

ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ & ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ

ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ 2 & 8

Έλεγχοι των υποστυλωμάτων

Τα υποστυλώματα με βάση τις διατάξεις των ΕΚ2 και ΕΚ8 θα πρέπει να ελέγχονται τόσο για τον συνδυασμό κατακορύφων φορτίων όσο και για τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων (βλ. Παράγραφο 4.2.) με τους ελέγχους που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 5.3 Έλεγχοι υποστυλωμάτων

	ΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ (ΚΑΝΟΝΕΣ ΕΚ2 ή ΚΠΧ)	ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ (ΚΑΝΟΝΕΣ ΕΚ8)	
		ΚΠΜ	ΚΠΥ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΜΨΗΣ	✓	✓	✓
ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ	✓	✓	✓
ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	✗	✓	✓
ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ (φαινόμενα β' τάξης)	✓	✗	✗
ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ	✗	✓*	✓
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΝΤΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ	✗	✓**	✓**

* Μόνον στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων στη βάση του κτιρίου

** Δεν αφορά σε έλεγχο κοντού υποστυλώματος. Πρόκειται για λήψη ειδικών υπολογιστικών και κατασκευαστικών μέτρων ΜΟΝΟΝ για υποστυλώματα που έχουν μείωση ελεύθερου ύψους λόγω ανομοιόμορφων τοιχοποιιών.

Όπως παρατηρούμε από τον παραπάνω πίνακα, οι απαιτήσεις των κανονισμών δημιουργούν την ανάγκη για τον σχηματισμό τριών ομάδων ελέγχων οι οποίες αφορούν τον μη σεισμικό συνδυασμό δράσεων, τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων ΚΠΜ, και τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων ΚΠΥ. Το ΡΑΦ-Ο/Σ ακολουθεί την συγκεκριμένη ομαδοποίηση των ελέγχων.

Έλεγχος σε κάμψη

Ο έλεγχος των υποστυλωμάτων σε κάμψη εκτελείται από το ΡΑΦ-Ο/Σ σε δύο σημεία του ευκάμπτου τμήματος τους: στην κεφαλή και στον πόδα, με βάση τις βασικές παραδοχές

που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 5.3.1. για τον αντίστοιχο έλεγχο των δοκών. Ο έλεγχος σε κάμψη των υποστυλωμάτων εκτελείται με διερεύνηση της θέσης των διανυσμάτων έντασης (δράσεις) σε σχέση με το κέντρο του χώρου αντοχής [13], της οπλισμένης διατομής τους.

Τα μεγέθη που χρησιμοποιούνται για τους ελέγχους (μεγέθη σχεδιασμού) υπολογίζονται από διαδικασίες οι οποίες εξαρτώνται από τον ελεγχόμενο συνδυασμό δράσεων. Πιο συγκεκριμένα:

(α) Βασικός συνδυασμός δράσεων $1.35G+1.50Q$

Στα πλαίσια του βασικού συνδυασμού δράσεων, ο έλεγχος σε κάμψη των υποστυλωμάτων εκτελείται με τις τριάδες μεγεθών διαξονικής κάμψης με ορθή δύναμη (N , M_2 , M_3) όπως αυτές προκύπτουν από την ανάλυση του κτιρίου.

(β) Σεισμικός συνδυασμός δράσεων $G+\psi_2 Q \pm E$

Στα πλαίσια του σεισμικού συνδυασμού δράσεων ο έλεγχος σε κάμψη, τόσο για την περίπτωση στοιχείων σε κτίρια ΚΠΜ όσο και στην περίπτωση στοιχείων κτιρίων ΚΠΥ εκτελείται με τα μεγέθη σχεδιασμού που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην παράγραφο 4.3.1.1. και πιο συγκεκριμένα στους πίνακες 4.1 και 4.2.

Έλεγχος σε διάτμηση

Ο έλεγχος σε διάτμηση των υποστυλωμάτων ακολουθεί σε γενικές γραμμές την διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά για τις δοκούς, και επομένως διαφοροποιείται ανάλογα με το αν το ελεγχόμενο υποστυλόμε είναι στοιχείο κτιρίου ΚΠΜ, ή στοιχείο κτιρίου ΚΠΥ. Πάντως σε αντίθεση με τις δοκούς ο έλεγχος των υποστυλωμάτων σε διάτμηση εκτελείται ξεχωριστά για τέμνουσες οι οποίες έχουν την διεύθυνση των δύο τοπικών αξόνων της διατομής του, δηλ. για τις τέμνουσες V_2 και V_3 . Φυσικά υπενθυμίζεται ότι ο έλεγχος γίνεται και για τον συνδυασμό μη σεισμικών δράσεων. Επίσης όπως στις δοκούς, έτσι και στα υποστυλώματα ο έλεγχος σε διάτμηση γίνεται τόσο με τις τέμνουσες που προκύπτουν από την ανάλυση λόγω του σεισμικού συνδυασμού δράσεων, όσο και με τις τέμνουσες ικανοτικού σχεδιασμού. Τέλος υπενθυμίζεται ο υπολογισμός των τεμνουσών ικανοτικού σχεδιασμού των υποστυλωμάτων περιγράφηκε στην παράγραφο 4.4.1.2. του παρόντος εγχειριδίου.

Διαδικασία του ελέγχου σε διάτμηση

Ο υπολογισμός της αντοχής των υποστυλωμάτων σε διάτμηση στα πλαίσια του ΕΚ8 πραγματοποιείται με τις διατάξεις τους ΕΚ2. Αυτό δηλώνεται στα εδάφια 5.4.3.2.1(1)Ρ του ΕΚ8 για τα υποστυλώματα κτιρίων ΚΠΜ, και 5.5.3.2.1(1)Ρ του ΕΚ8 για τα υποστυλώματα κτιρίων ΚΠΥ. Έτσι η όλη διαδικασία του ελέγχου διάτμησης των υποστυλωμάτων εμπεριέχεται στην παράγραφο 5.3.2 στην οποία περιγράφεται η αντίστοιχη διαδικασία ελέγχου για τις δοκούς. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ιδιαίτερα ότι από την αντιστοιχούσα διαδικασία του ελέγχου των δοκών

θα πρέπει να εξαιρεθούν για τα υποστυλώματα – όπως είναι φυσικό εφόσον ο έλεγχος γίνεται μόνον με τις διατάξεις του ΕΚ2 – οι διατάξεις των εδαφίων 5.5.3.1.2(2)Ρ και 5.5.3.1.2(3) του ΕΚ8 για δοκούς κτιρίων ΚΠΥ, καθώς δεν υπάρχουν αντίστοιχες διατάξεις για τα υποστυλώματα. Οι συγκεκριμένες διατάξεις αφορούν:

(α) Στην υποχρεωτική θεώρηση τιμής 45° για τη γωνία θ στις κρίσιμες περιοχές. Ωστόσο ούτως ή άλλως το ΡΑΦ-Ο/Σ θεωρεί για απλοποίηση των υπολογισμών τη γωνία θ πάντοτε ίση με 45° (βλ. 5.3.2 παρόντος εγχειριδίου).

(β) Τον έλεγχο σε ανακυκλιζόμενη τέμνουσα και η τοποθέτηση δισδιαγώνιου οπλισμού.

Υπενθυμίζεται εδώ ότι οι σχέσεις από τις οποίες γίνεται ο υπολογισμός των αντοχών σε διάτμηση για τα υποστυλώματα είναι με βάση τον ΕΚ2 οι εξής:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta \quad (5.13\alpha)$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta} = \frac{1}{2} \cdot (\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) \cdot \sin(2\theta) \quad (5.13\beta)$$

Για την εφαρμογή των σχέσεων αυτών, το ΡΑΦ-Ο/Σ κάνει συγκεκριμένες παραδοχές οι οποίες είναι οι εξής:

(i) Πλάτος b_w , Στατικό ύψος d (από το οποίο προκύπτει: $z=0.9d$): Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων αυτών στα υποστυλώματα το ΡΑΦ-Ο/Σ υιοθετεί την έννοια της «λωρίδας διάτμησης». Οι λωρίδες διάτμησης ορίζονται για τους ελέγχους της διατομής σε διάτμηση είτε κατά την διεύθυνση του τοπικού άξονα 2 (με την τέμνουσα V_2), είτε κατά τη διεύθυνση του τοπικού άξονα 3 (με την τέμνουσα V_3). Πρόκειται στην ουσία για τον καθορισμό τμημάτων της διατομής τα οποία είναι σε σχήμα ορθογώνια παραλληλόγραμμα τα οποία θεωρείται ότι παραλαμβάνουν με τον οπλισμό τους τις τέμνουσες V_2 και V_3 . Οι λωρίδες διάτμησης μπορεί να είναι ανάλογα με τον τύπο της διατομής μερικώς ή πλήρως αλληλοκαλυπτόμενες, και έχουν τη διεύθυνση των τοπικών αξόνων 2 και 3. Για τις μορφές των διατομών που είναι ενσωματωμένες στην βιβλιοθήκη διατομών του ΡΑΦ, οι λωρίδες διάτμησης καθώς και οι αντιστοιχούσες σε αυτές τιμές των παραμέτρων b_w , d , A_{sl} , A_c δίνονται στο σχήμα που ακολουθεί:

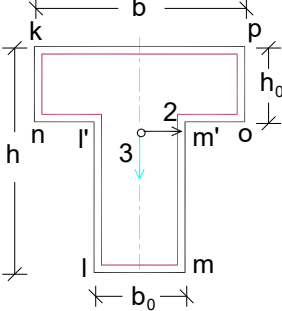
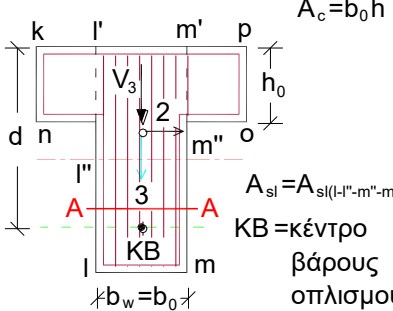
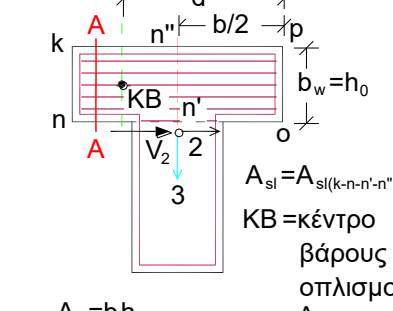
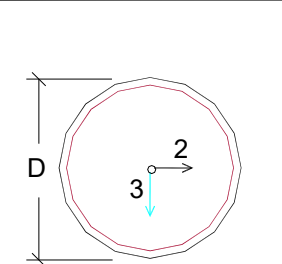
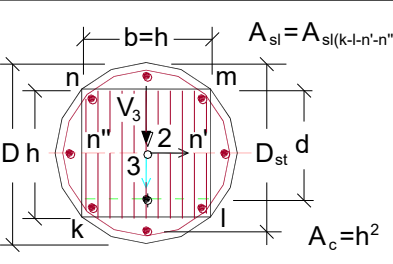
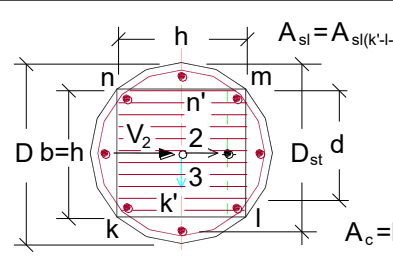
ΔΙΑΤΟΜΗ	Λωρίδα διάτμησης για τον έλεγχο με την τέμνουσα V_3	Λωρίδα διάτμησης για τον έλεγχο με την τέμνουσα V_2

Σχήμα 5.3 Ορισμός λωρίδων διάτμησης για ορθογωνικές διατομές και διατομές τύπου L

Ειδική περίπτωση αποτελούν οι διατομές L στις οποίες όμως η γωνία των σκελών είναι διάφορη των 90° (υποστυλώματα με λοξή γωνιακή διατομή). Στην περίπτωση αυτή τίθεται το πρόβλημα του προσδιορισμού των τεμνουσών δυνάμεων με τις οποίες θα γίνει ο έλεγχος των σκελών σε διάτμηση. Με δεδομένο ότι από την ανάλυση προκύπτουν οι τέμνουσες δυνάμεις κατά την διεύθυνση των δύο τοπικών (και κάθετων μεταξύ τους) αξόνων της διατομής V_2 , V_3 , εκτελείται ένας υπολογισμός αναγωγής των τεμνουσών αυτών σε τέμνουσες κατά την διεύθυνση των λοξών μεταξύ τους σκελών:

$$V_\alpha = \frac{V_3}{\sin\theta} \quad V_\beta = \left(\sqrt{V_2^2 + V_3^2} \right)_{=V_t} \cdot \left[\frac{\sin(\theta + \omega)}{\sin\theta} \right] \quad \tan\omega = \frac{V_3}{V_2}$$

Για τον υπολογισμό των τεμνουσών των σκελών λόγω σεισμικής διέγερσης, εκτελούνται οι υπολογισμοί ξεχωριστά ανά ιδιομορφή, και ακολουθεί ιδιομορφική και χωρική επαλληλία.

ΔΙΑΤΟΜΗ	Λωρίδα διάτμησης για τον έλεγχο με την τέμνουσα V_3	Λωρίδα διάτμησης για τον έλεγχο με την τέμνουσα V_2
	 $A_c = b_0 h$ $A_{sl} = A_{sl}(l'-l''-m'-m'')$ KB = κέντρο βάρους οπλισμού $A_{sl}(l'-l''-m'-m'')$ $b_w = b_0$	 $A_c = b h_0$ $A_{sl} = A_{sl}(k-n-n'-n'')$ KB = κέντρο βάρους οπλισμού $A_{sl}(k-n-n'-n'')$ $b_w = h_0$
	 $A_{sl} = A_{sl}(k-l-l'-n'-n'')$ $A_c = h^2$ $h = (\sqrt{2}/2) D$ $d = h - (D - D_{st})$	 $A_{sl} = A_{sl}(k'-l-m-n')$ $A_c = h^2$ $h = (\sqrt{2}/2) D$ $d = h - (D - D_{st})$

Σχήμα 5.4 Ορισμός λωρίδων διάτμησης για διατομές τύπου T και κυκλικές διατομές

Τα αντίστοιχα μεγέθη για διατομές τύπου σταυρού, που επίσης είναι ενταγμένες στην βιβλιοθήκη διατομών του ΡΑΦ, προκύπτουν με την ίδια διαδικασία που παρουσιάζεται στο παραπάνω σχήμα για τις διατομές τύπου T.

- (ii) $\theta = 45^\circ$ σε κάθε περίπτωση.
- (iii) A_{sw} είναι η επιφάνεια των ράβδων των συνδετήρων όπως προκύπτει από το γινόμενο του εμβαδού μίας ράβδου συνδετήρα επί τον αριθμό των σκελών συνδετήρα που τέμνει η τομή A-A της λωρίδας διάτμησης που σημειώνεται στα παραπάνω σχήματα.