

ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

(B)

➤ Στέφανος Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

1

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

1ο Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

2ο Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

3ο Στάδιο:

Σχεδιασμός λύσης

2

ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

- Συστάσεις για Προσεισμικές & Μετασεισμικές Επεμβάσεις (ΟΑΣΠ)
- ΠΕΤΕΠ = Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές (www.iok.gr) 2005
- Αμερικανικές Προδιαγραφές (FEMA Reports)
- Ευρωκώδικας 8, Part3 "Assessment & Retrofitting of Buildings"
(Draft 5, preEN 1998-3, 2004)
- Fib Bul 14, 24, 25
- ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Ελληνικός Κανονισμός Επεμβάσεων, Σχέδιο 2, Οκτ.2005)

3

Τι το ΚΑΙΝΟΥΡΙΟ στον ΚΑΝ.ΕΠΕ.:

1. Στάθμες & Στόχοι Επιτελεστικότητας (Επιλογή με συμμετοχή του ιδιοκτήτη)
2. Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων
3. Πρωτεύοντα - Δευτερεύοντα Στοιχεία
4. Συνυπολογισμός Τοιχοπληρώσεων
5. Ελαστική Ανάλυση με χρήση τοπικών δεικτών συμπεριφοράς(m)
6. Εκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς (q) σε υφιστάμενες κατασκευές
7. Ανελαστικές Αναλύσεις
8. Έλεγχος $S_d \leq R_d$
Σε όρους δυνάμεων για ψαθυρές αστοχίες (Διάτμηση)
Σε όρους παραμορφώσεων για πλάστιμες αστοχίες (Κάμψη)
9. Μεθόδους Επισκευής & Ενίσχυσης των Κατασκευών
10. Υπολογιστικό Υπόβαθρο για τον Έλεγχο των Επεμβάσεων

4

ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ & ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ - ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στάθμη Επιτελεστικότητας: Επιθυμητή Συμπεριφορά Κατασκευής = Αποδεκτός Βαθμός Βλάβης

Στόχος Επιτελεστικότητας: Στοχευόμενη Στάθμη Επιτελεστικότητας για Επιλεγμένη Σεισμική Δράση

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη Επιτελεστικότητας Ψέροντος Οργανισμού		
	Άμεση χρήση μετά το σεισμό	Προστασία ζωής ενοίκων	Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

- Για πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 έτη χρησιμοποιείται η δράση που προβλέπει ο ΕΑΚ 2000
- Για πιθανότητα υπέρβασης 50% λαμβάνεται υπόψη το 60% αυτής

5

ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ & ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ - ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη Επιτελεστικότητας Μη-Ψέροντος Οργανισμού			
	Σχεδόν πλήρης λειτουργικότητα κατά το σεισμό	Άμεση χρήση μετά το σεισμό	Προστασία ζωής	Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης
10%	α1	αβ1	β1	γ1
50%	α2	αβ2	β2	γ2

6

ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

■ Εκφράζουν

Τον βαθμό αξιοπιστίας των πληροφοριών και δεδομένων της κατασκευής

■ Αφορούν

- Γεωμετρία
- Χαρακτηριστικά Υλικών
- Έδαφος Θεμελίωσης

■ Κατηγορίες

- Υψηλή
- Ικανοποιητική
- Ανεκτή
- Ανεπαρκής

7

ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- Καθορίζουν την ακρίβεια δεδομένων που εισάγονται στους υπολογισμούς

Επηρεάζουν τη διαδικασία αποτίμησης - σχεδιασμού

Επηρεάζουν:

- Συντελεστές ασφάλειας των δράσεων (γ_g)
- Συντελεστές ασφάλειας των υλικών (γ_m)
- Επιλογή μεθόδου ανάλυσης

8

ΑΝΑΓΚΗ ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΑΝΑΓΚΗ ΝΕΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ
ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ	ΚΑΛΗ		ΟΧΙ
	ΚΑΚΗ		ΝΑΙ
ΔΕΝ ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ	ΚΑΛΗ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
	ΚΑΚΗ	ΝΑΙ	*
			ΝΑΙ

* Εφαρμόζεται το Παράρτημα Ζ του Ε.Α.Κ.

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΥΛΙΚΑ

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ 3 Πυρήνες ανά δύο ορόφους

Υψηλή: 45% των κατακόρυφων στοιχείων
25% των οριζοντίων στοιχείων

Ικανοποιητική: 30% των κατακόρυφων στοιχείων
15% των οριζοντίων στοιχείων

ΧΑΛΥΒΑΣ

Υψηλή: Δοκιμές 3 δειγμάτων
Ικανοποιητική: Οπτική Αναγνώριση

9

ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΒΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ															
	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ								ΟΠΤΙΚΗ							
	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ				ΤΟΙΧΟΙ				ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΤΙΣΜΟΥ				ΑΚΥΡΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΟΠΤΙΣΜΟΥ			
	ΑΝΤΑΡ ΕΞ	ΑΝΤΑΡ ΕΝ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ	ΑΝΤΑΡ ΕΞ	ΑΝΤΑΡ ΕΝ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ	ΑΝΤΑΡ ΕΞ	ΑΝΤΑΡ ΕΝ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ	ΑΝΤΑΡ ΕΞ	ΑΝΤΑΡ ΕΝ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ	ΕΚΤΕΡ ΕΠΙΤΗ
1	Αντίληψη του πεδίου															
2	Αντίληψη με ή χωρίς ισομετρία															
3	Εκτίμηση από οπτική ή από φωτογράφιση															
4	Εκτίμηση από οπτική ή από φωτογράφιση															
5	Εκτίμηση με ή χωρίς ισομετρία															
6	Εκτίμηση κατά οπτική ή από φωτογράφιση															
7	Εκτίμηση από οπτική ή από φωτογράφιση															

10

ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ - ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Δευτερεύοντα Δυνητικώς

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ { Πρωτεύοντα
Δευτερεύοντα

ΔΟΚΟΙ: Δευτερεύοντα χωρίς απαίτηση ελέγχου
Ουσιαστικώς τριτεύοντα

11

ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

- Υποχρεωτικά αν είναι δυσμενείς
- Προαιρετικά αν είναι ευμενείς
- Πώς: $w = 0,2 L$ (ΣΤ. Επ. Α)
 $w = 0,1 L$ (ΣΤ. Επ. Β)
 $w = 0$ (ΣΤ. Επ. Γ)

Ανοίγματα στη περιοχή του κέντρου

- $E_{\text{ανοιγ.}} < 20\% E_{\text{τοιχ.}}$ ➔ Αμελείται το άνοιγμα
- $E_{\text{ανοιγ.}} < 50\% E_{\text{τοιχ.}}$ ➔ Αμελείται η τοιχοποιία
- $20\% E_{\text{τοιχ.}} \leq E_{\text{ανοιγ.}} \leq 50\% E_{\text{τοιχ.}}$ ➔ 2 λοφοί θλιπτήρες ανά φάτνωμα

Ανοίγματα κοντά στη περίμετρο
Αμελείται η τοιχοπλήρωση

12

ΕΙΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

- ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ { Μέθοδος q
Μέθοδος m
- ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ
- ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ
- ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ

13

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- Κρίσιμο Μέγεθος: Δείκτης ανεπάρκειας στοιχείων

$$\lambda = S_{el(q=1)} / R_m$$

Προϋποθέσεις: $\lambda < 2,5$ ή αν $\lambda > 2,5$ μορφολογικά κανονικό

- Μέσος Δείκτης ανεπάρκειας ορόφου

$$\bar{\lambda}_k = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i V_{si,el(q=1)}}{\sum_{i=1}^n V_{si,el(q=1)}}$$

$$\bar{\lambda}_k \leq 1,25 \bar{\lambda}_{k-1}$$

$$\bar{\lambda}_k \leq 1,25 \bar{\lambda}_{k+1}$$

- ΟΧΙ:

- Μεγάλες εσοχές
- Ασύμμετρη κατανομή μάζας- δυσκαμψία σε κάτοψη & καθ' ύψος
- Ασαφής γεωμετρία φέροντος οργανισμού

14

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (μέθοδος q)

- Προεκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς q

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων (στο σύνολο του κτιρίου)		Δυσμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι
1995<...	2,30	3,00	1,80	2,30
1985<...<1995	1,80	2,30	1,30	1,80
...<1985	1,30	1,80	1,00	1,30

15

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ (q)

ΦΥΣΗ	ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ			ΙΚΑΝΟΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ			ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ			ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΕΣ	
	1			2		3	4			5	
ΕΛΕΓΧΟΣ	$\mu_{1/r} \approx \frac{\alpha \omega_{vd} + 0.035}{30 \varepsilon_{yd} (v_d + \omega_{vd})} \frac{b}{b_o}$			$\frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}$		$\frac{V_R}{V_{M_R}}$	Κακή	Μέτρια	Καλή	Όχι	Ναι
	5	10		1.1	1.3	1.1					
ΑΦΑΙΡΕΣΗ «βι»	10	25	40	8	14	20	5	10	15	5	10

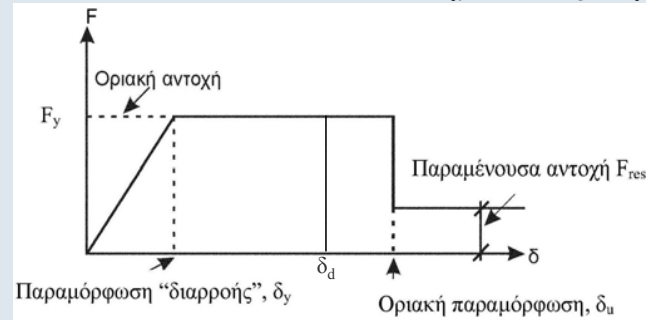
$$q_B = \frac{\sum \beta_i}{100} q_{\text{Νέας Κατασκευής}}$$

$$q_A = 0.6 q_B$$

$$q_G = 1.5 q_B$$

16

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (μέθοδος m)



δ_d μέγιστη αποδεκτή παραμόρφωση μέλους = παραμόρφωση σχεδιασμού
 δ_y παραμόρφωση διαρροής

“Ασφάλεια Ζωής”

Πρωτεύοντα $\delta_d = 0,5 (\delta_y + \delta_u) / \gamma_{Rd}$

Δευτερεύοντα $\delta_d = \delta_u / \gamma_{Rd}$

“Αποφυγή Κατάρρευσης”

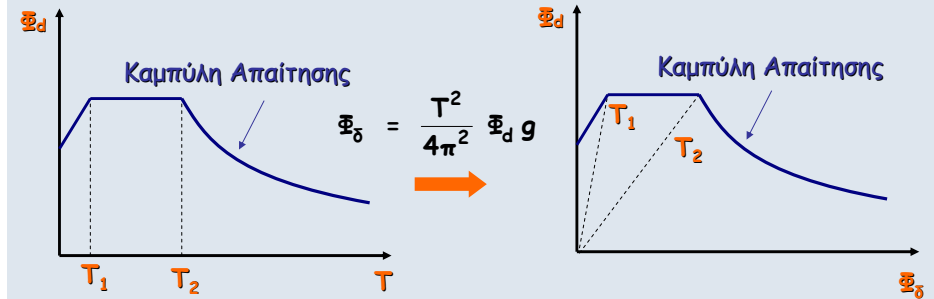
$\delta_d = \delta_u / \gamma_{Rd}$

“Οριζόντια Στοιχεία”

Δυνατότητα δ_d απεριόριστο

17

ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



$$V = \alpha \Phi_d W$$

$$\delta = \beta \Phi_\delta$$

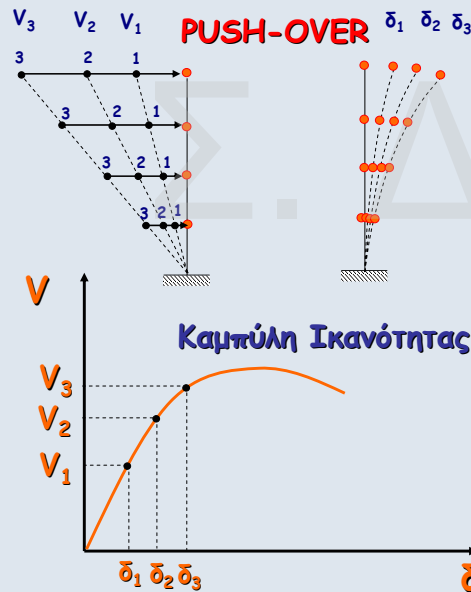
n	α	β
1	1	1
2	0,90	1,20
5	0,80	1,35



18

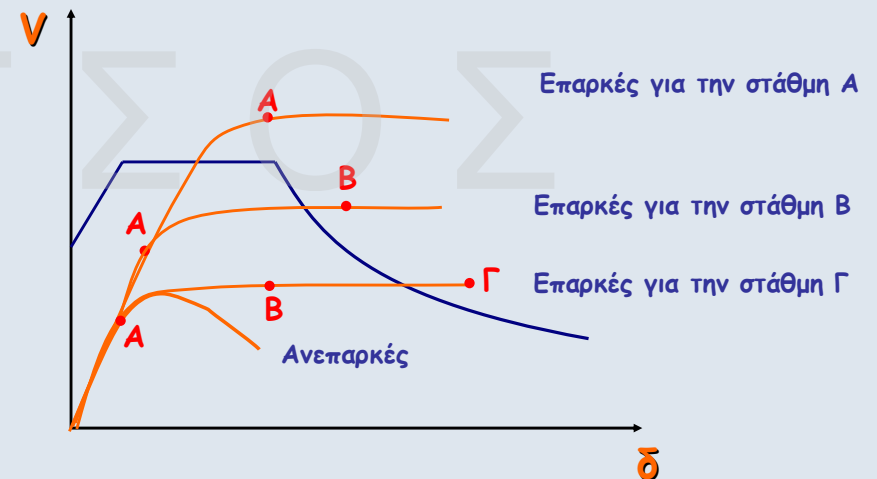
ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη “μέχρι τέρμα”



19

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



20