



**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ, ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ  
ΚΑΝ.ΕΠΕ., ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 8-3 και Κ.Α.Δ.Ε.Τ.**

**Αποτίμηση Σεισμικής Επάρκειας  
Βασικές Αρχές - Διαρεύνηση/Τεκμηρίωση**



➤ **καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος**  
*Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών*

19 και 20 Οκτωβρίου 2018, Χανιά

1

# ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Ο κύριος του έργου οφείλει να επιλέγει το πλαίσιο των κανονιστικών κειμένων του σχεδιασμού και της μελέτης της φέρουσας κατασκευής του έργου, μεταξύ των ακολούθων δύο περιπτώσεων:

- α') Των προϋπαρχόντων κανονιστικών κειμένων δόμησης του Παραρτήματος 3 της παρούσας.
- β') Των Ευρωκωδίκων σε συνδυασμό με τα Εθνικά τους Προσαρτήματα, που περιλαμβάνονται στα Παραρτήματα 1 και 2 της παρούσας. (ΦΕΚ 1457/2014)

2

**Ο.Α.Σ.Π.**  
ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΑΞΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΟΠΙΣΘΕΡΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ  
ΟΜΑΔΑ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΝ.ΕΠΕ. ΜΕ ΤΟΥΣ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΕΚ 2984/Β/30-08-2017 (2<sup>η</sup> Αναθεώρηση)

**ΚΑΝ.ΕΠΕ.  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

**ΙΟΚ** ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ  
**ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ)**  
Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών από τον Σεισμό και λοιπούς Βλαπτικούς Παράγοντες  
Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος  
Αθήνα 2008

ΕΤΕΠ

ΦΕΚ 2221Β/30-7-2012

EUROPEAN STANDARD **EN 1998-3**  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
June 2005

ICS 91.120.25  
Supersedes ENV 1998-1-4:1996  
Incorporating corrigendum March 2010

English version  
Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance -  
Part 3: Assessment and retrofitting of buildings

Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 3: Evaluation et renforcement des bâtiments  
Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 3: Beurteilung und Erleichterung von Gebäuden

This European Standard was approved by CEN on 15 March 2005.  
CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving the European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.  
This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official version.  
members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

**cen**  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

© 2005 CEN. All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members. Ref. No. EN 1998-3:2005 E

3

**ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ**  
**Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN) για τον Σχεδιασμό**

- EN 1990 Ευρωκώδικας 0:**  
**Βάσεις Σχεδιασμού**
- EN 1991 Ευρωκώδικας 1:**  
**Δράσεις**

**EN 1992 Ευρωκώδικας 2:**  
**Σχεδιασμός Φορέων από Σκυρόδεμα**

**EN 1993 Ευρωκώδικας 3:**  
**Σχεδιασμός Φορέων από Χάλυβα**

**EN 1994 Ευρωκώδικας 4:**  
**Σχεδιασμός Συμμείκτων Φορέων από Χάλυβα και Σκυρόδεμα**

**EN 1995 Ευρωκώδικας 5:**  
**Σχεδιασμός Ξύλινων Φορέων**

**EN 1996 Ευρωκώδικας 6:**  
**Σχεδιασμός Φορέων από Τοιχοποιία**

**EN 1997 Ευρωκώδικας 7:**  
**Γεωτεχνικός Σχεδιασμός**

**EN 1998 Ευρωκώδικας 8:**  
**Αντισεισμικός Σχεδιασμός Φορέων**

**EN 1999 Ευρωκώδικας 9:**  
**Σχεδιασμός Φορέων από Αλουμίνιο**

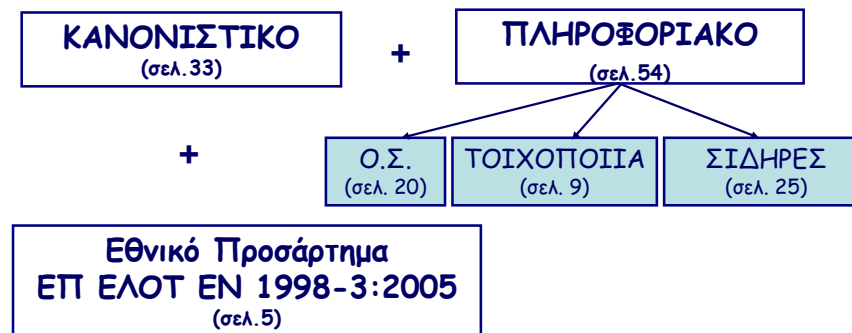
4

**EN 1998 Ευρωκώδικας 8:**  
**Αντισεισμικός Σχεδιασμός Φορέων**

- 1: EN1998-1 Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανονικά Κτίρια
- 2: EN1998-2 Γέφυρες
- 3: EN1998-3 Αποτίμηση & Ενίσχυση Κτιρίων
- 4: EN1998-4 Σιλό, Δεξαμενές, Αγωγοί
- 5: EN1998-5 Θεμελιώσεις, Αντιστηρίξεις, Γεωτεχνικά Θέματα
- 6: EN1998-6 Πύργοι, Ιστοί, Καπνοδόχοι

**EΚ8-Μέρος 3**

**Assessment and Retrofitting of Existing Structures**  
**Αποτίμηση της Φέρουσας Ικανότητας Κτιρίων και Επεμβάσεις**



ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005/NA

**Εθνικό Προσάρτημα στο**  
**ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005**  
**«Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών**  
**- Μέρος 3: Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και**  
**επεμβάσεις»**

**1 Αντικείμενο**

Το παρόν Εθνικό Προσάρτημα καθορίζει τις εθνικά προσδιοριζόμενες παραμέτρους που θα χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα σε εκείνες τις διατάξεις του Ευρωκώδικα EN 1998-3:2005 για τις οποίες επιτρέπεται η επιλογή των παραμέτρων αυτών. Καθορίζει επίσης και το κανονιστικό καθεστώς των Παραρτημάτων του ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005. Τέλος καθορίζει, στο Κεφάλαιο 4, συμπληρωματικές μη αντικρουόμενες διατάξεις που ισχύουν συμπληρωματικά προς τις διατάξεις του EN 1998-1:2004. Οι διατάξεις αυτές περιέχονται στο πρότυπο ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1442<sup>1</sup>: «ΚΑΝ.ΕΠΕ: Κανονισμός Επεμβάσεων», που αναφέρεται παρακάτω ως ΚΑΝ.ΕΠΕ.

**EΚ8-Μέρος 3**

**Assessment and Retrofitting of Existing Structures**  
**Αποτίμηση της Φέρουσας Ικανότητας Κτιρίων και Επεμβάσεις**



**ΚΑΝ.ΕΠΕ.****Αντικείμενο:** Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφιστάμενων Κτιρίων**Ιστορικό**

2000	Ορισμός 17-μελούς Ομάδας Εργασίας από ΟΑΣΠ
2003	1 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2004	Κρίση από 24-μελή Επιτροπή Συμβούλων
2005	2 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2006-2007	Έλεγχος Εφαρμοσιμότητας Κανονισμού από 9 Μελετητικά Γραφεία
2009	3 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
2009	Δημόσιος Διάλογος
2010	4 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού
2011	5 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού, Εναρμονισμένου με τους Ευρωκώδικες
2012	ΦΕΚ 42/Β/20-1-2012
2013	Αναθεώρηση ΦΕΚ 2187/Β/05-09-2013
2017	2 <sup>η</sup> Αναθεώρηση ΦΕΚ 2984/Β/30-08-2017

9

**Δυσμέμεια Παλαιών Κτιρίων**

- (α) Μόρφωση  $\Xi$ .Ο. με αρχιτεκτονικές υπερβολές  
(Έλλειψη κανονικότητας: γεωμετρίας ή αντοχής σε επίπεδο ορόφου ή κτιρίου)
- (β) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές  
(Έλλειψη υπολογιστικών μέσων: απουσία χωρικής ανάλυσης & διαδιάστατης πλαισιακής λειτουργίας)
- (γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί
- (δ) Μόρφωση φορέα χωρίς τις σύγχρονες αντισεισμικές αντιλήψεις  
(πλαστιμότητα, ικανοτικός σχεδιασμός, κατασκευαστικές διατάξεις)
- (ε) Συχνά σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις μικρότερες των αντιστοίχων για νέα κτίρια  
Παλαιά κτίρια:  $1,75 \times \Xi$  π.χ.  $1,75 \times 0,08 = 0.14g$   
Νέα κτίρια (μετά 1995):  $\alpha \times 2.5/q$  π.χ.  $0.24 \times 2.5/3.5 = 0.17g$
- $$\frac{0.14}{0.17} \cdot \frac{1.5}{3.5} \approx \frac{1}{3} \Rightarrow \text{Δυνητική Δυσμέμεια της τάξεως του } 1:3$$

➔ Ανάγκη Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας, Ανασχεδιασμού και Επεμβάσεων

**Πώς:**

10

**Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφισταμένων Κτιρίων**➔ **Θέμα Δυσκολότερο από τον Σχεδιασμό Νέων Κτιρίων**

- Γνώσεις λίγες και όχι επαρκώς τεκμηριωμένες
- Απουσία κανονισμού – Νέος κανονισμός – Νέες έννοιες
- Μόρφωση του φορέα πιθανόν απαράδεκτη, αλλά υπαρκτή
- Αβέβαιες εκτιμήσεις βασικών δεδομένων στην αρχική φάση τεκμηρίωσης
- Χαμηλή ποιότητα υλικών, φθορές ή βλάβες, κρυμμένες ατέλειες

11

**Γιατί χρειαζόμαστε έναν Εδικό Κανονισμό για Αποτίμηση και Επεμβάσεις;**

Η μελέτη για επέμβαση είναι αρκετά διαφορετική από τη μελέτη σχεδιασμού ενός νέου κτιρίου

- Διαφορετική η διαδικασία προσέγγισης
- Άλλα πράγματα χρειάζονται

12

## Στάδια Αποτίμησης και Ανασχεδιασμού

### 1<sup>ο</sup> Στάδιο:

Διερεύνηση και τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης- Αξιοπιστία Δεδομένων

### 2<sup>ο</sup> Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

### 3<sup>ο</sup> Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

### 4<sup>ο</sup> Στάδιο:

Σχεδιασμός της λύσης επέμβασης. Μελέτη Επισκευής/Ενίσχυσης και κοστολόγηση

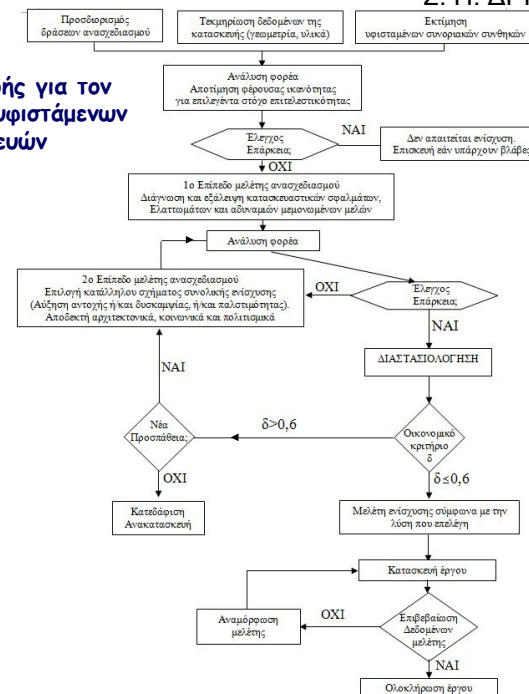
### 5<sup>ο</sup> Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου



13

## Διάγραμμα ροής για τον ανασχεδιασμό υφιστάμενων κατασκευών



14

## Τεκμηρίωση υφιστάμενου φορέα

- ✓ Γεωμετρία (Φέροντος οργανισμού + τοιχοπληρώσεις)
- ✓ Λεπτομέρειες (Οπλισμοί, συνδέσεις μεταλλικών στοιχείων, συνδέσεις τοίχων, συνδέσεις πατωμάτων με τοίχους)
- ✓ Υλικά (Μηχανικά χαρακτηριστικά)
- ✓ Φορτία (ΚΑΝ.ΕΠΤΕ.)

- ➔ Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) - Knowledge Levels (KL)
- ➔ Συντελεστές αξιοπιστίας (Άλλοι συντελεστές ασφάλειας για τα υφιστάμενα)
- ➔ Νέοι συντελεστές ασφάλειας για τα νέα υλικά

15

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

- Υψηλή (Full Knowledge) ➔ KL3
- Ικανοποιητική (Normal Knowledge) ➔ KL2
- Ανεκτή (Limited Knowledge) ➔ KL1
- Ανεπαρκής: επιτρέπεται (κατά ΚΑΝ.ΕΠΤΕ.), μόνο για δευτερεύοντα στοιχεία

16

## EC8 DOCUMENTATION

### Knowledge Levels and Confidence Factors

KL<sub>1</sub>: Limited Knowledge

KL<sub>2</sub>: Normal Knowledge

KL<sub>3</sub>: Full Knowledge

Knowledge Level	Geometry	Details	Materials	Analysis	CF
KL1	From original outline construction drawings with sample visual survey or from full survey	Simulated design in accordance with relevant practice and from limited in-situ inspection	Default values in accordance with standards of the time of construction and from limited in-situ testing	LF-MRS	$CF_{KL1} = 1.35$
KL2		From incomplete original detailed construction drawings with limited in-situ inspection or from extended in-situ inspection	From original design specifications with limited in-situ testing or from extended in-situ testing	All	$CF_{KL2} = 1.20$
KL3		From original detailed construction drawings with limited in-situ inspection or from comprehensive in-situ inspection	From original test reports with limited in-situ testing or from comprehensive in-situ testing	All	$CF_{KL3} = 1.00$

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

### Σκυρόδεμα

- Μέθοδοι εκτίμησης  $f_c$ : Συνδυασμός έμμεσων μεθόδων, βαθμονόμηση με λίγους πυρήνες. Προσοχή στις καμπύλες αναγωγής και συσχέτισης.
- Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών:
  - Όχι συλλήβδην, δηλ. για όλους τους ορόφους και όλα τα δομικά στοιχεία.
  - Τουλάχιστον 3 πυρήνες από ομοειδή δομικά στοιχεία ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε στον "κρίσιμο" όροφο.
- Επιπλέον μέθοδοι (υπερηχοσκόπηση ή κρουσιμέτρηση ή εξόλκευση ήλου για  $f_c < 15 \text{ MPa}$ ):
  - Υψηλή ΣΑΔ/όροφο: 45% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
  - Ικανοποιητική ΣΑΔ/όροφο: 30% κατ.στοιχ./15% ορ. στοιχ.
  - Ανεκτή ΣΑΔ/όροφο: 15% κατ.στοιχ./7,5% ορ. στοιχ.

### Χάλυβας

Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική

18

## Πρόταση για την Αντοχή Σκυροδέματος

- Όταν από την κατασκευή του Φ.Ο. του κτιρίου διατίθενται αποτελέσματα δοκιμών θλίψης του σκυροδέματος αυτά επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για την τεκμηρίωση της αντοχής του υλικού
- Κατώτατες default τιμές (υπό προϋποθέσεις)

19

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.1

#### «ΕΡΗΜΗΝ» ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Κατ' εφαρμογή της παρ. Σ3.7 και υπό τις προϋποθέσεις που εκεί αναφέρονται, επιτρέπεται η χρήση των παρακάτω «ερήμην» αντιπροσωπευτικών τιμών αντοχής υλικών (σκυροδέματος, χάλυβα οπλισμού και τοιχοπληρώσεων). Στην περίπτωση αυτή η Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων (Σ.Α.Δ.) θεωρείται «ανεκτή».

α) Για το σκυρόδεμα

Πίνακας 1. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Ολικής Αντοχής Σκυροδέματος.

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	«Ονομαστική» Μέση Τιμή $f_{cm}$ (MPa)	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{ck}$ (MPa)
... < 1954	10	6
1954 < ... < 1985	12	8
1985 < ... < 1995	16	12
1995 < ...	20	16

β) Για το χάλυβα οπλισμού

Πίνακας 2. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Διαρροής Χάλυβα Οπλισμού.

Κατηγορία Χάλυβα Οπλισμού	«Ονομαστική» Μέση Τιμή $f_{yk}$ (MPa)	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{yk}$ (MPa)
S220 & Stahl I	280	240
S400 & Stahl III	450	410
S500 & Stahl IV	520	500

20

γ) Για τις τοιχοπλήρωσεις, οι «ερήμην» αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχής μπορούν να λαμβάνονται ως «Ονομαστικές» Μέσες ή ως Χαρακτηριστικές σύμφωνα με τον Πίνακα 3 που ακολουθεί και οι οποίες ισχύουν για:

- Συνήθεις τοιχοπλήρωσεις, οπτοπληθοδομές-με διάτρητα τούβλα.
- Συνήθη ασβεστοσιμεντοκονιάματα, μάλλον χαμηλής (έως μέσης) αντοχής.
- Πλήρεις (σχεδόν) οριζόντιους αρμούς, κανονικού πάχους (περίπου  $10+20mm$ ).
- Ημι-πλήρεις κατακόρυφους αρμούς, γενικός του ίδιου πάχους (περίπου  $10+20mm$ ).
- Κατακόρυφα φορτία πρακτικώς μόνο από το ίδιο βάρος των τοιχοπλήρωσεων ( $\sigma_p \approx 0$ ).

Πίνακας 3. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Αντοχής Τοιχοπλήρωσεων.

Αντοχή	Τοιχοπλήρωση	Ποιότητα Δόμησης και Σφήνωσης		
		Καλή	Μέση	Κακή
Λοξή Θλίψη $f_{με,z} (MPa)$	Μπατικός	2.00	1.50	1.00
	Δρομικός	1.50	1.00	0.75
Διαγώνια Ρηγμάτωση $f_{αν} (MPa)$	Μπατικός	0.25	0.20	0.15
	Δρομικός	0.20	0.15	0.10

21

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

### ■ Δεδομένα:

ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ	ΙΔΙΑ ΒΑΡΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, κ.λ.π.
--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--

ΟΠΙΣΘΗΣ		
ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΙΣΘΕΜΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΑΒΔΩΝ	ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΜΟΝΕΣ	«ΚΛΕΙΣΙΜΟ» ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ

22

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

### ■ Προέλευση Δεδομένου:

1. Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί
2. Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί, με λίγες τροποποιήσεις που εντοπίστηκαν κατά τη διερεύνηση
3. Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά, σε μορφή κειμένου υπομνήματος, σε σχέδιο της αρχικής μελέτης.
4. Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα
5. Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσο τρόπο
6. Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά κρίση Μηχανικού

23

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ												
ΥΠΑΡΧΟΝ	ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ								
				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ Η ΑΝΩΔΟΜΗΣ			ΠΑΧΗ, ΒΑΡΗ κ.λ.π. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.λ.π.			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΙΣΘΗΣ		
				Ανεκτή	Ισομετρηθεί	Υψηλή	Ανεκτή	Ισομετρηθεί	Υψηλή	Ανεκτή	Ισομετρηθεί	Υψηλή
✓		1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί, χωρίς τροποποιήσεις	(1)			✓				✓	
✓		2	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις	(2)			✓			✓		
✓		3	Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά (π.χ. υπόμνημα σε σχέδιο της αρχικής μελέτης)	(3)	✓			✓			✓	
	✓	4	Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα	(4)		✓			✓			✓
	✓	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσο, αλλά επαρκώς αξιόπιστο, τρόπο	(5)	✓	✓		✓	✓		✓	✓
	✓	6	Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	(6)	✓	✓		✓	✓		✓	✓

24

### Άλλες μέθοδοι ανάλυσης απαιτούνται

Οι ελαστικές μέθοδοι ανάλυσης που σήμερα χρησιμοποιούνται (για νέα κτίρια) έχουν αξιοπιστία υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις που στα νέα κτίρια φροντίζουμε να πληρούνται.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι προϋποθέσεις αυτές δεν πληρούνται στα παλιά κτήρια.

➔ **Ανάγκη προχωρημένων μεθόδων ανάλυσης**

25

## ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (§ 5.5.2. και 5.6.1)

$\lambda \leq 2,5$  σε όλα τα μέλη

ή αν  $\lambda > 2,5$  έστω και για ένα μέλος αλλά το κτίριο μορφολογικά κανονικό

Δηλ.  $\overline{\lambda}_k < 1,5 \overline{\lambda}_{k+1}$  και  $1,5 \overline{\lambda}_{k-1}$

$$\lambda = S_E / R_m \quad S_E = P \text{Οπη} \quad \overline{\lambda}_k = \frac{\sum_1^n \lambda_i V_{Si}}{\sum_1^n V_{Si}}$$

Για αποτίμηση μόνο, μπορεί και χωρίς προϋποθέσεις να εφαρμοστεί ελαστική ανάλυση αλλά τότε:

$$\gamma'_{sd} = \gamma_{sd} + 0,15$$

26

Αλλά και αν τύχει να πληρούνται,  
τι τιμή θα έχει ο συντελεστής συμπεριφοράς  $q$ ;

27

### ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q$

Πίνακας Σ 4.4: Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς  $q$  για την στάθμη επιτελεστικότητας B («Σημαντικές βλάβες»)

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων (1)		Δυσμενής (γενικώς) παρουσία τοιχοπληρώσεων (1)	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
1995<...	3,0	2,3	2,3	1,7
1985<...<1995(2)	2,3	1,7	1,7	1,3
...<1985	1,7	1,3	1,3	1,1

(1) Περί του ρόλου και της επιρροής των τοιχοπληρώσεων βλ. § 5.9 και § 7.4.

(2) Για κτίρια αυτής της περιόδου, οι τιμές του Πίνακα ισχύουν με την προϋπόθεση πως ο έλεγχος αποφυγής σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα των υποστυλωμάτων γίνεται κατά την § 9.3.3 (ικανοποίηση της συνθήκης  $\Sigma M_{Rc} \geq 1,3 \Sigma M_{Rb}$ ). Διαφορετικά ισχύουν οι τιμές του πίνακα που ισχύουν για κτίρια της περιόδου προ του 1985.

▪ Για στάθμη επιτελεστικότητας Γ οι τιμές πολλαπλασιάζονται με 1,4

28

**Τι είναι αστοχία:**

Αντοχή < Ένταση

Έστω  $M_{Rd} = 150 \text{ KNm} < M_{sd} = 200 \text{ KNm}$

Σε μία μελέτη νέου κτιρίου φροντίζουμε αυτό να μην ισχύει  
Σε ένα υφιστάμενο η ανισότητα μπορεί να ισχύει

**Ερωτήματα:** Τι επίπεδα βλάβης θα υπάρξουν;  
Ποιες οι συνέπειες;  
Θα τις δεχθούμε;

- ➔ **Ανάγκη Ορισμού επιπέδων βλάβης**
- ➔ **Πρωτεύοντα - Δευτερεύοντα στοιχεία**

- Διάκριση στοιχείων σε «σεισμικώς πρωτεύοντα» και «σεισμικώς δευτερεύοντα»

Σεισμικώς δευτερεύοντα: Αποδεκτές μεγαλύτερες βλάβες

**Επίπεδα Βλάβης**

Στάθμες Επιτελεστικότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

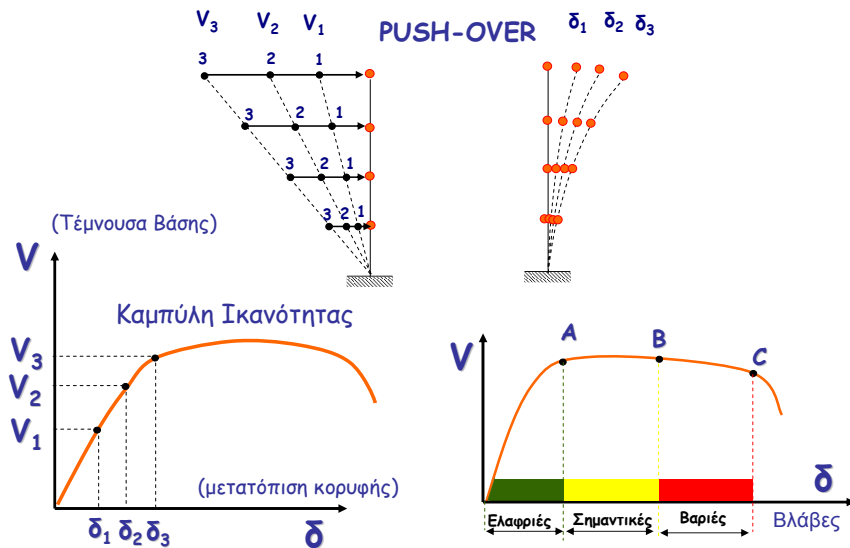
LS of Damage Limitation (DL) ➔ (ΚΑΝ.ΕΠΤΕ) **Στάθμη Α «Περιορισμένες Βλάβες»**, Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν ουσιωδώς ξεπεράσει την διαρροή τους

LS of Significant Damage (SD) ➔ (ΚΑΝ.ΕΠΤΕ) **Στάθμη Β «Σημαντικές Βλάβες»** κτίριο με αποδεκτές σοβαρές βλάβες όπως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων

LS of Near Collapse (NC) ➔ (ΚΑΝ.ΕΠΤΕ) **Στάθμη Γ «Οιονεί Κατάρρευση»**, βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ κοντά στην κατάρρευση

**Στάθμες Επιτελεστικότητας - Οριακές Καταστάσεις**

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



**SEISMIC ACTIONS**

What is the design seismic action?  
Which return period should be selected for the seismic action?  
Should this be the same as for new structures?

**Performance Levels**

Occurrence probability in 50 years	Level A Damage Limitation (DL)	Level B Significant Damage (SD)	Level C Near Collapse (NC)
2% Return period 2475 years	DL <sub>2%</sub>	LS <sub>2%</sub>	CP <sub>2%</sub>
10% Return period 475 years	DL <sub>10%</sub>	LS <sub>10%</sub>	CP <sub>10%</sub>
20% Return period 225 years	DL <sub>20%</sub>	LS <sub>20%</sub>	CP <sub>20%</sub>
50% Return period 70 years	DL <sub>50%</sub>	LS <sub>50%</sub>	CP <sub>50%</sub>

- Usual design of new buildings
- Design of important structures (remain functional during earthquake)
- Minimum acceptable seismic action level  
Instead, do nothing due to economic, cultural, aesthetic and functional reasons



Για ποιά Οριακή Κατάσταση (Στάθμη Επιτελεστικότητας) θα γίνει ο Σχεδιασμός;

Για ποιά Σεισμό Σχεδιασμού;

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Στάθμη Α	Στάθμη Β	Στάθμη Γ
2%	A <sub>2%</sub>	B <sub>2%</sub>	Γ <sub>2%</sub>
10%	A <sub>10%</sub>	B <sub>10%</sub>	Γ <sub>10%</sub>
30%	A <sub>30%</sub>	B <sub>30%</sub>	Γ <sub>30%</sub>
50%	A <sub>50%</sub>	B <sub>50%</sub>	Γ <sub>50%</sub>
70%	A <sub>70%</sub>	B <sub>70%</sub>	Γ <sub>70%</sub>

EC8-3 → Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

ΕΠ EC8-3 → Ο κύριος του έργου επιλέγει ύστερα από εισήγηση και συμφωνία με τον μελετητή

**Στόχοι Επιτελεστικότητας κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.**  
(Ζεύγος στάθμης επιτελεστικότητας και σεισμού σχεδιασμού)

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	ΣΤΑΘΜΗ Α	ΣΤΑΘΜΗ Β	ΣΤΑΘΜΗ Γ
10% (Σεισμικές Δράσεις Κανονισμού Νέων Κτιρίων)	A1	B1	Γ1
50% (Σεισμικές Δράσεις = 0,6 x του προηγούμενου)	A2	B2	Γ2

Υπάρχουν Ισοδύναμοι Στόχοι:

**Ελάχιστοι Ανεκτοί Στόχοι κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017 και ΚΑΔΕΤ**

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	ΣΤΑΘΜΗ Α Μηδανινές Βλάβες (Άμεση Χρήση)	ΣΤΑΘΜΗ Β Σοβαρές Βλάβες (Ασφάλεια Ζωής)	ΣΤΑΘΜΗ Γ Οιονεί Κατάρρευση
10% (Σεισμικές Δράσεις κατά ΕΚ8-1)	A1	B1	Γ1
50% (Σεισμικές Δράσεις = 0,6 x ΕΚ8-1)	A2	B2	Γ2

- Σπουδαιότητα I
- Σπουδαιότητα II
- Σπουδαιότητα III
- Σπουδαιότητα IV

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΟΣ ΚΑΤΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ 2017 και ΚΑΔΕΤ**

Οι παραπάνω κατηγορίες σπουδαιότητας ορίζονται:

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Κριτήρια
I	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, όπως: αγροτικά οικοπέδα και αγροτικές αποθήκες, υπόστερα, στάβλοι, βουστάσια, χοιροστάσια, αρνιότροφεία, κ.λπ.
II	Συνήθη κτίρια, όπως: κατοικίες και γραφεία, βιομηχανικά - βιοτεχνικά κτίρια, ξενοδοχεία (τα οποία δεν περιλαμβάνουν χώρους συνεδρίων), ξενώνες, οκροτροφεία, χώροι εκθέσεων, χώροι εστίασης και νυχτογαίας (ζαχαροπλαστεία, καφεναεία, μπούλινγκ, μπλιάρου, ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εστιατόρια, μπαρ, κ.λπ.), τράπεζες, ταμεία, αγορές, υπεραγορές, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κομμεία, κομμωτήρια, εντοπιότητα γυμναστικής, βιβλιοθήκες, εργαστήρια, συνεργεία συντήρησης και επεξεργασίας αυτοκινήτων, βιβλιοθήκες, βιβλιοθήκες, εργαστήρια, κέντρα παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, παρτίρια υγρών καυσίμων, ανεμογεννήτριες, γραφεία δημοσίων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία: III, κ.λπ.
III	Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας, καθώς και κτίρια δημόσιων υπηρεσιών και γενικά κτίρια στα οποία υπάρχουν πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, όπως: αιθουσές αεροδρομίων, χώροι συνεδρίων, κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες, εκπαιδευτικά κτίρια, αιθουσές διδασκαλίας, φροντιστήρια, νηπιαγωγεία, χώροι συναυλιών, αιθουσές δασκάλων, ναοί, χώροι αθλητικών συγκεντρώσεων, θέατρα, κινηματογράφοι, κέντρα διασκέδασης, αιθουσές αναμονής επιβατών, νηπιαγωγεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οίκοι ευγηρίας, βρεφονομεία, βρεφικοί σταθμοί, παιδαίοι σταθμοί, παιδοτόποι, αναμορφωτήρια, φυλακές, εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και αποβλήτων, κ.λπ.
IV	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως: κτίρια τηλεπικοινωνιών, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, κλινικές, αγροτικά ταμεία, γεωμετρικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, διαλυτήρια, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, πυροσβεστικοί και αστυνομικοί σταθμοί, κτίρια δημοσίων επιτελικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών από σεισμό. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας, όπως: μουσεία, αποθήκες μουσείων, κ.λπ.

**EK8-3**

**ΚΑΝ.ΕΠΕ. ΠΑΡΑΤΗΜΑ 2.1**

**ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΑΝΕΚΤΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ή ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ**

Οι ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού του φέροντος οργανισμού 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  $A2 > B2 > \Gamma2$

37

**2.1 Κεφάλαιο «2.1(2)Α Αριθμός των εξεταζόμενων Οριακών Καταστάσεων»**

Η επιλογή των οριακών καταστάσεων που θα εξετάζονται σε κάθε περίπτωση καθορίζεται ανάλογα με το συγκεκριμένο έργο (βλέπε 2.2 του παρόντος).

**2.2 Κεφάλαιο «2.1(3)Α Περίοδος επαναφοράς των σεισμικών δράσεων κατά την οποία δεν θα πρέπει να υπερβαίνονται οι Οριακές Καταστάσεις»**

Η τιμή της περιόδου επαναφοράς της σεισμικής δράσης, που αντιστοιχεί στην κάθε Οριακή Κατάσταση που ελέγχεται, δεν καθορίζεται υποχρεωτικά από το παρόν Προσάρτημα. Η επιλογή της τιμής αυτής εξαρτάται από το είδος του συγκεκριμένου κτιρίου και από τον οικονομοτεχνικό στόχο της σεισμικής προστασίας που επιδιώκεται. Η επιλογή αυτή θα γίνεται από τον Κύριο του έργου, ύστερα από εισήγηση και σε συμφωνία με τον Μελετητή.

Οι ακόλουθες τιμές περιόδων επαναφοράς, που ισχύουν για συνήθεις νέες κατασκευές, δίνονται ως συνιστώμενοι αλλά όχι υποχρεωτικοί στόχοι

- 2475 έτη για την Ο.Κ Οιονεί Κατάρρευσης
- 475 έτη για την Ο.Κ Σημαντικών Βλαβών
- 95 έτη για την Ο.Κ Περιορισμού Βλαβών

38

**Τοιχοπληρώσεις**

**Μέχρι τώρα τις αγνοούμε.  
Γιατί;**

- Έλλειψη προδιαγραφών ποιότητας και τρόπου κατασκευής (διαφορές αντοχών, σφηνώματα)
- Αβέβαιοι τρόποι προσομοίωσης (ανοίγματα)
- Δεν κοστίζει πολύ να αγνοηθεί η συνεισφορά τους στις νέες κατασκευές

Παράδειγμα

Συμμετοχή στην συνολική αντοχή της κατασκευής

	Φέρων οργανισμός	Τοιχοπληρώσεις	Σύνολο
Νέες κατασκευές	900	100	1000
Παλαιές κατασκευές	300	150	450

Στις παλαιές κατασκευές ο ρόλος τους σημαντικός

Αν αγνοηθούν στην αποτίμηση των παλαιών κατασκευών 

Ανάγκη σοβαρών ενισχύσεων (συχνά ανέφικτων)

39

**ΕΥΜΕΝΗ - ΔΥΣΜΕΝΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ  
(§ 5.9.2)**

**Δεν θεωρείται δυσμένια όταν**

$$\max \Delta V_{\kappa.στοιχείων} \leq 15\% \quad \text{και} \quad \Delta \delta_{op.} \leq 15\%$$

**Επίσης όταν  $V_{τοιχ.} \geq 1/2 V_{ολ.}$  σε κάθε διεύθυνση**

40

**Προσεγγιστικές Σχέσεις για Δυσκαμψίες**

- Για υποστυλώματα:

$$K = 0,08(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) \left( 1 + 0,048 \frac{N}{A_c} (MPa) \right) E_c I_c$$

- Για δοκούς:

$$K = 0,1(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) E_c I_c$$

- Για ορθογωνικά τοιχώματα:

$$K = 0,115(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) \left( 1 + 0,048 \frac{N}{A_c} (MPa) \right) E_c I_c$$

- Για τοιχώματα διατομής Γ, Τ, ή Π:

$$K = 0,09(0,8 + \ln[\max(0,6; a_s)]) \left( 1 + 0,048 \frac{N}{A_c} (MPa) \right) E_c I_c$$

$$K \cong 25\% E_c I_c$$

41

**ΔΥΣΚΑΜΨΙΕΣ (για την μέθοδο q)****Πιν. 4.1**

A/α	Δομικό στοιχείο	Δυσκαμψία
1.1	Υποστώλωμα εσωτερικό	0,8*(E <sub>c</sub> I <sub>g</sub> )
1.2	Υποστώλωμα περιμετρικό	0,6*(E <sub>c</sub> I <sub>g</sub> )
2.1	Τοίχωμα, μή - ρηγματωμένο	0,7*(E <sub>c</sub> I <sub>g</sub> )
2.2	Τοίχωμα, ρηγματωμένο (1)	0,5*(E <sub>c</sub> I <sub>g</sub> )
3	Δοκός (2)	0,4*(E <sub>c</sub> I <sub>g</sub> )

(1) Ή επισκευασμένο, με απλές μεθόδους.

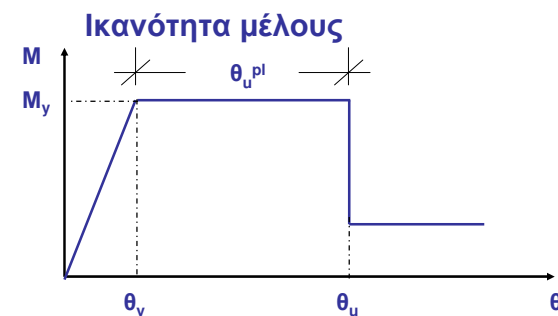
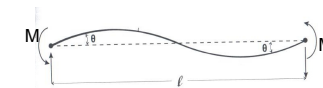
(2) Για τις πλακοδοκούς, μορφής Γ ή Τ, επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη I<sub>g</sub> = (1,5 ή 2,0)I<sub>w</sub>, αντίστοιχως, όπου I<sub>w</sub> είναι η ροπή αδρανείας της ορθογωνικής διατομής του κορμού μόνον.

42

**Ποια είναι η αντοχή (ή καλλίτερα η ικανότητα) δομικών μελών που δεν πληρούν προϋποθέσεις έντεχνης κατασκευής;****π.χ.**

- περιοχές με μικρά μήκη μάτισης οπλισμού "κοντές αναμονές"
- έλλειψη αγκίστρων στα τσέρκια
- ανεπαρκείς αγκυρώσεις

43

**Πως γίνεται ο έλεγχος των παραμορφώσεων;**

$$\mu_\theta = \frac{\theta_u}{\theta_y}$$

$$\theta = \frac{M \ell}{6EI} = \frac{M L_s}{3EI}$$

$$K = EI_{ef} = \frac{M_y \cdot L_s}{3\theta_y}$$

44

**ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΛΩΝ**

Ικανότητα στροφής χορδής κατά τη διαρροή:

$$\theta_y = \underbrace{\left(1/r\right)_y \frac{L_s + a_V z}{3}}_{1^{\text{ος}} \text{ όρος}} + \underbrace{0,0014 \left(1 + 1,5 \frac{h}{L_s}\right)}_{2^{\text{ος}}} + \underbrace{\frac{\left(1/r\right)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}}_{3^{\text{ος}}} \quad \text{Δοκοί και Υποστυλώματα}$$

$$\theta_y = \underbrace{\left(1/r\right)_y \frac{L_s + a_V z}{3}}_{1^{\text{ος}}} + \underbrace{0,0013}_{2^{\text{ος}}} + \underbrace{\frac{\left(1/r\right)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}}_{3^{\text{ος}}} \quad \text{Τοιχεία ορθογωνικής, Τ- και Ι- Διατομής}$$

Οριακή ικανότητα στροφής χορδής:

$$\theta_{um} = 0,016 \cdot (0,3^V) \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \alpha \rho_s \frac{f_{yw}}{f_c} \right) (1,25^{100} \rho_d) \quad (\Sigma.8\alpha)$$

Πλαστικό τμήμα ικανότητας στροφής χορδής:

$$\theta_{um}^{pl} = \theta_u - \theta_y = 0,0145 (0,25^V) \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} \right]^{0,3} (f_c)^{0,2} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \alpha \rho_s \frac{f_{yw}}{f_c} \right) (1,275^{100} \rho_d) \quad (\Sigma.8\beta)$$

**Μάτιση Ράβδων με νευρώσεις σε ευθύγραμμο μήκος  $l_b$** 

▪ Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό (παρουσία εγκιβωτισμού ή περίσφιγξης)

$$l_{b,y,min} = (0,3 f_y / \sqrt{f_c}) \Phi$$

π.χ. Για  $\Phi 20$ ,  $f_{cm} = 17,5 \text{ MPa}$   $f_{ym} = 440 \text{ MPa} \rightarrow l_{b,y,min} = 30 \Phi$

- αν  $(1/2) l_{b,y,min} < l_b < l_{b,y,min} = (0,3 f_y / \sqrt{f_c}) \Phi$

$$M_y', (1/r)_y, \theta_y' \quad \text{με } f_y' \text{ (ή } \epsilon_y') = f_y \text{ (ή } \epsilon_y) \times l_b / l_{b,y,min}$$

και ο 2<sup>ος</sup> όρος της  $\theta_y$  πολ/ζεται με  $M_y' / M_y$

- αν  $l_b < (1/2) l_{b,y,min} \rightarrow$  **δεν υπάρχει μάτιση**

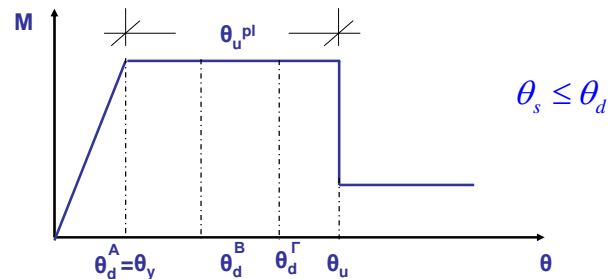
▪ Για τη στροφή χορδής στην αστοχία:  $\theta_{um}^{pl} \times l_b / l_{b,y,min}$

$$l_{b,u,min} = \frac{\Phi f_y}{\left(1,05 + 14,5 \alpha_1 \rho_s \frac{f_{yw}}{f_c}\right) \sqrt{f_c}} \quad \text{όπου } \alpha_1 = \left(1 - \frac{s_h}{2b_o}\right) \left(1 - \frac{s_h}{2h_o}\right) \frac{n_{restr}}{n_{tot}}$$

Το  $l_{b,u,min}$  προκύπτει αναλόγου μήκους με τα ισχύοντα για νέες κατασκευές

**Οριακές παραμορφώσεις μελών**

για στάθμες επιτελεστικότητας A, B και Γ



$$\mu_\theta = \frac{\theta_u}{\theta_y} \quad m = \frac{\theta_d}{\theta_y}$$

$$m^\Gamma = \frac{\theta_d^\Gamma}{\theta_y}, \quad m^B = \frac{\theta_d^B}{\theta_y}, \quad m^A = 1$$

**ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕΛΩΝ**

Στάθμη Επιτελεστικότητας:

- Στάθμη A: (Περιορισμένες Βλάβες)  $\theta_d^A = \theta_y$

- Στάθμη B (Σοβαρές Βλάβες):

Πρωτεύοντα:  $\theta_d^B = \frac{1}{Y_{Rd}} \frac{\theta_y + \theta_u}{2}$       Δευτερεύοντα ή Τοιχοπληρώσεις:  $\theta_d^B = \frac{\theta_u}{Y_{Rd}}$

$(\theta_d^B = \frac{3}{4} \theta_u \text{ κατά ΕΚ8-3})$       Όπου:  $Y_{Rd} = 1,5$  για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα  
 $Y_{Rd} = 1,3$  για τοιχοπληρώσεις

- Στάθμη Γ (Οιονεί Κατάρρευση)

$\theta_d^\Gamma = \frac{\theta_u}{Y_{Rd}}$       Όπου:  $Y_{Rd} = 1,5$  για πρωτεύοντα  
 $Y_{Rd} = 1,0$  για δευτερεύοντα ή τοιχοπληρώσεις  
Δεν απαιτείται έλεγχος οριζοντίων δευτερευόντων

**ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.1 : ΤΙΜΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις) ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ  $\gamma'_m$**

	ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ <sup>1</sup>					
	ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ <sup>2</sup>			ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ <sup>3</sup>		
	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ <sup>6</sup>	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	
		Ναι	Όχι		Ναι	Όχι
Αντιπροσωπευτικές τιμές <sup>5</sup>	X - s	X <sub>k</sub>	X <sub>k</sub>	X	X	X
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας $\gamma'_m$ <sup>4</sup>	Αναλόγως ΣΑΔ $\gamma'_c = 1,30 \pm 0,15$ $\gamma'_s = 1,15 \pm 0,10$	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασσιμότητας $\gamma_m = (1,05 \text{ ή } 1,20)$ Αυξημένοι	Αναλόγως ΣΑΔ $\gamma'_m = 1,10 \pm 0,10$	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασσιμότητας $\gamma'_m = 1,15 \text{ ή } 1,25$	$\gamma'_m = 1,15 \text{ ή } 1,25$	$\gamma'_m = 1,15 \text{ ή } 1,25$

- Υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις:  $\gamma_m = 1,5 \pm 0,2$ .
- Προστιθέμενες τοιχοπληρώσεις:  $\gamma_m = 1,70 \pm 3,00$ , βλ. ΕΚ 6.

<sup>1)</sup> Γενικός, ο Πίνακας ισχύει και για τις γραμμικές και για τις μη – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης.  
<sup>2)</sup> Έλεγχος σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) γίνεται κυρίως στις γραμμικές μεθόδους ανάλυσης, αλλά και στις μη – γραμμικές για στοιχεία με οισοει – γραμμική συμπεριφορά ( $\mu_a$  ή  $\mu_c < 2,0$  ή  $\mu_c < 3,0$ ) ή για ενδεχόμενους ψευδούς μηχανισμού αστοχίας (π.χ. λόγω διάττησης) ή για στοιχεία υλοποιηθέν, θεμελίων κ.λπ. Αυτό ισχύει και για τους ελέγχους καμπτικής αντοχής με τη μέθοδο q που είναι μέθοδος ελέγχου δυνάμεων.  
<sup>3)</sup> Έλεγχος σε όρους παραμορφώσεων γίνεται κυρίως στις μη – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης και για στοιχεία με οισοει – πλαστική συμπεριφορά ή για πλαστικούς μηχανισμούς αστοχίας. Αυτό αφορά και τους ελέγχους καμπτικής αντοχής με τη μέθοδο m, που είναι μέθοδος (έμμεσου) ελέγχου παραμορφώσεων, έτσι και αν οι έλεγχοι γίνονται σε όρους M, N.  
<sup>4)</sup> Οι  $\gamma'_m$  διαμορφώνονται για μεν τα υφιστάμενα υλικά αναλόγως της στάθμης αξιοπιστίας των δεδομένων, για δε τα προστιθέμενα υλικά αναλόγως της διατομής και της προσπελασσιμότητας της θέσης επέμβασης.

<sup>5)</sup> X = μέση τιμή, X<sub>k</sub> = χαρακτηριστική τιμή, s = τυπική απόκλιση (βλ. και Κεφ. 3).  
<sup>6)</sup> Σε ορισμένες περιπτώσεις, βλ. Κεφ. 9, ο έλεγχος σε όρους δυνάμεων γίνεται με τις μέσες τιμές, όπως γίνεται σε όρους παραμορφώσεων.

**Δοκοί και Υποστυλώματα**

$$V_R = \frac{h-x}{2L_c} \min(N; 0,55 A_c f_c) + (1 - 0,05 \min(5; \mu_{\delta}^{pl})) [0,16 \max(0,5; 100 \rho_{tot}) (1 - 0,16 \min(5; \alpha_c)) \sqrt{f_c} A_c + V_w]$$

Όπου:  $V_w = \rho_w b_w z f_{yw}$   $V_w = \frac{\pi A_w}{2s} f_{yw} (D - 2c)$

Για ορθογωνικές διατομές Για κυκλικές διατομές

**Τοιχώματα**

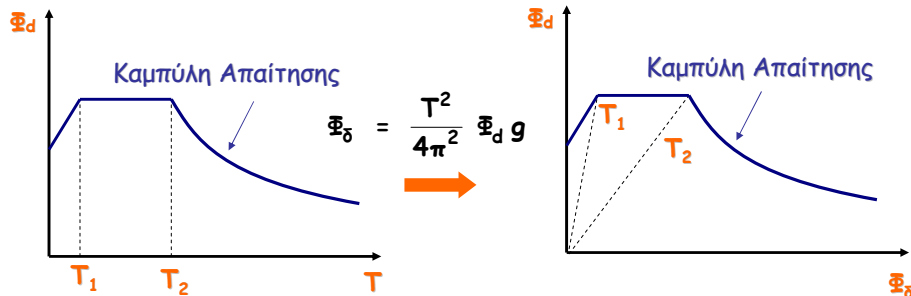
$$V_{R,max} = 0,85 (1 - 0,06 \min(5; \mu_{\delta}^{pl})) \left( 1 + 1,8 \min(0,15; \frac{N}{A_c f_c}) \right) (1 + 0,25 \max(1,75; 100 \rho_{tot})) (1 - 0,2 \min(2; \alpha_c)) \sqrt{f_c} b_w z$$

**Κοντά Υποστυλώματα (LV/h) > 2**

$$V_{R,max} = \frac{4}{7} (1 - 0,02 \min(5; \mu_{\delta}^{pl})) \left( 1 + 1,35 \frac{N}{A_c f_c} \right) (1 + 0,45 (100 \rho_{tot})) \sqrt{\min(40; f_c)} b_w z \sin 2\delta$$

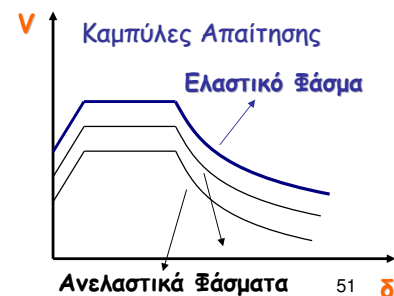
**ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (global)**

**ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**



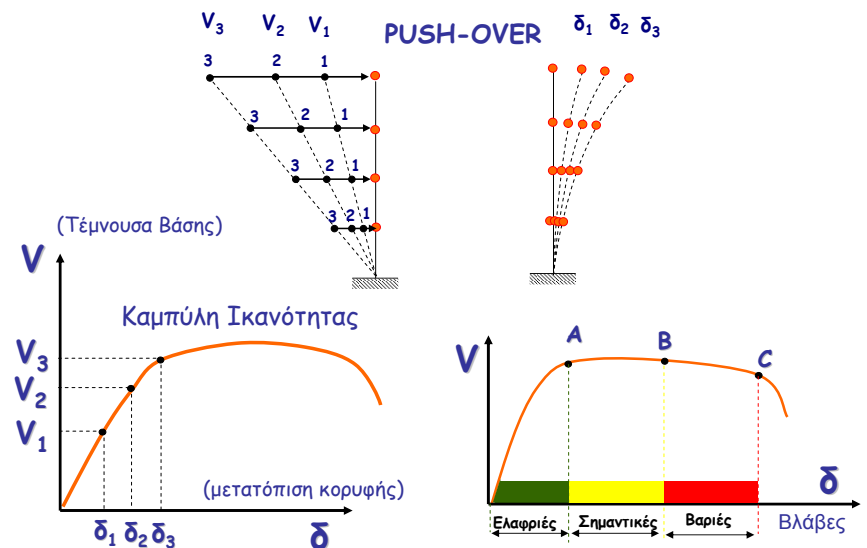
$V = \alpha \Phi_d W$   
 $\delta = \beta \Phi_{\delta}$

n	α	β
1	1	1
2	0,90	1,20
5	0,80	1,35

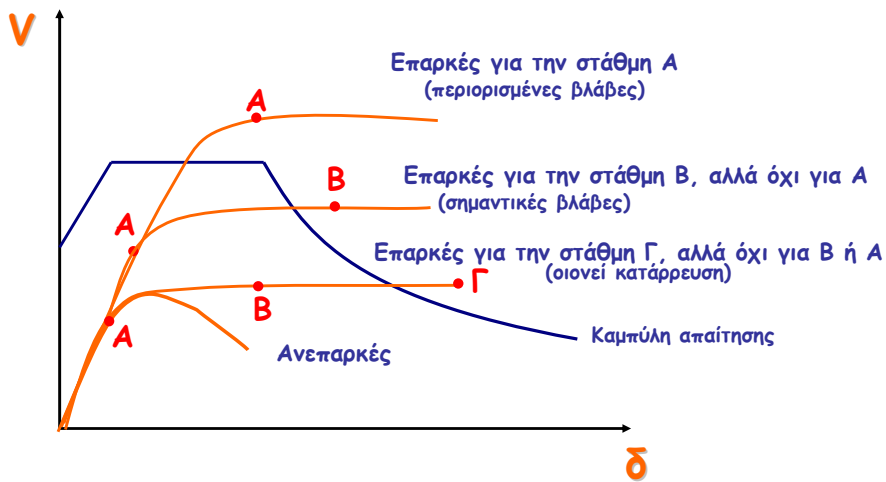


**Στάθμες Επιτελεστικότητας - Οριακές Καταστάσεις**

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



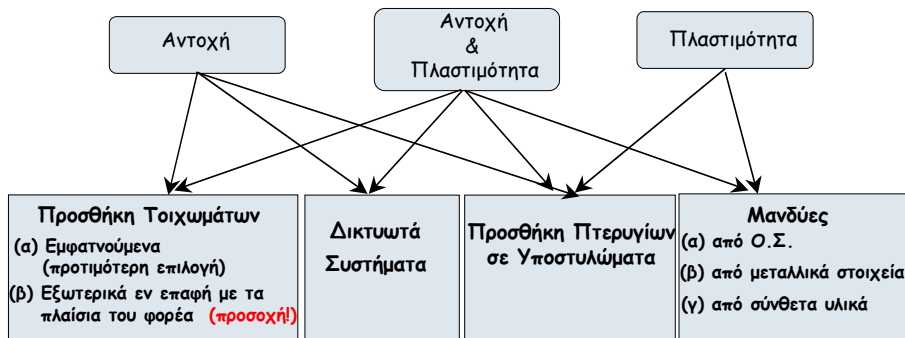
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (global)



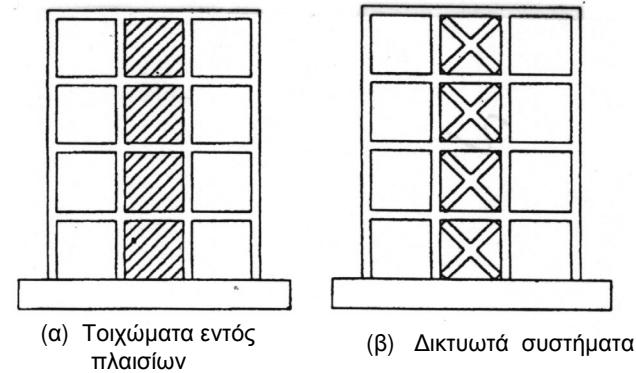
# ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ



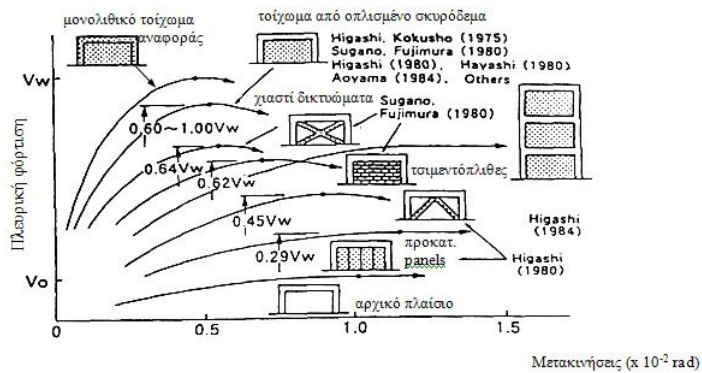
# ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



←  
Αντοχή & Δυσκαμψία



## Αποτελεσματικότητα διαφόρων μεθόδων ενίσχυσης



57

## ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

~~Ο κύριος του έργου ή η Δημόσια Αρχή ορίζει και τον χρονικό ορίζοντα εντός του οποίου θα εκτελεσθούν οι σχετικές επεμβάσεις, όπου απαιτηθούν. Σε περιπτώσεις προσθηκών, αλλαγών χρήσης κ.λ.π, οι αναγκαίες ενισχύσεις του υφισταμένου δομήματος προφανώς προηγούνται χρονικώς έναντι της προσθήκης, αλλαγής χρήσης κ.λ.π. (§ 2.2.1.α)~~

58

## Εφαρμόζεται ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. σε κάθε περίπτωση επέμβασης;

ΦΕΚ 350/17- 02 - 2016

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΣΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

(Ανεξαρτήτως Υλικού Κατασκευής)

➔ ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ Ε ΤΟΥ ΕΑΚ

## ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΠΑΛΛΑΓΗΣ από έλεγχο γενικού κριτηρίου

(ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή ΕΚ8-3)

στις ειδικές περιπτώσεις επεμβάσεων

για

ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ή ΑΛΛΑΓΕΣ ΧΡΗΣΗΣ – ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ή συνδυασμός τους

59

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΠΑΛΛΑΓΗΣ από έλεγχο γενικού κριτηρίου  
στις ειδικές περιπτώσεις επεμβάσεων

ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ή ΑΛΛΑΓΕΣ ΧΡΗΣΗΣ – ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ή συνδυασμό τους

## Γενική Προϋπόθεση

- Το κτίριο δεν εμφανίζει “ενδείξεις σημαντικής στατικής ανεπάρκειας”

## Επιπλέον για Προσθήκες

- Η στατική μελέτη του υπάρχοντος έχει γίνει με “πλήρη πρόβλεψη της προσθήκης”, δηλ. όλοι οι όροφοι της προσθήκης έχουν συμπεριληφθεί στο στατικό προσομοίωμα της μελέτης του υπάρχοντος

60



[www.episkeves.civil.upatras.gr](http://www.episkeves.civil.upatras.gr)