

# ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ (ΚΑΔΕΤ)

## Ομάδα Μελέτης:

Τάσιος Θεοδόσιος

Δρίτσος Στέφανος (Συντονιστής)

Βιντζηλαίου Ελισάβετ

Ιγνατάκης Χρήστος

Καραντώνη Τριανταφυλλιά

Κωστίκας Χρήστος

Μιλτιάδου Ανδρονίκη

Πανουτσοπούλου Μαρία

Πανταζοπούλου Σταυρούλα

Στυλιανίδης Κοσμάς

Χρονόπουλος Μιλτιάδης

ΣΧΕΔΙΟ 1, ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

## ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

#### ΣΥΜΒΟΛΑ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1** (25/10/2018)

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

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2** (17/3/2019)

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3** (3/3/2019)

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**<sup>1</sup> (Απρίλιος 2017)

**ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5** (21/2/2019)

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6** (26/9/2018)

**ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7** (21/2/2019)

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**<sup>2</sup> (Απρίλιος 2017-Υπό επεξεργασία)

**ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9** (21/2/2019)

**ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10** (16/10/2018)

**ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11** (16/10/2018)

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ** (13/3/2019)

**ΣΥΝΘΕΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ**

<sup>1</sup> Απαιτούνται διορθώσεις ήσσονος σημασίας.

<sup>2</sup> Αναμένεται εισήγηση από τριμελή Ομάδα, στη βάση πρότασης που έχει κατατεθεί από τον κ. Μ. Χρονόπουλο.

## **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ (ΚΑΔΕΤ)**

### **ΣΥΜΒΟΛΑ**

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 (25/10/2018)**

##### **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 (17/3/2019)**

##### **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** (3/3/2019)**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 ΘΥΣΕΙΣ ΤΗΣ

## 3.5.4.2 ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΗΣ

- 3.5.4.3 ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΞΥΛΙΝΩΝ Η ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ 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

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4** (Απρίλιος 2017)

#### **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**

<b>4.4</b>	<b>ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ</b>
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
<b>4.5</b>	<b>ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</b>
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
<b>4.6</b>	<b>ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ <math>q</math></b>
4.6.1	ΓΕΝΙΚΑ
4.6.2	ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ
4.6.3	ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
<b>4.7</b>	<b>ΤΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ <math>m</math></b>
4.7.1	ΓΕΝΙΚΑ
4.7.2	ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ
4.7.3	ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ



- 4.8 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΛΛΗΛΟΔΡΑΣΗ ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ Ή ΣΥΝΟΛΩΝ**
- 4.8.1
- 4.8.2
- 4.8.3 ΑΛΛΗΛΟΔΡΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ (μεσοτοιχίες, αντηρίδες κ.λπ.)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.1**

ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΑΝΗΓΜΕΝΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΒΑΣΕΩΣ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΟΝ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.2**

Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 (21/2/2019)****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**
- 5.3 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ**
- 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
<b>5.6</b>	<b>ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</b>
<b>5.7</b>	<b>ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΪΣΤΟΡΙΑΣ)</b>

**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 (26/9/2018)**

**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 Η 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 ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ ΞΥΛΟΔΕΣΙΕΣ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ**
  
- 6.4 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ**
  
- 6.5 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ**
  
- 6.6 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΤΕΜΝΟΥΣΑ**
  - 6.6.1 ΤΡΟΠΟΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ
  - 6.6.2 ΑΝΤΟΧΗ ΑΟΠΛΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ
  
- 6.7 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ**
  - 6.7.1 ΒΑΘΥ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑ
  - 6.7.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ
    - 6.7.2.1 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΔΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ
    - 6.7.2.2 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΡΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 (21/2/2019)****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 ΞΥΛΙΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ 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 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ (αντίσταση, δυσκαμψία και ικανότητα παραμόρφωσης) ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΩΡΙΣ ΒΛΑΒΕΣ, Ή ΝΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**
- 7.5.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  $q$
- 7.5.1.1 ΓΕΝΙΚΑ
- 7.5.1.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΔΕΙΚΤΗ  $q$  ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΒΛ. ΚΑΙ ΠΑΡ. 4.2.
- 7.6 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 (Υπό επεξεργασία και συμπλήρωση) (Απρίλιος 2017)**  
**ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

- 8.1 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ**
- 8.1.1 ΒΑΘΥ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑ
- 8.1.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ
- 8.1.2.1 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΔΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ
- 8.1.2.2 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΡΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ
- 8.1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΑ ΜΕ ΩΠΛΙΣΜΕΝΑ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ
- 8.1.3.1 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΘΛΙΨΕΩΣ
- 8.1.3.2 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ
- 8.1.4 ΜΑΝΔΥΕΣ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- 8.1.5 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΑ ΜΕ ΙΝΩΠΛΙΣΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.1****ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9** (21/2/2019)**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

9.3.4 ΟΙΟΝΕΙ - ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10** (16/10/2018)**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** (16/10/2018)**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****ΣΥΝΘΕΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ**

## ΣΥΜΒΟΛΑ (Υπό συμπλήρωση)

### ΛΑΤΙΝΙΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

Σύμβολο	Ερμηνεία	Κεφάλαιο
A	οριζόντια επιφάνεια	5
A <sub>c</sub>	δρώσα επιφάνεια των τοιχωμάτων	5
A <sub>contact</sub>	επιφάνεια επαφής της διαδοκίδας κατά μήκος της έδρασης	9
A <sub>i</sub>	δρώσα επιφάνεια της διατομής του τοιχώματος i	5
A <sub>L,w</sub>		7
A <sub>v</sub>	διατομή του κατακόρυφου οπλισμού εκάστου επιχρίσματος ανά m	8
A <sub>w</sub>	εμβαδόν επιφανείας τοίχων σε κάτοψη	5, 6
B	βάρος κτηρίου	9
B	ίδιο βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου	5
C <sub>1</sub>	συντελεστής που συσχετίζει την αναμενόμενη μέγιστη ανελαστική μετακίνηση με τις μετακινήσεις που υπολογίζονται από γραμμική ελαστική ανάλυση	5
CF		7
C <sub>m</sub>	συντελεστής δρώσας μάζας	5, 9
CN		7
C <sub>t</sub>	σταθερά	5
DL		7, 9
D <sub>w</sub>	δυσκαμψία τοίχου	5
E	το μέτρο ελαστικότητας του υλικού της τοιχοποιίας	4, 5
Ed	τιμές σχεδιασμού (και επανελέγχου) των εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών που προκαλούνται από τις δράσεις	4
E <sub>e</sub>		6
E <sub>E</sub>	εντατικό σεισμικό μέγεθος	5
E <sub>Ei</sub>	σεισμικό μέγεθος λόγω της ιδιομορφής ταλάντωσης i	5
E <sub>E,k</sub>	σεισμικό μέγεθος που εξετάζεται	5
E <sub>i</sub>		6
Ek	αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών και τυχηματικών δράσεων	4
E <sub>k,j</sub>	σεισμικό μέγεθος λόγω της ιδιομορφής ταλάντωσης j	5
E <sub>k,j0</sub>	τιμή του σεισμικού μεγέθους στο j-οστό ιδιομορφικό σχήμα	5
Ek,min	Ελάχιστες αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών και τυχηματικών δράσεων	3
Ek,max	Μέγιστες αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών και τυχηματικών δράσεων	3
EN 1998		1, 2, 5
E <sub>wc</sub>		6
F		5, 7
F <sub>b</sub>	τέμνουσα δύναμη βάσης	5
F <sub>bk</sub>	τέμνουσα δύναμη βάσης που δρα στην k ιδιομορφή	5

$F_d$		4
$F_e$		6
$F_i$		6
$F_{Rd}$		7, 9
$F_{res}$		7
$F_u$		7
$F_y$		4, 7
$F_{yR}$		7
$G_{gr}$		6
$G_{k, min}$		4
$G_{k, max}$		4
$G_0$		6
$H$	ύψος του κτηρίου	5
$H_0$		7
$I$	ροπή αδράνειας	5
$K$		7
$KL$	Επίπεδο γνώσης (knowledge level)	3
$L$		7
$L'$		7
$L_{b,i}$		7
$L_{b,t}$	ελάχιστο μήκος επαφής του ξύλινου στοιχείου με την τοιχοποιία μετρούμενο αριστερά ή δεξιά του επιπέδου της διαγώνιας ρωγμής	7
$L_{pier}$		7
$M$	ροπή	5, 7
$M_R$		6, 8
$M_{Rd}$		7
$M_{Rd 1,o}$		7
$M_{Rd 2,o}$		7
$M_S$		6
$N$		5, 6, 7
$NC$		8, 9
$N_{sd}$		7
$R$		4
$R_d$	τιμές σχεδιασμού (και επανελέγχου) των διαθέσιμων αντίστοιχων αντιστάσεων (εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών)	4
$R_d$	τιμή του παραμορφωσιακού μεγέθους κατά την οιονεί διαρροή	9
$R_k$	αντιπροσωπευτικές τιμές των ιδιοτήτων των υλικών που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις	4
$S$	συντελεστής εξαρτώμενος από το έδαφος	4, 5
$S_a$	σεισμική απαίτηση σε όρους επιτάχυνσης	5
$S_d$		5, 9
$S_d(T)$		4, 7

$S_{Dd}$		7
SD		9
$S_e$	τιμή της φασματικής ολικής επιτάχυνσης που ορίζεται από το φάσμα σχεδιασμού	5
$S_e(T)$	φασματική ολική επιτάχυνση που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο T	4, 5, 7, 9
$S_E$		9
$S_G$		9
$S_{k,min}$		4
$S_{k,max}$		4
T	περίοδος	4, 5, 7
$T_1$	θεμελιώδης ιδιοπερίοδος	5
$T_B$	περίοδος στην αρχή του πλατώ επιταχύνσεων	4, 5
$T_C$	περίοδος στο τέλος του πλατώ επιταχύνσεων	4, 5, 7
V	οριζόντια δύναμη	5, 7
$V_b$		7
$V_E$	τέμνουσα βάσης	4, 9
$V_{E,d}$		9
$V_f$		7
$V_i$	όγκος του αρχικού υλικού πληρώσεως	6, 8
$V_m$	όγκος του κονιάματος	6
$V_{new}$	όγκος του κονιάματος αρμολογήματος	6, 8
$V_R$		4
$V_{tier}$		7
$V_{tot}$	υφιστάμενος συνολικός όγκος του κονιάματος	6, 8
$V_V$		7
$V_w$	όγκος της τοιχοποιίας	6, 8
W	μάζα	5, 9
$W_{Ed}$		7
$W_w$	ροπή αντίστασης της κάτοψης των τοίχων	5
$Y_j(t)$	χρονοϊστορία απόκρισης της ιδιομορφής j	5

#### ΛΑΤΙΝΙΚΑ ΠΕΖΑ

Σύμβολο	Ερμηνεία	Κεφάλαιο
$a_{gR}$		4
$b_{ml}$		6
$b_{mt}$		6
d	μετακίνηση	5
$d_d$		4
$d_u$		4, 7
$d_y$		4
$e_{lim}$	οριακή εκκεντρότητα	5

$f_b$		6, 7
$f_{bc}$		6
$f_c$	θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας	6, 8
$f_{c,e}$	θλιπτική αντοχή των εξωτερικών παρειών	6
$f_{c,i}$	θλιπτική αντοχή του υλικού πληρώσεως	6
$f_{cs}$	θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας	6, 8
$f_{c0}$	θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση	6, 8
$f_d$		7, 9
$f_e$		6
$f_{gr,c}$	θλιπτική αντοχή του ενέματος	6, 8
$f_i$		6
$f_{i,tier}$		7
$f_m$		7
$f_{mc}$		6, 7
$f_0$	συντελεστής (σε MPa), ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τον βαθμό λάξευσης των λίθων	6
$f_{sy}$	το όριο διαρροής του οπλισμού των επιχρισμάτων	8
$f_{tm}$	εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας	5
$f_v$		6
$f_{vd}$		7
$f_{vd,s}$		7
$f_{vd,t}$		7
$f_{vm0}$		7
$f_{v0}$	διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας υπό μηδενική θλιπτική τάση	6, 7, 8
$f_{wc}$		6
$f_{wc,h}$		6
$f_{wc,l}$		6
$f_{wc,s}$		6
$f_{wcs}$	θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας	6, 8
$f_{wc,v}$		6
$f_{wc0}$	θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση	6, 8
$f_{wt}$	εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας	6, 7
$f_{wt,d}$		7
$f_{wt,d}$		7
$f_{wt,h}$		6
$f_{wt,v}$		6
$f_{wt,\theta}$		6
$f_{wv0}$		6, 8
$f_{xd1,app}$	φαινόμενη καμπτική αντοχή σχεδιασμού για ρηγμάτωση παράλληλα στους αρμούς	5
$f_{xk1}$	καμπτική αντοχή για ρηγμάτωση παράλληλα στους αρμούς διάστρωσης	5

$f_{xk2}$	καμπτική αντοχή για ρηγμάτωση κάθετα στους αρμούς διάστρωσης	5
$f'_{wt,h}$		6
$g$	επιτάχυνση της βαρύτητας	5, 9
$h$	ύψος πεσού, ύψος ορόφου (κατά περίπτωση)	5
$h_b$	ύψος δοκού	5
$h_{bm}$		6
$h_{ef}$	ενεργό ύψος (ύψος λυγισμού)	5
$h_p$	μέσο ύψος των πεσσών στον όροφο	5
$h_{p_i}$	το ύψος του πεσσού $i$	5
$h_{sl}$	ύψος πλάκας	5
$h_{tot}$	συνολικό ύψος του διατμητικού τοίχου	5
$h_w$		6
$k$		6, 8
$k_{oi}$	συντελεστής δυσκαμψίας του άνω άκρου	5
$k_{ui}$	συντελεστής δυσκαμψίας του κάτω άκρου	5
$k_0$		6
$l$		5, 6, 7, 8
$l_c$		6
$l_{oi}$	μήκος του ανοίγματος $i$	5
$l_{p_i}$	μήκος του πεσσού $i$	5
$l_s$	απόσταση διαδοχικών διατμητικών τοίχων	5
$l_w$		6
$l_{wi}$	μήκος του τοιχώματος $i$	5
$l_x$	μήκος κατά την $x$ διεύθυνση	5
$l_y$	μήκος κατά την $y$ διεύθυνση	5
$m$	τοπικός δείκτης συμπεριφοράς	2, 4, 7, 9
$m_i$	μάζα στην ιδιομορφή $i$	5
$m_k$	δρώσα ιδιομορφική μάζα που αντιστοιχεί στην ιδιομορφή $k$	5
$m^*$	μάζα ισοδύναμου Συστήματος Μίας Ελευθερίας Κίνησης	5
$n$	πλήθος	4, 5
$\rho_{tier}$	περίμετρος επαφής μεταξύ του ξυλίνου διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας	7
$q$	καθολικός δείκτης συμπεριφοράς ή πλαστιμότητας,	2, 4, 5, 7, 9
$q_e$	ομοιόμορφα κατανεμημένο οριζόντιο φορτίο	5
$q_u$	οριζόντιο φορτίο στην αστοχία	5
$r_k$		7
$r_R$		7
$r_{\delta u}$		7
$t$		5, 7
$t_e$		6
$t_{ef}$	ενεργό πάχος	5
$t_i$		6

$t_{jm}$		6
$t_w$		6, 7, 8
$t'$		9
$u_{b,tier}$	τάση συνάφειας μεταξύ του ξυλίνου διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας,	7
$w_{Ed}$		5, 7
$w_u$		5

## ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

$A_i$	στάθμη επιτελεστικότητας Φ.Ο. - Περιορισμένες βλάβες	2, 4, 5, 9
$B_i$	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	5
$\Delta A_{,max}$		5
$\Delta \epsilon_{wc,u}$		6
$\Delta_{CN}$		7
$\Delta f_{wc}$		6
$\Delta_i$		7
$\Delta m_{,max}$		5
$\Delta_y$		7
ΕΓ	επίπεδο γνώσης	3
ΕΚ 6	Ευρωκώδικας 6 Μέρος 1-1 (EN 1996-1-1)	6
ΕΚ 8-1	Ευρωκώδικας 8 Μέρος 1 (EN 1998-1)	3, 4
ΕΚ 8-3	Ευρωκώδικας 8 Μέρος 3 (EN 1998-3)	2
$\Phi(x_i, y_i, z_i)$		7
$\Phi$	σχήμα ιδιομορφής	5
$\chi_{c,plan}$		7
$\Omega_w$	ροπή αντίστασης της κάτοψης του δομήματος	5

## ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΖΑ

Σύμβολο	Ερμηνεία	Κεφάλαιο
$\alpha$		5, 6
$\gamma$	συντελεστής σπουδαιότητας	3,4
$\gamma$	γωνιακή (διατμητική) παραμόρφωση	7, 9
$\gamma$	ειδικό βάρος της τοιχοποιίας	7
$\gamma_d$	διατμητική παραμόρφωση	4, 9
$\gamma_{Ed}$	επί μέρους συντελεστής ασφαλείας έναντι αβεβαιότητας προσομοιωμάτων εκτίμησης των συνεπειών των δράσεων	3,4
$\gamma_f$	επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις δράσεις με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες δυσμενείς αποκλίσεις των αντίστοιχων μεταβλητών από τις αντιπροσωπευτικές τιμές	3,4

$\gamma_g$		4
$\gamma_m$	επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις ιδιότητες των υλικών, με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες δυσμενείς αποκλίσεις των αντίστοιχων μεταβλητών από τις αντιπροσωπευτικές τιμές	3,4,9
$\gamma_q$		4
$\gamma_{Rd}$	επιμέρους συντελεστές ασφαλείας έναντι αβεβαιοτήτων των προσομοιωμάτων, μέσω των οποίων εκτιμώνται οι κάθε είδους αντιστάσεις	2, 3, 4, 6, 9
$\gamma_{Rd,\delta}$		9
$\gamma_{Sd}$		2, 9
$\gamma_u$		9
$\gamma_w$		7
$\gamma_{w,cr}$		6
$\gamma_{w,u}$		6
$\gamma_y$		4
$\delta$		5, 6, 7,9
$\delta_b$	μετακίνηση της κορυφής του τοίχου λόγω καμπτικής παραμόρφωσης του τοίχου ως συνόλου	5
$\delta_d$	τιμή αστοχίας της σχετικής γωνίας στροφής χορδής	9
$\delta_{d,B}$		9
$\delta_{d,\Gamma}$		9
$\delta_p$	η μετακίνηση της κορυφής λόγω καμπτικής παραμόρφωσης των πεσσών	5
$\delta_s$	μετακίνηση της κορυφής του τοίχου λόγω διατμητικών παραμορφώσεων	5
$\delta_u$	παραμόρφωση στην αστοχία	9, 7
$\delta_{u,pl}$		7
$\delta_y$	παραμόρφωση διαρροής	9, 7
$\epsilon_u$		6
$\epsilon_{wc,f}$		6
$\epsilon_{wc,u}$		6
$\epsilon'_{wc,u}$		6
$\eta$	συντελεστής εξαρτώμενος από την απόσβεση	5
$\theta$		7, 9
$\theta_d$		9
$\theta_{plan}$		7
$\theta_{Ru}$		7
$\theta_u$		7, 9
$\theta_y$		7
$\lambda$	συντελεστής συνάφειας λιθοσώματος-κονιάματος	6, 7
$\lambda_e$	εμπειρικός συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την αλληλεπίδραση εξωτερικών παρειών και υλικού πληρώσεως	6
$\lambda_i$	εμπειρικός συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την αλληλεπίδραση εξωτερικών παρειών και υλικού πληρώσεως	6
$\mu$		5, 6, 7



$\mu_\delta$		7
$\mu_{\delta u}$		7
$\mu_\theta$		7
$\mu_d$		4
$\mu_i$	συντελεστής πάκτωσης πεσσού $i$	5
$v_d$		7
$v_e$		6
$v_i$		6
$v_{sd}$		7
$\xi$	συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την δυσμενή επιρροή του πάχους των αρμών κονιάματος	6
$\sigma$	τάση	5, 6
$\sigma_z$		7
$\sigma_d$		7,9
$\sigma_e$		6
$\sigma_i$		6
$\sigma_{wc}$	ορθή τάση	5
$\sigma_{wt}$	τάση στην ακραία εφελκυσόμενη ίνα	6
$\sigma_0$		6,7,8
$\chi^{\theta\lambda\iota\beta}$		5
$\chi_{KB}$	συντεταγμένη Κ.Β στον $x$ άξονα	5
$\gamma_{KB}$	συντεταγμένη Κ.Β στον $\gamma$ άξονα	5
$\psi_i$		4

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 (25/10/2018)

### ΣΚΟΠΟΣ - ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ -ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ

#### 1.1 ΣΚΟΠΟΣ

Ο παρών Κανονισμός περιλαμβάνει συμπληρωματικές και μή αντικρουόμενες διατάξεις στο Μέρος 3 του EN 1998.

##### 1.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ

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.

Για τον παρόντα Κανονισμό,ως Φέρουσα Τοιχοποιία (Φ.Τ) νοείται αυτή η οποία διαμορφώνεται από λιθοσώματα συνδεδεμένα με κονίαμα.

Στις διατάξεις του παρόντος Κανονισμού εμπίπτουν επίσης και τα δομήματα με φέροντα οργανισμό από ξηλόπηκτες τοιχοποιίες.

Ο Κανονισμός μπορεί να αφορά και τα διατηρητέα κτίρια ή μνημεία εκτός από τα ελληνορωμαϊκά που είναι κτισμένα εν ξηρώ.

Ο Κανονισμός δεν καλύπτει την περίπτωση μεικτών φερόντων οργανισμών, όπου τα κατακόρυφα στοιχεία αποτελούνται από τοιχοποιία και οπλισμένο σκυρόδεμα, παρά μόνον όταν έχουμε σποραδική ενσωμάτωση στοιχείων σκυροδέματος, συνήθως στο πλαίσιο τοπικών επεμβάσεων επισκευής ή προσθήκης, χωρίς βασική αλλοίωση του βασικού δομικού συστήματος της φέρουσας τοιχοποιίας.

Ο Κανονισμός καλύπτει βασικώς δομήματα από Φ.Τ παρά το

Στόχος του είναι:

- Να προσφέρει κριτήρια για την αξιολόγηση της σεισμικής συμπεριφοράς

γεγονός ότι οι γενικές αρχές της Μηχανικής ισχύουν εν γένει.

- 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'αντιστοιχίαν 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.

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.

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

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

φερόντων ή μή, ούτε η αλλαγή χρήσης τους, χωρίς προηγούμενη μελέτη των συνεπειών που προκύπτουν από αυτές τις αλλαγές. 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 υπέρβουν τις προβλέψεις των σχετικών Κανονισμών, (β) η διατιθέμενη γνώση εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς και (γ) υφίστανται οικονομικοί περιορισμοί, θα πρέπει να

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 οποιοδήποτε 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.

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.

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 Μελετή,

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, φ.ο, 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).

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

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 μελέτη στην οποία έγινε εφαρμογή Αντισεισμικού Κανονισμού, αλλά βρίσκονται σε περιοχή όπου καθορίστηκε εν τω μεταξύ υψηλότερη σεισμικότητα ή έχει αλλάξει ο Κανονισμός
- 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).

### 1.2.2 ΔΟΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΒΛΑΒΕΣ

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

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 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.

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.

γ. Από τον Κανονισμό προσδιορίζονται οι προϋποθέσεις υπό τις οποίες είναι υποχρεωτική η ενίσχυση υφισταμένου 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.
- 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.

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.

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 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

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 υπο 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 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.

γίνεται αναφορά στα επόμενα κεφάλαια αυτού του Κανονισμού.

Η ευθύνη του μελετητή Μηχανικού, σε ότι 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.

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 της στάθμης επιτελεστικότητας, η οποία δεν μπορεί να είναι χαμηλότερη από την ελάχιστη οριζόμενη από την Δημόσια Αρχή. (βλέπε παρ.....)

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.

Σχετικώς, βλ. και την Παράγραφο 4.8.3.

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

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 (17/3/2019)

### 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 Παράγραφο 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 ΕΚ 2 έως ΕΚ 6 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.

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

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

φέρουσας ικανότητας που απαιτείται από τον παρόντα Κανονισμό.

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

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.

**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.

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 Παράγραφο 2.6.

### 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 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 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 δύο επίπεδα σεισμού σχεδιασμού.

**β.** Κάθε στόχος αποτίμησης ή ανασχεδιασμού (Πίν. 2.1) αποτελεί συνδυασμό μιας στάθμης επιτελεστικότητας 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.

Η σχετική πρόβλεψη του ΕΚ 8-3 (§ 2.1(2)) υπηρετείται με τον ακόλουθο Πίνακα 2.1.

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

Πίν. 2.1 Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού φέροντος οργανισμού

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
	Περιορισμένες βλάβες	Σημαντικές βλάβες	Οιονεί κατάρρευση
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

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 κατοικίες, χώροι συγκέντρωσης κοινού, χώροι διαχειρισμού εκτάκτων αναγκών, εγκαταστάσεις υψηλού κινδύνου).
- Διαθέσιμα οικονομικά μέσα του υπόψη κοινωνικού συνόλου κατά τη δεδομένη περίοδο.

Ο κύριος του έργου ορίζει και τον χρονικό ορίζοντα εντός του οποίου θα εκτελεσθούν οι σχετικές επεμβάσεις, όπου απαιτηθούν, εκτός εάν η Δημόσια Αρχή αποφασίσει διαφορετικά.

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 Β1 κατά τον Πιν. 2.1.

Η υιοθέτηση στόχου αποτίμησης ή ανασχεδιασμού με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 50% οδηγεί εν γένει σε πιο συχνές, πιο εκτεταμένες και πιο έντονες βλάβες έναντι ενός αντίστοιχου στόχου με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 10%.

Η πιθανότητα υπέρβασης 50% (μέγιστη ανεκτή) σε 50 έτη αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς περίπου 70 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 (α) 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.

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 παρουσιάζουν διάσπαρτη ρηγμάτωση.

Δεν αναμένεται σοβαρός τραυματισμός ατόμων εξαιτίας των

### 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



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 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.

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.

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.

Η φύση και η έκταση αυτών των μέτρων πρέπει να συναρτάται με τον βαθμό των παρατηρουμένων βλαβών ή φθορών και το ενδεχόμενο μετασεισμών (βλέπε και Κεφ. 3 του παρόντος Κανονισμού).

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

## **2.4 ΜΕΤΡΑ ΔΟΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ**

### **2.4.1 ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΑ ΑΜΕΣΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

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

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 υπόψιν 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

**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

διαχειριστικού χαρακτήρα:

Στρατηγικές τεχνικού χαρακτήρα

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

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, 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 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.
- 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 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.
- 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.

**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.

**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.

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

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

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

**ε.** 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 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.

**στ.** 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**

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 EN 1998-1:2004, 4.2.2(1)P, (2) και (3) και κατά το Κεφ. 4 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 Παράγραφο 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 Πίνακα 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, όλα τα δομικά στοιχεία ελέγχονται σε όρους δυνάμεων. Σε περίπτωση που εφαρμόζεται ανελαστική ανάλυση, 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 μέσες τιμές των ιδιοτήτων των υφισταμένων υλικών, όπως αυτές προκύπτουν από τους επί τόπου ελέγχους και από συμπληρωματικές πηγές πληροφοριών, κατά το Κεφ. 3. Για νέα υλικά θα χρησιμοποιούνται επίσης οι μέσες τιμές των αντίστοιχων ιδιοτήτων.

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.

Βλέπε Κεφ. 4, 7, 8 και 9.

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.

**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

**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.

**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.

**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:

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  $A2 > B2 > \Gamma2$

Οι παραπάνω κατηγορίες σπουδαιότητας ορίζονται ως εξής:

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, κλπ.
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, όπως: <b>μουσεία, αποθήκες μουσείων, κλπ.</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 (3/3/2019) ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

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 κτηρίου
- 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 κτηρίου, αναφέρονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

(α) Καθόλου ή μικρές βλάβες:

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

Το κτήριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς περιορισμούς.

(β) Σοβαρές βλάβες:

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

(γ) Βαρείες βλάβες, με ή χωρίς κατάρρευση:

Θα πρέπει να απαγορεύεται η πρόσβαση στο κτήριο 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 κτήριο 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 παρ. 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.

Αναλόγως, εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά υλικών και δομικών στοιχείων, τα οποία αναμένεται να είναι σημαίνοντα για την αποτίμηση της κατάστασης του κτηρίου.

έκταση των βλαβών.

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 κτηρίου, 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 κτηρίου.

### 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 παράγραφο 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:

##### 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, κλπ) δράσεις.

Στην περίπτωση κατά την οποία έχει προηγηθεί αρχιτεκτονική αποτύπωση του κτηρίου, 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 κτηρίου 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.

Σε ειδικές περιπτώσεις, π.χ. κτηρίου με κάτοψη μεγάλων διαστάσεων, επιτρέπεται για λόγους ευχρησίας 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 κτήριο 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.



Στην περίπτωση κτηρίων 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, κλπ.)

Εν γένει, το ιστορικό περιλαμβάνει:

- (i) Την χρονολογία κατασκευής του κτηρίου
- (ii) Την αξιολόγηση προηγούμενων σχεδίων αποτύπωσης του κτηρίου (εφ' όσον διατίθενται).
- (iii) Την συλλογή πληροφοριών οι οποίες αφορούν την προηγούμενη κατάσταση του κτηρίου, περιλαμβανομένων των ενδεχόμενων τροποποιήσεων του φέροντος οργανισμού ή των μή φερόντων στοιχείων, ενδεχόμενων προηγούμενων εργασιών επισκευής ή ενίσχυσης, στοιχείων για την συμπεριφορά του κτηρίου έναντι προηγούμενων σεισμών, προϋπαρχουσών βλαβών ή φθορών, εκσκαφών που έχουν πραγματοποιηθεί σε μικρή απόσταση, κλπ.
- (iv) Προκειμένου περί κτηρίου το οποίο ευρίσκεται σε ιστορικό οικισμό, η συλλογή πληροφοριών μπορεί να γίνεται και σε γειτονικά ή άλλα κτήρια 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

### 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, κλπ.
- Εμφάνιση βλαβών ή φθορών κατά το παρελθόν και τρόπος αποκατάστασής τους
- Έκτακτες δράσεις (σεισμοί, πυρκαγιά, πρόσκρουση, κατασκευή μεγάλου γειτονικού έργου, κλπ.).

Η απαιτούμενη επάρκεια και πληρότητα του ιστορικού είναι ανάλογη με την σπουδαιότητα του αντικειμένου. Σε ιδιωτικά κτήρια 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.

δοκιμή του κτηρίου.

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 οριζοντία
- Ρωγμές ή αποκολλήσεις μεταξύ δομικών στοιχείων
- Τοπικές αστοχίες, ρωγμές ή θραύσεις λιθοσωμάτων
- Παραμορφώσεις, θραύση, αποδιοργάνωση ξύλινων ή μεταλλικών στοιχείων
- Εκτεταμένες απολεπίσεις λιθοσωμάτων

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

### 3.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΦΘΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΛΑΒΩΝ (ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ)

Για κτήρια 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 μη 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.

Οι φθορές (π.χ. σε περιοχές υγρασίας με εξανθήσεις, απόπλυση κονιάματος, κλπ.) και οι βλάβες του κτηρίου (ρωγμές, αποκλίσεις τοίχων από την κατακόρυφο, παραμένουσες παραμορφώσεις οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων, αστοχίες θλιπτήρων-ελκυστήρων, κλπ.) 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

Για παράδειγμα, η έδραση των στοιχείων των πατωμάτων και της στέγης σε ανεπαρκές βάθος στην τοιχοποιία ενδέχεται να προκαλέσει τοπικές 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 κτηρίου (εν μέρει ή εν όλω)

Στην περίπτωση κτηρίων 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

Καταγράφονται και λαμβάνονται υπ' όψη καταλλήλως και ενδεχόμενες κακοτεχνίες ή κατασκευαστικά σφάλματα, οι οποίες προκαλούν αλλοίωση των χαρακτηριστικών των φερόντων στοιχείων και ενδέχεται να έχουν οδηγήσει σε μείωση της φέρουσας ικανότητας, της λειτουργικότητας ή/και της ανθεκτικότητας του κτηρίου. 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 κτηρίου, εξετάζεται η ανάγκη λήψης άμεσων μέτρων επέμβασης.

επικινδυνότητα των περιστάσεων .

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

- ✓ Ο τύπος και η χρήση του κτηρίου, 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, κλπ)
- ✓ Ο βαθμός της επικινδυνότητας
- ✓ Η πιθανολογούμενη εξέλιξη των βλαβών
- ✓ 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 κτηρίου,

### 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 κτηρίου.

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

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 Κεφαλαίων 2 και 4 του παρόντος Κανονισμού.

Όταν πρόκειται για κτήριο 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 κτηρίου.

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

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

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.

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. Κεφάλαιο 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 κτηρίου.

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.

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

### 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, καθώς και τα φυσικομηχανικά χαρακτηριστικά τους. Ειδικώς για τα στοιχεία από τοιχοποιία, αναφέρονται
  - (i) οι διαστάσεις και ο τρόπος εμπλοκής των λιθοσωμάτων, το πάχος των αρμών του κονιάματος,
  - (ii) ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος των στοιχείων,
  - (iii) το είδος του κονιάματος δομήσεως και του κονιάματος αρμολογήσεως (κατά περίπτωση).
  - (iv) τα στοιχεία όπλισης της τοιχοποιίας, εφ' όσον υπάρχουν (ξύλινες ή μεταλλικές ενισχύσεις, κλπ.)
  - (v) η ύπαρξη οριζόντιων ή κατακόρυφων διαζωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα, ξύλο, κλπ
  - (vi) ο τρόπος σύνδεσης των τοίχων (στις γωνίες του κτηρίου-προκειμένου περί περιμετρικών τοίχων, καθώς και στην συνάντηση περιμετρικών και εσωτερικών φερόντων τοίχων, κλπ.),
- (β) η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων καθώς και η διαμόρφωση του ανωφλίου και του λοιπού πλαισιώματός τους (υπέρθυρο, τόξο, παραστάδες, κλπ.),
- (γ) άλλα στοιχεία, όπως ελκυστήρες στην γένεση τόξων ή στις γωνίες του κτηρίου, κλπ.,
- (δ) το είδος και το βάθος της θεμελίωσης,
- (ε) το είδος και τα χαρακτηριστικά του εδάφους θεμελίωσης.
- (στ) αφανή στοιχεία, όπως ελκυστήρες, ξύλινες ενισχύσεις, αγωγοί, κλπ.
- (ζ) ενδεχόμενες παλαιότερες επεμβάσεις στο κτήριο και την πιθανολογούμενη εποχή πραγματοποίησής τους.

(η) στοιχεία για την προγενέστερη συμπεριφορά των υλικών ή δομικών μελών 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, κλπ.), 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 κτηρίου, 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 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

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

Μέθοδοι όπως: τοπογραφικές, φωτογραμμετρικές, σάρωσης με λέιζερ, κλπ

Πρόκειται για αρκετά συνηθισμένη περίπτωση, όταν π.χ.

- (i) το κτήριο 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, κλπ.,
- (iii) το κτήριο ευρίσκεται εν χρήσει

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 κτηρίου, 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 αφάνων περιοχών του κτηρίου, θα πρέπει:

- (α) είτε να εφαρμόζονται επιτόπου διασκοπικές μέθοδοι με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού,
- (β) είτε να αναζητούνται σχετικά στοιχεία σε άλλα ανάλογα κτήρια (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.

#### **3.5.3.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**

Ανάλογα με το μέγεθος, την σπουδαιότητα, την χρήση και την κατάσταση του κτηρίου, 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 κτηρίου.



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

Στις περιπτώσεις κτηρίων τα οποία είναι κηρυγμένα μνημεία και όταν τα επιχρίσματα φέρουν διακοσμητικά στοιχεία προς διατήρηση, τότε χρειάζεται η εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών.

Αναζητείται η ύπαρξη ή μή διάτονων ή ημι-διάτονων λίθων, η ύπαρξη ή μή υλικού πληρώσεως, κλπ. Γίνεται προσπάθεια εκτίμησης του πλήθους

### **3.5.4 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

Ανάλογα με το μέγεθος, την σπουδαιότητα ή/και την κρισιμότητα της κατάστασης του κτηρίου, 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, παρατήρηση και καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων, κατά την παράγραφο 3.2. 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, προκειμένου να εκτιμηθεί ο μέσος όγκος του κονιάματος ως ποσοστό του όγκου της τοιχοποιίας στην θέση αυτή.

Όταν η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη και δεν επιτρέπεται η τοπική καθαίρεση του επιχρίσματος, ώστε να διαπιστωθεί ο τρόπος δομήσεως της κατά τις όψεις της, μπορεί να υποβοηθηθεί 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

και μεγέθους των κενών που παρατηρούνται.

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 δοκιμών και την μέτρηση των ιδιοτήτων των υλικών στο Εργαστήριο.

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε κτήρια 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.

τρόπους:

(α) Εάν το κτήριο 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 κτηρίου, 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 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 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.

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

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

#### **3.5.4.3 ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΞΥΛΙΝΩΝ Η ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ**

Εάν δεν είναι δυνατή η μερική καθαίρεση των επιχρισμάτων (π.χ. σε εν χρήσει κτήριο ή σε κτήριο χαρακτηρισμένο μνημείο), τότε απαιτείται διερεύνηση με τις μεθόδους που αναφέρονται στην παράγραφο (β). Όταν το κτήριο ανήκει σε έναν ιστορικό οικισμό, μπορούν να χρησιμοποιούνται επικουρικά στοιχεία από άλλα κτήρια 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 τοιχοποιίας επιτρέπει να εντοπισθούν οι θέσεις καθ' ύψος, στις οποίες διατάσσονται οι οριζόντιες ξύλινες ενισχύσεις (από σκαλότρυπες, κλπ). Για τον σκοπό αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στοιχεία από άλλα γειτονικά κτήρια με το ίδιο δομικό σύστημα.

(α) Σε πολλές περιπτώσεις, οι ξύλινες ή μεταλλικές ενισχύσεις είναι τοποθετημένες στις παρειές της τοιχοποιίας. Όταν η τοιχοποιία είναι ανεπίχριστη, οι ενισχύσεις είναι αμέσως ορατές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, είναι ορατά και τα εγκάρσια ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία. Τότε, απαιτείται μικρής έκτασης διερεύνηση για την μέτρηση των διαστάσεων των στοιχείων ενίσχυσης, 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 ενισχύσεων, τότε απαιτείται διερεύνηση για την εντόπιση τυχόν διάταξης ενισχύσεων στο εσωτερικό της τοιχοποιίας, καθώς και των διαστάσεων των στοιχείων που τις αποτελούν.

Γι' αυτόν τον σκοπό, πρέπει να εντοπισθούν οι θέσεις-καθ' ύψος του κτηρίου-στις οποίες είναι διατεταγμένες οι ενισχύσεις. Κατόπιν:

- (i) Σε συνήθη κτήρια, 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 κτηρίων χαρακτηρισμένων μνημείων, μέσω χρήσεως ραντάρ ή ενδοσκοπήσεων σε κατάλληλες θέσεις, εντοπίζονται οι θέσεις και οι διαστάσεις των διαμήκων και των εγκάρσιων στοιχείων ενίσχυσης.

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).

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

Στην περίπτωση συνήθων κτηρίων, όταν αυτά είναι επιχρισμένα, προηγείται η τοπική καθαίρεση των επιχρισμάτων σε κατάλληλη έκταση, στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του κτηρίου. 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 παράγραφο 3.5.4.2.

Στην περίπτωση κτηρίων, 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.

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

#### **3.5.4.5 ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΦΑΣΕΩΝ, ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΟΨΕΙΣ, ΚΛΠ.**

Για παράδειγμα διαφορετικά υλικά (λίθοι, πλίνθοι και κονιάματα),

στην περίπτωση ανεπίχριστων κτηρίων ή όταν είναι δυνατή η καθαίρεση

διαφορετικός τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας διαφορετικών φάσεων, τοίχοι μεταγενέστεροι χωρίς σύνδεση με τους προγενέστερους, κλπ.

Πάντως, η αποτελεσματική και οικονομική εφαρμογή της θερμογραφίας προϋποθέτει ότι θα έχει μελετηθεί το ιστορικό του κτηρίου 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.

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

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

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 κλπ 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 κτηρίου 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**

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

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.

Η γενικότερη γνώση του εδάφους είναι απαραίτητη για την κατάταξή του σύμφωνα με τον ΕΚ8-1.

Οι συνθήκες στήριξης του κτηρίου στο έδαφος αποτελούν σημαντικό

Πίνακας 3.1

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 Κεφαλαίου 5, και εφ' όσον δεν διατίθεται επαρκής εδαφοτεχνική έρευνα, πραγματοποιείται εδαφοτεχνική μελέτη (νέα ή συμπληρωματική), κατά την αιτιολογημένη κρίση του Μηχανικού.

Για κτήρια σπουδαιότητας I και II (με  $\gamma_i=0,80$  ή  $1,00$ ) κατά τον ΕΚ8-1 (§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

παράγοντα για την ακρίβεια των αναλύσεων της ανωδομής.

είναι γνωστά από εδαφοτεχνική έρευνα, συνιστάται η διενέργεια παραμετρικών επιλύσεων, με χρήση εύλογων ακραίων τιμών παραμορφωσιμότητας. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις κτηρίων 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.

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.

#### **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 κτήριο, μπορούν να εφαρμόζονται συμπληρωματικώς τα ακόλουθα για την εκτίμηση των αντοχών των υλικών επιτόπου του κτηρίου.

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

Σημειώνεται ότι για να είναι αξιοποιήσιμες οι μέσω κρουσιμέτρου λαμβανόμενες μετρήσεις, θα πρέπει να διατίθενται στοιχεία βαθμονομήσεως (μέσω εργαστηριακών δοκιμών), τα οποία αποκτώνται

μέσω (i) εφαρμογής της κρουσιμετρήσεως σε δοκίμια λίθων στο εργαστήριο και (ii) φόρτισης των δοκιμίων 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 στο σχόλιο της §3.6.1.

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.

### **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 διείδυσης.

### **3.6.4 ΑΝΤΟΧΗ 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 κτήριο (καμπτόμενα μέλη, θλιβόμενα ή εφελκυσόμενα παράλληλα ή κάθετα στις ίνες, κλπ). Όπου απαιτείται η παραπάνω διαβάθμιση ως προς τις αντοχές συμπληρώνεται με την εφαρμογή μη καταστρεπτικών ή ελάχιστα καταστρεπτικών μεθόδων, (όπως μετρήσεις με ρεζιστογράφο, υπερήχους κλπ).



Για τον σκοπό αυτό, χρειάζονται στοιχεία βαθμονόμησης, καθώς και γνώσεις για τα χαρακτηριστικά των μετάλλων της περιόδου κατασκευής του κτηρίου. (Θα αναζητηθεί αν υπάρχει πρότυπο )

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 παράγραφο 6.2.4.3.

Η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις περιπτώσεις κτηρίων τα οποία είναι κηρυγμένα μνημεία, λόγω του έντονα καταστροφικού της χαρακτήρα

### **3.6.5 ANTOXH METALLΟΥ**

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

### **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 ειδικευμένον 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.

Στις περιπτώσεις σημαντικών (από απόψεως αρχιτεκτονικής/ιστορικής) κτηρίων, καθώς και στις περιπτώσεις περίπλοκων δομικών συστημάτων, ενδέχεται να χρειάζεται εγκατάσταση ενός ολόκληρου συστήματος ενόργανης παρακολούθησης του κτηρίου 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 κτηρίου, 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 κτηρίου, το μέγεθός του, την χρήση του, κλπ.

Οι χημικές ιδιότητες των υλικών επηρεάζουν την εν χρόνω συμπεριφορά των κτηρίων 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.

### **3.7 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ**

Όταν πρέπει να διαπιστωθεί ότι οι παρατηρούμενες σε ένα κτήριο 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, κλπ.), 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 κτηρίου υπό κλίμακα.

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

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

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 κτήριο 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 κτήριο είναι ακανόνιστα και περιορισμένων διαστάσεων. Λόγω αυτού, καθώς και λόγω της χαμηλής αντοχής των κονιαμάτων σε πολλά κτήρια, δεν είναι δυνατή η διαμόρφωση πρισματικών ή κυβικών δοκιμίων στο εργαστήριο, ώστε να μετρηθεί η θλιπτική αντοχή των κονιαμάτων.

Στην περίπτωση αρμών μικρού πάχους μπορεί να εφαρμόζεται η

### **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 κτήριο, είτε από τα προϊόντα της πυρηνοληψίας. 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 παράγραφο 3.10.5.

### **3.8.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ**

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

σύσταση της RILEM *‘Compression tests on sampled joints»* που ετοιμάστηκε από την Τεχνική Επιτροπή RILEMTC167COM.

## 2.

Η μέθοδος περιγράφεται σε δόκιμη βιβλιογραφία.

Άλλες δυο δοκιμές προτείνονται από τη RILEM για τη μέτρηση της εφελκυστικής αντοχής των κονιαμάτων : α) περίπτωση αρμών πάχους 30-40mm, «Indirect tensile strength” που συντάχθηκε από τη RILEMTC76LUMA.3 για πλίνθους με σπές και β) περίπτωση λεπτών αρμών «Splitting test for new and on site sampled old mortars», που συντάχθηκε από τη RILEMTC167COM.

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 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.

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

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, όπως ορίζεται και στην §3.10.5.

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

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 κλπ. 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 παράγραφο 3.6.4, λαμβάνει υπόψη της τα στοιχεία που καθορίζουν κύρια την αντοχή του ξύλου (φυσικά ελαττώματα, παθολογία, κλπ). Η μεθοδολογία περιγράφεται σε δόκιμη βιβλιογραφία

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατή η λήψη λιθοσωμάτων από το κτήριο, 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 κτήριο. 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

### **3.8.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΞΥΛΟΥ, ΜΕΤΑΛΛΟΥ ΚΛΠ.**

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

### **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.

περιορισμένου χρόνου εντός του οποίου χρειάζεται να γίνουν οι εργαστηριακές δοκιμές της τοιχοποιίας, απαιτείται συνήθως σκόπιμη τροποποίηση της σύνθεσης του εργαστηριακού κονιάματος.

Δοκιμές σε ομοιώματα κατασκευών συνιστώνται και στην περίπτωση κτηρίων 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 κτηρίων τα οποία είναι κηρυγμένα μνημεία, 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.

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, ΚΛΠ.**

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, κλπ.

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 ΚΤΗΡΙΩΝ ΥΠΟ ΚΛΙΜΑΚΑ**

Σε ορισμένες περιπτώσεις κτηρίων-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 Σ.Α.Δ. δεν ορίζεται με βάση την διασπορά των αποτελεσμάτων των διερευνητικών εργασιών. Η διασπορά αυτή λαμβάνεται ήδη υπό όψη κατά την φάση αξιολόγησης και επηρεάζει την «αντιπροσωπευτική» τιμή κάθε μεγέθους.

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 πλήρωσης πάνω από το εξωράχιο (της επικάλυψης) ενός θόλου θα ληφθεί υπό όψη στις δράσεις, ενώ η αβεβαιότητα για το πάχος του θόλου, θα ληφθεί υπό όψη (κυρίως) στις αντιστάσεις).

Για την περίπτωση των μνημείων και διατηρητέων κτιρίων, το επίπεδο της ΣΑΔ ορίζεται από την εκάστοτε αρμόδια Δημόσια Υπηρεσία. Σε ειδικές περιπτώσεις η επιλογή της ελάχιστης ΣΑΔ 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 στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (Σ.Α.Δ.) τα οποία αφορούν δράσεις ή αντιστάσεις, εκφράζει την επάρκεια των πληροφοριών περί του υφισταμένου κτηρίου, και λαμβάνεται υπόψη κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό.

Η Σ.Α.Δ. δεν είναι αναγκαστικώς ενιαία για ολόκληρο το κτήριο. Προσδιορίζονται επί μέρους Σ.Α.Δ. για τις διάφορες επί μέρους κατηγορίες πληροφοριών. Για την επιλογή των μεθόδων ανάλυσης του Κεφ. 5, θα λαμβάνεται υπό όψη η δυσμενέστερη από τις επί μέρους Σ.Α.Δ. (βλ. §§5...)

### **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 ΕΚ8-3 (§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 λιθωσμάτων, 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.**

Οι 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 παράγραφο 3.2.1.1.

(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 παράγραφο 3.3). Θεωρείται ότι καλύπτουν τις απαιτήσεις γι' αυτήν την ΣΑΔ.



Ως αδρομερής καταγραφή βλαβών νοείται η σκαριφηματική αποτύπωση ρωγμών (κατά θέση), καθώς και η χονδρική εκτίμηση του ανοίγματός τους. Επίσης, η εκτίμηση (χωρίς σχετικές λεπτομερείς μετρήσεις) τυχόν αποκλίσεων φερόντων στοιχείων από την κατακόρυφο, κ.λπ.

Ως αδρομερής καταγραφή φθορών νοείται η χονδρική αποτύπωση περιοχών στις οποίες παρατηρούνται, για παράδειγμα, περιοχές έντονης υγρασίας, απόπλυσης κονιάματος (με εκτίμηση μέσου βάθους απόπλυσης), αποφλοιώσεις λιθωμάτων (με εκτίμηση μέσου πάχους αποφλοιώσεως), κ.λπ.

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.

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.

Δηλαδή αν το 15% των κατακόρυφων στοιχείων και το 8% των

(γ) Καταγραφή φθορών και βλαβών

Θεωρείται επαρκής η αδρομερής καταγραφή φθορών και βλαβών επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού

(δ) Τεκμηρίωση υλικών και τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας

(δ1) Τεκμηρίωση υλικών

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

οριζόντιων είναι αθροιστικά μεγαλύτερο του τρία, δηλαδή πρόκειται για ένα μεγάλο κτήριο λαμβάνονται περισσότερα δοκίμια. Αν είναι ένα μικρό κτήριο λαμβάνονται τουλάχιστον τρία από κάθε υλικό.

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.

Αυτή η διάταξη δεν ισχύει σε καμία περίπτωση, εάν πρόκειται και κτήριο κηρυγμένο μνημείο, ανεξαρτήτως του μεγέθους ή της χρήσεώς του.

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 κτηρίου, τότε θα πρέπει να εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στις παραγράφους 3.10.5.1δ1(i, ii, iii).

Η καταγραφή των κατά την όψη της τοιχοποιίας διαστάσεων των λιθοσωμάτων, του τρόπου πλέξης 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 κτηρίων στα οποία η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη και δεν επιτρέπεται εν γένει καθαίρεση των επιχρισμάτων (δηλαδή, στην

(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 οριζόντιων στοιχείων.

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

Στην περίπτωση κτηρίων μικρής σημασίας, μικρού μεγέθους και ελεύθερα βλαβών, μπορεί να θεωρείται ανεκτή η υιοθέτηση ερήμην τιμών για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών.

#### δ2 Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας

(i) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά τις όψεις της τοιχοποιίας

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 κτηρίου) 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

περίπτωση κτηρίων κηρυγμένων μνημείων), 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.

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.

μέτρου. Η επιλογή των θέσεων θα γίνεται έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτική των διαφορετικών δομικών στοιχείων (πεσσοί, υπέρθυροι δίσκοι, κλπ).

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 κτηρίου, στις συνδέσεις των τοίχων και στην πλαισίωση των ανοιγμάτων σε τουλάχιστον τρεις θέσεις, μετά από τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων εφόσον υπάρχουν.

Τεκμηριώνεται επίσης με οπτική παρατήρηση σε ένα τουλάχιστον

τοίχο η ύπαρξη οριζοντίων διαζωμάτων στη στέψη του και πάνω και κάτω από τα ανοίγματα ,μετά από στοχευμένη τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων.

(ii) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά το πάχος της τοιχοποιίας

Εφ' όσον έχουν ληφθεί πυρήνες, μπορεί να διαπιστώνεται ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας κατά το πάχος της από παρατήρηση του πυρήνα, σε συνδυασμό και με την θέση από την οποία έχει τούτος ληφθεί.

Εάν δεν έχουν ληφθεί πυρήνες, 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 κτηρίου), μέσω απόσπασης λιθωμάτων και παρατήρησης, κατά τα προβλεπόμενα στην παράγραφο 3.5.4.2γ.

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

δ3 Τεκμηρίωση της θεμελίωσης και του εδάφους θεμελίωσης

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

δ4 Τεκμηρίωση των οριζοντίων πατωμάτων ή δωματίων, των θολωτών κατασκευών και των στεγών

Με οπτική παρατήρηση και επί τόπου μετρήσεις προσδιορίζονται αδρομερώς τα υλικά και ο τρόπος δόμησης των πατωμάτων, θόλων και στεγών, οι αποστάσεις των φερουσών δοκών ή ζευκτών και οι διαστάσεις

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 ΣΑΔ.

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.

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 πέρα από τα γενικά σχέδια κατασκευής, και λεπτομερή σχέδια κατασκευής, όλων των εμφανών δομικών στοιχείων και των συνδέσεων, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.1.2.

(β) Ιστορικό της κατασκευής

Για την στάθμη αυτή 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 παράγραφο 3.3).

(γ) Καταγραφή φθορών και βλαβών

Αναλυτική καταγραφή φθορών και βλαβών επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού και με πλήρη φωτογραφική τεκμηρίωση, κατά τα αναφερόμενα στην παράγραφο 3.4.

(δ) Τεκμηρίωση υλικών και τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας

(δ1) Τεκμηρίωση υλικών

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.

Είναι σημαντικό να διαπιστωθεί αν τα οριζόντια διαζώματα υπάρχουν σε όλους στους εξωτερικούς τοίχους, αν συνδέονται μεταξύ τους στις γωνίες, κλπ

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 κτηρίων και μνημείων ισχύουν όσα αναφέρθηκαν ανωτέρω για την ανεκτή στάθμη.

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

Εφ' όσον στην κατασκευή έχει διαπιστωθεί η παρουσία μεταλλικών ή ξύλινων στοιχείων, 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

(α) Είναι αναγκαία η τεκμηρίωση του τρόπου δομήσεως κατά τις δυο όψεις της τοιχοποιίας στο 30% των πεσσών και τοίχων του κτηρίου και στο 15% των υπέρθυρων δίσκων με τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων ή με εφαρμογή έμμεσων μη καταστρεπτικών τεχνικών .

(β) Ελέγχεται με οπτική παρατήρηση ο τρόπος δόμησης στις γωνίες του κτηρίου, στις συνδέσεις των τοίχων και στην πλαισίωση των ανοιγμάτων στο 30% των θέσεων των στοιχείων αυτών στο κτήριο.

(γ) Τεκμηριώνεται επίσης με οπτική παρατήρηση στο 30% των τοίχων η ύπαρξη οριζοντίων διαζωμάτων στη στέψη τους και πάνω και κάτω από τα ανοίγματα ,μετά από στοχευμένη τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων ή εφαρμογή μη καταστρεπτικών μεθόδων.

(ii) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά το πάχος της τοιχοποιίας

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 ή μέσω εφαρμογής έμμεσων μεθόδων κατά τα προβλεπόμενα στην παράγραφο 3.5.4.2..

δ3 Τεκμηρίωση της θεμελίωσης και του εδάφους θεμελίωσης

Υπό την προϋπόθεση ότι δεν διαπιστώνονται στο κτήριο 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 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.

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.

Στην περίπτωση κηρυγμένων μνημείων, το σύνολο των διερευνητικών

### 3.10.5.3 ΥΨΗΛΗ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

εργασιών οι οποίες απαιτούνται για υψηλή ΣΑΔ προτείνεται από τον Μελετητή και εγκρίνεται από την αρμόδια Αρχή.

(α) Αποτύπωση φέροντος οργανισμού

Απαιτείται να διατίθενται πέρα από τα γενικά σχέδια κατασκευής, και λεπτομερή σχέδια κατασκευής, όλων των εμφανών και αφανών δομικών στοιχείων και των εμφανών και αφανών συνδέσεων, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.1.2.

(β) Ιστορικό της κατασκευής

Για την στάθμη αυτή απαιτείται η αναλυτική καταγραφή στοιχείων και πληροφοριών, προερχόμενων από τον Κύριο του Έργου και κάθε άλλη αρχειακή πηγή 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 παράγραφο 3.3).

(γ) Καταγραφή φθορών και βλαβών

Πέρα από την αναλυτική καταγραφή φθορών και βλαβών επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού και με πλήρη φωτογραφική τεκμηρίωση, απαιτείται και πλήρης σχεδιαστική τεκμηρίωση των αποκλίσεων και ρωγμών με επί τόπου μετρήσεις με διάφορες δόκιμες μεθόδους μετά από αφαίρεση των επιχρισμάτων κατά τα αναφερόμενα στην παράγραφο 3.4.

Απαιτείται επίσης η σύγκριση της παθολογίας με την ιστορική παθολογία, καθώς και η παροχή στοιχείων για την τυχόν εν χρόνω εξέλιξη των βλαβών

Με τον όρο ιστορική παθολογία εννοείται η παθολογία που είχε παρουσιαστεί στο κτήριο 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.

Είναι σημαντικό να διαπιστωθεί αν τα οριζόντια διαζώματα από ξύλο ή μέταλλο υπάρχουν σε όλους στους εξωτερικούς τοίχους, αν συνδέονται μεταξύ τους στις γωνίες, κλπ

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.

(δ) Τεκμηρίωση υλικών και τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας

(δ1) Τεκμηρίωση υλικών

Απαιτείται η τεκμηρίωση των χαρακτηριστικών των υλικών δομήσεως, είτε μέσω λήψης δειγμάτων λιθωσμάτων και κονιαμάτων, είτε μέσω επί τόπου εφαρμογής μη καταστρεπτικών τεχνικών, κατά τα αναφερόμενα στην παράγραφο 3.5.2. Αυτή η τεκμηρίωση πρέπει να καλύπτει το 50% των πεσσών και τοίχων και το 25% των υπέρθυρων δίσκων.

Εφ' όσον στην κατασκευή έχει διαπιστωθεί η παρουσία μεταλλικών ή ξύλινων στοιχείων, 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.

δ2 Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως της τοιχοποιίας

(i) Τεκμηρίωση του τρόπου δομήσεως κατά τις όψεις της τοιχοποιίας

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

(β) Ελέγχεται με οπτική παρατήρηση ο τρόπος δόμησης στις γωνίες του κτηρίου, στις συνδέσεις των τοίχων και στην πλαισίωση των ανοιγμάτων στο 50% των θέσεων των στοιχείων αυτών στο κτήριο.

(γ) Τεκμηριώνεται επίσης με οπτική παρατήρηση στο 50% των τοίχων

η ύπαρξη οριζοντίων διαζωμάτων στη στέψη τους και πάνω και κάτω από τα ανοίγματα ,μετά από στοχευμένη τοπική αφαίρεση των επιχρισμάτων ή εφαρμογή μη καταστρεπτικών μεθόδων.

(ii) Τεκμηρίωση τρόπου δομήσεως κατά το πάχος της τοιχοποιίας

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 ή μέσω εφαρμογής έμμεσων μεθόδων κατά τα προβλεπόμενα στην παράγραφο 3.5.4.2.

δ3 Τεκμηρίωση της θεμελίωσης και του εδάφους θεμελίωσης

Ανεξαρτήτως του εάν διαπιστώνονται στο κτήριο 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 θεμελιώσεως, πρέπει να γίνονται σχετικές διερευνητικές εργασίες (π.χ. γεωτρήσεις), βάσει προγράμματος το οποίο συντάσσει και επιβλέπει ο Μελετητής.

δ4 Τεκμηρίωση των οριζοντίων πατωμάτων ή δωματίων, των θολωτών κατασκευών και των στεγών

Με οπτική παρατήρηση 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 των υλικών κάλυψης στα άκρα του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 (Απρίλιος 2017) (Απαιτούνται διορθώσεις ήσσονος σημασίας μετά από τα σχόλια των Ειδικών Συμβούλων και των Μελετητικών Γραφείων)

### 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 συνδυασμούς 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:

$$E_d < R_d, \text{ με}$$

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

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

όπου:

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 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 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.

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

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  $\gamma_m$ .

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.

- $\gamma_f, \gamma_m$  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) 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

Για τα φάσματα απόκρισης βλ. § 4.4.1.3

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

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

#### 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.

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 – πλαστικός), 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 πλαστικό).

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

Συμβατικώς, αν η διαθέσιμη τοπική πλαστικότητα «μετακινήσεων»  $\mu_d$  είναι  $\geq 1,5$ , δηλ. αν η συμπεριφορά είναι οιονεί – πλαστική, 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.)

Στα Κεφ. 2 και 3, δίνονται κριτήρια χαρακτηρισμού της

α) Στις υφιστάμενες κατασκευές, οι αριθμητικές τιμές των δεδομένων που

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 ανακρίβεια των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Βεβαίως, οι παραμετρικές 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 Ευρωκώδικα ENV 1990, Παράγραφος 5.2 και Παράρτημα Δ – Σχεδιασμός με τη βοήθεια δοκιμών.

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.
- 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 ιδιαιτέρως 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)**

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

Κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό λαμβάνονται υπόψη όλες οι βασικές δράσεις, η ενδεχόμενη συνεργία τους και ο απαιτούμενος συνδυασμός τους ( βλ. § 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 επαύξηση των σεισμικών δράσεων επανελέγχου μέσω του συντελεστή  $\gamma_i$ , δίνει τη δυνατότητα για επέκταση της συμβατικής διάρκειας ζωής πέραν της 50 – ετίας, ή (ισοδυνάμως) για συνεκτίμηση των συνεπειών ενδεχόμενης αστοχίας.

Η κύρια τυχηματική δράση του σεισμού εξαρτάται από τον στόχο αποτίμησης ή ανασχεδιασμού, σύμφωνα και με το Κεφ. 2, λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή σπουδαιότητας  $\gamma_i$  κατά τον ΕΚ 8-1.

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

Για πιθανότητα υπερβάσεως 10% εντός του συμβατικού χρόνου των 50 ετών, λαμβάνεται υπόψη η σεισμική δράση του ΕΚ 8-1, ενώ για πιθανότητα υπερβάσεως 50% εντός του συμβατικού χρόνου των 50 ετών, λαμβάνεται υπόψη το 60% της σεισμικής δράσεως του ΕΚ 8-1.

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:

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

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

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

Δημόσια Αρχή θα ορίζει εκείνες τις περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν θα επιτρέπεται πιθανότητα υπερβάσεως εντός της 50 – ετίας ίση με 50%.

#### 4.4.1.3 ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

Γενικώς χρησιμοποιούνται τα φάσματα απόκρισης σε όρους επιτάχυνσης, κατά ΕΚ 8-1, συναρτήσεως της ιδιοπεριόδου  $T$  του κτιρίου και του δείκτη συμπεριφοράς  $q$ .

Σε περίπτωση εφαρμογής ελαστικών μεθόδων ανάλυσης, χρησιμοποιούνται τα τροποποιημένα «φάσματα σχεδιασμού»,  $S_d(T)$ .

Σε περίπτωση εφαρμογής ανελαστικών μεθόδων ανάλυσης, χρησιμοποιούνται τα ομαλοποιημένα «ελαστικά φάσματα»,  $S_e(T)$ .

#### 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. ΕΚ 8-1 και ΕΚ 8-3).

#### 4.4.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΑΣΕΩΝ

Έμμεσες δράσεις γενικώς δεν λαμβάνονται υπόψη, ιδιαίτέρως έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας.

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  $\psi_i$ .

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.

Βλ. και § 4.1.3.

Ο υπολογισμός των δυσκαμψιών και δυσμησιών γίνεται κατά την § 4.4.1.4.

#### 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):

- 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.

Βλ. και § 4.1.4.

Ο υπολογισμός των δυσκαμψιών και δυστησιών 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.

Πίνακας Σ 4.1: Τιμές του συντελεστή  $\gamma_{Ed}$

- 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 να εκτιμηθεί η ενδεχόμενη ευαισθησία έναντι μεταβαλλόμενων τιμών ορισμένων παραμέτρων), οι τιμές  $\gamma_{Ed}$  που θα χρησιμοποιούνται εξαρτώνται από τη σοβαρότητα

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  $\gamma_g = 1,10 \pm 0,10$ ).

(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

Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους εντατικών μεγεθών, για ικανοποιητική στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων, μπορεί να 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 (συνήθεις)	Μειωμένες
1,00	1,10

Σε ενδιάμεσες περιπτώσεις επιτρέπονται ενδιάμεσες τιμές.

Οι συντελεστές  $\gamma_m$  για την τοιχοποιία είναι κατ' αρχήν περίπου ίσοι με τη μονάδα, αυξάνονται δε καταλλήλως προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι σχετικές 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.

Βλ. και § 4.4.3.γ.

Στο Κεφ. 8 δίνονται οι κατά περίπτωση ισχύουσες τιμές  $\gamma_m$ .

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.

Βλ. και Παράρτημα 4.1.

Για τη διαμόρφωση των τιμών των συντελεστών ασφαλείας των προστιθέμενων ειδικών υλικών στις επεμβάσεις, θα λαμβάνεται υπόψη η διαθέσιμη πείρα από τη 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.

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.

β) Ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας για την αποτίμηση 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 Β (προστασία ζωής), η οποία αντιστοιχεί στις προβλέψεις και διατάξεις του ΕΚ 8-1, όπως αυτές ισχύουν για τον σχεδιασμό νέων κτιρίων.

Πίνακας 4.1: Τιμές του λόγου  $q^*/q'$  αναλόγως του στόχου επανελέγχου

Οι τιμές του Πίνακα 4.1 ισχύουν ανεξαρτήτως της πιθανότητας υπερβάσεως για τον σεισμό σχεδιασμού (γενικώς, 10%, ή 50% - κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής), 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.

Στάθμη επιτελεσματικότητας		
Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (Α)	Προστασία ζωής (Β)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
0,6 πάντως δε $1,0 < q^* < 1,5$	1,0	1,4

Πάντως, για τη στάθμη επιτελεσματικότητας Α, ο τελικός δείκτης συμπεριφοράς έχει τιμές μεγαλύτερες του 1,0 και οπωσδήποτε μικρότερες του 1,5.

#### 4.6.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ

Οι παράγοντες που διαμορφώνουν τον  $q$ , 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% ( $r_R \leq 0,75$ ), βλ. και Παράρτημα 7Δ.

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  $q'$  για την στάθμη επιτελεσματικότητας Β (προστασία ζωής)

Κατά τη φάση της αποτίμησης του κτιρίου, η τιμή  $q'$  θα επιλέγεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- Την περίοδο κατασκευής του κτιρίου
- Την τυχόν ύπαρξη ουσιωδών βλαβών (και φθορών), κυρίως σε πρωτεύοντα δομικά στοιχεία



ΤΟΙΧΟΔΟΜΕΣ	ΟΥΣΙΩΔΕΙΣ ΒΛΑΒΕΣ (ΚΑΙ ΦΘΟΡΕΣ) ΣΕ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΑΟΠΛΕΣ	1,20	1,50
ΔΙΑΖΩΜΑΤΙΚΕΣ	1,50	2,00

- 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.

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».

β) Ο λόγος  $V_R / V_E$  για το σύνολο αυτών των νέων στοιχείων είναι τουλάχιστον ίσος με 0,75 σε κάθε όροφο 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 οιοονεί – ελαστικώς, και τέλος

δ) Γίνεται έλεγχος των θεμελιώσεων (σε συνεργασία με τα υφιστάμενα πέδιλα), έτσι ώστε να αποκρίνονται και αυτές οιοονεί – 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  $\gamma_{Ed} = 1,35 (\leq q^*)$ .

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

Γίνεται διάκριση σε πρωτεύοντα και δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία, βλ. Κεφ. 2.

Στα Κεφ. 7 και 8 δίνονται τιμές των δεικτών  $m(m=d_d/d_v=\gamma_d/\gamma_v)$ , που εξαρτώνται από τη στάθμη επιτελεστικότητας και τη διαθέσιμη πλαστιμότητα των επιμέρους δομικών στοιχείων.

Για τις στάθμες επιτελεστικότητας και τους τοπικούς δείκτες  $m$ , αλλά και τον αντίστοιχο ενιαίο  $q$  (βλ. § 4.6.1), βλ. Παράρτημα 4.2.

Δηλ.  $F_d \leq F_y$  και  $d_d \leq d_y$  (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 :  $d_d \cong d_u/\gamma_{Rd}$ .

Για πρωτεύοντα στοιχεία :  $d_d \cong (4/3)d_u/\gamma_{Rd}$ .

Για δευτερεύοντα στοιχεία:  $d_d \cong (4/3)d_u/\gamma_{Rd}$ .

Σχετικώς, βλ. και Παράρτημα 7Δ για στοιχεία με βλάβες (ή/και φθορές).

#### 4.7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα, στις κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων, εκτιμάται μέσω των δεικτών  $m$ , κατά τα Κεφ. 7 και 8.

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Α), «Άμεση χρήση μετά τον σεισμό», 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), «Προστασία ζωής», ο φέρων οργανισμός επιτρέπεται να αναπτύξει σημαντικές και εκτεταμένες μετελαστικές παραμορφώσεις, αλλά πρέπει να διαθέτει επαρκή και αξιόπιστα περιθώρια έναντι ενδεχόμενης εξάντλησης των διαθέσιμων παραμορφώσεων αστοχίας.

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Γ), «Αποφυγή κατάρρευσης», 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**

4.8.1 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.

4.8.2 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.

#### **4.8.3 ΑΛΛΗΛΟΔΡΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ (μεσοτοιχίες, αντηρίδες κ.λπ.)**

**+ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ( ή στην αρχή)**

**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  $S_{d(T)} = a_{gR} \cdot q^*$  (για  $T_B \leq T \leq T_C$ ), χωρίς τους συντελεστές  $\gamma_i$ ,  $\eta$ ,  $S$  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) («Προστασία ζωής») και πιθανότητα υπερβάσεως 10 % εντός του συμβατικού τεχνικού χρόνου ζωής των 50 ετών, κατά ΕΚ 8-1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.1 : ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΟΡΟΥ  $S_d(T) = a_{gR} \cdot q^*$  ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΒΑΣΕΩΣ, ΜΕ ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (B) ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ 10 % ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ (ΒΛ. ΕΚ 8-1)**

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (Α)	Προστασία ζωής (B)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
10 %	≈ 1,65	1,00	≈ 0,70
50 %	≈ 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.

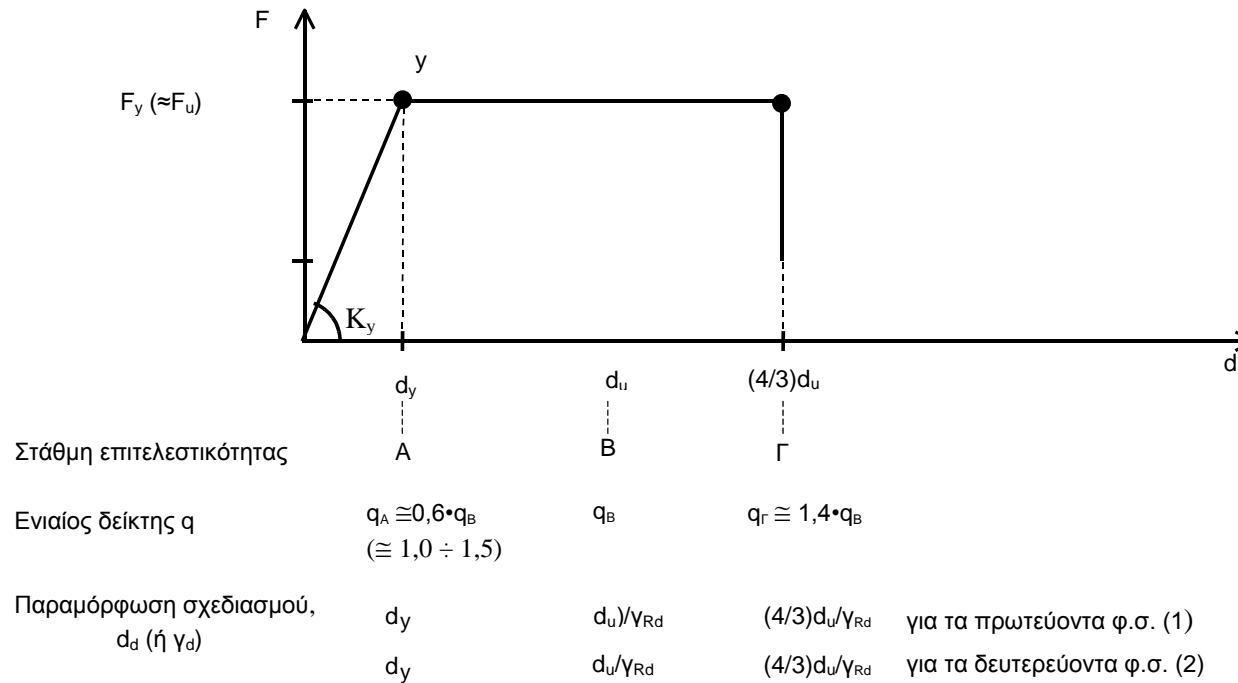
Πιθανότητα υπερβάσεως εντός της 50-ετίας ίση με 50%, οπότε η σεισμική δράση είναι μειωμένη κατά περίπου 40%, επιτρέπεται μόνον σε ειδικές περιπτώσεις, κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.2**

**Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Με βάση όσα προβλέπονται στα Κεφ. 2, 4, 7, 8 έως 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,  $d_d \approx \gamma_d$ ).

$d_u$



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:

- γραμμικής θεωρίας ελαστικότητας, λαμβάνοντας υπόψη γραμμική σχέση τάσεων-παραμορφώσεων της οποίας η κλίση θα είναι ίση με το βραχυχρόνιο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 (21/2/2019)

### 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:



τέμνον 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 §3.7.1)

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 ιδιοτήτων για τα κτίρια αυτής της κατηγορίας δεν επαρκεί για την υποστήριξη χρήσης της σε σεισμική αποτίμηση υφιστάμενων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία (EN 1998-3 §3.3).

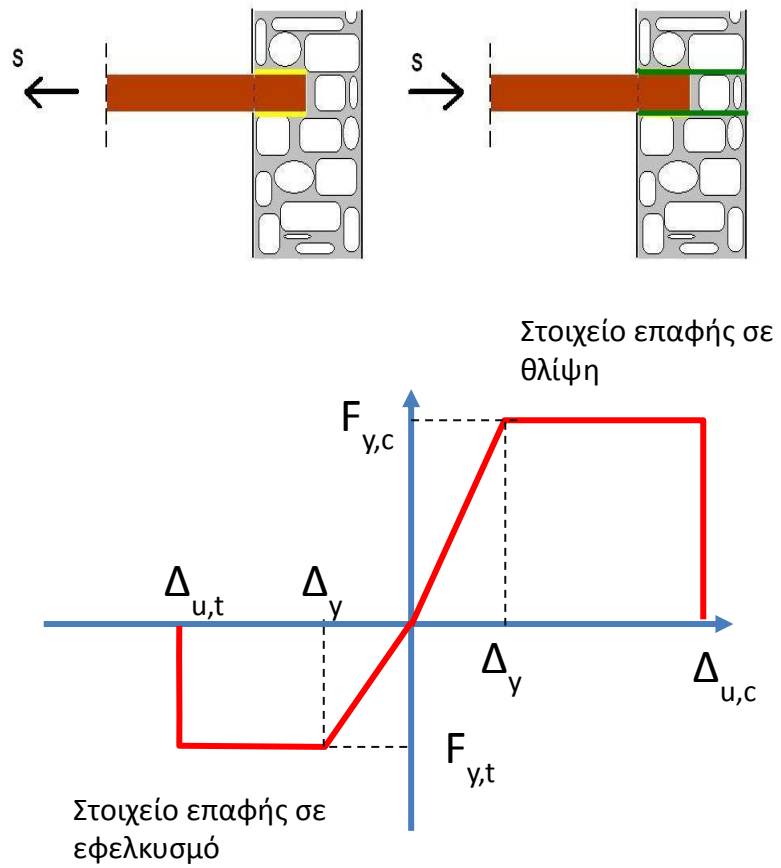
Επιπλέον επισημαίνεται ότι για την πρόβλεψη της εκτός επιπέδου συμπεριφοράς λόγω των σεισμικών φορτίων σε τοίχους εγκάρσια προς την διεύθυνση του σεισμού απαιτείται χωρική προσομοίωση με στοιχεία που έχουν τη δυνατότητα μεταφορικών και στροφικών βαθμών ελευθερίας (π.χ. στοιχεία κελύφους), για τα οποία ενδέχεται να είναι δυσχερής ή αδύνατη η επίτευξη σύγκλισης πέραν του σταδίου της εφελκυστικής ρηγματώσεως.

Η προσομοίωση της ανελαστικότητας σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να λαμβάνει υπόψη τον 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. 5.1.1).

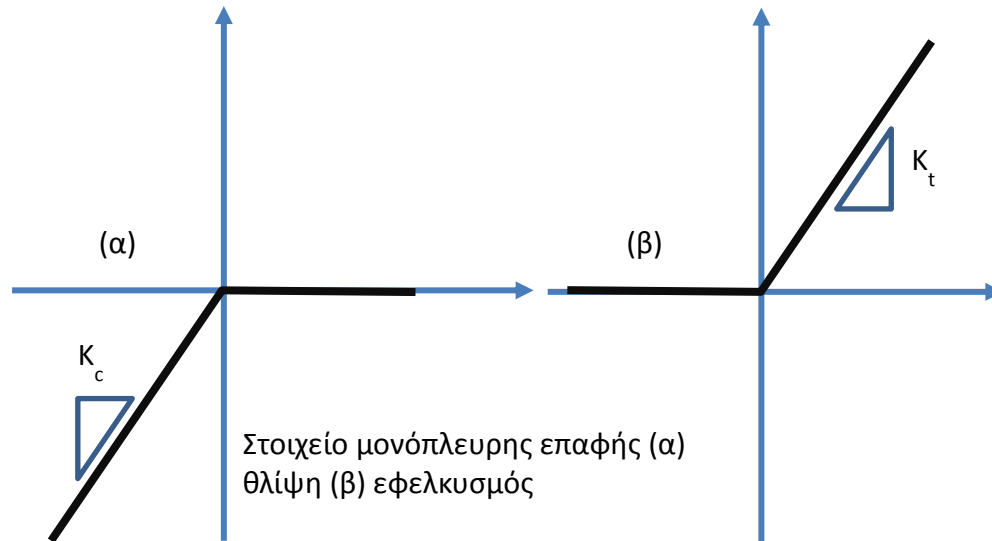
- Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση (βλ. §5.4)
- Ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης (γνωστή και ως ελαστική δυναμική - βλ. §5.5α)
- Ελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση ιστορίας, - βλ. §5.7)
- Ανελαστική στατική ανάλυση (βλ. §5.6)
- Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση ιστορίας) (βλ. §5.7).

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 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.

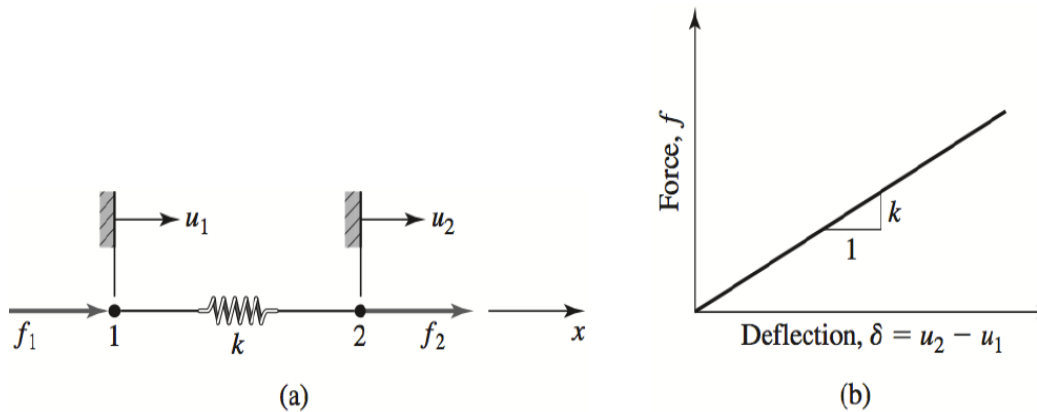


Σχ. 5.1.1α Καμπύλες αντίστασης στοιχείων αμφίπλευρης επαφής



**Σχ. 5.1.1β 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 διατρηθεί ο τοίχος, βλ. Κεφ. 9.3.3).



**Σχ. 5.1.2 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.

Στις περιπτώσεις που βάσει των διατιθέμενων στοιχείων (π.χ. έκταση και ένταση βλαβών, νέα χρήση, κ.λ.π.) ο Μελετητής έχει αποφασίσει ότι το κτήριο 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.

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.

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).

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 EN 1998-1-1, μπορούν να χαρακτηριστούν ως δευτερεύοντα.

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,

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.

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 ξηλόπηκτης τοιχοποιίας σε δράση εκτός επιπέδου κάμψης, ξύλινες δοκοί πατωμάτων). Η εισαγωγή των στοιχείων θα πρέπει να αναπαριστά αξιόπιστα τις συνθήκες στήριξης.

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 Σ5.1.3.1

**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.

### 5.1.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

**α)** Οι έλεγχοι ασφαλείας κατά το Κεφ. 9 καθορίζονται ανάλογα με την επιλεγείσα στάθμη επιτελεστικότητας.

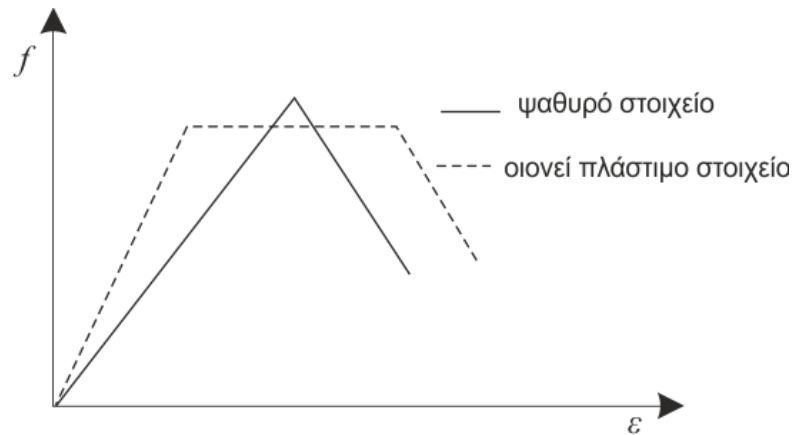
**β)** Ο έλεγχος ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεστικότητας (έλεγχος της ανίσωσης ασφαλείας) σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) ή παραμορφώσεων (παραμορφωσιακών μεγεθών) γίνεται για κάθε δομικό στοιχείο σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Κεφ. 9, αφού προηγουμένως το στοιχείο έχει (ενδεχομένως) χαρακτηριστεί ως «πρωτεύον» ή «δευτερεύον», σύμφωνα με την §5.1.2.

**γ)** Παρ' όλο που η άσπλη 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 τα



**Σχήμα Σ5.1.3.1 Ορισμός ψαθυρού και οιονεί πλάστιμου στοιχείου**

προβλεπόμενα στο Κεφάλαιο 9

- Για οιονεί-πλάστιμα στοιχεία είτε σε όρους δυνάμεων, είτε σε όρους παραμορφώσεων, κατά το Κεφάλαιο 9.

**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).

Σχετικά με τη χρήση μέσων τιμών βλέπε § 4. 5.3

#### 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 οι μέσες 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.

**β)** Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται πραγματικά επιταχυνσιο-γραφήματα αυτά πρέπει να αναχθούν στην ένταση της σεισμικής δράσης που επιλέχθηκε, σύμφωνα και με τα προβλεπόμενα στην §3.2.2.5 EN 1988-1.

## **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.

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. 5.1.2 (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 κτήρια, πατώματα με ραβδωτά μέλη και

**β)** Το δομικό προσομοίωμα για την ανάλυση του κτηρίου 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 Ενότητα 5.1.1. καθώς και στο Κεφ. 6.

**δ)** οι αδρανειακές ιδιότητες του συστήματος εξαρτώνται από τη δυσκαμψία, τη δυσστησία και τη δυστένεια των δομικών στοιχείων του. Κατά την ανάλυση χρησιμοποιείται η υπόθεση της ρηγματωμένης διατομής.

**ε)** Ελλείψει ακριβέστερου προσδιορισμού των ιδιοτήτων, η δυσκαμψία ρηγματωμένης διατομής (EI) και η δυσστησία (GA) μπορούν να λαμβάνονται ως το μισό της τιμής της αντίστοιχης ελαστικής ιδιότητας αρηγμάτωτης 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

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 στηρίζουν τις αντίστοιχες δοκούς ή τα αντίστοιχα ζευκτά. Ο τρόπος μεταφοράς των φορτίων βαρύτητας των δαπέδων στους τοίχους θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερος υπόψη και κατά τον προσεγγιστικό υπολογισμό της εκτός επιπέδου κάμψης στους τοίχους που διάκεινται κάθετα προς τον άξονα δράσης του σεισμού (π.χ. βλ. ενότητα 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.

από αυτή των κυρίων φερόντων στοιχείων (π.χ. ξύλινα ή ελαφρά χαλύβδινα δάπεδα).

**η)** Όσα κατακόρυφα φορτία δεν υπολογίζονται από το πρόγραμμα, 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 εντατικά 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 καθ' ύψος ενός κτηρίου, θα λαμβάνεται υπόψη εφόσον είναι εφικτό από το διαθέσιμο λογισμικό

### 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 στον

EN 1998-1-1 Κεφ. 4.

Η επιρροή της στρέψης περί κατακόρυφο άξονα δεν απαιτείται να λαμβάνεται υπόψη στην περίπτωση κτιρίων με ευπαράμορφα 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

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 οπλισμένο σκυρόδεμα. Για τις ξυλοδεσιές ή σιδηροδεσιές της παραγράφου (6.1.2) χρησιμοποιούνται ραβδωτά μέλη. Εφόσον κρίνεται απαραίτητο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, στοιχεία τριών διαστάσεων (π.χ.

Τα στοιχεία αυτά (γνωστά ως "στοιχεία κελύφους" - δηλ. shell elements) επισημαίνονται προς αποφυγή σύγχυσης με στοιχεία επίπεδης έντασης (δηλ. plane stress elements). Επίσης σε κάποια προγράμματα αναφέρονται ως στοιχεία παχειάς πλάκας (thick plate elements) εν αντιθέσει με τα στοιχεία 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, υψος, μεγαλύτερη από τις άλλες δύο, και λόγω μορφολογίας δεν επιλέγεται η προσομοίωση με επίπεδα στοιχεία. Η δε προσομοίωση με χωρικά στοιχεία, δημιουργεί συχνά ασυμβατότητες στις ελευθερίες κίνησης στους κόμβους του προσομοιώματος.

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.

στερεά, όπου οι διατμητικές παραμορφώσεις αναμένονται να έχουν σημαντική συμβολή στην απόκριση των πεσσών). Ειδικά για μη γραμμική προσομοίωση με την μέθοδο των Πεπερασμένων στοιχείων ενδείκνυται το μέγεθος των στοιχείων που προσομοιώνουν τοίχοποιία 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.

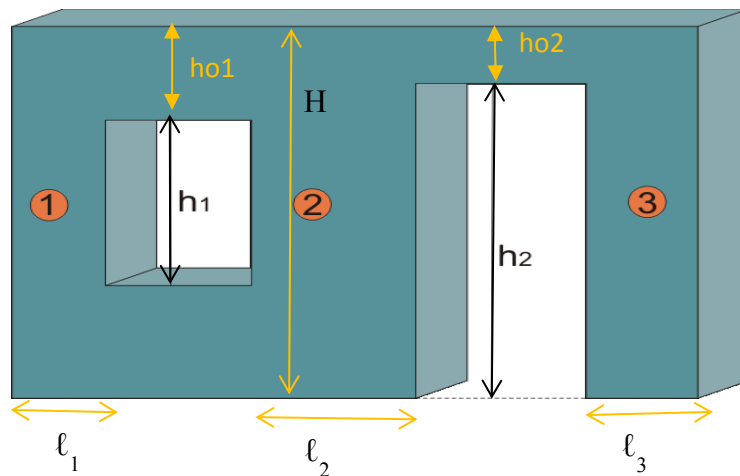
Επιτρέπεται να εφαρμοσθεί διακριτοποίηση ορισμένων πεσσών με γραμμικά μέλη (beam elements), εάν ισχύει μια από τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- i) οριζόντια διατομή του πεσσού μικρότερη από  $0.3\text{m}^2$ ,
- ii) λόγος μεγαλύτερης προς μικρότερη διάσταση οριζόντιας διατομής  $\leq 2$ ,
- iii) λόγος ύψους προς την μεγαλύτερη οριζόντια διάσταση  $> 2$ .

### 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 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 $hp_3 = h_2$	

**Σχήμα Σ.5.3.1: Ορισμός ελεύθερου (καμπτόμενου) μήκους πεσσών και ύψους**

### 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:

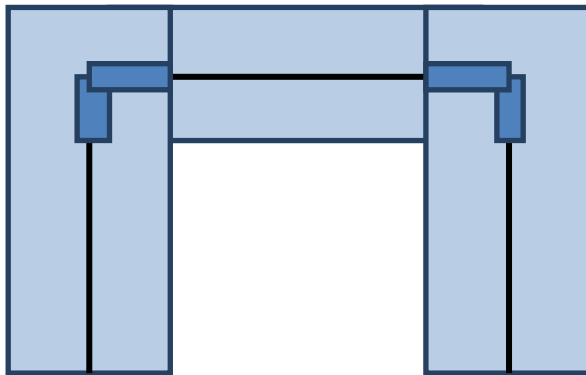
- έχει εξασφαλισθεί η επαρκής διαφραγματική λειτουργία των πατωμάτων και της στέγης (§5.3.6)
- η διάταξη των ανοιγμάτων είναι τέτοια ώστε κάθε πεσσός να έχει περίπου σταθερό μήκος (οριζόντια διάσταση στο επίπεδο του τοίχου) από τη στάθμη της θεμελίωσης μέχρι τη στέψη του τοίχου
- ο λόγος του ύψους προς 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

### **διατομής υπερθύρων δίσκων**

Το μήκος των ραβδωτών στοιχείων που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ των ακραίων κόμβων του κάθε μέλους. Από αυτό, ως καμπτόμενο ορίζεται εκείνο το τμήμα που δεν ανήκει στην κοινή γεωμετρική περιοχή συντρεχόντων στοιχείων (Σχ. Σ.5.3.2). Η τελευταία μπορεί να προσομοιωθεί ως άκαμπτη ζώνη

Σχετικώς, διαφορές μήκους της τάξης του 15% είναι αποδεκτές.



**Σχήμα Σ.5.3.2: Προσομοίωση συστήματος πεσσών και υπέρθυρου δίσκου ως απλό πλαίσιο με άκαμπτες ζώνες στα άκρα των στοιχείων.**

Η εκτός επιπέδου καμπτική συμπεριφορά των τοίχων που διάκινεται κάθετα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση του σεισμού οφείλεται στις αδρανειακές δυνάμεις που αναπτύσσεται λόγω της κατανεμημένης μάζας των εν λόγω τοίχων. Σε περίπτωση

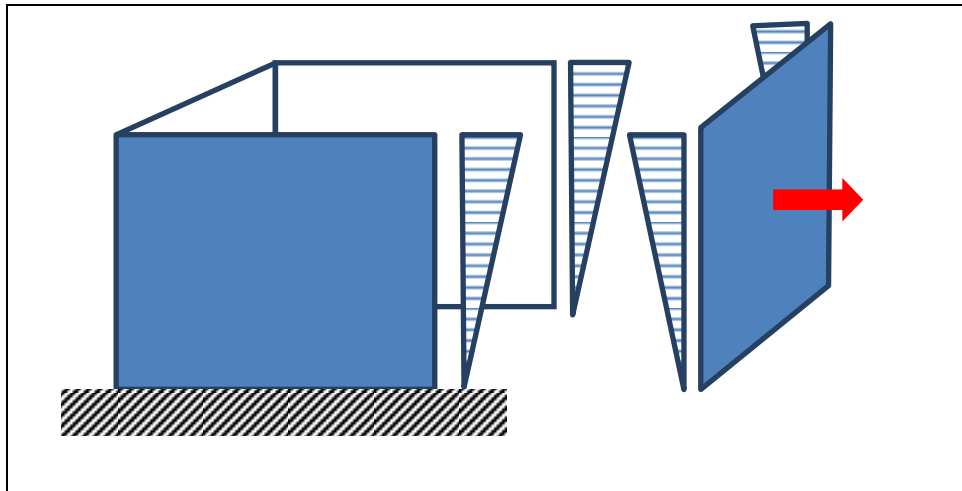
του μέλους το οποίο προσομοιώνουν.

Η διακριτοποίηση μπορεί να γίνει με επίπεδα πλαίσια σε εκείνες τις περιπτώσεις που το κτίριο μπορεί να χαρακτηριστεί κανονικό σε κάτοψη και καθ' ύψος κατά τον EN 1998-1, §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 παράγραφος του Παραρτήματος Α (5-A1.1.1). Σε αντίθετη περίπτωση, πρέπει να χρησιμοποιείται ένα χωρικό πλαίσιο.

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 EN

πλημμελών διαφραγμάτων, αυτή η δύναμη μεταφέρεται στους τοίχους που διάκεινται παράλληλα προς τον σεισμό με την μορφή οριζόντιας αξονικής δύναμης (βλ. Σχήμα Σ.5.3.3). Ταυτόχρονα αναπτύσσονται ροπές και αξονικές δυνάμεις κατά μήκος των κατακορύφων ακμών σύνδεσης των εγκάρσιων με τους διαμήκεις τοίχους. Αν οι ροπές τείνουν να ανοίξουν την γωνία, τότε η αξονική δύναμη που μεταφέρεται εφελκύνει την γωνία και πρέπει να ληφθεί υπόψη στους ελέγχους με δεδομένη την χαμηλή αντοχή της τοιχοποιίας σε ορθό εφελκυσμό.



**Σχήμα Σ 5.3.3:** Μεταφορά εφελκυστικού φορτίου από τους τοίχους που διάκεινται κάθετα προς τη διεύθυνση του σεισμού, στους παράλληλους προς τη δράση του σεισμού τοίχους. Οι δυνάμεις αυτές μπορεί να προκαλέσουν

1996-1-1),

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 αξονικό εφελκυστικό φορτίο που μεταφέρεται από τους εγκάρσιους στους διαμήκεις τοίχους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τους ελέγχους.

**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 λιθωμάτων 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).

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.

**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.

**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 το



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).
- 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.

Κεφάλαιο 6 και 7.

### 5.3.5 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η κανονικότητα ενός κτηρίου καθ' ύψος και σε κάτοψη καθορίζεται από τον EN 1998-1-1 παράγραφο 4.2.3

### 5.3.6 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

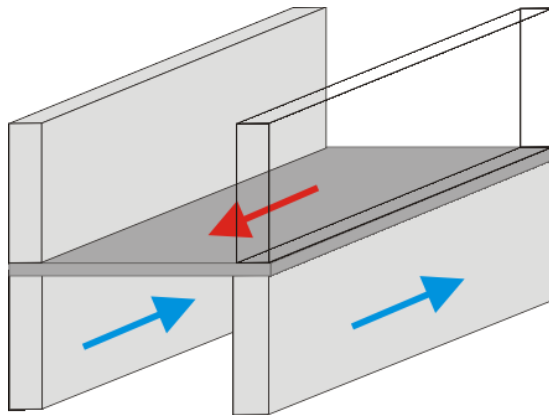
**α)** Οι εντός επιπέδου παραμορφώσεις του διαφράγματος υπό την επίδραση των (διανεμημένων) σεισμικών αδρανειακών δράσεων και των αντιδράσεων των κατακόρυφων στοιχείων που συνδέονται με το διάφραγμα, οφείλουν να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό των μετακινήσεων των κατακόρυφων στοιχείων. Προς τούτο, επιτρέπεται η κατάταξη των διαφραγμάτων σε δύο κατηγορίες: ευπαραμόρφωτα και απαραμόρφωτα.

**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 *απαραμόρφωτο*, 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

Οπές στις πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος μειώνουν τη διαφραγματική λειτουργία.



**Σχήμα Σ.5.3.4(α): Η σεισμική δράση του διαφράγματος στο οριζόντιο επίπεδο**

κατηγορίες χαρακτηρίζονται ως *δυσπαραμόρφωτα*, αλλά για απλοποίηση της ανάλυσης μπορεί να κατατάσσονται αιτιολογημένα στην πλησιέστερη από τις δύο κατηγορίες (ευπαραμόρφωτα - απαραμόρφωτα). 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. (Προσομοίωμα του διαφράγματος ως μια υψίκορμη δοκό 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. Σ5.3.4(α) & (β)).

**ε)** Στη περίπτωση των έγχυτων πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα, το αντίστοιχο διάφραγμα επιτρέπεται να θεωρείται απαραμόρφωτο, χωρίς αναλυτικό υπολογισμό.

**στ)** Στον αναλυτικό έλεγχο (όταν αυτός απαιτείται), η εντός επιπέδου παραμόρφωση του διαφράγματος θα υπολογίζεται :

(i) είτε απευθείας από προσομοίωση στην οποία συμπεριλαμβάνεται το διάφραγμα,

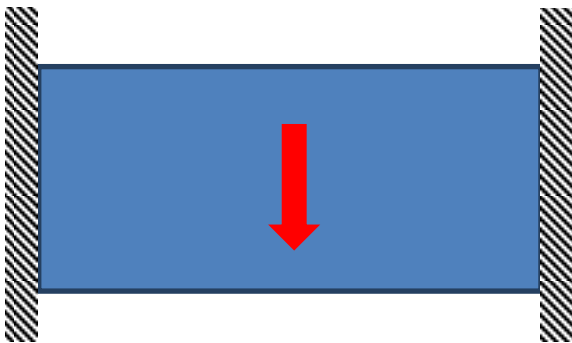
(ii) είτε με αυτοτελές προσομοίωμα στο οποίο λαμβάνονται υπόψη η συνδυασμένη δράση των αδρανειακών δυνάμεων του διαφράγματος με τα εντός του επιπέδου του διαφράγματος φορτία που προκύπτουν λόγω ασυνεχειών στους κατακόρυφους φορείς ανάληψης σεισμικών δυνάμεων στο επίπεδο του διαφράγματος.

**ζ)** Η προσομοίωση των κτιρίων με απαραμόρφωτα διαφράγματα θα λαμβάνει υπόψη την επιρροή της στρέψης, όπως ορίζεται στην §5.3.2. Στα κτίρια με ευπαραμόρφωτα διαφράγματα, αν δεν

Τα ευπαραμόρφωτα διαφράγματα μπορούν να μην συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα του φορέα υπό τον όρο ότι τα φορτία που αναλαμβάνουν έχουν καταλλήλως μεταφερθεί στα κατακόρυφα μέλη του.

Τα ευπαραμόρφωτα 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.



**Σχήμα Σ.5.3.4(β): Προσομοίωμα υψίκορμης δοκού για την επίλυση του**

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 ευπαραμόρφωτα 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.

**διαφράγματος σε οριζόντια φορτία**

Εν γένει, όταν ένα κτήριο έχει τοίχους ικανού πάχους δεν προκύπτει πρόβλημα μεταθετότητας.

Σύμφωνα με τον EN1996-1-1 εάν τα κατακόρυφα στοιχεία δυσκαμψίας ικανοποιούν την εξίσωση (Σ.5.1) κατά την υπό εξέταση διεύθυνση του κτιρίου στη βάση του κτηρίου, η μεταθετότητα δεν χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη:

$$h_{tot} \sqrt{\frac{N_{εδ}}{\Sigma EI}} \leq 0,6 h_{tot} \quad \text{για } n \geq 4 \quad (\Sigma.5.1)$$

$$\leq 0,2 + 0,1n \quad \text{για } 1 \leq n < 4 \quad (\Sigma.5.2)$$

όπου:

**5.3.7 ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΔΕΥΤΕΡΑΣ ΤΑΞΕΩΣ**

Όταν υπάρχουν απαραμόρφωτα διαφράγματα ο έλεγχος μεταθετότητας γίνεται κατά τα αναφερόμενα στον EN 1996-1-1 §5.4

$h_{tot}$  είναι το συνολικό ύψος του κτιρίου από την στέψη της θεμελίωσης -----

$N_{εδ}$  είναι οι τιμές σχεδιασμού όλων των κατακόρυφων φορτίων στη βάση του κτιρίου

$\Sigma EI$  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  $2m^2$  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 EN1996-1-1 προτείνεται μία μεθοδολογία ελέγχου.

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.

Η εκκεντρότητα ορίζεται στη στάθμη του εδάφους ως ο λόγος της ροπής ανατροπής  $M$ , την οποία προκαλεί ο σεισμός, προς το ίδιο βάρος του κτιρίου,  $N$ .

Σε δομήματα με ευπαραμόρφωτα διαφράγματα θα υπολογίζονται τα εντατικά μεγέθη λαμβάνοντας υπόψη την γεωμετρία του φορέα στην παραμορφωμένη (υπό σεισμικά φορτία) κατάσταση.

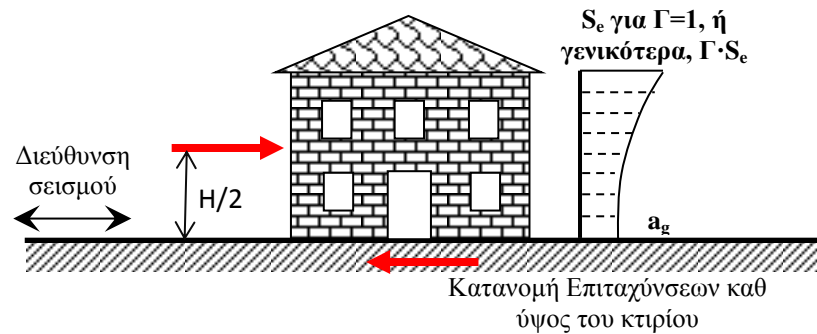
### 5.3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ

Τα κτήρια 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 ώστε να μην υπερβαίνει μία οριακή τιμή  $e_{lim}$  η οποία είναι το 1/6 της διάστασης του κτηρίου σε κάθε μία εκ

(Το  $N$  ορίζεται από τα κατακόρυφα φορτία για τον σεισμικό συνδυασμό,  $G+\psi_2Q$ ).

Η σχέση (5.1) έχει εξαχθεί με αναφορά στην κατώτερη στάθμη του ελεύθερου ύψους του δομήματος για κτίρια με ορθογωνική κάτοψη. Για κτίρια με μη ορθογωνική κάτοψη η εκτίμηση γίνεται με υπολογιστικό προσομοίωμα.



**Σχήμα Σ.5.3.5:** 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  $\Gamma \cdot S_e(T)$  (απόκριση) στην κορυφή του δομήματος, δηλ. κυμαίνονται μεταξύ τραπεζοειδούς και ομοιόμορφης κατανομής που δεν απέχει πολύ από την πραγματική κατανομή

των δύο κυρίων διευθύνσεων.

**β)** Η δημιουργία αδρανούς περιοχής στην κάτοψη του δομήματος, (ουδέτερες ζώνες), αποφεύγεται όταν ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$S_e \leq 0.8g \frac{\Omega_w}{C_m \eta S H} \left[ \frac{f_m}{N} + \frac{1}{A_w} \right], \quad (5.1)$$

όπου:

$C_m$ : Συντελεστής δρώσας μάζας. Λαμβάνεται ίσος με 1.0 για μονώροφα και διώροφα κτίρια, 0.8 για τρεις ή παραπάνω ορόφους,

$S_e(T)$ : Η τιμή της φασματικής ολικής επιτάχυνσης που ορίζεται από το φάσμα σχεδιασμού (κατά τον EN1988-1 § 3.2.2.2), για τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$  του κτιρίου

$\Omega_w$ : 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 EN 1988-1 §3.2.2.2)

$H$ : το ύψος του κτηρίου

$S$ : Συντελεστής εξαρτώμενος από το έδαφος (κατά τον EN 1988-1 §3.2.2.2)

$f_m$ : η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας

Η Εξίσωση (5.2) είναι ενδεικτική. Αν υπάρχει ταυτόχρονη δράση ροπής στην ορθογώνια διεύθυνση θα λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της ορθής τάσης στις κρίσιμες θέσεις.

γ) Επίσης πρέπει να ελέγχεται ότι η μέγιστη ορθή θλιπτική τάση στο περισσότερο θλιβόμενο άκρο, που υπολογίζεται από την κατωτέρω σχέση (5.2) δεν υπερβαίνει τη μέση θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας αλλά και του υποκείμενου εδάφους.

$$\sigma_{wc} = -\frac{N}{A_w} - \frac{M}{\Omega_w} \quad (5.2)$$

Όπου:

$\sigma_{wc}$  η ορθή τάση στη θέση ελέγχου (τα θλιπτικά φορτία λαμβάνονται αρνητικά).

$N$  το συνολικό κατακόρυφο φορτίο από τον υπόψη σεισμικό συνδυασμό

$M$  η ροπή ανατροπής (= Τέμνουσα 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 καθ' ύψος κατανομής των οριζόντιων σεισμικών φορτίων και  $0.67H$  για ανεστραμμένη τριγωνική κατανομή, Σχ. Σ.5.3.5).

#### 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

Η θεώρηση ομοιόμορφης καθ' ύψος κατανομής των αδρανειακών σεισμικών δυνάμεων είναι πλησιέστερη στην πραγματικότητα σε κατασκευές όπου η μάζα είναι κατανεμημένη σε όλο το ύψος και όχι συγκεντρωμένη στις στάθμες των

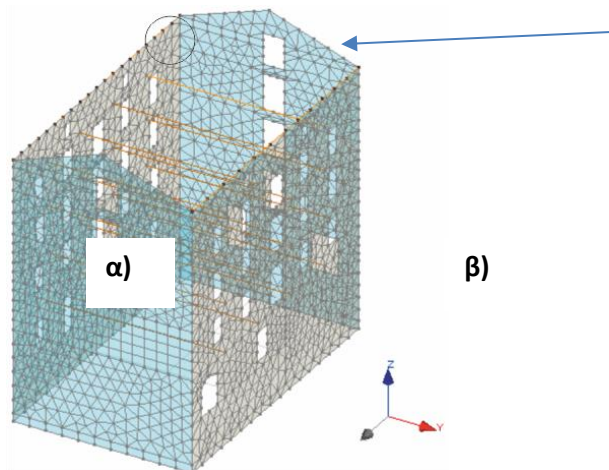
δαπέδων, όπως συμβαίνει στις πλαισιωτές κατασκευές με πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος. Επίσης, στην περίπτωση απουσίας δυσπαραμόρφωτων διαφραγμάτων η ομοιόμορφη καθ' ύψος κατανομή των σεισμικών φορτίων είναι περισσότερο ρεαλιστική.

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 ευπαραμόρφωτα διαφράγματα η μάζα είναι κατά κύριο λόγο συνεχώς κατανομημένη καθ' ύψος 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.5.4.1 για διεύθυνση σεισμού Y

δυνάμεων και των παραμορφώσεων. Μπορούν να θεωρούνται δύο εναλλακτικές κατανομές των οριζόντιων σεισμικών φορτίων καθ' ύψος του δομήματος:

(α) ανεστραμμένη τριγωνική κατανομή οριζόντιων σεισμικών ωθήσεων καθ' ύψος του κτηρίου,

(β) ομοιόμορφη κατανομή οριζόντιων σεισμικών ωθήσεων καθ' ύψος του κτιρίου.



Σχήμα Σ. 5.4.1 α) η κατανομή των σεισμικών φορτίων κατά τη διεύθυνση Y στο



**τμήμα που βρίσκεται σε κύκλο του κτηρίου θ)**

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 επιλυθεί το κτίριο ορίζοντας τον άξονα δράσης της βαρύτητας να συμπίπτει με τον άξονα δράσης του σεισμού. Με αυτό τον τρόπο ενεργοποιούνται οι κατανεμημένες μάζες όπου και αν υφίστανται στο δόμημα, παράγοντας κατανεμημένες αδρανειακές δυνάμεις που αντιστοιχούν σε ομοιόμορφο πεδίο επιτάχυνσης =  $1.0g$ , όπου  $g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, όπως φαίνεται στο Σχήμα Σ.5.4.2

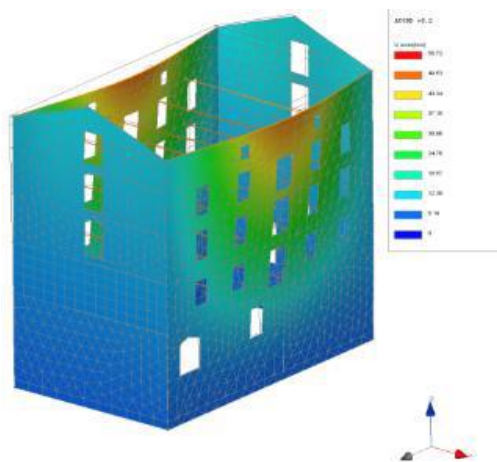
(β)

(α)

**Σχήμα Σ.5.4.2. (α) Ανάλυση για βαρυντικά φορτία για το σεισμικό συνδυασμό (β) προσδιορισμός εσωτερικών δυνάμεων και μετατοπίσεων για ολική φασματική επιτάχυνση (απόκριση) ίση με  $1g$ . 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 καθ' ύψος του κτιρίου, ίση με  $S_e(T)$ . Τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από αυτή την ανάλυση αφού πολλαπλασιασθούν περεταίρω με το γινόμενο  $C_m \cdot S$  μπορούν να συνδυασθούν με τα αποτελέσματα της συμβατικής ανάλυσης φορτίων βαρύτητας κατά το σεισμικό συνδυασμό για τον έλεγχο της οριακής κατάσταση 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. EN1998-1, 2004, 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.



**Σχήμα Σ.5.4.3: Μορφολογία προσεγγιστικού σχήματος θεμελιώδους ιδιομορφής που προκύπτει από την επιβολή των βαρυτικών φορτίων στην κατεύθυνση του σεισμού (από το Σχήμα Σ5.4.2.(β)).**

Επισημαίνεται ότι θέσεις μεγιστοποίησης κυρίων εφελκυστικών τάσεων ή παραμορφώσεων υποδεικνύουν την τροχιά ρωγμών μέσα από την τοιχοποιία που ορίζουν μηχανισμούς

#### 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.

Η ιξώδης απόσβεση μπορεί να είναι 5% ελλείψει άλλων στοιχείων. Πάντως σημειώνεται ότι η πραγματική ισοδύναμη ιξώδης απόσβεση στην τοιχοποιία είναι σημαντικά μεγαλύτερη λόγω της ικανότητας απόσβεσης μέσω τριβής στις πολλές διεπιφάνειες κονιάματος-λιθοσώματος. Συνηθέστερες τιμές είναι γύρω στο 20%.

Εκφράσεις βασισμένες σε μεθόδους της Δυναμικής εφαρμόζονται από τα προγράμματα ανάλυσης κατασκευών

#### 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 (§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 s) μπορεί να εκτιμηθεί από τη σχέση:

Οι εμπειρικές εκφράσεις προέρχονται από τον EN1998-1: §4.3.3.2.2

$$T_{1\max} = C_t \cdot H^{3/4} \quad (5.4)$$

$H$ : είναι το ύψος του κτιρίου, σε m, μετρούμενο από την θεμελίωση ή από την άνω επιφάνεια άκαμπτου υπογείου

$C_t$ : σταθερά η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$C_t = 0,075 / \sqrt{A_c} \geq 0,05 \quad (5.5)$$

όπου το άνω όριο αναφέρεται σε κτίρια με ευπαραμόρφωτα διαφράγματα.

$A_c$ : είναι η συνολική δρώσα επιφάνεια των τοιχωμάτων στο ισόγειο του κτιρίου, σε m<sup>2</sup> και ισούται με

$$A_c = \sum [A_i \cdot (0,2 + (l_{wi} / H))^2] \quad (5.6)$$

και

$A_i$  είναι η δρώσα επιφάνεια της διατομής του τοίχου  $i$  στη θεωρούμενη κατεύθυνση στον πρώτο όροφο του κτιρίου, σε m<sup>2</sup>

$l_{wi}$  είναι το μήκος του τοίχου  $i$  στον πρώτο όροφο σε διεύθυνση παράλληλη με την εφαρμοζόμενη φόρτιση, με τον περιορισμό ότι  $l_{wi}/H$  δεν πρέπει να λαμβάνεται μεγαλύτερο από 0,9.

Το σχήμα των θεμελιωδών ιδιομορφών,  $\Phi$ , στις οριζόντιες

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.5.4.1):

$$\frac{d_{inel}}{d_{el}} = 1 \quad \text{για } T \geq T_c \quad (\Sigma.5.3)$$

και

$$\frac{d_{inel}}{d_{el}} = \frac{1.0 + (q_y - 1) \frac{T_c}{T}}{q_y} \quad \text{για } T < T_c \quad (\Sigma.5.4)$$

όπου  $T_c$  η τιμή στην οποία αρχίζει ο κατιών κλάδος του ελαστικού φάσματος απόκρισης (επιταχύνσεων).

Ο ως άνω συντελεστής 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. Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για τον έλεγχο των κριτηρίων επιτελεστικότητας

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

Η ελαστική τιμή της σεισμικής τέμνουσας θα υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{el} = C_m \cdot S_e(T) \cdot \frac{W}{g} \quad (5.7)$$

όπου :

ορίζεται ο συντελεστής συμπεριφοράς  $q$  που απαιτεί ο σεισμός από το κτίριο, ως:  $q = V_{el}/V_y$  ως ο λόγος της ελαστικής απαίτησης προς την τέμνουσα που αντιστοιχεί στην οιονεί διαρροή του φορέα.

$C_m$ : Συντελεστής δρώσας μάζας, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με:

1.0 για μονώροφα και διώροφα κτίρια,

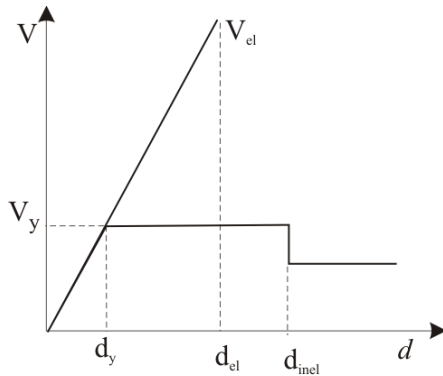
0.8 για τρεις ή παραπάνω ορόφους.

$S_e(T)$ : Η φασματική ολική επιτάχυνση που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$

$W/g$ : η μάζα του δομήματος (=συνολικό βάρος του κτιρίου ανηγμένο προς την επιτάχυνση της βαρύτητας)

$V_y$  : όπως υπολογίζεται από το Κεφάλαιο 7.

στο σεισμό αναφοράς που χρησιμοποιείται κατά την αποτίμηση (Βλ. Κεφ. 9).



**Σχήμα Σ5.4.1**

Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος σε κάθε κατεύθυνση, είναι εκείνη εκ των ιδιοπεριόδων του κτηρίου που διεγείρει το μεγαλύτερο ποσοστό μάζας. Σημειώνεται ότι σε μη συμμετρικά κτήρια 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 Εξ. (5.4)

Εάν οι κυριαρχούσες ιδιοπερίοδοι σε κάθε διεύθυνση του κτιρίου διαφέρουν ουσιωδώς, ως  $S_e(T)$  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.

## 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.

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  $F_{bk} = S_e(T_k) m_k$ . Αποδεικνύεται ότι το άθροισμα των δρυσών 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 τον ΚΑΝΕΠΕ Παρ. 5.6.3.3).

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

Οι απαιτήσεις της ανωτέρω παραγράφου θεωρείται ότι ικανοποιούνται εάν μπορεί να αποδειχθεί οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:

i) το άθροισμα των δρυσών ιδιομορφικών μαζών για τις ιδιομορφές που λαμβάνονται υπόψη είναι τουλάχιστον το 75% της συνολικής μάζας του φορέα.

ii) λαμβάνονται υπόψη όλες οι ιδιομορφές με δρώσες ιδιομορφικές μάζες μεγαλύτερες από το 5% της συνολικής μάζας.

Όταν χρησιμοποιείται χωρικό προσομοίωμα, οι παραπάνω συνθήκες πρέπει να ελέγχονται προς κάθε διεύθυνση.

#### 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 παράγραφο 5.5.1.1,



ιδιομορφική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας προϋποθέτει ελαστικό προσομοίωμα.

ενώ στην περίπτωση προσομοίωσης με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία, ο συνδυασμός μπορεί να γίνεται κατά την Παρ. 5.5.1.1, αλλά συνιστάται να γίνεται κατά την παράγραφο 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 περιόδοί τους  $T_i$  και  $T_j$  ικανοποιούν (με  $T_j \leq T_i$ ) την ακόλουθη συνθήκη:

$$T_j \leq 0,9 \cdot T_i \quad (5.9)$$

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:

$$E_E = \sqrt{\sum E_{Ei}^2} \quad (5.10)$$

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  $i$ .

Εδώ νοείται ιδιομορφική δυναμική ανάλυση χρονοιστορίας σε επιταχυνσιογράφημα βάσης είτε φυσικής καταγραφής είτε συμβατό με το φάσμα σχεδιασμού σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τον ΚΑΝΕΠΕ (5.6.3.3).

Εάν η Εξίσωση (5.9) 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:

$$E_{k,j}(t) = E_{k,j0} \cdot Y_j(t) \quad (5.11)$$

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:

$$E_{E,k} = \max_{\text{στο } t} \left[ \sum_{j=1}^n E_{k,j}(t) \right] \quad (5.12)$$

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

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 Σ5.3.2, 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 κτήρια με απαραμόρφωτα διαφράγματα, ο κόμβος ελέγχου είναι το κέντρο βάρους των πλακών στην ανώτερη στάθμη των τοίχων π.χ τελευταία πλάκα.

Σε κτήρια 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 Φ. Σημειώνεται ότι το σχήμα αυτό χρησιμοποιείται κατά τον υπολογισμό του συντελεστή συμμετοχής Γ και του συντελεστή δρώσας μάζας. Σημειώνεται ότι αν υπάρχουν αετώματα ή ξύλινες

ιδιομορφής ταλάντωσης  $j$ .

$n$  ο συνολικός αριθμός ιδιομορφών που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση.

## 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 μετακίνηση-στόχος θα ορίζεται ως η σεισμική απαίτηση σε όρους μετακίνησης που προκύπτει από το ελαστικό φάσμα απόκρισης για ένα ισοδύναμο σύστημα μίας ελευθερίας κινήσεως.

Η μετακίνηση-στόχος 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 μετακίνησης στόχου του κόμβου ελέγχου γίνεται κατά την Παράγρ. 4.3.3.4.2.6 του EN1998-1, ή κατά την Εξ. (B.8)

προεξοχές (έρκερ), ο κόμβος ελέγχου δεν θα ανήκει στο αέτωμα ή στο έρκερ.

Εν γένει οι ιδιοπερίοδοι των κτηρίων είναι χαμηλότερες της  $T_C$  (τέλος του σταθερού κλάδου στο φάσμα ολικών επιταχύνσεων). Ως εκ τούτου, η θεώρηση πάκτωσης στη 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 είναι μικρότερες των τιμών που αντιστοιχούν στην περίοδο  $T_C$ .

Για την μετατροπή σε ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα χρησιμοποιούνται οι κάτωθι σχέσεις: Για το

Η μάζα ισοδύναμου ΣΜΕΚ  $m^*$  καθορίζεται ως εξής:

$$m^* = \sum_{i=1}^n m_i \Phi_i^2 + \int_0^H m(x) \Phi(x)^2 dx \quad (\Sigma.5.5)$$

και ο συντελεστής μετατροπής δίνεται από την σχέση:

$$\Gamma = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \Phi_i + \int_0^H m(x) \Phi(x) dx}{m^*} \quad (\Sigma.5.6)$$

Όπου:

$m_i$  = συγκεντρωμένη μάζα στην στάθμη του i-οστού ορόφου.

$m(x)$  = κατανεμημένη μάζα κτιρίου ως συνάρτηση της απόστασης  $x$  από τη θεμελίωση.

Παράρτημα Β του ιδίου.

Η μετατροπή του συνεχούς δομικού συστήματος σε ισοδύναμο Σύστημα Μίας Ελευθερίας Κίνησης (ΣΜΕΚ) μπορεί να γίνει κατά τον EN1998-1 (Παράρτημα Β).

Η καμπύλη ικανότητας, που απεικονίζει την σχέση μεταξύ της τέμνουσας δύναμης βάσεως  $F_b$ , και της μετακίνησης του κόμβου ελέγχου,  $d_m$ , καθορίζεται κατόπιν ανάλυσης του προσομοιώματος της κατασκευής υπό κατανεμημένα οριζόντια φορτία τα οποία δρούν

$\Phi(x)$  = 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. Παρ. Β στον EN1998-1:2004).

Η δύναμη  $F^*$  και η μετακίνηση  $d^*$  του ισοδύναμου ΣΜΕΚ υπολογίζονται ως εξής:

$$F^* = \frac{F_b}{\Gamma} \quad (\Sigma.5.7)$$

$$d^* = \frac{d_n}{\Gamma} \quad (\Sigma.5.8)$$

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  $0 \leq \lambda \leq 1.0$ ).

στην κατεύθυνση της σεισμικής διέγερσης σύμφωνα με την Παράγραφο 4.3.3.4.2 του EN1998-1. Κατά την διεξαγωγή της ανάλυσης για τον υπολογισμό της καμπύλης ικανότητας 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.

### 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 ο ΚΑΝΕΠΕ (2013) (Παράγραφος 5.8)

Βλέπε παράγραφο 5.1.1, μόνον αν έχει αποφασισθεί ενίσχυση.

Επίσης βλ. EN1988-1 (2005).

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5Α. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### 5-A.1 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

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 μικρής πλευράς προς το μήκος της μεγάλης πλευράς, σε κάτοψη, είναι μεγαλύτερος από την ελάχιστη τιμή =0.25.
- 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 κτηρίου θα πρέπει να είναι διατεταγμένοι σχεδόν συμμετρικά σε κάτοψη σε δύο ορθογωνικές κατευθύνσεις,
- ζ) 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 κτηρίου στην κατεύθυνση του υπό εξέταση τοίχου,
- η) Σε ό,τι αφορά τους τοίχους που βρίσκονται σε μία κατεύθυνση, η απόσταση μεταξύ των τοίχων αυτών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη

Οι προτεινόμενες τιμές είναι  $\Delta m_{,max} = 20\%$ ,  $\Delta A_{,max} = 20\%$ , βλ. EN1998-1 (2005).

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 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 καμπτόμενης διατομής, όπου ως διατομή λαμβάνεται η κάτοψη του κτίσματος στην κρίσιμη στάθμη, και ως δρώντα

από το 75% του μήκους του κτηρίου στην άλλη κατεύθυνση,

θ) Τουλάχιστον το 75 % των κατακόρυφων φορτίων θα πρέπει να φέρεται από τους τοίχους

ι) οι τοίχοι θα πρέπει να είναι συνεχείς από την κορυφή μέχρι τη βάση του κτηρίου.

ια) 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

ιβ) 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**

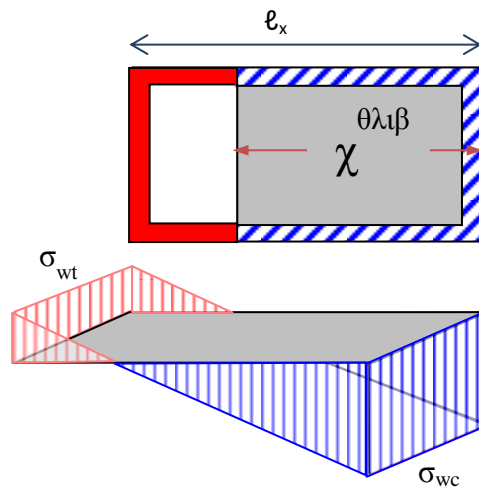
Για συστήματα φέρουσας τοιχοποιίας με διαφράγματα από ΟΣ, επιτρέπεται απλοποιημένος έλεγχος των κατακόρυφων στοιχείων, με κατανομή της τέμνουσας βάσης (σε κάθε διεύθυνση), ανάλογα προς το εμβαδόν των φερόντων τοίχων της διεύθυνσης αυτής που βρίσκονται μέσα στην θλιβόμενη περιοχή της κάτοψης.

Σε περιπτώσεις ευπαράμορφων διαφραγμάτων, ο έλεγχος σε διάτμηση θα αφορά μόνο τα εμβαδά διατομής τοίχων διατεταγμένων παράλληλα προς το σεισμό που βρίσκονται μέσα στην θλιβόμενη περιοχή. Για τοίχους του έχουν κλίση  $\phi$  προς την διεύθυνση του



μεγέθη λαμβάνονται το κατακόρυφο φορτίο  $N_{Ed}$  και η ροπή ανατροπής  $M_{Ed}$  που προκύπτουν από το σεισμικό συνδυασμό (βλ. ενότητα 5.3.8 και Εξ. 5.2). Με αναφορά στο Σχήμα 5-A.2.1 υπολογίζεται η διάσταση της θλιβόμενης περιοχής παράλληλα προς τη σεισμική δράση ως:

$$\chi^{\theta\lambda\iota\beta} = \frac{\ell_x}{2} \cdot \left( 1 + \frac{N_{Ed}}{M_{Ed}} \cdot \frac{\Omega}{A} \right) \quad (\Sigma.5.9)$$



**Σχήμα Σ5-A.2.1 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.5.1.3 & Σ.5.1.4

σεισμού η συμμετοχή του εμβαδού της διατομής τους που εμπίπτει εντός της θλιβόμενης περιοχής της κάτοψης λαμβάνεται κατόπιν πολλαπλασιασμού με το συν(φ).

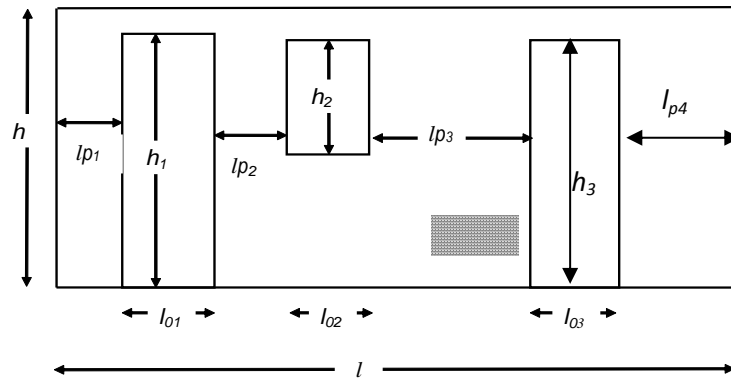
Στη (συνηθέστερη) περίπτωση που προκύπτει σαφής ανεπάρκεια, ο έλεγχος μπορεί να περιορίζεται στο ισόγειο.

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 Παράγραφο 5-A.1.1 με τις αντοχές που εκτιμώνται κατά τα Κεφ. 6 και 7.

Ο συντελεστής συμπεριφοράς  $q$  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.



**Σχήμα 5B-1:** Συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στις εξισώσεις του Παραρτήματος 5-A.2

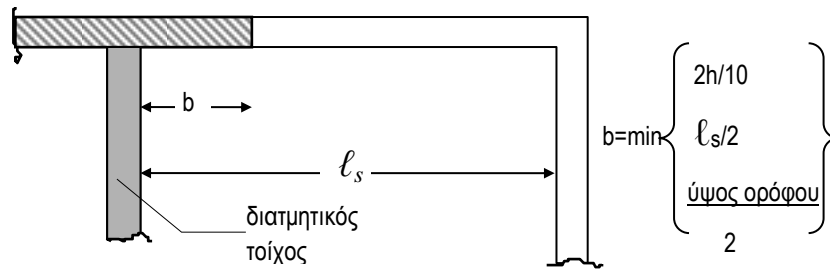
### 5-A.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΤΟΙΧΩΝ Φ.Τ.

(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, η επιρροή των διατμητικών παραμορφώσεων στην δυσκαμψία μπορεί να αγνοείται.

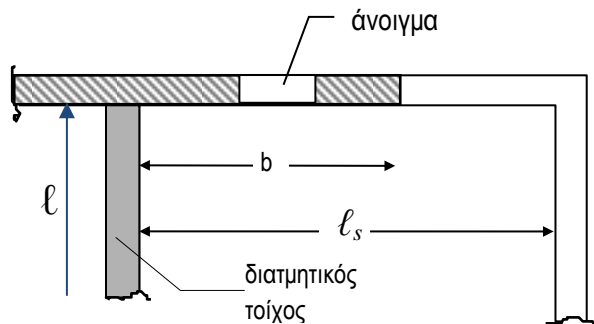
(2) Ένας εγκάρσιος τοίχος ή ένα τμήμα αυτού του τοίχου, μπορεί να θεωρηθεί ότι δρα ως συνεργαζόμενο πλάτος για έναν διατμητικό τοίχο, υπό τον όρον ότι η σύνδεση του διατμητικού τοίχου με τον εγκάρσιο είναι ικανή να αναλάβει την αντίστοιχη δρώσα τέμνουσα, και υπό τον όρον ότι ο εγκάρσιος τοίχος δεν θα υποστεί λυγισμό εντός του θεωρούμενου συνεργαζόμενου τμήματός του

(3) Το μήκος οποιουδήποτε εγκάρσιου τοίχου, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως συνεργαζόμενο (βλέπε Σχήμα 5B-2), 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



Σχήμα 5A-2: Συνεργαζόμενα πλάτη διατμητικών τοίχων σε περίπτωση μονολιθικής σύνδεσης από EN1996-1-1



Σχήμα 5A-3: Το άνοιγμα έχει διαστάσεις μικρότερες από  $h/4$  ή  $l_s/4$  και έτσι συμπεριλαμβάνεται στο συνεργαζόμενο πλάτος

- το ήμισυ του καθαρού ύψους,  $h$

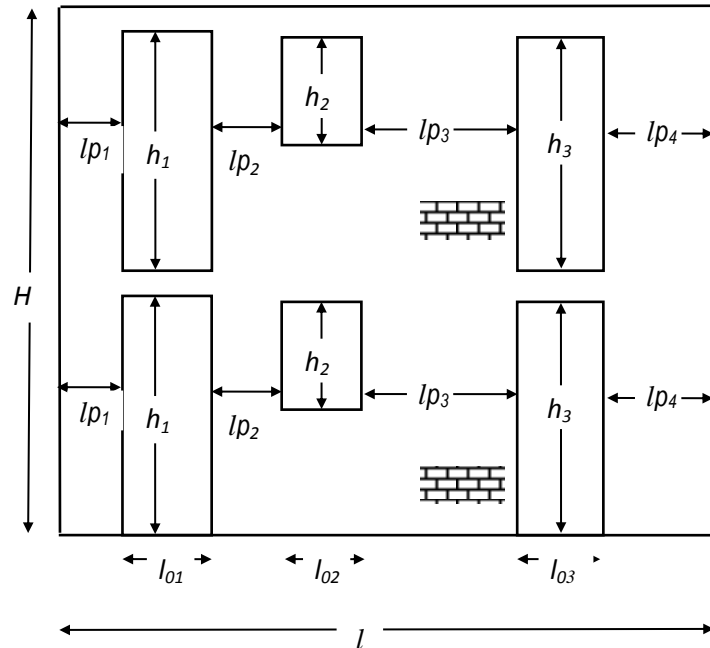
- έξι φορές το πάχος του διασταυρούμενου τοιχώματος,  $t$ .

(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.

(6) Στην περίπτωση ασύμμετρης διατάξεως των τοίχων σε κάτοψη ή όταν για οποιονδήποτε άλλο λόγο η οριζόντια δύναμη ασκείται εκκέντρως ως προς το κέντρο δυσκαμψίας του κτιρίου με απαραμόρφωτα πατώματα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνέπειες της συνακόλουθης στροφής του συστήματος επί των μεμονωμένων τοιχωμάτων (επιρροή στρέψεως).

(7) Εάν τα πατώματα δεν μπορούν να θεωρηθούν ως απαραμόρφωτα διαφράγματα (για παράδειγμα, 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



Σχήμα Σ 5-A2.1

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 κατανεμηθεί εξίσου στους τοίχους στους οποίους εδράζεται η πλάκα. Στην περίπτωση τετραερίστων πλακών η κατανομή των φορτίων στις εδράσεις των πλακών γίνεται με τον επιμερισμό του μέσω των επιφανειών επιρροής. Στην περίπτωση διέριστων 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 κατά  $45^\circ$  επιμερισμός του φορτίου στις επιφάνειες επιρροής.

(10) Η κατανομή των διατμητικών τάσεων κατά μήκος του θλιβόμενου τμήματος ενός τοίχου μπορεί να θεωρείται ομοιόμορφη.

## 5-B. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΟΥ ΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΕΥΠΑΡΑΜΟΡΦΩΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

Για κτίρια με ευπαράμορφωτα 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.

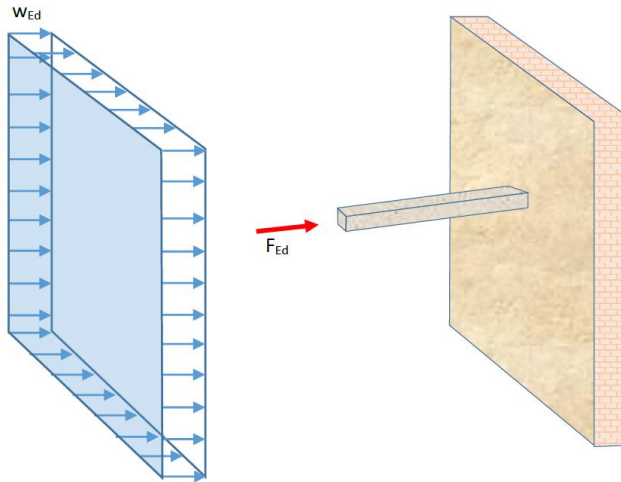
Η σεισμική τέμνουσα κατανέμεται στους τοίχους που βρίσκονται παράλληλα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση της σεισμικής δράσης. Τοίχοι που βρίσκονται υπό κλίση προς τον άξονα της σεισμικής δράσης λαμβάνονται υπόψη κατά την διάταξη 5-A.1.1. Για τον υπολογισμό της διατμητικής τάσης που προκαλεί στους πεσσούς η σεισμική τέμνουσα θα λαμβάνεται ως ενεργό εμβαδόν μόνο το τμήμα που βρίσκεται μέσα στην θλιβόμενη περιοχή όπως ορίσθηκε στην Παράγραφο 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  $w_{Ed}$ :

$$w_{Ed} = S_e(T_c) \cdot B \cdot C_m / g \quad (5.13\alpha)$$

όπου,

Το  $B$  υπολογίζεται ως το γινόμενο του ειδικού βάρους της τοιχοποιίας (σε  $kN/m^3$ ) επί το πάχος του τοίχου,  $t$  (σε  $m$ )



$S_e(T_c)$  = η φασματική επιτάχυνση (από την Παρ. 3.2.2.2 του EC8-I (2004))

$B$  = το ίδιο βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου (σε  $\text{kN/m}^2$ ).

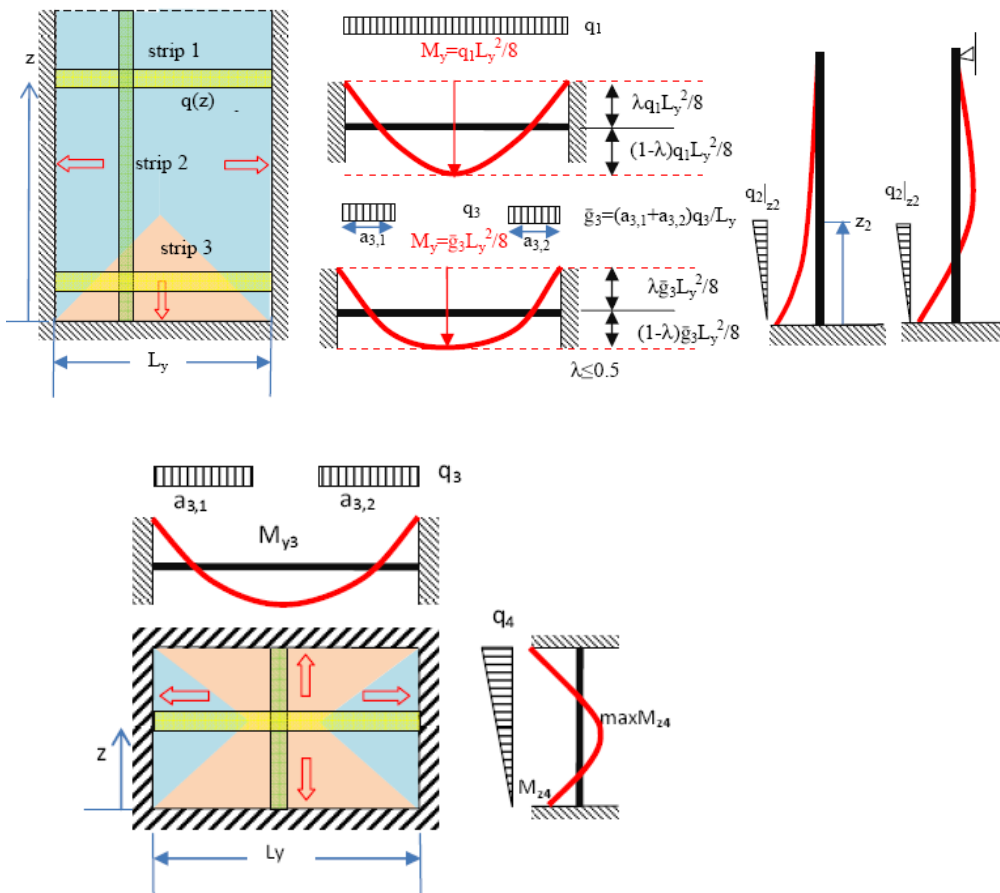
Ο συντελεστής δρώσας μάζας,  $C_m$ , ορίζεται στην Παρ. 5.4.4.

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. Οι δυνάμεις αυτές ασκούνται κάθετα προς τον τοίχο στην στάθμη του πατώματος και το μέγεθός τους είναι

$$F_{ed} = S_e(T_c) \cdot C_m \cdot M_{dia} \quad (5.13b)$$

Όπου  $M_{dia}$  είναι η επιμεριζόμενη μάζα του οριζοντίου διαφράγματος που στηρίζεται από τον υπό μελέτη τοίχο.

**Σχήμα Σ 5-B.1 : Δυνάμεις που ασκούνται στον εγκάρσιο τοίχο**



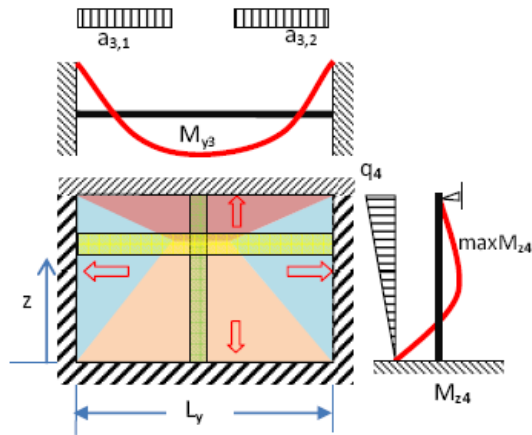
Σχήμα Σ 5- Β.2 (συνεχίζεται)

Η επίλυση των εγκάρσιων τοίχων έναντι του εγκάρσιου φορτίου  $w_{Ed}$  και  $F_{ed}$  μπορεί να γίνεται με την μέθοδο των λωρίδων. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν άλλες μέθοδοι προερχόμενες από την θεωρία πλακών, όπως η θεωρία των γραμμών διαρροής, είτε σύμφωνα με τους πίνακες του EC6 – 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.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται οι τιμές των πινάκων του EC6, οι ροπές θα αυξάνονται κατόπιν διαίρεσης της τιμής:

- με τον λόγο του συνολικού μήκους των πεσσών  $\Sigma \ell_i$  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 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  $w_u/w_{Ed}$



**Σχήμα Σ 5- Β.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 «ανεκτή επιτάχυνση»), υπολογίζεται από την τιμή του φάσματος απόκρισης  $S_e(T)$ , μειωμένη σύμφωνα με την σχέση:

$$S_e^{fail} = S_e(T) w_u / w_{Ed} \quad (\Sigma.5.10)$$

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

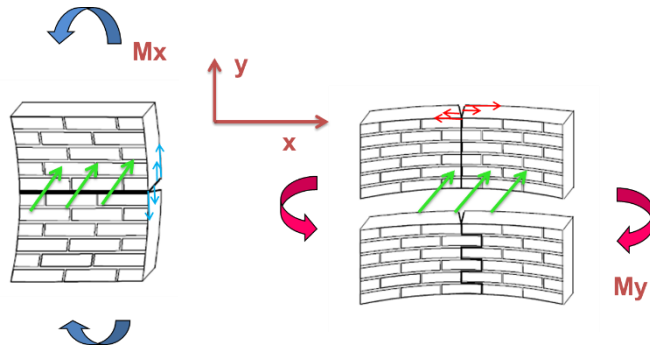
$w_{Ed}$  το σεισμικό φορτίο που αντιστοιχεί στην  $S_e(T)$  (Εξ. 5.13)

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:

i) Η επιρροή των στρώσεων στεγάνωσης ή άλλων «ασυνεχειών».

ii) 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 κατανεμημένη, 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.



Σχήμα 5B.3

Τιμές του συντελεστή ροπών,  $\alpha_1, \alpha_2$  μπορούν να ληφθούν από το Παράρτημα Ε του EN 1996-1-1 για μονούς τοίχους με πάχος μικρότερο ή ίσο των 250mm όπου

$$\alpha_1 = \mu \alpha_2$$

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 EN1996-1-1 ως εξής:

i) όταν το επίπεδο αστοχίας είναι παράλληλο στους οριζόντιους αρμούς,

$$M_{Ed1} = \alpha_1 \cdot w_{Ed} \cdot l^2 \quad \text{ανά μονάδα μήκους του τοίχου}$$

ή

ii) όταν το επίπεδο αστοχίας είναι κάθετο προς τους οριζόντιους αρμούς,

$$M_{Ed2} = \mu \cdot \alpha_2 \cdot w_{Ed} \cdot l^2 \quad \text{ανά μονάδα ύψους του τοίχου}$$

όπου:

$\alpha_1, \alpha_2$  είναι συντελεστές οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τον λόγο, «μ», τον βαθμό ενδοσιμότητας κατά μήκος των πλευρών του τοίχου, καθώς και τον λόγο του ύψους προς το μήκος των τοίχων.

$l$  είναι το μεταξύ στηρίξεων καμπτόμενο μήκος του τοίχου

$w_{Ed}$  είναι το εγκάρσιο φορτίο σχεδιασμού ανά μονάδα επιφανείας

$\mu$  είναι ο λόγος μεταξύ των καμπτικών αντοχών σχεδιασμού της τοιχοποιίας κατά δύο κύριες διευθύνσεις,  $f_{xd1} / f_{xd2}$ , (βλέπε 3.6.3), ή  $f_{xd1,app} / f_{xd2}$ , (βλέπε 6.3.1(4)), ή  $f_{xd1} / f_{xd2,app}$ , (βλέπε 6.5.2(9)).

- 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 (26/9/2018) ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τοιχοποιία ως υλικό νοείται ως αποτελούμενη (i) από λιθοσώματα, (ii) από δομικό κονίαμα κατά τους αρμούς, καθώς και (iii) από τυχόν «οπλισμούς», δηλαδή ραβδόμορφα (συνήθως ξύλινα) στοιχεία εντός του σώματος της τοιχοποιίας κατά την διεύθυνση του μήκους των τοίχων. Διαζώματα, ξυλοδεσιές, περισφίγγεις, μανδύες, κ.λπ. θεωρούνται ότι ανήκουν στο δομητικό σύστημα, εξαιτίας του οποίου ενδέχεται να μεταβάλλονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας ως υλικού.

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, καθαυτήν, και
- συμπεριφοράς επιμέρους δομικών στοιχείων από τοιχοποιία, εντεταγμένων μέσα σε ένα ευρύτερο δομητικό σύστημα, όπως περιγράφονται πιο κάτω.

-

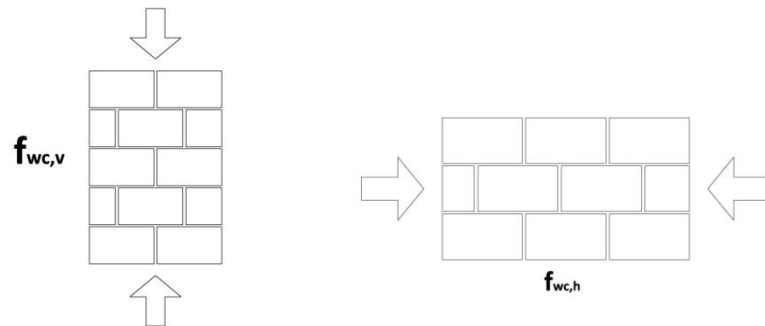
#### 6.1.1 ΚΡΙΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΩΣ ΥΛΙΚΟΥ

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).

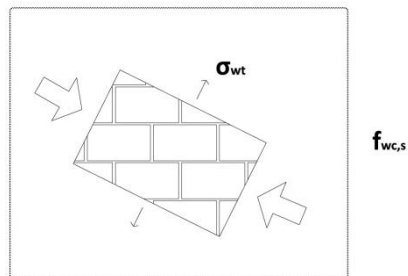
##### 6.1.1.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Οι ορθοτροπικές ιδιότητες της τοιχοποιίας επιβάλλουν αυτήν την διάκριση.



Σχήμα Σ1 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.



Σχήμα Σ2 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.

(α) Αντοχή τοιχοποιίας σε θλίψη

(i) κατά την κατακόρυφη διεύθυνση,  $f_{wc,v}$

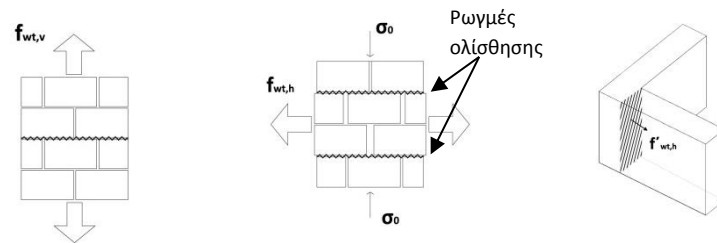
(ii) κατά την οριζόντια διεύθυνση,  $f_{wc,h}$  (περιλαμβάνεται και η αντοχή σε τοπική θλίψη,  $f_{wc,l}$ , από αγκύρωση ελκυστήρα), και

(iii) κατά λοξή διεύθυνση,  $f_{wc,s}$ , (με σύγχρονη παρουσία εγκάρσιων εφελκυστικών τάσεων).

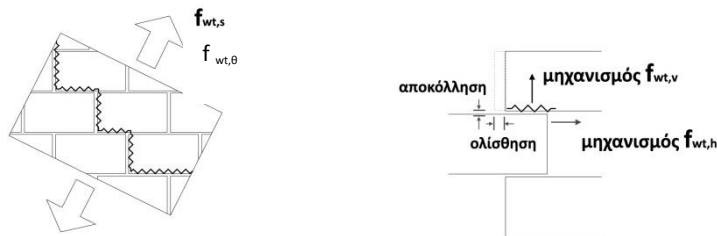
(β) Αντοχή τοιχοποιίας σε εφελκυσμό

(i) κατά την κατακόρυφη διεύθυνση,  $f_{wt,v}$ ,

(ii) κατά την οριζόντια διεύθυνση,  $f'_{wt,h}$  (εντός του επιπέδου τοιχώματος) ή  $f_{wt,h}$  (κατά την δυναμική αποσύνδεση εγκάρσιων



Σχήμα Σ3 Αστοχία τοιχοποιίας υπό κατακόρυφο εφελκυσμό, υπό οριζόντιο εφελκυσμό, στην σύνδεση τοίχων υπό γωνία



Σχήμα Σ4 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.

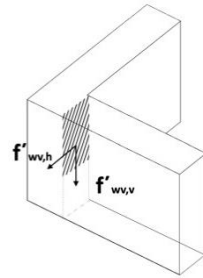
τοιχωμάτων), και

(iii) κατά λοξή διεύθυνση,  $f_{wt,\theta}$

(γ) Αντοχή τοιχοποιίας σε διάτμηση

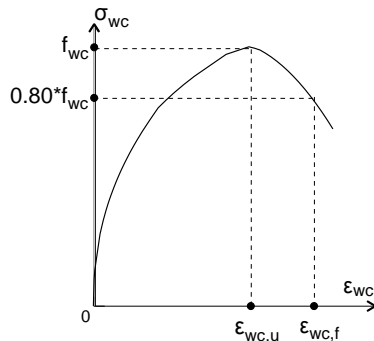
(i) Διολίσθηση κατά μήκος περίπου οριζόντιας στρώσης λιθοσωμάτων,

(ii) Εφελκυστική λοξή ρηγμάτωση σε τοιχωματικό στοιχείο υπό ετερόσημη επίπεδη ένταση [βλ. §6.1.1.1α(iii)], παρουσία τέμνουσας.



Σχήμα Σ5 Αστοχία στην σύνδεση τοίχων

Πρόκειται για την αντίσταση αγκύρωσης σπλισμών ή για την αντίσταση ολίσθησης στην διεπιφάνεια τοιχοποιίας και μανδύα από διάφορα υλικά.



Σχήμα Σ6 Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τοιχοποιίας υπό θλίψη (σηματικό)

(iii) Ολίσθηση κατά μήκος τμήματος της κατακόρυφης επιφάνειας σύνδεσης εγκάρσιων τοίχων,

(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.

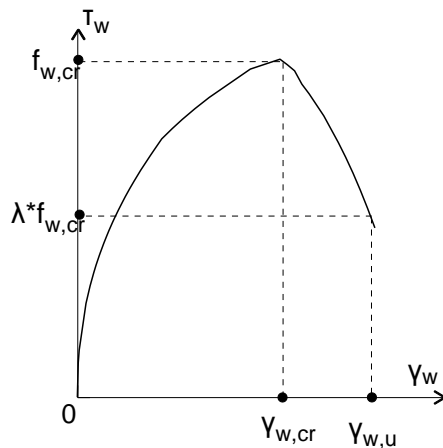
(β) Σε επίπεδη ετερόσημη ένταση: Παραμόρφωση  $\epsilon'_{wc,u}$  που αντιστοιχεί στην αντοχή  $f_{wc,s}$  (§6.1.1.1.α.III).

(γ) Η παραμορφωσιακή ικανότητα που αντιστοιχεί στην εφελκυστική

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.

Γ' αυτήν την μορφή, δεν υπάρχει σαφής τιμή γωνιακής παραμόρφωσης αστοχίας, επειδή η αντίσταση τριβής μετά την διολίσθηση παραμένει πρακτικώς σταθερή για μεγαλύτερες τιμές επιβαλλόμενης παραμόρφωσης.



Σχήμα Σ7 Διάγραμμα τάσεων-γωνιακών παραμορφώσεων τοιχοποιίας (σηματικό)

Ο βαθμός βλάβης είναι δυνατόν να εκφράζεται ως συνολικό άθροισμα

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.Ι)

(ii) Γωνιακή παραμόρφωση σε τοιχωματικό στοιχείο υπό ετερόσημη επίπεδη ένταση (§6.1.1.1.γ.ΙΙ):

- την στιγμή της ρηγμάτωσης,  $\gamma_{w,cr}$

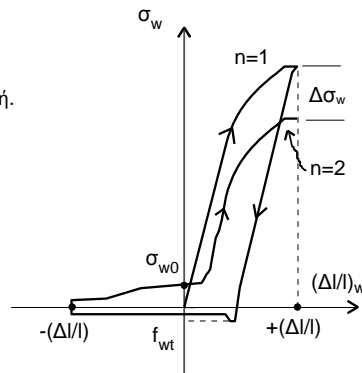
- μετά την εμφάνιση λοξών ρωγμών δεδομένου αποδεκτού βαθμού βλάβης,  $\gamma_{w,u}$ .



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, όπως στην περίπτωση των άκρων τοιχώματος υπό κάμψη εντός του επιπέδου του, ή της μεσαίας περιοχής διατεμνόμενου τοιχώματος (εναλλαγή λοξού θλιπτήρα/ελκυστήρα).

Η θλίψη θεωρείται θετική.



Σχήμα Σ8 Διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων τοιχοποιίας υπό ετερόσημη ένταση-θλίψη/εφελκυσμός (σχηματικό)

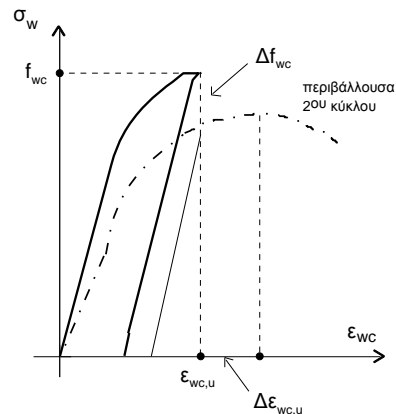
(ε) Κρίσιμες τιμές εξόλκευσης αγκυρούμενου «οπλισμού» (ξύλινου, σιδηρού, πολυμερικού).

Κρίσιμες σχετικές ολισθήσεις τοιχοποιίας και «μανδυών» από ποικίλα υλικά.

### 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.

Λόγω της σχετικώς μικρής τιμής της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας, επιτρέπεται συνήθως να θεωρείται η κατάσταση επαναλαμβανόμενης θλιπτικής τάσης, ενώ στον σχεδιασμό λαμβάνεται



Σχήμα Σ9 Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τοιχοποιίας υπό επαναλαμβανόμενη θλίψη (σχηματικό)

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 περίσφιξης, κυρίως όταν τα οριζόντια διαζώματα συνδυάζονται με ισχυρές (κατακόρυφες) παραστάδες ανοιγμάτων.
- Ανακατανομή της έντασης και αντίστοιχη δυνατότητα πλάστιμης συμπεριφοράς κρίσιμων περιοχών τοιχοποιίας
- Δυνατότητα λειτουργίας λοξών θλιπτήρων μικρότερου μήκους, οι οποίοι απολήγουν στα περιθωρώματα
- Αύξηση θλιβόμενου πέλματος στο κάτω άκρον στοιχείου τοιχοποιίας, μέσω συνεργαζόμενου πλάτους εγκάρσιου τοίχου
- Τριαξονική θλιπτική λειτουργία (αύξηση αντοχής και κρίσιμης

υπ' όψη η εξασθένηση απόκρισης  $\Delta f_{wc}$  μετά τον δεύτερο κύκλο, καθώς και η συνακόλουθη μικρή αύξηση  $\Delta \varepsilon_{wc,u}$  της κορυφαίας παραμορφωσιμότητας.

#### 6.1.2 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΕΝΤΟΣ ΔΟΜΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ένα δομητικό σύστημα συνίσταται από τοιχοποιία (άοπλη ή οπλισμένη με ξύλινες «ράβδους»), διατεταγμένη μέσα σε ένα σύνολο το οποίο επηρεάζει την συμπεριφορά της τοιχοποιίας, μεταβάλλοντας εν μέρει τα μηχανικά χαρακτηριστικά της ως υλικού.

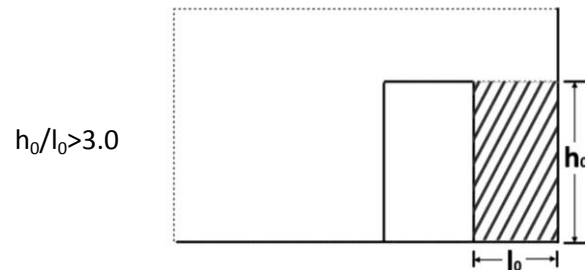
Το δομητικό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει:

- διαζώματα (από διάφορα υλικά) συνδεδεμένα μεταξύ τους κατά την συνάντηση εγκάρσιων τοίχων
- διαφράγματα (ή και στέγες με δυνατότητα διαφραγματικής λειτουργίας)
- ανοίγματα ενισχυμένα με πλαίσιο από διάφορα υλικά (περιλαμβανομένων και λαξευτών λιθοσωμάτων)
- συνδέσεις εγκάρσιων τοίχων, έναντι αποκόλλησης και έναντι διατμητικής απόσχισης
- μεταλλικές περισφίξεις πεσσών, καθώς και

παραμόρφωσης

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 βαθμό αβεβαιότητας που το συνοδεύει, εκπεφρασμένον αριθμητικώς μέσω αντίστοιχων συντελεστών αβεβαιότητας « $\gamma_{Ed}$ » και « $\gamma_{Rd}$ ».



Σχήμα Σ10 Ορισμός επί μέρους δομικού στοιχείου εντός πετάσματος

- 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

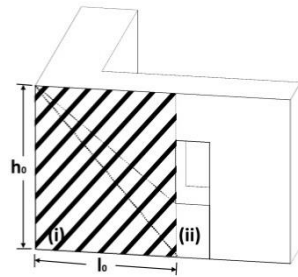
Προκειμένου να διευκολυνθεί η εκτίμηση των πιο πάνω μεταβολών στα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας, είναι σκόπιμη η (κατ' αδρομερή, έστω προσέγγιση) διάκριση επιμέρους δομικών στοιχείων τοιχοποιίας («ΕΔΟΣΤ») τα οποία συμμετέχουν σε ένα δομητικό σύστημα.

Έτσι, ενδεικτικώς, είναι δυνατή η ακόλουθη διάκριση

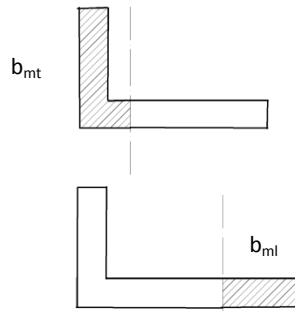
(α) Μεγάλου λόγου διάτμησης κατακόρυφα στοιχεία με αμφίβολη σύνδεση εγκάρσιου τοίχου. Τέτοια στοιχεία («πεσσοί») συμπεριφέρονται ως υποστυλώματα με αξονική και διατμητική ένταση.

(β) Μέσου λόγου διάτμησης κατακόρυφα στοιχεία:

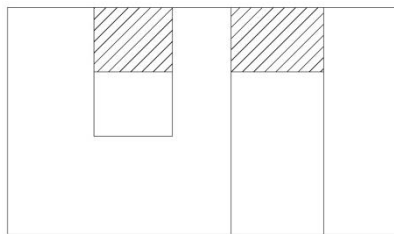
- Με βάση απολήγουσα σε σύνδεση με εγκάρσιον τοίχο (με συνεργαζόμενο σε θλίψη πλάτος  $b_{mt}$ ) ή σε συνέχιση της τοιχοποιίας σε ένα λιγότερο φορτισμένο στοιχείο που προσφέρει συνεργαζόμενο σε θλίψη πλάτος  $b_{mi}$ .
- Με κορμό του οποίου είναι δυνατόν να ληφθεί υπόψη εκείνη η οριακή



διατμητική παραμόρφωση μετά από διαγώνια ρηγμάτωση η οποία θα δίνει τα δυσμενέστερα αποτελέσματα.



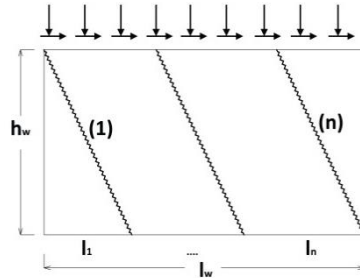
Σχήμα Σ11 Ορισμός συνεργαζόμενου μήκους εγκάρσιου προς τον εξεταζόμενο τοίχου



Σχήμα Σ12 Υπέρθυροι δίσκοι μικρού λόγου διατμήσεως

(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.

Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα δεδομένα, το πλήθος «n» αυτών των επιμέρους τοιχοστοιχείων επιτρέπεται να εκτιμάται μέσω της έκφρασης (Σ6.1)



Σ13 Σχηματική μορφολογία ρηγματώσεως τοίχου μεγάλου μήκους

$$\left[ \frac{3 l_w}{4 h_w} \right]_{max.int} \leq n \leq \left[ \frac{3 l_w}{2 h_w} \right]_{min.int} \quad (\Sigma 6.1)$$

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 δομήσεως είναι πολύ χαμηλότερα από εκείνα των λιθοσωμάτων. Εξάιρεση αποτελούν οι ωμοπλινθοδομές, στις οποίες τα

(δ) Σχετικώς στερροί τοίχοι μεγάλου μήκους: Επειδή η λοξή ρηγματώση εμφανίζεται πρακτικώς μόνον υπό γωνίες 35° έως 60° 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.

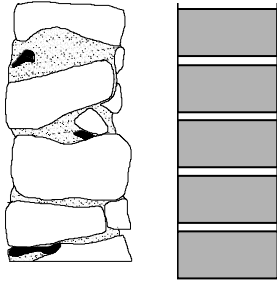
## 6.2 Η ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ

Αυτή η παράγραφος αναφέρεται σε τοιχοποιία η οποία συντίθεται αποκλειστικώς από λιθοσώματα και κονίαμα.

### 6.2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ ΑΠΟ ΘΛΙΨΗ

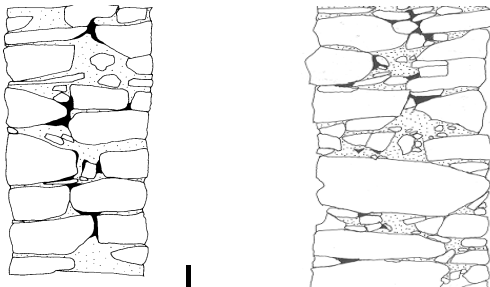
Η μορφολογία ρηγματώσεως μιας τοιχοποιίας υποβαλλόμενης σε θλιπτικά φορτία εξαρτάται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά των συνιστώντων υλικών, καθώς και από τον τρόπο δομήσεως της τοιχοποιίας, τόσο κατά τις όψεις της, όσο και κατά το πάχος της, όπως

μηχανικά χαρακτηριστικά όλων των υλικών είναι συγκρίσιμα.



Σχήμα Σ14: Μονόστρωτες τοιχοποιίες

Σ' αυτήν την περίπτωση, η τοιχοποιία εμφανίζει μειωμένη ανισοτροπία και η αστοχία της εκδηλώνεται υπό μορφή παρόμοια με εκείνη του σκυροδέματος χαμηλής αντοχής.



Σχήμα Σ15: Δίστρωτες τοιχοποιίες

περιγράφεται στις ακόλουθες παραγράφους:

(α) Μονόστρωτη τοιχοποιία: Η αστοχία εκδηλώνεται με περίπου κατακόρυφες ρωγμές στις όψεις της τοιχοποιίας, οι οποίες διαπερνούν τους αρμούς του κονιάματος, ή και τα λιθοσώματα.

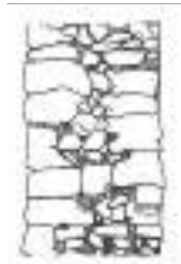
Εξαιρέση αποτελούν οι ωμοπλινθοδομές, στις οποίες η αστοχία ενδέχεται να εκδηλωθεί με την εμφάνιση δισδιαγώνιων ρωγμών από θλίψη.

(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 τοιχοποιία διαθέτει διάτονα λιθοσώματα, τα οποία συνδέουν τις δυο παρειές, 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, η κατακόρυφη ρωγμή κατά το πάχος της τοιχοποιίας διαπερνά τον κατακόρυφο αρμό του ενδιάμεσου κονιάματος.

Στην περίπτωση των λιθοδομών, συχνά, η εξωτερική παρειά είναι καλύτερα δομημένη από την εσωτερική (π.χ. με μεγαλύτερους ημιλάξευτους λίθους και με μικρότερο συνολικό όγκο κονιάματος από ό,τι στην εσωτερική παρειά, η οποία συνήθως είναι αργολιθοδομή).



Σχήμα Σ16: Τρίστρωτη τοιχοποιία

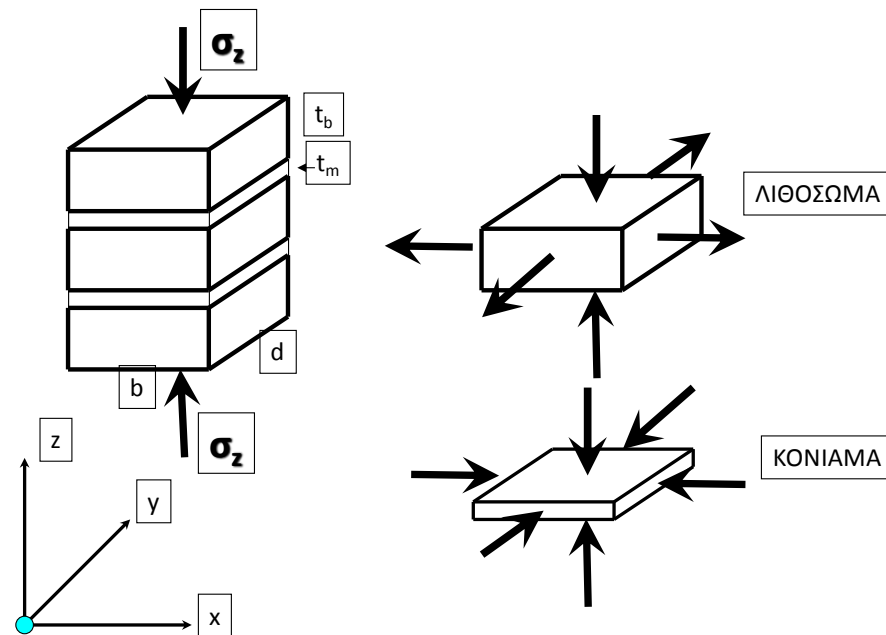
Το υλικό πληρώσεως αποτελείται από τεμάχια λίθων ή/και πλίνθων αναμεμιγμένων με κονίαμα (συνήθως, ίδιο με το κονίαμα δομήσεως) και διαστρώνεται ανά διαστήματα καθ' ύψος, χωρίς συμπύκνωση. Έτσι, πρόκειται συχνότατα για σχετικώς χαλαρό υλικό με μεγάλο ποσοστό κενών και με πολύ πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά.

Δεν αποκλείεται, πάντως, η περίπτωση ενδιάμεσου γεμίματος αποτελούμενου από μεγαλύτερου μεγέθους λίθους και καλής ποιότητας κονίαμα.

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 μιάς 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 παρειών είναι διαφορετικά, οπότε, προκύπτει εκκεντρότητα του (έστω και γεωμετρικώς κεντρικού) θλιπτικού φορτίου.

(γ) Τρίστρωτη τοιχοποιία: 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



Σχήμα Σ17: Η Μηχανική της μονόστρωτης τοιχοποιίας υπό κατακόρυφη θλίψη.

### ΘΛΙΨΗ

Ο τρόπος αστοχίας μιας άοπλης τοιχοποιίας, ο οποίος καθορίζει και την θλιπτική της αντοχή, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες γεωμετρίας και Μηχανικής, οι οποίοι περιγράφονται λεπτομερώς στις παραγράφους που ακολουθούν.

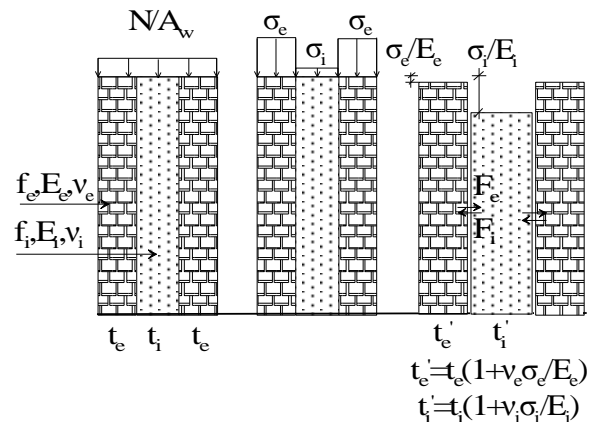
Σ' αυτήν την παράγραφο, ο τρόπος αστοχίας περιγράφεται με ποιοτικό τρόπο, κατ' αντιστοιχία προς την μορφολογία ρηγματώσεως η οποία περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο 6.2.1.

(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. 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).



Δεδομένου του σχετικώς 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 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.



Σχήμα Σ18: Η Μηχανική της τρίστρωτης τοιχοποιίας υπό κεντρική θλίψη

(β) Δίστρωτη τοιχοποιία: Όταν οι δυο παρειές της τοιχοποιίας συνδέονται με διάτονα λιθωσώματα, ο μηχανισμός αστοχίας της τοιχοποιίας είναι παρόμοιος με εκείνον της απλής τοιχοποιίας.

Όταν οι δυο παρειές είναι δομημένες ανεξάρτητες, χωρίς σύνδεση μέσω διάτονων λιθωσμάτων, 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 πληρώσεως 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 του επιπέδου τους δράση. Η αστοχία της τοιχοποιίας οφείλεται σε θλίψη υπό ταυτόχρονη εκτός επιπέδου κάμψη των εξωτερικών της παρειών.

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 ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ**

(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

(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

αντοχής τις οποίες υπολογίζουν θεωρούνται ότι είναι μέσες τιμές, βασίζονται δε σε εκτιμώμενες μέσες τιμές αντοχής λιθοσωμάτων και κονιάματος. Ο χειρισμός των υπολογιζόμενων τιμών θλιπτικής αντοχής από απόψεως αξιοπιστίας, περιλαμβάνεται στην παράγραφο 4.5.3.1.

Ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

(α) Καλοδομημένη οπτοπλινθοδομή:

$$f_{wc} = [f_{mc} + 0,40(f_{bc} - f_{mc})](1 - 0,8\sqrt[3]{\alpha}), f_{bc} > f_{mc} \quad (\Sigma 6.1)$$

$$f_{wc} = f_{bc}(1 - 0,8\sqrt[3]{\alpha}), f_{bc} < f_{mc} \quad (\Sigma 6.2)$$

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:

$$f_{wc} = \xi \left[ \frac{2}{3} \sqrt{f_{bc}} - f_0 \right] + \lambda f_{mc} \quad (\Sigma 6.3)$$

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

ακριβή προσομοιώματα υπολογισμού της θλιπτικής αντοχής, οι σχέσεις 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 Η ΔΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ

Η θλιπτική αντοχή μονόστρωτης λιθοδομής ή οπτοπλινθοδομής, καθώς και η θλιπτική αντοχή δίστρωτης τοιχοποιίας με 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.

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 ημικανονικούς 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 (Σ6.3) 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 αντιπροσωπευτικές τιμές (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 παράγραφο 4.5.3.1.

#### 6.2.4.2 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΣΤΡΩΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΤΟΝΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ

Ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορεί να χρησιμοποιούνται οι σχέσεις Σ6.1, Σ6.2 και Σ6.3.

Ελλείψει άλλων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι σχέσεις Σ6.1, Σ6.2 και Σ6.3.

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 παράγραφο 4.5.3.1.

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

Όταν η τοιχοποιία είναι δίστρωτη και οι δυο παρειές της δεν συνδέονται με διάτονα λιθοσώματα, 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.

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,

σχέση:

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} [\lambda_e (\delta_{e1} f_{c,e1} + \delta_{e2} f_{c,e2}) + \lambda_i f_{c,i}] : (1 + \delta_{e1} + \delta_{e2})$$

(Σ6.4)

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. Σχ. Σ5), καθώς και την αύξηση της θλιπτικής αντοχής του υλικού πληρώσεως λόγω της ευνοϊκής περίσφιγξης 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 ( $f_{wc,s}$ , §6.1.1.1.α.III) μπορεί να λαμβάνεται ίση με το 60% της αντοχής της υπό κατακόρυφη θλίψη.

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

δ, 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

(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

Θλιπτική τάση ίση με το 30% της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας κυμαίνεται από  $300f_c$  έως  $1200f_c$ . 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. §3.6.6).

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:  $\varepsilon_u = 0,002-0,003$  ( $f_c = 1,0-3,0 \text{ MPa}$ )

(ii) Οπτοπλινθοδομή από συμπαγείς οπτοπλίνθους:  $\varepsilon_u = 0,004$  ( $f_c = 3,0-8,0 \text{ MPa}$ )

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 δομήμα 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,  $\varepsilon_u$ , η οποία αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται από μεγάλο πλήθος γεωμετρικών (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.



- (iii) Οπτοπλινθοδομή από ορθότρυπα λιθοσώματα:  $\varepsilon_u = 0,0015-0,0035$   
( $f_c=2,0-3,0$  MPa)  
(iv) Τρίστρωτη λιθοδομή:  $\varepsilon_u = 0,0015$  ( $f_c=2,0$ MPa).

Το τελικό τέμνον μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας (επιβατικό μέτρο) είναι ίσο με τον λόγο της θλιπτικής αντοχής προς την ανηγμένη παραμόρφωση αστοχίας.

Τα τυπολογικά χαρακτηριστικά του συστήματος των ξυλοδεσιών εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία, τόσο κατά την διάταξη των ξύλινων στοιχείων καθ' ύψος των κτηρίων (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).

Στην περίπτωση της ξυλωπλισμένης τοιχοποιίας, τα διάσπαρτα ξύλινα στοιχεία λειτουργούν (υπό όρους) ως οπλισμός διατμήσεως. Ο τρόπος και οι προϋποθέσεις για τον υπολογισμό της συμβολής του ξυλοπλισμού περιλαμβάνονται στην §7.2.4.

Η ευμενής επιρροή των ξυλοδεσιών στα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας προϋποθέτει ότι είναι διατεταγμένες στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης και επί πλέον σε μια τουλάχιστον ακόμη ενδιάμεση στάθμη.

(ε) Το διάγραμμα τάσεων-ανηγμένων παραμορφώσεων της τοιχοποιίας υπό θλίψη μπορεί να λαμβάνεται παραβολικό.

### 6.3 ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ ΜΕ ΞΥΛΟΔΕΣΙΕΣ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ

Ξυλοδεσιές ονομάζονται οριζόντιες διατάξεις από συνεχή ξύλινα διαμήκη στοιχεία, τα οποία διατάσσονται σε ολόκληρο το μήκος των (περιμετρικών και ενδιάμεσων) φερόντων τοίχων. Τα διαμήκη ξύλινα στοιχεία ματίζονται σε διάφορες θέσεις κατά το μήκος των τοίχων και συνδέονται στις συναντήσεις των τοίχων με τα αντίστοιχα ξύλινα στοιχεία. Όταν διατάσσονται τουλάχιστον δυο διαμήκη ξύλινα στοιχεία κατά το πάχος των τοίχων, αυτά συνδέονται κατά την εγκάρσια έννοια (κατά το πάχος του τοίχου) με ξύλινα στοιχεία, τα οποία διατάσσονται ανά αποστάσεις.

Οι ξυλοδεσιές διακρίνονται από την ξυλωπλισμένη τοιχοποιία, η οποία περιέχει ασύνδετες και ενδεχομένως ασυνεχείς ράβδους, οπουδήποτε στο σώμα της τοιχοποιίας.

(α) Οι ξυλοδεσιές οδηγούν σε μικρή αύξηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας.

Η παρουσία 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, μπορεί να λαμβάνεται η κορυφαία θλιπτική παραμόρφωση,  $\epsilon_u$  έως και τριπλάσια της τιμής που αντιστοιχεί στην άοπλη τοιχοποιία του ίδιου τύπου, υπό τον όρον ότι διατίθεται τουλάχιστον μια ενδιάμεση ξυλοδεσιά εντός του ύψους ενός ορόφου.

Υπενθυμίζεται ότι οι εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται στην τοιχοποιία οφείλονται σε συνδυασμό κατακόρυφης θλιπτικής δύναμης, τέμνουσας και ροπής κάμψευς. 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

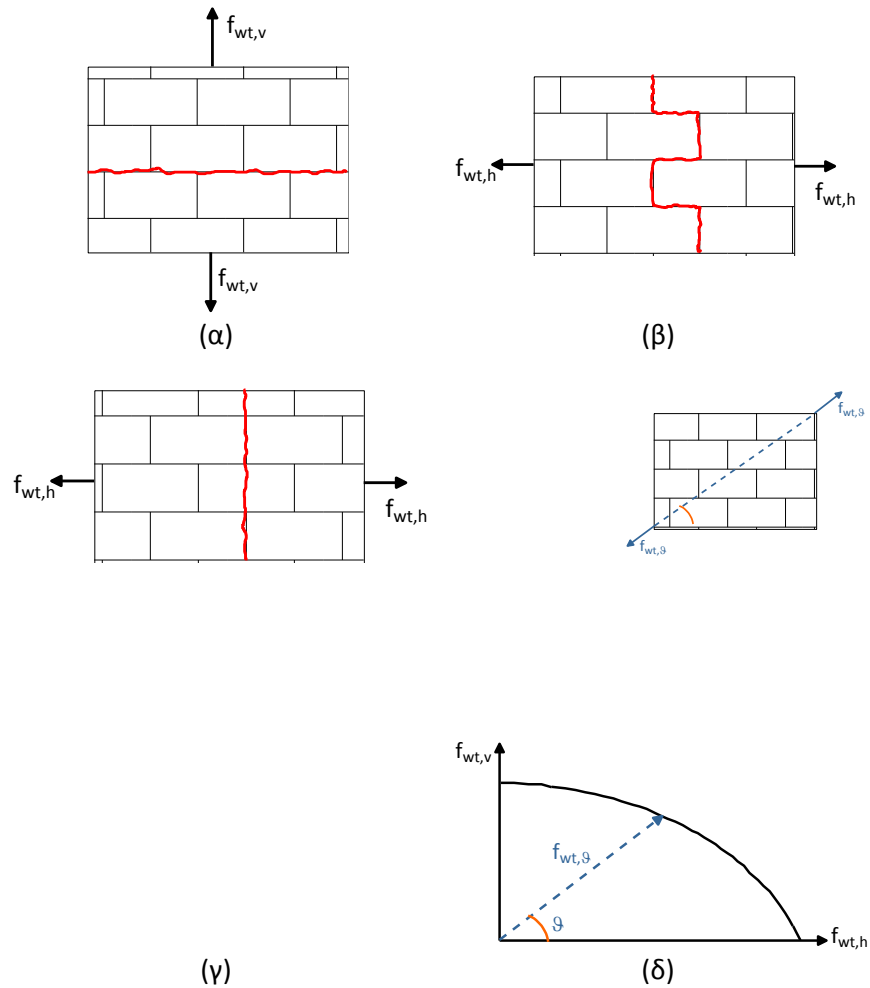
(β) Οι ξυλοδεσιές οδηγούν σε σημαντική αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας υπό θλίψη.

#### 6.4. 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.

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.

τιμές εφελκυστικής αντοχής.



| Σχήμα Σ19: 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. §6.5β), 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 διάτονα λιθοσώματα. Στην περίπτωση, όμως, τρίστρωτης τοιχοποιίας, ή δίστρωτης χωρίς διάτονα λιθοσώματα, η ροπή αντοχής εξαρτάται από το

(β) Εν γένει, η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δεν λαμβάνεται υπ' όψη στην αποτίμηση και στον ανασχεδιασμό των δομημάτων, εκτός απ' την περίπτωση στάθμης επιτελεστικότητας «Α».

#### **6.5 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 διάτονα λιθοσώματα τοιχοποιίας αμελείται, γίνεται παραδοχή αδρανούς περιοχής, η δε ροπή

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.

Η γωνία κλίσεως των ρωγμών εξαρτάται από το μέγεθος του ταυτόχρονου θλιπτικού φορτίου. Λόγω ανακυκλιζόμενων δράσεων

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:

$$M_R = \frac{1}{2} l t_w^2 \sigma_0 \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_c} \right) \quad (6.2)$$

όπου,

$\sigma_0$  ( $=N/l t_w$ ) η μέση θλιπτική τάση λόγω αξονικής δράσεως στην διατομή ελέγχου,

$l$  και  $t_w$  το μήκος και το πάχος της διατομής και  $f_c$  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 εφελκυόμενη ίνα, με την αντιστοιχη 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 εφελκυόμενη 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

## 6.6 ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΥΠΟ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

### 6.6.1 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

(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 ρηγματώσης 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.

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 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 διατμητική αντοχή επιστρατεύεται μόνον κατά μήκος της θλιβόμενης ζώνης,  $l_c$ , 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 κτηρίων με ιστορική/αρχιτεκτονική αξία, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη κατάλληλη (αυξημένη) τιμή του συντελεστή τριβής, βάσει της βιβλιογραφίας.

Η επιρροή διαφόρων τεχνικών επέμβασης στην φέρουσα ικανότητα δομικών στοιχείων από τοιχοποιία (π.χ. η επιρροή του ωπλισμένου επιχρίσματος) εξετάζεται σε επόμενη παράγραφο.

Αυτή η μέθοδος επέμβασης είναι αποτελεσματική μόνο στην περίπτωση

### 6.6.2 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  $0,065f_b$ , όπου  $f_b$  η μέση θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων.

### 6.7 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Σ' αυτήν την παράγραφο εξετάζεται η θετική επιρροή διαφόρων τεχνικών επέμβασης στα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού- τοιχοποιία.

#### 6.7.1 ΒΑΘΥ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑ

Το βαθύ αρμολόγημα θεωρείται μέθοδος ενίσχυσης μόνον στην

τοιχοποιιών με περιορισμένο πάχος, οπότε είναι εφικτή η αντικατάσταση σημαντικού μέρους του αρχικού κονιάματος με νέο, υψηλότερων μηχανικών χαρακτηριστικών.

Εν γένει, η τεχνική αυτή μπορεί να θεωρείται ότι συμβάλλει στην βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας, όταν το πάχος της δεν υπερβαίνει το 0,30m.

Παρά το γεγονός ότι 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.), τούτο δεν είναι απαραίτητο να είναι βαθύ, (α) διότι δεν αναμένεται να είναι αποτελεσματικό ως προς την αντοχή και (β) διότι επιβαρύνει δυσανάλογως το κόστος των επεμβάσεων στην τοιχοποιία.

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.

Συνιστάται να αποφεύγεται η μονόπλευρη εφαρμογή του αρμολογήματος.

περίπτωση κατά την οποία

(α) είναι αμφίπλευρο και

(β) εφαρμόζεται σε τοιχοποιίες περιορισμένου πάχους

Στην περίπτωση λιθοδομών, θα θεωρείται ότι αποτελεί μέθοδο επισκευής, δηλαδή, ότι αποκαθιστά τα προ της εφαρμογής του μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας.

Τα ακόλουθα ισχύουν υπό τους όρους που προηγούνται:

(α) Θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας η οποία έχει ενισχυθεί με βαθύ αρμολόγημα, εφαρμοζόμενο και στις δυο όψεις της τοιχοποιίας, μπορεί να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:



$$f_{cs} = f_{c0} \left[ 1 + k \frac{V_{new}}{V_{tot}} \right] \quad (6.5)$$

όπου,

$f_{cs}$  η θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

$f_{c0}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση

$V_{new}$  ο όγκος του κονιάματος αρμολογήματος

$V_{tot}$  ο υφιστάμενος συνολικός όγκος του κονιάματος και

$k$  εμπειρική σταθερά

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, η σταθερά,  $k$ , μπορεί να λαμβάνεται ίση με 1,50.

Για την περίπτωση τοιχοποιιών οι οποίες εμπίπτουν στους περιορισμούς της προηγούμενης παραγράφου (α), και μόνον για τους ελέγχους έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως με εφελκυσμό στους κατακόρυφους αρμούς της τοιχοποιίας, επιτρέπεται (ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων) να χρησιμοποιείται η εφελκυστική αντοχή του κονιάματος του βαθέος αρμολογήματος.

Τα διατιθέμενα πειραματικά αποτελέσματα δεν επιτρέπουν αξιόπιστη ποσοτική εκτίμηση της επιρροής αυτής στο μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας. Ενδεικτικώς αναφέρεται [1], ότι η αντικατάσταση του 35% του αρχικού κονιάματος θλιπτικής αντοχής ~1MPa με νέο, θλιπτικής αντοχής ~15MPa, οδήγησε σε αύξηση του μέτρου ελαστικότητας κατά ~70%.

(β) Εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας

Εν γένει, η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δεν λαμβάνεται υπ' όψη στους υπολογισμούς.

(γ) Μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας και παραμόρφωση αστοχίας.

Η αντικατάσταση σημαντικού μέρους του αρχικού κονιάματος, με νέο υψηλότερων μηχανικών χαρακτηριστικών, οδηγεί σε αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας. Στην περίπτωση κατά την οποία το βαθύ αρμολόγημα εφαρμόζεται σε τμήματα της τοιχοποιίας του δομήματος, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη διαφορετικά μέτρα ελαστικότητας στις διάφορες περιοχές.

Η αύξηση του μέτρου ελαστικότητας δεν επηρεάζει ουσιαστικά την ανηγμένη παραμόρφωση που αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.

Η αποτελεσματικότητα του βαθέος αρμολογήματος, σε ό,τι αφορά την αύξηση της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας, εξαρτάται σημαντικά από την ποιότητα της εφαρμογής (προσεκτική αφαίρεση υφιστάμενου κονιάματος, διαβροχή της τοιχοποιίας πριν από την εφαρμογή του νέου κονιάματος, καλή συντήρηση της τοιχοποιίας, κ.λπ).

Προϋποθέσεις για την εφαρμογή ενεμάτων και, επομένως, για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι (α) να έχει διαπιστωθεί ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας και να έχει αποδειχθεί ότι τα ενέματα αποτελούν πρόσφορο τρόπο ενίσχυσής της, (β) να έχει διαπιστωθεί το είδος των κατά χώραν υλικών, ώστε να επιλεγούν τα κατάλληλα υλικά για την σύνθεση των ενεμάτων και (γ) να έχει εκτιμηθεί ο στόχος της επέμβασης από απόψεως Μηχανικής, δηλαδή, να έχει εκτιμηθεί το στοχευόμενο ποσοστό αύξησης των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας.

(δ) Διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας

Η αντικατάσταση μέρους του κονιάματος δομήσεως της τοιχοποιίας από νέο, μπορεί να προσφέρει αυξημένη συνάφεια με τα λιθοσώματα και, επομένως, να οδηγήσει σε αύξηση του όρου  $f_{w0}$  της σχέσης (6.4).

Δεδομένων των πρακτικών δυσχερειών κατά την εφαρμογή του αρμολογήματος και της απαιτούμενων καλών συνθηκών συντήρησης, ώστε να επιτυγχάνεται αυτή η αύξηση, συνιστάται να μη λαμβάνεται υπ' όψη κατά τον σχεδιασμό της τοιχοποιίας.

#### 6.7.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

Μέσω των ενεμάτων μάζας πληρούνται τα κενά στο εσωτερικό της τοιχοποιίας. Η βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας εξαρτάται από το είδος της:

(α) στην περίπτωση δίστρων τοιχοποιιών, η βελτίωση οφείλεται στην βελτιωμένη συνάφεια μεταξύ των κατά χώραν υλικών,

(β) στην περίπτωση των τρίστρων τοιχοποιιών, η βελτίωση οφείλεται στην ενίσχυση του εσωτερικού (χαμηλής αντοχής) πυρήνα της τοιχοποιίας, καθώς και στην αύξηση της αντοχής συναφείας μεταξύ των υφιστάμενων υλικών.

##### 6.7.2.1 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΔΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

(α) Η θλιπτική αντοχή δίστρων τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μπορεί να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$f_{wcs} = f_{wc0} \left[ 1 + 0.013 \left( 100 G_{gr} / G_0 \right)^3 \right] \quad (6.6)$$

όπου,

$f_{wcs}$  η θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

$f_{wc0}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση

$G_{gr}$  το βάρος του ενέματος που εισάγεται σε τοιχοποιία βάρους  $G_0$ .

Τα ενέματα μάζας δεν επηρεάζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των εξωτερικών παρειών της τοιχοποιίας.

Υπό αυτήν την έννοια, και ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη όπου αυτό απαιτείται, εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας ίση με την προ της εφαρμογής των ενεμάτων.

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.

Ελλείψει κατάλληλων στοιχείων, συνιστάται να μην λαμβάνεται υπ' όψη αύξηση της διατμητικής αντοχής της δίστρωτης τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μάζας.

Σημειώνεται ότι αυτή η σχέση δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα για συνήθεις τρίστρωτες τοιχοποιίες, στις οποίες το υλικό πληρώσεως είναι ασθενές και έχει μεγάλο ποσοστό κενών (περίπου 35%-50%).

(β) Εφελκυστική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας  
Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μάζας λαμβάνεται ίση με εκείνην προ της εφαρμογής τους.

(γ) Μέτρο ελαστικότητας της ενισχυμένης τοιχοποιίας  
Θεωρείται ότι η εφαρμογή ενεμάτων δεν επηρεάζει το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

(δ) Διατμητική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

#### 6.7.2.2 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΡΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ

(α) Η θλιπτική αντοχή τρίστρωτης τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μπορεί να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$f_{wcs} = f_{wc0} \left( 1 + 1,25 \frac{V_i}{V_w} \frac{\sqrt{f_{gr,c}}}{f_{wc0}} \right) \quad (6.7)$$

όπου,

$f_{wcs}$  η θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

$f_{wc0}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση

$V_i$  ο όγκος του αρχικού υλικού πληρώσεως ο οποίος αντιστοιχεί σε

Τα ενέματα μάζας δεν επηρεάζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των εξωτερικών παρειών της τοιχοποιίας.

Υπό αυτήν την έννοια, και ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη όπου αυτό απαιτείται, εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας ίση με την προ της εφαρμογής των ενεμάτων.

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 (στα οποία το ποσοστό του τσιμέντου δεν υπερβαίνει περίπου το 30% κ.ό.) και των ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου.

Επί πλέον, τα πειραματικά στοιχεία δείχνουν ότι η χρήση ενεμάτων με μεγάλο ποσοστό τσιμέντου οδηγούν σε μείωση της παραμόρφωσης που αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.

Δεδομένου ότι οι πειραματικές τιμές παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας (τόσο πριν, όσο και μετά από την εφαρμογή ενεμάτων) εξαρτώνται από τον συγκεκριμένο τύπο τοιχοποιίας που έχει δοκιμασθεί,

$V_w$  όγκο τοιχοποιίας  
 $f_{gr,c}$  η θλιπτική αντοχή του ενέματος

(β) Εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας

Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μάζας λαμβάνεται ίση με εκείνην προ της εφαρμογής τους.

(γ) Μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων

Η εφαρμογή τριμερών ενεμάτων, καθώς και ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου δεν επηρεάζει ουσιωδώς το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

(δ) Παραμόρφωση αστοχίας της ενισχυμένης τοιχοποιίας

Η εφαρμογή τριμερών ενεμάτων, καθώς και ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου οδηγεί εν γένει σε αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας.

καθώς και από τα χαρακτηριστικά του εφαρμοσθέντος ενέματος, δεν είναι δυνατόν να δοθούν ακριβή ποσοτικά στοιχεία για την αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή των ενεμάτων.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες τιμές:

- (α) Εφαρμογή ενέματος υδραυλικής ασβέστου, ποσοστό αύξησης της  $f_{wv0}$  ίσο με 100% περίπου,
- (β) Εφαρμογή τριμερούς ενέματος, ποσοστό αύξησης της  $f_{wv0}$  ίσο με 200% περίπου.

(ε) Διατμητική αντοχή ενισχυμένης με ενέματα τοιχοποιίας

Η εφαρμογή ενεμάτων οδηγεί σε αύξηση του όρου  $f_{wv0}$  της σχέσης (6.7). Το ποσοστό της αύξησης αυτού του όρου είναι συνάρτηση των μηχανικών χαρακτηριστικών του ενέματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 (21/2/2019)

### 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”

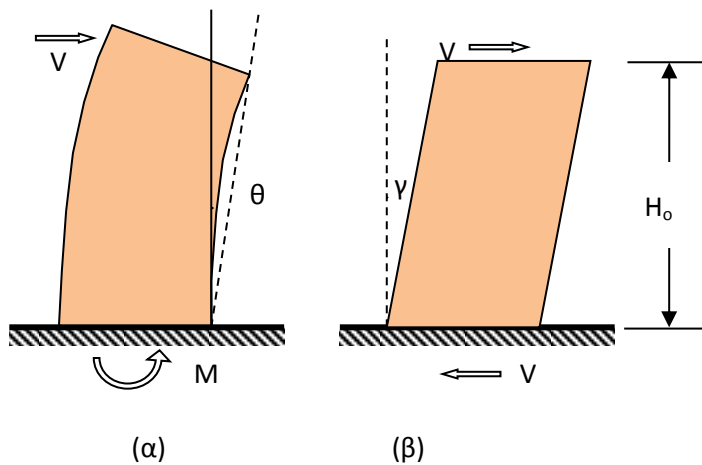
Η μηχανική συμπεριφορά ενός πεσσού ή υπέρθυρου δίσκου τοιχοποιίας, περιγράφεται μέσω ενός διαγράμματος εντατικού μεγέθους “F” και της παραμόρφωσης ή σχετικής μετακίνησης “δ” (Σχ. 7.1.1). Το είδος, η διεύθυνση κ.λπ. του μεγέθους F επιλέγονται έτσι, ώστε να χαρακτηρίζουν το κύριο μέρος της έντασης

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

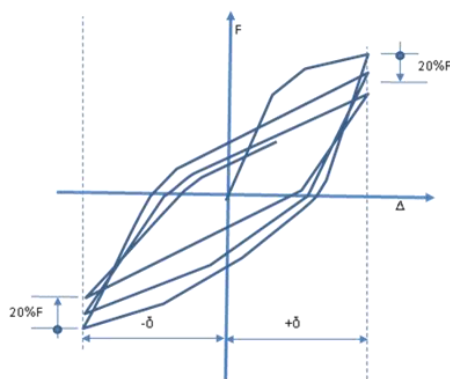
Στις περιπτώσεις όπου καθοριστική για την ανελαστική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων είναι η κάμψη, κατάλληλα μεγέθη  $F$  και  $\delta$  είναι η ροπή κάμψης  $M$  και η στροφή χορδής  $\theta$  του στοιχείου (Σχ. Σ7.1.1(α)).

Αν καθοριστική για την ανελαστική συμπεριφορά είναι η διάτμηση, κατάλληλα μεγέθη είναι η τέμνουσα δύναμη  $V$  και η γωνιακή (διατμητική)

παραμόρφωση  $\gamma$  (Σχ. Σ71.1(β)).



Σχ. Σ7.1.1 Παραμόρφωση εντός επιπέδου του τοίχου



Σχ. Σ7.1.2(α) Ορισμός περιβάλλουσας

την οποία προκαλεί η σεισμική δράση στο στοιχείο. Η παραμόρφωση  $\delta$  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 μέγιστης τιμής (Σχ. Σ7.1.2.(α)).

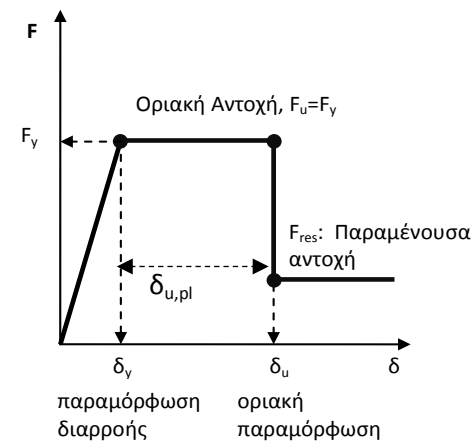
Όταν διατίθεται η πειραματική περιβάλλουσα καμπύλη απόκρισης ενός στοιχείου, ο προσδιορισμός των παραμορφώσεων διαρροής και αστοχίας ακολουθεί την διαδικασία του Σχήματος Σ7.1.2(β):

(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).

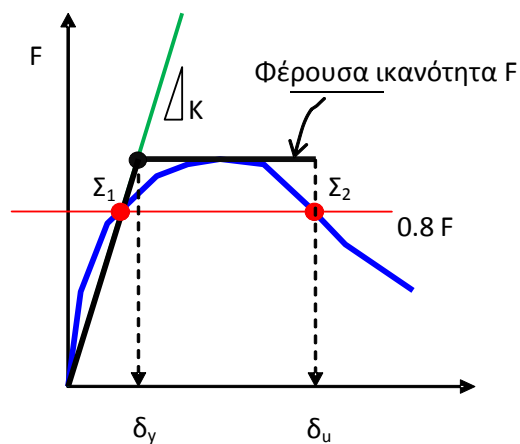
Η ευθεία που ορίζεται από την αρχή των αξόνων και το σημείο Σ1 ορίζει την επιβατική (τέμνουσα) δυσκαμψία στο στάδιο της οιονεί διαρροής. Η τετμημένη στο σημείο τομής της τέμνουσας ευθείας με την οριζόντια εφαπτομένη στο μέγιστο ορίζει την παραμόρφωση διαρροής. Η μέγιστη ικανότητα παραμόρφωσης  $\delta_u$  ορίζεται από την τετμημένη του σημείου Σ2.

**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 (Σχ. 7.1.1).



Σχήμα 7.1.1 Σχηματοποιημένο διάγραμμα συμπεριφοράς





**Σχήμα Σ7.1.2(β):** Ορισμός παραμόρφωσης οιονεί διαρροής και αστοχίας στην καμπύλη αντίστασης τοίχου

Η αποδιοργάνωση της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας με απώλεια τμημάτων της, σηματοδοτεί το τελικό στάδιο της αστοχίας του στοιχείου

Η παραμόρφωση αστοχίας του δομικού στοιχείου εξαρτάται από την παρουσία ή μη διαζωμάτων (ξύλινων, από Ο.Σ. κ.λπ.) στο σώμα του στοιχείου.

Στην περίπτωση ξυλοπλισμένης ή διαζωματικής ή ξυλόπηκτης τοιχοποιίας, θεωρείται ότι επέρχεται αστοχία του στοιχείου, όταν εξαντλείται η διαθέσιμη πλαστιμότητα στροφών ( $\delta_u$ ).

Στην περίπτωση άοπλης τοιχοποιίας, θεωρείται ότι επέρχεται αστοχία του δομικού στοιχείου για εξάντληση της στρόφης «οιονεί διαρροής» ( $\delta_\gamma$ ).

#### 7.1.2.2 ΟΙΟΝΕΙ ΕΛΑΣΤΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΡΟΗ

Οι απλοί κανόνες για τον υπολογισμό της σεισμικής απόκρισης με ψευδο-ελαστικές μεθόδους (ανελαστικά φάσματα απόκρισης και χρήση δείκτη συμπεριφοράς, κανόνας ίσων μετακινήσεων ανελαστικού και ελαστι-

Η προσέγγιση της πραγματικής καμπύλης F-δ μέσω ενός πολυγραμμικού διαγράμματος είναι γενικώς επαρκής για τις ανάγκες του σχεδιασμού. Στο Σχήμα 7.1.1 ο πρώτος ευθύγραμμος κλάδος εκτείνεται από την αρχή των αξόνων μέχρι

κού 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.

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-δ μπορεί να οδηγήσει σε αριθμητικά προβλήματα και λανθασμένα αποτελέσματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνιστάται μια κατάλληλη μείωση της

τη συμβατική (ή ενεργό) “διαρροή” του στοιχείου (ή της κρίσιμης περιοχής του στοιχείου, ή της σύνδεσης δύο ή περισσοτέρων 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,  $\theta_v$ , είναι η μέση ανηγμένη απόκλιση μεταξύ του παραμορφωμένου στοιχείου και της χορδής του κατά την έναρξη της ρηγμάτωσης (Σχ. Σ7.1.1).

(i) Για εντός επιπέδου κάμψη ή για διάτμηση, η τιμή της  $\theta_v$  μπορεί να λαμβάνεται ίση με 0.0015.

(ii) Για εκτός επιπέδου κάμψη, η στροφή χορδής «διαρροής»,  $\theta_v$ , μπορεί να λαμβάνεται ως 0.0020.

### 7.1.2.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ $F_v$

Η αντίσταση διαρροής,  $F_v$ , 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-δ ως οριζόντιος μέχρι την παραμόρφωση αστοχίας του στοιχείου,  $\delta_u$  (βλ. Σχ. 7.1.1.).

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.

$F_y$ , ώστε ένας συντηρητικότερος οριζόντιος μετελαστικός κλάδος, να λαμβάνει προσεγγιστικώς υπόψη και την εξασθένιση απόκρισης υπό μεγαλύτερες παραμορφώσεις (Σχ. Σ7.1.2).

Για τους τοίχους από φέρουσα τοιχοποιία ως  $\delta$  χρησιμοποιείται η γωνία στροφής χορδής,  $\vartheta$  ή η γωνία διατμητικής παραμόρφωσης  $\gamma$ . Ο δείκτης πλαστιμότητας  $\mu_\delta = \mu_\vartheta$  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.

#### 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 (Σχ. Σ7.1.2(β)).

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. (Σχ. 7.1.1)

Η παραμόρφωση  $\delta$  μπορεί να εκφράζεται ως ανηγμένο μέγεθος, με τη βοήθεια του δείκτη πλαστιμότητας παραμορφώσεων  $\mu_\delta$ ,

$$\mu_\delta = \delta / \delta_y = \vartheta / \vartheta_y \quad (7.1)$$

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

Για τις ανάγκες της προσομοίωσης θεωρείται:

(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 πλάστιμα στοιχεία. (βλ Κεφ. 9.)

Το όριο μεταξύ πλάστιμης 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  $q$ , 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  $\mu_{\varphi}$  του υπόψη στοιχείου (βλ. § 9.3.2).

φορτίων βαρύτητας, αναφέρεται δε ως απομένουσα αντίσταση  $F_{res}$ . Η τιμή της απομένουσας αντίστασης ενδιαφέρει μόνον για λόγους προσομοίωσης της ανελαστικής απόκρισης πλάστιμων στοιχείων τοίχων (βλ. § 9.31. για την απαίτηση ικανοποίησης κριτηρίων ελέγχου από όλα τα στοιχεία).

#### 7.1.6 ΠΛΑΣΤΙΜΗ ΚΑΙ ΨΑΘΥΡΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Αν η διαθέσιμη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας  $\mu_{\delta}$  ενός δομικού στοιχείου, μιας κρίσιμης περιοχής στοιχείου, ή μιας συνδέσεως στοιχείων τοίχων ξεπερνά ένα ορισμένο όριο, η συμπεριφορά χαρακτηρίζεται ως πλάστιμη, 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. Κεφάλαιο 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 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 (βλ. Σχ. Σ.7.1.3) ως εξής:

$$M_{Rd} = N_{sd} \cdot (1 - 1.15 v_{sd}) \cdot L / 2 \quad (7.2\alpha)$$

Όπου,

$N_{sd}$  είναι το αξονικό φορτίο του τοίχου για το σεισμικό συνδυασμό

$L$  είναι η οριζόντια εντός επιπέδου διάσταση του τοιχώματος (μήκος),

$v_{sd} = N_{sd} / (L \cdot t \cdot f_d)$  είναι το ανηγμένο αξονικό φορτίο (με  $f_d = f_{mc} / \gamma_w$ , όπου  $f_{mc}$  είναι η μέση θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας όπως λαμβάνεται από επί τόπου δοκιμές και από πρόσθετες πηγές πληροφόρησης, και το  $\gamma_w$  είναι ο συντελεστής ασφαλείας για την τοιχοποιία σύμφωνα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων κατά το Κεφ. 4 (Παρ. 4.5.3), το  $t$  είναι το πάχος του τοίχου.

### 7.2.1 ΙΚΑΝΟΤΙΚΗ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Η ικανοτική τέμνουσα  $V_f$ , υπολογίζεται από την Εξ. (7.2β).

$$V_f = \frac{LN}{2H_0} (1 - 1.15 v_{sd}) \quad (7.2\beta)$$

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 δρά σε διατμητικό μήκος  $H_0$  και βρίσκεται σε ισορροπία με την καμπτική αντοχή, σύμφωνα με το Σχ. Σ7.1.3. Η ικα-

νοτική τέμνουσα συγκρίνεται με την δρώσα τέμνουσα Ved για την διαπίστωση υπέρβαση του ελαστικού ορίου και τον ορισμό του απαιτούμενου δείκτη συμπεριφοράς  $q_v$ .

Όταν οι τοίχοι κάμπτονται εντός επιπέδου, οι στροφές που αναπτύσσονται οφείλονται σε συνδυασμό καμπτικών και διατμητικών παραμορφώσεων.

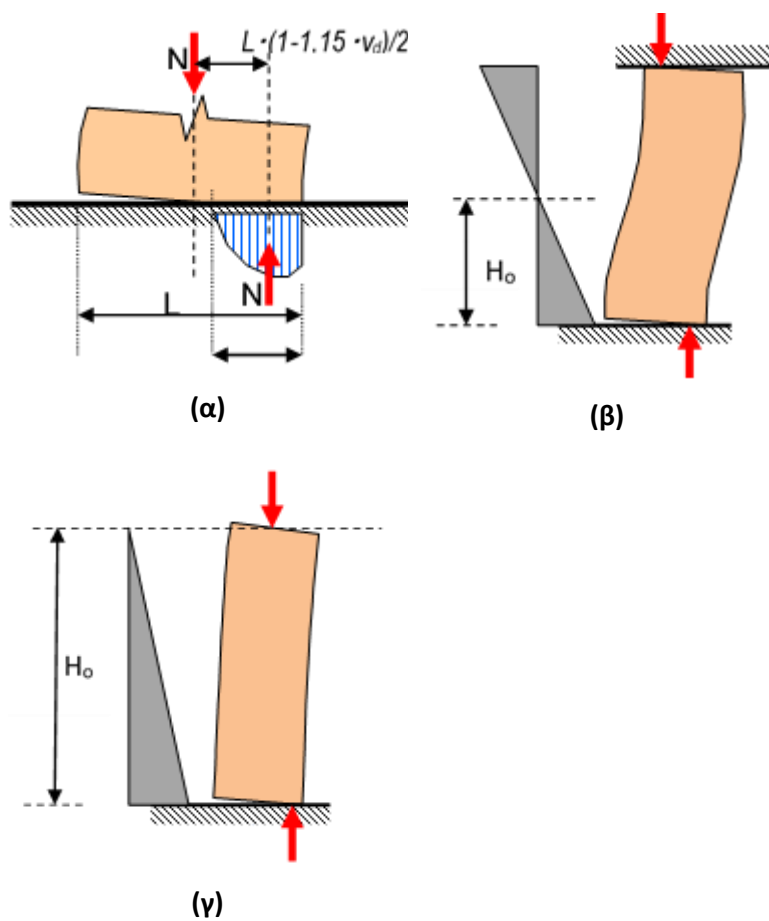
Σε στοιχεία με αμιγώς καμπτική συμπεριφορά το σημείο της οιονεί διαρροής σχετίζεται με την ανάπτυξη της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας στην ακραία θλιβόμενη ίνα της κρίσιμης διατομής λόγω κάμψης. Υπογραμμίζεται ότι, επειδή δεν υπάρχει σπλισμός, η καμπτική συμπεριφορά αναφέρεται σε περιστροφή των τοίχων περί την διατομή στήριξης στη βάση (βλ. Σχ. Σ7.1.3).

Για τον υπολογισμό της ροπής κάμψεως που αντιστοιχεί στην οιονεί διαρροή, απαιτείται ο υπολογισμός του μήκους της θλιβόμενης περιοχής στην κάτοψη του δομήματος (βλ. Κεφ. 5-A.2). 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.

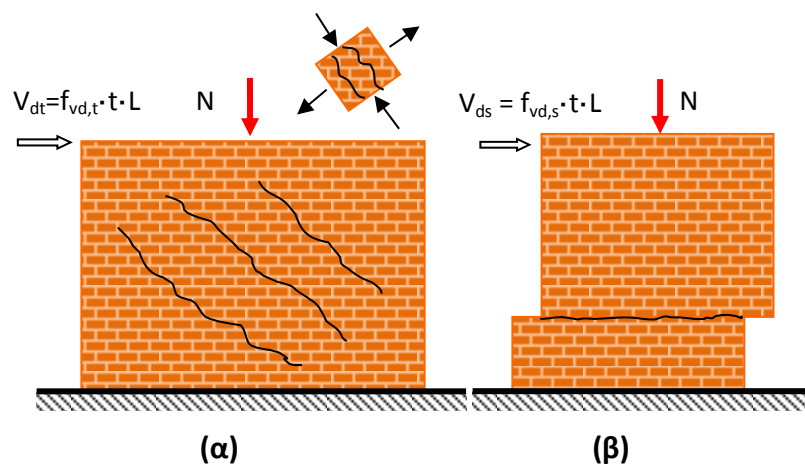
Είναι  $v_{sd} = \sigma_d / f_d$

Όπου,

$H_0$  είναι η απόσταση μεταξύ της διατομής στην οποία αναπτύσσεται η μέγιστη ροπή και του σημείου μηδενισμού των ροπών.



**Σχήμα Σ7.1.3.** 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



Σχήμα Σ7.1.4. (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 συνήθειες, βλ. Σχ. Σ7.1.4).

### 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 μέση διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας η οποία συνυπολογίζει και την παρουσία κατακόρυφου φορτίου ως εξής

$$f_{vd} = f_{vm0} + 0,4 N/L' t \leq 0,065 f_b, \quad (7.3\beta)$$

όπου,

$f_{vm0}$  είναι η διατμητική αντοχή στην περίπτωση απουσίας κατακόρυφου φορτίου (συνοχή).

$f_b$  είναι η κανονικοποιημένη θλιπτική αντοχή του τοιχοσώματος (κατά τον EN 1996-1-1),

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 EN 1988-3:2005 συνυπολογίζοντας το επίπεδο της γνώσης που έχει αποκτηθεί.



Η γωνία κλίσεως των ρωγμών (Σχ. Σ7.1.4α) 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.

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 εξίσωση (7.3β) στηρίζεται σε προσομοίωμα τριβής, το οποίο αναφέρε-

ται 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, Σχ. Σ7.1.4(α)), η διατμητική τάση ρηγματώσεως,  $f_{vd,t}$  μπορεί να προσδιορίζεται συναρτήσει της μέσης εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας  $f_{wtd}$  και του αξονικού φορτίου από την σχέση:

$$f_{vd,t} = \left[ \left( -f_{wtd} - \frac{v_d f_d}{2} \right)^2 - \left( \frac{v_d f_d}{2} \right)^2 \right] = \sqrt{f_{wtd} \cdot (f_{wtd} + v_d \cdot f_d)} \quad (\Sigma 7.2)$$

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

$f_{wtd}$ : είναι η μέση αντοχή της τοιχοποιίας σε εφελκυσμό.

Υπενθυμίζεται ότι

$$f_d = f_m / \gamma_w$$

- ii. Εναλλακτικά, με αναφορά στο προσομοίωμα ολισθήσεως κατά μήκος των οριζοντίων αρμών (Σχ. Σ7.1.4(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:

$f_{vd,s}$ : είναι η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας που σχετίζεται με ολισθήση κατά μήκος επιφάνειας τριβής

$f_{vm0}$ : η συνοχή που αναπτύσσεται στη διεπιφάνεια του κονιάματος - λιθοσώματος

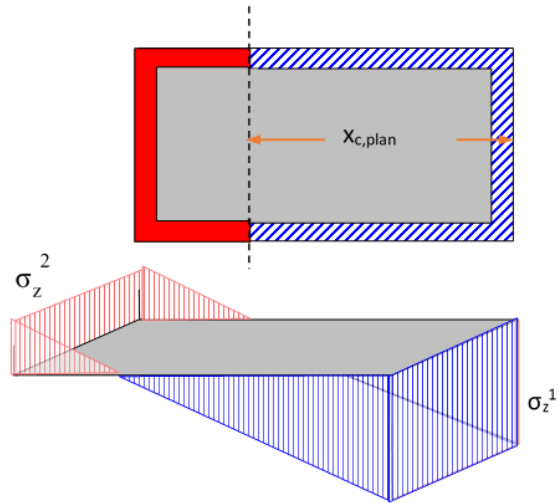
$\mu$ : είναι ο φαινόμενος συντελεστής τριβής κατά μήκος της επιφάνειας ολισθήσεως. Ο φαινόμενος συντελεστής τριβής αναφέρεται σε οριζόντιο επίπεδο και όχι στο κεκλιμένο επίπεδο της ρωγμής. Η τιμή του συντελεστή τριβής είναι συνάρτηση τόσο της τιμής της θλιπτικής τάσεως, όσο και της τραχύτητας της διεπιφάνειας.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, ο συντελεστής τριβής μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 0,40.

$v_d \cdot f_d = \sigma_d$ : 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 Σχ. Σ7.1.5, και εξίσωση 7.2(β)). 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 διάκινται 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 Εξ. (7.2) ως  $f_{vd}$  η ελάχιστη των τιμών  $f_{vd,t}$  και  $f_{vd,s}$ .



**Σχήμα Σ7.1.5:** Αντοχή ολισθήσεως αναπτύσσεται στο διαγραμμισμένο τμήμα της κάτοψης των φερόντων τοίχων

Δεδομένου ότι ο ξύλινος οπλισμός ενεργοποιείται 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 ξυλοδεσιές καθ' όλη την περίμετρό του, ο ξύλινος οπλισμός μπορεί να θεωρείται πλήρως αγκυρωμένος εκατέρωθεν της ρωγμής.

Εάν η αναμενόμενη ρωγμή διέρχεται από περιοχή ματίσματος διαμήκων ξύλινων στοιχείων, συνιστάται (επί το δυσμενέστερον) να αμελείται η συμβολή του οπλισμού.

### 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  $V_f$ .

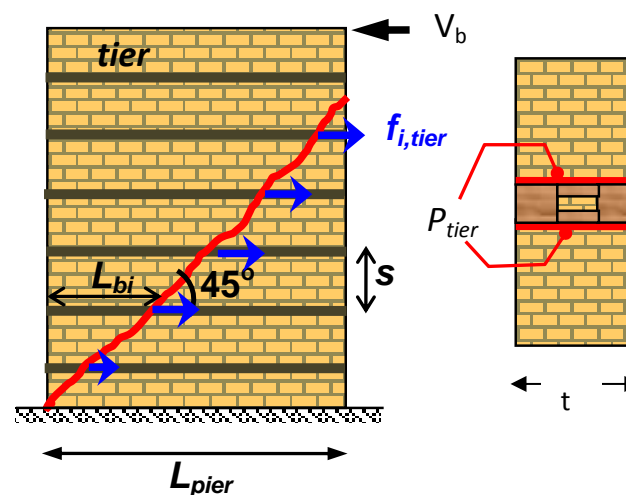
### 7.2.4 ΣΥΜΒΟΛΗ ΞΥΛΙΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

Τα οριζόντια ξύλινα στοιχεία στο σώμα της τοιχοποιίας λειτουργούν ως οπλισμός και συμβάλλουν στην αύξηση της φέρουσας ικανότητας του στοιχείου έναντι τέμνουσας.

Η φέρουσα ικανότητα έναντι τέμνουσας στοιχείου τοιχοποιίας το οποίο διαθέτει οριζόντιο οπλισμό μπορεί να υπολογίζεται ως άθροισμα της συνεισφοράς της άοπλης τοιχοποιίας (Εξ. 7.2) και της συνεισφοράς των οπλισμών, ανάλογα με τον βαθμό αγκύρωσής τους εκατέρωθεν της αναμενόμενης διατμητικής ρωγμής.

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 στοιχείο.

Ελλείψει άλλων δεδομένων ως συντελεστής τριβής θα λαμβάνεται η τιμή  $\mu=0.4$ .



Σχήμα 7.1.2. Η συμβολή των οριζόντιων ξύλινων στοιχείων

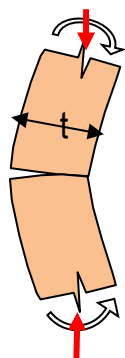
Η συμβολή των οριζόντιων ξύλινων στοιχείων (μεμονωμένων ή υπό την μορφή των ξυλοδεσιών) θα λαμβάνεται υπόψη στην διαμόρφωση της φέρουσας ικανότητας στοιχείων έναντι τέμνουσας, ως εξής: Κάθε ξύλινο στοιχείο το οποίο τέμνεται από μια ιδεατή ρωγμή με κλίση ίση με  $45^\circ$ , συμβάλλει στην διατμητική αντίσταση του στοιχείου με δύναμη  $V_{tier}$  (βλ. Σχ. 7.1.2), η οποία υπολογίζεται από την Εξ. (7.4)

$$V_{tier} = u_{b,tier} \cdot p_{tier} \cdot L_{b,t} \quad (7.5)$$

Όπου:

$u_{b,tier}$  είναι η τάση συνάφειας μεταξύ του ξύλινου διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας,

Αυτές οι ροπές προκύπτουν από την εκτός επιπέδου δράση του σεισμού ή από τον άνεμο.



**Σχήμα Σ7.1.6:** Υπολογισμός αντοχής τοίχου σε κάμψη (εκτός επιπέδου δράση) σύμφωνα με την θεώρηση ανενεργού περιοχής

$\rho_{tier}$ : είναι η περίμετρος επαφής μεταξύ του ξυλίνου διαζώματος και της άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας

και

$L_{b,t}$ : είναι το ελάχιστο μήκος επαφής του ξυλίνου στοιχείου 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:

Η εφελκυστική αντοχή της μονόστρωτης ή δίστρωτης με διάτονα λιθοσώματα 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:

$$M_{Rd1,o} = \frac{I}{2} \ell t_w^2 \sigma_0 \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_d} \right) \quad (7.6\alpha)$$

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 την Εξ. 7.6, μπορεί να υπολογίζονται ανά μονάδα μήκους του τοίχου (σε kN-m/m). Αντίστοιχα δίδονται ανά μονάδα μήκους του τοίχου και τα αποτελέσματα από αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων. Για την περίπτωση αυτή η Εξίσωση (7.6) τροποποιείται ως εξής:

$$\bar{M}_{Rd1,o} = \frac{1}{2} t_w^2 \sigma_0 \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_d} \right) \quad (\text{σε kN-m/m}) \quad (\Sigma.7.4\alpha)$$

$$\bar{M}_{Rd2,o} = \frac{1}{6} f_{wt,d} \cdot t^2 \quad (\text{σε kN-m/m}) \quad (\Sigma.7.4\beta)$$

όπου,

$\sigma_0 (=N_{sd}/\ell t_w)$  η μέση 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 κάμψεως περί κατακόρυφο άξονα:

Σ' αυτήν την περίπτωση, η ροπή κάμψεως 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 αντιστοίχως

$f_{wt,d}$  η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας ( $=f_{wt}/\gamma_w$ ).

Η ικανοτική τέμνουσα,  $F_{yR}$ , σε εκτός επιπέδου κάμψη υπολογίζεται από τον λόγο της αντίστοιχης ροπής (Εξ. 7.6(a), και 7.6(b)) δια το μήκος διάτμησης του τοίχου,  $H_o$ , ήτοι την απόσταση από την κρίσιμη διατομή όπου αναπτύσσεται η μέγιστη ροπή, μέχρι το σημείο μηδενισμού της ροπής (Σχ. Σ7.1.9).



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. Σχ. Σ.7.1.7(α) και (β), αντιστοίχως).

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 (Σχ. Σ7.1.7(α)) μπορεί να εκφράζεται σε όρους σχετικής μετατόπισης και λαμβάνεται από τις σχέσεις (Σ7.4)

$$d_w = 0,008 \cdot H_0 / L \text{ για πρωτεύοντες σεισμικούς τοίχους,} \quad (\Sigma 7.4\alpha)$$

και με

$$d_w = 0,012 \cdot H_0 / L \text{ για τους δευτερεύοντες,} \quad (\Sigma 7.4\beta)$$

όπου:

$L$ : 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 Σ7.1.3.(β) και (γ)).

#### 7.4 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Η ονομαστική ικανότητα παραμόρφωσης,  $d_w$ , τοίχου από τοιχοποιία, αναφέρεται στο σημείο Σ2 του διαγράμματος του Σχ. Σ7.1.2

##### 7.4.1 ΤΟΙΧΟΙ ΦΟΡΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΟΥΣ

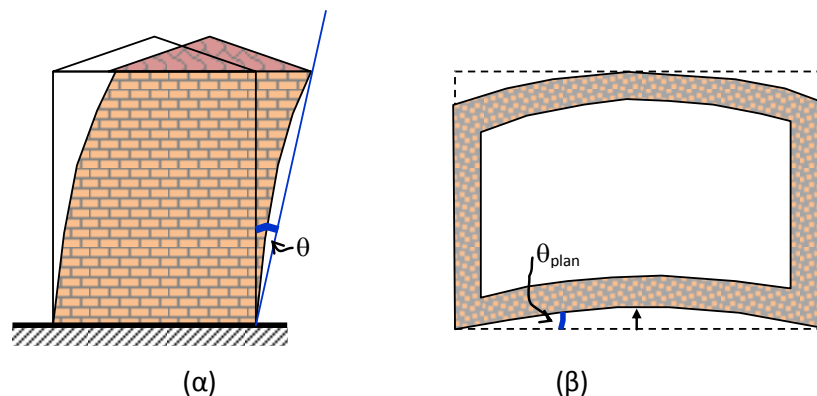
Η ικανότητα παραμόρφωσης ενός φέροντος στοιχείου το οποίο αστοχεί λόγω εντός επιπέδου κάμψεως εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας, η παρουσία στοιχείων «οπλισμού» στο σώμα της τοιχοποιίας, κ.λπ. επομένως, η εκτίμηση των κατάλληλων τιμών ικανότητας παραμόρφωσης μπορεί να βασίζεται σε κατάλληλα πειραματικά αποτελέσματα.

(β) Η ικανότητα ενός τοίχου από άοπλη τοιχοποιία που ελέγχεται από την τέμνουσα (Σχ. Σ7.1.1(β)), μπορεί να εκφράζεται σε όρους σχετικής μετατόπισης και να λαμβάνεται ίση με:

$$d_u = 0,004 \text{ για πρωτεύοντες σεισμικούς τοίχους} \quad (\Sigma 7.5\alpha)$$

και

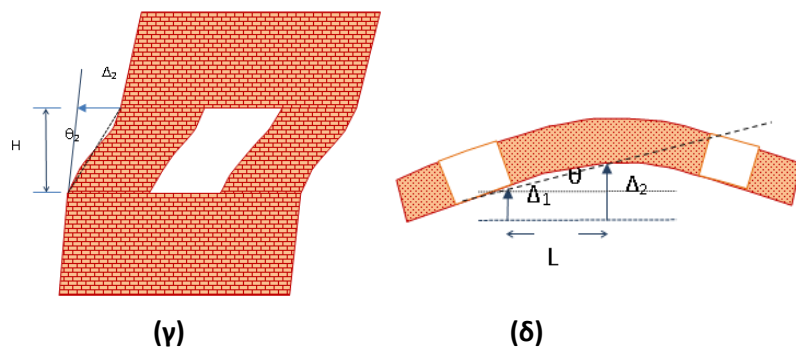
$$d_u = 0,006 \text{ για δευτερεύοντες} \quad (\Sigma 7.5\beta)$$



Σχήμα Σ7.1.7 (συνεχίζεται)

#### 7.4.2 ΤΟΙΧΟΙ ΥΠΟ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗ

Η ικανότητα παραμόρφωσης ενός φέροντος στοιχείου το οποίο αστοχεί λόγω εκτός επιπέδου κάμψης 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.



**Σχήμα Σ7.1.7:** Η σχετική στροφή ορίζεται ως απόκλιση της χορδής που ενώνει δύο σημεία στην παραμορφωμένη κατάσταση του στοιχείου, έναντι της ευθείας που ενώνει τα δυο αυτά σημεία πριν από την επιβολή οποιασδήποτε παραμόρφωσης. (α) Ορισμός απόκλισης από την κατακόρυφο (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:

$$w_{Ed} (=S_e(T) \cdot t \cdot \gamma \cdot C_m \cdot S \cdot \eta / g), \quad (\text{βλ. και Εξ. 5.13})$$

όπου  $\gamma$  το ειδικό βάρος της τοιχοποιίας ( $\text{kN/m}^3$ ),  $t$  το πάχος του τοίχου και  $S_e(T)$  η φασματική επιτάχυνση (βλ. Κεφ. 5, Παρ. 5.4.4).

Εφόσον στον τοίχο που ελέγχεται για εκτός επιπέδου κάμψη στηρίζονται και δοκοί πατωμάτων (βλ. Σχ. 5-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. Εξ. 5.13). Εναλλακτικά, θα μπορούσε

να χρησιμοποιηθεί στην θέση του  $F_{Ed}$  στην Εξ. Σ7.6, 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.

Λαμβάνοντας υπόψη της συνθήκες στήριξης του τοίχου, η συνισταμένη δύναμη  $F_{Rd}$  που μπορεί να προκαλέσει εκτός επιπέδου αστοχία του τοίχου λαμβάνεται ως:

$$F_{Rd} = \lambda \cdot (w_{Ed} A_{L,w} + F_{Ed}) \quad (\Sigma 7.6)$$

Όπου:

$A_{L,w}$  η επιφάνεια του τοίχου καθέτως προς την διεύθυνση της σεισμικής δράσης

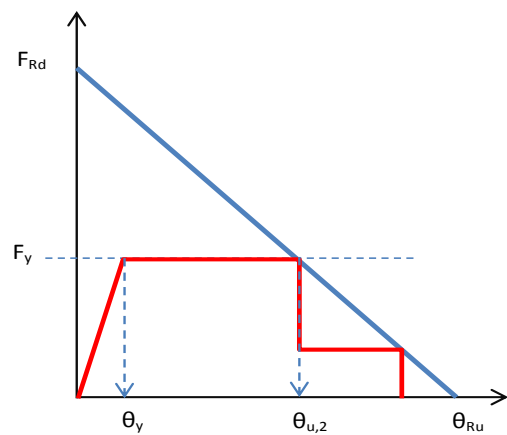
$\lambda=2$  για τοίχο με συνθήκες πάκτωσης πάνω και κάτω, ή αριστερά και δεξιά,

$\lambda=1$  για όλες τις άλλες περιπτώσεις.

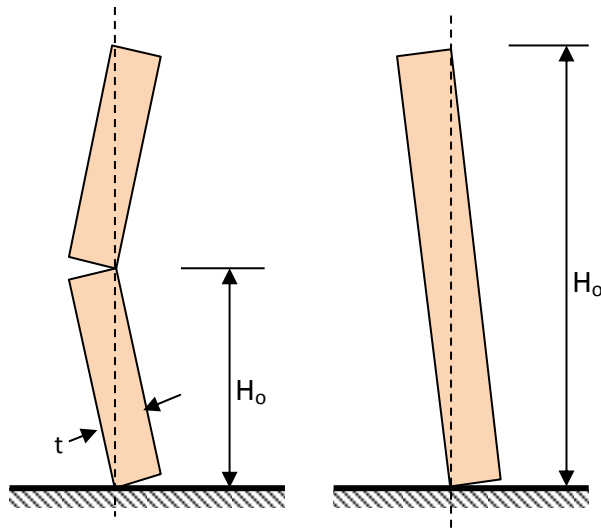
Ορισμός καμπύλης αντίστασης τοίχου που κάμπτεται σε εκτός επιπέδου δράση

Η περιβάλλουσα δύναμης– στροφής του εκτός επιπέδου καμπτόμενου μέλους φαίνεται στο Σχήμα Σ7.1.3.

Ως  $F_{yR}$  ορίζεται η φέρουσα ικανότητα του στοιχείου έναντι εκτός επιπέδου κάμψευς, κατά την πρόβλεψη της Παραγράφου 7.3).



**Σχήμα Σ7.1.8:** Ορισμός των σημείων περιβάλλουσας αντοχής τοίχου σε εκτός επιπέδου αστοχία.



**Σχήμα Σ7.1.9:** Ορισμός οριακής στροφής  $\theta_{R,u}$

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, λαμβάνεται ως

$$\theta_{R,u} = t / H_0 \quad (\Sigma 7.7)$$

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  $F_y$ .

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

$$\theta_{u,1} = 0.003 \cdot \frac{H_0}{t} \quad (\Sigma 7.8)$$

και

$$\theta_{u,2} = \theta_{R,u} \cdot \left(1 - \frac{F_y}{F_{Rd}}\right) \quad (\Sigma 7.9)$$

(β) Για ορόφους που ελέγχονται από την τέμνουσα (εφόσον υπάρχουν άκαμπτα διαφράγματα, δηλαδή, ορίζεται τέμνουσα ορόφου, βλ. και στήλη σχολίων στην Παρ. 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. Σχ. 5.3.3).

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 γ' αυτόν τον έλεγχο, το άνω τέταρτο του ύψους του τοίχου.

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 αρηγμάτωτου

#### 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 παράγραφο 6.5β.

(β) Έναντι κατακόρυφης διατμητικής δύναμης:

(γ) Έναντι οριζόντιου εφελκυσμού: Ο έλεγχος μπορεί να πραγματοποιείται μέσω των προβλεπόμενων στην παράγραφο 6.4 και στο Σχήμα Σ5.3.3.

#### 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 Σχ. 7.1.1 και υπολογίζεται ως:

$$K = F_y / \Delta_y \quad (7.7)$$

Ο υπολογισμός της οιονεί ελαστικής δυσκαμψίας  $K$  βασίζεται στις μέσες τιμές ιδιοτήτων 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 σει-



στοιχείου δίνει μια ρεαλιστική εκτίμηση της οιονεί ελαστικής δυσκαμψίας για την εκτίμηση των μετακινήσεων και των παραμορφώσεων

σμικής 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 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ (αντίσταση, δυσκαμψία και ικανότητα παραμόρφωσης) ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΩΡΙΣ ΒΛΑΒΕΣ, Ή ΝΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

### **7.5.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q$**

#### **7.5.1.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Εάν ως βάση της αποτίμησης ή του ανασχεδιασμού χρησιμοποιείται η έννοια του ενιαίου ή συνολικού δείκτη συμπεριφοράς  $q$  του δομήματος σε μία διεύθυνση, η τιμή του δείκτη  $q$  μπορεί να εκτιμηθεί προσεγγιστικά ως ο λόγος της τέμνουσας βάσης του δομήματος προς το άθροισμα των αντοχών σε οριζόντια φόρτιση, στην υπόψη διεύθυνση, των τοίχων του ισογείου του δομήματος, που έχει υπολογισθεί σύμφωνα με την Ενότητα 7.1.

#### **7.5.1.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΔΕΙΚΤΗ $q$ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΒΛ. ΚΑΙ ΠΑΡ. 4.2.**

**α)** Στο στάδιο της αποτίμησης ο δείκτης συμπεριφοράς προσδιορίζεται από τον λόγο της ελαστικής τιμής της σεισμικής τέμνουσας προς την διατμητική αντοχή των τοίχων της τοιχοποιίας του ισογείου στο στάδιο της οριακής κατάστασης "περιορισμού των βλαβών (DL)" κατά την Παρ. 9.3.1

Οι Εξ. (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 (Σχ. Σ7.1.2)

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

**β)** Ο δείκτης συμπεριφοράς  $q$  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:

$$q = 1 + \frac{T}{T_C} (\mu_\delta - 1) \Rightarrow \mu_\delta = (q-1) \cdot \frac{T_C}{T} + 1 \quad \text{αν } T \leq T_C \quad (7.8\alpha)$$

Όπου:

$T$  η φαινόμενη θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του κτιρίου στην υπόψη διεύθυνση (εκτιμώμενη κατά το Κεφ. 5) και

$T_C$  η περίοδος στην αρχή του φθίνοντος κλάδου του φάσματος επιταχύνσεων (δηλ. στο τέλος της περιοχής σταθερής φασματικής επιτάχυνσης). Ενώ,

$$\text{για } T > T_C, q = \mu_\theta = \mu_\delta \quad (7.8\beta)$$

**γ)** Η ανελαστική μετακίνηση στο σημείο ελέγχου του κτιρίου, (CN) δίδεται από την φασματική μετακίνηση,  $S_d(T)$  κατόπιν πολλαπλασιασμού με το λόγο  $\mu_\delta/q$

$$\Delta_{CN} = S_{Dd}(T) \cdot \frac{\mu_\delta}{q} = S_e(T) \cdot \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot \frac{\mu_\delta}{q} \approx S_e(T) \cdot \frac{T^2}{40} \cdot \frac{\mu_\delta}{q} \quad (7.9)$$

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.

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 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  $r_K$ ,  $r_R$ ,  $r_{\delta_u}$ , εφαρμοζόμενων 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:

$$r_K \leq r_R \leq r_{\delta_u}, \quad (\Sigma 7.8)$$

και κυμαίνονται από 1.0, στην ουσιαστικώς άνευ βλάβης κατάσταση, μέχρι 0 στην κατάσταση ουσιαστικής αστοχίας του στοιχείου.

## 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 μέσες 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.

Η επιρροή διαφόρων τεχνικών επέμβασης στην φέρουσα ικανότητα δομικών στοιχείων από τοιχοποιία (π.χ. η επιρροή του ωπλισμένου επιχρίσματος) εξετάζεται σε επόμενη παράγραφο.

Αυτή η μέθοδος επέμβασης είναι αποτελεσματική μόνο στην περίπτωση τοιχοποιιών με περιορισμένο πάχος, οπότε είναι εφικτή η αντικατάσταση σημαντικού μέρους του αρχικού κονιάματος με νέο, υψηλότερων μηχανικών χαρακτηριστικών.

Εν γένει, η τεχνική αυτή μπορεί να θεωρείται ότι συμβάλλει στην βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας, όταν το πάχος της δεν υπερβαίνει το 0,30m.

Παρά το γεγονός ότι 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.), τούτο δεν είναι απαραίτητο να είναι βαθύ, (α) διότι δεν αναμένεται να είναι αποτελεσματικό ως προς την αντοχή και (β) διότι επιβαρύνει δυσανάλογως το κόστος των επεμβάσεων στην τοιχοποιία.

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

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8** (Απρίλιος 2017) (Υπό επεξεργασία. Αναμένεται εισήγηση από τριμελή υποομάδα στη βάση πρότασης που έχει κατατεθεί από τον κ. Μ. Χρονόπουλο)

## ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

### 8.1 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Σ' αυτήν την παράγραφο εξετάζεται η θετική επιρροή διαφόρων τεχνικών επέμβασης στα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού- τοιχοποιία.

#### 8.1.1 ΒΑΘΥ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑ

Το βαθύ αρμολόγημα θεωρείται μέθοδος ενίσχυσης μόνον στην περίπτωση κατά την οποία

- (α) είναι αμφίπλευρο και
- (β) εφαρμόζεται σε τοιχοποιίες περιορισμένου πάχους

Στην περίπτωση λιθοδομών, θα θεωρείται ότι αποτελεί μέθοδο επισκευής, δηλαδή, ότι αποκαθιστά τα προ της εφαρμογής του μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας.

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.

Συνιστάται να αποφεύγεται η μονόπλευρη εφαρμογή του αρμολογήματος.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, η σταθερά,  $k$ , μπορεί να λαμβάνεται ίση με 1,50.

Για την περίπτωση τοιχοποιιών οι οποίες εμπίπτουν στους περιορισμούς της προηγούμενης παραγράφου (α), και μόνον για τους ελέγχους έναντι εκτός επιπέδου κάμψης με εφελκυσμό στους κατακόρυφους αρμούς της τοιχοποιίας, επιτρέπεται (ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων) να χρησιμοποιείται η εφελκυστική αντοχή του κονιάματος του βαθέος αρμολογήματος.

Τα ακόλουθα ισχύουν υπό τους όρους που προηγούνται:

(α) Θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας η οποία έχει ενισχυθεί με βαθύ αρμολόγημα, εφαρμοζόμενο και στις δυο όψεις της τοιχοποιίας, μπορεί να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$f_{cs} = f_{c0} \left[ 1 + k \frac{V_{new}}{V_{tot}} \right] \quad (6.5)$$

όπου,

$f_{cs}$  η θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

$f_{c0}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση

$V_{new}$  ο όγκος του κονιάματος αρμολογήματος

$V_{tot}$  ο υφιστάμενος συνολικός όγκος του κονιάματος και

$k$  εμπειρική σταθερά

(β) Εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας

Εν γένει, η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δεν λαμβάνεται υπ' όψη στους υπολογισμούς.

(γ) Μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας και παραμόρφωση αστοχίας.

Τα διατιθέμενα πειραματικά αποτελέσματα δεν επιτρέπουν αξιόπιστη ποσοτική εκτίμηση της επιρροής αυτής στο μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας. Ενδεικτικώς αναφέρεται [1], ότι η αντικατάσταση του 35% του αρχικού κονιάματος θλιπτικής αντοχής  $\sim 1\text{MPa}$  με νέο, θλιπτικής αντοχής  $\sim 15\text{MPa}$ , οδήγησε σε αύξηση του μέτρου ελαστικότητας κατά  $\sim 70\%$ .

Η αποτελεσματικότητα του βαθέος αρμολογήματος, σε ό,τι αφορά την αύξηση της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας, εξαρτάται σημαντικά από την ποιότητα της εφαρμογής (προσεκτική αφαίρεση υφιστάμενου κονιάματος, διαβροχή της τοιχοποιίας πριν από την εφαρμογή του νέου κονιάματος, καλή συντήρηση της τοιχοποιίας, κ.λπ).

Προϋποθέσεις για την εφαρμογή ενεμάτων και, επομένως, για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι (α) να έχει διαπιστωθεί ο τρόπος δομήσεως της τοιχοποιίας και να έχει αποδειχθεί ότι τα ενέματα αποτελούν πρόσφορο τρόπο ενίσχυσής της, (β) να έχει διαπιστωθεί το είδος των κατά χώραν υλικών, ώστε να επιλεγούν τα κατάλληλα υλικά για την σύνθεση των ενεμάτων και (γ) να έχει εκτιμηθεί ο στόχος της επέμβασης από απόψεως Μηχανικής, δηλαδή, να έχει εκτιμηθεί το

Η αντικατάσταση σημαντικού μέρους του αρχικού κονιάματος, με νέο υψηλότερων μηχανικών χαρακτηριστικών, οδηγεί σε αύξηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας. Στην περίπτωση κατά την οποία το βαθύ αρμολόγημα εφαρμόζεται σε τμήματα της τοιχοποιίας του δομήματος, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη διαφορετικά μέτρα ελαστικότητας στις διάφορες περιοχές.

Η αύξηση του μέτρου ελαστικότητας δεν επηρεάζει ουσιωδώς την ανηγμένη παραμόρφωση που αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.

(δ) Διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας

Η αντικατάσταση μέρους του κονιάματος δομήσεως της τοιχοποιίας από νέο, μπορεί να προσφέρει αυξημένη συνάφεια με τα λιθοσώματα και, επομένως, να οδηγήσει σε αύξηση του όρου  $f_{v0}$  της σχέσης (6.4).

Δεδομένων των πρακτικών δυσχερειών κατά την εφαρμογή του αρμολογήματος και της απαιτούμενων καλών συνθηκών συντήρησης, ώστε να επιτυγχάνεται αυτή η αύξηση, συνιστάται να μη λαμβάνεται υπ' όψη κατά τον σχεδιασμό της τοιχοποιίας.

### 8.1.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

Μέσω των ενεμάτων μάζας πληρούνται τα κενά στο εσωτερικό της τοιχοποιίας. Η βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας εξαρτάται από το είδος της:

(α) στην περίπτωση δίστρων τοιχοποιιών, η βελτίωση οφείλεται στην βελτιωμένη συνάφεια μεταξύ των κατά χώραν υλικών,

(β) στην περίπτωση των τρίστρων τοιχοποιιών, η βελτίωση οφείλεται στην ενίσχυση του εσωτερικού (χαμηλής αντοχής) πυρήνα της

στοχευόμενο ποσοστό αύξησης των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας.

Τα ενέματα μάζας δεν επηρεάζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των εξωτερικών παρειών της τοιχοποιίας.

Υπό αυτήν την έννοια, και ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη όπου αυτό απαιτείται, εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας ίση με την προ της εφαρμογής των ενεμάτων.

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.

Ελλείψει κατάλληλων στοιχείων, συνιστάται να μην λαμβάνεται υπ' όψη αύξηση της διατμητικής αντοχής της δίστρωτης τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μάζας.

τοιχοποιίας, καθώς και στην αύξηση της αντοχής συναφείας μεταξύ των υφιστάμενων υλικών.

#### 8.1.2.1 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΔΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ

(α) Η θλιπτική αντοχή δίστρωτης τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μπορεί να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$f_{wcs} = f_{wc0} \left[ 1 + 0.013 \left( 100 G_{gr} / G_0 \right)^{\frac{2}{3}} \right] \quad (6.6)$$

όπου,

$f_{wcs}$  η θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

$f_{wc0}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση

$G_{gr}$  το βάρος του ενέματος που εισάγεται σε τοιχοποιία βάρους  $G_0$ .

(β) Εφελκυστική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μάζας λαμβάνεται ίση με εκείνην προ της εφαρμογής τους.

(γ) Μέτρο ελαστικότητας της ενισχυμένης τοιχοποιίας

Θεωρείται ότι η εφαρμογή ενεμάτων δεν επηρεάζει το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

(δ) Διατμητική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας



Σημειώνεται ότι αυτή η σχέση δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα για συνήθεις τρίστρωτες τοιχοποιίες, στις οποίες το υλικό πληρώσεως είναι ασθενές και έχει μεγάλο ποσοστό κενών (περίπου 35%-50%).

Τα ενέματα μάζας δεν επηρεάζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των εξωτερικών παρειών της τοιχοποιίας.

Υπό αυτήν την έννοια, και ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη όπου αυτό απαιτείται, εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας ίση με την προ της εφαρμογής των ενεμάτων.

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 (στα οποία το ποσοστό του τσιμέντου

### 8.1.2.2 ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΡΙΣΤΡΩΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ

(α) Η θλιπτική αντοχή τρίστρωτης τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μπορεί να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$f_{wcs} = f_{wc0} \left( 1 + 1,25 \frac{V_i}{V_w} \frac{\sqrt{f_{gr,c}}}{f_{wc0}} \right) \quad (6.7)$$

όπου,

$f_{wcs}$  η θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας

$f_{wc0}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν από την ενίσχυση

$V_i$  ο όγκος του αρχικού υλικού πληρώσεως ο οποίος αντιστοιχεί σε

$V_w$  όγκο τοιχοποιίας

$f_{gr,c}$  η θλιπτική αντοχή του ενέματος

(β) Εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας

Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μάζας λαμβάνεται ίση με εκείνην προ της εφαρμογής τους.

(γ) Μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή ενεμάτων

Η εφαρμογή τριμερών ενεμάτων, καθώς και ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου δεν επηρεάζει ουσιαδώς το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

δεν υπερβαίνει περίπου το 30% κ.ό.) και των ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου.

Επί πλέον, τα πειραματικά στοιχεία δείχνουν ότι η χρήση ενεμάτων με μεγάλο ποσοστό τσιμέντου οδηγούν σε μείωση της παραμόρφωσης που αντιστοιχεί στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.

Δεδομένου ότι οι πειραματικές τιμές παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας (τόσο πριν, όσο και μετά από την εφαρμογή ενεμάτων) εξαρτώνται από τον συγκεκριμένο τύπο τοιχοποιίας που έχει δοκιμασθεί, καθώς και από τα χαρακτηριστικά του εφαρμοσθέντος ενέματος, δεν είναι δυνατόν να δοθούν ακριβή ποσοτικά στοιχεία για την αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας μετά από την εφαρμογή των ενεμάτων.

Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες τιμές:

(α) Εφαρμογή ενέματος υδραυλικής ασβέστου, ποσοστό αύξησης της  $f_{wv0}$  ίσο με 100% περίπου,

(β) Εφαρμογή τριμερούς ενέματος, ποσοστό αύξησης της  $f_{wv0}$  ίσο με 200% περίπου.

Για παράδειγμα, μετά από την έμφραξη ρωγμών με ενέματα, μετά από την εφαρμογή αρμολογήματος, κ.λπ.

(δ) Παραμόρφωση αστοχίας της ενισχυμένης τοιχοποιίας

Η εφαρμογή τριμερών ενεμάτων, καθώς και ενεμάτων υδραυλικής ασβέστου οδηγεί εν γένει σε αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας της τοιχοποιίας.

(ε) Διατμητική αντοχή ενισχυμένης με ενέματα τοιχοποιίας

Η εφαρμογή ενεμάτων οδηγεί σε αύξηση του όρου  $f_{wv0}$  της σχέσης (6.7). Το ποσοστό της αύξησης αυτού του όρου είναι συνάρτηση των μηχανικών χαρακτηριστικών του ενέματος.

### 8.1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΑ ΜΕ ΩΠΛΙΣΜΕΝΑ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ

Τα ωπλισμένα επιχρίσματα εφαρμόζονται σε τοιχοποιίες μετά από την επισκευή τους.

Τα ωπλισμένα επιχρίσματα είναι αποτελεσματικά, όταν

Το πάχος της τοιχοποιίας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,40m. Η εφαρμογή ωπλισμένου επιχρίσματος σε μεγάλου πάχους (δίστρωτες και τρίστρωτες λιθοδομές) θεωρείται ως τεχνική επισκευής και μπορεί να εφαρμόζεται μόνο μετά από την εφαρμογή ενεμάτων μάζας στο στοιχείο.

Η αποτελεσματικότητα του ωπλισμένου επιχρίσματος το οποίο εφαρμόζεται μόνον στην εσωτερική όψη της τοιχοποιίας είναι περιορισμένης αποτελεσματικότητας έναντι εκτός επιπέδου κάμψης, δεδομένου ότι η κρίσιμη για το στοιχείο εκτός επιπέδου ροπή είναι εκείνη η οποία εφελκύει την εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας.

Εννοείται ότι τα ωπλισμένα επιχρίσματα είναι επαρκώς αγκυρωμένα στην τοιχοποιία, έτσι ώστε να θεωρείται ότι οι μεταξύ τους ολισθήσεις είναι πρακτικώς μηδενικές.

Απλοποιητικώς, μπορεί να υπολογίζεται η ανθιστάμενη ροπή κάμψης ως εξής: Η σύμμικτη διατομή (τοιχοποιίας και επιχρισμάτων) μπορεί να λαμβάνεται με πάχος ίσο με το άθροισμα των παχών των δυο συνιστωσών και με θλιπτική αντοχή ίση με την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Η ανθιστάμενη ροπή μπορεί να υπολογίζεται, βάσει της υποθέσεως της επιπεδότητας των διατομών και θεωρώντας μηδενική ολίσθηση μεταξύ επιχρισμάτων και τοιχοποιίας, ως εξής:

(α) Εκτός επιπέδου ροπή περί οριζόντιον άξονα:

$$M_R = \frac{1}{2} \ell t_w^2 \sigma_0 \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_c} \right) + 2 A_v f_{sy} t_w \quad (\Sigma 6.4)$$

(α) εφαρμόζονται σε τοιχοποιίες με περιορισμένο πάχος,

(β) εφαρμόζονται και στις δυο όψεις της τοιχοποιίας

#### 8.1.3.1 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΘΛΙΨΕΩΣ

Η φέρουσα ικανότητα του στοιχείου το οποίο έχει ενισχυθεί με αμφίπλευρο ωπλισμένο επίχρισμα μπορεί να λαμβάνεται ίση με εκείνη που αντιστοιχεί σε πλασματικό πάχος τοιχοποιίας, ίσο με το άθροισμα του πάχους της αρχικής τοιχοποιίας και το πάχος των δυο επιχρισμάτων.

#### 8.1.3.2 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

##### ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΕΩΣ

Η φέρουσα ικανότητα στοιχείου ενισχυμένου με ωπλισμένα επιχρίσματα έναντι εκτός επιπέδου ροπών κάμψης οφείλεται εν μέρει στην συμβολή της άοπλης τοιχοποιίας και εν μέρει στην συμβολή των επιχρισμάτων.

όπου,

$t_w$  το πάχος του στοιχείου περιλαμβανομένου του πάχους των επιχρισμάτων

$A_v$  η διατομή του κατακόρυφου οπλισμού εκάστου επιχρίσματος ανά m

$f_{sy}$  το όριο διαρροής του οπλισμού των επιχρισμάτων.

**(β) Εκτός επιπέδου ροπή περί κατακόρυφον άξονα:**



Τα ινωπλισμένα υλικά, εντός οργανικής ή ανόργανης μήτρας, χρησιμοποιούνται σε μορφή ράβδων (τοποθετούμενα ως οριζόντιος και κατακόρυφος οπλισμός σε αρμούς της τοιχοποιίας), σε μορφή ελασμάτων ή σε μορφή υφασμάτων.

Σημειώνεται ότι:

- Οι περισσότερες από τις δοκιμές της βιβλιογραφίας αναφέρονται σε στοιχεία υποβαλλόμενα σε μονοτονική φόρτιση. Είναι περιορισμένο το πλήθος των αποτελεσμάτων από δοκιμές επαναλαμβανόμενης φόρτισης ή ανακυκλιζόμενης.

#### 8.1.4 ΜΑΝΔΥΕΣ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

#### 8.1.5 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΑ ΜΕ ΙΝΩΠΛΙΣΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Η χρήση ινωπλισμένων υλικών στοχεύει στην βελτίωση της συμπεριφοράς στοιχείων τοιχοποιίας έναντι εντός επιπέδου τέμνουσας, καθώς και έναντι εκτός επιπέδου κάμψευς.

Οι δοκιμές αναφέρονται σε τοίχους οι οποίοι υποβάλλονται είτε σε εντός επιπέδου τέμνουσα, είτε σε εκτός επιπέδου κάμψη.

- Η ταυτόχρονη δράση εντός επιπέδου τέμνουσας και εκτός επιπέδου ροπής (και μάλιστα ανακυκλιζόμενων) αυξάνει τον κίνδυνο αποκόλλησης των ινωπλισμένων υλικών και, επομένως, απώλειας της ενίσχυσης.
- Η αστοχία στοιχείων ενισχυμένων με ινωπλισμένα υλικά συμβαίνει συχνά και με εκτεταμένη αποφλοίωση της τοιχοποιίας ή και με θλιπτική της αστοχία. Επομένως, τίθεται θέμα επανεπισκευασιμότητας των στοιχείων, το οποίο είναι ιδιαιτέρως οξύ στην περίπτωση ιστορικών τοιχοποιιών.
- Αμφισβητείται, η αποτελεσματικότητα αυτών των υλικών στην περίπτωση μεγάλου πάχους λιθοδομών, οι οποίες θα πρέπει, ούτως ή άλλως, να έχουν ενισχυθεί με «κλασικές» τεχνικές πριν από την οποιαδήποτε εφαρμογή ινωπλισμένων υλικών.
- Υπάρχει ένα γενικό θέμα «συμβατότητας» υλικών, υπό την έννοια των μηχανικών ιδιοτήτων (αντοχή και παραμορφωσιμότητα), καθώς τα κατά χώραν υλικά διαφέρουν από τα ινωπλισμένα κατά τάξεις μεγέθους ως προς αντοχή και μέτρο ελαστικότητας.
- Η εφαρμογή αυτών των υλικών προϋποθέτει επίχριση της τοιχοποιίας, καθώς και προστασία έναντι πυρκαγιάς.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.1****ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ**

- 8.1 Γενικές αρχές και απαιτήσεις
- Περί διεπιφανειών, «συνδέσεων» κ.λπ.
  - Διατάξεις μεγίστων/ελαχίστων
  - Τεχνολογικά θέματα, «προδιαγραφές» (υλικά, τεχνικές) / έλεγχοι
- 8.2 Επισκευές και Ενισχύσεις
- Τοίχοι (και μεταξύ τους), πρέκια, ποδιές
  - Πεσσοί, τόξα/αψίδες, θόλοι κ.λπ.
  - Στοιχεία από χάλυβα, ξύλο κ.λπ.
  - Πατώματα / Στέγες / Δώματα (και με τοίχους)/Διαφράγματα
- 8.3 Διάταξη αντηρίδων, θλιπτήρων /ελκυστήρων
- 8.4 Νέος εσωτερικός σκελετός
- 8.5 Επεμβάσεις σε στοιχεία υπογείων και θεμελίων

**Ειδικότερα ενδεικτικά περιεχόμενα για τοίχους**

ΤΟΙΧΟΙ / ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ, εντός/εκτός επιπέδου

- Σφράγιση /πλήρωση ρωγμών
- Συρραφές (ρωγμές, εγκάρσιοι τοίχοι), και συνδέσεις προς «διαφράγματα»
- Αρμολογήματα (απλά)
- Επιχρίσματα (απλά)
- Τοπικές ανακατασκευές

ΤΟΙΧΟΙ / ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ, εντός/εκτός επιπέδου

- Συρραφές (όχι απλές, π.χ. λιθοσυρραφές / βλ. πριν), και συνδέσεις προς «διαφράγματα»
- Σύνδεση παρειών
- Ομογενοποίηση (μέσω ενέσεων)
- Αρμοί ή/ και χαραγές (ή διατρήσεις) και οπλισμοί

- Ενισχυτικές ζώνες
- Ελαφριοί μανδύες (πολλών ειδών)
- Πλαισίωση ή πλήρης συμπλήρωση ανοιγμάτων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 (21/2/2019)

### ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

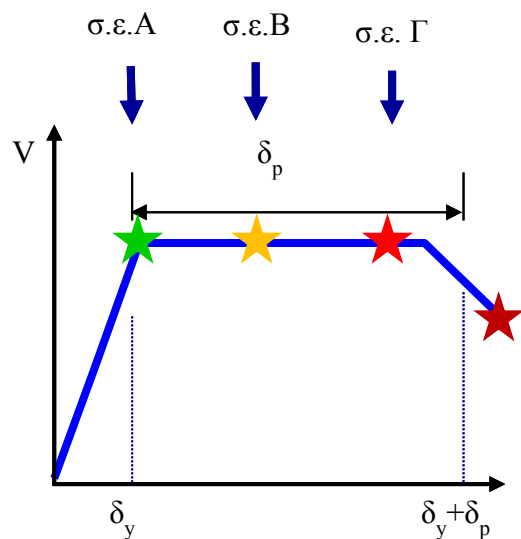
#### 9.1 ΣΚΟΠΟΣ

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 (πλάστιμο ή ψαθυρό).

Βλ. Κεφ. 4, Παρ. 4.4, για την λογική των ελέγχων.





**Σχήμα Σ9.1:** Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας  
 $\sigma.ε.:$  Α = Οριακή Κατάσταση Περιορισμού Βλαβών (DL)  
 $\sigma.ε.:$  Β = Οριακή Κατάσταση Σημαντικών Βλαβών (SD)  
 $\sigma.ε.:$  Γ = Οριακή Κατάσταση Οιονεί Κατάρρευσης (NC)

Ο/η μηχανικός συγκρίνει τα εντατικά μεγέθη σχεδιασμού (ή αποτίμησης, κατά την παράγραφο 9.3.2) 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)

## 9.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ

Τα κριτήρια αποδοχής ορίζονται για κάθε στάδιο επιτελεστικότητας χωριστά (βλ. Σχ. Σ9.1) 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

στο οποίο θα περιέλθει το κτίριο κατά την ανάληψη των μεγεθών σχεδιασμού ή αποτίμησης (αναλόγως με το αντικείμενο κατά την παράγραφο 9.3.2)

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  $\gamma_{Rd}=1$ .

κάμψη και διάτμηση, κατά το κεφάλαιο 7).

Τα κριτήρια αυτά δίνονται για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας χωριστά.

- α) Αν η αποτίμηση έχει σκοπό την επιβεβαίωση της στοχευόμενης ικανότητας, όλα τα δομικά στοιχεία θα πρέπει να ικανοποιούν τα σχετικά κριτήρια ελέγχου.
- β) 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.

#### **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 (βλ. Κεφ. 4) ελέγχεται, για πρωτεύοντα και δευτερεύοντα στοιχεία, σε όρους εντατικών μεγεθών με:

$$S_d \leq R_d \quad (9.1)$$

-  $S_d$  : τιμή του εντατικού μεγέθους από την (ελαστική) ανάλυση, με  $\gamma_{sd}$  κατά την § 4.5.1

-  $R_d$  : τιμή σχεδιασμού αντίστασης σε όρους εντατικών μεγεθών, υπολογισμένη με συντελεστές ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  και με αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών, όπως ορίζονται στην § 4.5.3 και στο Κεφ. 7 (Παράγραφο 7.1.2.3 και 8).

Εφόσον έχει πραγματοποιηθεί ελαστική ανάλυση, το κριτήριο για την συνολική αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας ορίζεται σε όρους τέμνουσας βάσεων, 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:

$$V_{E,d} = C_m S_e(T) \cdot W / g \quad (9-1)$$

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 =1 για μονόρωφα και δώροφα κτίρια, και =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 τέμνουσών 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 (βλ. Εξ. (7.1)) ή από την διάτμηση (βλ. Εξ. (7.2)).

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  $\gamma_{Rd} = 1$ .

Ισχύει και για τα πρωτεύοντα και για τα δευτερεύοντα στοιχεία.

Οι τοίχοι που διάκεινται σε κατεύθυνση παράλληλη με την σεισμική δράση παραλαμβάνουν τις σεισμικές δυνάμεις αναπτύσσοντας κάμψη και διάτμηση εντός του επιπέδου των 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

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  $\gamma_{Sd}$  κατά την § 4.5.1, και

-  $R_d$  την τιμή του παραμορφωσιακού αυτού μεγέθους κατά την οιονεί διαρροή  $\delta_y$  (τιμή παραμόρφωσης στο σημείο αλλαγής κλίσης στην καμπύλης αντίστασης του τοίχου) κατά το Κεφάλαιο 7 (Παράγραφος 7.1.2.2), υπολογισμένες με μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών όπως ορίζεται στην Παράγραφο 4.5.3.

Μη-φέροντα στοιχεία θα πρέπει να πληρούν τους ελέγχους ασφαλείας προσαρτημάτων της § 4.3.5 του EN 1998 -1 (2004)

#### **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.

δυσκαμψία στη εν λόγω κατεύθυνση εφόσον το πάχος 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.

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 το Κεφάλαιο 7, Παράγραφο 7.4.1 για δράση εντός επιπέδου και στην Παράγραφο 7.4.2 για εκτός επιπέδου κάμψη των τοίχων (βλ. Σχόλια, μέρος (α) αντιστοιχως).

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 το Κεφάλαιο 7, Παράγραφο 7.4.1 για δράση εντός επιπέδου και 7.4.2(β) για εκτός επιπέδου κάμψη των τοίχων (βλ. Σχόλια, μέρος (β) αντιστοιχως).

### **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.

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 κατά το Κεφάλαιο 7, Παράγραφο 7.4.1 και 7.4.2 (βλ. 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 το Κεφάλαιο 7, Παράγραφο 7.4.1 και 7.4.2 (βλ. Σχόλια, μέρος (β) αντιστοίχως).

Τα κριτήρια αυτά ισχύουν και για τα πρωτεύοντα και για τα δευτερεύοντα

### 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, βλ. Κεφ.4, ελέγχεται ως εξής:

α) Για πλάστιμους 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  $\gamma_{sd}$  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

Μόνον ξηλόπηκτες 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-πλάστιμα στοιχεία. Υφιστάμενοι τοίχοι από άοπλη τοιχοποιία ελέγχονται σε όρους δυνάμεων ή παραμορφώσεων κατά την § 7.4.1.

Οιονεί πλάστιμη 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  $\gamma$ , η δε ονομαστική τιμή της  $\theta_u$  και  $\gamma_u$  κατά την αστοχία υπολογίζεται από την Παράγραφο 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 Παράγραφο 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 οπλισμένο σκυρόδεμα τότε οι έλεγχοι ασφαλείας και οι τιμές του  $\gamma_{Rd}$  γίνονται για αυτά τα στοιχεία σύμφωνα με το Κεφ. 9 του ΚΑΝΕΠΕ (2013).

στροφής χορδής,  $\theta_d$ , της γωνιακής παραμόρφωσης τοίχου σε εντός επιπέδου δράση,  $\gamma_d$ , κ.λπ.).

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:

$$R_d = \delta_{d,B} = \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd}} \quad (9.2\alpha)$$

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  $\gamma_{Rd,\delta}$ :

$$R_d = \delta_{d,B} = \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd,\delta}} \quad (9.2\beta)$$

Στις ανωτέρω σχέσεις η ονομαστική τιμή  $\delta_u$  λαμβάνεται κατά το Κεφάλαιο 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:

Η τιμή του  $\gamma_{Rd}$  για τα πρωτεύοντα στοιχεία μπορεί να είναι η ίδια με αυτήν που χρησιμοποιείται στην στάθμη επιτελεστικότητας B (βλ. §i).

$$R_d = \delta_{d,\Gamma} = 1.33 \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd}} \quad (9.3\alpha)$$

όπου η ονομαστική παραμόρφωση  $\delta_u$  κατά την αστοχία υπολογίζεται κατά το Κεφάλαιο 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,  $\delta_d$ :

$$R_d = \delta_{d,\Gamma} = \frac{\delta_u}{\gamma_{Rd,\delta}} \quad (9.3\beta)$$

Η τιμή του  $\gamma_{Rd,\delta}$  για τα δευτερεύοντα στοιχεία μπορεί να λαμβάνεται ίση με 1.15.

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  $\gamma_{sd}$  κατά την § 4.5.1,

και

-  $R_d$  = τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, υπολογισμένη με τις αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και συντελεστές ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3 και τα Κεφ. 7 και Κεφ. 8.

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

Εάν η ανάλυση είναι ελαστική, η γενική ανίσωση ασφαλείας, βλ. Κεφ. 4, ελέγχεται σε όρους εντατικών μεγεθών ως εξής:



Στα μεγέθη  $S_E$  συμπεριλαμβάνονται και οι αντίστοιχες αξονικές δυνάμεις των στοιχείων που προκύπτουν από το σεισμό έλεγχο.

α) Για πλάστιμους τρόπους αστοχίας και συμπεριφοράς των επιμέρους τοίχων ελέγχεται η ανίσωση :

$$S_d = S_G + \frac{S_E}{m} < R_d \quad (9.4)$$

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  $\gamma_{sd}$  κατά την § 4.5.1

- $m = \delta_d / \delta_y$  (9.5)

ο τοπικός δείκτης συμπεριφοράς, όπου:

-  $\delta_d$  η παραμόρφωση σχεδιασμού κατά την αστοχία σύμφωνα με την Εξ. (9.2) ή (9.3), ανάλογα με την περίπτωση, και με τιμές  $\gamma_{Rd}$  όπως καθορίστηκαν στην § 9.3.1,

-  $\delta_y$  είναι 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 αντιπροσωπευτικές 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 αντιπροσωπευτικές 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 ως εξής:

-Για δράση εντός επιπέδου, από την σχέση (7.2) και (7.3) του κεφαλαίου 7

-Για δράση εκτός επιπέδου, από την σχέση (Σ7.6)

Η δε  $S_d$  ορίζεται ως εξής:

-για δράση εντός επιπέδου από την σχέση (7.1) του κεφαλαίου 7 με συντελεστή υπεραντοχής όπως ορίζεται στην ενότητα 9.3.1 για δράση εντός επιπέδου

-για δράση εκτός επιπέδου ως η ροπή στις θέσεις ελέγχου (που υπολογίζονται από την δύναμη  $F$  μέσω ισορροπίας από τη σχέση Σ7.6 του κεφαλαίου 7) με συντελεστή υπεραντοχής όπως ορίζεται στην ενότητα 9.3.1 για δράση εκτός επιπέδου.

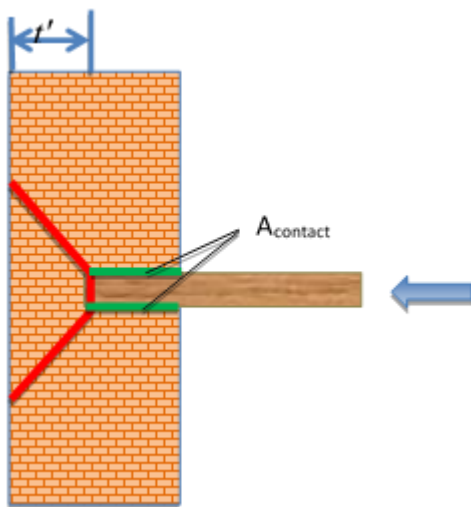
### 9.3.3 ΤΟΠΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Ελέγχονται τα σημεία όπου ασκούνται συγκεντρωμένες δυνάμεις όπως σημεία στήριξης διαδοκίδων σε εσοχές των φερόντων τοίχων (βλ. Σχ. 5.1.1).

Η τιμή  $S_d$  υπολογίζεται ως:

$$S_d = \sigma_d \cdot A_{contact} \quad (9.6(a))$$

Όπου  $\sigma_d$  είναι η μέση ορθή τάση που δρά 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.



**Σχήμα Σ.9.2:** Κρίσιμη επιφάνεια διατρήσεως

Η τιμή  $R_d$  ισούται με το γινόμενο της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας επί το εμβαδό της κρίσιμης επιφάνειας διάτρησης. Αυτή ορίζεται ως κωνική επιφάνεια με γωνία κλίσης  $45^\circ$  προς την κατακόρυφο κατά το σχήμα Σ.9.2.

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— βλ. Σ.5.3.3). Τα μεγέθη σχεδιασμού  $S_d$  για τα εν λόγω σημεία υπολογίζονται από ισορροπία για την δύναμη  $F_{Rd}$  από την σχέση Σ7.6 του κεφαλαίου 7.

Οι τιμές  $R_d$  για την αντοχή σε κάμψη σε συνδυασμό με ορθό εφελκυσμό των τοίχων λαμβάνεται κατά το κεφάλαιο 7. Σε περίπτωση ανασχεδιασμού με δημιουργία ενισχυμένης διαφραγματικής λειτουργίας ο έλεγχος αυτός μπορεί να παραλείπεται.

Για αργολιθοδομή, εάν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η  $R_d$  θα λαμβάνεται,

$$R_d = (0.1f_d)\pi t^2 \sqrt{2}$$

#### 9.3.4 ΟΙΟΝΕΙ - ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q$

Η γενική ανίσωση ασφαλείας, βλ. Κεφ. 4, ελέγχεται σε όρους εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών ως εξής:

I. Έλεγχος εντατικών μεγεθών:

-  $R_d$  = τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, υπολογισμένη με τις αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και με τιμές συντελεστών ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$  κατά την § 4.5.3 και τα Κεφ. 7 και 8.

-  $S_d$  = εντατικό μέγεθος, ως εξής:

α) Για πλάστιμους τρόπους αστοχίας:

-  $S_d$  : εντατικό μέγεθος από την (ελαστική) ανάλυση με  $\gamma_{sd}$  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).

II. Έλεγχος παραμορφωσιακών μεγεθών για στάδια επιτελεστικότητας Β ή /και Γ:

-  $S_d$  : παραμορφωσιακό μέγεθος  $\delta$  ( $\theta$ ,  $\gamma$ , κ.λπ.) από την ανάλυση με  $\gamma_{sd}$  κατά την §4.5.1, πολλαπλασιασμένο επί τον συντελεστή  $q$

-  $R_d$  : τιμή σχεδιασμού της διαθέσιμης παραμόρφωσης, κατά την Ενότητα 9.3.1.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 (16/10/2018)

### 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 στο Κεφάλαιο 3 παρ 3.2 (μετρήσεις, φωτογραφίες, λήψη δοκιμών, εργαστηριακές δοκιμές ή/και επιτόπου με τα αποτελέσματά τους κ.λπ.)

#### **10.1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ.**

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.

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. Κεφ. 3 παρ 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. Κεφ.3 παρ 3.5) καθώς και τους υπολογιστικούς ελέγχους όπου απαιτούνται, συντάσσεται Έκθεση με αναλυτική αναφορά στις παραδοχές αποτίμησης φέρουσας ικανότητας, στην στάθμη επιτελεστικότητας κατά το Κεφάλαιο 2 (παρ2.3.2) 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 πιοπάνω 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.

#### **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**

Ειδικώς για τα πρωτεύοντα και δευτερεύοντα στοιχεία του δομήματος,θα πρέπει να υπάρχει διαίτερη διάκριση/σήμανση,κατά πλήρη αντιστοιχία προς τον τελικόν έλεγχον,κατά το Κεφ.9

Η Έκθεση πρέπει να συνδέεται με τα σχέδια με τις κατάλληλες παραπομπές.

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

Στα σχέδια επεμβάσεων θα σημειώνεται ο υφιστάμενος φέρων οργανισμός και τα τυχόν μη φέροντα στοιχεία (αν συνεκτιμώνται), θα 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 εφαρμοστούν στις επεμβάσεις με τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Όλες οι προτεινόμενες επεμβάσεις οφείλουν να περιγράφονται σε σχέδια συμβατά με τις τεχνικές εκθέσεις.

#### 10.2.3 ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ

Όλες οι προτεινόμενες επεμβάσεις οφείλουν να καλύπτονται από



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.

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.).

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.

#### **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 (16/10/2018) ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

### 11.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

#### 11.1.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

##### 11.1.1.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΣΟΝΤΑ 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

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. (βλ. Παρ.11.2).

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.

*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 απ' 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.

##### ι) 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

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 οργάνωσή του σε όρους βοηθητικού προσωπικού και υλικής υποδομής, ανάλογα με τη φύση και το μέγεθος του Έργου.

#### 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.

#### 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.

#### **11.2.4 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**

##### **11.2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ-ΟΡΙΣΜΟΙ**

Η παράγραφος αυτή δεν αφορά την συμβατική ή νομική άποψη της

Ο Ποιοτικός Έλεγχος περιλαμβάνει συνδυασμό



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

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

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.

σε καμία περίπτωση να τροποποιήσει την μελέτη με δική του πρωτοβουλία.

*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 τη 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.

##### ι) 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.

##### ιι) 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.

##### 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 εκτελέσθηκε.

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.

### 11.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

#### 11.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

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).

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.

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.

#### 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

### **ΣΥΝΘΕΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ**

#### **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 Γενικά**

- 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 (ξύλοπηκτες ή ξυλόδημες) ή χωρίς πλήρωση, αλλά με πετάσματα όψεων (μπαγδατότοιχοι).
- Η θεμελίωση των φερουσών τοιχοδομών συντίθεται συνήθως από συνεχή λιθοδομή (πεδιλωρίδα) διαφόρων τύπων. Σε νεότερες κατασκευές είναι πιθανόν η θεμελίωση να συντίθεται από πεδιλολωρίδα 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 καλύτερη. Τα μεμονωμένα υποστυλώματα θεμελιώνονται συνήθως με μεμονωμένα βαθμιδωτά πέδιλα.

##### **2.2 Τύποι τοιχοδομών**

- 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 T.1: Άοπλη τοιχοδομή, η οποία διακρίνεται ως εξής:

T.1.1: Απλή μονόστρωτη («συμπαγής»),

Σκαρίφημα T.1.1

T.1.2: Μονόστρωτη αλλά μικτή κατά το μήκος ή και το ύψος,

Σκαρίφημα T.1.2

T.1.3: Μικτή κατά το πάχος, δηλαδή, τρίστρωτη, «μικτή», κοίλη κ.λπ.,

Σκαρίφημα T.1.3

(β) Τύπος T.2: Τοιχοδομή με οριζόντια διαζώματα μόνον, καθ' όλο το πάχος της, συνδυαζόμενα ή μή με πλαισιώματα γύρω από ανοίγματα,

Σκαρίφημα T.2

(γ) Τύπος T.3: Τοιχοδομή με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα (διαζωματική), διαφόρων τύπων και υλικών,

Σκαρίφημα T.3

(δ) Τύπος T.4: Οπλισμένη τοιχοδομή (διαφόρων τύπων), κυρίως με διάσπαρτον οπλισμό (οριζοντίως ή και κατακορύφως), στο εσωτερικό των τοίχων ή στις όψεις τους,

Σκαρίφημα T.4

(ε) Τύπος T.5: Τοιχοδομή με ξύλινον σκελετό, η οποία διακρίνεται ως εξής:

T.5.1: Με πλήρωση από τοιχοποιία (ξύλοπηκτη ή ξυλόδημητη),

Σκαρίφημα T.5.1

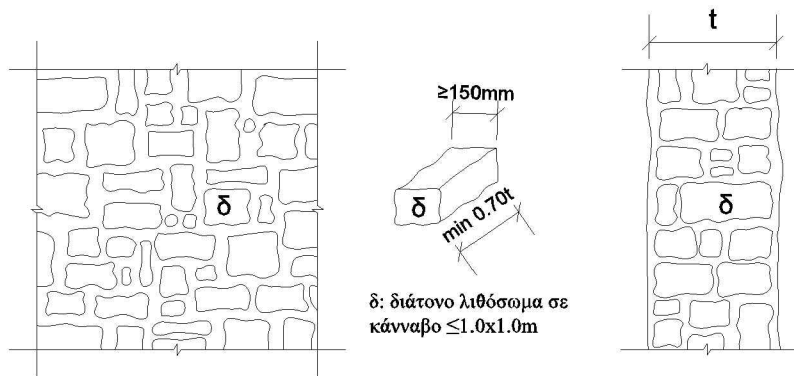
T.5.2: Χωρίς πλήρωση αλλά με πετάσματα όψεων (μαγαδατότοιχος),

Σκαρίφημα T.5.2.

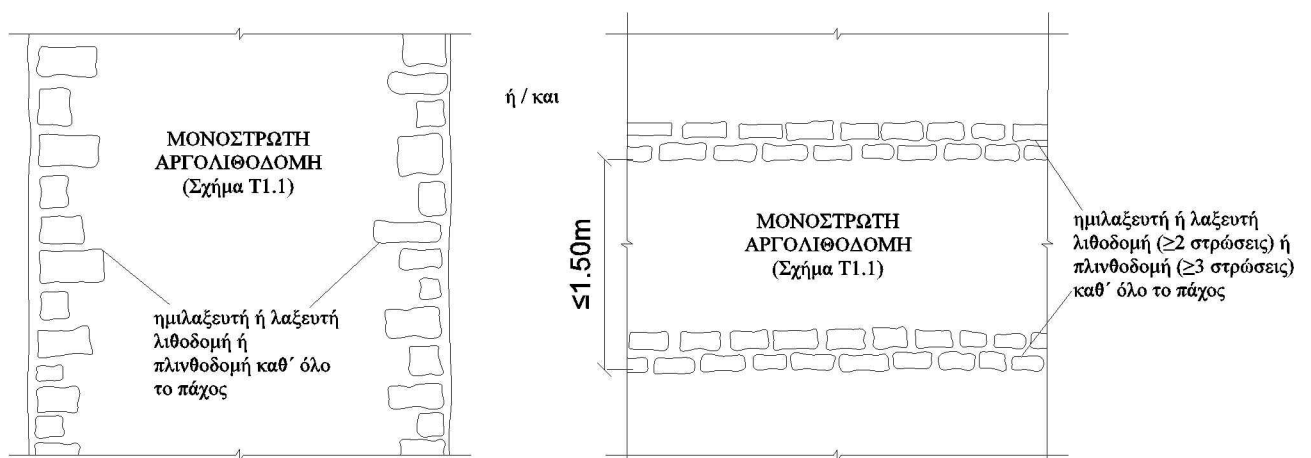
### Σημείωση

Τα επεξηγηματικά σκαριφήματα που ακολουθούν αφορούν αργολιθοδομές, ενώ για άλλους τύπους λιθοδομών (π.χ. με κανονικά πρισματικά λιθοσώματα) ή τοιχοδομών από τεχνητά λιθοσώματα (ωμόπλινθοι, οπτόπλινθοι, τσιμεντόλιθοι, γυψόπλινθοι κ.λπ.) ισχύει αντίστοιχη εν πολλοίς διάκριση.

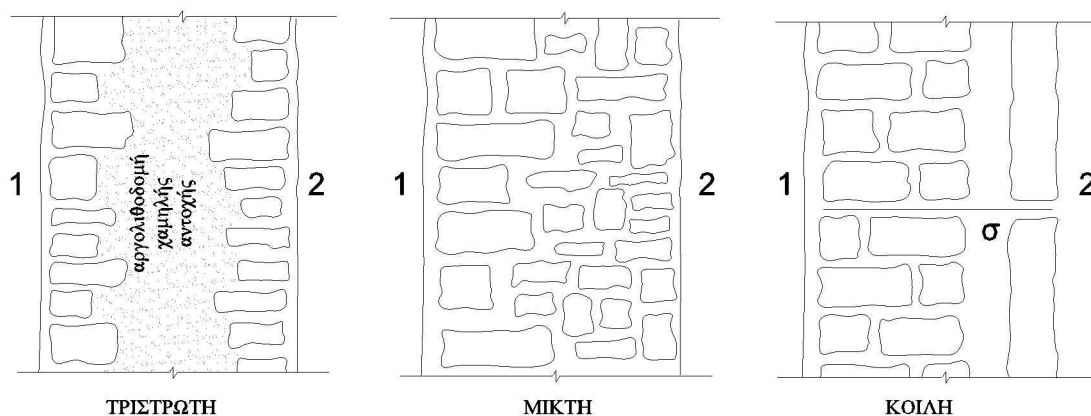




### T.1.1 ΑΠΛΗ ΜΟΝΟΣΤΡΩΤΗ ΤΟΙΧΟΔΟΜΗ



### T.1.2 ΤΟΙΧΟΔΟΜΗ ΜΟΝΟΣΤΡΩΤΗ ΑΛΛΑ ΜΙΚΤΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΗΚΟΣ Ή/ΚΑΙ ΤΟ ΥΨΟΣ

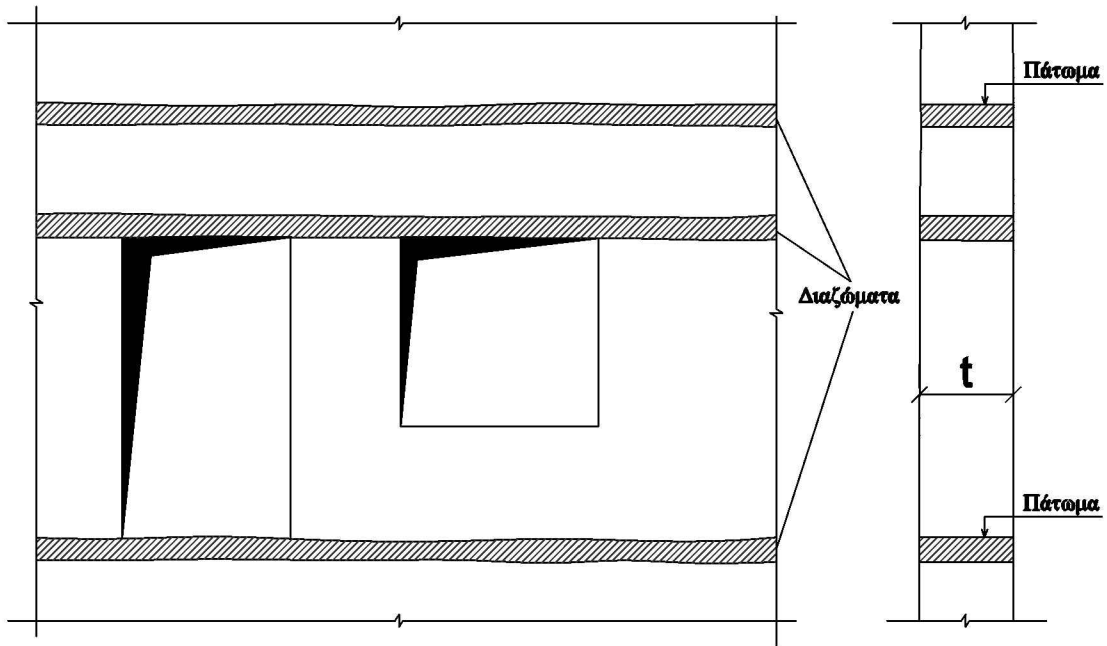


1-2: Αργολιθοδομές ή  
 1-2: Αργολιθοδομή - Ημιλαξευτή ή  
 1-2: Αργολιθοδομή - Πλινθοδομή

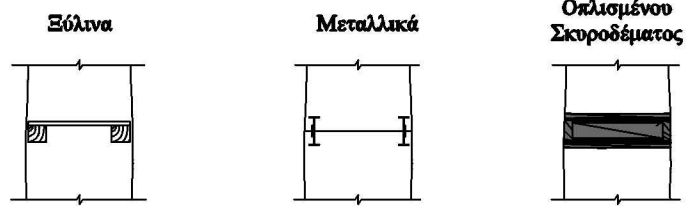
1-2: Λαξευτή - Αργολιθοδομή ή  
 1-2: Λαξευτή - Πλινθοδομή ή  
 1-2: Πλινθοδομή - Αργολιθοδομή

σ: Μεταλλικοί σύνδεσμοι  
 1-2: Πλινθοδομή - Λιτόπλακες

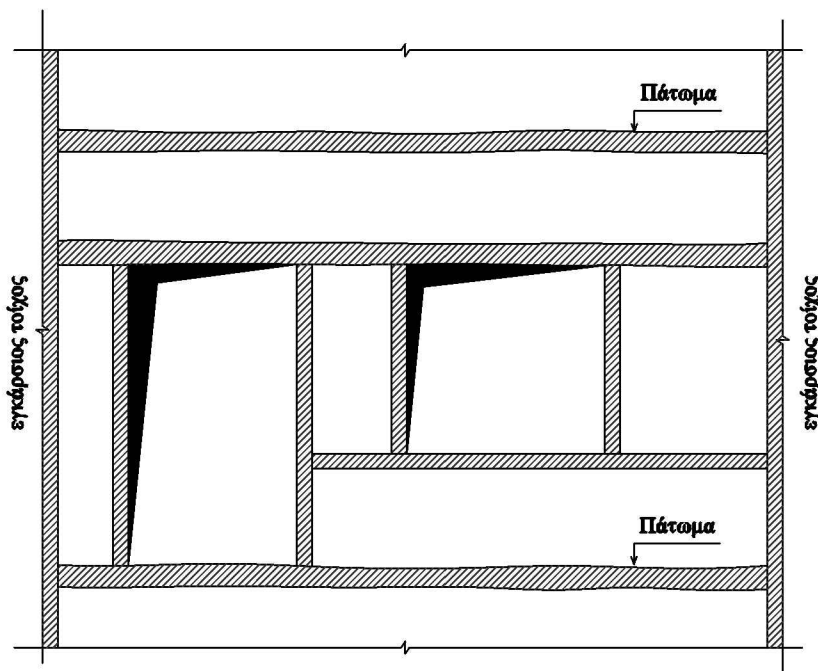
### T.1.3 ΤΟΙΧΟΔΟΜΗ ΜΙΚΤΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΑΧΟΣ



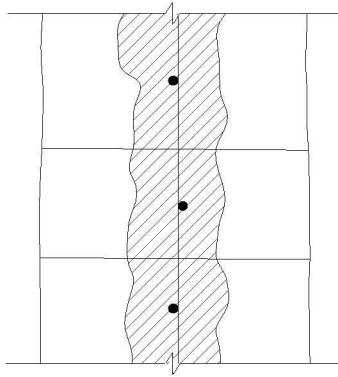
Τύποι διαζωμάτων (τομές)



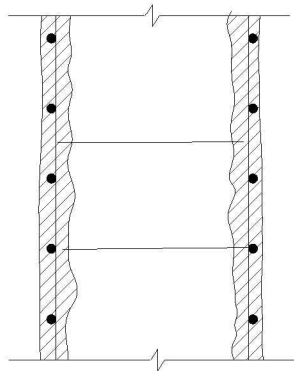
## Τ.2 ΤΟΙΧΟΔΟΜΗ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ ΜΟΝΟΝ



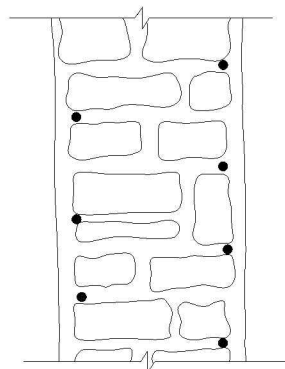
## Τ.3 ΤΟΙΧΟΔΟΜΗ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ



**ΚΟΙΛΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (Τ.1.3)  
ΜΕ ΠΥΡΗΝΑ  
(ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΝ)**



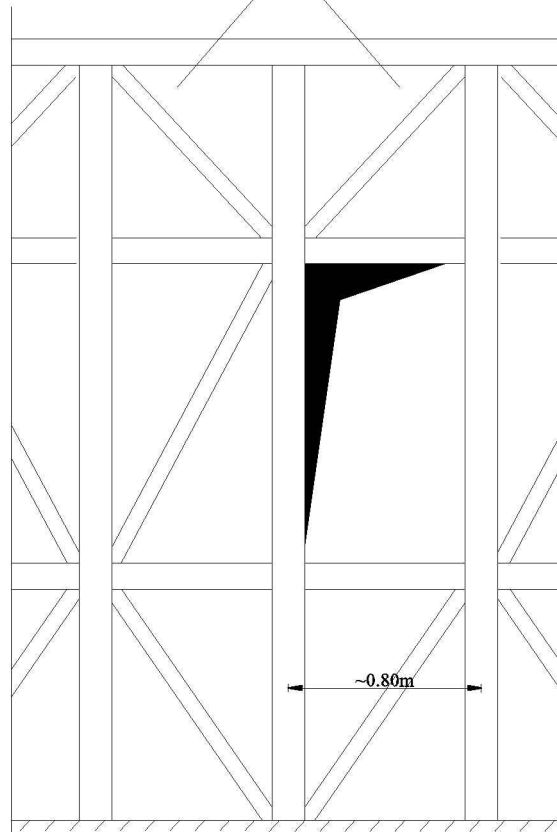
**ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ  
ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ  
(μονά ή διπλά)**



**ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΙ ΑΡΜΟΙ  
(στη μια ή/ και στις δύο όψεις)**

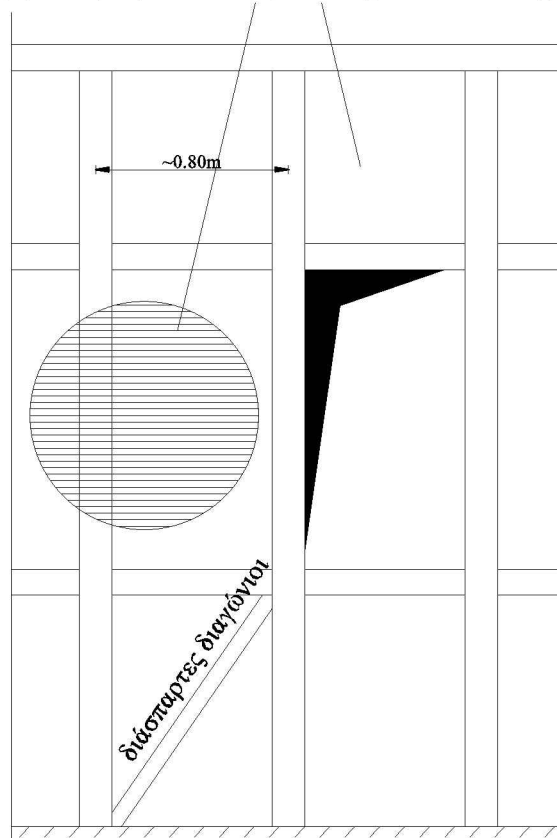
#### **Τ.4 ΟΠΛΙΣΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΔΟΜΗ**

πλινθοδομή ή σπανιότερα λιθοδομή πλακοειδών λίθων



T.5.1 Τοιχοδομή με ξύλινο σκελετό και πλήρωση από τοιχοποιία (Ευλόπηκτη ή Ευλόδημητη)

αμφίπλευρα ξύλινοι καρφωτοί πηχίσκοι και πεταχτό κονίαμα



T.5.2 Τοιχοδομή με ξύλινο σκελετο και πετάσματα όψεων (Μπαγδατότοιχος)

### **3. ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ**

#### **3.1 Γενικά**

- 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 ξύλινον ή πολύ σπάνια μεταλλικόν 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 δωμάτων 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 ύπαρξη 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.

#### **3.2 Τύποι πατωμάτων (ή δωμάτων)**

##### **3.2.1 Ξύλινα πατώματα (Σκαρίφημα Π.1γ)**

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). Πολύ σπάνια το σανίδωμα είναι διπλό, αποτελούμενο από δύο επάλληλες στρώσεις διασταυρούμενων σανίδων. Πολλές φορές υπάρχει ελαφρό ταβάνωμα (λεπτό, μή φέρον σανίδωμα) καρφωμένο στα κάτω πέλματα 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 Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση (Σκαρίφημα Π.1β) ή λιθόπλακες

Αποτελούνται από φέρουσες σιδηροδοκούς (συνήθως διπλά T) ανά αποστάσεις 0,60m περίπου και διακρίνονται σε δυο τύπους αναλόγως με το είδος της πλινθοπλήρωσης: Ελαφρού τύπου με ευμεγέθεις πλακοειδείς διάτρητες πλίνθους που γεφυρώνουν το κενό με απλή παράθεσή τους μεταξύ των σιδηροδοκών (τύπος β<sub>I</sub>), και βαριού 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 μικρο-ολισθήσεων μεταξύ των επίπεδων λιθοσωμάτων και σιδηροδοκών.
- Το βάρος τους κυμαίνεται από σχετικά μέσες τιμές για τα ελαφρού τύπου πατώματα επίπεδης πλινθοπλήρωσης έως μεγάλες τιμές για τα βαριού τύπου πατώματα με καμαρωτή πλινθοδόμηση. Σημαντική προσαύξηση του βάρους επιφέρει η επιπεδωτική στρώση μέχρι το άνω πέλαμα 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 βαριού 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 Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας (Σκαρίφημα Π.1δ)

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 μή 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.
- Το βάρος τους είναι πολύ μεγάλο, ιδιαίτερα στην περίπτωση επιπέδωσης του δαπέδου με κοινά και όχι ελαφρά υλικά.

- Είναι ο μοναδικός τύπος πατώματων 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.

#### 3.2.4 Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος (Σκαρίφημα Π.1α)

##### 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 δυσκαμψία 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 και "φωλιές"), 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.

### 3.3 Τύποι ξύλινων στεγών

Οι στέγες κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία αποτελούνται συνήθως από ξύλινα ζευκτά ανά αποστάσεις περίπου 0,80 έως 2,00 m, 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 στέγης των τοίχων. Σε περίπτωση ορθογωνικής κάτοψης με δικλινή στέγη, τα ζευκτά τοποθετούνται παράλληλα προς τη μικρή διάσταση του κτηρίου (Σκαρίφημα Σ.1β). Στην περίπτωση αυτή, η σύνδεση των ζευκτών εξασφαλίζεται μέσω εγκάρσιων συνδέσμων 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 (Σκαριφήματα Σ.1α,β). Τέλος, στην πολύ συνηθισμένη περίπτωση ακανόνιστης κάτοψης με προεξέχουσες πτέρυγες, η στέγη προκύπτει ακανόνιστης μορφής (Σκαρίφημα Σ.1γ).

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 (Σκαρίφημα Σ.1δ).

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.

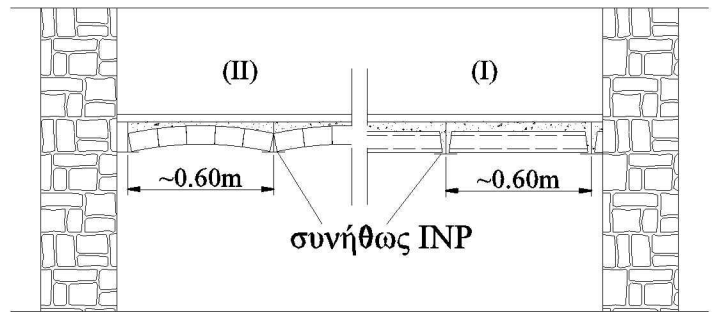
Τα χαρακτηριστικά της μηχανικής συμπεριφοράς των ξύλινων στεγών είναι τα ακόλουθα:

- 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 ξύλινον ποταμό (στρωτήρα) ή με ισχυρό κορυφαίο διάζωμα και η ύπαρξη ισχυρών εγκάρσιων συνδέσμων 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 των ράβδων 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 υποκειμένων τοιχοποιιών.

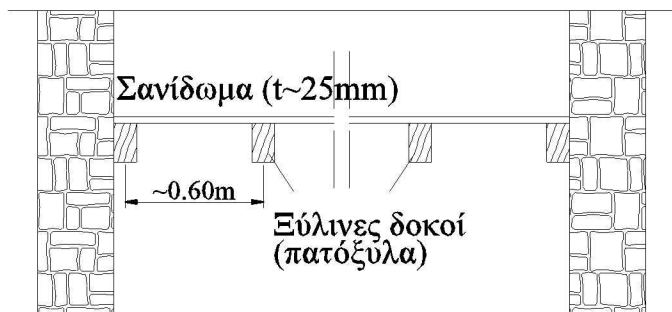




α. Πλάκες οπλισμένου σκυροδεμάτος



β. Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση

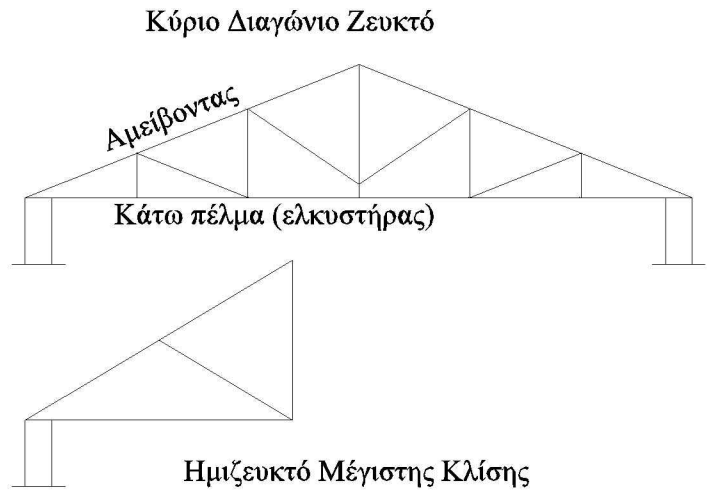
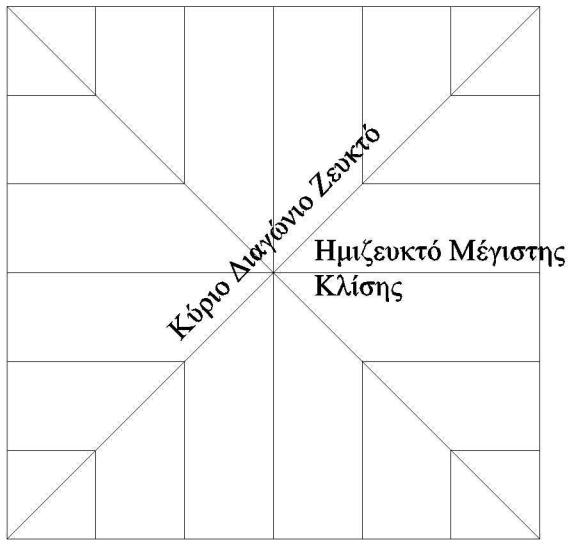


γ. Ξύλινα πατώματα

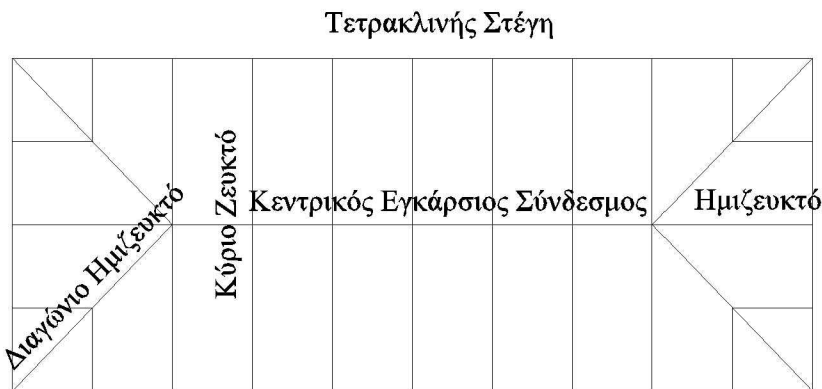
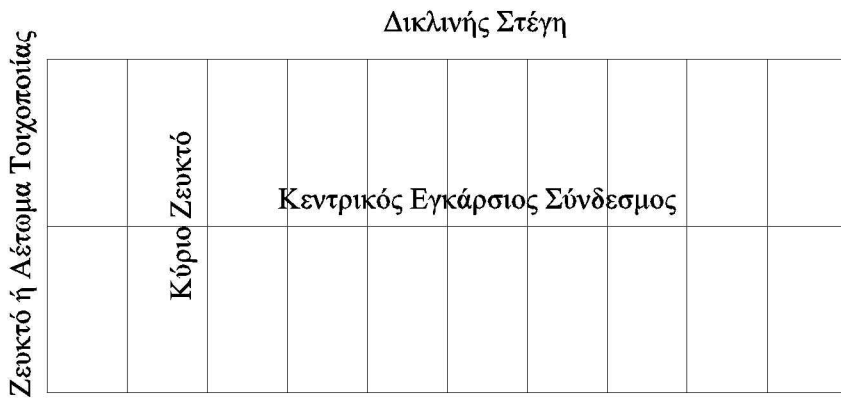


δ. Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας

Π.1 : Συνήθεις τύποι πατωμάτων κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία

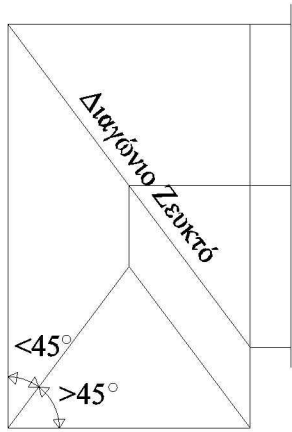


Σ. 1α : Τετρακλινής στέγη επί τετραγωνικής κάτοψης



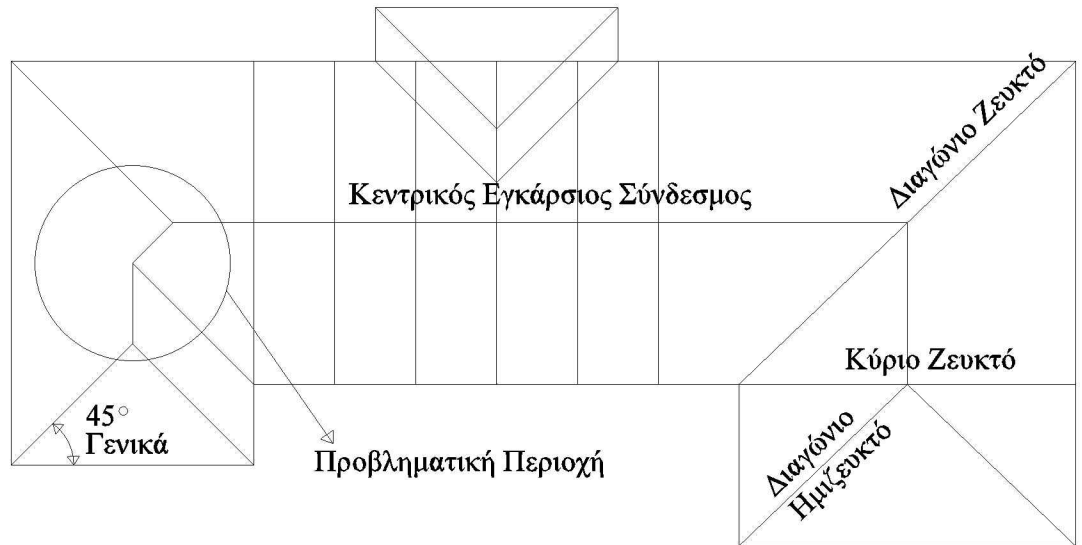
Σ. 1β : Στέγη επί ορθογωνικής κάτοψης

Εναλλακτική Διαμόρφωση

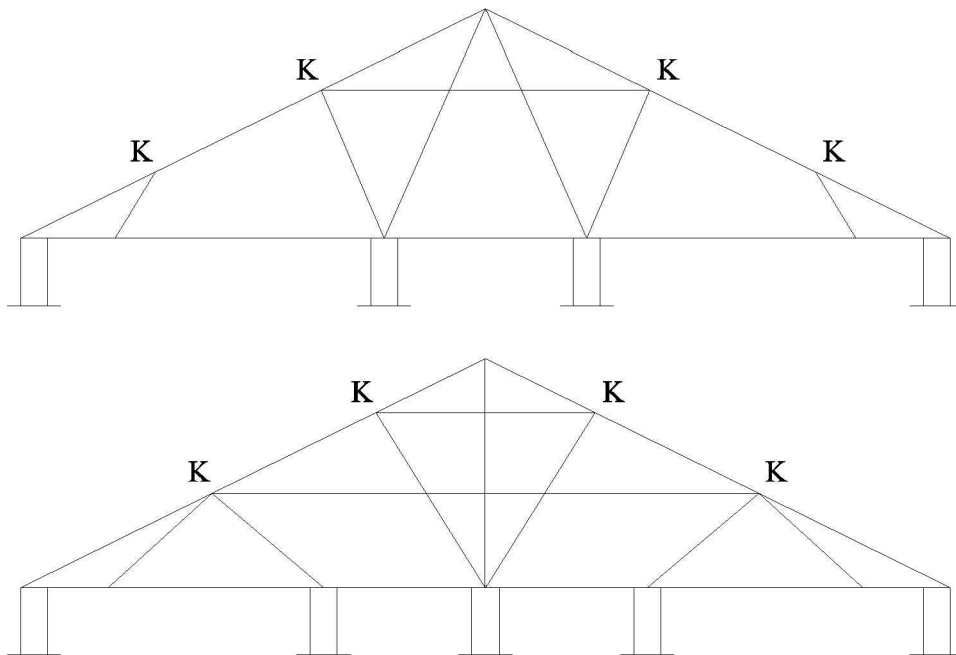


Μεταβλητή Κλίση Πλευρών

Τυπική Διαμόρφωση Σταθερής Κλίσης



Σ.1γ : Στέγη επί κάτοψης με ορθογωνικές προεξοχές



Εσωτερική δικτύωση ανά 2.00-3.00m  
 Διαμήκειες δοκοί στους κόμβους "Κ"  
 Αμείβοντες πυκνοί ανά 0.80-1.20m

Σ. 1δ : Στέγες με ενδιάμεσες εδράσεις

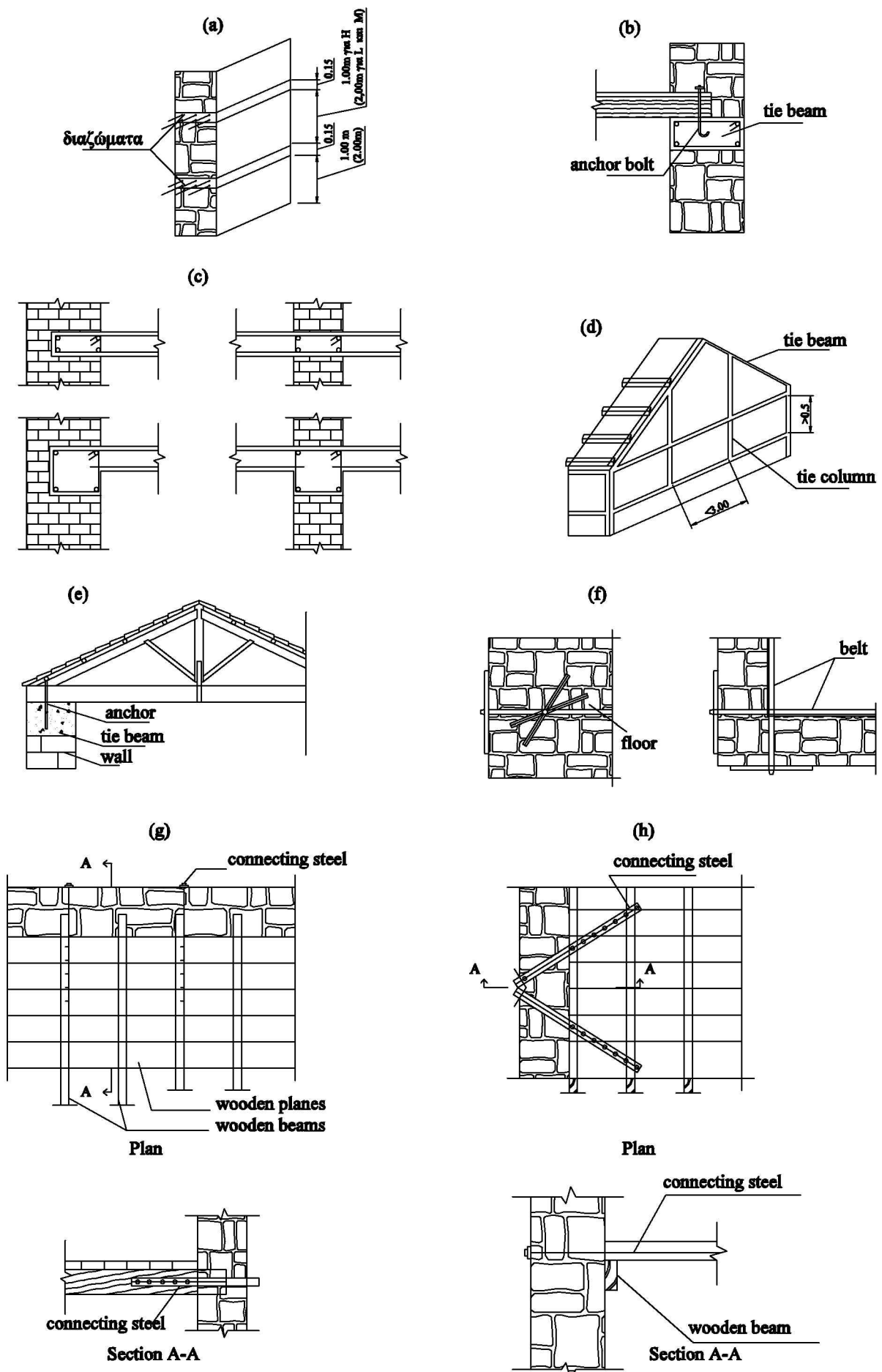
#### **4. ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΖΩΜΑΤΩΝ, ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ Ή ΘΛΙΠΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ (ΤΟΠΙΚΩΝ)**

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 Σκαριφήματα 4.1 έως 4.4):

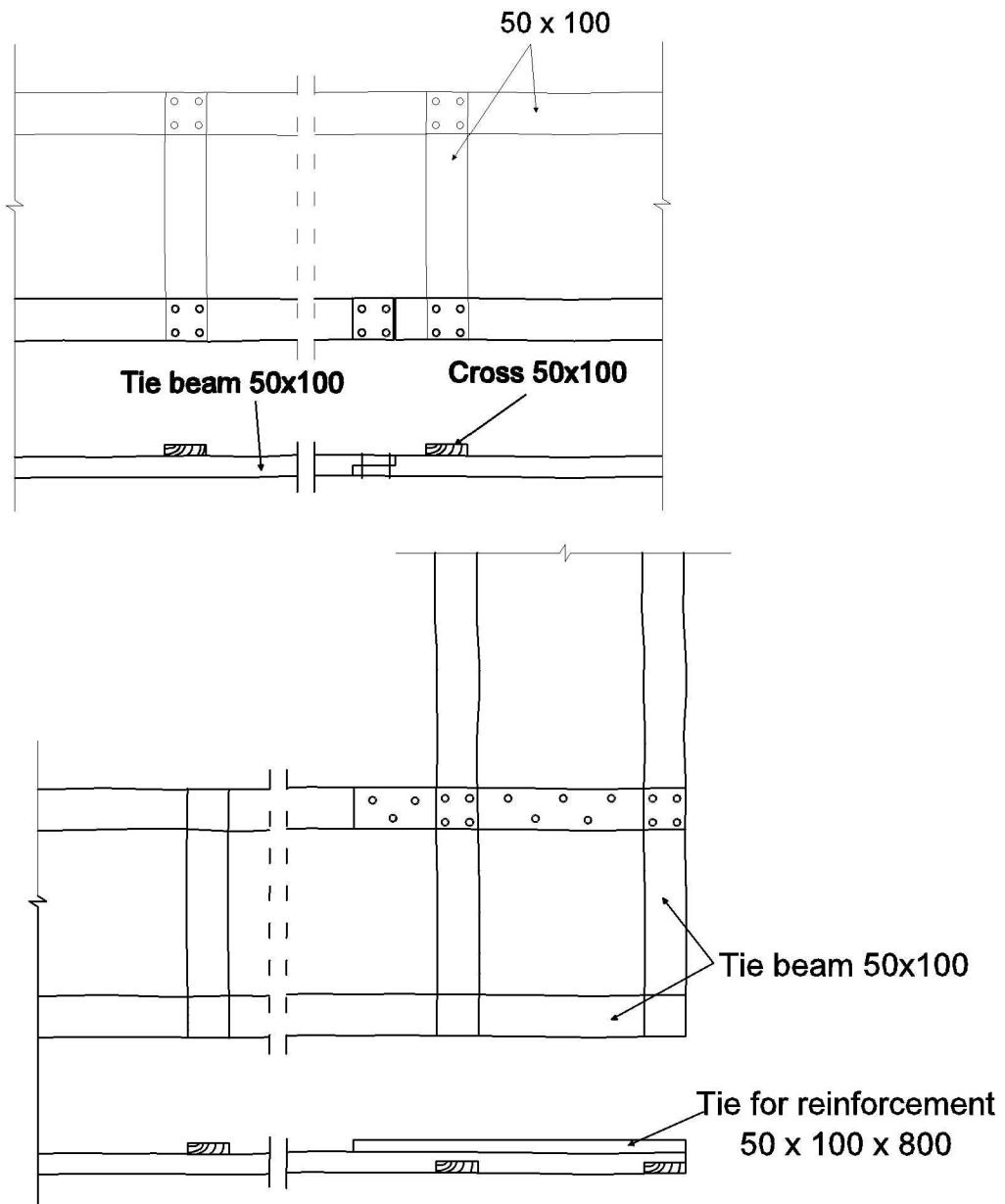
- (α) Συνεχή οριζόντια διαζώματα, ξύλινα (ξυλοδεσιές) ή μεταλλικά, ή από οπλισμένο σκυρόδεμα σε σχετικά νεότερες κατασκευές. Τα διαζώματα συναντώνται στη στάθμη των ανωφλίων των ανοιγμάτων ή και στις στάθμες των ορόφων και της στέγης.
- (β) Μεταλλικοί ελκυστήρες (παθητικοί ή ελαφρώς προεντεταμένοι) ή 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 παράλληλες μεταξύ τους ράβδους, ενσωματωμένες στις δύο όψεις της τοιχοποιίας και συνδεδεμένες με εγκάρσιες ράβδους κατά το πάχος του τοίχου, ανά διαστήματα. Ουσιαστικώς, πρόκειται για "δικτυώματα μορφής σκάλας" σε οριζόντιο επίπεδο, τα οποία διασταυρώνονται στις γωνίες του κτιρίου (Σκαριφήματα 4.2, 4.3a). 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 (Σκαριφήματα 4.1f, 4.3a).
  - 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 ολόκληρο το πλάτος της τοιχοποιίας, ενώ έχουν σχετικά μικρό ύψος (πάχος), καθώς λειτουργούν ως δοκοί καμπτόμενες σε οριζόντιο επίπεδο (Σκαριφήματα 4.1a,b).
  - Οι ελκυστήρες είναι συνήθως χαλύβδινες ράβδοι ή λεπίδες ορθογωνικής διατομής ή μικρές χαλύβδινες δοκοί διατομής διπλού T, ενώ τοποθετούνται κατά τη δόμηση των τοίχων και "προεντείνονται" μετά την ολοκλήρωση του φέροντος οργανισμού (Σκαριφήματα 4.3b). Συχνά συναντώνται και ξύλινοι ελκυστήρες 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. 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, αγίδες και θόλους. Οι ελκυστήρες τοποθετούνται στη στάθμη γένεσης των καμπύλων φορέων, έτσι ώστε να αναλάβουν τις οριζόντιες ωθήσεις

που αναπτύσσονται υπό τα κατακόρυφα φορτία (Σκαρίφημα 4.4). Οι ελκυστήρες αυτοί συνδέονται συνήθως στα άκρα τους με ξυλοδεσιές ενσωματωμένες στους εγκάρσιους τοίχους.

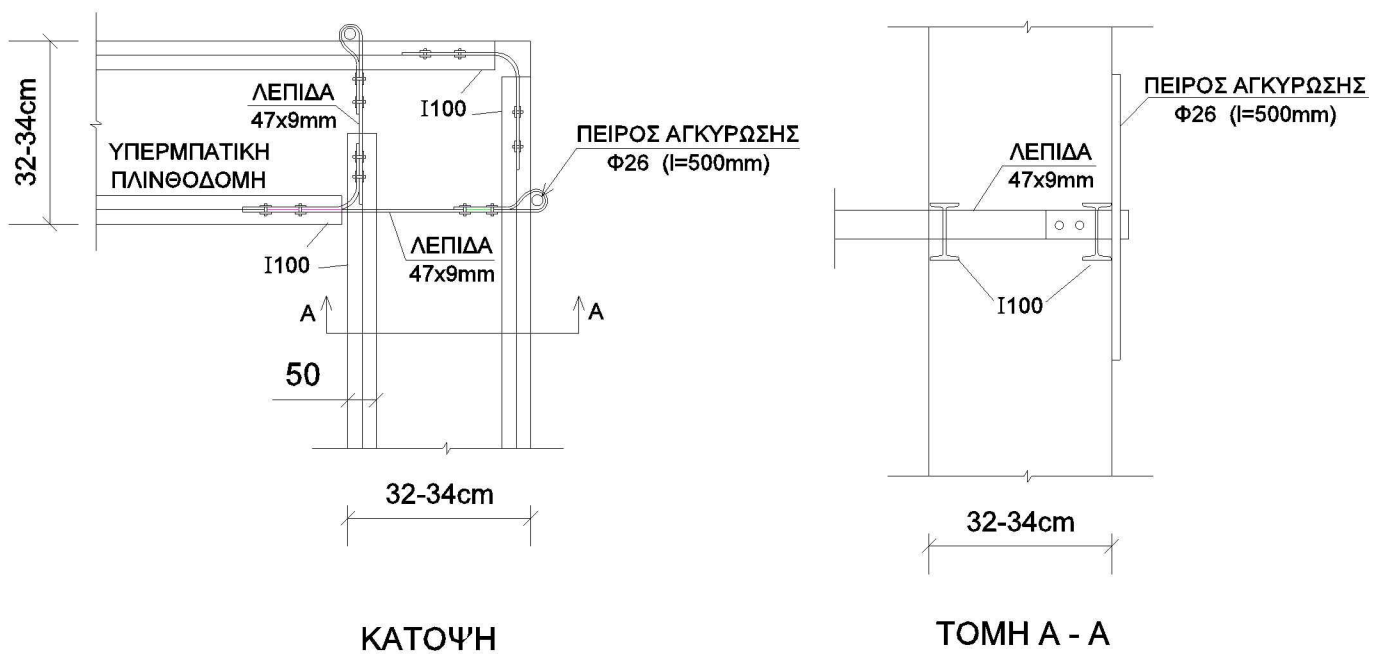
- Τα κατακόρυφα διαζώματα (όταν υπάρχουν), σε συνεργασία με τα οριζόντια διαζώματα, συγκροτούν στο επίπεδο της τοιχοποιίας πλαίσια αυξημένης δυστημσίας και δυσκαμψίας που αφενός ενισχύουν τη λειτουργία δίσκου της τοιχοποιίας και αφετέρου εγκιβωτίζουν και “περισφίγγουν” τμήματα της τοιχοποιίας, αποτρέποντας την πρόωρη ρηγμάτωσή της υπό σεισμική καταπόνηση εντός του επιπέδου της.
- Είναι φανερό ότι ο ρόλος των διαζωμάτων και των ελκυστήρων είναι να 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”, ιδιαίτερος θετικά υπό αυξημένες μετακινήσεις και παραμορφώσεις.
- Πρέπει να σημειωθεί ότι ο Ευρωκώδικας 8, στο Κεφ. 9 που αναφέρεται στις αντισεισμικές κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία, αναγνωρίζει τη βασική συμβολή των διαζωμάτων στην αύξηση της χαμηλής πλαστιμότητας των άοπλων τοιχοποιιών και διαφοροποιεί αντιστοίχως τις τιμές των δεικτών συμπεριφοράς της κατασκευής.
- Τέλος, οι τοπικοί σύνδεσμοι έχουν ως στόχο την ενίσχυση της δομικής συνέχειας τμημάτων του φέροντος οργανισμού (Σκαριφήματα 4.1g,h) και την αύξηση της αντοχής αλλά και της πλαστιμότητας.



4.1 : Τύποι διαζωμάτων, ελκυστήρων, θλιπτήρων και συνδέσεων πατωμάτων και στεγών με τις φέρουσες τοιχοποιίες



4.2 : Διαμόρφωση και γωνιακές συνδέσεις ξύλινων διαζωμάτων



4.3a : Διαμόρφωση, γωνιακή σύνδεση και ακραία αγκύρωση μεταλλικού διαζώματος (αποτύπωση πραγματικής κατάστασης)



