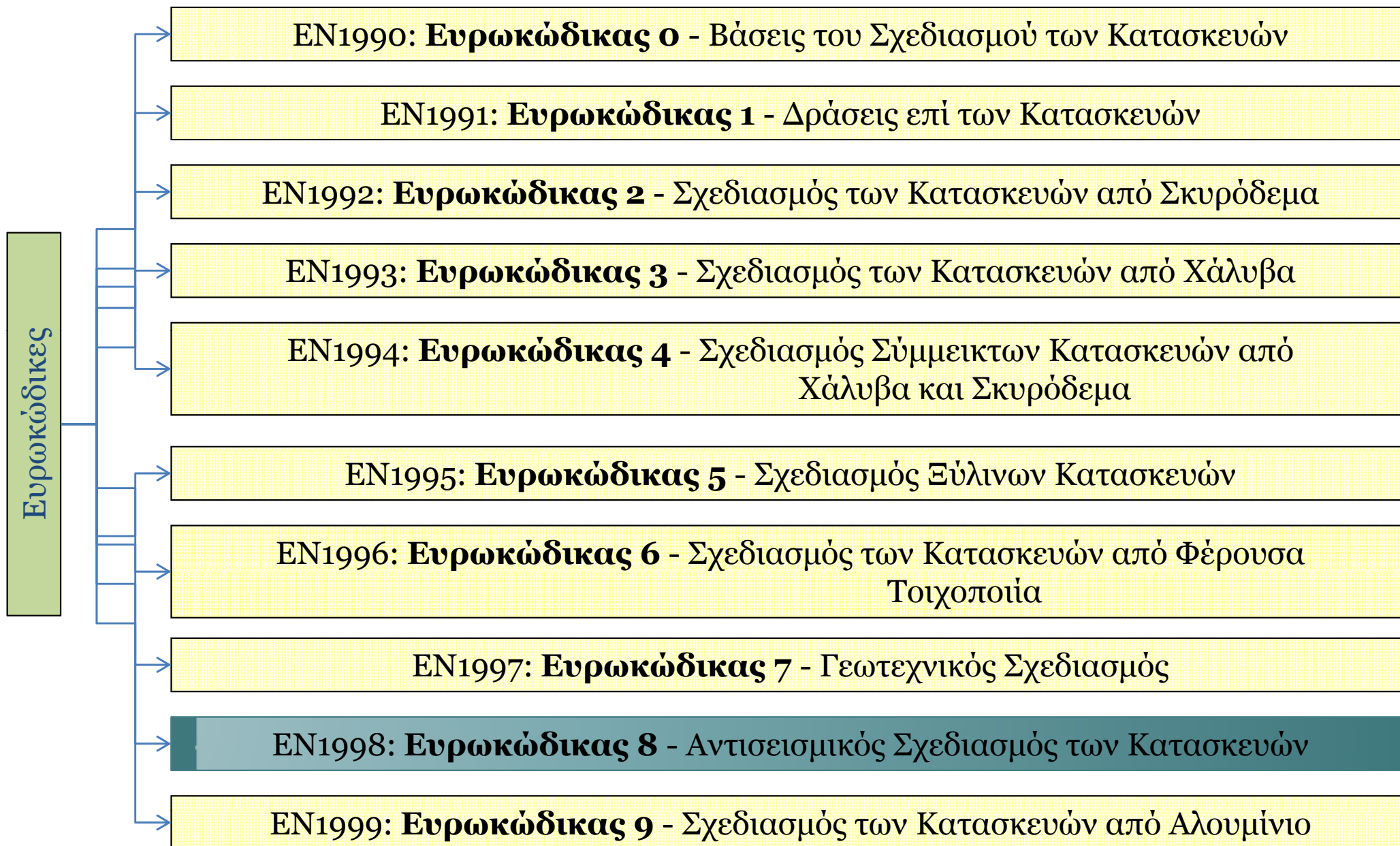


Στόχοι παρουσίασης

- η συνοπτική παρουσίαση των κυριότερων σημείων του Ευρωκώδικα 8 (Κεφάλαια 1 έως 5) με έμφαση στις διαφορές μεταξύ ΕΑΚ2000 & Ευρωκώδικα 8
- ο σχολιασμός, όπου είναι δυνατός και χρήσιμος, της λογικής των αλλαγών αυτών
- η παρουσίαση σύντομων αριθμητικών παραδειγμάτων ή απλών συνοδευτικών υπολογισμών

Γενική διάρθρωση Ευρωκωδίκων 0-9 (EN1990-1999)



Διάρθρωση Ευρωκώδικα 8 (EN 1998) σε Μέρη (Parts)

- ❑ **EN 1998-1:** γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για **κτίρια**
- ❑ **EN 1998-2:** διατάξεις που αφορούν **γέφυρες**
- ❑ **EN 1998-3:** διατάξεις για σεισμική **αποτίμηση** και εκ των υστέρων **ενίσχυση** υφισταμένων **κτιρίων**
- ❑ **EN 1998-4:** διατάξεις που αφορούν **σιλό, δεξαμενές** και αγωγούς
- ❑ **EN 1998-5:** διατάξεις που αφορούν θεμελιώσεις, τοίχους αντιστήριξης και **γεωτεχνικά θέματα**
- ❑ **EN 1998-6:** περιέχει ειδικές διατάξεις που αφορούν **πύργους, ιστούς** και καπνοδόχους.

Διάρθρωση Ευρωκώδικα 8- Μέρους 1 (EN1998-1) σε κεφάλαια

- Κεφάλαιο 1:** Γενικά
- Κεφάλαιο 2:** βασικές **απαιτήσεις** συμπεριφοράς και **κριτήρια** συμμόρφωσης
- Κεφάλαιο 3:** γενικοί κανόνες για τις **σεισμικές δράσεις** και για τον συνδυασμό τους με άλλες δράσεις (συνδυάζεται επίσης με EN 1998-2 για γέφυρες έως EN 1998-6 για πύργους, ιστούς κλπ)
- Κεφάλαιο 4:** γενικοί **κανόνες μελέτης** για κτίρια (ανεξαρτήτων υλικού)

- Κεφάλαιο 5:** ειδικοί κανόνες για κτίρια από **σκυρόδεμα**.
- Κεφάλαιο 6:** ειδικοί κανόνες για κτίρια από **χάλυβα**
- Κεφάλαιο 7:** ειδικοί κανόνες για **σύμμικτα** κτίρια από χάλυβα και σκυρόδεμα
- Κεφάλαιο 8:** ειδικοί κανόνες για κτίρια από **ξύλο**.
- Κεφάλαιο 9:** ειδικοί κανόνες για κτίρια από **τοιχοποιία**.
- Κεφάλαιο 10:** θεμελιώδεις απαιτήσεις σχετικές με τη **σεισμική μόνωση** φορέων (κυρίως κτιρίων)

- Παράρτημα Α:** ελαστικό φάσμα απόκρισης μετακίνησης
- Παράρτημα Β:** προσδιορισμός μετακίνησης στόχου για μη-γραμμική στατική ανάλυση (pushover)
- Παράρτημα Γ:** μελέτη οπλισμού πλακών σε σύμμικτες δοκούς από χάλυβα και σκυρόδεμα σε κόμβους δοκών-υποστυλωμάτων πλαισίων

Εθνικό Προσάρτημα στον Ευρωκώδικα 8-1 (EN1998-1)

Το Εθνικό Προσάρτημα καθορίζει εναλλακτικές διαδικασίες, τιμές και συστάσεις (Εθνικά Προσδιορίσιμες Παραμέτρους) όπου απαιτείται, ειδικώς για την Ελλάδα, διαφοροποίηση από τις γενικώς συνιστώμενες τιμές.

μερικά παραδείγματα:

- χάρτης σεισμικών ζωνών και τιμές αναφοράς των εδαφικών επιταχύνσεων (PGA/a_g)
- παράμετροι S , T_B , T_C , T_D που καθορίζουν την μορφή του οριζόντιου & κατακόρυφου ελαστικού φάσματος απόκρισης
- τιμές του φ για κτίρια
- συντελεστής σπουδαιότητας γ_I για κτίρια.
- τιμή συντελεστή υπεραντοχής γ_d για διαφράγματα.
- επιμέρους συντελεστές υλικών για κτίρια από χάλυβα ή σύμμικτα κτίρια στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού
- συντελεστής υπεραντοχής για τον ικανοτικό σχεδιασμό κτιρίων από χάλυβα
- συντελεστές q σε κτίρια από τοιχοποιία

2. Απαιτήσεις συμπεριφοράς & κριτήρια συμμόρφωσης

Θεμελιώδεις απαιτήσεις (1/2)

Απαιτήση μη-κατάρρευσης

Ο φορέας να αναλαμβάνει την **σεισμική δράση σχεδιασμού** που έχει πιθανότητα υπέρβασης (P_R) 10% σε 50 χρόνια (T_L), ή αλλιώς που αντιστοιχεί στον σεισμό που έχει μέση περίοδο επαναφοράς T_R 475 χρόνια:

$$-T_L / \ln(1 - P_R) = T_R \Rightarrow -50 / \ln(1 - 0.1) = 475$$

- χωρίς τοπική ή γενική κατάρρευση
- διατηρώντας τη στατική ακεραιότητά του και παραμένουσα φέρουσα ικανότητα μετά τα σεισμικά γεγονότα.

Θεμελιώδεις απαιτήσεις (2/2)

Απαίτηση περιορισμού βλαβών.

Ο φορέας να αναλαμβάνει **σεισμική δράση που έχει μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνιση** (10% σε 10 χρόνια ή αλλιώς που αντιστοιχεί στον σεισμό με μέση περίοδο επαναφοράς 95 έτη), χωρίς την εμφάνιση βλαβών και συνεπακόλουθους περιορισμούς χρήσης.

$$-T_L / \ln(1 - P_R) = T_R \Rightarrow -10 / \ln(1 - 0.1) = 95$$



Οι απαιτήσεις αυτές εξαρτώνται και από τον συντελεστή σπουδαιότητας γ_I
 $0.8 < \gamma_I < 1.4$

Τιμές του Συντελεστή Σπουδαιότητας γ_I

Κατηγορία Σπουδαιότητας	I	II	III	IV
Συντελεστής Σπουδαιότητας γ_I	0,80	1,00	1,20	1,40

Κριτήρια συμμόρφωσης (προς τις θεμελιώδεις απαιτήσεις)

1. Έλεγχοι έναντι οριακών καταστάσεων (ουσιαστικά δομικής) **αστοχίας**
2. Έλεγχοι έναντι περιορισμού βλαβών (για τη διασφάλιση προδιαγεγραμμένων απαιτήσεων **λειτουργίας**)

3. Εδαφικές συνθήκες & Σεισμική δράση

Κατηγορίες εδάφους

Εδαφική κατηγορία	Περιγραφή εδαφικού προφίλ	Παράμετροι		
		$V_{s,30}$ (m/sec)	N_{SPT}	C_u
A	Βράχος με έως 5m ασθενέστερο επιφανειακό υλικό	>800	-	-
B	Πολύ πυκνή άμμος ή αμμοχάλικο, ή πολύ σκληρή άργιλος, δεκάδων m με αύξηση μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος	360-800	>50	>250
C	Πυκνή άμμος ή αμμοχάλικο, ή σκληρή άργιλος, αρκετών δεκάδων ή εκατοντάδων m	180-360	15-50	70-250
D	Χαλαρή έως μετρίως χαλαρή άμμος ή αμμοχάλικο ή μαλακή έως μετρίως σκληρή άργιλος	<180	<15	<70
E	Επιφανειακό στρώμα C ή D πάχους 5 έως 20m & υπόστρωμα με $v_s > 800$ m/s			
S1	≥ 10 m μαλακή άργιλος/ίλυσ με δείκτη πλαστικότητας $PI > 40$ & υψηλή περιεκτικότητα νερού	<100		10-20
S2	Ευαίσθητη άργιλος, εδάφη ρευστοποιήσιμα ή εκτός A-E ή S1			

Σύγκριση κατηγοριών εδάφους ΕΑΚ2000 & Ευρωκώδικα 8

Κανονισμός	$V_{s,30}$ (m/sec)													
	0	100	200	300	400	500	600	700	800					
ΕΑΚ2000	Δ*			Γ*		Β*			Α*					
Ευρωκώδικας 8	S1		D	C			B					A		

* εκτίμηση ορίων ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων V_s

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΑΚ 2000	Ευρωκώδικας 8	Περιγραφή εδαφικού προφίλ		Παράμετροι		
				$V_{s,30}$ (m/sec)	N_{SPT}			
A	<p>Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν αποσάθρωση</p> <p>Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικροίλοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70μ.</p> <p>Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου, μικρότερου των 70μ.</p>			Περιγραφή εδαφικού προφίλ	$V_{s,30}$ (m/sec)	N_{SPT}		
B	<p>Εντόνως αποσθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη.</p> <p>Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p>			A	Βράχος με έως 5m ασθενέστερο επιφανειακό υλικό	>800	-	
Γ	<p>Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>Ιλοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5μ.</p>			B	Πολύ πυκνή άμμος ή αμμοχάλικο, ή πολύ σκληρή άργιλος, δεκάδων m με αύξηση μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος	360-800	>50	
Δ	<p>Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας ($I_p > 50$) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10μ.</p>			C	Πυκνή άμμος ή αμμοχάλικο, ή σκληρή άργιλος, αρκετών δεκάδων ή εκατοντάδων m	180-360	15-50	
X	<p>Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοιλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων)</p> <p>Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα. (Βλπ. και παρ. 5.1[3]).</p> <p>Απότομες κλιθείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων.</p> <p>Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπεριφοράς ή απώλειας αντοχής.</p> <p>Πρόσφατες χαλαρές επικυματώσεις (υπόζα). Οργανικά εδάφη</p>			D	Χαλαρή έως μετρίως χαλαρή άμμος ή αμμοχάλικο ή μαλακή έως μετρίως σκληρή άργιλος	<180	<15	
				E	Επιφανειακό στρώμα C ή D πάχους 5 έως 20m & υπόστρωμα με $v_s > 800$ m/s			
				S1	≥10m μαλακή άργιλος/ιλύς με δείκτη πλαστικότητας $PI > 40$ & υψηλή περιεκτικότητα νερού	<100		
				S2	Ευαίσθητη άργιλος, εδάφη ρευστοποιήσιμα ή εκτός A-E ή S1		13	

Προσδιορισμός κατηγορίας εδαφών

§3.1.1. (4) Για τον καθορισμό της σεισμικής δράσης πρέπει να εκτελούνται εδαφικές έρευνες ή/και γεωλογικές μελέτες, και να αξιολογείται η κατηγορία εδάφους βάσει:



της μέσης τιμής
διατμητικών
κυμάτων $V_{s,30}$

$$\frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{v_i}}$$

ή την τιμή της N_{SPT}



εκτός εάν πρόκειται για:

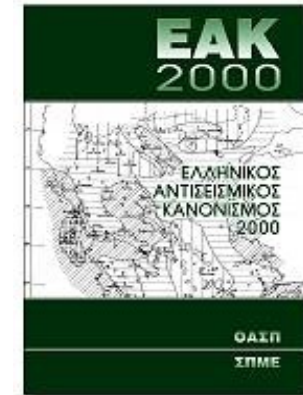
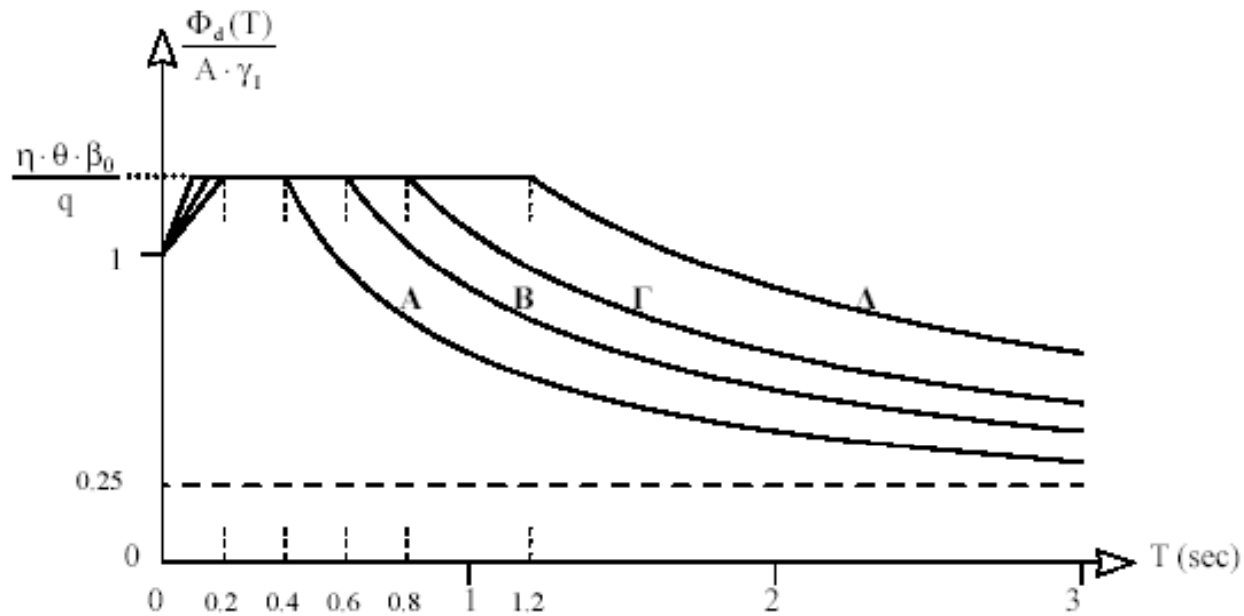
- κοινά κτίρια (σπουδαιότητα I) επί εδαφών A, B, C
- κτίρια σπουδαιότητας II επί εδαφών A, B
- μονόροφα Κτίρια σπουδαιότητας III επί εδαφών A, B

... υπό την προϋπόθεση έλλειψης βλαβών ή καθιζήσεων σε γειτονικά κτίρια



για αποθέσεις S1 ή S2,
απαιτείται ειδική μελέτη

Σεισμική δράση: ΕΑΚ2000

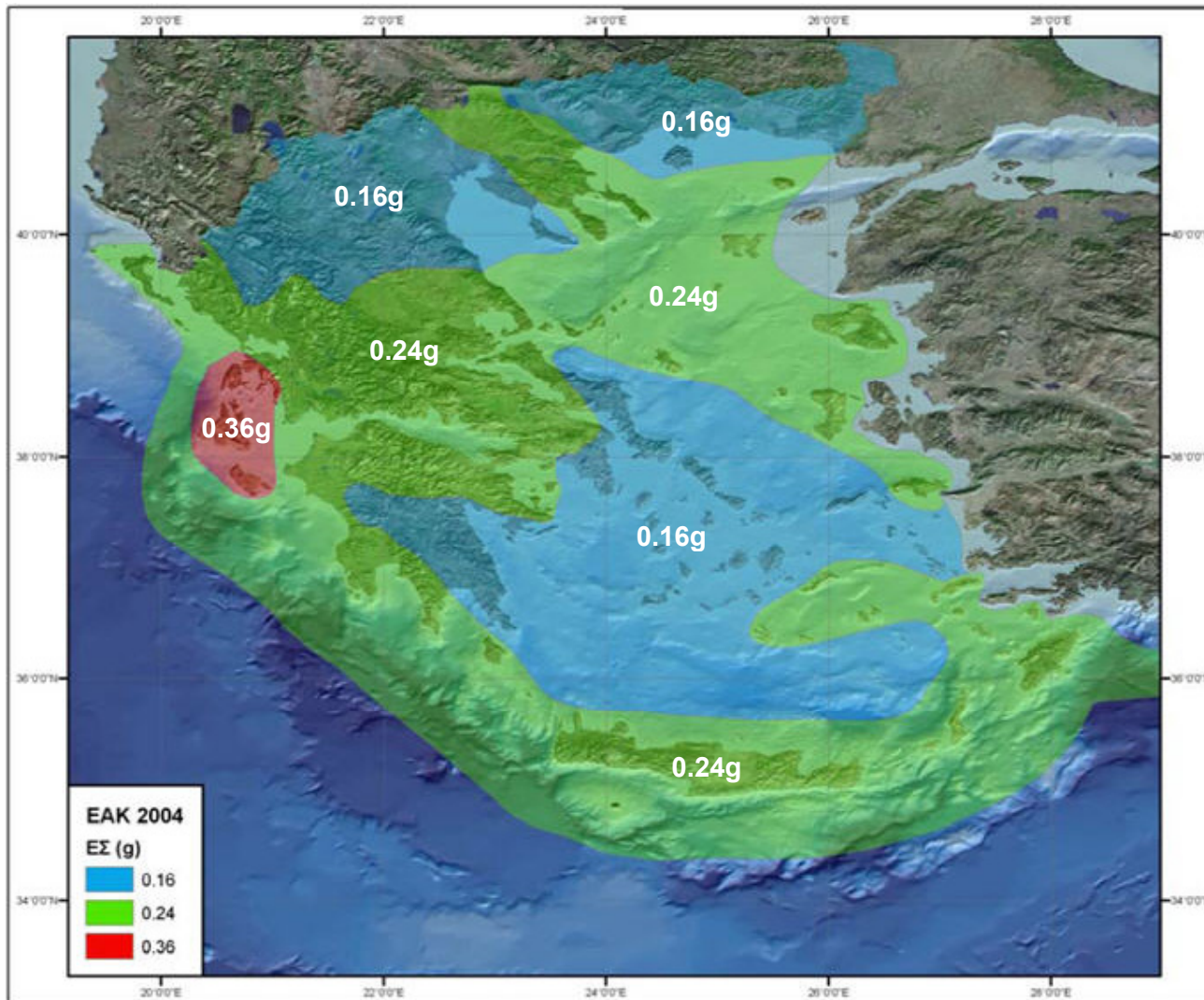


κατά το χρονικό διάστημα 2002 - 2003 αναθεωρήθηκε από Επιστημονικές Επιτροπές του ΟΑΣΠ ο Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας που συνοδεύει τον Αντισεισμικό κανονισμό της χώρας, με σημαντικές τροποποιήσεις και βελτιώσεις σε σχέση με τον προηγούμενο:

- κατάργηση της ζώνης χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας,
- κατανομή του ελλαδικού χώρου σε 3 ζώνες αντί 4
- ενιαία τιμή σεισμικής επιτάχυνσης g σε κάθε κατοδιστριακό δήμο.

ο νέος χάρτης τέθηκε σε εφαρμογή από 1-1-2004.

Σεισμική δράση: Ευρωκώδικας 8

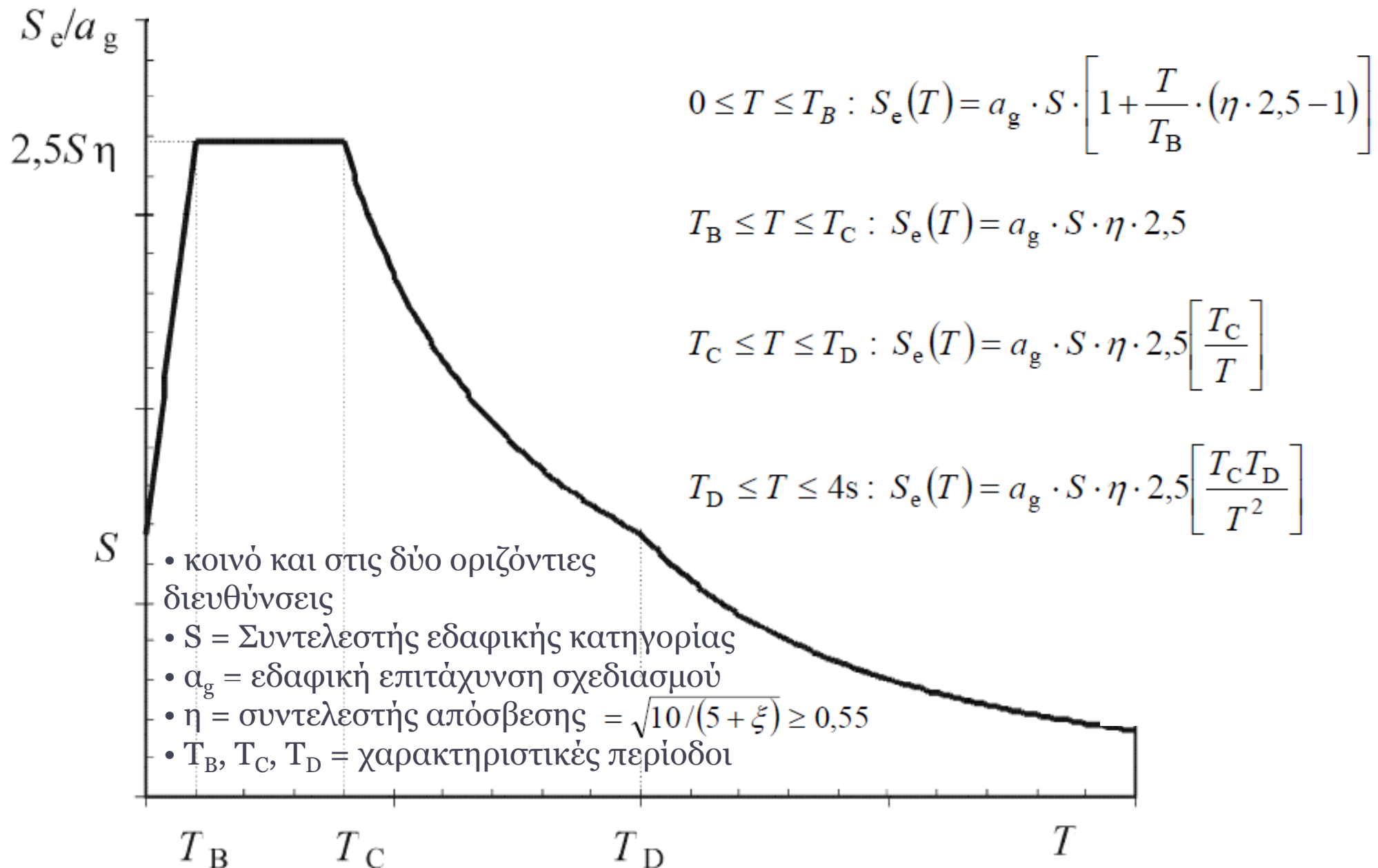


δεν υπάρχει αλλαγή στις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας (σε σχέση με την αναθεώρηση 2003) ούτε στη μέγιστη εδαφική επιτάχυνση αναφοράς

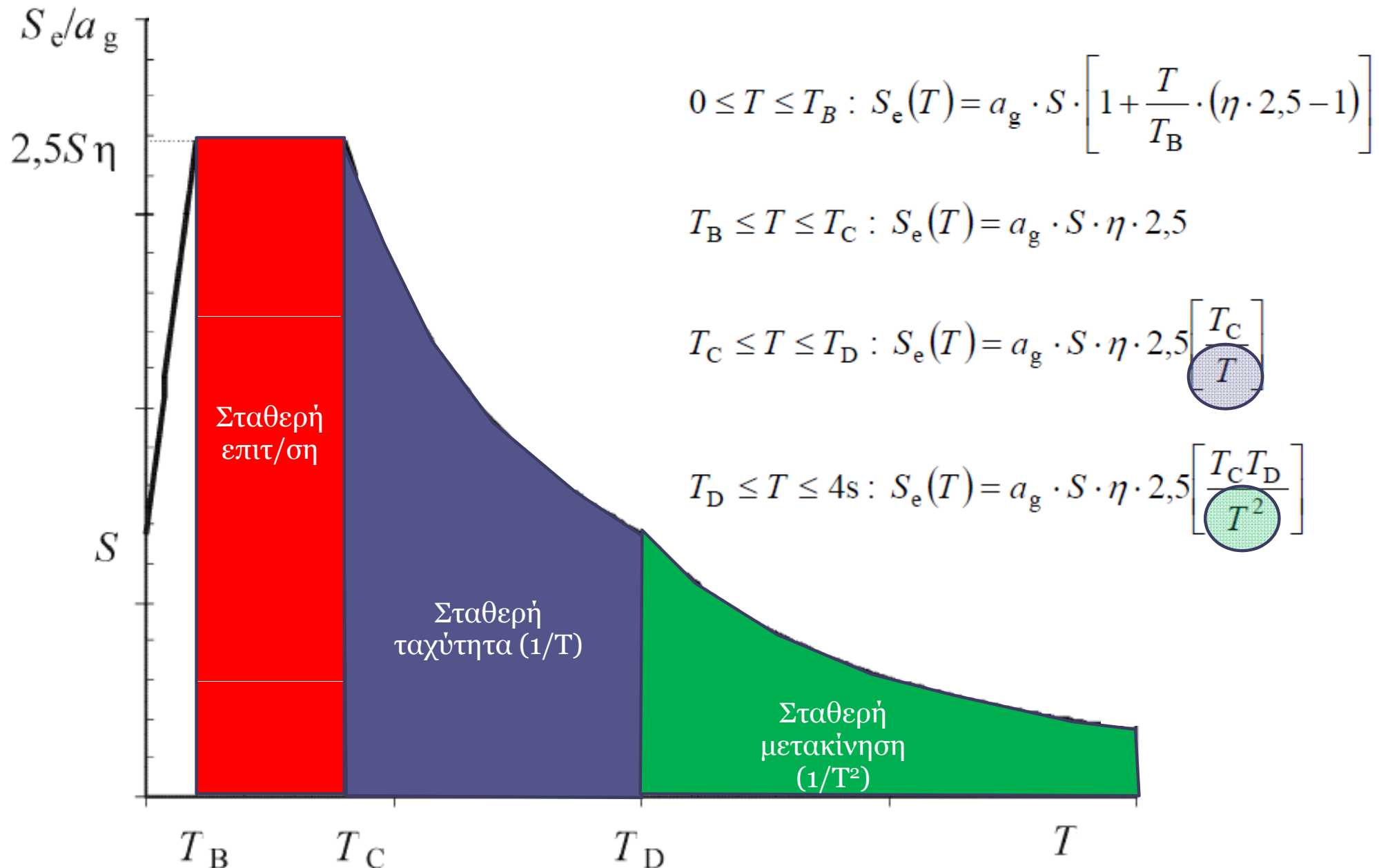
Ζώνη	a_{gR} (%g)
Z1	0.16
Z2	0.24
Z3	0.36

! όμως: η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση αναφοράς αναφέρεται πλέον στον βράχο (δηλ. σε έδαφος A) και υπόκειται σε αύξηση σε περιπτώσεις άλλων εδαφών έως και 40%

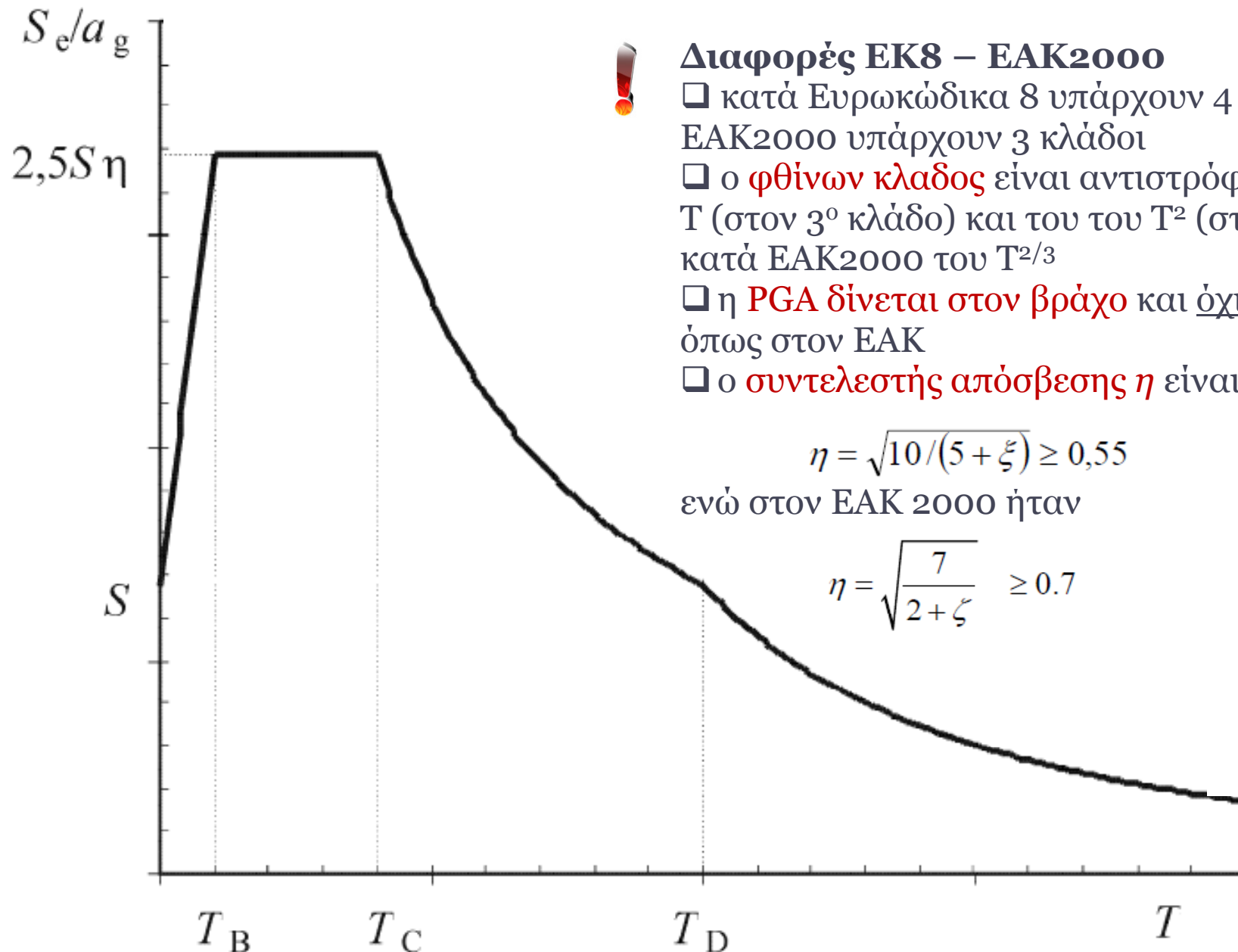
Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα απόκρισης Ευρωκώδικα 8



Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα απόκρισης Ευρωκώδικα 8

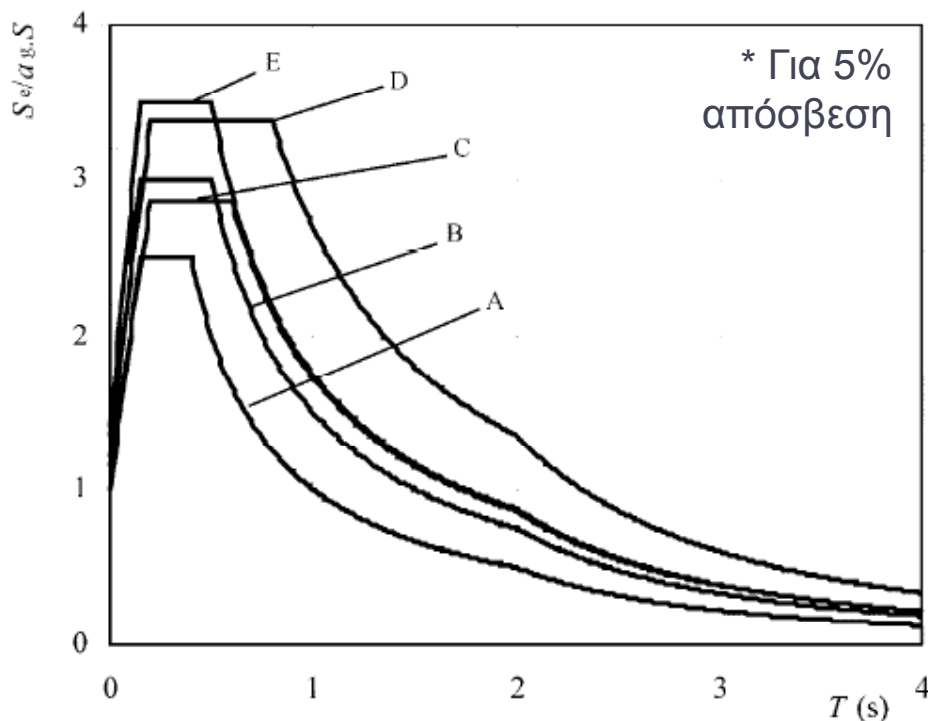


Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα απόκρισης Ευρωκώδικα 8



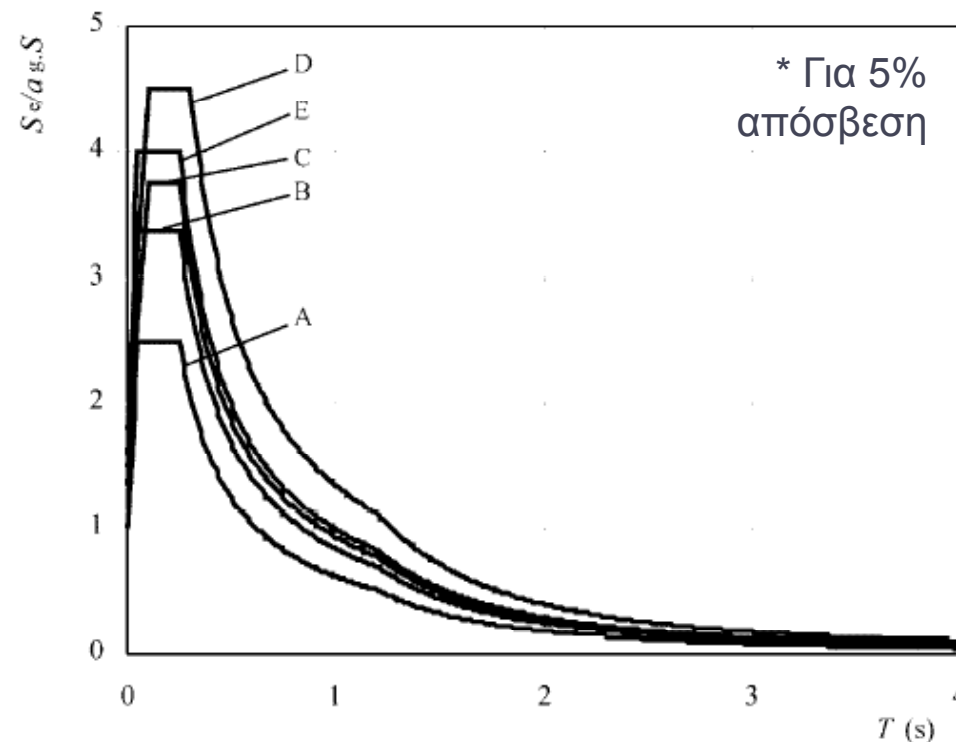
Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα απόκρισης Ευρωκώδικα 8

• **Τύπος 1:** Για κατασκευές εκτεθειμένες σε σεισμούς αναμενόμενου μεγέθους $M_s > 5.5$



Εδαφικός Τύπος	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

• **Τύπος 2:** Για κατασκευές εκτεθειμένες σε σεισμούς αναμενόμενου μεγέθους $M_s \leq 5.5$

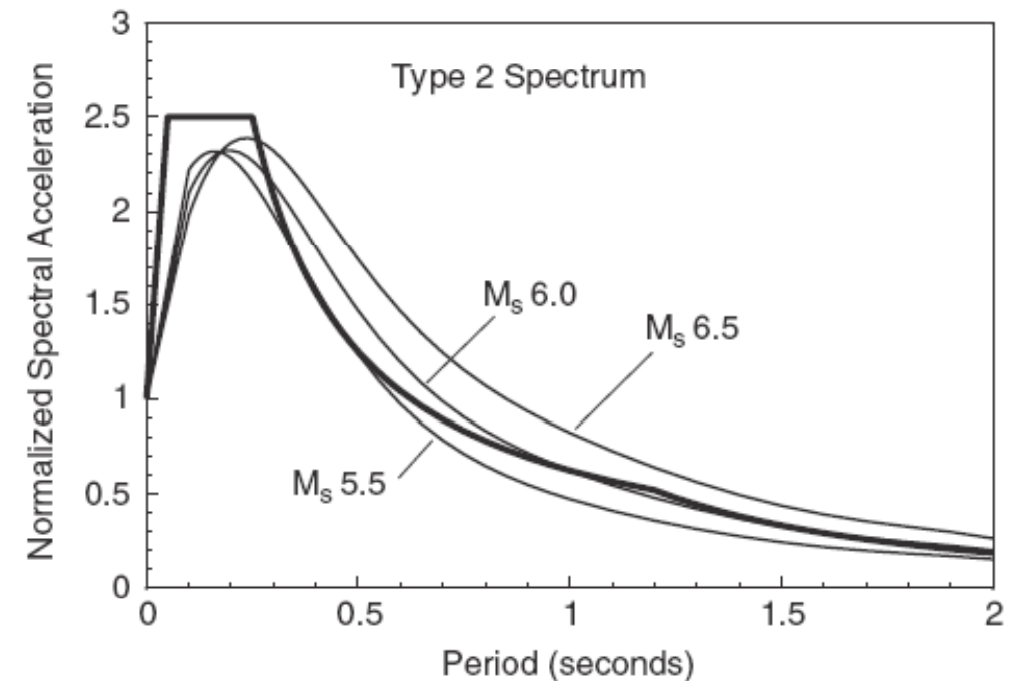
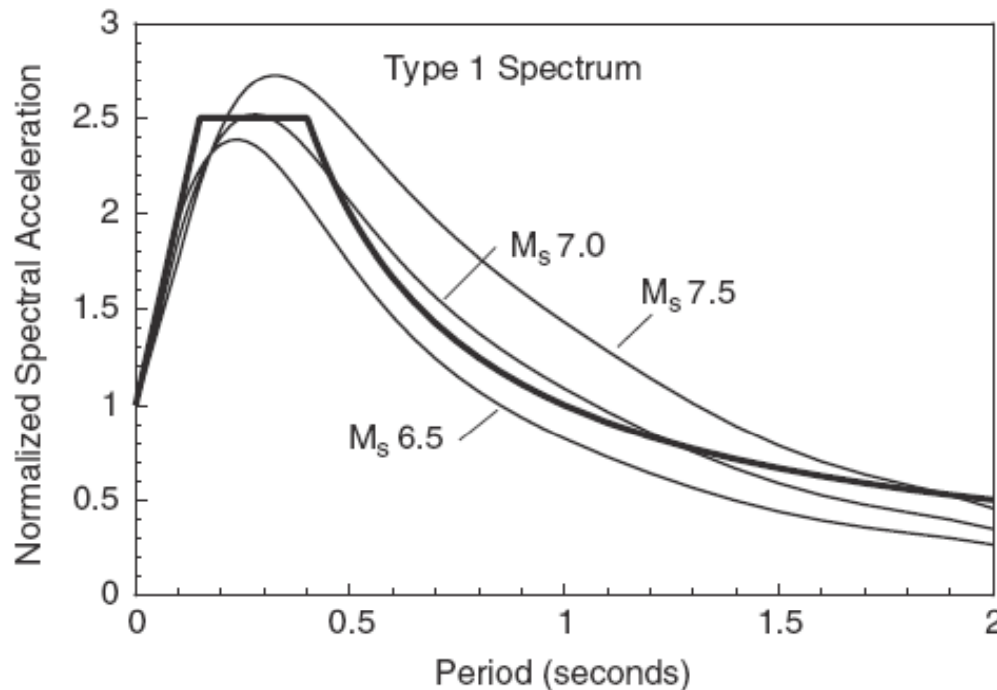


Εδαφικός Τύπος	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2

Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα απόκρισης Ευρωκώδικα 8

• **Τύπος 1:** Για κατασκευές εκτεθειμένες σε σεισμούς αναμενόμενου μεγέθους $M_s > 5.5$

• **Τύπος 2:** Για κατασκευές εκτεθειμένες σε σεισμούς αναμενόμενου μεγέθους $M_s \leq 5.5$

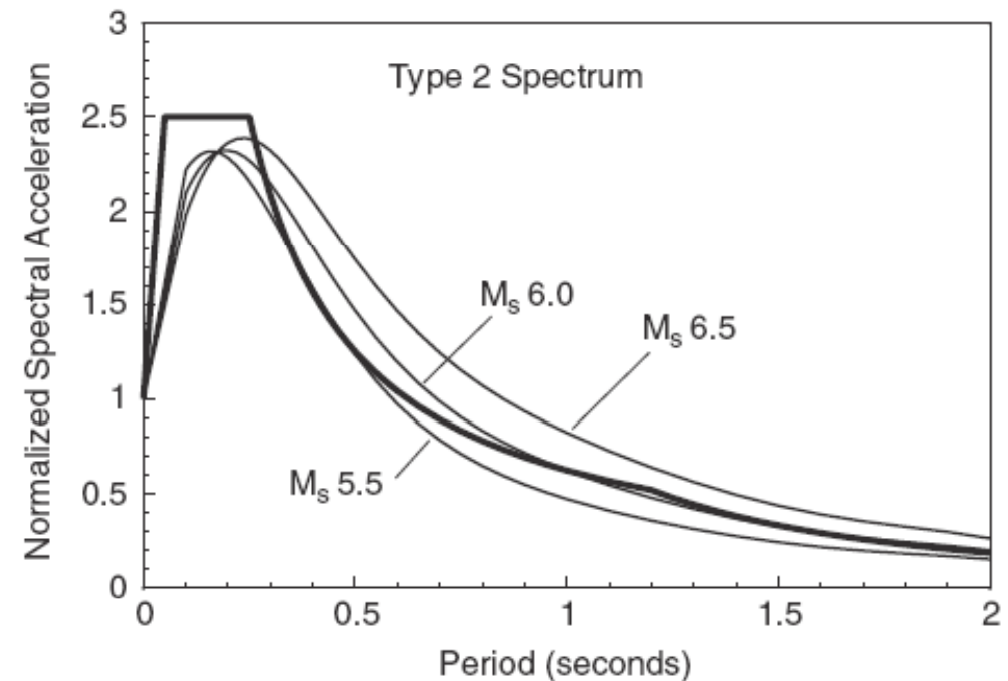
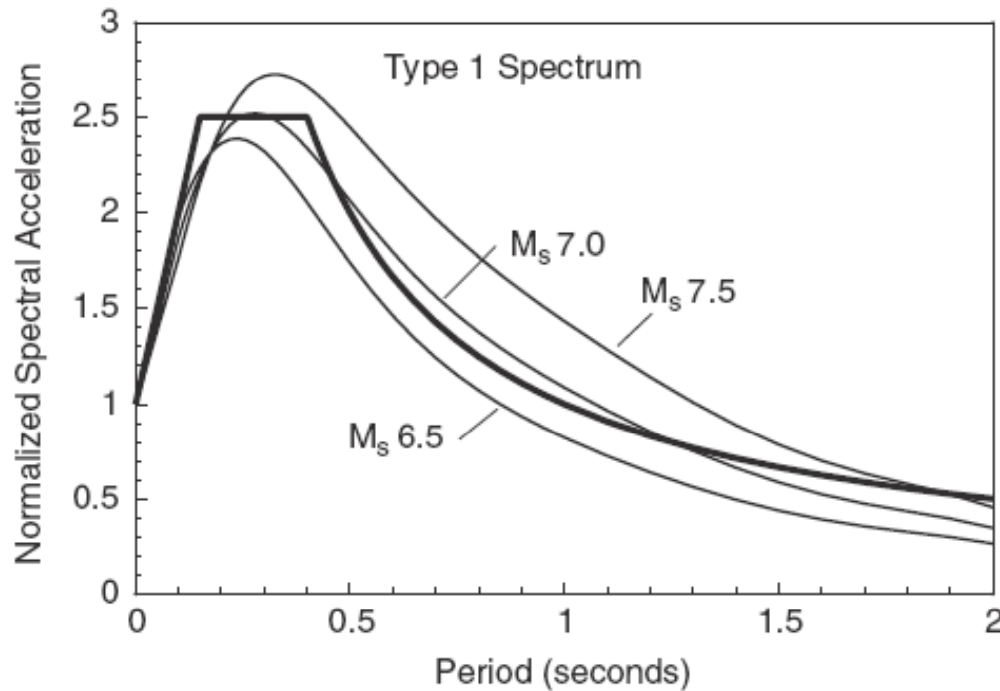


Σχετικά καλή συμφωνία μεταξύ Φασμάτων Τύπου 1 και 2 του EC8, βάση PGA που αντιστοιχεί σε σκληρά εδάφη σε απόσταση 10 km και διάδορα μεγέθη σεισμού όπως υπολογίζονται από τις εξισώσεις των Ambraseys et al.(1996), και των μέσων φασμάτων που προκύπτουν από τις εξισώσεις αυτές (Bommer & Pinho, 2006)

Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα απόκρισης Ευρωκώδικα 8

• **Τύπος 1:** Για κατασκευές εκτεθειμένες σε σεισμούς αναμενόμενου μεγέθους $M_s > 5.5$

• **Τύπος 2:** Για κατασκευές εκτεθειμένες σε σεισμούς αναμενόμενου μεγέθους $M_s \leq 5.5$



Πλεονέκτημα διάκρισης Τύπου 1 και 2: Η δυνατότητα επιλογής. Πράγματι η φασματική ενίσχυση εξαρτάται από το μέγεθος

Μειονέκτημα διάκρισης Τύπου 1 και 2 : Το είδος του εδάφους (όπως αυτό υπεισέρχεται στον όρο S και τελικά στην φασματική επιτάχυνση για $T=0$), αποτελεί έναν σταθερό πολλαπλαστή σε όλο το εύρος των συχνοτήτων.

Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα κατακόρυφης απόκρισης Ευρωκώδικα 8

- η μορφή παραμένει παρόμοια με του φάσματος οριζόντιας απόκρισης
- όπως και πριν γίνεται διάκριση μεταξύ **Τύπου 1** ($M_s > 5.5$) και **Τύπου 2** ($M_s \leq 5.5$)
- η μορφή δεν μεταβάλλεται ανάλογα με τον Τύπο ή τις εδαφικές συνθήκες



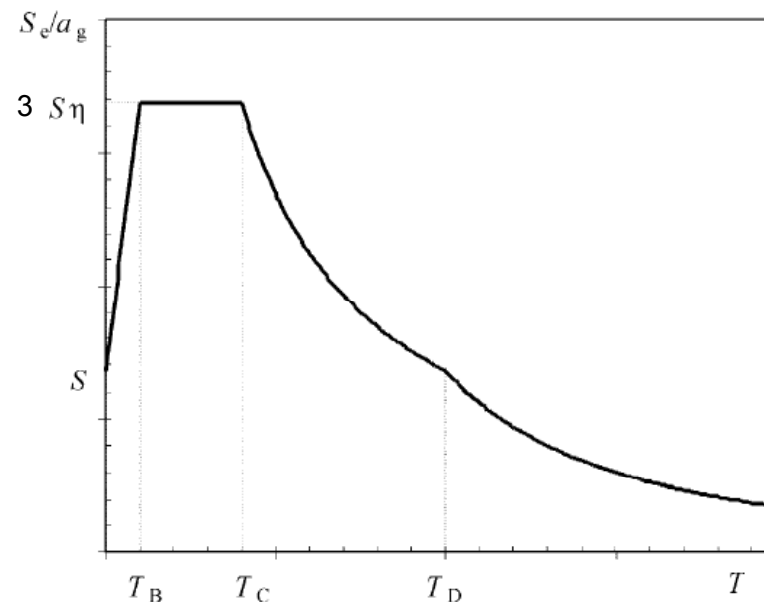
πότε ενδιαφέρει η κατακόρυφη συνιστώσα?

§ 4.3.3.5.2

αν $a_{vg} > 0.25g$:

- για οριζόντια στατικά μέλη με άνοιγμα $> 20m$
- για οριζόντιους προβόλους με άνοιγμα $> 5m$
- για οριζόντια προεντεταμένα μέλη
- για δοκούς που φέρουν φυτευτά υποστυλώματα
- σε φορείς με σεισμική μόνωση

Η ανάλυση μπορεί να γίνει σε μερικό προσομοίωμα



$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]$$

Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα κατακόρυφης απόκρισης Ευρωκώδικα 8

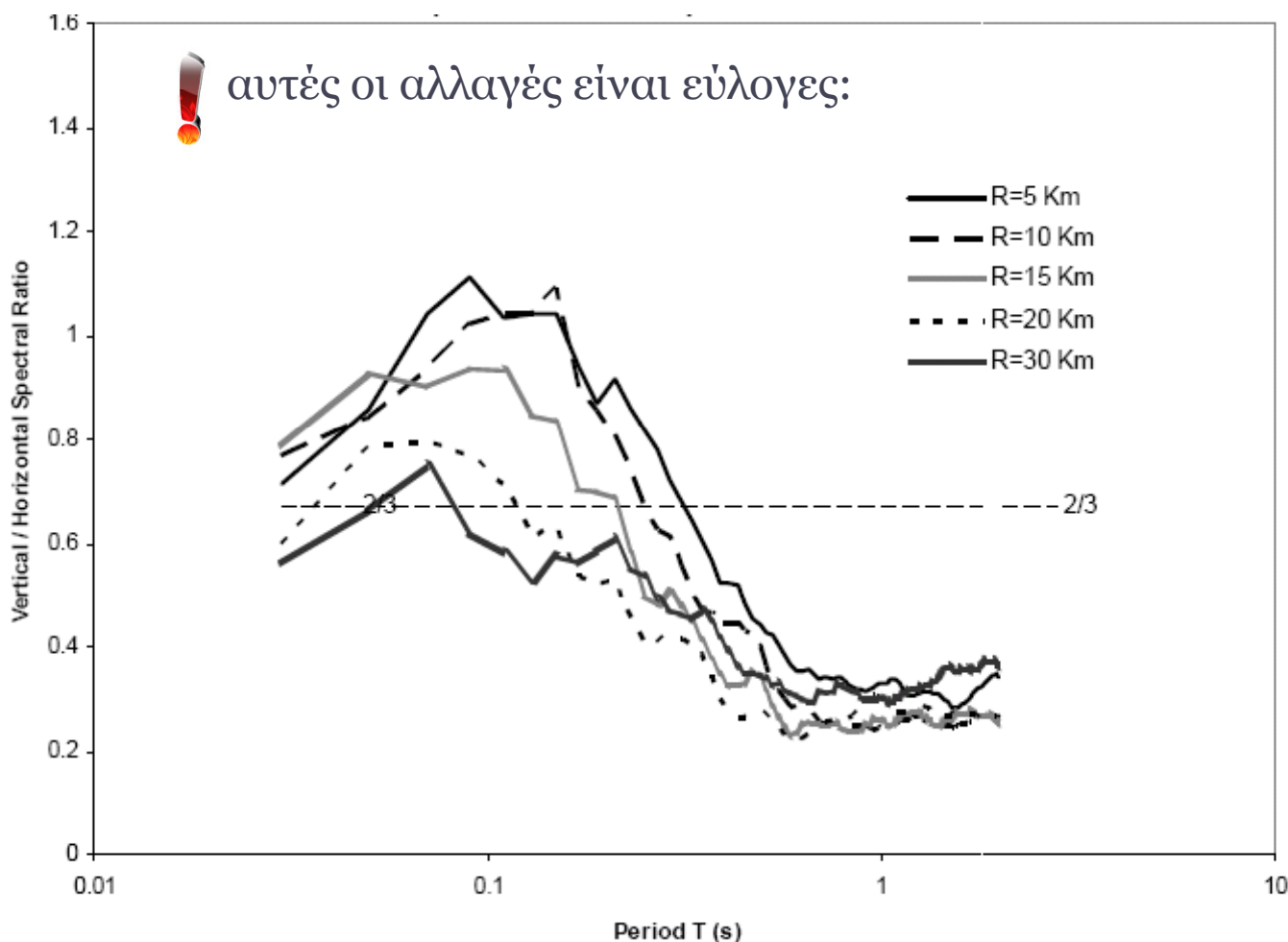
! η κατακόρυφη PGA λαμβάνεται γενικά μικρότερη της οριζόντιας PGA (τυπικά 90% αυτής σε αντίθεση με τον ΕΑΚ2000 όπου ήταν ίση προς το 70%).

Συνιστώμενες τιμές παραμέτρων που περιγράφουν τα φάσματα κατακόρυφης ελαστικής απόκρισης

Φάσμα	a_{vg}/a_g	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
Τύπου 1	0,90	0,05	0,15	1,0
Τύπου 2	0,45	0,05	0,15	1,0

! Επίσης διαφοροποιείται το συχνотικό περιεχόμενο (μέσω των T_B , T_C , T_D) σε αντίθεση με τον ΕΑΚ2000 όπου παρέμενε ίδιο μεταξύ κατακόρυφης & οριζόντιας απόκρισης

Σεισμική δράση: Ελαστικό φάσμα κατακόρυφης απόκρισης Ευρωκώδικα 8

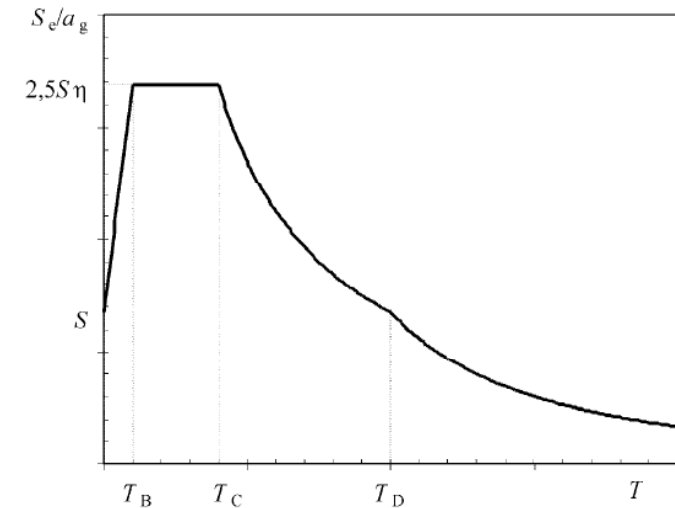


λόγος κατακόρυφων προς οριζοντίων φασματικών επιταχύνσεων με βάση τις καταγραφές των σεισμών Chi-Chi (Taiwan), Imperial Valley (U.S.), Kocaeli (Turkey), Northridge (U.S.)

Σεισμική δράση: Φάσμα σχεδιασμού

§3.2.2.5

“Για την αποφυγή επιτέλεσης ανελαστικής ανάλυσης κατά το σχεδιασμό, η δυνατότητα της κατασκευής να απορροφήσει ενέργεια μέσω πλαστικής συμπεριφοράς των στοιχείων του ή άλλων μηχανισμών, λαμβάνεται υπόψη με την πραγματοποίηση **ελαστικής ανάλυσης** και τη χρήση **φάσματος απόκρισης** που είναι **μειωμένο** σε σχέση με το ελαστικό («**φάσμα σχεδιασμού**»). Η μείωση αυτή επιτυγχάνεται με την εισαγωγή του **δείκτη συμπεριφοράς q**.



$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

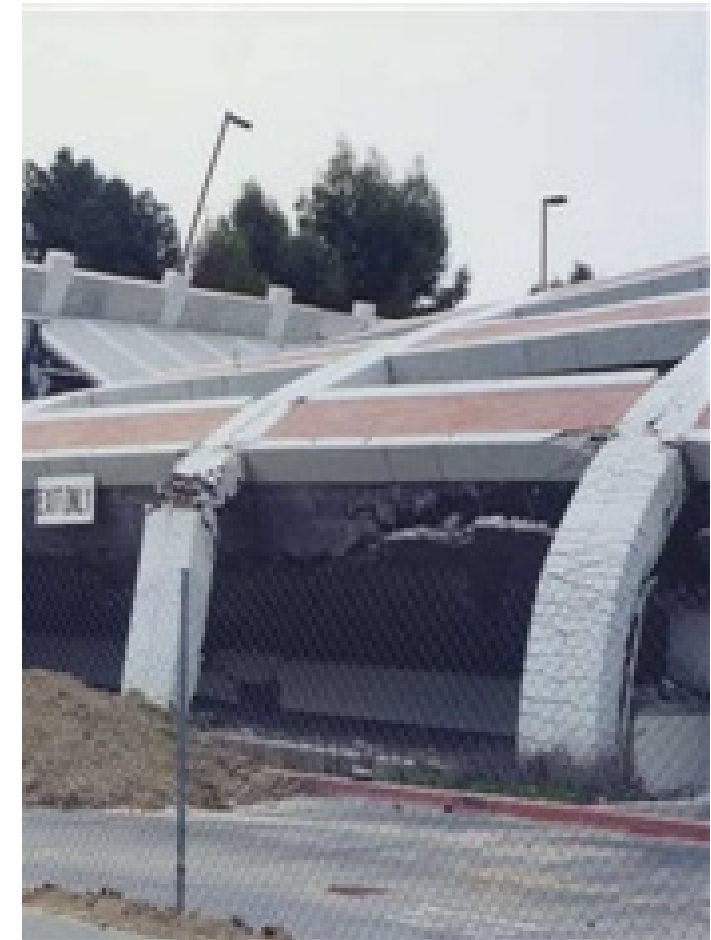
$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

Σεισμική δράση: Φάσμα σχεδιασμού

! Δείκτης συμπεριφοράς q (ίσως η σημαντικότερη διαφορά σε επίπεδο εκτίμησης σεισμικών δυνάμεων μεταξύ του ΕΑΚ2000 & Ευρωκώδικα 8)

- ❑ τυπικά, ο δείκτης συμπεριφοράς κατά ΕΑΚ2000 ήταν ίσος προς 3.5 για νεόδμητα κτίρια από Ο/Σ με πλαισιακό ή μικτό στατικό σύστημα
- ❑ στον Ευρωκώδικα 8 είναι συνάρτηση της Κατηγορίας Πλαστιμότητας και της Κανονικότητας (καθ' ύψος και σε κάτοψη) του κτιρίου
- ❑ κυμαίνεται από 3.90 – 5.85 για κανονικά κτίρια Μέσης και Υψηλής Πλαστιμότητας (ΚΠΜ & ΚΠΥ) και 2.75 - 4.15 για μη-κανονικά (καθ' ύψος και σε κάτοψη) κτίρια Μέσης και Υψηλής Πλαστιμότητας
- ❑ η τιμή του δείκτη συμπεριφοράς q μπορεί να είναι διαφορετική σε διαφορετικές οριζόντιες διευθύνσεις του φορέα, αλλά η Κατηγορία Πλαστιμότητας πρέπει να είναι η ίδια σε όλες τις διευθύνσεις



❑ λεπτομερέστερος σχολιασμός στην ενότητα 5.4

Σεισμική δράση: Φάσμα σχεδιασμού



Διαφορές μορφής φάσματος σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

- όπως και στο ελαστικό φάσμα, κατά Ευρωκώδικα 8 ο φθίνων κλαδος είναι αντιστρόφως ανάλογος του T ή του T^2 ενώ κατά ΕΑΚ2000 του $T^{2/3}$
- δεν υπεισέρχεται στον υπολογισμό η απόσβεση η όπως στον ΕΑΚ2000 διότι λαμβάνεται υπόψη εμμέσως κατά τον ορισμό του q (όπως θα εξηγηθεί παρακάτω)
- δεν υπεισέρχεται στον υπολογισμό ο συντελεστής θεμελίωσης θ όπως στον ΕΑΚ2000
- η ελάχιστη επιτρεπόμενη φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού (βa_g) είναι ίση προς 20% a_g σε αντίθεση με τον ΕΑΚ2000 όπου ήταν 25% a_g

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

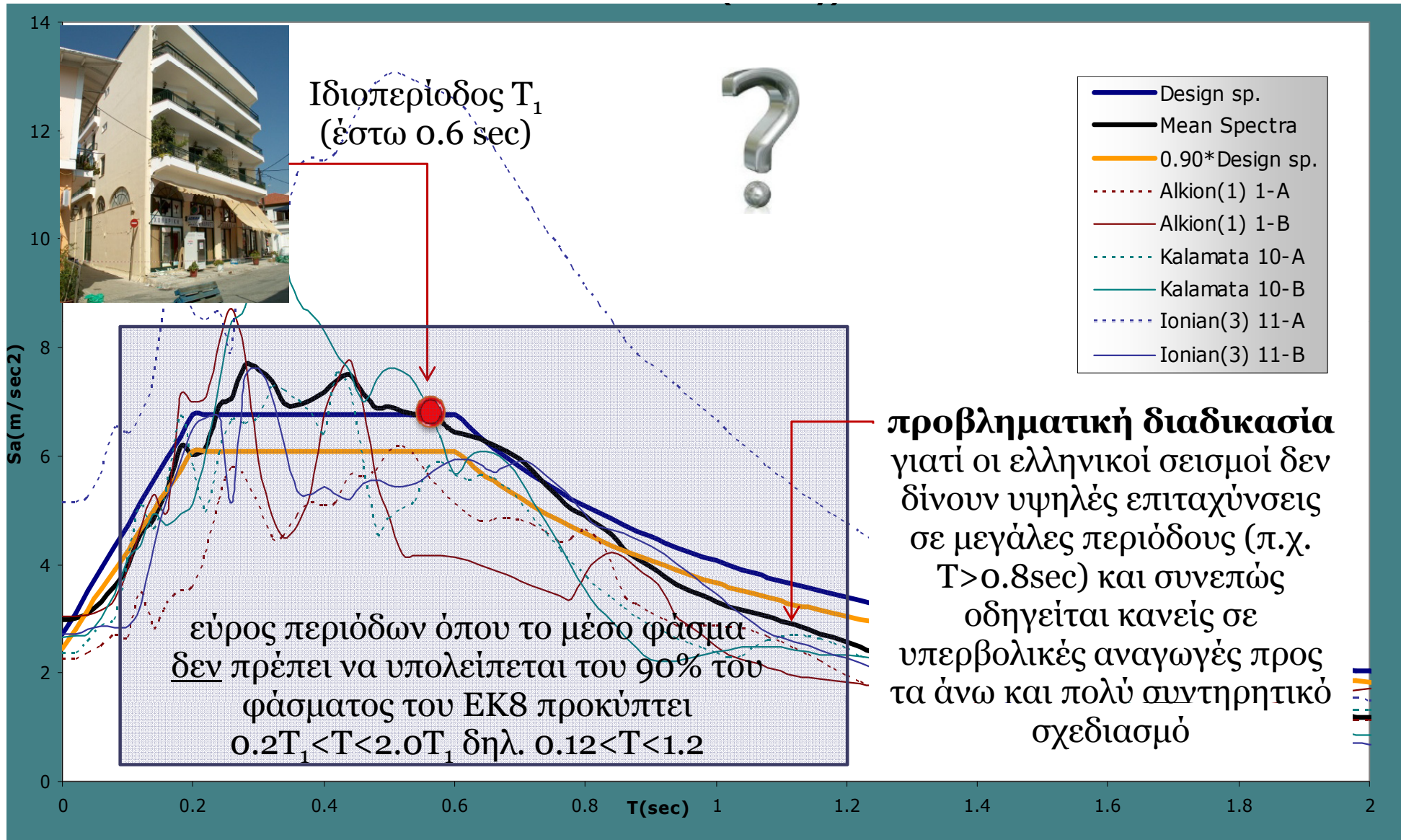
$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \quad T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

Εναλλακτικές σεισμικές δράσεις: ανάλυση στο πεδίο του χρόνου

- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε **καταγραφές** είτε **συνθετικά επιταχυνσιογραφήματα**
- Απαιτείται η διέγερση και κατά τις **τρεις διευθύνσεις**
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο επιταχυνσιογράφημα και για τις δυο οριζόντιες διευθύνσεις
- Η **διάρκεια** πρέπει να είναι **συμβατή με το μέγεθος του σεισμού** (ελάχιστη διάρκεια 10sec εκτός αν υπάρχει ειδική ανάλυση σεισμικής απόκρισης)
- Η ομάδα των χρονοϊστοριών θα πρέπει να πληρεί τα παρακάτω κριτήρια:
 - (1) Κατ' ελάχιστον απαιτούνται 3 επιταχυνσιογραφήματα.
 - (2) Η μέση τιμή της φασματικής τιμής για **$T=0$** δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη του **$\alpha_g * S$** για τη συγκεκριμένη θέση
 - (3) Στην περιοχή περιόδων **$0.2T_1$ έως $2T_1$** , όπου T_1 η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος της κατασκευής κατά τη διεύθυνση της επιβολής της επιτάχυνσης, δεν θα πρέπει καμμία τιμή του μέσου φάσματος που υπολογίζεται από τις χρονοϊστορίες να είναι μικρότερο του **90%** της φασματικής τιμής του αντίστοιχου ελαστικού φάσματος ου κανονισμού



Εναλλακτικές σεισμικές δράσεις: ανάλυση στο πεδίο του χρόνου



Sextos et al. (2010) Soil Dynamics & Earthquake Engineering

4. Μελέτη Κτιρίων

Βασικές αρχές διαμόρφωσης φορέων

- γενικές αρχές: §4.2.1
- κριτήρια: §4.4.2 & 4.4.3

1. στατική απλότητα

2. ομοιομορφία, συμμετρία και υπερστατικότητα

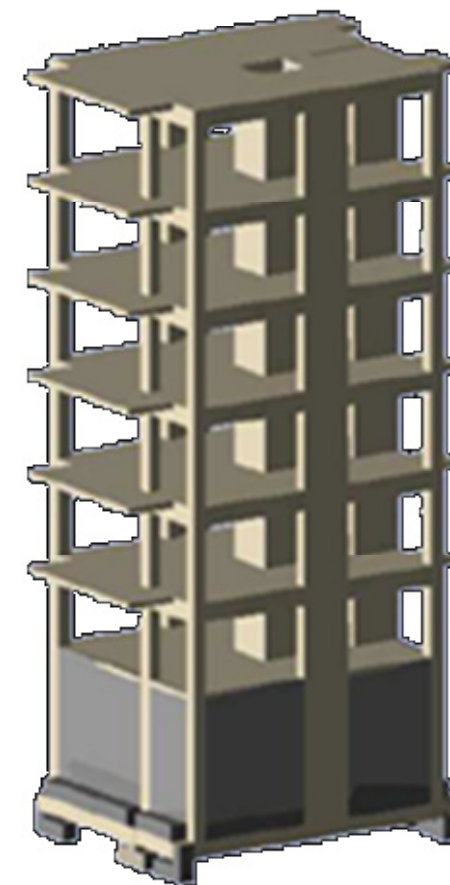
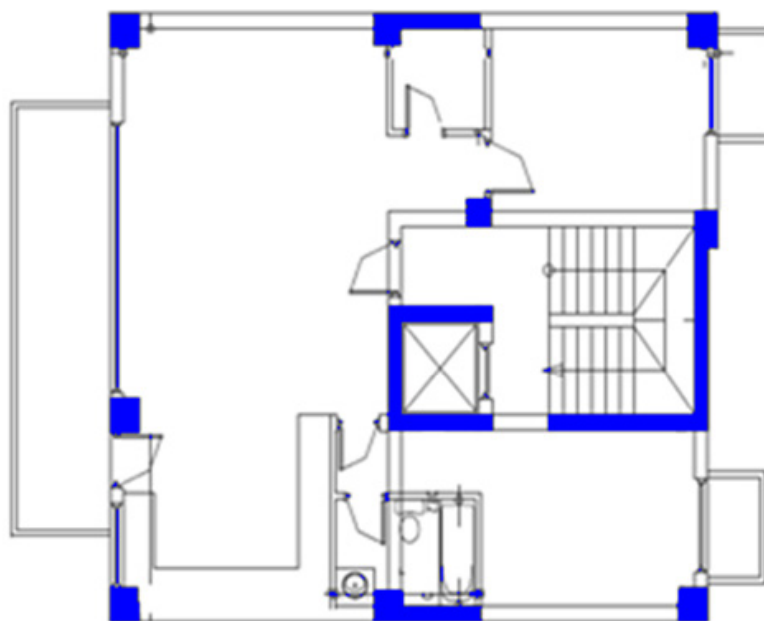
3. αντοχή και δυσκαμψία σε 2 διευθύνσεις

$$E_d \leq R_d$$

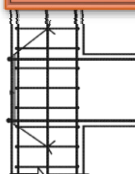
$$d_r v \leq 0,005 h \quad d_r v \leq 0,0075 h$$

4. στρεπτική αντοχή και δυστρεψία

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h} \leq 0,10$$



Γενική & τοπική πλαστιμότητα



$$\sum M_{Rc} \geq 1,3 \sum M_{Rb}$$


5. Διαφραγματική λειτουργία











6. Επαρκής θεμελίωση

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \gamma_{Rd} \Omega E_{F,E}$$

Κριτήρια Κονονικότητας

επηρεάζουν:

- το στατικό προσομοίωμα, το οποίο μπορεί να είναι είτε επίπεδο είτε χωρικό
- τη μέθοδο ανάλυσης, που μπορεί να είναι είτε απλουστευμένη (διαδικασία οριζόντιας φόρτισης) είτε δυναμική φασματική
-  τη τιμή του συντελεστή q , που θα είναι μειωμένη για μη-κανονικά καθ' ύψος κτίρια

κανονικότητα		επιτρεπόμενη απλοποίηση προσομοιώματος		δείκτης συμπεριφοράς q	
σε όψη	καθ' ύψος	προσομοίωμα	ανάλυση	(για γραμμική ανάλυση)	
			2D	οριζόντια φόρτιση	τιμή αναφοράς
			2D	ιδιομορφική	<u>μειωμένη (x0.8)</u>
			3D	οριζόντια φόρτιση	τιμή αναφοράς
			3D	ιδιομορφική	<u>μειωμένη (x0.8)</u>

Κριτήρια Κονονικότητας σε Κάτοψη

1. Λυγηρότητα (λόγος διαστάσεων στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις) $\lambda = l_{\max}/l_{\min} < 4$

2. πρέπει $e_{ox} \leq 0.30 \cdot r_x$

όπου:

□ e_{ox} = η απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας, που μετράται κατά την διεύθυνση x , κάθετη στην εξεταζόμενη διεύθυνση της ανάλυσης

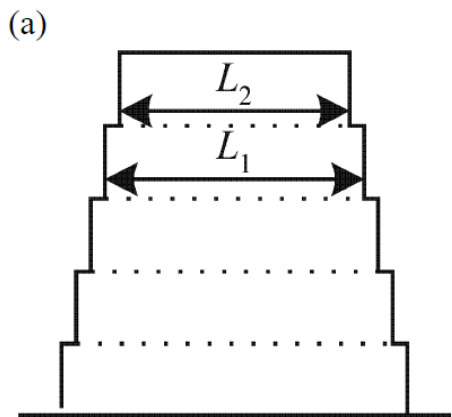
□ r_x = η τετραγωνική ρίζα του λόγου της δυστρεψίας προς την μεταφορική δυσκαμψία στην διεύθυνση y («ακτίνα δυστρεψίας»), και l_s είναι η ακτίνα αδρανείας της μάζας της πλάκας ορόφου σε κάτοψη (τετραγωνική ρίζα του λόγου (α) της πολικής ροπής αδρανείας της μάζας της πλάκας του ορόφου σε κάτοψη, ως προς το κέντρο μάζας της πλάκας του ορόφου προς (β) την μάζα της πλάκας του ορόφου)

πρέπει $r_x \geq l_s$



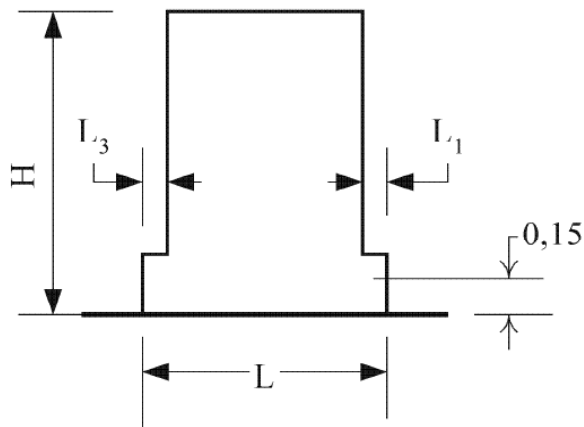
Για τον ορισμό του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας σε πολυόροφα κτίρια, ο Ευρωκώδικας αφήνει το θέμα να καθοριστεί στα Εθνικά Προσαρτήματα. Για την Ελλάδα, εξακολουθούν να ισχύουν οι διατάξεις της παραγράφου 3.3.3 και του Παραρτήματος ΣΤ του ΕΑΚ2000

Κριτήρια Κονονικότητας καθ' ύψος



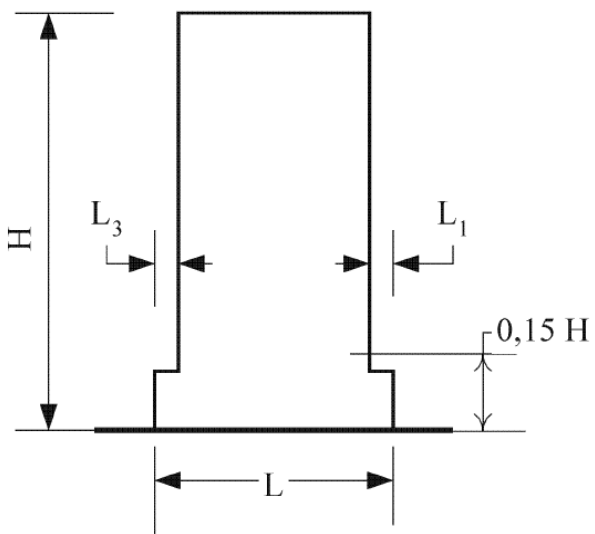
Κριτήριο για (a): $\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,20$

(b) (εσοχή πάνω από 0,15H)



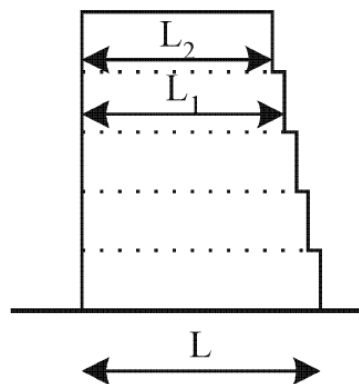
Κριτήριο για (b): $\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,20$

(c) (εσοχή κάτω από 0,15H)



Κριτήριο για (c): $\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,50$

d)




Κριτήρια για (d): $\frac{L - L_2}{L} \leq 0,30$

$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,10$

τιμή q x 0.8



Συντελεστές συνδυασμού για μεταβλητές δράσεις

 οι συντελεστές συνδυασμού ψ_{Ei} για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων σεισμικών δράσεων αποτελούν συνάρτηση της χρήσης των ορόφων:

$$\psi_{Ei} = \phi \cdot \psi_{2i}$$

Πίνακας 4.2: Τιμές του ϕ για τον υπολογισμό του ψ_{Ei}

Τύπος μεταβλητής δράσης	Όροφος	ϕ
Κατηγορίες A-C*	Δώμα	1,0
	Όροφοι με συσχετισμένες χρήσεις	0,8
	Όροφοι με μη-συσχετισμένες χρήσεις	0,5
Κατηγορίες D-F* και αρχεία		1,0

* Κατηγορίες όπως ορίζονται στο EN 1991-1-1:2002.

Ανάλυση και προσομοίωση κτιρίων

Θεώρηση ρηγματωμένων διατομών:

Ευρωκώδικας 8 §4.3.1 (7)

«Εκτός αν γίνει ακριβέστερη ανάλυση των ρηγματωμένων στοιχείων, τα ελαστικά καμπτικά και διατμητικά χαρακτηριστικά δυσκαμψίας των στοιχείων από σκυρόδεμα και τοιχοποιία μπορούν να ληφθούν ίσα με το 1/2 της αντίστοιχης δυσκαμψίας των μη ρηγματωμένων στοιχείων.»

Αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής:

Ευρωκώδικας 8 §4.3.1 (8)

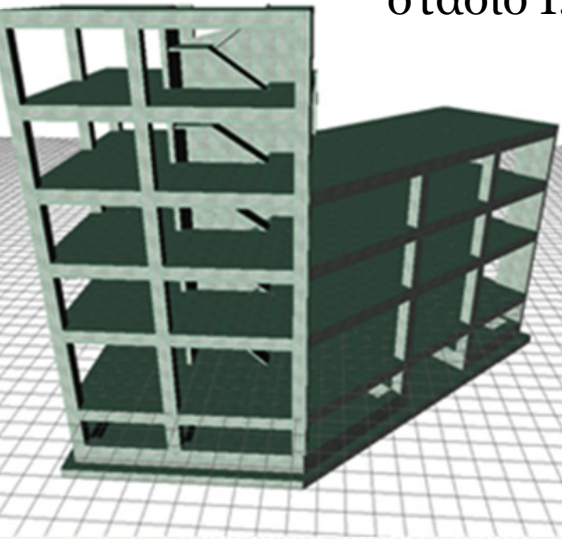
« Η παραμορφωσιμότητα της θεμελίωσης (περιλαμβανομένης και της αλληλεπίδρασης εδάφους-φορέα) μπορεί να λαμβάνεται υπόψη πάντοτε, περιλαμβανομένων και των περιπτώσεων στις οποίες έχει ευεργετικά αποτελέσματα*»

* προφανώς εξαιτίας αύξησης ιδιοπεριόδου και μικρότερης προκύπτουσας φασματικής επιτάχυνσης σχεδιασμού

• η θεώρηση αυτή όμως, αν και είναι πράγματι είναι ευμενής από υπολογιστική άποψη φάσματος σχεδιασμού, δεν έχει γενική ισχύ αν εξεταστεί σε σχέση με φάσματα πραγματικών σεισμών με μεγάλες φασματικές ενισχύσεις σε μέσες ή μεγάλες περιόδους ($T > 0.4s$), ειδικά για την περίπτωση κτιρίων με $T < 0.4s$

ΕΑΚ2000

καμπτική δυσκαμψία ίση: με αυτή του σταδίου I για τα υποστυλώματα, ίση με τα **2/3** αυτής για τα τοιχώματα, και ίση με το **1/2** αυτής για τα οριζόντια στοιχεία. Επιτρέπεται η θεώρηση της στρεπτικής δυσκαμψίας ίσης με το **1/10** της τιμής που αντιστοιχεί στο στάδιο I.



Μέθοδοι ανάλυσης

Ευρωκώδικας 8

❑ μέθοδος **ανάλυσης οριζόντιας φόρτισης** (για κτίρια κανονικά σε κάτοψη και καθ' ύψος). Γενικώς διαφορετικά κριτήρια σε σχέση με τον ΕΑΚ, διαφορετική τέμνουσα βάσης και θεμελιώδης ιδιοπερίοδος:

$$\text{για } H < 40\text{m: } T = C_t H^{3/4}$$

❑ **ιδιομορφική ανάλυση φάσματος** απόκρισης (για όλους τους τύπους κτιρίων) αριθμός σημαντικών ιδιομορφών: ενεργοποίηση 90% ταλαντούμενης μάζας ή έστω χρήση k ιδιομορφών όπου

$$k \geq 3 \cdot \sqrt{n} \quad \text{και } n \text{ ο αριθμός των ορόφων}$$

❑ **μη-γραμμική στατική ανάλυση (pushover)** ↔ ❑ -



μη-γραμμική ανάλυση χρονοϊστορίας (δυναμική).

ΕΑΚ2000

❑ **απλοποιημένη φασματική ανάλυση** (ισοδύναμη στατική)

$$T = 0.09 \cdot \frac{H}{\sqrt{L}} \cdot \sqrt{\frac{H}{H + \rho \cdot L}}$$

❑ **δυναμική φασματική**

αριθμός σημαντικών ιδιομορφών: ενεργοποίηση 90% ταλαντούμενης μάζας

↔ ❑ **μη-γραμμική ανάλυση χρονοϊστορίας** (συμπληρωματικά προς τη δυναμική φασματική)

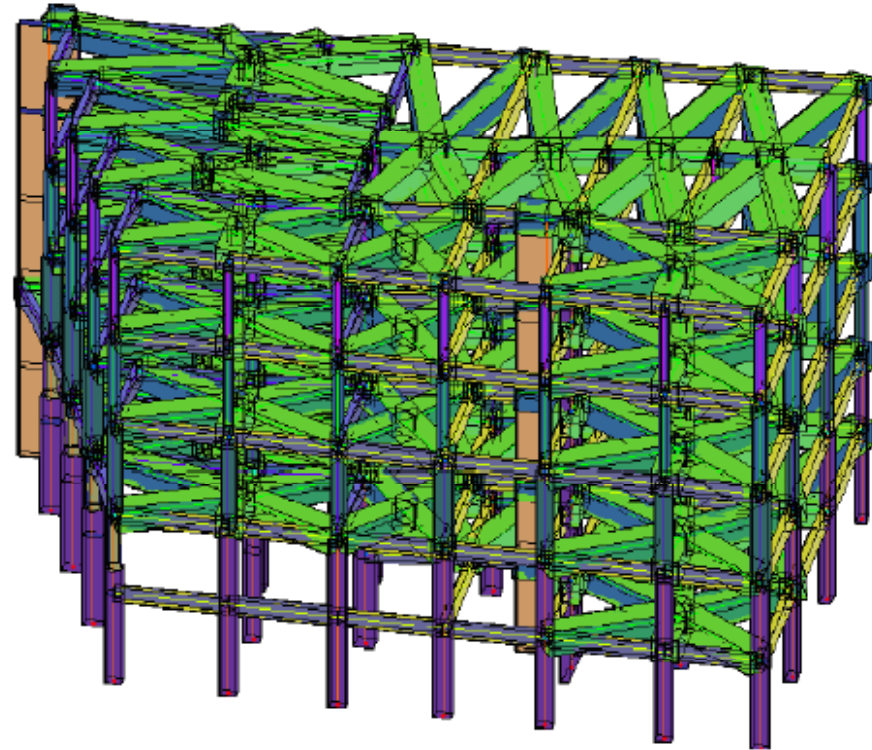
Μη-γραμμική στατική μέθοδος (pushover)

□ σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα, η χρήση της επιτρέπεται μόνο σε συνδυασμό με τη γραμμική μέθοδο φασματικής απόκρισης με βάση το φάσμα σχεδιασμού

□ τα αποτελέσματα της φασματικής ανάλυσης δεν επιτρέπεται να μειωθούν με βάση αυτά της pushover

εξαιρούνται οι περιπτώσεις:

- ✓ κτιρίων με σεισμική μόνωση
- ✓ έμμεσης μείωσης λόγω διόρθωσης του λόγου υπεραντοχής α_u/α_1 (άρα και του q)
- ✓ αποτίμησης κτιρίων σύμφωνα με τον EN1998-3



Μη-γραμμική στατική μέθοδος (pushover): μια σύνοψη

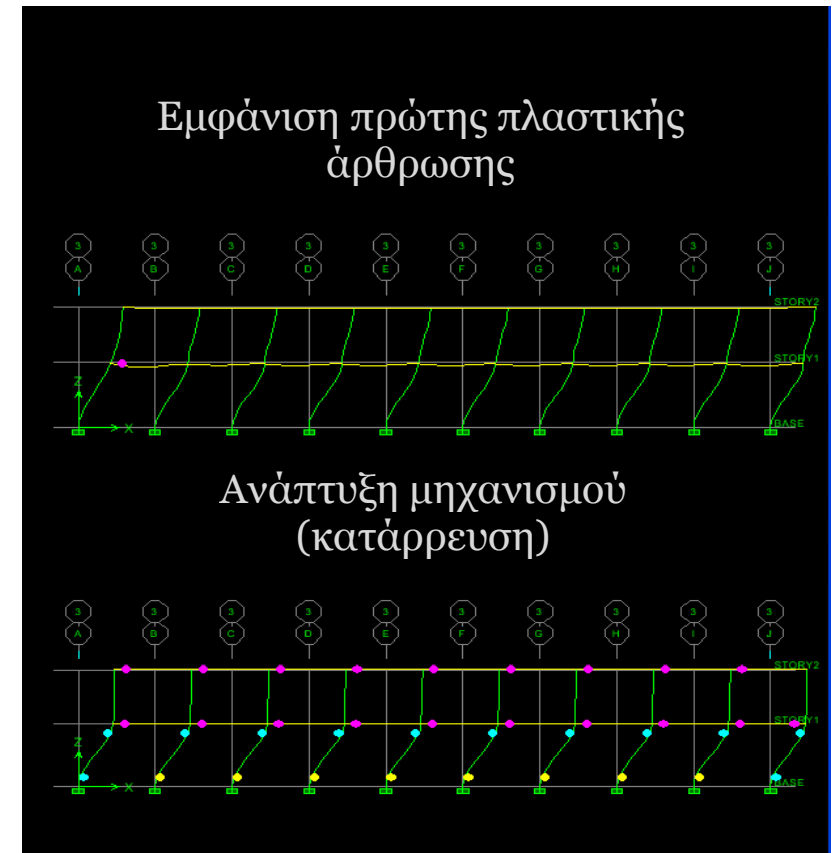
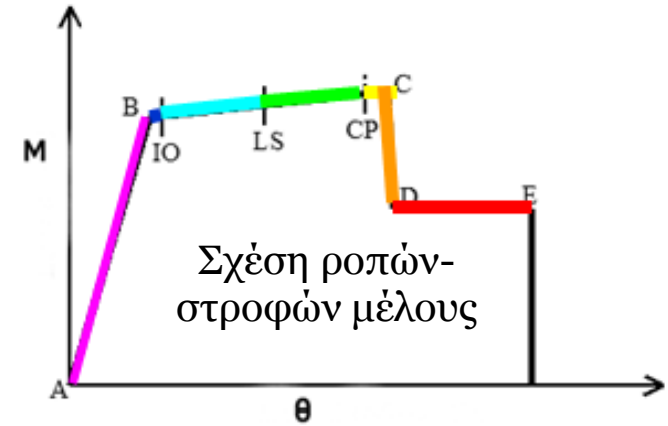
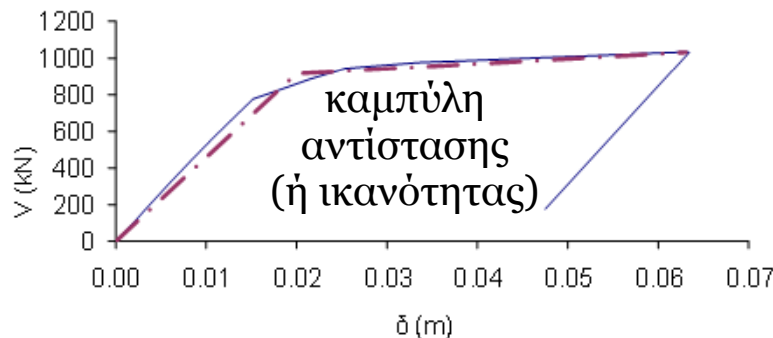
1. δημιουργείται ένα προσομοίωμα του κτιρίου όπου σε κάθε δομικό στοιχείο λαμβάνεται υπόψη ανελαστικός νόμος φορτίου – παραμόρφωσης (βάσει ιδιοτήτων υλικού, γεωμετρία και οπλισμό διατομής)

2. το προσομοίωμα φορτίζεται μονότονα με σταθερό προφίλ οριζόντιων φορτίων σύμφωνα με τη δεσπόζουσα κατανομή των αδρανειακών δυνάμεων τα οποία αυξάνουν σταδιακά.

3. οι διατομές διαρρέουν σταδιακά, δημιουργούνται πλαστικές αρθρώσεις και οι εσωτερικές δυνάμεις ανακατανέμονται στον φορέα.

4. Η διαδικασία τερματίζεται όταν δημιουργηθεί μηχανισμός ορόφου και ο φορέας καταρρεύσει

5. εξάγεται η σχέση τέμνουσας βάσης και μετακίνησης σημείου ελέγχου (τυπικά στην κορυφή του κτιρίου)



Προσαρτήματα

§4.3.5

«Προσαρτήματα κτηρίων (π.χ. **στηθαία, αετώματα, κεραίες, μηχανικά προσαρτήματα και εξοπλισμός, τοίχοι όψεως, διαχωριστικοί τοίχοι, κιγκλιδώματα**) τα οποία ενδέχεται, σε περίπτωση αστοχίας, να προκαλέσουν κινδύνους σε ανθρώπους ή να επηρεάσουν τον κύριο φορέα του κτιρίου ή δίκτυα και κρίσιμες εγκαταστάσεις, θα ελέγχονται σε συνδυασμό με τις στηρίξεις τους για αντοχή στην σεισμική δράση σχεδιασμού»

Πίνακας 4.4: Τιμές του q_a για προσαρτήματα

$$F_a = \left(S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a \right) / q_a$$

Σεισμικός
συντελεστής

$$S_a = \frac{\alpha \cdot S \cdot [3(1 + z/H)]}{(1 + (1 - T_a/T_1)^2) - 0,5}$$

Τύπος προσαρτήματος	q_a
Στηθαία σε μορφή προβόλου η διακοσμητικά στοιχεία Σήματα και πίνακες διαφημίσεων Καπνοδόχοι, ιστοί και δεξαμενές σε πόδια που δρουν σαν ελεύθεροι πρόβολοι σε ύψος περισσότερο από το ήμισυ του συνολικού ύψους τους	1,0
Εξωτερικοί και εσωτερικοί τοίχοι Διαχωριστικοί τοίχοι και τοίχοι όψεως Καπνοδόχοι, ιστοί και δεξαμενές σε πόδια που δρουν σαν ελεύθεροι πρόβολοι σε ύψος λιγότερο από το ήμισυ του συνολικού ύψους τους, ή που διαθέτουν αντιστηρίξεις ή καλωδιωτές προσδέσεις (επιτόνους) προς τον φορέα στο κέντρο μάζας τους ή πάνω από αυτό Στοιχεία αγκύρωσης μονίμων ερμαρίων και βιβλιοθηκών που εδράζονται στο δάπεδο Στοιχεία αγκύρωσης ψευδοροφών και φωτιστικών	2,0

5. Ειδικοί κανόνες για κτίρια από σκυρόδεμα

5.4 Κατηγορίες Πλαστιμότητας

Βασικά στατικά συστήματα κατά Ευρωκώδικα 8

% τέμνουσας που παραλαμβάνεται από		Στατικό σύστημα
Τοιχώματα	Πλαίσια	
100%	0%	Σύστημα τοιχωμάτων (τοιχωματικό)
65%	35%	Διπλό (μικτό) σύστημα ισοδύναμο προς σύστημα τοιχωμάτων
35%	65%	Διπλό (μικτό) σύστημα ισοδύναμο προς πλαίσιο (πλαισιακό)
0%	100%	Πλαισιωτό (πλαισιακό) σύστημα
		Στρεπτικά ευαίσθητο σύστημα
		Σύστημα ανεστραμμένου εκκρεμούς

Κατηγορίες Πλαστιμότητας

Στον Ευρωκώδικα 8 προβλέπονται 2 Κατηγορίες Πλαστιμότητας (ΚΠ) για την Ελλάδα (σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα απαγορεύεται η μελέτη κτιρίων για Χαμηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας (ΚΠΧ))



Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)

- $1.5 < q < 3.9$
- ποσοτικά λιγότερο αυστηροί κανόνες τοπικής πλαστιμότητας
- ποσοτικά λιγότερο αυστηροί κανόνες υλικών

Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή (ΚΠΥ)

- γενικώς $q > 4.0$ για συνήθη στατικά συστήματα
- ειδικότερα $2.0 < q < 5.85$

Γενικώς διαφορετικές απαιτήσεις σε:

- γεωμετρικούς περιορισμούς και υλικά
- εντατικά μεγέθη σχεδιασμού
- ελέγχους Οριακής Κατάστασης Αστοχίας
- κανόνες διαμόρφωσης λεπτομερειών

Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα δεν επιτρέπεται η επιλογή Κατηγορίας Πλαστιμότητας Μ σε κτίρια σπουδαιότητας III ή IV σε σεισμική ζώνη Z2 ή Z3, με εξαίρεση φορείς από προκατασκευασμένα τοιχώματα ή κυψελωτούς φορείς

Δείκτης (συντελεστής) συμπεριφοράς q (1/5)

Η ανώτατη τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q , για κάθε διεύθυνση σχεδιασμού είναι:

$$q = q_0 k_w \geq 1,5$$

όπου:

q_0 = βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς, που εξαρτάται από τον τύπο του στατικού συστήματος και από την κανονικότητά του σε όψη

Κατηγορία πλαστιμότητας

ΤΥΠΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ §5.2.2	ΚΠΙΜ	ΚΠΥ
Πλαισιωτό σύστημα, διπλό σύστημα, σύστημα συζευγμένων τοιχωμάτων	$3,0 \alpha_w / \alpha_1$	$4,5 \alpha_w / \alpha_1$
Σύστημα ασύζευκτων τοιχωμάτων	3,0	$4,0 \alpha_w / \alpha_1$
Στρεπτικά εύκαμπτο σύστημα	2,0	3,0
Σύστημα ανεστραμμένου εκκρεμούς	1,5	2,0



Για κτίρια μη κανονικά καθ' ύψος, η τιμή του q_0 πρέπει να μειώνεται κατά 20% εφόσον όμως παραμένει $q > 1.5$

Δείκτης (συντελεστής) συμπεριφοράς q (2/5)

Η ανώτατη τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q , για κάθε διεύθυνση σχεδιασμού είναι:

$$q = q_o k_w \geq 1,5$$

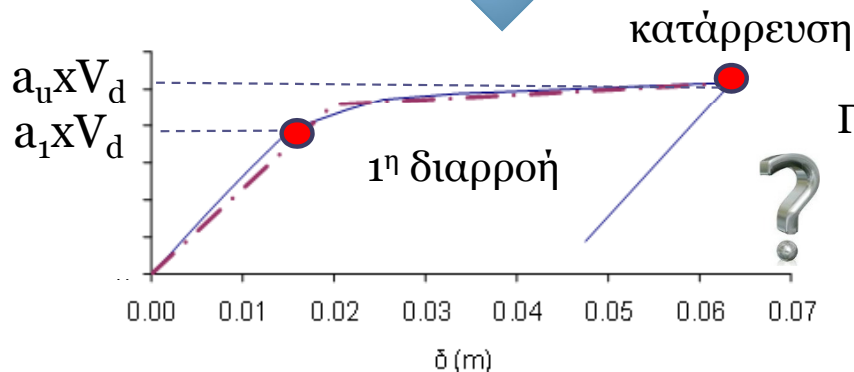
α_u = η τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστεί η οριζόντια σεισμική δράση σχεδιασμού για να αναπτυχθούν πλαστικές αρθρώσεις σε τόσες θέσεις ώστε να σχηματιστεί πλήρως πλαστικός μηχανισμός, ενώ όλες οι άλλες δράσεις σχεδιασμού παραμένουν σταθερές.

α_1 = η τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστεί η οριζόντια σεισμική δράση σχεδιασμού ώστε για πρώτη φορά η καμπτική επιπόνηση να γίνει ίση με την καμπτική αντοχή σε οποιοδήποτε στοιχείο στον φορέα, ενώ όλες οι άλλες δράσεις σχεδιασμού παραμένουν σταθερές

είτε μέσω μη-γραμμικής στατικής ανάλυσης

α_u / α_1

είτε προσεγγιστικά

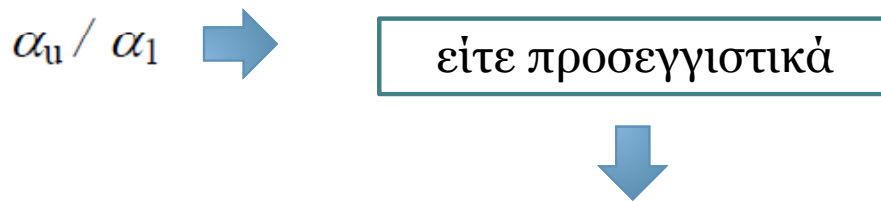


Για σχεδιασμό νέου κτιρίου δεν είναι άμεσα υπολογίσιμο

ως συνάρτηση του στατικού συστήματος και του αριθμού των ορόφων

Δείκτης (συντελεστής) συμπεριφοράς q (3/5)

Η ανώτατη τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q , για κάθε διεύθυνση σχεδιασμού είναι: $q = q_0 k_w \geq 1,5$



□ Πλαισιωτά συστήματα ή ισοδύναμα προς πλαισιωτά διπλά συστήματα.

- μονώροφα κτίρια: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.1$
- πολυώροφα δίστυλα πλαισιωτά κτίρια: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.2$
- πολυώροφα πολύστυλα πλαισιωτά κτίρια ή ισοδύναμα προς αυτά διπλά συστήματα: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.3$

□ Συστήματα τοιχωμάτων ή ισοδύναμα προς αυτά διπλά συστήματα.

- Συστήματα τοιχωμάτων με μόνον δύο ασύζευκτα τοιχώματα σε κάθε οριζόντια διεύθυνση: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.0$
- Άλλα συστήματα ασύζευκτων τοιχωμάτων: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.1$
- Ισοδύναμα προς τοιχώματα διπλά συστήματα ή συστήματα συζευγμένων τοιχωμάτων: $\alpha_u / \alpha_1 = 1.2$

Δείκτης (συντελεστής) συμπεριφοράς q (4/5)

Η ανώτατη τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q , για κάθε διεύθυνση σχεδιασμού είναι: $q = q_0 k_w \geq 1,5$

k_w
↓

εκφράζει την επικρατούσα μορφή αστοχίας σε στατικά συστήματα με τοιχώματα

1,00, για πλαισιωτά και ισοδύναμα προς πλαισιωτά συστήματα τοιχωμάτων

$(1+\alpha_0)/3 < 1$, αλλά όχι μικρότερη από 0,5, για συστήματα τοιχωμάτων α ισοδύναμα προς τοιχώματα διπλά συστήματα και στρεπτικά ευστρεπτα συστήματα

όπου α_0 είναι κυριαρχούσα τιμή του λόγου όψεως των τοιχωμάτων του στατικού συστήματος (προσεγγιστικά):

$$\alpha_0 = \sum h_{wi} / \sum l_{wi}$$

h_{wi} = το ύψος του τοιχώματος i

l_{wi} = το μήκος της διατομής του τοιχώματος i

εφόσον οι λόγοι όψεως h_{wi}/l_{wi} όλων των τοιχωμάτων i του στατικού συστήματος δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές,

Δείκτης (συντελεστής) συμπεριφοράς q (5/5)

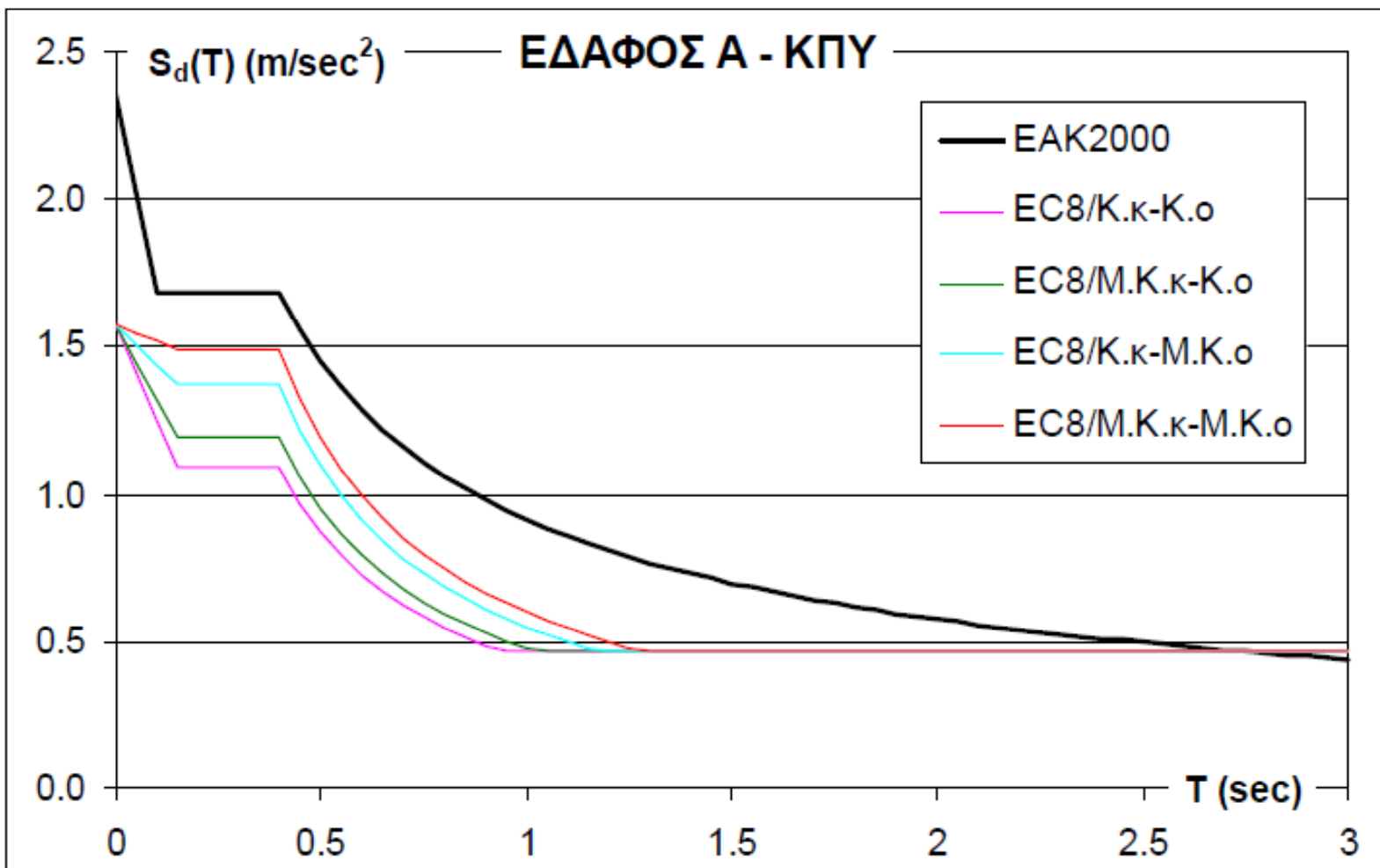
Ενδεικτικές τιμές q για διάφορα στατικά συστήματα και Κατηγορίες Πλαστιμότητας

Δομικό σύστημα	κανονικό καθ' ύψος και σε κάτοψη			κανονικό καθ' ύψος, όχι σε κάτοψη			κανονικό σε κάτοψη, όχι καθ' ύψος			μη - κανονικό σε κάτοψη και καθ' ύψος		
	ΕΑΚ	ΕΚ8		ΕΑΚ	ΕΚ8		ΕΑΚ	ΕΚ8		ΕΑΚ	ΕΚ8	
		ΚΠΜ	ΚΠΥ		ΚΠΜ	ΚΠΥ		ΚΠΜ	ΚΠΥ		ΚΠΜ	ΚΠΥ
Στρεπτικά ευαίσθητο ⁽²⁾	3.5 ⁽³⁾	2.0	3.0	3.5 ⁽³⁾	2.0	3.0	3.5 ⁽³⁾	1.6	2.4	3.5 ⁽³⁾	1.6	2.4
Ανεστραμμένο εκκρεμές ⁽⁴⁾	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5	1.6	2.0	1.5	1.6
Τοιχωματικό ⁽⁵⁾ με >2 ασύζευκτα τοιχώματα/διεύθυνση ⁽⁶⁾	3.0	3.0	4.4	3.0	3.0	4.2	3.0	2.4	3.5	3.0	2.4	3.35
Τοιχωματικό ⁽⁵⁾ με 2 ασύζευκτα τοιχώματα/διεύθυνση ⁽⁶⁾	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.4	3.2	3.0	2.4	3.2
Μικτό τοιχωματικό ⁽⁷⁾ , τοιχωματικό συζευγμένων τοιχωμάτων ⁽⁸⁾ , ή πολύροφο πλαίσιακό ⁽⁹⁾ ή μικτό πλαίσιακό με ένα άνοιγμα ⁽⁶⁾	3.5	3.6	5.4	3.5	3.3	4.95	3.5	2.9	4.3	3.5	2.65	3.95
Πολύροφο πλαίσιακό ή μικτό πλαίσιακό ⁽⁶⁾	3.5	3.9	5.85	3.5	3.45	5.2	3.5	3.1	4.7	3.5	2.75	4.15
Μονόροφο πλαίσιακό ή μικτό πλαίσιακό ⁽⁶⁾	3.5	3.3	4.95	3.5	3.15	4.7	3.5	2.65	3.95	3.5	2.5	3.8

Φαρδής, Μ. (2006)

Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

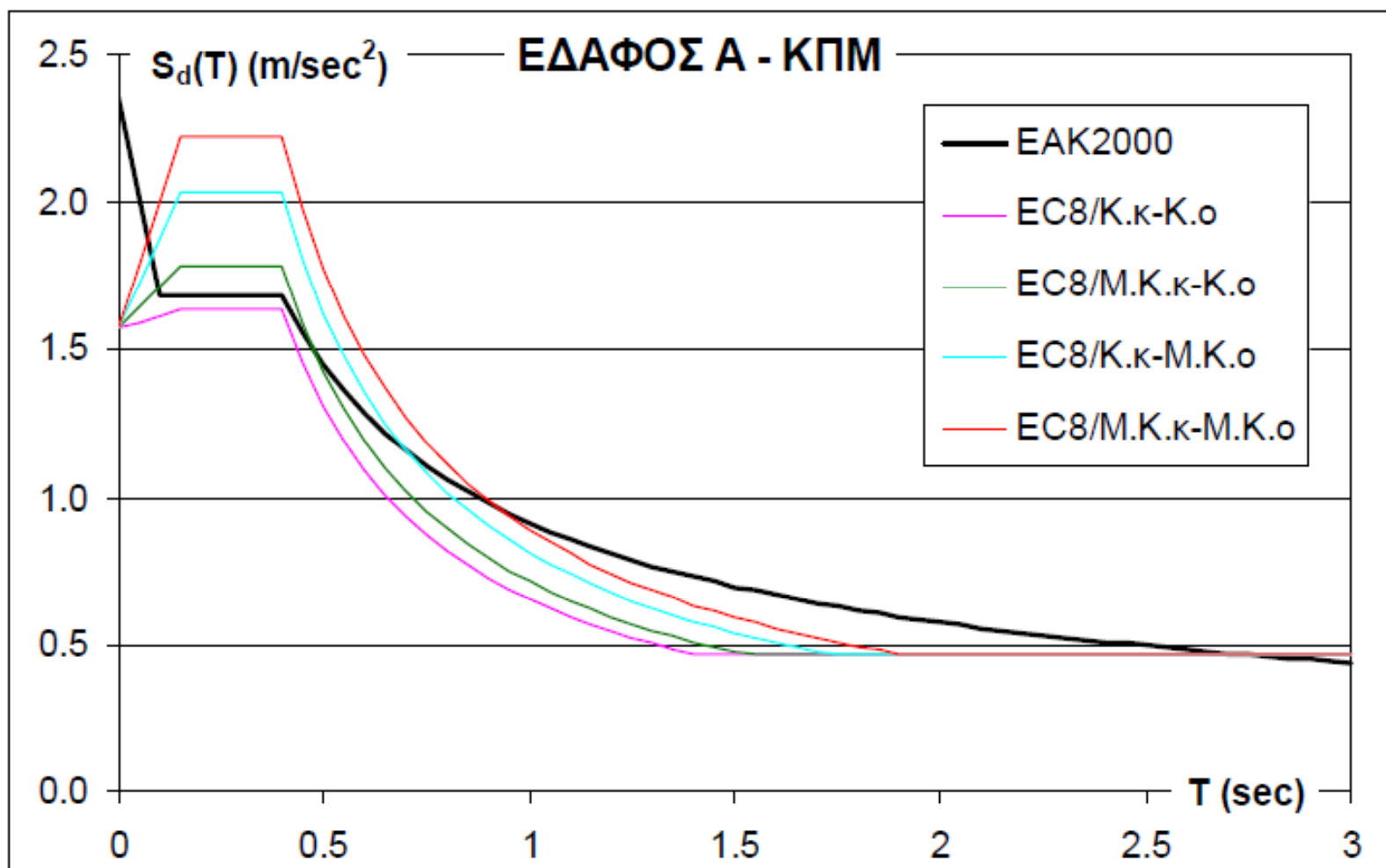
1. Συστημα συζευγμένων τοιχωμάτων ή ισοδύναμο μικτό



Μορφίδης, Αβραμίδης, Σέξτος (2010)

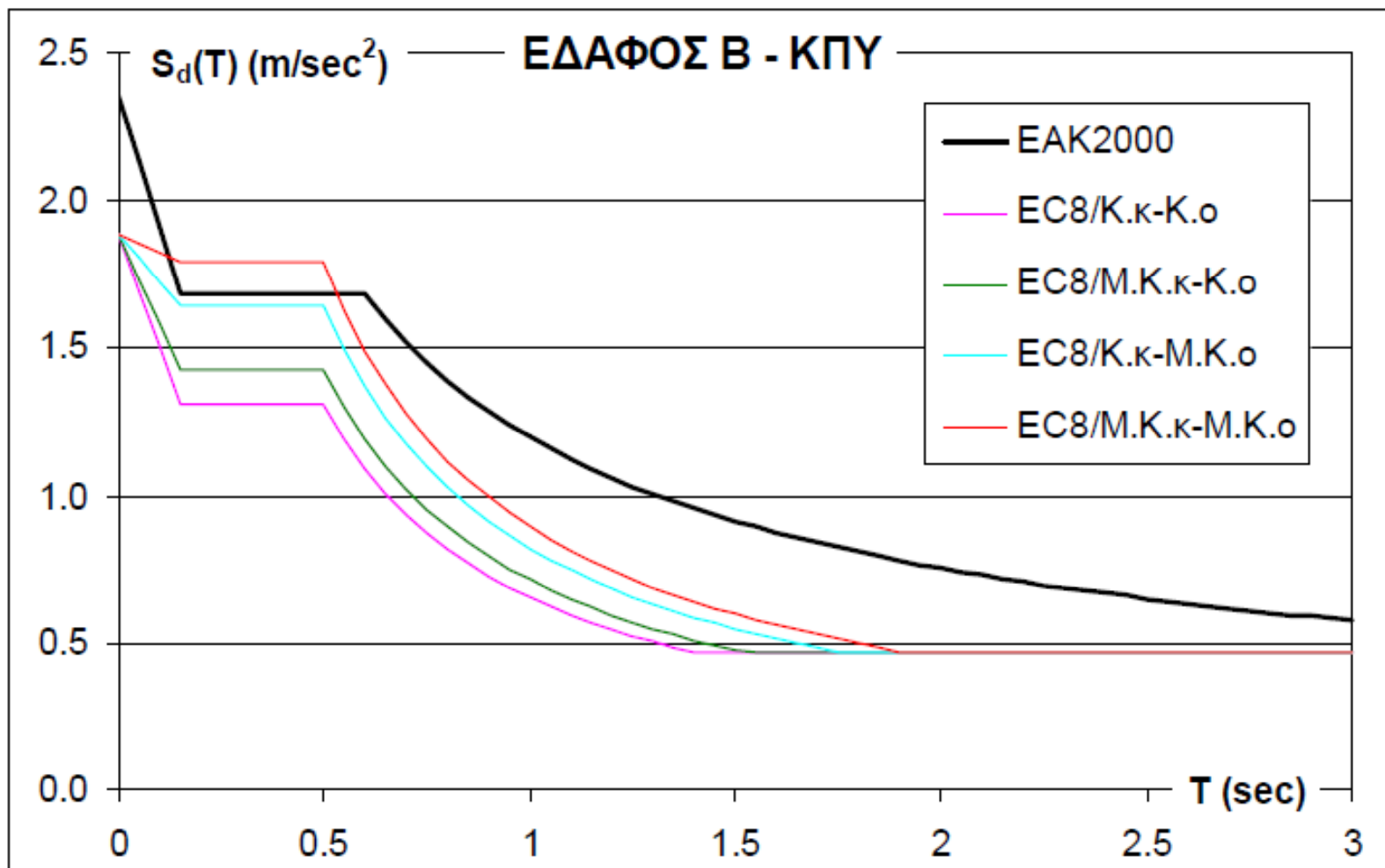
Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

1. Σύστημα συζευγμένων τοιχωμάτων ή ισοδύναμο μικτό



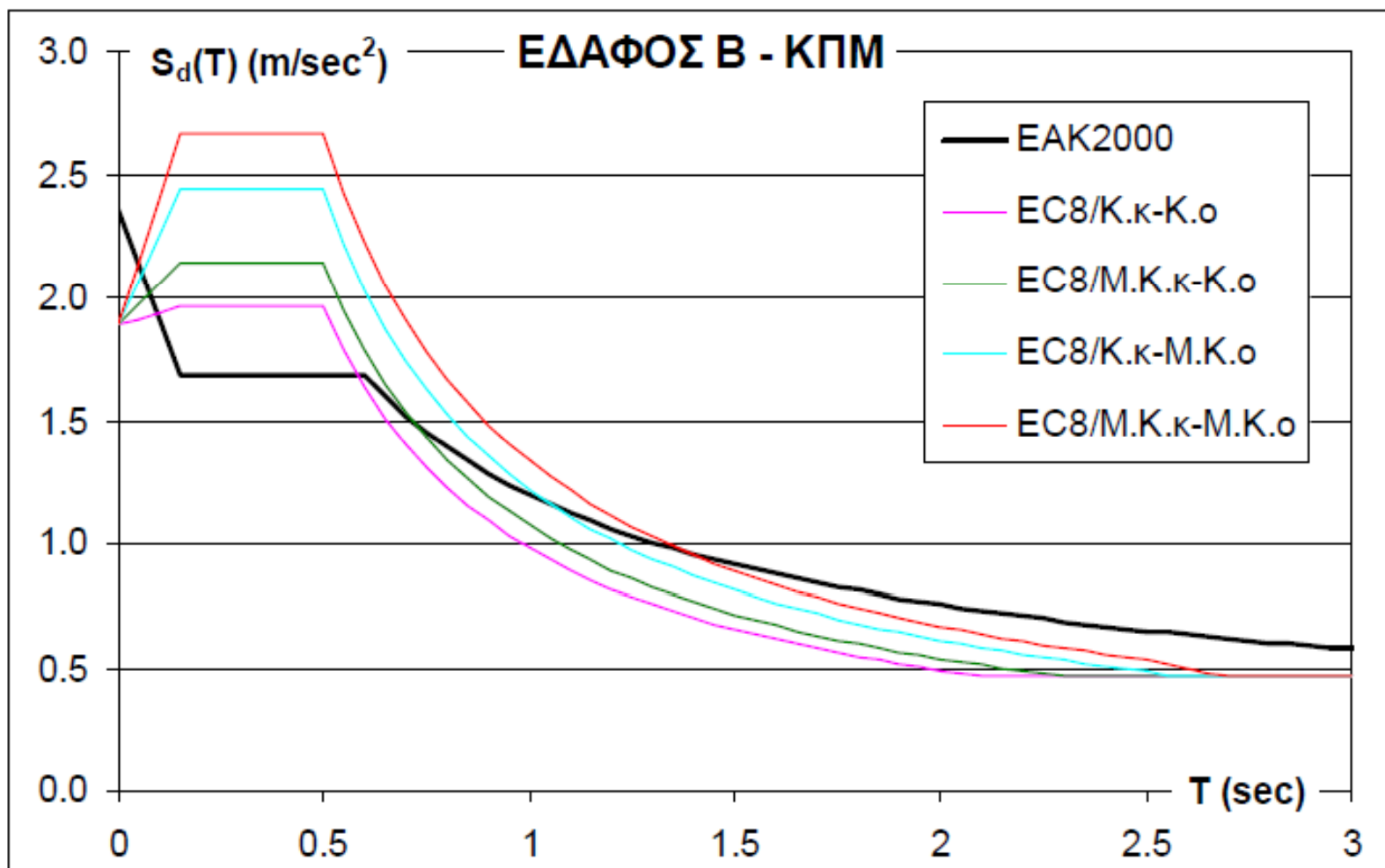
Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

1. Σύστημα συζευγμένων τοιχωμάτων ή ισοδύναμο μικτό



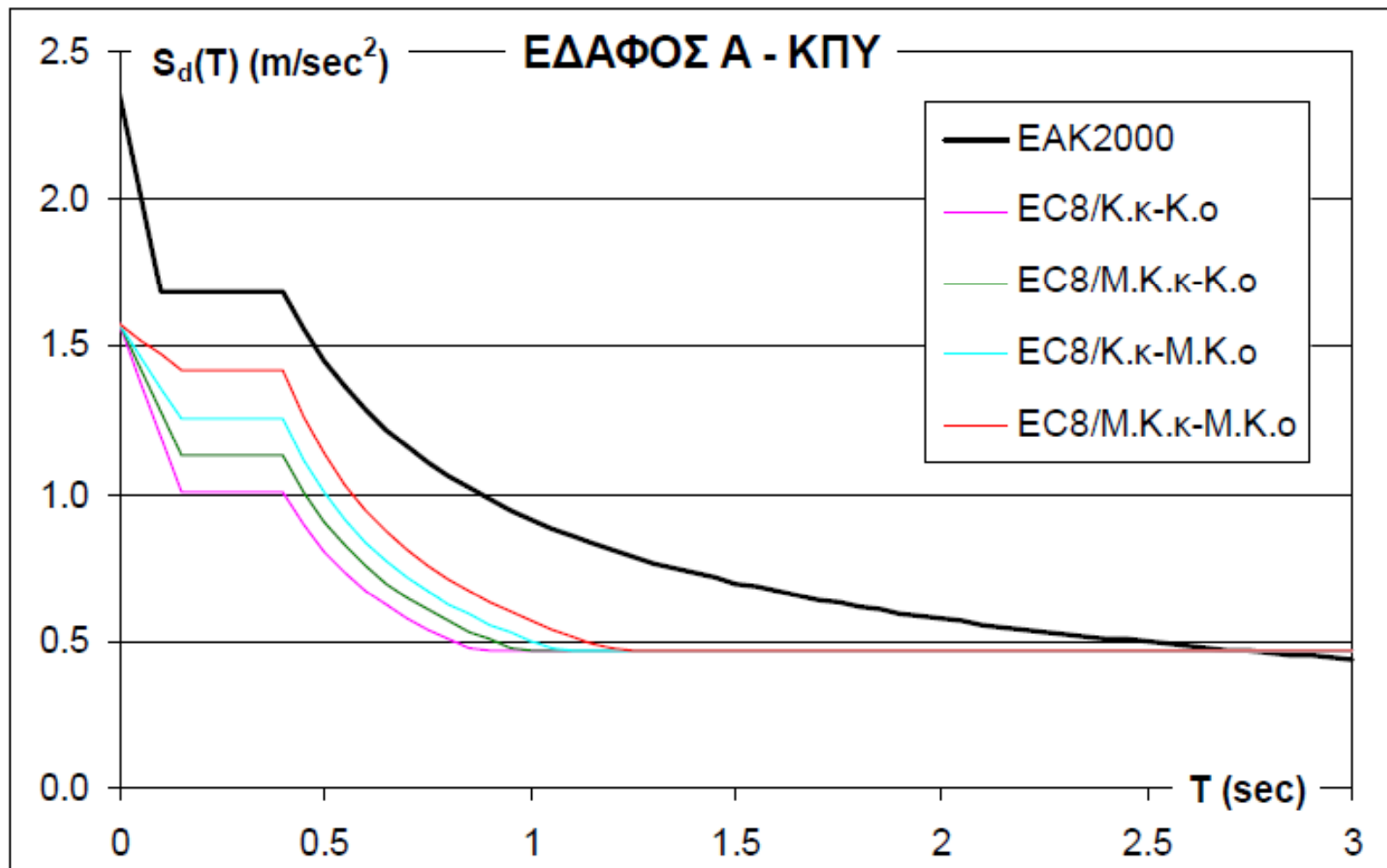
Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

1. Συστημα συζευγμένων τοιχωμάτων ή ισοδύναμο μικτό



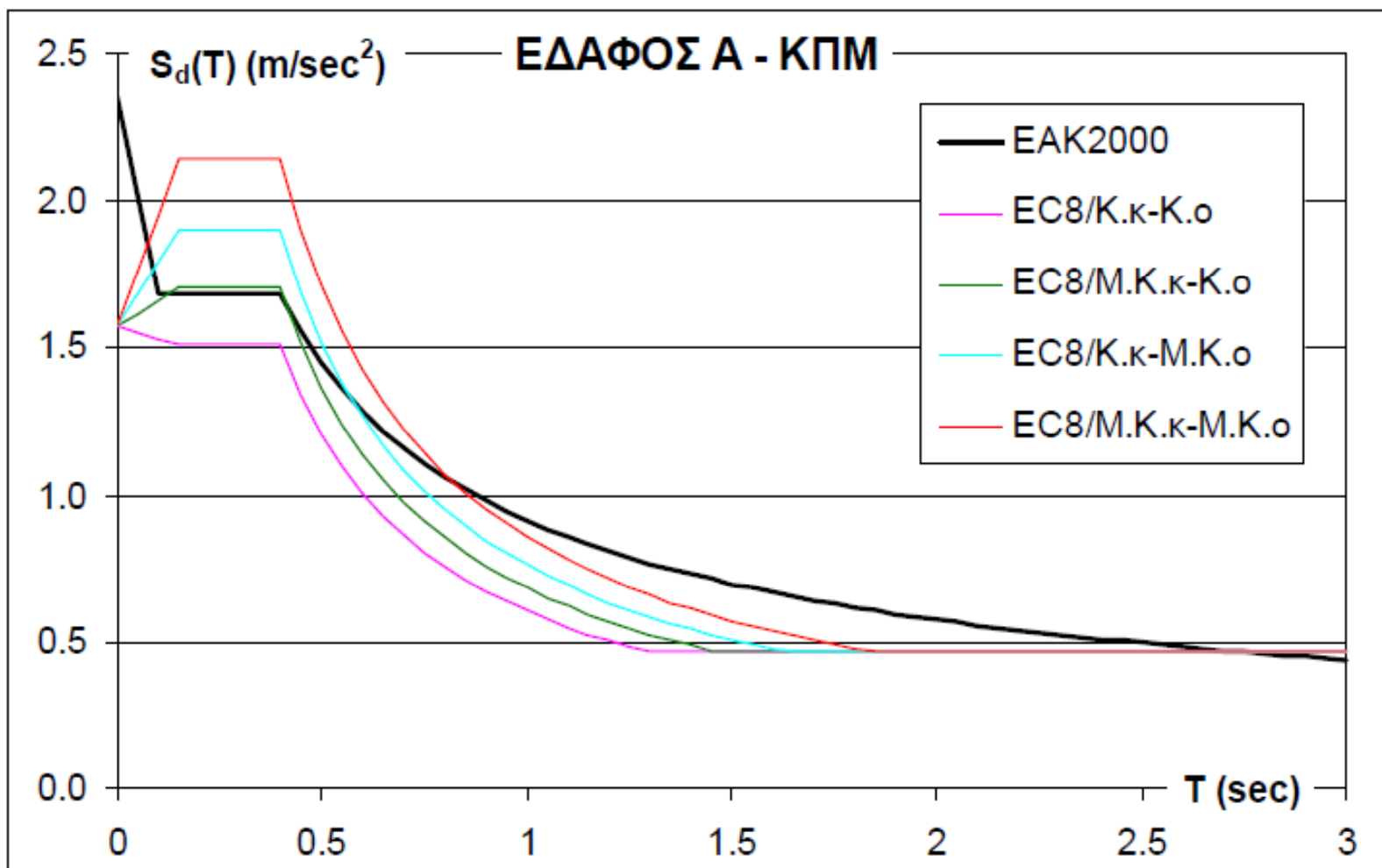
Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

2. Πλαισιωτό σύστημα ή ισοδύναμο μικτό



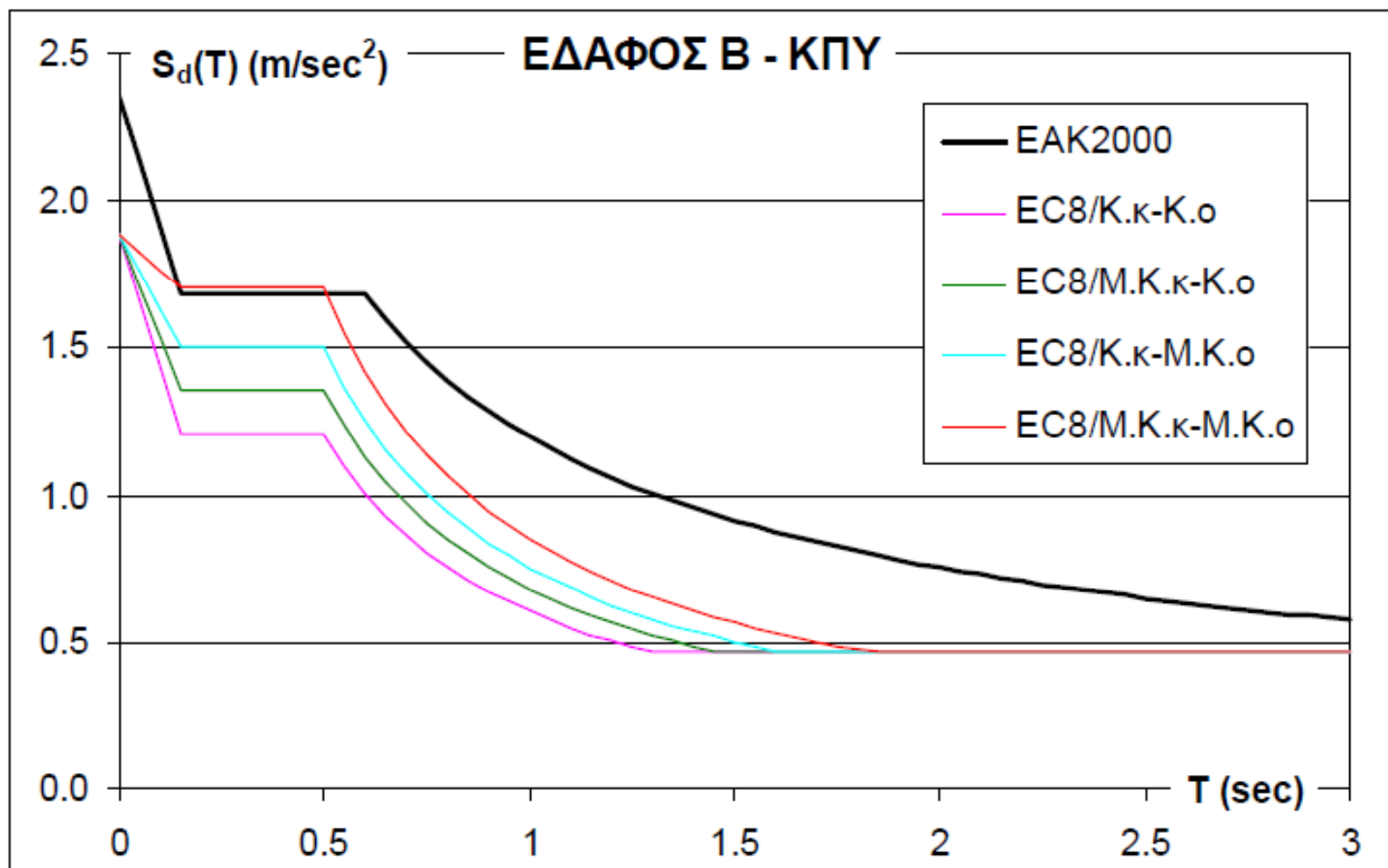
Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

2. Πλαισιωτό σύστημα ή ισοδύναμο μικτό



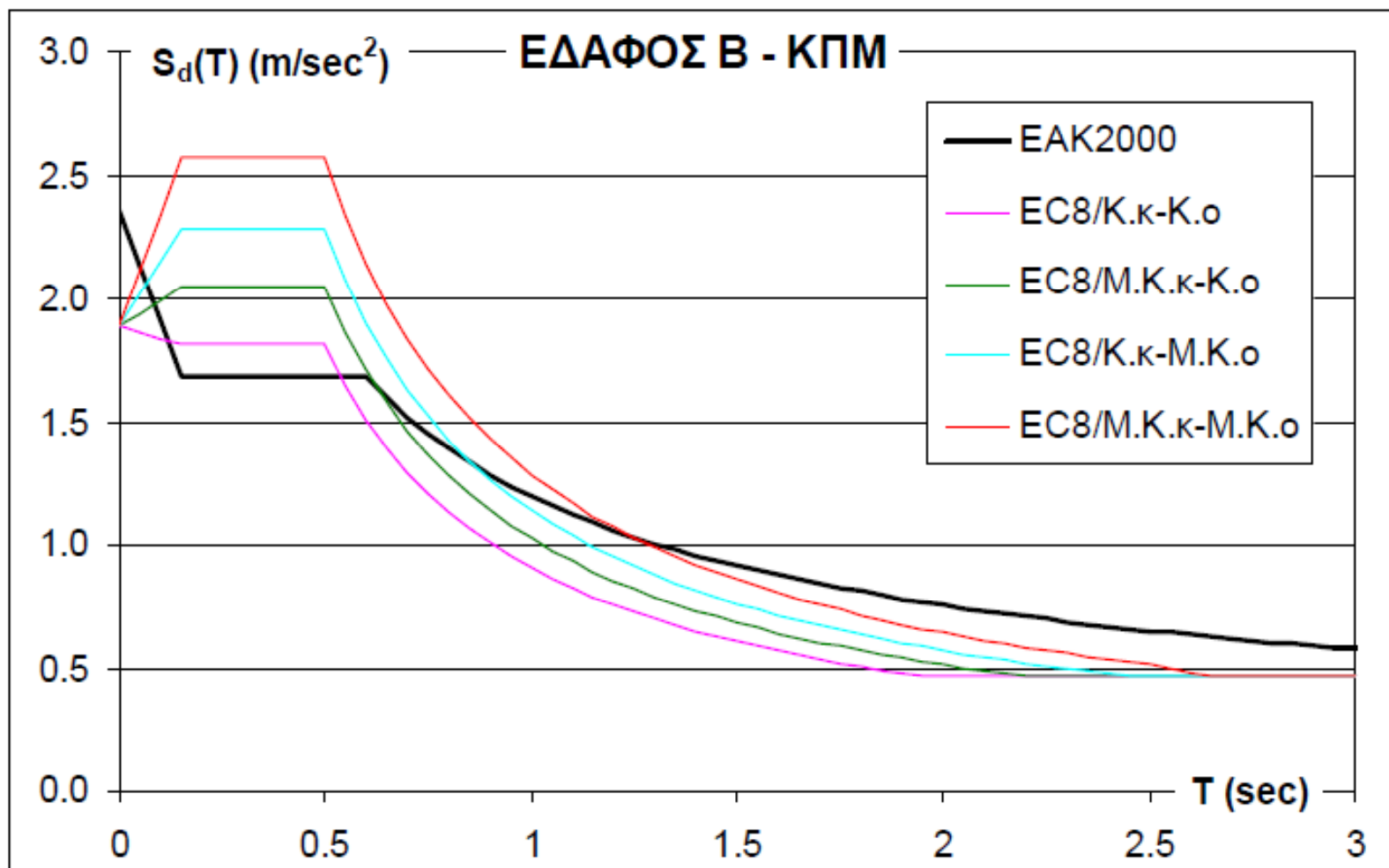
Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

2. Πλαισιωτό σύστημα ή ισοδύναμο μικτό



Σύγκριση φασμάτων σχεδιασμού Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

2. Πλαισιωτό σύστημα ή ισοδύναμο μικτό



Σύγκριση Ευρωκώδικα 8 & ΕΑΚ2000

Σε επίπεδο σεισμικών δράσεων

✓ δεν υπάρχει γενικό συμπέρασμα αναφορικά με το εάν οι επιβαλλόμενες σεισμικές δυνάμεις είναι δυσμενέστερες κατά Ευρωκώδικα 8 σε σχέση με τον ΕΑΚ2000 καθώς αυτό εξαρτάται από το στατικό σύστημα, την κανονικότητα, το έδαφος, την κατηγορία πλαστιμότητας και την ιδιοπερίοδο του κτιρίου.

Σε επίπεδο αντισεισμικού σχεδιασμού

✓ το συνολικό πλαίσιο αντισεισμικού σχεδιασμού κατά Ευρωκώδικα 8 και ΕΑΚ2000 δεν είναι εύκολο να καταστεί άμεσα συγκρίσιμο δεδομένου του ότι

(α) οι σεισμικές δράσεις κατά Ευρωκώδικα 8 δεν είναι συστηματικά ευμενέστερες ή δυσμενέστερες αυτών του ΕΑΚ2000

(β) οι σεισμικές δράσεις παραλαμβάνονται με διαφορετικούς εν γένει κανόνες διαστασιολόγησης και κατασκευαστικής διαμόρφωσης (αν υπάρχουν ενδείξεις ότι ο σχεδιασμός κατά Ευρωκώδικα 8 είναι ελαφρώς ευμενέστερος) και

(γ) η τελική επιτελεστικότητα (ή συνολικά η ασφάλεια) της κατασκευής που επιτυγχάνεται μέσω του συνόλου των διατάξεων των δύο κανονισμών δεν μπορεί εύκολα να ποσοτικοποιηθεί.



εφαρμογή, επίβλεψη,
κατασκευή

Βιβλιογραφία

- ❑ Αθανασιάδου, Χ., Κάλπος, Α., Καρακώστας, Χ. Λεκίδης, Β. Θεοδουλίδης, Ν. Μάργαρης, Β., Κλήμης, Ν. (2008) «Αξιολόγηση των Φασμάτων Σχεδιασμού του ΕΑΚ και του EC8 με βάση τα Αποτελέσματα Ελληνικών Σεισμών», 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας 5-7 Νοεμβρίου, άρθρο 2057.
- ❑ Βουγιούκας, Ε. (2010) «Σχεδιασμός κτιρίων σκυροδέματος με EC2 & EC8» Ημερίδα ΤΕΕ, Λάρισα.
- ❑ Elghazouli A. (2009) “Seismic design of buildings to Eurocode 8”, Elghazouli A, ed., Spon Press.
- ❑ Κόλιας, Β., Παναγιωτάκος, Τ. (2010) «Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών, Μέρος 1: Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες για Κτίρια. Κύριες Διατάξεις και Διαφορές από ΕΑΚ & ΕΚΩΣ» ΕΣΠΕΡΙΔΑ Ι.Ο.Κ. - Αθήνα 6/12/2010 - ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ ΒΔΣ, 1, 2 και 8.
- ❑ Fardis MN (2009) “Seismic Design, Assessment and Retrofit of Concrete Buildings, based on Eurocode 8”, Springer.
- ❑ Panagiotakos, T. B. and M.N. Fardis (2004) “Seismic Performance of RC Frames Designed to Eurocode 8 or to the Greek Codes 2000”, Bulletin of Earthquake Engineering, No 2, 221-259, 2004.
- ❑ Φαρδής Μ. (2006) «Προοπτικές για τον Αντισεισμικό Σχεδιασμό Κτιρίων Οπλισμένου υροδέματος», 5ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Αλεξανδρούπολη.
- ❑ Sextos, A., Katsanos, E. and Manolis, G. (2010) “EC8-based earthquake selection procedure evaluation: validation study based on observed damage of an irregular R/C building”, Soil Dynamics & Earthquake Engineering, 31(4), 583-597.