



Το Κανονιστικό Πλαίσιο για τον Έλεγχο Στατικής Επάρκειας των Κατασκευών και οι Σεισμικές Κλάσεις των Κτιρίων

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότιμος Καθηγητής
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Δυσμένεια Παλαιών Κτιρίων

- Οι μηχανικοί δεν ενδιαφέρονται πότε θα συμβεί ένας ισχυρός σεισμός.
- Αύξηση γνώσης ➡ νέοι κανονισμοί ➡ ασφαλέστερα νέα κτίρια
- Όμως ποιά είναι η κατάσταση με τα παλαιά κτίρια (πριν την εφαρμογή των σύγχρονων αντισεισμικών κανονισμών π.χ. 1995 στην Ελλάδα);
- Περίπου 70% - 80% από το υπάρχον δομικό απόθεμα της χώρας μας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως παλαιό.

Δυσμένεια Παλαιών Κτιρίων

(α) Μεγάλης ηλικίας κατασκευές συχνά χωρίς αντισεισμική ή και στατική ανάλυση

(β) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές
Η/Υ δεν ήταν σε χρήση, απουσία χωρικής ανάλυσης, δισδιάστατη πλαισιακή ανάλυση σπανίως,
Δοκοί και υποστυλώματα συχνά ως μεμονωμένα δομικά στοιχεία (κτίρια ΟΣ)
Απλοποιητική «Μέθοδος των Πεσσών» (κτίρια ΦΤ)

(γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί

(δ) Μόρφωση φορέα χωρίς τις σύγχρονες αντισεισμικές αντιλήψεις

Κτίρια ΦΤ: απουσία κατασκευαστικών πρακτικών που συμβάλλουν στη σεισμική αντίσταση της κατασκευής

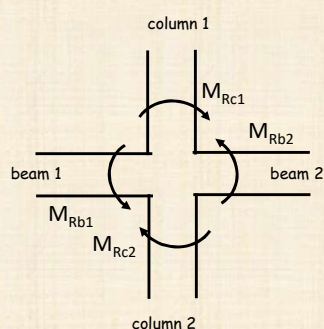
Κτίρια ΟΣ:

- Πλαστιμότητα
- Ικανοτικός σχεδιασμός
- Ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις

3

Ικανοτικός Σχεδιασμός

Κανόνας Σχεδιασμού: Ισχυρά Υποστυλώματα – Ασθενείς Δοκοί

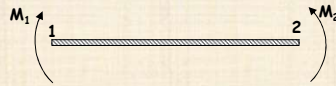


$$\sum M_{Rc} \geq \gamma_{Rd} \sum M_{Rb}$$

4

Ικανοτικός Σχεδιασμός σε Τέχνουσα

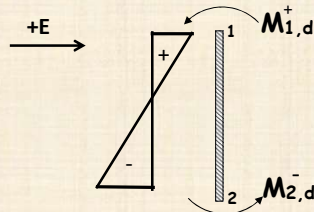
Κανόνας Σχεδιασμού: Αποφυγή Διατμητικής Αστοχίας



$$V = \frac{\Delta M}{\Delta x}$$

$$V = \frac{M_2 - M_1}{\ell_{12}}$$

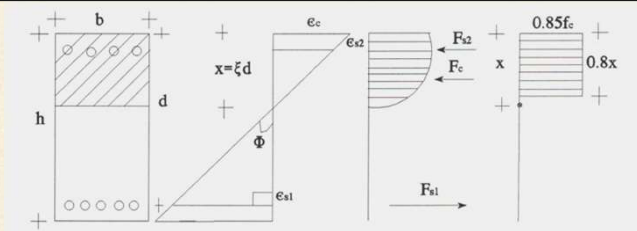
Column moment distribution



$$V_{\max,c} = \frac{M_{1,d}^+ + M_{2,d}^-}{\ell_{12}}, \quad \ell_{12} = \ell_{clear}$$

5

Πλαστιμότητα Δομικών Στοιχείων



$$F_c = (0.85f_c)(0.80x_u)b = 0.68f_c x_u b$$

$$F_{s1} = A_{s1} f_y = \rho_1 b d f_y \quad \rho_1 = A_{s1} / b d$$

$$F_{s2} = A_{s2} f_y = \rho_2 b d f_y \quad \rho_2 = A_{s2} / b d$$

$$N = F_{s1} - F_{s2} - F_c = 0$$

$$\rho_1 b d f_y - \rho_2 b d f_y - 0.68 f_c x_u b = 0$$

$$\rightarrow x_u = \frac{(\rho_1 - \rho_2) f_y d}{0.68 f_c}$$

$$\phi = \frac{e_c}{x} = \frac{e_{s1}}{d - x} = \frac{e_c + e_{s1}}{d}$$

$$\phi_u = \frac{e_{cu}}{x_u} = \frac{0.68 f_c}{(\rho_1 - \rho_2) f_y d} e_{cu}$$

$$\phi_y = \frac{e_y}{d - x_y} = \frac{f_y / E_s}{d(1 - \xi_y)}$$

$$\mu_\phi = \frac{0.68 f_c e_{cu} E_s (1 - \xi_y)}{f_y^2 (\rho_1 - \rho_2)}$$

6

Δυσμένεια Παλαιών Κτιρίων

- (α) Μεγάλης ηλικίας κατασκευές συχνά χωρίς αντισεισμική ή και στατική ανάλυση
- (β) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές
Η/Υ δεν ήταν σε χρήση, απουσία χωρικής ανάλυσης, δισδιάστατη πλαίσιακή ανάλυση σπανίως,
Δοκοί και υποστυλώματα συχνά ως μεμονωμένα δομικά στοιχεία (κτίρια ΟΣ)
Απλοποιητική «Μέθοδος των Πεσσών» (κτίρια ΦΤ)
- (γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί
- (δ) Μόρφωση φορέα χωρίς τις σύγχρονες αντισεισμικές αντιλήψεις
Κτίρια ΦΤ: απουσία κατασκευαστικών πρακτικών που συμβάλλουν στη σεισμική αντίσταση της κατασκευής
Κτίρια ΟΣ:
 - Πλαστιμότητα
 - Ικανοτικός σχεδιασμός
 - Ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις

- (ε) Συχνά σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις μικρότερες των αντιστοιχών για νέα κτίρια

Αδρομερής συσχέτιση σεισμικής επάρκειας παλαιών κτιρίων με βάση τις ελάχιστες αναμενόμενες σεισμικές κλάσεις (κατά ΚΑΝΕΠΕ και ΚΑΔΕΤ) για κτίρια Σ1/Ι και Σ2/ΙΙ

• Για την Κανονιστική Περίοδο ...<1985:	$a_g / a_{g,ref} = 0.35$
• Για την Κανονιστική Περίοδο 1985≤...<1995:	$a_g / a_{g,ref} = 0.45$
• Για την Κανονιστική Περίοδο 1995≤...:	$a_g / a_{g,ref} = 0.75$

Προ 1985 : Από 1985 έως 1995 : Μετά το 1995

1 : 1,5 : 2⁺

Ανάγκη Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας, Ανασχεδιασμού και Επεμβάσεων. Πώς;

7

Έλεγχος Σεισμικής Επάρκειας Κτιρίων

1^ο επίπεδο: Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος

2^ο επίπεδο: Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος

3^ο επίπεδο: Τριτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος

Σχέση Κόστους Ελέγχου ανά Κτίριο

1^ο Επίπεδο : 2^ο Επίπεδο : 3^ο Επίπεδο
1 : 5-10 : 100

8

Ποιες Κατασκευές έχουν Προτεραιότητα να Ενισχυθούν;

Το **Ανέφικτο** του ακριβούς ελέγχου όλων των κτιρίων αντικαθίσταται με μία **Εφικτή Στρατηγική** ανά ομάδες κτιρίων ή περιοχή που περιλαμβάνει τρία επίπεδα ελέγχου

1^ο Επίπεδο Ελέγχου:

Χοντρό Κοσκίνισμα πολύ μεγάλου πλήθους κτιρίων με κριτήρια που “εύκολα” μπορούν να διαπιστωθούν οπτικά

- Όλα τα υπό έλεγχο κτίρια (εκτός κάποιων ομάδων που για ειδικούς λόγους μπορούν να εξαιρεθούν)
- Μακροσκοπικός Οπτικός Έλεγχος
 - ✓ Ομάδες έμπειρων μηχανικών
 - ✓ Μικρό κόστος ανά κτίριο

- ➡ Χοντρική Βαθμονόμηση Τρωτότητας Κτιρίων και Συγκριτική Κατάταξη
- ➡ Προσεγγιστική Εκτίμηση Συνολικού Μεγέθους Απωλειών ανά Χωρική Ενότητα

9

2^ο Επίπεδο Ελέγχου:

Ψιλότερο Κοσκίνισμα του ποσοστού των κτιρίων που από το “Χοντρό Κόσκινο” της κατάταξης του 1^{ου} Επιπέδου Ελέγχου προέκυψε ότι είναι τα περισσότερα τρωτά

- Προσεγγιστική Υπολογιστική Μέθοδος Αποτίμησης Σεισμικής Ικανότητας κάθε κτιρίου (απαιτούνται περισσότερα στοιχεία: Διατομές, Αντοχές, Οπλισμοί...)

- ➡ Συγκριτική Κατάταξη με βάση τον δείκτη ανεπάρκειας, αλλά και το πλήθος των ενοίκων και την αξία του κτιρίου

3^ο Επίπεδο Ελέγχου:

Τα Κτίρια που (από το 2^ο Επίπεδο Ελέγχου) Προέκυψε ότι Είναι Περισσότερο Τρωτά

- Ακριβής Αναλυτική Μέθοδος Αποτίμησης Σεισμικής Ικανότητας Κάθε Κτιρίου
ΚΑΝ.ΕΠΕ., ΚΑΔΕΤ, ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ

10

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος

Η Λογική του Ελέγχου

Δείκτης Ανεπάρκειας:
$$\lambda = \frac{H}{R} = \frac{\text{Σεισμική Επιβάρυνση}}{\text{Σεισμική Αντίσταση}}$$

Κτίρια από Ο.Σ.

$$H = V_{req.} \quad (\text{από το φάσμα})$$

$$R = \beta V_{Ro} \quad \text{όπου}$$

V_{Ro} η βασική σεισμική Αντίσταση (με βάση τις αντιστάσεις των κατακορύφων στοιχείων)

β ο βαθμός επιρροής 13 πρόσθετων κριτηρίων τρωτότητας

Κτίρια από Φ.Τ.

H **δείκτης** σεισμικής επιβάρυνσης (με βάση το φάσμα και την επιρροή γειτονικών κτιρίων)

R **δείκτης** σεισμικής αντίστασης (με βάση την επιρροή 10 επιμέρους παραμέτρων)

11

Επεμβάσεις σε Υφιστάμενες Κατασκευές

Με ποιά διαδικασία θα μπορούσε να αποτιμηθεί η σεισμική επάρκεια, το αναμενόμενο επίπεδο βλάβης και να σχεδιαστούν οι επεμβάσεις σε μια κατασκευή;

ΒΑΣΙΚΑ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

Ο.Α.Σ.Π., (2022), “Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) σε Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (3^η Αναθεώρηση)” ΦΕΚ 3197/Β/22-06-2022.

Eurocode 8-Part 3. (2005) European Standard EN1998-3 “Design of Structures for Earthquake Resistance, Assessment and Retrofitting of Buildings”.

- (2022), Draft N1200 “Assessment and Retrofitting of Buildings and Bridges”

Ο.Α.Σ.Π., (2023), “Κανονισμός Αποτίμησης και Δομητικών Επεμβάσεων Τοιχοποιίας ΚΑΔΕΤ” ΦΕΚ 1619/17-03-2023

Κανονιστικό Πλαίσιο

Ο κύριος του έργου οφείλει να επιλέγει το πλαίσιο των κανονιστικών κειμένων του σχεδιασμού και της μελέτης της φέρουσας κατασκευής του έργου, μεταξύ των ακόλουθων 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)

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ
ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΚΑΝΕΠΕ**

Σημείο	Αξία	Αξία	Αξία
1.0	0.5	0.5	0.5
1.1	0.5	0.5	0.5
1.2	0.5	0.5	0.5
1.3	0.5	0.5	0.5
1.4	0.5	0.5	0.5
1.5	0.5	0.5	0.5
1.6	0.5	0.5	0.5
1.7	0.5	0.5	0.5
1.8	0.5	0.5	0.5
1.9	0.5	0.5	0.5
1.10	0.5	0.5	0.5
1.11	0.5	0.5	0.5
1.12	0.5	0.5	0.5
1.13	0.5	0.5	0.5
1.14	0.5	0.5	0.5
1.15	0.5	0.5	0.5
1.16	0.5	0.5	0.5
1.17	0.5	0.5	0.5
1.18	0.5	0.5	0.5
1.19	0.5	0.5	0.5
1.20	0.5	0.5	0.5
1.21	0.5	0.5	0.5
1.22	0.5	0.5	0.5
1.23	0.5	0.5	0.5
1.24	0.5	0.5	0.5

3η Αναθεώρηση 2022

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ
ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ
ΚΑΙ ΔΟΜΗΤΙΚΕΣ
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
ΚΑΔΕΤ**

ΑΘΗΝΑ 2022

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

ICS 91.120.25

Supersedes EN 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: Évaluation et renforcement des
bâtimens

Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben -
Teil 3: Beurteilung und Verstärkung 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 this 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.

The 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 versions.

CEN 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, Slovenia, 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.

Réf. No. EN 1998-3:2005 E

Εθνικό Προσάρτημα

Εθνικό Προσάρτημα στο ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005

«Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών - Μέρος 3: Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις»

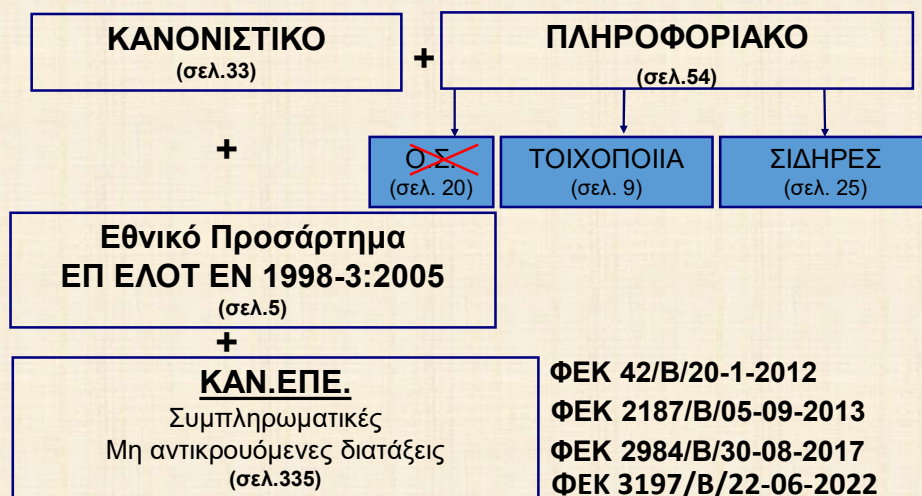
1 Αντικείμενο

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 1442¹: «ΚΑΝ.ΕΠΕ: Κανονισμός Επεμβάσεων», που αναφέρεται παρακάτω ως ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΕΚ8 – Μέρος 3

Assessment and Retrofitting of Existing Structures

Αποτίμηση της Φέρουσας Ικανότητας Κτιρίων και Επεμβάσεις



Τι είναι αστοχία;

Αντοχή < Ένταση

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;

➔ Πρωτεύοντα – Δευτερεύοντα στοιχεία

➔ Ανάγκη Ορισμού επιπέδων βλάβης



17

Επίπεδα Βλάβης

Στάθμες Επιτελεστικότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

Στάθμη Επιτελεστικότητας «Πλήρης Λειτουργία»
Fully Operational (OP)

➔ Περιορισμός βλαβών και στα μη φέροντα στοιχεία
Σχέδια ΕΚ8-1.1 και ΕΚ8-3 (2022)

Στάθμη Επιτελεστικότητας Α «Περιορισμένες Βλάβες»
Damage Limitation (DL)

➔ Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν
ουσιωδώς ξεπεράσει την διαρροή τους

Στάθμη Επιτελεστικότητας Β «Σημαντικές Βλάβες»
Significant Damage (SD)

➔ Αποδεκτές οι σοβαρές βλάβες, όπως ο
σχεδιασμός νέων κτιρίων με βάση την
πλαστιμότητα

Στάθμη Επιτελεστικότητας Γ «Οιονεί κατάρρευση»
Near Collapse (NC)

➔ Βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ
κοντά στην κατάρρευση

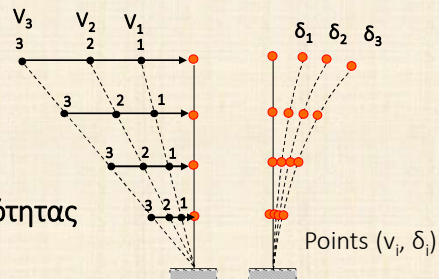
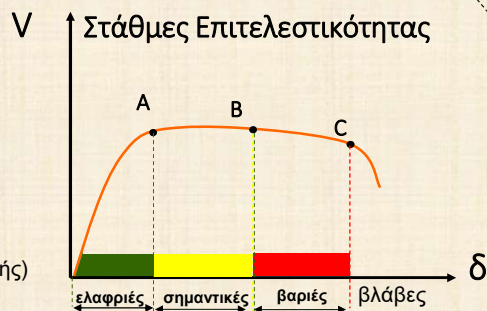
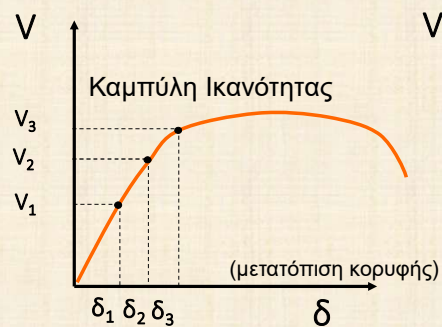


18

Στάθμες Επιτελεστικότητας - Απεικόνιση

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη “μέχρι τέρμα”

(τέμνουσα βάσης)



Σεισμικές Δράσεις

Για ποιά Στάθμη Επιτελεστικότητας) θα γίνει ο Σχεδιασμός;

Για ποια ένταση σεισμού;

Πρέπει να είναι η ίδια με των νέων κατασκευών;

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Στάθμη Α	Στάθμη Β	Στάθμη Γ
2%	A _{2%}	B _{2%}	Γ _{2%}
10%	A _{10%}	B _{10%}	Γ _{10%}
30%	A _{30%}	B _{30%}	Γ _{30%}
50%	A _{50%}	B _{50%}	Γ _{50%}
70%	A _{70%}	B _{70%}	Γ _{70%}

ΚΑΝΕΠΕ
ΚΑΔΕΤ



Ο κύριος του έργου επιλέγει

Η Δημόσια Αρχή μπορεί να ορίσει ελάχιστο στόχο κατά περίπτωση

Σεισμικές Κλάσεις κτιρίων κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2022 και ΚΑΔΕΤ

Σεισμική Δράση	Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	$\alpha_g / \alpha_{g,ref}$	Περιορισμένες Βλάβες (ΙΟ)	Σημαντικές Βλάβες (LS)	Οιονεί Κατάρρευση (CP)
E_0	2475	2%	1.80	A_0	B_0	Γ_0
E_1^+	975	5%	1.30	A_1^+	B_1^+	Γ_1^+
E_1	475	10%	1.00	A_1	B_1	Γ_1
E_2^+	225	20%	0.75	A_2^+	B_2^+	Γ_2^+
E_2	135	30%	0.60	A_2	B_2	Γ_2
E_3^+	70	50%	0.45	A_3^+	B_3^+	Γ_3^+
E_3	40	70%	0.35	A_3	B_3	Γ_3
E_4^+	20	90%	0.25	A_4^+	B_4^+	Γ_4^+
E_4	<20	>90%	<0.25	A_4	B_4	Γ_4

$\alpha_g / \alpha_{g,ref}$: δείκτης βαθμού επάρκειας

$\alpha_{g,ref} = 0,16g$ ή $0,24g$ ή $0,36g$

α_g : max επιτάχυνση εδάφους επάρκειας κτιρίου



21

Σεισμικές κατηγορίες κτιρίων

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος για Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (1^η Αναθεώρηση), 2022

Σεισμική Δράση	Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	δ	Περιορισμένες Βλάβες (ΙΟ)
E_0	2475	2%	$1.80 \leq \delta$	K_0
E_1^+	975	5%	$1.30 \leq \delta < 1.80$	K_1^+
E_1	475	10%	$1.00 \leq \delta < 1.30$	K_1
E_2^+	225	20%	$0.75 \leq \delta < 1.00$	K_2^+
E_2	135	30%	$0.60 \leq \delta < 0.75$	K_2
E_3^+	70	50%	$0.45 \leq \delta < 0.60$	K_3^+
E_3	40	70%	$0.35 \leq \delta < 0.45$	K_3
E_4^+	20	90%	$0.25 \leq \delta < 0.35$	K_4^+
E_4	<20	>90%	$\delta < 0.25$	K_4

δ είναι ο **προσεγγιστικά προσδιοριζόμενος** βαθμός επάρκειας της κατασκευής

$$\delta = \min \left(\frac{V_{R,x}}{V_{req,x}}, \frac{V_{R,y}}{V_{req,y}} \right)$$

44

Ελάχιστοι Ανεκτοί Στόχοι για την Αποτίμηση και τον Ανασχεδιασμό

- Οι **ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι** αποτίμησης ή ανασχεδιασμού ορίζονται ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου. Ο κύριος του έργου μπορεί να επιλέξει υψηλότερο από τον ως άνω ελάχιστο ανεκτό στόχο.

Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφισταμένων κτιρίων

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Ελάχιστοι Ανεκτοί 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 $A2 > B2 > \Gamma2$

Εναλλακτικά Ελάχιστα για τον Ανασχεδιασμό Κτιρίων Κατηγορίας Σπουδαιότητας I και II

Επεμβάσεις σεισμικής αναβάθμισης ➡ μία βασική κλάση μεγαλύτερη από αυτήν που ανήκει το κτίριο (B_i) και από τις του Πίν.1

Πιν.1 Ελάχιστες (προς ενίσχυση) βασικές σεισμικές κλάσεις υφισταμένων κτιρίων **σπουδαιότητας I και II**

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου
...<1985	B3
1985≤...<1995	B3*
1995≤...	B2*

Πιν. 2 Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίων **σπουδαιότητας II μετά την Ενίσχυση**

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου μετά την Ενίσχυση
...<1985	max B_{i-1} Γ_1 ή $B_3^* (\alpha_g = 0,45\alpha_{g,ref})$
1985≤...<1995	max B_{i-1} Γ_1 ή $B_2 (\alpha_g = 0,60\alpha_{g,ref})$
1995≤...	B_i → Γ_1

B_i η βασική κλάση του κτιρίου όπως υφίσταται
 B_{i-1} μία κλάση υψηλότερη της B_i

- Σε περιπτώσεις προσθηκών ή αλλαγής χρήσης, οι αναγκαίες ενισχύσεις προηγούνται χρονικά των προσθηκών ή των αλλαγών χρήσης

**Εφαρμόζεται ο ΚΑΝ.ΕΠΕ., ο ΚΑΔΕΤ ή ο Ευρωκώδικας
σε κάθε περίπτωση επέμβασης;**

ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ή ΑΛΛΑΓΕΣ ΧΡΗΣΗΣ – ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ή συνδυασμός τους

**ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΠΑΛΛΑΓΗΣ από έλεγχο γενικού κριτηρίου (ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή ΚΑΔΕΤ ή ΕΚ8-3)
σε ειδικές περιπτώσεις επεμβάσεων**

ΦΕΚ 350/17- 02 - 2016

**ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΠΑΛΛΑΓΗΣ από έλεγχο γενικού κριτηρίου
στις ειδικές περιπτώσεις επεμβάσεων**

ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ή ΑΛΛΑΓΕΣ ΧΡΗΣΗΣ – ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ή συνδυασμό τους

Προϋποθέσεις

- 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

Ενδείξεις σημαντικής στατικής ανεπάρκειας=

Εμφανείς βλάβες του φέροντος οργανισμού ή εμφανείς σοβαρές αδυναμίες σχεδιασμού

Συνήθεις

- Μεγάλου εύρους ρωγμές $>0,4 \sim 0,5$ mm
- Σημαντική μείωση του οπλισμού λόγω διάβρωσης
- Κοντά υποστυλώματα χωρίς περίσφιγξη σε κρίσιμες θέσεις
- Σημαντική μείωση τοιχοπληρώσεων σε γειτονικούς ορόφους (π.χ. Πυλωτή) ή πολύ ασύμμετρη διάταξη τους σε συνδυασμό με έλλειψη κατακορύφων στοιχείων με σημαντική δυσκαμψία (κίνδυνος σχηματισμού μαλακού ορόφου)

Κατηγορίες Κτιρίων

Κατηγορία 1	Κτίρια που έχουν μελετηθεί με βάση τους Κανονισμούς της Ομάδας Α, έτσι όπως ισχύουν σήμερα
Κατηγορία 2	Κτίρια που έχουν μελετηθεί με βάση ΝΕΑΚ/ΝΕΚΩΣ (1992), ΕΑΚ/ΕΚΩΣ (2000) EN1998-1, EN1992-1-1, EN1993-1-1, EN1994-1-1, EN1995, EN1996
Κατηγορία 3	Κτίρια που έχουν μελετηθεί με τις “Πρόσθετες Διατάξεις του 1984”, από Οπλισμένο Σκυρόδεμα και κατηγορίας σπουδαιότητας Ι ή ΙΙ.
Κατηγορία 4	Οποιοδήποτε κτίριο

Αλλαγές Χρήσης - Μετατροπές

Δεν απαιτείται έλεγχος αν δεν προκαλούν από μόνες τους δυσμενείς συνέπειες (π.χ. Δεν είναι δυσμενής επίδραση αν έχει αλλάξει η σεισμική ζώνη)

ΠΙΘΑΝΕΣ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

Δυσμένεια Δ1	Αύξηση κατακόρυφων φορτίων
Δυσμένειες Δ2	Αύξηση μαζών και επομένως σεισμικών φορτίων
Δυσμένεια Δ3	Αλλαγή στατικού συστήματος που φέρει οριζόντια φορτία
Δυσμένεια Δ4	Δυσμενέστερη σεισμική απόκριση λόγω επιδείνωσης της μη-κανονικότητας λόγω αλλαγής τοιχοπληρώσεων
Δυσμένεια Δ5	Αύξηση του συντελεστή σπουδαιότητας

Δυσμένεια Δ1: Αύξηση κατακόρυφων φορτίων

Όποιο φέρον στοιχείο επηρεάζεται, ελέγχεται με κανονισμό της ομάδας A και τυχόν ανεπάρκειες αποκαθίστανται

Δυσμένειες Δ2 ή/και Δ5: Αύξηση σεισμικής δράσης σχεδιασμού με ή χωρίς αύξηση του συντελεστή σπουδαιότητας

Απαλλαγή εφόσον $\rho_v \leq \rho_\alpha$ όπου: $\rho_v = \frac{V_{\text{μετά}}}{V_{\text{πριν}}}$

$V_{\text{πριν}}, V_{\text{μετά}}$ οι τέμνουσες βάσης μετά και πριν την μετατροπή

ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ή/και ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ - ΑΛΛΑΓΕΣ ΧΡΗΣΗΣ

$$\text{Συνθήκη: } \rho_v = \frac{V_{\text{μετά}}}{V_{\text{πριν}}} \leq \rho_\alpha$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ρ_α

Κατηγορία Κτιρίων	Κατηγορία Σπουδαιότητας		
	I	II	III ή IV
1	1,6	1,35	1,0
2	1,6	1,35	
3	1,25	1,25	
4	1,05		

Δυσμένεια Δ3: Αλλαγή Στατικού Συστήματος

Δεν υπάρχει απαλλαγή

Εφαρμόζεται το κριτήριο Γενικής Ισχύος: Δηλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή ΕΚ8-3

Δυσμένειες Δ4: Επιδείνωση μη Κανονικότητας λόγω Αλλαγής Τοιχοπληρώσεων

Δεν υπάρχει απαλλαγή

Εφαρμόζεται το κριτήριο Γενικής Ισχύος: Δηλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή ΕΚ8-3

Έλεγχος επιδείνωσης μη κανονικότητας: Σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή ΕΚ8-1

π.χ. όπως ο έλεγχος δυσμενούς επιρροής τοιχοπληρώσεων κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 5.9.2

$$\text{Δηλ. } \delta_{\text{μετά}}^{\text{ορ.}} \leq 1,15 \delta_{\text{πριν}}^{\text{ορ.}} \text{ σε κάθε όροφο και}$$

$$V_{\text{μετά}} \leq 1,15 V_{\text{πριν}} \text{ σε κάθε πρωτεύον κατακόρυφο στοιχείο}$$

Στάδια Αποτίμησης και Ανασχεδιασμού

1^ο Στάδιο:

Συλλογή Δεδομένων

Διερεύνηση και τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης- Αξιοπιστία Δεδομένων

2^ο Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

3^ο Στάδιο:

Απόφαση Επέμβασης

α) Έλεγχος εναλλακτικών σχημάτων επέμβασης μιας ή περισσότερων λύσεων

β) Σχεδιασμός επέμβασης. Μελέτη (Ανασχεδιασμού Επισκευής/Ενίσχυσης) με κοστολόγηση

4^ο Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου



Διάγνωση - Θεραπεία

Διάγνωση

- **Οπτικός Έλεγχος**
Εμφανή τρωτά σημεία, κακοτεχνίες, βλάβες (Σεισμός; Θεμελίωση; Φορτία;)
- **Ιστορικό**
Περίοδος κατασκευής, προηγ. Επεμβάσεις,
Μελέτη (Έχει γίνει; Υπάρχει; Ανταποκρίνεται στην εφαρμογή;)
- **Προσεγγιστική ταχεία εκτίμηση**
(π.χ. Δευτεροβάθμιος Έλεγχος)
- **Τελικό check up**
Αναλυτική αποτίμηση ΚΑΝ.ΕΠΕ., ΚΑΔΕΤ, Ευρωκώδικες

Διάγνωση - Θεραπεία

Θεραπεία

Παράμετροι

Τεχνική διάσταση: Στατική Επάρκεια

Αρχιτεκτονική διάσταση

Λειτουργική, κατά την διάρκεια εκτέλεσης των επεμβάσεων

Πολιτιστική διάσταση

Κοινωνική – Περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Οικονομική $\delta = \frac{\text{κόστος αποκατάστασης}}{\text{κόστος νέου κτιρίου}}$ για σεισμική κλάση (B1) $\delta \leq \delta_{lim} \sim 0.60$

για άλλη κλάση $\delta \frac{\alpha_{g,ref}}{\alpha_{gi}} \leq \delta_{lim}$

Συνδυασμός με άλλης μορφής βελτιώσεις π.χ. πυροπροστασία, θέματα υγρασίας, δίκτυα, Ενεργειακή Αναβάθμιση, Προγράμματα π.χ. Ηλέκτρα



35

Διάγνωση - Θεραπεία

Καλή γνώση όλων των δυνητικών τρόπων θεραπείας

Φορτία: Μπορούν να ελαττωθούν; Πρέπει να αυξηθούν;

Τοίχοι: Πότε μπορούν να καταργηθούν, εν όλω ή εν μέρει;

Τεχνικές, Υλικά (τεράστια η πρόοδος)

Καταλληλότητα ανά περίπτωση, συνθήκες εφαρμογής (π.χ. ρητίνες: καλοκαίρι, χειμώνα)

Διάρκεια στο χρόνο (Υλικά, Επικαλύψεις π.χ. εμφανές σκυρόδεμα)

Μηχανικά χαρακτηριστικά (Εργαστηριακή τεκμηρίωση)

Κατασκευή

Τεχνική αρτιότητα – Ποιοτικός έλεγχος

Συνεργεία εκτέλεσης

Πρόγραμμα εκτέλεσης από τον μελετητή/επιβλέποντα μηχανικό

Επίβλεψη – Επίβλεψη - Επίβλεψη

Συντήρηση

Άμεσα: παράδειγμα Ενυδάτωση σκυροδέματος

Στην διάρκεια ζωής του έργου



36

Τεκμηρίωση Υφιστάμενου Φορέα

✓ <u>Γεωμετρία</u>	Φέροντος οργανισμού και τοιχοπληρώσεις
✓ <u>Λεπτομέρειες</u>	Οπλισμοί (ποσότητα και θέσεις), συνδέσεις μεταλλικών στοιχείων, συνδέσεις τοίχων, συνδέσεις πατωμάτων με τοίχους
✓ <u>Υλικά</u>	Μηχανικά χαρακτηριστικά
✓ <u>Φορτία</u>	Που πραγματικά υπάρχουν
✓ <u>Προυπάρχουσες βλάβες</u>	Κακοτεχνίες, κρυμμένα ελαττώματα
Έκταση διερεύνησης	➔ Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) Knowledge Levels (KL)

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

Γεωμετρία (ΣΑΔ_Γ), Υλικά (ΣΑΔ_Υ), Λεπτομέρειες (ΣΑΔ_Λ)

- Ολοκληρωμένη Διερεύνηση ➔ ΣΑΔ Υψηλή, Full Knowledge KL3
- Εκτεταμένη Διερεύνηση ➔ ΣΑΔ Ικανοποιητική, Normal Knowledge KL2
- Περιορισμένη Διερεύνηση ➔ ΣΑΔ Ανεκτή, Limited Knowledge KL1

Συντελεστές αξιοπιστίας = Συντελεστές ασφάλειας για τα υφιστάμενα

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων Υλικών (ΣΑΔ_γ)

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



39

Ερήμην Αντιπροσωπευτικές Τιμές Αντοχής Υλικών (ΣΑΔ_γ)

Αντιπροσωπευτικές τιμές θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος (MPa), ΣΑΔ_γ=Ανεκτή

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	"Ονομαστική" Μέση Τιμή f_{cm}	Χαρακτηριστική Τιμή $f_{ck} = f_{cm} - S$
...<1985	13	9
1985<...	17	13

Αντιπροσωπευτικές τιμές διαρροής χάλυβα οπλισμού (MPa), ΣΑΔ_γ = Ικανοποιητική

Κατηγορία Χάλυβα Οπλισμού	"Ονομαστική" Μέση Τιμή f_{yk}	Χαρακτηριστική Τιμή f_{yk}
S220 & Stahl I	280	240
S400 & Stahl III	450	410
S500 & Stahl IV	520	500

Αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχής τοιχοπληρώσεων (MPa) (υπό προϋποθέσεις), ΣΑΔ_γ=Ανεκτή

Αντοχή	Τοιχοπλήρωση	Ποιότητα Δόμησης και Σφήνωσης		
		Καλή	Μέση	Κακή
Λοξή Θλίψη $f_{wc,s}$	Μπατικός	2.00	1.50	1.00
	Δρομικός	1.50	1.00	0.75
Διαγώνια Ρηγμάτωση f_{wv}	Μπατικός	0.25	0.20	0.15
	Δρομικός	0.20	0.15	0.10



40

Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ_Γ, ΣΑΔ_Λ)

■ 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



41

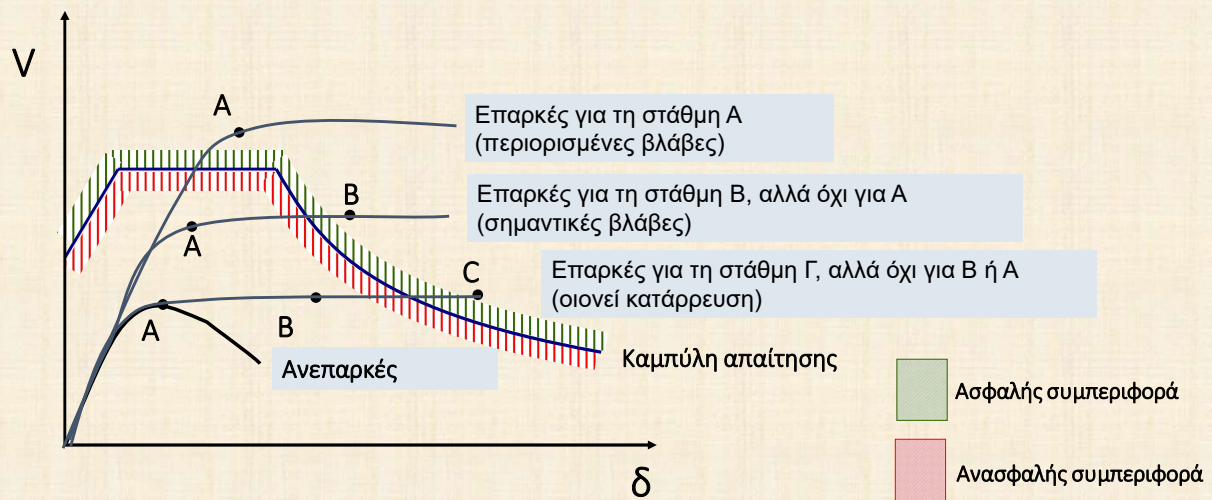
Δεδομένα και Στάθμες Αξιοπιστίας Γεωμετρικών Δεδομένων και Κατασκευαστικών Λεπτομερειών, κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ (2022)

Σχέδια Αρχικής Μελέτης	Προέλευση Δεδομένου	Δεδομένα		
		ΣΑΔ _Γ (= η δυσμενέστερη μεταξύ των ΣΑΔ _{Γ1} & ΣΑΔ _{Γ2})		ΣΑΔ _Λ
Υπάρχουν		Είδος και Γεωμετρία Φορέα Θεμελίωσης ή Ανωδομής (ΣΑΔ _{Γ1})	Πάχη, Βάρη κ.λπ. Τοιχοπληρώσεων, Επιστρώσεων, Επενδύσεων κ.λπ. (ΣΑΔ _{Γ2})	Διάταξη και Λεπτομέρειες Όπλισης
ΝΑΙ	1. Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί, χωρίς τροποποιήσεις	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ
ΝΑΙ	2. Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ή ΥΨΗΛΗ
ΝΑΙ	3. Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά (π.χ. υπόμνημα σε σχέδιο της αρχικής μελέτης)	ΑΝΕΚΤΗ	ΑΝΕΚΤΗ	ΑΝΕΚΤΗ
ΟΧΙ	4. Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ή ΥΨΗΛΗ	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ή ΥΨΗΛΗ	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ή ΥΨΗΛΗ
ΟΧΙ	5. Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσο αλλά επαρκώς αξιόπιστο τρόπο	ΑΝΕΚΤΗ ή ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΑΝΕΚΤΗ ή ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΑΝΕΚΤΗ ή ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ
ΟΧΙ	6. Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	ΑΝΕΚΤΗ ή ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΑΝΕΚΤΗ ή ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΑΝΕΚΤΗ ή ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ

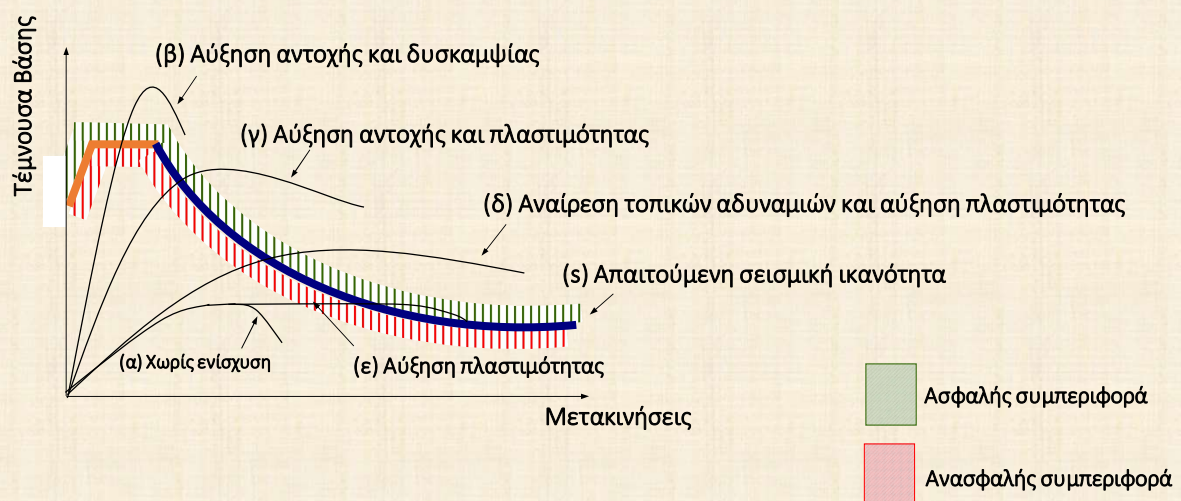


42

Έλεγχος Επάρκειας Κατασκευής (global)



Στρατηγικές Αντισεισμικής Ενίσχυσης Κατασκευής





https://youtu.be/LV_UuzEznHs?si=isxZ2sGmFJcDSQEd

45



Soft storey effect

46

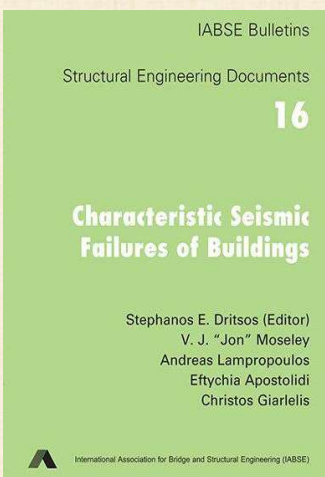


Soft storey effect

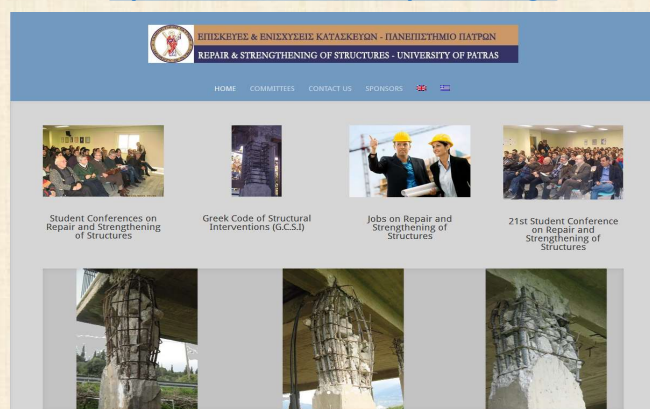
Note no damage to the 100 year old building in background due to the building's natural frequency being out of phase with the frequency at the maximum density of seismic acceleration

47

Περισσότερα...



episkeves2.civil.upatras.gr



Ευχαριστώ για την προσοχή σας

dritsos@upatras.gr

