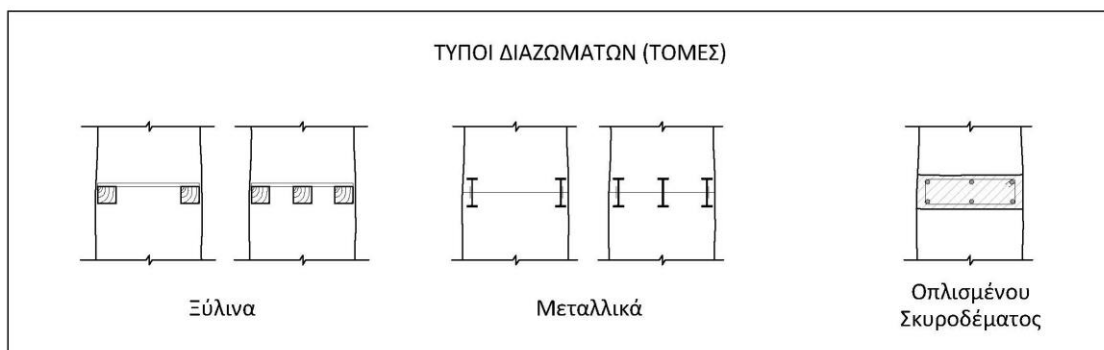
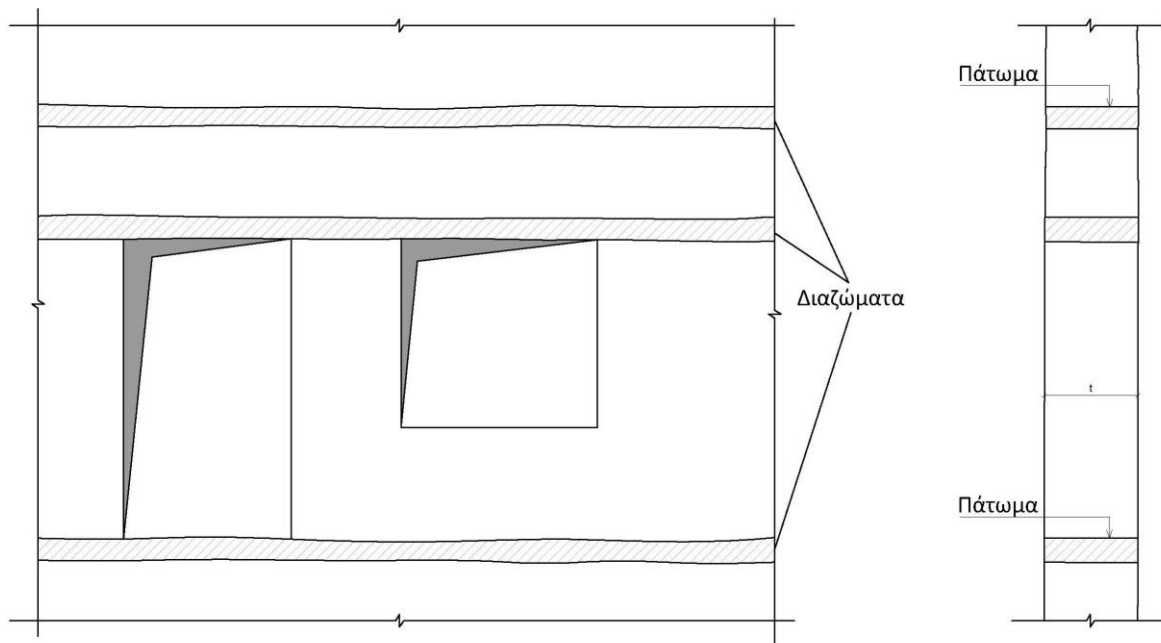
Σχήμα Π.2: Δίστρωτη τοιχοδομή Τ.1.2



Σχήμα Π.3: Τρίστρωτη τοιχοδομή Τ.1.3

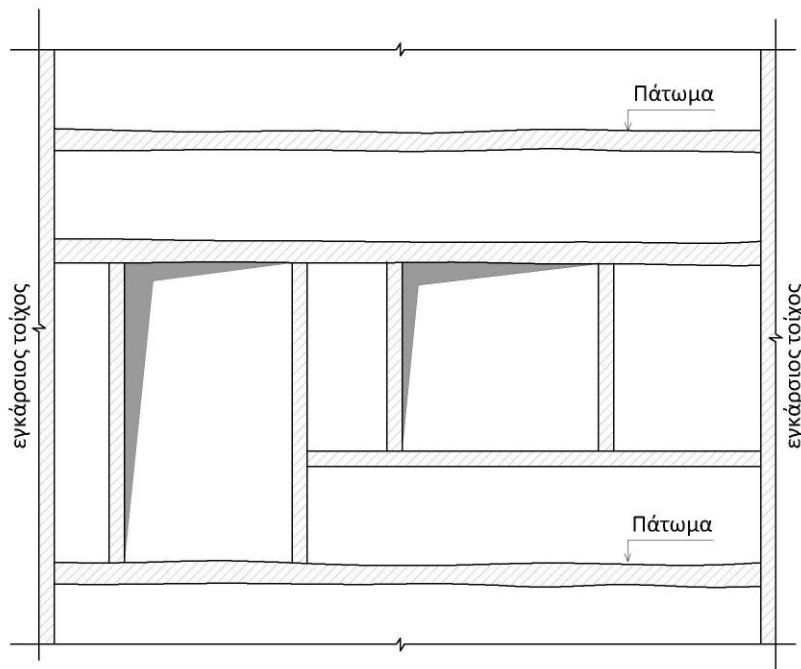


Σχήμα Π.4: Μονόστρωτη ή δίστρωτη ή τρίστρωτη τοιχοδομή με ειδική διαμόρφωση Τ.1.4

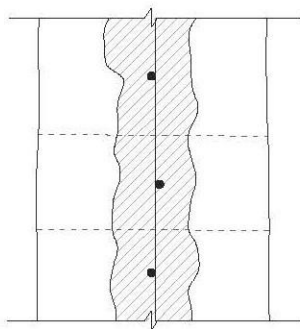


Σχήμα Π.5: Τοιχοδομή με οριζόντια διαζώματα μόνον Τ.2

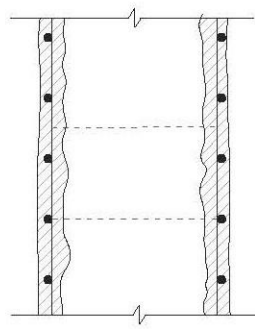




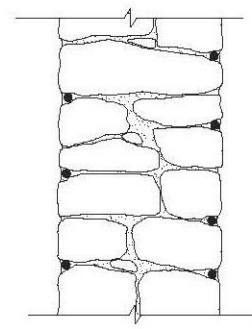
Σχήμα Π.6: Τοιχοδομή με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα Τ.3



Κοίλος τοίχος με οπλισμένο πυρήνα

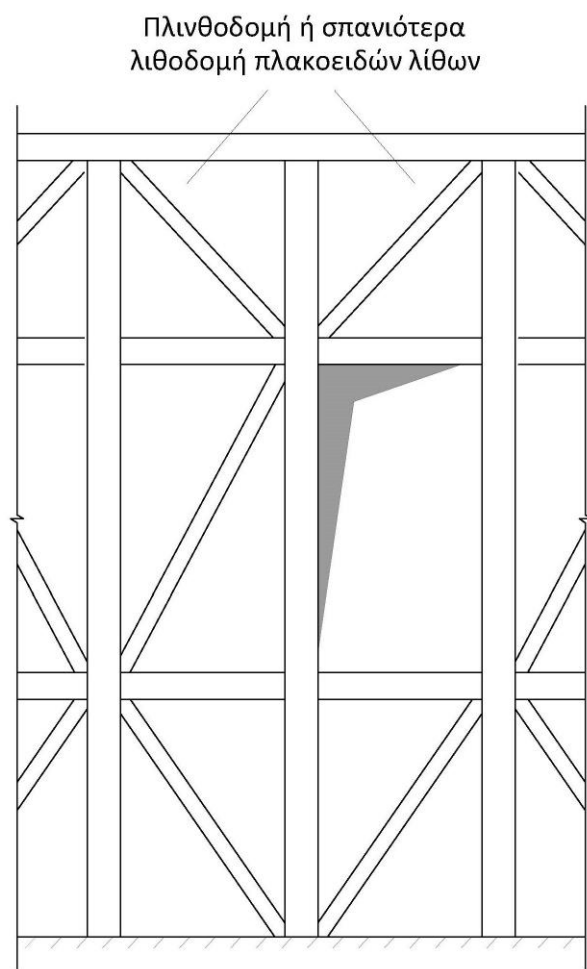


Οπλισμένα επιχρίσματα μονόπλευρα ή αμφίπλευρα

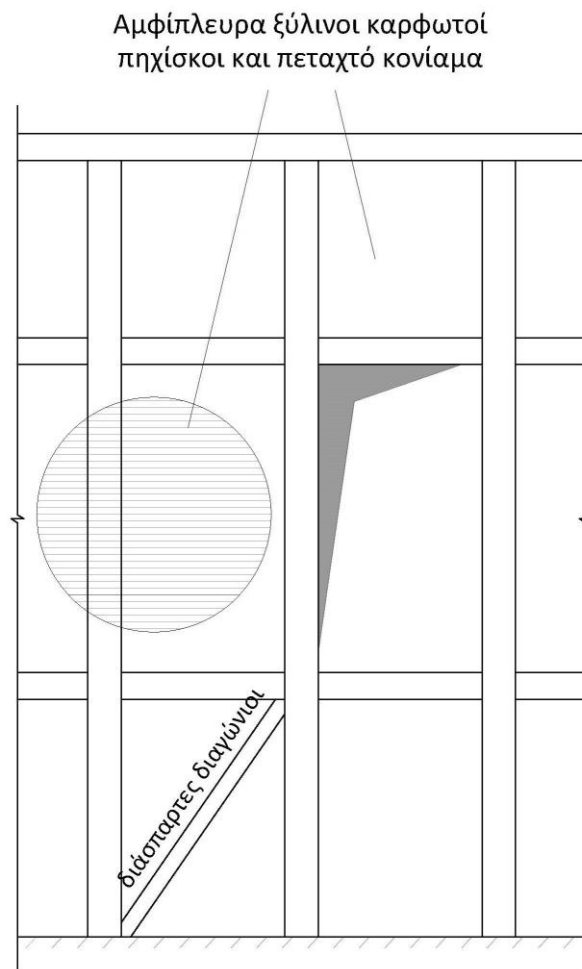


Οπλισμένοι αρμοί στη μια ή και στις δύο όψεις

Σχήμα Π.7: Οπλισμένη τοιχοδομή Τ.4



Σχήμα Π.8: Τοιχοδομή με ξύλινο σκελετό και πλήρωση από τοιχοποιία (ξυλόπηκτη ή ξυλόδημη)



Σχήμα Π.9: Τοιχοδομή με ξύλινο σκελετό και πετάσματα όψεων (μπαγδατότοιχος)

### 3. ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

- Ο οριζόντιος φέρων οργανισμός περιλαμβάνει τα πατώματα και τις στέγες ή τα δώματα.
- Οι συνήθεις τύποι πατωμάτων που συναντώνται σε υφιστάμενα κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία είναι:
  - Ξύλινα πατώματα (σανίδωμα επί ξύλινων δοκών)
  - Πατώματα επί σιδηροδοκών με λιθοπλήρωση ή πλινθοπλήρωση (χθαμαλά τόξα)
  - Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας
  - Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.
- Στην ανώτατη στάθμη υπάρχει συνήθως στέγη με ξύλινο ή πολύ σπάνια μεταλλικό φέροντα οργανισμό, είτε επίπεδο δώμα με φέροντα οργανισμό όπως οι τρεις τελευταίοι τύποι πατωμάτων που προαναφέρθηκαν. Συχνά επί του δώματος επικάθεται ξύλινη ψευδοστέγη (εδραζόμενη και όχι αιωρούμενη).
- Οι συνήθεις τύποι στεγών που συναντώνται σε υφιστάμενα κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία είναι:
  - Ξύλινες στέγες διαφόρων τύπων
  - Μεταλλικές στέγες, κυρίως σε νεότερα κτίρια.
- Τα βασικά φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των πατωμάτων ή δωματίων και στεγών που επηρεάζουν καθοριστικά τη συμπεριφορά των κτηρίων υπό κατακόρυφα αλλά κυρίως υπό οριζόντια σεισμικά φορτία είναι τα ακόλουθα:
  - (α) Η δυστένεια
  - (β) Ο ισότροπος ή μή χαρακτήρας της απόκρισής τους
  - (γ) Το βάρος, και
  - (δ) Η επιβολή ή μή οριζόντιων ωθήσεων υπό κατακόρυφα φορτία.
- Σημειώνεται ότι η δυστένεια του πατώματος ή της στέγης εξαρτάται αποκλειστικώς από τα υλικά και τη διαμόρφωση του φέροντος οργανισμού. Απαραίτητη, όμως, προϋπόθεση έτσι ώστε η δυστένεια να εξασφαλίζει ανεκτή διαφραγματική λειτουργία στο κτήριο είναι η επαρκής σύνδεση του πατώματος ή της στέγης με τις φέρουσες τοιχοποιίες.
- Επισημαίνεται ακόμη ότι, για λόγους συντομίας, οι τοίχοι του Σχήματος Π.1 έχουν σχεδιασθεί όλοι δίστρωτοι με πυκνούς διάτονους που θεωρούνται ως μονόστρωτοι. Στην περίπτωση δίστρωτων με αραιούς διάτονους, ή δίστρωτων χωρίς διάτονους ή τρίστρωτων περιμετρικών τοίχων, τα κατακόρυφα φορτία των πατωμάτων και στεγών κατά κανόνα μεταβιβάζονται μόνον στην εσωτερική παρειά της τοιχοποιίας. Είναι προφανές ότι η ύπαρξη διαζωμάτων σε όλο το πάχος του τοίχου βοηθά στην ενεργοποίηση και της εξωτερικής παρειάς.

#### 3.2 ΤΥΠΟΙ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ (Η ΔΩΜΑΤΩΝ)

##### 3.2.1 ΞΥΛΙΝΑ ΠΑΤΩΜΑΤΑ (ΣΧΗΜΑ Π.10Α)

Αποτελούνται από ισχυρές ξύλινες δοκούς (πατόξυλα) ανά αποστάσεις συνήθως 0,40 έως 0,60m περίπου και επικάλυψη από σανίδες, σε απλή παράθεση ή συνδεδεμένες με διαμήκη εντορμία (ραμποτέ), καρφωμένες επί των δοκών. Σπανιότερα, και ιδίως σε μεγάλους χώρους περίπου τετραγωνικής κάτοψης, τα πατόξυλα διατάσσονται σε δύο επάλληλες στρώσεις (εσχάρα). Η υποκείμενη από τις δύο αυτές στρώσεις περιλαμβάνει κατά κανόνα αραιότερες δοκούς (μία ή περισσότερες) μεγαλύτερης διατομής από αυτές της υπερκείμενης πυκνής στρώσης. Πολύ σπάνια το σανίδωμα είναι διπλό, αποτελούμενο από δύο επάλληλες στρώσεις διασταυρούμενων σανίδων. Πολλές φορές υπάρχει ελαφρό ταβάνωμα (λεπτό, μη φέρον σανίδωμα) καρφωμένο στα κάτω πέλαμα των ξύλινων δοκών.

#### Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Εξασφαλίζουν μικρή και σε περίπτωση διπλού σανιδώματος ισχυρή δυστένεια στο επίπεδό τους, με αντίστοιχη διαφοροποίηση του βαθμού διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος, με προϋπόθεση την ισχυρή / επαρκή σύνδεση και προς τους τοίχους.
- Τα πατόξυλα διήκουν συνήθως κατά τη μικρή διάσταση του χώρου και κατά συνέπεια μεταφέρουν τα κατακόρυφα (αλλά και τα σεισμικά) φορτία μόνον στο ζεύγος των απέναντι υποκείμενων τοίχων. Ανά φάτνωμα της κάτοψης του κτηρίου, το πάτωμα εμφανίζει σημαντική διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας κατά κατεύθυνση εξ αιτίας της έδρασης των ξύλινων φερουσών δοκών επί των φερουσών τοιχοποιιών σε μια μόνον από τις δυο κύριες διευθύνσεις του χώρου. Συχνά, πάντως, στο σύνολο της κάτοψης παρατηρείται εναλλαγή της διεύθυνσης των πατόξυλων ανά χώρο, με ευεργετικές συνέπειες στη διαφραγματική λειτουργία του οριζόντιου φέροντος οργανισμού.
- Το βάρος τους είναι σχετικώς μικρό (πολύ μικρότερο από αυτό κτηρίων με άλλα πατώματα).
- Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις επί των υποκείμενων φερουσών τοιχοποιιών υπό τα κατακόρυφα φορτία.

### **3.2.2 ΠΑΤΩΜΑΤΑ ΕΠΙ ΣΙΔΗΡΟΔΟΚΩΝ ΜΕ ΛΙΘΟΠΛΑΚΕΣ (ΣΧΗΜΑ Π.10Β,) Ή ΠΛΙΝΘΟΠΛΗΡΩΣΗ (ΣΧΗΜΑ Π.10Β<sub>ii</sub>)**

Αποτελούνται από φέρουσες σιδηροδοκούς (συνήθως διπλά Τ) ανά αποστάσεις 0,60m περίπου και διακρίνονται σε δυο τύπους, αναλόγως του είδους της πλινθοπλήρωσης: Ελαφρού τύπου με ευμεγέθεις πλακοειδείς διάτρητες πλίνθους ή λιθόπλακες, που γεφυρώνουν το κενό με απλή παράθεσή τους μεταξύ των σιδηροδοκών (τύπος β<sub>i</sub>), και βαρέως τύπου με καμαρωτή πλινθοδόμηση από μικρές πλήρεις ή διάτρητες πλίνθους (τύπος β<sub>ii</sub>). Πολύ σπάνια, αντί της πλινθοπλήρωσης συναντάται καμαρωτή λιθοδομή από πλακοειδείς λίθους.

#### Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Εξασφαλίζουν μικρή (τύπος β<sub>i</sub>) έως μέση (τύπος β<sub>ii</sub>) δυστένεια στο επίπεδό τους, με αντίστοιχη διαφοροποίηση του βαθμού διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος.
- Ως προς τη μεταφορά των κατακόρυφων φορτίων και τη διαφραγματική συμπεριφορά του πατώματος, ισχύουν οι επισημάνσεις που προαναφέρθηκαν στα ξύλινα πατώματα. Ιδιαίτερα τα πατώματα ελαφρού τύπου εμφανίζουν έντονη διαφοροποίηση δυστένειας ανά κατεύθυνση εντός του επιπέδου τους, λόγω μικρολισθήσεων μεταξύ των επίπεδων λιθοσωμάτων και των σιδηροδοκών.
- Το βάρος τους κυμαίνεται από σχετικά μέσες τιμές για τα ελαφρού τύπου πατώματα επίπεδης πλινθοπλήρωσης έως μεγάλες τιμές για τα βαρέως τύπου πατώματα με καμαρωτή πλινθοδόμηση. Σημαντική προσαύξηση του βάρους επιφέρει η επιπεδωτική στρώση μέχρι το άνω πέλμα των σιδηροδοκών, καθώς και η επίστρωση.
- Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις επί των υποκείμενων φερουσών τοιχοποιιών υπό τα κατακόρυφα φορτία. Οι σχετικώς ασθενείς ωθήσεις των καμαρών, στα πατώματα βαρέως τύπου, αλληλοαναιρούνται στις μεσαίες σιδηροδοκούς, ενώ στις ακραίες σιδηροδοκούς αναλαμβάνονται μέσω εγκάρσιων μεταλλικών ράβδων – ελκυστήρων, που συνήθως συνδέουν τις σιδηροδοκούς μεταξύ τους.

### **3.2.3 ΚΤΙΣΤΑ ΠΑΤΩΜΑΤΑ ΜΟΝΗΣ Η ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ (ΣΧΗΜΑ Π.10Γ)**

Αποτελούνται από πλινθόκτιστες ή λιθόκτιστες καμάρες (μονή καμπυλότητα), διασταυρούμενες καμάρες (σταυροθόλια) ή θόλους (διπλή καμπυλότητα). Η επιπέδωση επιτυγχάνεται με «επίχωση», από διάφορα υλικά.

#### Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά:

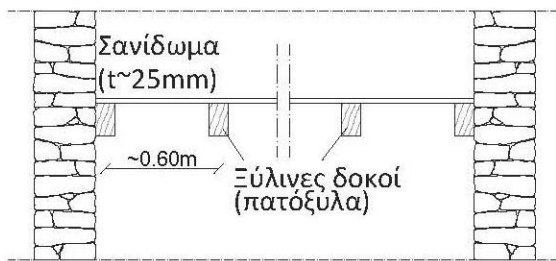
- Εξασφαλίζουν σημαντική δυστένεια και ισχυρή διαφραγματική λειτουργία.

- Η ισότροπη ή μη απόκρισή τους εξαρτάται από τον βαθμό δομητικής εμπλοκής του πατώματος με τους φέροντες τοίχους της περιμέτρου. Σε περίπτωση καμάρας μονής καμπυλότητας, η δομητική σύνδεση με τους τοίχους κάθετα στη διεύθυνση των γενετειρών της καμάρας είναι συνήθως ανύπαρκτη. Η έλλειψη σύνδεσης καθιστά τους τοίχους αυτούς ευάλωτους, ιδιαίτερα έναντι εκτός επιπέδου φορτίσεων.
- Το βάρος τους είναι πολύ μεγάλο, ιδιαίτερα στην περίπτωση επιπέδωσης του δαπέδου με κοινά και όχι ελαφρά υλικά.
- Είναι ο μοναδικός τύπος πατωμάτων που ασκούν σημαντικές, έως μεγάλες, κατά περίπτωση, ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία επί των τοιχοποιιών στις οποίες εδράζονται. Λόγω των ωθήσεων αλλά και του μεγάλου βάρους του πατώματος, απαιτείται μεγάλο πάχος υποκείμενων φερουσών τοιχοποιιών. Εναλλακτικά χρησιμοποιούνται εξωτερικές αντηρίδες ή ελκυστήρες για την παραλαβή των ωθήσεων.

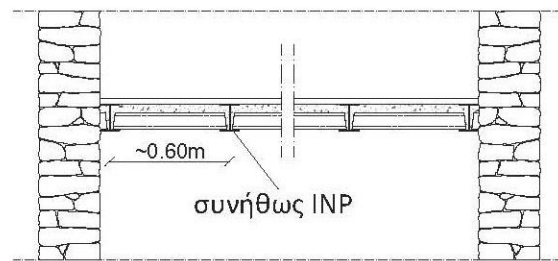
### **3.2.4 ΠΛΑΚΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (ΣΧΗΜΑ Π.10Δ)**

#### Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά:

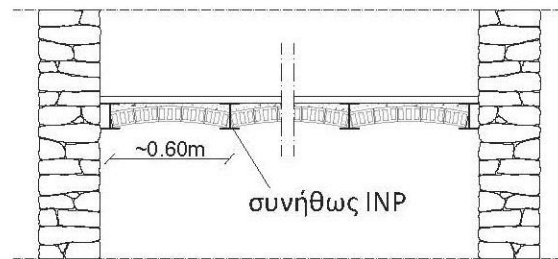
- Εμφανίζουν πολύ μεγάλη δυστένεια και κατά συνέπεια είναι σε θέση να εξασφαλίσουν ισχυρή διαφραγματική λειτουργία, με την προϋπόθεση καλής σύνδεσης με τις φέρουσες τοιχοποιίες επί των οποίων εδράζονται.
- Με την προϋπόθεση ότι στηρίζονται και συνδέονται επαρκώς με τις υποκείμενες τοιχοποιίες και στις τέσσερις πλευρές τους, μεταφέρουν τα κατακόρυφα φορτία σύμφωνα με τη γνωστή μέθοδο του χωρισμού της επιφάνειάς τους σε τρίγωνα και τραπέζια, και διανέμουν τις σεισμικές τέμνουσες στις υποκείμενες τοιχοποιίες αναλόγως της δυσκαμψίας τους, ανεξαρτήτως από τη διεύθυνση της σεισμικής καταπόνησης (ισότροπη διαφραγματική λειτουργία).
- Το βάρος των πλακών οπλισμένου σκυροδέματος, συγκρινόμενο με αυτό των άλλων τύπων πατωμάτων, είναι μέσο έως μεγάλο, αναλόγως με το μέγεθος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.
- Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό κατακόρυφα φορτία επί των τοιχοποιιών στις οποίες στηρίζονται.
- Σημειώνεται ότι, πολύ συχνά, οι πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος αποτελούν μεταγενέστερη επέμβαση, σε αντικατάσταση παλαιότερου πατώματος. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι πολύ πιθανόν η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος να έχει εδρασθεί πρόχειρα (χάντρωμα μικρού βάθους έδρασης, της τάξεως λίγων εκατοστών, και «φωλιές» ανά αποστάσεις), και μάλιστα κυρίως στις δύο απέναντι επιμήκεις πλευρές της κάτοψης. Κατά συνέπεια, τα κατακόρυφα φορτία μεταφέρονται κυρίως στις υποκείμενες τοιχοποιίες αυτών των πλευρών, ενώ η διαφραγματική λειτουργία του πατώματος είναι αμφίβολη. Αντιθέτως, είναι πιθανός ο κίνδυνος εμβολισμού των τοίχων κατά τη διάρκεια ισχυρού σεισμικού πλήγματος.



(α) Ξύλινα πατώματα



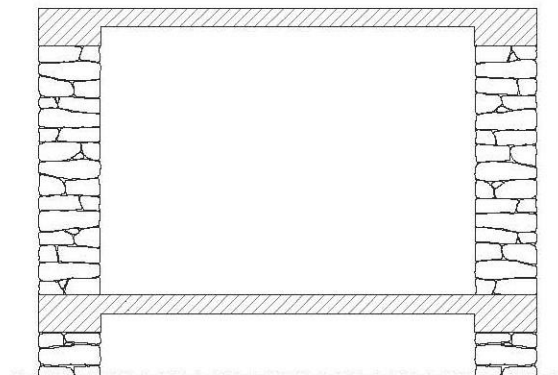
(βi) Πάτωμα επί σιδηροδοκών με λιθόπλακες



(βii) Πάτωμα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση



(γ) Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας



(δ) Πλάκες οπλισμένου σκυροδεμάτος

Σχήμα Π.10: Συνήθεις τύποι πατωμάτων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία

### 3.3 ΤΥΠΟΙ ΞΥΛΙΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ

Οι στέγες κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία αποτελούνται συνήθως από ξύλινα ζευκτά ανά αποστάσεις περίπου 0,80 έως 2,00m, με τεγίδες (ή και επιτεγίδες), σανίδωμα και επικάλυψη. Τα ζευκτά εδράζονται στο κορυφαίο διάζωμα των φερουσών τοιχοποιιών ή σε ξύλινες δοκούς (ποταμοί / στρωτήρες) ενσωματωμένες κατά μήκος της εσωτερικής ακμής της στέψης των τοίχων. Σε περίπτωση ορθογωνικής κάτοψης με δικλινή στέγη, τα ζευκτά τοποθετούνται παράλληλα προς τη μικρή διάσταση του κτηρίου (Σχήμα Π.11). Στην περίπτωση αυτή, η σύνδεση των ζευκτών εξασφαλίζεται μέσω εγκάρσιων συνδέσεων σε κατακόρυφα επίπεδα, καθώς και μέσω των ξύλινων τεγίδων ή και του σανιδώματος. Σε περίπτωση περίπου τετραγωνικής κάτοψης, καθώς και στα άκρα τετρακλινών στεγών επί ορθογωνικών κατόψεων, διαμορφώνονται διασταυρούμενα ημιζευκτά (Σχήματα Π.12, Π.11). Τέλος, στην πολύ συνηθισμένη περίπτωση ακανόνιστης κάτοψης με προεξέχουσες πτέρυγες, η στέγη προκύπτει ακανόνιστης μορφής (Σχήμα Π.13).

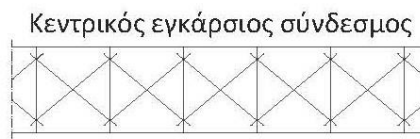
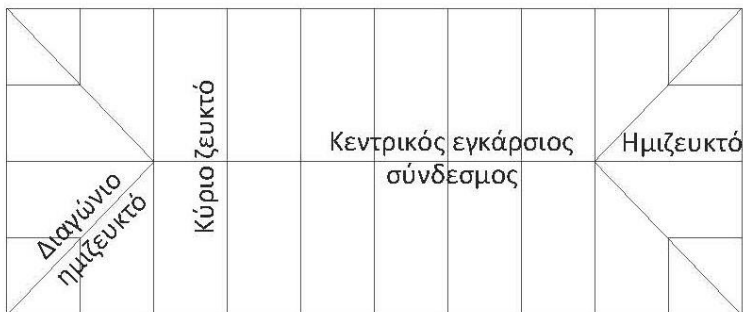
Σε περιπτώσεις επιμήκων κτισμάτων ορθογωνικής κάτοψης μεγάλου πλάτους, τα ζευκτά εδράζονται και σε ενδιάμεσες διαμήκεις τοιχοποιίες με ανάλογη διαμόρφωση της δικτύωσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το οριζόντιο κάτω πέλμα αποτελείται από δοκούς εν σειρά που εδράζονται στους ενδιάμεσους τοίχους χωρίς, πολλές φορές, σύνδεση μεταξύ τους (Σχήμα Π.14).

Πέραν του βασικού τύπου ξύλινων στεγών με ζευκτά, σε αρκετές περιπτώσεις συναντώνται ξύλινες στέγες με λειτουργία δοκού. Ο τύπος αυτός συνήθως συντίθεται από δοκούς στο οριζόντιο επίπεδο της στέγης, επί των οποίων, μέσω ορθοστατών και κεκλιμένων ράβδων, μεταφέρονται τα φορτία των αμειβόντων, χωρίς λειτουργία δικτύωματος (καθιστές στέγες με λειτουργία δοκού επί στύλου ή τοίχου).

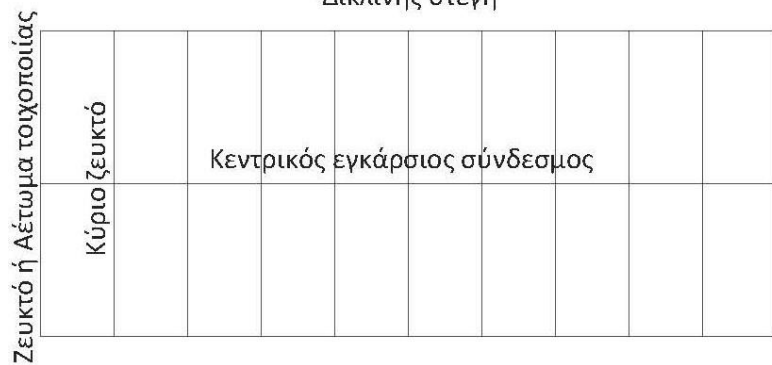
Τα χαρακτηριστικά της μηχανικής συμπεριφοράς των ξύλινων στεγών είναι τα ακόλουθα:

- Προϋποθέσεις για την ανάπτυξη διαφραγματικής λειτουργίας είναι η άρτια δικτύωση των ζευκτών (ύπαρξη επαρκών ορθοστατών και διαγωνίων ράβδων), οι ισχυρές συνδέσεις στους κόμβους, η εξασφάλιση της συνέχειας στις ματίσεις των επιμήκων δοκών κάτω πέλματος, η επαρκής σύνδεση των ζευκτών στις θέσεις έδρασής τους με ξύλινο ποταμό (στρωτήρα) ή με ισχυρό κορυφαίο διάζωμα και η ύπαρξη ισχυρών εγκάρσιων συνδέσεων καθώς και ισχυρού πλήρους σανιδώματος.
- Η μειωμένη εξασφάλιση ή απουσία κάποιας από τις παραπάνω προϋποθέσεις δημιουργεί κατά περίπτωση γενική ή κατά διεύθυνση μείωση της διαφραγματικής λειτουργίας της στέγης.
- Το βάρος των ξύλινων στεγών κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων και καθορίζεται κυρίως από το βάρος της επικάλυψης. Οι συνηθέστεροι τύποι επικάλυψης, κατά αύξουσα σειρά βάρους, είναι οι ακόλουθοι:
  - (α) Ελαφρά επίπεδα καρφωτά κεραμίδια («Γαλλικά»).
  - (β) Ρωμαϊκά ή Βυζαντινά καρφωτά κεραμίδια.
  - (γ) Βυζαντινά κολυμβητά κεραμίδια (στρωτήρες και καλυπτήρες).
  - (δ) Σχιστολιθικές πλάκες.
- Πολλές φορές, η ανεπαρκής δικτύωση των ζευκτών έχει ως συνέπεια έντονη καμπτική καταπόνηση του άνω και κάτω πέλματος και σημαντικές βυθίσεις, με αποτέλεσμα την επικάλυψη της στέγης επί των εσωτερικών, συνήθως ασθενών, διαχωριστικών τοιχοποιιών.
- Σε περίπτωση ανεπαρκούς δικτύωσης και ασθενών συνδέσεων στους κόμβους των ζευκτών, σε συνδυασμό με απουσία επαρκών εσωτερικών τοιχοποιιών, εμφανίζεται «κάθισμα και άνοιγμα» της στέγης, με συνέπεια την ανάπτυξη οριζόντιων ωθήσεων από τους κεκλιμένους αμειβόντες επί των περιμετρικών τοιχοποιιών έδρασης των ζευκτών.
- Σοβαρά προβλήματα εμφανίζονται πολύ συχνά στις λεγόμενες εγκιβωτισμένες στέγες (ύπαρξη περιμετρικού κτιστού στηθαίου) λόγω αστοχίας των οριζόντιων υδρορροών κατά μήκος της περιμέτρου, με συνέπεια την εισροή ομβρίων που προκαλούν διάβρωση των άκρων των ζευκτών και αποσάθρωση των υποκείμενων τοιχοποιιών.

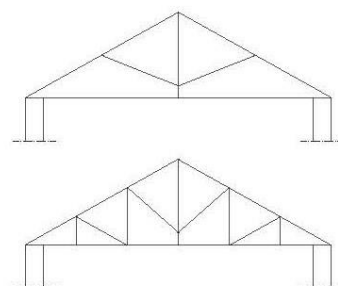
Τετρακλινής στέγη



Δικλινής στέγη

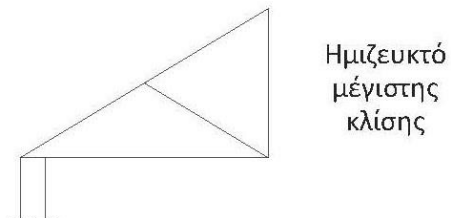
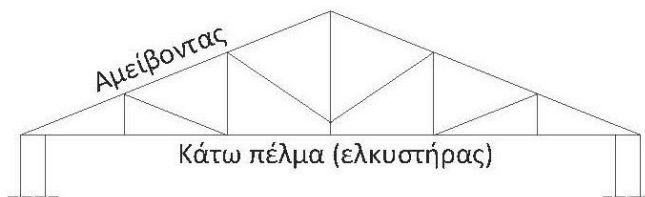
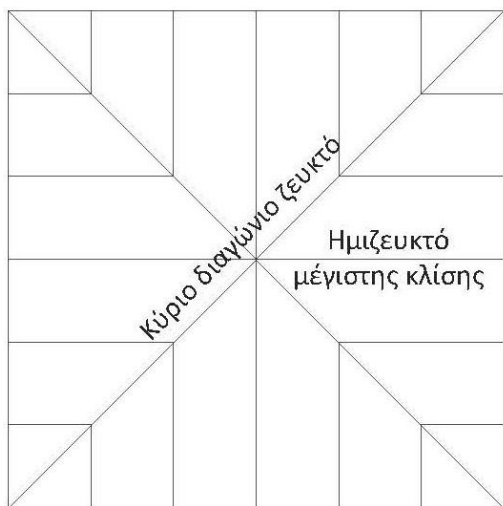


Τύποι κύριων ζευκτών



Σχήμα Π.11 : Στέγη επί ορθογωνικής κάτοψης

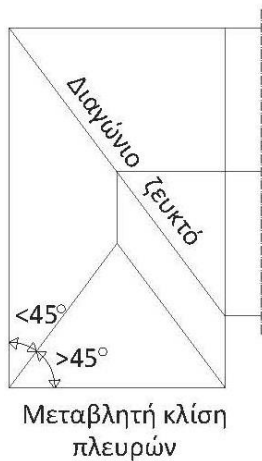
Κύριο διαγώνιο ζευκτό



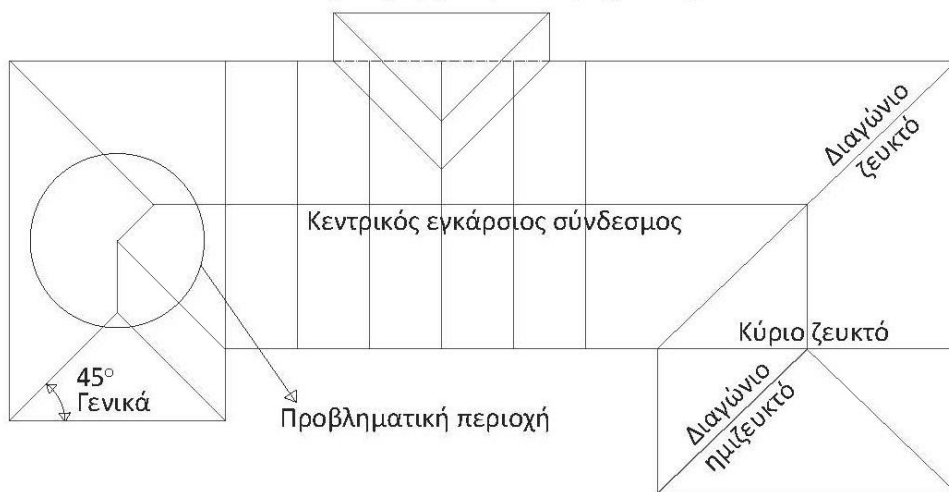
Σχήμα Π.12: Τετρακλινής στέγη επί τετραγωνικής κάτοψης



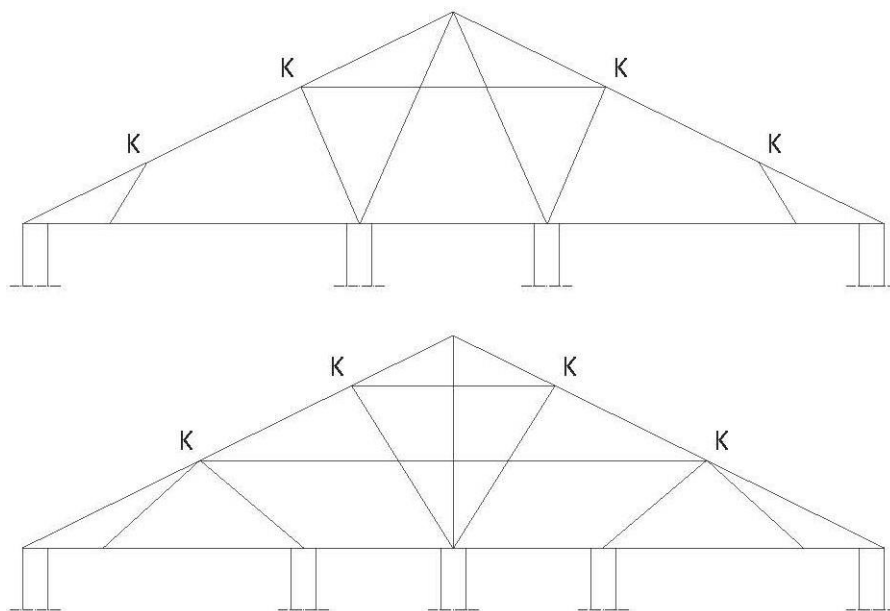
Εναλλακτική διαμόρφωση



Τυπική διαμόρφωση σταθερής κλίσης



Σχήμα Π.13: Στέγη επί κάτοψης με ορθογωνικές προεξοχές



Εσωτερική δικτύωση ανά 2.00-3.00m  
Διαμήκειες δοκοί στους κόμβους "K"  
Αμείβοντες πυκνοί ανά 0.80-1.20m

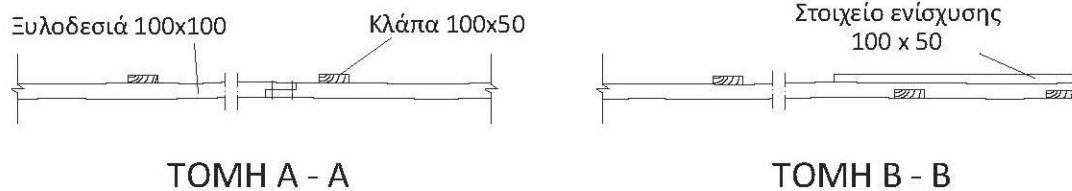
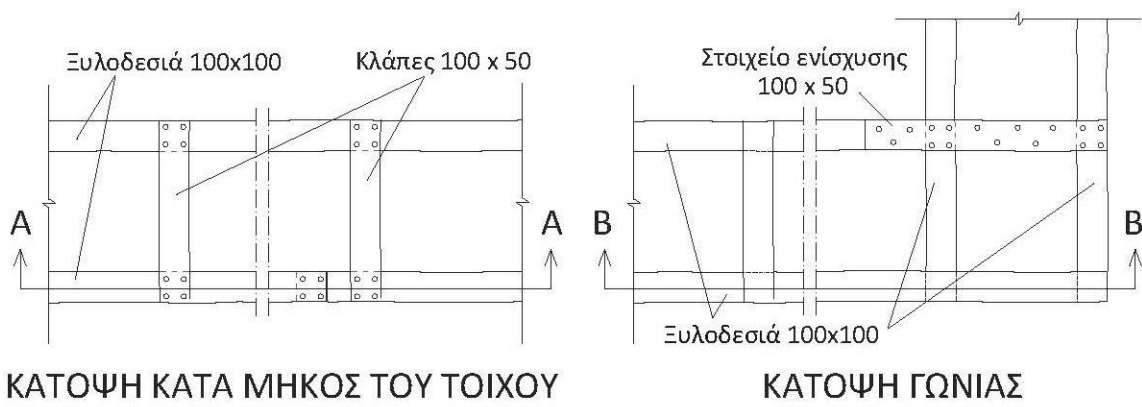
Σχήμα Π.14: Στέγες με ενδιάμεσες εδράσεις

#### 4. ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΖΩΜΑΤΩΝ, ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ, ΘΛΙΠΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

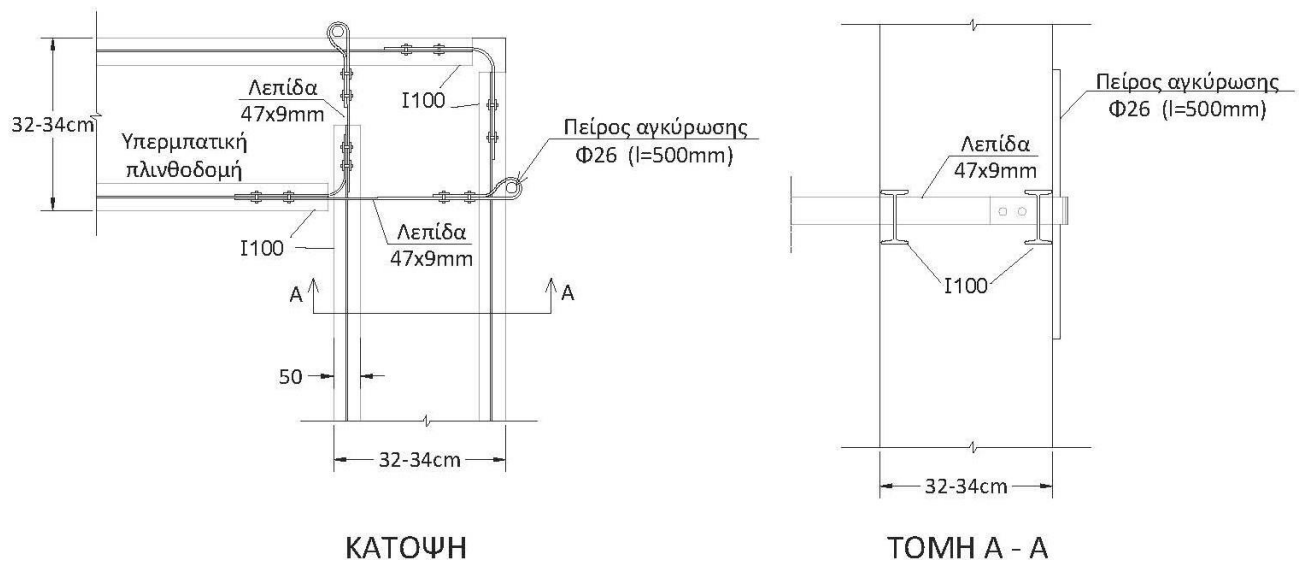
Τα διαζώματα και οι ελκυστήρες / θλιπτήρες αποτελούν βασικά δομικά στοιχεία που ασκούν καθοριστική επιρροή στην απόκριση των κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία υπό οριζόντια (σεισμικά) φορτία. Οι συνηθέστεροι τύποι διαζωμάτων και ελκυστήρων είναι οι ακόλουθοι (βλέπε ενδεικτικά Σχήματα Π.15 έως Π.19, με μεγάλο πλήθος εφαρμοζόμενων παραλλαγών στην πράξη):

- (α) Συνεχή οριζόντια διαζώματα, ξύλινα (ξυλοδεσιές) ή μεταλλικά, ή από οπλισμένο σκυρόδεμα σε σχετικά νεότερες κατασκευές. Τα διαζώματα συναντώνται συνήθως στις στάθμες των ορόφων και της στέγης και σπανιότερα στη στάθμη των ανωφλίων των ανοιγμάτων. Ακόμη σπανιότερα συναντώνται στη στάθμη κατωφλίων των παραθύρων.
- (β) Μεταλλικοί ελκυστήρες (παθητικοί ή ελαφρώς προεντεταμένοι) ή παθητικοί ξύλινοι ελκυστήρες, ενσωματωμένοι στις στάθμες των ορόφων, της στέγης, ή ελεύθεροι στις γενέσεις τόξων ή καμαρών.
- (γ) Κατακόρυφα διαζώματα (ξύλινα, σπανιότερα μεταλλικά), ή από οπλισμένο σκυρόδεμα σε σχετικά νεότερες κατασκευές ή σε μεταγενέστερες επεμβάσεις.

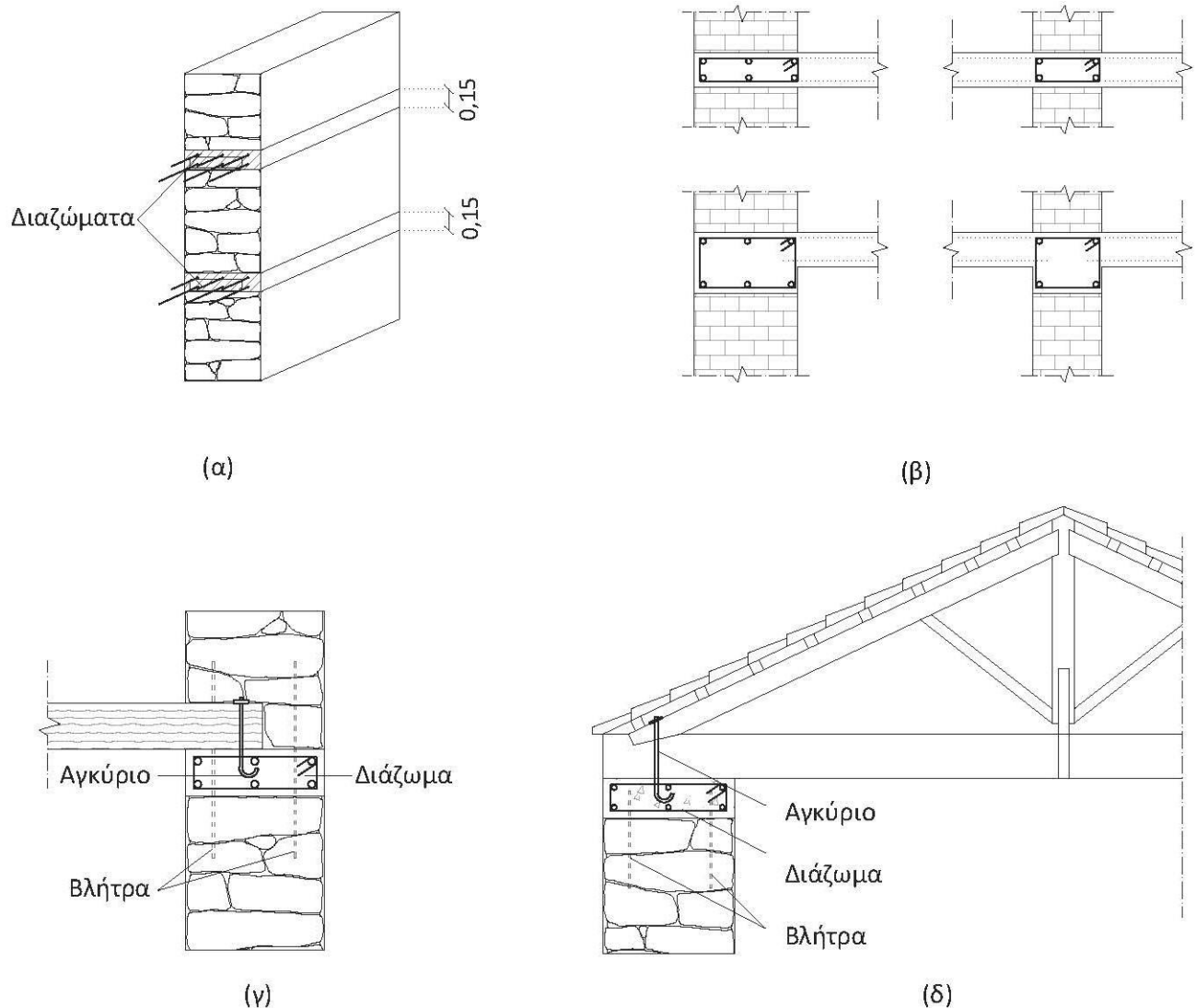
- Τα συνεχή οριζόντια ξύλινα ή μεταλλικά διαζώματα αποτελούνται συνήθως από δύο παράλληλα μεταξύ τους δομικά μέλη, ενσωματωμένα στις δύο όψεις της τοιχοποιίας και συνδεδεμένα με εγκάρσια μέλη κατά το πάχος του τοίχου, ανά διαστήματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, πέραν των δύο διαμήκων μελών του διαζώματος, υπάρχει και τρίτο διαμήκες μέλος περί το μέσον του πάχους του τοίχου. Μερικές φορές τα διαμήκη μέλη δεν βρίσκονται στις όψεις της τοιχοποιίας αλλά εσώτερα. Στην περίπτωση αυτή τοποθετούνται κατά κανόνα πλίνθοι ή μικροί λίθοι στην επιφάνεια των τοίχων, οι οποίοι υποδεικνύουν την παρουσία των διαζωμάτων. Ουσιαστικώς, πρόκειται για «δικτυώματα μορφής σκάλας» σε οριζόντιο επίπεδο, τα οποία διασταυρώνονται στις γωνίες του κτιρίου (Σχήματα Π.15, Π.16). Πολλές φορές, οι ράβδοι της εσωτερικής παρειάς, ιδιαιτέρως των μεταλλικών διαζωμάτων, αγκυρώνονται στα άκρα τους στις εξωτερικές όψεις των γωνιών των τοίχων μέσω εγκάρσιων μεταλλικών πλακών ή ράβδων (Σχήμα Π.16)
- Ο κύριος ρόλος των συνεχών οριζόντιων διαζωμάτων είναι να ενισχύσουν την εκτός επιπέδου λειτουργία των τοιχοποιιών, αναλαμβάνοντας τις οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις κάθετα στο επίπεδο του τοίχου και μεταφέροντάς τες στους εγκάρσιους τοίχους. Για τον λόγο αυτό, σε παχείς τοίχους οι ξυλοδεσιές ή τα μεταλλικά διαζώματα, διαμορφώνονται, όπως προαναφέρθηκε, ως δικτυώματα σε οριζόντιο επίπεδο. Αντιστοίχως, τα διαζώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα καταλαμβάνουν κατά κανόνα ολόκληρο το πάχος της τοιχοποιίας, ενώ έχουν σχετικά μικρό ύψος (πάχος), καθώς λειτουργούν ως δοκοί καμπτόμενες σε οριζόντιο επίπεδο (Σχήμα Π.17α,β,γ,δ). Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα διαζώματα των περιμετρικών τοίχων συμπαγών οπτοπλινθοδομών δεν καταλαμβάνουν ολόκληρο το πάχος του τοίχου, ώστε να μη διαφοροποιείται η υφή της πρόσοψης. Η ίδια διαμόρφωση συναντάται συχνά και στην περίπτωση των λιθοδομών κατά τις εργασίες επισκευής. Επισημαίνεται πάντως ότι στην περίπτωση αυτή τα φορτία δεν μεταβιβάζονται ομοιόμορφα σε όλο το πάχος του τοίχου και επιπλέον υπάρχει κίνδυνος εμβολισμού της εξωτερικής παρειάς της τοιχοποιίας σε ισχυρή σεισμική καταπόνηση.



Σχήμα Π.15: Διαμόρφωση και συνδέσεις ξύλινων διαζωμάτων. Οι διατομές των ξύλινων στοιχείων είναι ενδεικτικές.



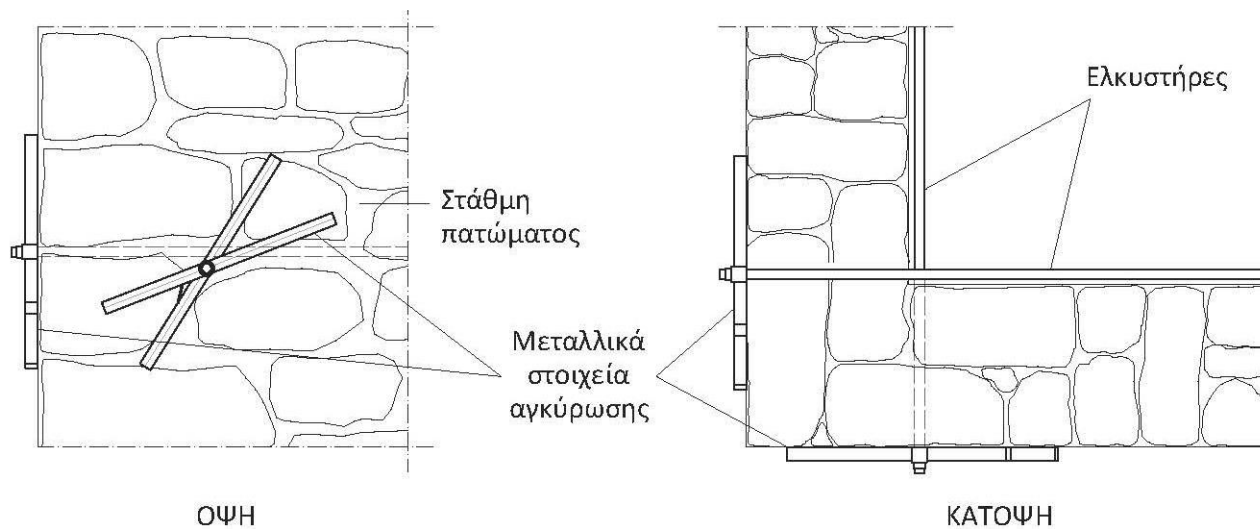
Σχήμα Π.16: Διαμόρφωση, γωνιακή σύνδεση και ακραία αγκύρωση μεταλλικού διαζώματος (αποτύπωση πραγματικής κατάστασης)



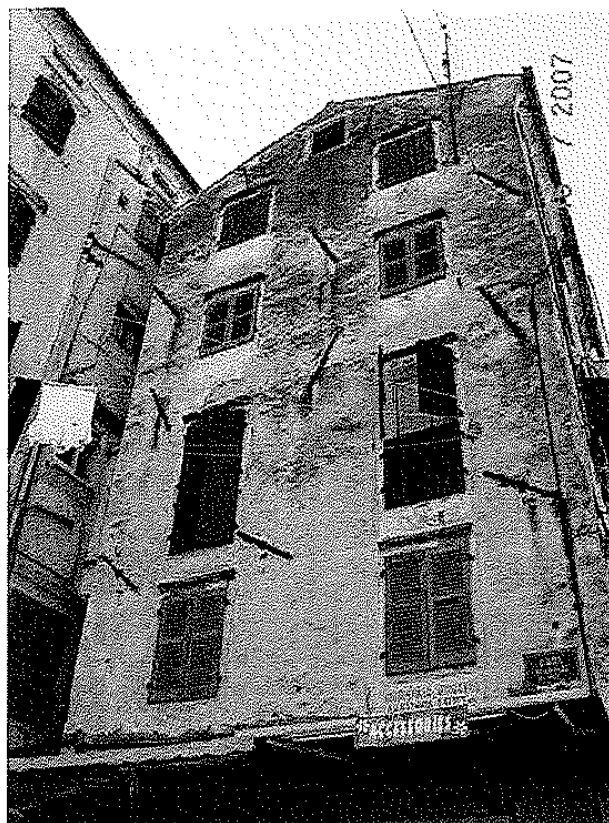
Σχήμα Π.17: Διαζώματα από Ο.Σ. (α, β) και σχηματική σύνδεσή τους με πάτωμα και στέγη (γ, δ).

- Οι ελκυστήρες είναι συνήθως χαλύβδινες ράβδοι ή λεπίδες ορθογωνικής διατομής ή μικρές χαλύβδινες δοκοί διατομής διπλού T, οι οποίοι τοποθετούνται κατά τη δόμηση των τοίχων και “προεντείνονται” μετά την ολοκλήρωση του φέροντος οργανισμού (Σχήμα Π.18, Π.19). Συχνά συναντώνται και ξύλινοι ή μεταλλικοί ελκυστήρες (/θλιπτήρες) που τοποθετούνται σε επαφή με την εσωτερική όψη των τοίχων και φέρουν στα άκρα τους μεταλλικές καρφωτές λεπίδες, οι οποίες διαπερνούν τους εγκάρσιους τοίχους και αγκυρώνονται στην εξωτερική τους όψη (Σχήμα Π.18, Π.19) Η «προένταση» είναι ελαφρά και επιτυγχάνεται είτε με ράβδους αγκύρωσης κατάλληλου σχήματος είτε με τοπική ερυθροπύρωση και συστροφή της μεταλλικής λεπίδας σε θέσεις όπου αυτή είναι προσπελάσιμη. Σημειώνεται ότι κύριος στόχος της προέντασης των ελκυστήρων δεν είναι η ανάπτυξη οριζόντιας πρόθλιψης στην τοιχοποιία αλλά η άρση τυχόν ανοχών μήκους, έτσι ώστε, σε περίπτωση ανάγκης, η ενεργοποίηση του ελκυστήρα να είναι άμεση (κατά το δυνατόν).
- Ο κύριος ρόλος των οριζόντιων μεταλλικών ή ξύλινων ελκυστήρων είναι να αποτρέψουν την αποκόλληση των διασταυρούμενων τοίχων καθύψος των κατακόρυφων ακμών σε γωνίες Γ ή T, είτε από σεισμική καταπόνηση, είτε από ωθήσεις τόξων, καμαρών ή της στέγης.
- Ορατοί ξύλινοι ή μεταλλικοί ελκυστήρες συναντώνται σε όλες σχεδόν τις κατασκευές που έχουν καμαρωτά ή θολωτά πατώματα, τόξα, αψίδες και θόλους. Οι ελκυστήρες τοποθετούνται συνήθως στη στάθμη γένεσης των καμπύλων φορέων, έτσι ώστε να αναλάβουν τις οριζόντιες ωθήσεις που

αναπτύσσονται υπό τα κατακόρυφα φορτία (Σχήμα Π.20). Οι ελκυστήρες αυτοί συνδέονται συνήθως στα άκρα τους με ξυλοδεσιές ενσωματωμένες στους εγκάρσιους τοίχους.



Σχήμα Π.18: Ελκυστήρες ή/και θλιπτήρες και αγκύρωσή τους στις φέρουσες τοιχοποιίες



Σχήμα Π.19: Αγκύρωση μεταλλικού ελκυστήρα

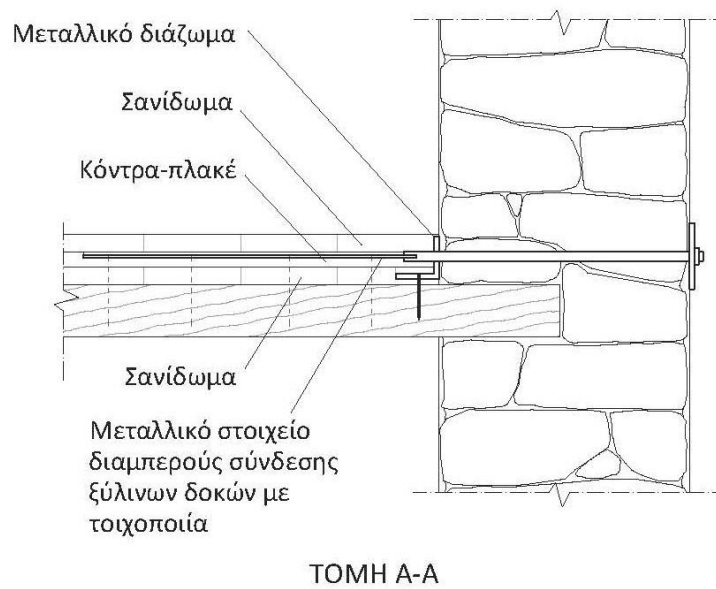
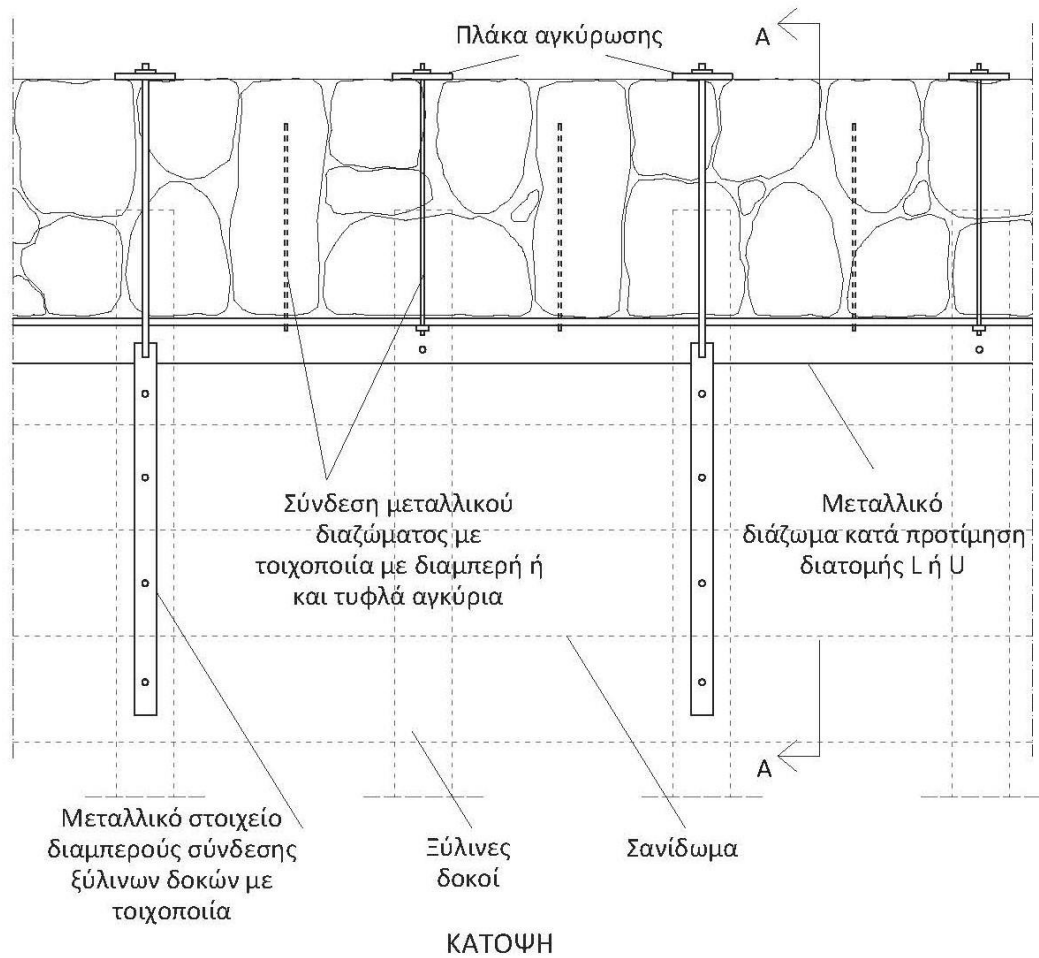


Σχήμα Π.20: Ξύλινοι ή μεταλλικοί ελκυστήρες σε τόξα, καμάρες και τρούλους βυζαντινών και οθωμανικών μνημείων

- Τα κατακόρυφα διαζώματα (όταν υπάρχουν), σε συνεργασία με τα οριζόντια διαζώματα, συγκροτούν στο επίπεδο της τοιχοποιίας πλαίσια αυξημένης δυστημσίας και δυσκαμψίας που αφενός ενισχύουν τη λειτουργία δίσκου της τοιχοποιίας και αφετέρου εγκιβωτίζουν και “περισφίγγουν” τμήματα της τοιχοποιίας, αποτρέποντας την πρόωρη ρηγματώσή της υπό σεισμική καταπόνηση εντός του επιπέδου της.
- Είναι φανερό ότι ο ρόλος των διαζωμάτων και των ελκυστήρων είναι να ενισχύσουν την απόκριση των τοιχοποιιών έναντι καταπονήσεων εκτός του επιπέδου τους και να εξασφαλίσουν τη λειτουργία των φερουσών τοιχοποιιών ως ενιαίο σύνολο υπό οριζόντια σεισμική καταπόνηση ή ωθήσεις από τον οριζόντιο φέροντα οργανισμό. Επιπλέον, το “σύστημα” τοιχοδομή + σύνδεσμοι αποκτά χαρακτηριστικά “πλαστιμότητας”.
- Στο Κεφάλαιο 8 του ΚΑΔΕΤ συνιστάται η προσθήκη διαζωμάτων, όταν δεν υπάρχουν, με αναλυτική παρουσίαση των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι ο Ευρωκώδικας EN1998-3, version 06-05-2021, Annex D.7.4: Tie beams συνιστά την επισκευή των διαζωμάτων αν έχουν βλάβες, και την προσθήκη διαζωμάτων στην περίπτωση που δεν υπάρχουν. Στο Κεφάλαιο 4 του ΚΑΔΕΤ προβλέπεται η αύξηση του δείκτη συμπεριφοράς  $q$  στην περίπτωση που υπάρχουν διαζώματα.
- Τέλος, οι τοπικοί σύνδεσμοι έχουν ως στόχο την ενίσχυση της δομικής συνέχειας τμημάτων του φέροντος οργανισμού και την αύξηση της αντοχής αλλά και της πλαστιμότητας. Επιπλέον, η συστηματική σύνδεση των πατωμάτων (υφιστάμενων ή ενισχυμένων) με τα περιμετρικά διαζώματα (υπάρχοντα ή προστιθέμενα κατά την επέμβαση) και με τις τοιχοποιίες είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας τους.

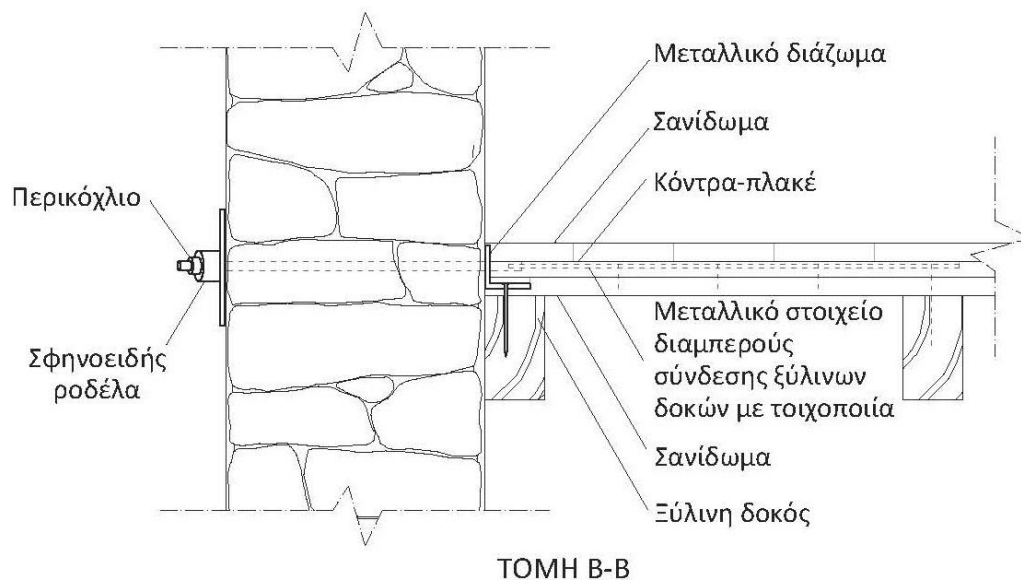
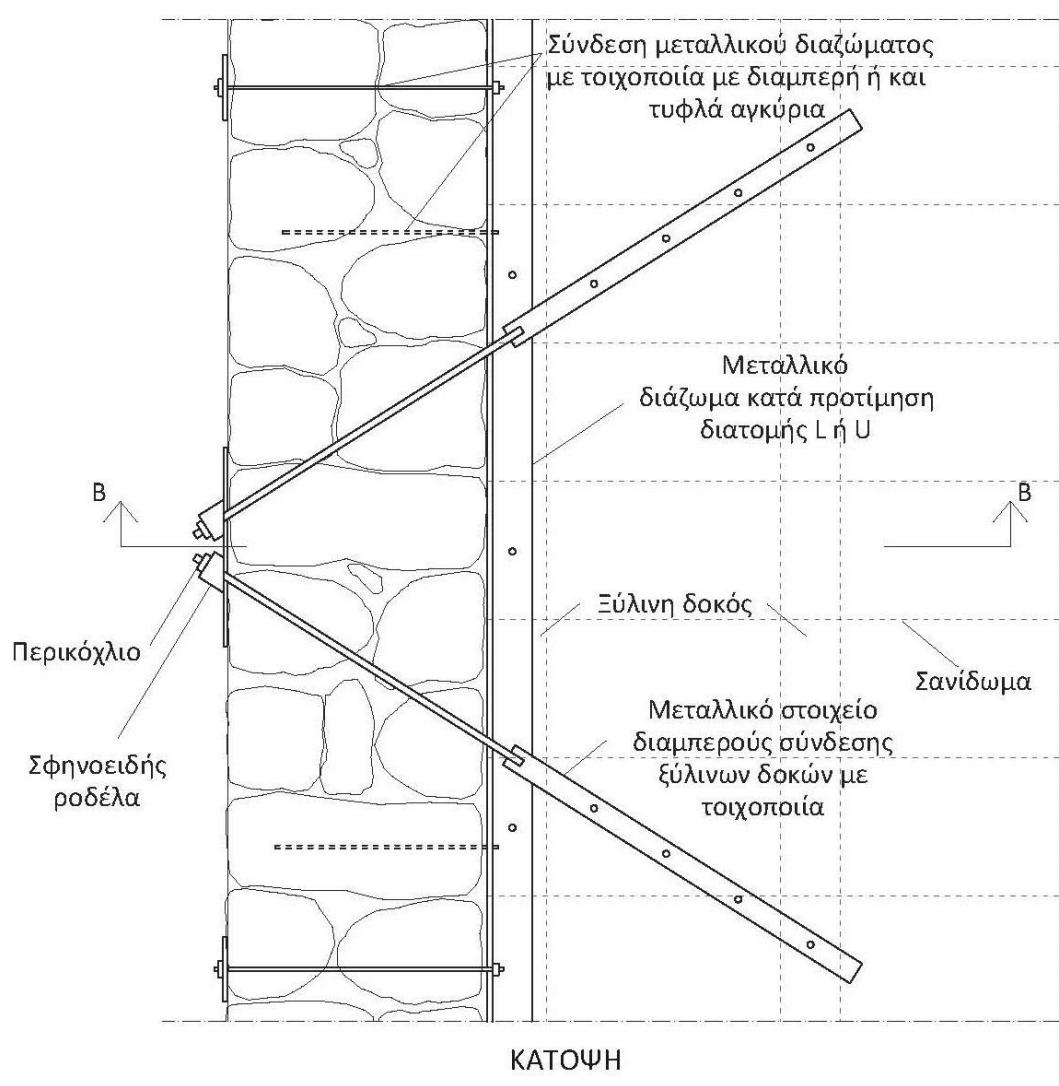
Στην περίπτωση που δεν διατίθενται διαζώματα εντός του πάχους του τοίχου, η σύνδεση μπορεί να επιτευχθεί α) για μεν τους τοίχους επί των οποίων στηρίζονται οι δοκοί του πατώματος (Σχήμα Π.21 διαμήκεις τοίχοι) με ευθύγραμμα μεταλλικά στοιχεία που τοποθετούνται στις φέρουσες δοκούς (στην πάνω πλευρά ή στις πλαϊνές όψεις) και αγκυρώνονται στην εξωτερική όψη του τοίχου και β) για τους τοίχους που είναι παράλληλοι με τις φέρουσες δοκούς (Σχήμα Π.22 εγκάρσιοι τοίχοι) με λοξά κατά προτίμηση μεταλλικά στοιχεία που συνδέονται σε περισσότερες από μια φέρουσες δοκούς και αγκυρώνονται καταλλήλως στην εξωτερική όψη του τοίχου. Συνιστάται επί πλέον η προσθήκη εσωτερικά μεταλλικού διαζώματος που τοποθετείται πάνω από τις ξύλινες δοκούς και συνδέεται με

αυτές και με την τοιχοποιία με διαμπερή ή και τυφλά αγκύρια, λοξά ή κάθετα στον τοίχο κατά περίπτωση.

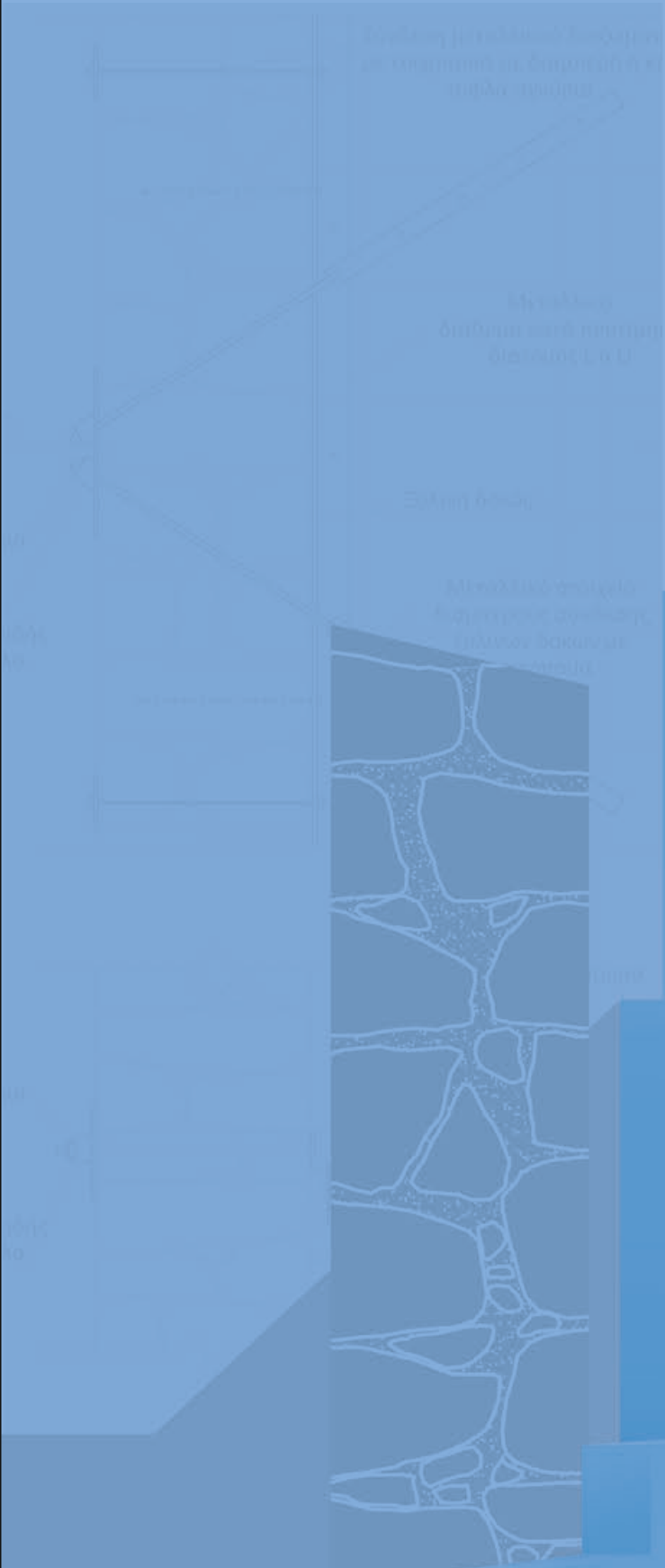


Σχήμα Π.21: Λεπτομέρειες ενίσχυσης της διαφραγματικής λειτουργίας ξύλινου πατώματος σε περιοχή με τις φέρουσες δοκούς κάθετες στον περιμετρικό τοίχο





Σχήμα Π.22: Λεπτομέρειες ενίσχυσης της διαφραγματικής λειτουργίας υφιστάμενου ξύλινου πατώματος σε περιοχή με τις φέρουσες δοκούς παράλληλες στον περιμετρικό τοίχο



[www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ  
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΟΑΣΠ)  
Ξάνθου 32, Ν. Ψυχικό 154 51  
Τηλ.: 210 67 28 000  
e-mail: info@oasp.gr