

ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ

➤ καθ. Στέφανος Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

1

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Η μηχανική συμπεριφορά της τοιχοποιίας περιγράφεται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Θλιπτική Αντοχή (f_{wc})
- Διατμητική Αντοχή (f_{vk})
- Εφελκυστική Αντοχή (f_{wt})

2

ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Εξαρτάται άμεσα από :

- Θλιπτική Αντοχή Λιθοσώματος (f_{bc})
- Θλιπτική Αντοχή Κονιάματος (f_{mc})
- Τύπος και Ύψος Λιθοσώματος
- Πάχος Αρμών

Κατά τον EC6, δίνεται από τις εξισώσεις :

▪ $f_{w,c,k} = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_{mc}^{0,3} \text{ (MPa)}$ (1) για κονίαμα γενικής χρήσης

▪ $f_{w,c,k} = K \cdot f_b^{0,85}$ (2) για κονίαμα λεπτής στρώσης

K : Σταθερά που εξαρτάται από την ομάδα του λιθοσώματος, του κονιάματος και του τρόπου δόμησης της τοιχοποιίας

3

Πίνακας 1 : Δίνονται οι τιμές του K

ΤΟΙΧΟΣΩΜΑ		Κονίαμα Γενικής Χρήσης	Κονίαμα Λεπτής στρώσης	Ελαφροβαρές Κονίαμα Με πυκνότητες :	
				600≤ρ≤700 Kg/m³	700≤ρ≤1500 Kg/m³
ΛΑΞΕΜΕΝΗ ΠΕΤΡΑ	ΟΜΑΔΑ 1	0,45	-	-	-
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΤΡΑ	ΟΜΑΔΑ 1	0,45	0,75	-	-
ΑΥΤΟΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΦΕΛΩΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΟΜΑΔΑ 1	0,55	0,80	0,45	0,45
ΑΡΓΙΛΙΚΟ	ΟΜΑΔΑ 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	ΟΜΑΔΑ 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	ΟΜΑΔΑ 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	ΟΜΑΔΑ 4	0,30	0,35	0,20	0,25
ΠΥΡΙΤΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ	ΟΜΑΔΑ 1	0,55	0,80	-	-
	ΟΜΑΔΑ 2	0,45	0,65	-	-
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	ΟΜΑΔΑ 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	ΟΜΑΔΑ 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	ΟΜΑΔΑ 3	0,40	0,50	-	-
	ΟΜΑΔΑ 4	0,35	-	-	-

*Εάν υπάρχει κατακόρυφος αρμός κατά το πάχος της τοιχοποιίας, οι τιμές του πίνακα πολλαπλασιάζονται με 0,80

4

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Εξαρτάται κυρίως από :

- Τη διατμητική αντοχή μεταξύ λιθοσωμάτων και αρμών (f_{vko})
- Την επιβαλλόμενη θλιπτική τάση σχεδιασμού (σ_d)

Κατά τον EC6, δίνεται από τις εξισώσεις :

- για τοιχοποιία με κονίαμα γενικής εφαρμογής και πλήρως γεμισμένους αρμούς :

$$f_{vk} = 0,7 \min[f_{vko} + 0,4\sigma_d, \max(0,065f_b, f_{vko}), f_{vk,lim}] \quad (3)$$

- Για τοιχοποιία με μερικώς γεμισμένους αρμούς και γειτονικές όψεις λιθοσωμάτων σε επαφή :

$$f_{vk} = 0,7 \min[0,5f_{vko} + 0,4\sigma_d, \max(0,045f_b, f_{vko}), f_{vk,lim}] \quad (4)$$

με $f_{vk,lim}$ οριακή τιμή διατμητικής αντοχής που δίνεται από πίνακες

5

Πίνακας 2 : Δίνονται οι τιμές των f_{vko} και των $f_{vk,lim}$

ΛΙΘΟΣΩΜΑ	ΚΟΝΙΑΜΑ	f_{vko} (MPa)	$f_{vk,lim}$ (MPa)
ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΙ ΟΜΑΔΑΣ 1	M10-M20	0,3	1,7
	M2,5-M9	0,2	1,5
	M1-M2	0,1	1,2
ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ ΟΜΑΔΑΣ 1 (πλην οπτόπλινθων και φυσικών λίθων)	M10-M20	0,2	1,7
	M2,5-M9	0,15	1,5
	M1-M2	0,1	1,2
ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ ΟΜΑΔΑΣ 1	M2,5-M9	0,15	1,0
	M1-M2	0,1	1,0

6

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Εξαρτάται άμεσα από :

- Εφελκυστική Αντοχή Λιθοσώματος (f_{bt})
- Εφελκυστική Αντοχή Κονιάματος (f_{mt})
 $f_{mt} = \frac{1}{4} \sqrt{f_{mc}} \text{ (MPa)} \quad (5)$
- Συνάφεια μεταξύ λιθοσώματος και κονιάματος
- Αντοχή της Τοιχοποιίας σε Διάτμηση (f_{wv})
- Τύπος και ύψος Λιθοσώματος
- Πάχος Αρμών

7

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

❖ Για Οριζόντιο Εφελκυσμό ($\theta=0^\circ$)

- Όταν η ρωγμή λόγω εφελκυσμού διαπερνά μόνο τους αρμούς, τότε η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δίνεται από την εξίσωση :

$$f_{wt} \approx \frac{1}{\gamma_{Rd}} \frac{[\lambda \cdot f_{mt} (2t_b + t_m) + f_{wv} \cdot t_b]}{(2t_b + t_m)} \leq 2\lambda \cdot f_{mt} \quad (6)$$

- Όταν η ρωγμή λόγω εφελκυσμού διαπερνά και τα λιθοσώματα, εκτός από το κονίαμα, τότε η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δίνεται από την εξίσωση :

$$f_{wt} \approx \frac{1}{\gamma_{Rd}} \frac{[\lambda \cdot f_{mt} (t_b + 2t_m) + t_b \cdot f_{bt}]}{(2t_b + 2t_m)} \leq 2\lambda \cdot f_{mt} \quad (7)$$

8

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

❖ Για Κατακόρυφο Εφελκυσμό ($\theta=90^\circ$)

Όταν πρόκειται για κατακόρυφο εφελκυσμό, τότε η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δίνεται από την εξίσωση :

$$f_{wt} = \lambda \cdot f_{mt} \quad (8)$$

- Ουσιαστικά εκφράζει το μέγεθος της αντοχής συνάφειας ανάμεσα στο κονίαμα και στα λιθοσώματα.
- Έτσι δίνεται σαν συνάρτηση της εφελκυστικής αντοχής του κονιάματος.
- $\lambda = 0,70 - 0,90$: ανάλογα με τις συνθήκες συντήρησης της τοιχοποιίας

9

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

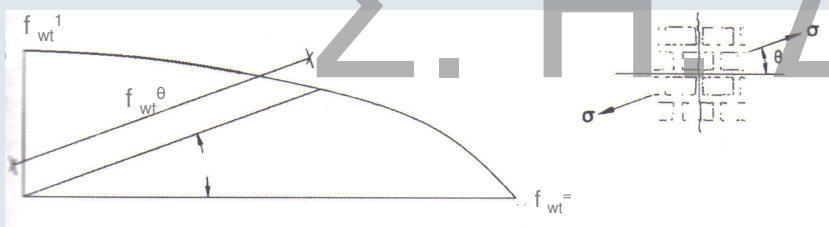
❖ Για Εφελκυσμό υπό τυχαία γωνία

- Η Εφελκυστική αντοχή δεν αποτελεί σταθερά της τοιχοποιίας. Εξαρτάται από τη γωνία υπό την οποία ασκείται ο εφελκυσμός.
- Υπολογίζουμε την τιμή του οριζόντιου εφελκυσμού (μέγιστη εφελκυστική αντοχή) καθώς και την τιμή του κατακόρυφου εφελκυσμού (ελάχιστη εφελκυστική αντοχή)
- Δημιουργούμε μια καμπύλη συσχέτισμού τους, η οποία είναι έλλειψη και σύμφωνα με το σχήμα υπολογίζουμε την εφελκυστική αντοχή υπό οποιαδήποτε γωνία θ .

10

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

❖ Για Εφελκυσμό υπό τυχαία γωνία



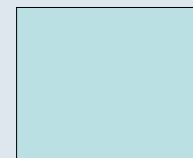
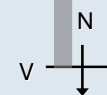
Σχήμα 1 : Εφελκυστική αντοχή συναρτήσει της γωνίας θ

11

ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΒΩΝ

❖ Οριζόντιες Καμπτικές Ρωγμές :

- Εμφανίζονται στη βάση του τοίχου, όπου δρα το αξονικό φορτίο, καθώς και μια ροπή λόγω τέμνουσας $M = V \cdot h$



ΠΕΣΣΟΣ

- Αρχικά υπολογίζεται η ορθή τάση λόγω αξονικού φορτίου :

$$\sigma_N = \frac{N}{A}$$

και η εφελκυστική λόγω της ροπής :

$$\sigma_{M, \text{εφελκ}} = \frac{M}{I} \cdot c_{\text{εφελκ}}$$

όπου $c_{\text{εφελκ}}$ η απόσταση του κέντρου βάρους της διατομής από την ακρότατη εφελκυσόμενη ίνα.

- Υπολογίζεται η εφελκυστική αντοχή του τοίχου, από τις σχέσεις (5),(6) ή (7)

- Όταν : $f_{wt} < \sigma_N + \sigma_{M, \text{εφελκ}}$ **Εμφάνιση Ρωγμών**

12

ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΒΩΝ

❖ Τοπική Θλιπτική Αστοχία :

- Ακολουθείται η ίδια ακριβώς διαδικασία υπολογίζοντας :

$$- \sigma_N$$

$$- \sigma_M : \sigma_{M, \theta_{\text{λιπ}}} = - \frac{M}{I} \cdot c_{\theta_{\text{λιπ}}}$$

όπου $c_{\theta_{\text{λιπ}}}$ η απόσταση του κέντρου βάρους της διατομής από την ακρότατη θλιβόμενη ίνα.

- Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας f_{wc} από την εξίσωση (1)

- Στη συνέχεια συγκρίνεται το άθροισμα των τάσεων $\sigma_N + \sigma_{M, \theta_{\text{λιπ}}}$ με τη θλιπτική αντοχή που βρέθηκε
- Όταν : $f_{wc} < \sigma_N + \sigma_{M, \theta_{\text{λιπ}}}$ **Εμφάνιση Ρωγμών**

13

ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΒΩΝ

❖ Λοξές Διατμητικές Ρωγμές :

- Εμφανίζονται στο κέντρο του τοίχου, όπου δρα μια κατακόρυφη θλιπτική τάση σ και μια διατμητική τάση τ :

$$\sigma_N = \frac{N}{A} \quad \tau = \beta \cdot \bar{\tau} = \beta \cdot \frac{V}{A}$$

όπου η τιμή του β κυμαίνεται από 1,0 έως 1,5

- Οφείλονται στην κύρια εφελκυστική τάση :

$$\sigma_I = \frac{\sigma_N}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_N^2 + 4\tau^2}$$

- Η οποία δρα υπό γωνία θ_I , όπου :

$$\tan \theta_I = \frac{\tau}{\sigma_I}$$

- Όταν : $\sigma_I \geq f_{wt}^{\theta_I}$ **Εμφάνιση Ρωγμών**

14

ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ

- Βαθύ Αρμολόγημα
- Εμποτισμός Μάζας
- Οπλισμένα Επιχρίσματα – Μανδύες
- Ζώνες Ραφής

15

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

- Βαθύ Αρμολόγημα

Μετά την εφαρμογή αυτής της τεχνικής,

η ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ της τοιχοποιίας

δίνεται από την εξίσωση :

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \zeta \cdot f_{wc,0}$$

Όπου:

$f_{wc,0}$ η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας πριν το αρμολόγημα

ζ εμπειρικός συντελεστής που ισούται :

$$\zeta = 1 + \omega \frac{\text{ΟΓΚΟΣ ΝΕΟΥ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ}}{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ}}$$

$\omega = 4 - 8$ για λιθοδομή και $\omega = 1 - 2$ για οπτοπλινθοδομή

16

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Εμποτισμός Μάζας
- Τρίστρωτη Τοιχοποιία:

Μετά τον εμποτισμό ενέματος στην τοιχοποιία, η ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ δίνεται από την απλή εξίσωση :

$$f_{wc,i} = f_{wc,0} \left(1 + \frac{V_i}{V_w} \frac{f_{i,s}}{f_{wc,0}} \right) \quad (\text{Βιντζηλαίου, 2006})$$

Όπου :

$f_{wc,0}$ η θλιπτική αντοχή πριν την εφαρμογή της τεχνικής
 V_i και V_w ο όγκος της ενδιάμεσης στρώσης και ο συνολικός όγκος του τοίχου, αντίστοιχα

$f_{i,s}$ θλιπτική αντοχή ενέματος : $f_{i,s} = 1.60 + 0.50 f_{gr,t}$

$f_{gr,t}$ εφελκυστική αντοχή ενέματος

17

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Βαθύ Αρμολόγημα και Εμποτισμός Μάζας
- 1) Προσδιορίζεται η Θλιπτική αντοχή του κονιάματος, το οποίο πρέπει να είναι υψηλής αντοχής (M10-M20)
 - 2) Υπολογίζεται η νέα Εφελκυστική Αντοχή του κονιάματος: $f_{m1} = \frac{1}{4} \sqrt{f_{m0}} \text{ (MPa)}$ (5)
 - 3) Στη συνέχεια, υπολογίζεται η νέα Διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας από τη σχέση (3), αφού η αλλαγή της θλιπτικής αντοχής του κονιάματος επηρεάζει το f_{vko}
 - 4) Τέλος, υπολογίζεται η νέα Εφελκυστική Αντοχή της τοιχοποιίας αντικαθιστώντας τα παραπάνω στις σχέσεις (6), (7), (8) (ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΜΠΤΙΚΕΣ ΡΩΓΜΕΣ)

18

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Εμποτισμός Μάζας
- Ενισχυμένη Τοιχοποιία :

Μετά από πειραματικά δεδομένα προκύπτει μια εμπειρική σχέση που δίνει τη ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ της ενισχυμένης τοιχοποιίας (γενικά στις αργολιθοδομές) :

$$f_{wc,i} = f_{wc,0} \left[1 + 0,013 \left(\frac{100 G_{gr}}{G_0} \right)^3 \right]$$

Όπου :

G_{gr} ο όγκος του ενέματος που εισάγεται στην τοιχοποιία

G_w ο συνολικός όγκος της τοιχοποιίας

19

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Οπλισμένα Επιχρίσματα – Μανδύες
 - Φέρουσα Ικανότητα έναντι Θλίψης :
- Η συνολική φέρουσα ικανότητα του τοίχου, μετά την εφαρμογή της μεθόδου, ισούται με το άθροισμα της συμβολής του τοίχου, του μανδύα και του οπλισμού του και δίνεται από την εξίσωση :

$$N_{Rd,ολ} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} [A_w \cdot f_{wd} + k (A_c \cdot f_{cd} + A_{sy} \cdot f_{yd})]$$

Όπου :

A_w εμβαδόν διατομής τοίχου

f_{wd} θλιπτική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας

$[A_c f_{cd} + A_{sy} f_{yd}]$ φέρουσα ικανότητα του μανδύα έναντι

θλίψης

20

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Οπλισμένα Επιχρίσματα – Μανδύες
 - Αντοχή έναντι Τέμνουσας

Η αντοχή προκύπτει σαν άθροισμα της φέρουσας ικανότητας του μανδύα και της ρηγματωμένης τοιχοποιίας:

$$f_{w,overall} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} (k \cdot f_c + f_{w,f})$$

Όπου :

$f_{w,f}$ η τελική διατμητική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας

$$f_c = \rho \frac{2}{3} f_{yd} \quad (\rho = \rho_v = \rho_h) \quad \text{συμμετοχή οπλισμού στην ανάληψη τέμνουσας}$$

21

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Οπλισμένα Επιχρίσματα – Μανδύες

- Όταν ένας φέρων τοίχος ενισχύεται με μανδύες και από τις δύο πλευρές μπορεί να θεωρηθεί ως τοίχωμα. Η συμβολή της ενδιάμεσης τοιχοποιίας, αγνοείται και συμβάλλουν μόνο οι δύο στρώσεις σκυροδέματος που την περιβάλλουν

22

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Οπλισμένα Επιχρίσματα – Μανδύες

Ομοίως εργαζόμαστε και για έλεγχο επάρκειας του τοίχου έναντι λοξής θλίψης

- Υπολογισμός της συμβολής του σκυροδέματος στην αντοχή του τοίχου (V_{cd}):

Εκτός κρίσιμης περιοχής:

$$V_{cd} = V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot \max(1.0, 1.6 - d) \cdot \min(2.0, 1.2 + 40 \rho_l) + 0.15 \frac{N_{sd}}{A_w}] \cdot b_w \cdot z$$

Εντός Κρίσιμης περιοχής:

$$V_{cd} = 0.25 V_{Rd1} \quad \acute{\alpha} \nu \quad N_{sd} < 0.1 A_w f_{cd}$$

$$V_{cd} = 0.70 V_{Rd1} \quad \acute{\alpha} \nu \quad N_{sd} > 0.1 A_w f_{cd}$$

23

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Οπλισμένα Επιχρίσματα – Μανδύες

- Υπολογισμός της συμβολής του οπλισμού στην αντοχή του τοίχου (V_{wd}):

Η συμβολή αυτή εξαρτάται από τον λόγο διάτμησης: $\alpha_s = \frac{M_{sd}}{V_{sd} \cdot l_w}$

$$- \alpha_s \geq 2,0 : \quad V_w = \frac{A_{sw}}{s} (0,8 l_w) f_{ywd}$$

$$- 2,0 > \alpha_s \geq 1,3 : \quad V_w = (A_{sv} \cdot f_{ywd}) - N_{sd}$$

$$- \alpha_s < 1,3 : \quad V_w = \frac{A_{sw}}{s} (0,8 l_w) f_{ywd} = A_{sv} \cdot f_{ywd}$$

- Έτσι η Τέμνουσα ισούται : $V_{sd} = V_{cd} + V_w$

24

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

- Ζώνες Ραφής
- Για τον υπολογισμό της αύξησης της αντοχής του τοίχου σε διάτμηση, μετά την εφαρμογή της μεθόδου, εφαρμόζουμε τη σχέση :

$$\gamma_{sd} V_{sd} h \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} \left[\left(\frac{2}{3} n_v \frac{D_u^v}{2} + \frac{2}{3} n_h \frac{B_u^h}{2} \right) \frac{2}{3} h + \left(\frac{2}{3} n_v \frac{B_u^v}{2} + \frac{2}{3} n_h \frac{D_u^h}{2} \right) \frac{2}{3} l \right]$$

όπου:

$V_{sd} h$: Ροπή επιβαλλόμενης τάσης ως προς τη βάση του τοίχου

γ_{sd} : Συντελεστής (>1,0) που λαμβάνει υπόψη τις αβεβαιότητες κατά τον υπολογισμό των δράσεων

γ_{Rd} : Συντελεστής (>1,0) που λαμβάνει υπόψη τις αβεβαιότητες του προσομοιώματος για τον υπολογισμό των αντιδράσεων

n_v και n_h : πλήθος κατακόρυφων και οριζόντιων ραφών αντίστοιχα

D_v και D_h : Αντοχή Βλήτρου $D_u \approx k \cdot 1,5 \cdot \Phi^2 \sqrt{\frac{f_{yk} \cdot f_{ck}}{\gamma_s \cdot \gamma_c}} \leq 2 A \sqrt{\frac{f_{ct,k} \cdot f_{ctk}}{\gamma_c \cdot \gamma_m}}$

B_v και B_h : Αντοχή Εξόλκευσης $B_u \approx k \frac{\pi \Phi^2}{4} \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \leq a \frac{1}{3} (h \text{ ή } l) \frac{f_{ct,k}}{\gamma_c}$

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ

Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ