



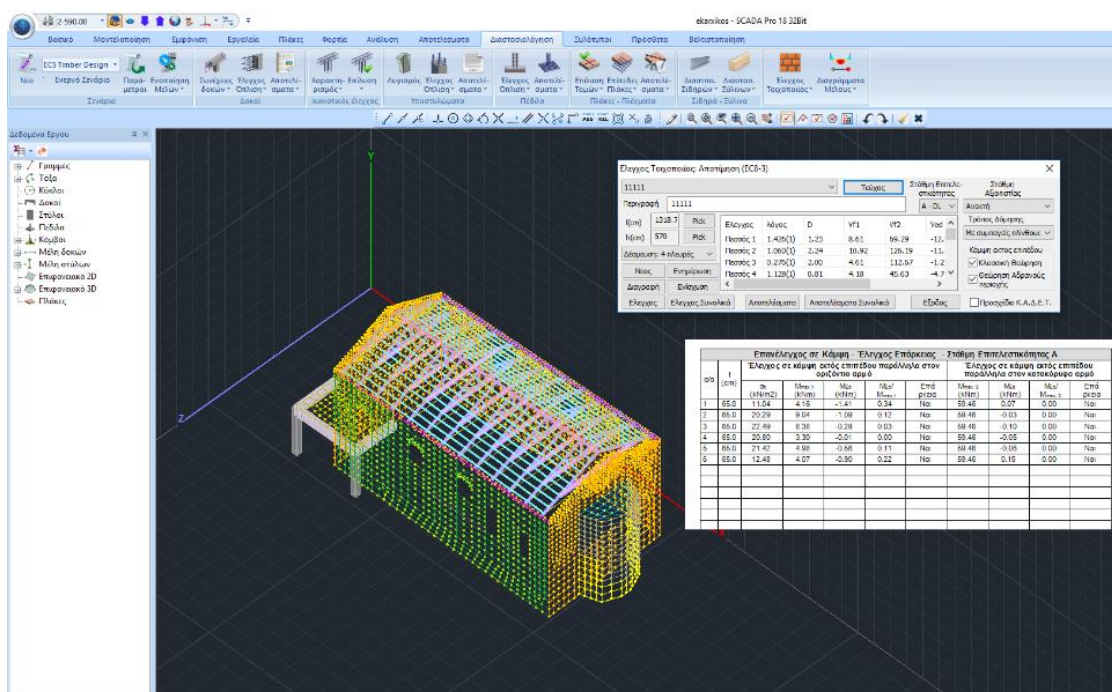
SCADA Pro 25tm

Structural Analysis & Design

Εγχειρίδιο χρήσης

Ε. ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ

ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΤΟΥ ΚΑΔΕΤ ΣΤΟ SCADA PRO	4
2.1 ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	4
2.1.1 Στάθμη Επιτελεστικότητας Α, έλεγχοι σε όρους δυνάμεων	4
2.1.2 Στάθμες Επιτελεστικότητας Β και Γ έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων	9
3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ ΜΕΣΩ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	12
3.1 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΠΕΣΣΩΝ	13
3.1.1 Ενίσχυση σε κάμψη εντός επιπέδου	14
3.1.2 Ενίσχυση σε κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα	16
3.2 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΠΕΡΟΥΡΩΝ	17
3.2.1 Ενίσχυση σε κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα	19
3.3 ΜΕ ΕΝΕΜΑΤΑ ΜΆΖΑΣ	21
3.4 ΜΕ ΒΑΘΥ ΑΡΜΟΛΌΓΗΜΑ	24

1. Εισαγωγή

Στην νέα έκδοση του SCADA Pro ενσωματώθηκαν οι ενισχύσεις με μεταλλικές ράβδους στην φέρουσα τοιχοποιία και γίνεται πλέον αυτόματα έλεγχος σε εφελκυσμό στην περίπτωση που έχει τοποθετηθεί η παραπάνω ενίσχυση με μεταλλικές ράβδους καθώς και αν έχει τοποθετηθεί μανδύας σκυροδέματος (μονόπλευρος ή αμφίπλευρος).

Ακολουθούν διευκρινίσεις τόσο για τους ελέγχους της αποτίμησης που υπήρχαν (**κάμψη και διάτμηση εντός επιπέδου**) όσο και για αυτούς που ενσωματώθηκαν πρόσφατα (**κάμψη εκτός επιπέδου** τόσο σε επίπεδο δυνάμεων όσο και σε επίπεδο παραμορφώσεων).

Στον πρώτο λοιπόν έλεγχο **κάμψης εντός επιπέδου και διάτμησης** μπορεί να προκύψει ένας από τους παρακάτω 4 χαρακτηρισμούς

- Εκκεντρότητα
- Εφελκυσμός
- Κάμψη
- Διάτμηση

⚠ Υπενθυμίζεται ότι ο έλεγχος και ο χαρακτηρισμός γίνεται για τον κάθε πεσσό και το κάθε υπέρθυρο ξεχωριστά και για κάθε συνδυασμό ανεξάρτητα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

- ⚠ Αν λοιπόν έστω και σε ένα συνδυασμό προκύψει εκκεντρότητα δεν γίνεται κανένας περαιτέρω έλεγχος.
- ⚠ Αν έστω και σε ένα συνδυασμό προκύψει εφελκυσμός (Αξονική δύναμη θετική) μέχρι τώρα δεν γινόταν και πάλι κανένας περαιτέρω έλεγχος. Οι νέες ενισχύσεις που ενσωματώθηκαν «θεραπεύουν» πλέον την κατάσταση αυτή.
- ⚠ Τώρα λοιπόν με την προσθήκη ενίσχυσης με μανδύα σκυροδέματος (που υπήρχε στο πρόγραμμα), προστέθηκε η δυνατότητα, πέρα από την αύξηση της θλιπτικής αντοχής του τοίχου και σε ότι άλλο επιδρούσε η παρουσία του, τα σίδερα του πλέγματος να παραλαμβάνουν την εφελκυστική αυτή δύναμη. Το ίδιο συμβαίνει και όταν τοποθετηθούν μεταλλικές ράβδοι.

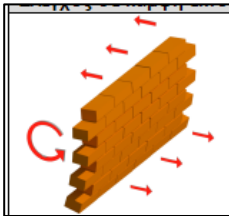
2. Παρατηρήσεις και οδηγίες σχετικά με την ενσωμάτωση των διατάξεων του ΚΑΔΕΤ στο Scada Pro

2.1 Κάμψη εκτός επιπέδου

2.1.1 Στάθμη Επιτελεστικότητας Α, έλεγχοι σε όρους δυνάμεων

⚠ Για τους ελέγχους σε όρους δυνάμεων, αρκεί να αφήσετε το checkbox «έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων» ανενεργό.

- Παράλληλα στον οριζόντιο αρμό



Ενσωματώθηκαν δύο μέθοδοι για τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας στοιχείων από άοπλη τοιχοποιία στην εκτός επιπέδου κάμψη.

1. Η πρώτη μέθοδος είναι σύμφωνα με την 7.6α της παραγράφου 7.3 του Κ.Α.Δ.Ε.Τ. με θεώρηση αδρανούς περιοχής για κάμψη περί οριζόντιο άξονα με βάση τον παρακάτω τύπο

$$M_{Rd1,o} = \frac{1}{2} \ell t_w^2 \sigma_0 \left(1 - \frac{\sigma_0}{f_d} \right) \quad (7.6\alpha)$$

f_d : η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας (στο πρόγραμμα χρησιμοποιείται η μέση θλιπτική αντοχή f_m διαιρεμένη με τον αντίστοιχο συντελεστή ασφάλειας)

2. Η δεύτερη μέθοδος είναι σύμφωνα από την κλασσική θεώρηση της επαλληλίας των στερεών των τάσεων (δεν περιλαμβάνεται στον ΚΑΔΕΤ) και εφαρμόζεται η παρακάτω σχέση:

$$M_{\max,1} = (f_{xd,1} + v_d * f_d) * t^2 * l / 6$$

$f_{xd,1}$: $f_{xk,1}/\gamma_m$ Καμπτική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας για κάμψη παράλληλα στους οριζόντιους αρμούς

$v_d * f_d = \sigma_0$

t : πάχος τοίχου

l : μήκος του τοίχου

Όσον αφορά τις δύο διαφορετικές μεθόδους, οι επιλογές εμφανίζονται στο παρακάτω πλαίσιο διαλόγου

Έλεγχος Τοιχοποιίας: Αποτίμηση (EC8-3)

1111 Τεύχος Στάθμη Επιτελε-
στικότητα Στάθμη
Αξιοπιστίας

Περιγραφή 1111 B - SD Ανακτή

Εμφάνιση Επανασχεδιασμός

l(cm) 231.37 Pick
h(cm) 300 Pick
Δέσμευση: κορυφή-βάση

Ελεγχος	λόγος	D	Vf1	Vf2	Ved
Πεσός 1	0.050(61)	0.66	4.09	19.14	-1.30
Πεσός 2	0.043(37)	0.85	1.86	24.51	3.42
Υπερθ. 1	0.067(20)	0.90	0.18	0.02	1.42
Υπερθ. 2	0.033(94)	0.90	0.61	25.95	-0.31

Νεός Ενημέρωση
Διαγραφή Ενίσχυση

Ελεγχος Ελεγχος Συνολικά Αποτελέσματα Αποτελέσματα Συνολικά Έξοδος

Με συμπαγείς πλίνθους

Κάμψη εκτός επιπέδου
☒ Κλασική Θεώρηση
☒ Θεώρηση Αδρανούς περιοχής
☒ ΚΑΔΕΤ
☒ Έλεγχος σε όρους παραμορφώσεων
☒ Να ληφθεί υπόψη η Εμφελκυστική Αντοχή

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

- ⚠ Για να γίνει ο έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου για στάθμη επιτελεστικότητας A τσεκάρουμε αντίστοιχα τη μέθοδο ή τις μεθόδους.
- ⚠ Αν τσεκάρουμε και την επιλογή «ΚΑΔΕΤ» όλοι οι έλεγχοι γίνονται με βάση τον ΚΑΔΕΤ.
- ⚠ Η κάμψη εκτός επιπέδου μπήκε σαν ανεξάρτητη επιλογή από τον ΚΑΔΕΤ για να έχει ο μελετητής τη δυνατότητα να περιλάβει τους ελέγχους αυτούς και στην περίπτωση που κάνει αποτίμηση με τον EC8-3 (ξετσεκαρισμένο το «ΚΑΔΕΤ»)

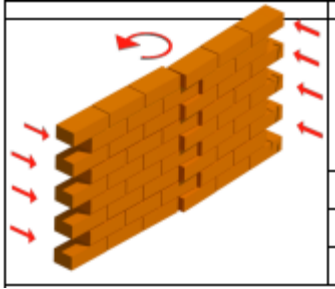
Τα αποτελέσματα φαίνονται στην παρακάτω εκτύπωση (παράλληλα στον οριζόντιο αρμό)

Επανελέγχος σε Κάμψη - Έλεγχος Επάρκειας Στάθμη Επιτελεστικότητα						
α/α	t (cm)	Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου παράλληλα στον οριζόντιο αρμό				
		σ_d (kN/m ²)	$M_{Rd1,0}$ (kNm)	M_{Ed} (kNm)	$M_{Ed}/$ $M_{Rd1,0}$	Επάρκεια
1	65.0	9.33	2.41	-2.45	1.02	Όχι
2	65.0	23.34	10.87	-1.61	0.15	Ναι
3	65.0	25.41	10.55	-0.97	0.09	Ναι
4	65.0	24.06	4.05	-0.14	0.03	Ναι
5	65.0	25.89	6.50	-0.97	0.15	Ναι
6	65.0	12.01	2.94	-1.80	0.61	Ναι

Επανελέγχος σε Κάμψη - Έλεγχος Επάρκειας - Σ						
α/α	t (cm)	Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου παράλληλα στον οριζόντιο αρμό				
		σ_d (kN/m ²)	$M_{max,1}$ (kNm)	M_{Ed} (kNm)	$M_{Ed}/$ $M_{max,1}$	Επάρκεια
1	65.0	9.33	4.02	-2.45	0.61	Ναι
2	65.0	23.34	9.52	-1.61	0.17	Ναι
3	65.0	25.41	8.79	-0.97	0.11	Ναι
4	65.0	24.06	3.49	-0.14	0.04	Ναι
5	65.0	25.89	5.36	-0.97	0.18	Ναι
6	65.0	12.01	4.03	-1.80	0.45	Ναι

Παρατηρούμε ότι το μέγεθος σ_d είναι κοινό γιατί χρησιμοποιείται και στους δύο υπολογισμούς. Φυσικά είναι ίδιο και το M_{Ed} .

- Παράλληλα στον κατακόρυφο αρμό



1. Η πρώτη μέθοδος είναι σύμφωνα με την 7.6β της παραγράφου 7.3 του Κ.Α.Δ.Ε.Τ. με θεώρηση αδρανούς περιοχής για κάμψη περί οριζόντιο άξονα με βάση τον παρακάτω τύπο

$$M_{Rd2,o} = \frac{1}{6} f_{wt,d} \cdot t^2 \ell \quad (7.6\beta)$$

ℓ και t_w το μήκος και το πάχος της καμπτόμενης διατομής του στοιχείου αντιστοίχως

$f_{wt,d}$ η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας ($=f_{wt}/\gamma_w$).

προσοχή, εδώ ο κανονισμός μιλάει για μήκος της καμπτόμενης διατομής του στοιχείου και επειδή είμαστε στην περίπτωση ροπής περί τον κατακόρυφο άξονα, το ℓ στον τύπο είναι το ύψος του τοίχου.

2. Η δεύτερη μέθοδος είναι σύμφωνα από την κλασσική θεώρηση της επαλληλίας των στερεών των τάσεων (δεν περιλαμβάνεται στον ΚΑΔΕΤ) και εφαρμόζεται η παρακάτω σχέση:

$$M_{\max,2} = f_{xd,2} \cdot t^2 \cdot h / 6$$

$f_{xd,2}$: $f_{xk,2}/\gamma_m$ Καμπτική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας για κάμψη κάθετα στους οριζόντιους αρμούς

t : πάχος τοίχου

h : ύψος του τοίχου

Παρατηρούμε ότι οι δύο τύποι είναι ίδιοι με μόνη διαφορά ότι στην πρώτη περίπτωση εισέρχεται η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας ενώ στη δεύτερη η καμπτική που αντιστοιχεί σε αυτή την κατεύθυνση.

Για αυτό ακριβώς το λόγο τα αποτελέσματα που φαίνονται στην παρακάτω εκτύπωση

Επάρκειας Κ.Α.Δ.Ε.Τ. παρ.7.3 Επάρκειας Α				
Ανάλυση	Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου παράλληλα στον κατακόρυφο αρμό			
Ανάλυση	$M_{Rd2,0}$ (kNm)	M_{Ed} (kNm)	$M_{Ed}/M_{Rd2,0}$	Επάρκεια
Οχι	59.46	0.13	0.00	Ναι
Ναι	59.46	-0.08	0.00	Ναι
Ναι	59.46	-0.17	0.00	Ναι
Ναι	59.46	-0.11	0.00	Ναι
Ναι	59.46	-0.13	0.00	Ναι
Ναι	59.46	0.31	0.01	Ναι

5 - Στάθμη Επιτελεστικότητας Α				
Ανάλυση	Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου παράλληλα στον κατακόρυφο αρμό			
Ανάλυση	$M_{max, 2}$ (kNm)	M_{Ed} (kNm)	$M_{Ed}/M_{max, 2}$	Επάρκεια
	59.46	0.13	0.00	Ναι
	59.46	-0.08	0.00	Ναι
	59.46	-0.17	0.00	Ναι
	59.46	-0.11	0.00	Ναι
	59.46	-0.13	0.00	Ναι
	59.46	0.31	0.01	Ναι

είναι ακριβώς τα ίδια γιατί έχει τεθεί ίδια τιμή για την εφελκυστική και την καμπτική αντοχή.

2.1.2 Στάθμες Επιτελεστικότητας Β και Γ έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων

⚠ Για να εκτελεστούν οι έλεγχοι πρέπει να είναι τσεκαρισμένες και οι δύο επιλογές στην εκτός επιπέδου κάμψη, ανεξάρτητα αν τσεκαριστεί ή όχι το «ΚΑΔΕΤ»), καθώς και η επιλογή «Έλεγχος σε όρους παραμορφώσεων»

Οι έλεγχοι παρουσιάζονται για κάμψη παράλληλα στον κατακόρυφο αρμό και αντίστοιχα παράλληλα στον οριζόντιο αρμό.

Οι τελικές γωνιακές παραμορφώσεις που παρουσιάζονται έχουν πολλαπλασιαστεί με αυξητικούς συντελεστές με βάση τα παρακάτω:

Για τον έλεγχο των κριτηρίων επιτελεστικότητας Β και Γ απαιτούνται οι ανελαστικές μετακινήσεις (dinel) του κτιρίου.

Η σχέση που συνδέει τις πρώτες με τις δεύτερες δίνεται στα σχόλια της παραγράφου 5.4.4 του Κ.Α.Δ.Ε.Τ.

$$\frac{d_{inel}}{d_{el}} = 1 \quad \text{για } T \geq T_c \quad (\Sigma.5.3)$$

$$\frac{d_{inel}}{d_{el}} = \frac{1.0 + (q-1) \frac{T_c}{T}}{q} \quad \text{για } T < T_c \quad (\Sigma.5.4)$$

Υπολογίζεται ένας συντελεστής ανά κατεύθυνση και χρησιμοποιείται αντίστοιχα ανάλογα με το είδος του σεισμικού συνδυασμού (κατά x ή κατά z)

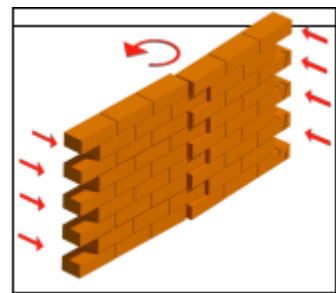
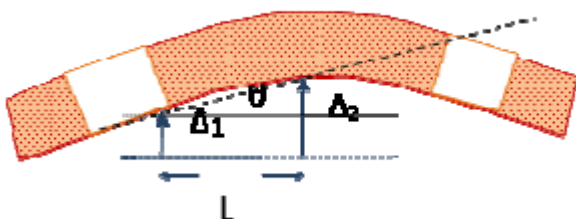
Σημαντικό!!

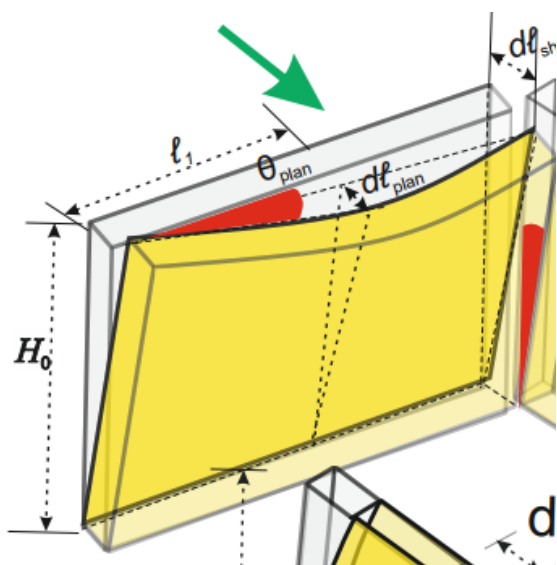
Για να υπολογιστεί ο συντελεστής αυτός απαιτούνται το q και το T_c. Για να τα διαβάσει το πρόγραμμα πρέπει να ανοιχτούν οι έλεγχοι στην ανάλυση.

Αν θέλετε να δείτε τις πραγματικές παραμορφώσεις βάλτε στην ανάλυση q=1 ή χρησιμοποιήστε μη σεισμικό συνδυασμό (η επαύξηση γίνεται μόνο για τους σεισμικούς)

- **Παράλληλα στον κατακόρυφο αρμό**

Η γωνιακή παραμόρφωση που αναπτύσσεται είναι της παρακάτω μορφής





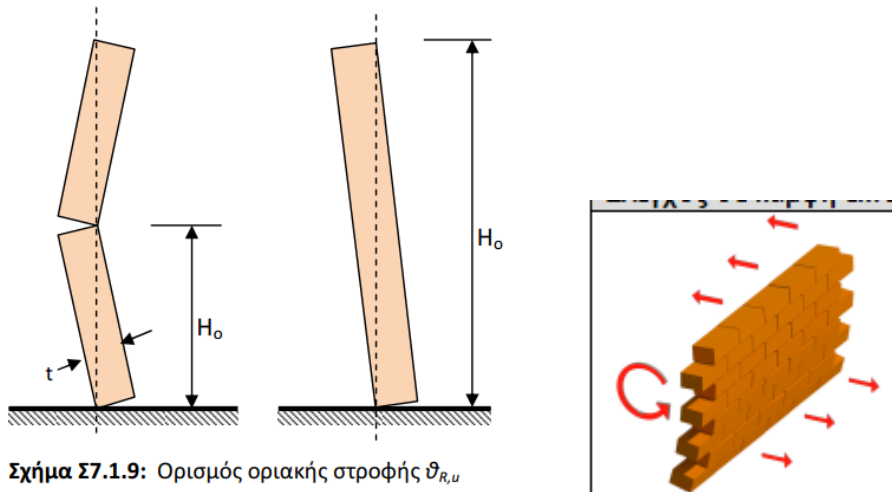
Τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα είναι τα παρακάτω

Επανελέγχος σε Κάμψη - Έλεγχος Επάρκειας - Στάθμη Επιτελεστικότητας Β και Γ												
Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου παράλληλα στον κατακόρυφο αρμό												
α/α	u _j (mm)	u _i (mm)	δεδ (mrad)	θ _{u,1} (mrad)	F _y (kN)	F _{Rd} (kN)	θ _{Ru} (mrad)	θ _{u,2} (mrad)	θ _u (mrad)	R _d (mrad)	δεδ/ R _d	Επάρκεια
1	0.270	0.006	0.682	5.677	9.85	57.64	528.455	90.304	5.677	2.838	0.24	Ναι
2	0.274	0.003	3.819	1.043	8.75	104.98	2877.403	239.773	1.043	0.521	7.33	Όχι
3	0.279	0.003	0.549	7.376	6.08	93.73	406.730	26.397	7.376	3.688	0.15	Ναι
4	0.275	0.003	1.580	2.531	2.35	37.96	1185.357	73.394	2.531	1.265	1.25	Όχι
5	0.275	0.002	0.738	5.416	13.24	56.71	553.939	129.358	5.416	2.708	0.27	Ναι
6	0.270	0.002	0.730	5.389	16.78	54.72	556.731	170.692	5.389	2.694	0.27	Ναι

Για τον υπολογισμό όλων των παραπάνω μεγεθών (γωνιακή παραμόρφωση δεδ και στροφή αστοχίας Rd) χρησιμοποιήθηκε η απόσταση L που φαίνεται στα παραπάνω σχήματα

- Παράλληλα στον οριζόντιο αρμό

Η γωνιακή παραμόρφωση που αναπτύσσεται είναι της παρακάτω μορφής



Σχήμα Σ7.1.9: Ορισμός οριακής στροφής $\theta_{R,u}$

Τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα είναι τα παρακάτω

Επανελέγχος σε Κάμψη - Έλεγχος Επάρκειας - Στάθμη Επιτελεστικότητας Β και Γ												
Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου παράλληλα στον οριζόντιο αρμό												
α/α	u_i (mm)	u_i (mm)	δ_{ed} (mrad)	$\theta_{u,1}$ (mrad)	F_y (kN)	F_{Rd} (kN)	θ_{Ru} (mrad)	$\theta_{u,2}$ (mrad)	θ_u (mrad)	R_d (mrad)	δ_{ed}/R_d	Επάρκεια
1	0.270	0.006	0.160	24.231	9.85	57.64	123.810	21.157	21.157	10.579	0.02	Ναι
2	0.274	0.003	0.170	23.456	8.75	104.98	127.902	10.658	10.658	5.329	0.03	Ναι
3	0.279	0.003	0.185	21.935	6.08	93.73	136.767	8.876	8.876	4.438	0.04	Ναι
4	0.275	0.003	0.183	21.818	2.35	37.96	137.501	8.514	8.514	4.257	0.04	Ναι
5	0.275	0.002	0.172	23.274	13.24	56.71	128.897	30.101	23.274	11.637	0.01	Ναι
6	0.270	0.002	0.158	24.832	16.78	54.72	120.814	37.041	24.832	12.416	0.01	Ναι

Για τον υπολογισμό όλων των παραπάνω μεγεθών (γωνιακή παραμόρφωση δ_{ed} και στροφή αστοχίας R_d) χρησιμοποιήθηκε η το ύψος H_o που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Και στις δύο περιπτώσεις το πρόγραμμα βρίσκει τούς δύο κόμβους με την μέγιστη και την ελάχιστη μετακίνηση αντίστοιχα και στην πρώτη περίπτωση το δ_{ed} προκύπτει από την διαφορά των δύο μετακινήσεων δια την οριζόντια απόστασή τους L ενώ στην δεύτερη περίπτωση δια την κατακόρυφη απόσταση H_o . Αντίστοιχα υπολογίζονται και οι στροφές αστοχίας.

Τέλος προστέθηκαν η επιλογή της στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων (για να ληφθεί το κατάλληλο $\gamma_m = \gamma_w$) και ο τρόπος δόμησης της τοιχοποιίας που έχει να κάνει με τα όρια σε όρους παραμορφώσεων όταν ο πεσσός ελέγχεται από τέμνουσα (σελίδα 7-26 ΚΑΔΕΤ)

3. Εφαρμογή ενισχύσεων μέσω παραδείγματος

Στο παρακάτω παράδειγμα οι πεσσοί δεν είχαν πρόβλημα εφελκυσμού ενώ από τα υπέρθυρα, αυτά που εμφανίζουν αποτέλεσμα είναι αυτά που είχαν και το πρόβλημα σε εφελκυσμό.

[illegible]

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ:

Με το πλήκτρο «Ενίσχυση»

Ελεγχος Τοιχοποιίας: Αποτίμηση (EC8-3)

11111 Τεύχος Στάθμη Επιτελε-στικότητας Στάθμη Αξιοπιστίας

Περιγραφή 11111 A - DL Ανακτή

l(cm) 1318.7 Pick

h(cm) 570 Pick

Δέσμευση: 4 πλευρές

Ελεγχος	λόγος	D	Vf1	Vf2	Ved
Πεσσός 1	1.426(1)	1.23	8.61	69.29	-12.1
Πεσσός 2	1.060(1)	2.24	10.92	126.19	-11.1
Πεσσός 3	0.276(1)	2.00	4.61	112.67	-1.2
Πεσσός 4	1.128(1)	0.81	4.18	45.63	-4.7

Νεος Ενημέρωση Ελεγχος Ελεγχος Συνολικά Αποτελέσματα Αποτελέσματα Συνολικά Εξοδος

Διαγραφή Ενίσχυση

Τρόπος Δόμησης Με συμπαγείς πλίνθους Κάμψη εκτος επιπέδου ☒ Κλασσική Θεώρηση ☒ Θεώρηση Αδρανούς περιοχής ☐ Προσχέδιο Κ.Α.Δ.Ε.Τ.

εμφανίζεται το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου

Ενισχύσεις Φέρουσας Τοιχοποιίας

Διαστημική Ενίσχυση Τοιχοποιίας με ινοπλέγματα ανόργανης μήτρας (IAM)

Ενίσχυση Τοιχοποιίας με Μεταλλικές Ράβδους

Κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα

Διάτμηση και Κάμψη εκτός επιπέδου περί κατακόρυφο άξονα

Κάμψη εντός επιπέδου

OK Cancel

όπου επιλέγουμε το είδος της ενίσχυσης που θέλουμε να τοποθετήσουμε και μας το καθορίζει το είδος της αστοχίας που έχουμε.

Εξετάζοντας χωριστά πεσσούς και υπέρθυρα:

3.1 Ενίσχυση Πεσσών

Στοιχεία και Χαρακτηρισμός Πεσσών												
α/α	Ύψος (cm)	Πάχος (cm)	Διατμητική αντοχή στοιχείου υπό αξονική δύναμη και κάμψη					Διατμητική αντοχή στοιχείου υπό διάτμηση			Χαρακτηρισμός	Συνδ
			H _b (cm)	D (cm)	N (kN)	V _d (x10 ⁻³)	V _r (kN)	D' (cm)	f _{vd} (kPa)	V _r (kN)		
1	570.0	65.0	360.1	123.0	-1.9	1.2	0.3	105.9	86.7	59.6	Κάμψη	3
2	570.0	65.0	461.9	224.0	-34.1	11.7	8.2	224.0	86.7	126.2	Κάμψη	2
3	570.0	65.0	461.2	200.0	-8.7	3.4	1.9	200.0	86.7	112.7	Κάμψη	3
4	570.0	65.0	1140.0	81.0	-3.3	3.1	0.1	81.0	86.7	45.6	Κάμψη	3
5	570.0	65.0	399.5	121.0	-4.9	3.1	0.7	121.0	86.7	68.2	Κάμψη	3
6	570.0	65.0	484.5	116.8	-122.2	80.5	13.4	116.8	86.7	65.8	Κάμψη	1

Έλεγχοι Επάρκειας Πεσσών σε όρους δυνάμεων ή παραμορφώσεων									
α/α	Στάθ. Επιτελεστ. Α (Δυνάμεις)			Στάθμες Επιτελεστικότητας Β ή Γ (Παραμορφώσεις)					Επάρκεια
	V _{sd} (kN)	V _r (kN)	V _{sd} / V _r	u _j (mm)	u _i (mm)	δ _{sd} (mrad)	δ _u (mrad)	δ _{sd} / δ _u	
1	1.8	0.3	5.7						Όχι
2	-17.4	8.2	2.1						Όχι
3	-2.1	1.9	1.1						Όχι
4	-1.5	0.1	12.6						Όχι
5	-0.9	0.7	1.2						Όχι
6	16.8	13.4	1.3						Όχι

Στον έλεγχο εντός επιπέδου και για τους 6 πεσσούς κυρίαρχο μέγεθος είναι η κάμψη και κανένας δεν έχει επάρκεια.

3.1.1 Ενίσχυση σε κάμψη εντός επιπέδου

Σε αυτή την περίπτωση θα ενισχυθούν σε κάμψη εντός επιπέδου

Ενισχύσεις Φέρουσας Τοιχοποιίας

Διατμητική Ενίσχυση Τοιχοποιίας με ινοπλέγματα ανόργανης μήτρας (IAM) ?

Ενίσχυση Τοιχοποιίας με Μεταλλικές Ράβδους

Κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα ?

Διάτμηση και Κάμψη εκτός επιπέδου περί κατακόρυφο άξονα ?

Κάμψη εντός επιπέδου ?

OK Cancel

Ενίσχυση Τοιχοποιίας με Μεταλλικές Ράβδους

Κάμψη εντός επιπέδου

Πλήθος ράβδων ανα εφελκυσόμενη παραία 2

Εμβαδό διατομής ράβδου A_s (mm²) 7.3

Μέτρο Ελαστικότητας E_s (GPa) 500

Μέση τάση διαρροής F_{sy} (MPa) 979.45

Εφελκυστική αντοχή διαρροής F_y (kN) 7.149985

EM4C OK Cancel

δίνουμε τα στοιχεία της ενίσχυσης και στη συνέχεια επιλέγουμε τους πεσσούς που θα εφαρμοστεί η ενίσχυση (στη συγκεκριμένη περίπτωση και τους 6)

Επιλέξτε Πεσσούς - Υπέρθυρα για έλεγχο

1	☒	Πεσσός 1
2	☒	Πεσσός 2
3	☒	Πεσσός 3
4	☒	Πεσσός 4
5	☒	Πεσσός 5
6	☒	Πεσσός 6
7	☐	Υπερθ. 1
8	☐	Υπερθ. 2
9	☐	Υπερθ. 3
10	☐	Υπερθ. 4
11	☐	Υπερθ. 5
12	☐	Υπερθ. 6
13	☐	Υπερθ. 7
14	☐	Υπερθ. 8
15	☐	Υπερθ. 9

OK Cancel

Εκτελούμε ξανά τους ελέγχους και στη συνέχεια σε ξεχωριστή εκτύπωση παίρνουμε τα αποτελέσματα της ενίσχυσης.

Τοίχος : 11111

Ενίσχυση Τοιχοποιίας με μεταλλικές ράβδους

Ενίσχυση σε κάμψη εντός επιπέδου

Πλήθος ράβδων ανά εφελκούμενη παρειά = 2

Μέση τάση διαρροής F_{sy} (MPa) = **979.45**

Εμβαδόν διατομής ράβδου (mm²) = 7.30

Εφελκυστική αντοχή διαρροής F_y (kN) = 7.15

Μέτρο Ελαστικότητας E_s (GPa) = 500.00

[illegible]

Στους πεσσούς έχουμε ακόμα και μία αστοχία εκτός επιπέδου παράλληλα στον οριζόντιο αρμό όπως φαίνεται παρακάτω:

[illegible]

3.1.2 Ενίσχυση σε κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα

Επιλέγετε την αντίστοιχη ενίσχυση και δίνετε τα στοιχεία των μεταλλικών ράβδων.

Ενισχύσεις Φέρουσας Τοιχοποιίας

Διατηρητική Ενίσχυση Τοιχοποιίας με ινοπλέγματα ανόργανης μήτρας (IAM)

Ενίσχυση Τοιχοποιίας με Μεταλλικές Ράβδους

Κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα

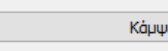
Διάτμηση και Κάμψη εκτός επιπέδου περί κατακόρυφο άξονα

Κάμψη εντός επιπέδου

OK Cancel

Ενίσχυση Τοιχοποιίας με Μεταλλικές Ράβδους

Κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα



Πλήθος ράβδων ανα εφελκόμενη παρειά

Εμβδο διατομής ράβδου $A_s(\text{mm}^2)$

Μέτρο Ελαστικότητας E_s (GPa)

Μέση τάση διαρροής $F_{sy}(\text{MPa})$

Εφελκυστική αντοχή διαρροής F_y (kN)

EM4C
OK
Cancel

Τα αποτελέσματα εκτυπώνονται σε χωριστή εκτύπωση:

Τοίχος : 11111
Ενίσχυση Τοιχοποιίας με μεταλλικές ράβδους
Ενίσχυση σε κάμψη εκτός επιπέδου παράλληλα στον οριζόντιο αρμό

Πλήθος ράβδων ανά εφελκούμενη παρειά = 2
Εμβαδόν διατομής ράβδου (mm²) = 7.30
Μέτρο Ελαστικότητας E_s (GPa) = 500.00

Μέση τάση διαρροής F_{sy} (MPa) = **979.45**

Εφελκυστική αντοχή διαρροής F_y (kN) = 7.15

[illegible]

Με την προσθήκη της δυνατότητας για ενίσχυση σε εφελκυσμό το κριτήριο αυτό έχει αλλάξει και αν η ενίσχυση σε εφελκυσμό επαρκεί, όπως θα δούμε στη συνέχεια, εκτελούνται πλέον και όλοι οι υπόλοιποι έλεγχοι.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

- ⚠ Υπάρχει μια μικρή λεπτομέρεια που πρέπει να διευκρινιστεί. Στο πρόγραμμα μέχρι τώρα όπου προκύπτει εφελκυσμός αναγράφονταν ο συνδυασμός με την αντίστοιχη δυσμενέστερη εφελκυστική αξονική (θετική). Τώρα, όταν προκύψει εφελκυσμός έστω και σε ένα συνδυασμό, αναγράφεται ο χαρακτηρισμός στο αντίστοιχο πεδίο ΑΛΛΑ ο αριθμός του συνδυασμού και τα αντίστοιχα στοιχεία της γραμμής δεν ανήκουν στον συνδυασμό του εφελκυσμού αλλά στον συνδυασμό που δίνει τον δυσμενέστερο λόγο στον έλεγχο επάρκειας εντός επιπέδου (είναι ο έλεγχος που ακολουθεί).

Μην ξενίσει λοιπόν η παρακάτω περίπτωση

Τοίχος : 11111											Αποτίμηση	
Στοιχεία και Χαρακτηρισμός Υπέρθρων												
α/α	Ύψος (cm)	Πάχος (cm)	Διατμητική αντοχή στοιχείου υπό αξονική δύναμη και κάμψη					Διατμητική αντοχή στοιχείου υπό διάτμηση			Χαρακτη- ρισμός	Συνδ
			H _b (cm)	D (cm)	N (kN)	V _d (x10 ⁻³)	V _t (kN)	D' (cm)	f _{td} (kPa)	V _t (kN)		
7	102.0	65.0	94.4	245.0	2.3						Εφελκυσμός	1
8	102.0	65.0	70.9	95.4	-0.8						Εφελκυσμός	3
9	98.0	65.0	86.5	353.0	-3.3	0.7	6.7	49.5	86.7	27.9	Κάμψη	3
10	98.0	65.0	62.8	96.2	-0.2						Εφελκυσμός	3
11	98.0	65.0	171.1	353.0	-8.8	1.9	9.1	254.8	86.7	143.5	Κάμψη	1
12	98.0	65.0	196.0	96.2	2.0						Εφελκυσμός	1
13	83.0	65.0	166.0	245.0	1.5						Εφελκυσμός	1
14	83.0	65.0	166.0	142.0	1.0						Εφελκυσμός	1
15	72.0	65.0	144.0	245.0	2.7						Εφελκυσμός	1
16	72.0	65.0	144.0	155.0	11.0						Εφελκυσμός	1

του υπέρθρου 8 όπου έχει χαρακτηριστεί η αστοχία του σαν εφελκυσμός αλλά η αξονική είναι αρνητική (θλίψη). Απλά αυτό σημαίνει πως ο συνδυασμός 3 του οποίου τα στοιχεία αναγράφονται, είναι ο συνδυασμός με τον δυσμενέστερο λόγο για έλεγχο εντός επιπέδου ενώ προφανώς ο εφελκυσμός προέρχεται από άλλο συνδυασμό.

Ποιος είναι ο συνδυασμός με τον δυσμενέστερο εφελκυσμό; Αυτό θα φανεί όταν πάμε να βάλουμε ενισχύσεις για να αναιρέσουμε το πρόβλημα του εφελκυσμού στα υπέρθρα που το απαιτούν. Σημαντικό είναι εδώ να τονιστεί πως πάντα πρέπει να αντιμετωπίζουμε τον εφελκυσμό και στη συνέχεια και με την εμφάνιση των υπολοίπων ελέγχων να προχωρήσουμε και σε άλλες ενισχύσεις αν απαιτούνται.

3.2.1 Ενίσχυση σε κάμψη εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα

Η ενίσχυση σε εφελκυσμό δίνεται από την επιλογή για ενίσχυση κάμψης εκτός επιπέδου περί οριζόντιο άξονα. Αφού εισάγουμε τα στοιχεία της ενίσχυσης και ξανακάνουμε έλεγχο λαμβάνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα

Τοίχος : 11111
Ενίσχυση Τοιχοποιίας με μεταλλικές ράβδους
Ενίσχυση για Εφελκυσμό

Πλήθος ράβδων ανά εφελκυσμένη παρειά = 2

Μέση τάση διαρροής F_{sy} (MPa) = **979.45**

Εμβαδόν διατομής ράβδου (mm²) = 7.30

Μέτρο Ελαστικότητας E_s (GPa) = 500.00

Εφελκυστική αντοχή διαρροής F_y (kN) = 7.15

Έλεγχος Πεσσών					
α/α	N_{Ed} (kN)	F_y (kN)	N_{Ed}/F_y	Επάρκεια	Συνδυασμός
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Έλεγχος Υπέρθρων					
α/α	N_{Ed} (kN)	F_y (kN)	N_{Ed}/F_y	Επάρκεια	Συνδυασμός
7	6.06	28.60	0.212	Ναι	2
8	4.41	28.60	0.154	Ναι	2
9					
10	3.37	28.60	0.118	Ναι	2
11					
12	6.77	28.60	0.237	Ναι	2
13	1.47	28.60	0.051	Ναι	1
14	3.22	28.60	0.113	Ναι	2
15	6.43	28.60	0.225	Ναι	2
16	13.79	28.60	0.482	Ναι	2

Όλα τα υπέρθρα εκτός από τα 9 και 11 που δεν είχαν πρόβλημα, πλέον δεν έχουν πρόβλημα σε εφελκυσμό.

Το ίδιο αποτέλεσμα θα πετύχαινα αν είχα τοποθετήσει μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος

Μανδύας Σκυροδέματος

Ποιότητα Σκυροδέματος : C16/20

Ποιότητα Χάλυβα : S220

Είδος : Δίπλευρος

Πάχος t (cm) = 10.000

Πλέγμα : Φ 10 / 15

Αρχική Διατμητική Αντοχή μανδύα $f_{Rd,c}$ (MPa) = 0.244

Ο έλεγχος σε εφελκυσμό με μανδύα παρουσιάζεται σε ξεχωριστή εκτύπωση.

Στη συνέχεια ανοίγω ξανά τους ελέγχους.

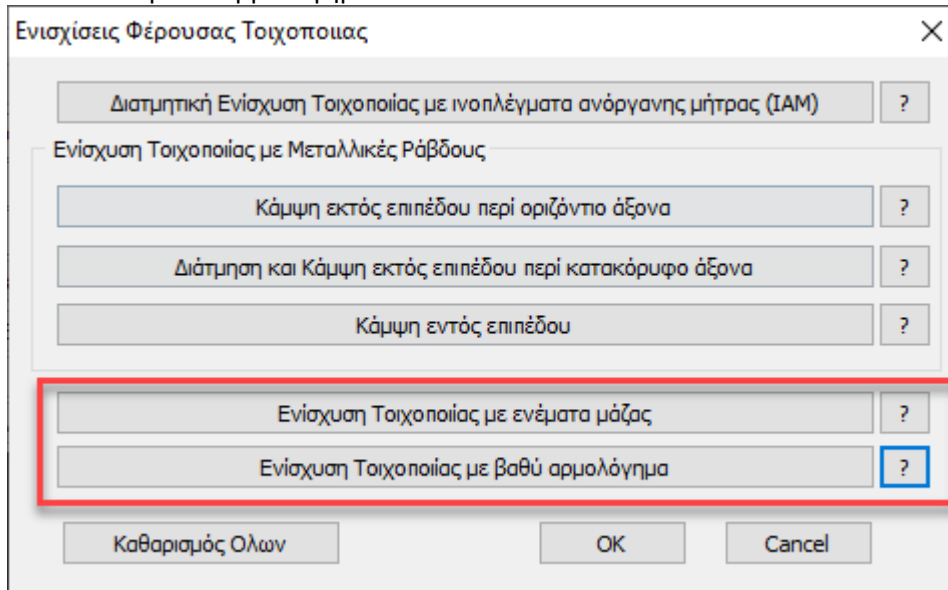
[illegible][illegible]

Να σημειωθεί ότι στον αρχικό χαρακτηρισμό δεν θα δω διαφορά. Εκεί που θα δω διαφορά είναι στην εμφάνιση πλέον των ελέγχων για τις υπόλοιπες μορφές αστοχίας έτσι ώστε να εντοπιστούν ανεπάρκειες που θα αντιμετωπιστούν πιθανόν με ενισχύσεις οι οποίες υλοποιούνται, όπου απαιτούνται, όπως στους πεσσούς.

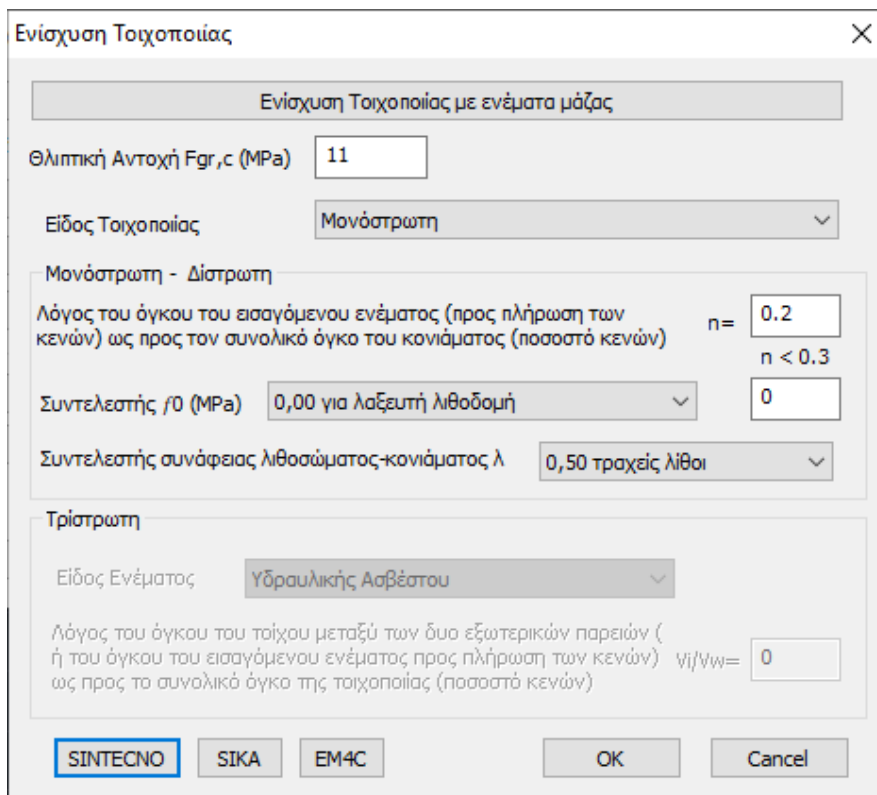
3.3 Με Ενέματα μάζας

Στη νέα έκδοση του προγράμματος προστέθηκαν δύο νέοι τρόποι ενίσχυσης της φέρουσας τοιχοποιίας:

- ✓ Με ενέματα μάζας (Ομογενοποίηση)
- ✓ Με βαθύ αρμολόγημα



Η ενίσχυση με ενέματα μάζας βασίζεται στην παράγραφο 8.9.5.1 του ΚΑΔΕΤ.



Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει υλικά μεταξύ των τριών διαθέσιμων εταιρειών ώστε να συμπληρωθεί αυτόματα η θλιπτική αντοχή $F_{gr,c}$. Εναλλακτικά, μπορεί να συμπληρώσει την τιμή αυτή χειροκίνητα.

Έπειτα διαλέγει το είδος της τοιχοποιίας – μονόστρωτη, δίστρωτη ή τρίστρωτη.

Στις πρώτες δύο περιπτώσεις ο χρήστης καλείται να υπολογίσει τον λόγο του όγκου του εισαγόμενου ενέματος (προς πλήρωση κενών) ως προς τον συνολικό όγκο του κονιάματος (ποσοστό κενών), n .

Επιπλέον, ο χρήστης επιλέγει τους συντελεστές f_0 και λ .

$$f_{wc,f} = f_{wc,0} + \Delta f_0 + \lambda n f_{grc} \quad (8.2)$$

όπου:

$f_{wc,f}$ και $f_{wc,0}$

η τελική ή η αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, αντιστοίχως

n

ο λόγος του όγκου του εισαγόμενου ενέματος ως προς τον συνολικό όγκο του κονιάματος

f_{grc}

η θλιπτική αντοχή του ενέματος

$\Delta f_0 = f_0 \cdot (1 + 1/10n)$

Λόγω των ενεμάτων μειώνεται η ακανονιστία και ανομοιογένεια της δόμησης που οφείλεται στον βαθμό λάξευσης των λίθων και επομένως απαιτείται μείωση του συντελεστή f_0

λ

συντελεστής συνάφειας λιθοσώματος-κονιάματος, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 0,50 για τραχείς λίθους και ίσος με 0,1 για πολύ λείους λίθους

Στην περίπτωση της τρίστρωτης τοιχοποιίας ενεργοποιείται το παρακάτω παράθυρο, καθώς η νέα θλιπτική αντοχή υπολογίζεται μονάχα από τον λόγο του όγκου των δυο εξωτερικών παρειών (ή του όγκου του εισαγόμενου ενέματος προς πλήρωση κενών) ως προς τον συνολικό όγκο της τοιχοποιίας (ποσοστό κενών)

Τρίστρωτη

Είδος Ενέματος

Λόγος του όγκου του τοίχου μεταξύ των δυο εξωτερικών παρειών (ή του όγκου του εισαγόμενου ενέματος προς πλήρωση των κενών) ως προς το συνολικό όγκο της τοιχοποιίας (ποσοστό κενών) $V_i/V_W =$

Στα αποτελέσματα βλέπουμε πλέον την νέα μέση θλιπτική αντοχή

Έλεγχος Πεσσών								
α/α	Μήκος (cm)	Πάχος (cm)	Μέση Θλιπτική Αντοχή f_m (N/mm ²)				Μέση Διατμητική Αντοχή f_{vm0} (N/mm ²)	
			Αρχική	Με Ένεμα	Με Αρμολόγημα	Τελική	Αρχική	Τελική
1	150.0	25.0	1.14	2.13		2.13	0.15	0.30
2	200.0	25.0	1.14	2.13		2.13	0.15	0.30
3	200.0	25.0	1.14	2.13		2.13	0.15	0.30
4	150.0	25.0	1.14	2.13		2.13	0.15	0.30

Βλέπουμε επίσης και τη νέα μέση διατμητική αντοχή f_{vm0} .

Υπενθυμίζω πως η αρχική f_{vm0} προκύπτει από την αντίστοιχη χαρακτηριστική διατμητική αντοχή f_{vk0} (που είναι δεδομένο της τοιχοποιίας) με βάση τη σχέση του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

$$f_{vm0} = \min(1.5 \cdot f_{vk0}, f_{vk0} + 0.05 \text{ (MPa)}), \quad (\text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. - Παράρτημα 4.1 (§2.β)})$$

Από εκεί και κάτω στους υπολογισμούς, όπου απαιτείται, χρησιμοποιούνται οι δύο νέες τιμές αντοχής καθώς και η νέα ροπή αντοχής σε κάμψη.

Για παράδειγμα για ένα τοίχο πριν την ενίσχυση

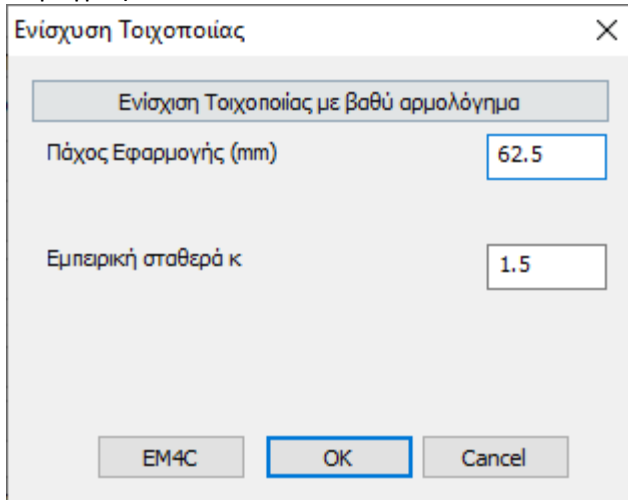
Επίπεδο Γνώσης: ΕΓ1:Περιορισμένη		$CF_m = 1.35$	
Αντοχές Τοιχοποιίας :	Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή	f_k (N/mm ²) =	0.79
	Μέση θλιπτική αντοχή	f_m (N/mm ²) =	1.14
	Αρχική χαρακτ.διατμ.αντοχή	f_{vk0} (N/mm ²) =	0.10
	Αρχική μέση διατμ.αντοχή	f_{vm0} (N/mm ²) =	0.15
	Μέγιστη διατμητική αντοχή	f_{vkmax} (N/mm ²) =	0.07

και για τον ίδιο τοίχο μετά την ενίσχυση

Επίπεδο Γνώσης: ΕΓ1:Περιορισμένη		$CF_m = 1.35$	
Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή	f_k (N/mm ²) =		0.79
Μέση θλιπτική αντοχή	f_m (N/mm ²) =		2.12
Αρχική χαρακτ.διατμ.αντοχή	f_{vk0} (N/mm ²) =		0.10
Αρχική μέση διατμ.αντοχή	f_{vm0} (N/mm ²) =		0.30
Μέγιστη διατμητική αντοχή	f_{vkmax} (N/mm ²) =		0.14

3.4 Με βαθύ αρμολόγημα

Η μέθοδος ενίσχυσης με βαθύ αρμολόγημα είναι στην ουσία μία μέθοδος αντικατάστασης του παλαιού κονιάματος με νέο κονίαμα με βελτιωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά. Προκύπτει με αυτό τον τρόπο μία αύξηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας με βάση τα όσα προβλέπονται στην παράγραφο 8.1.1 του ΚΑΔΕΤ.



Όσον αφορά το πάχος εφαρμογής, το ζητούμενο είναι ο λόγος του όγκου του νέου κονιάματος του αρμολογήματος προς το συνολικό όγκο του παλαιού κονιάματος. Επειδή το νέο αρμολόγημα θα γίνει στους υπάρχοντες αρμούς, στο πεδίο αυτό πληκτρολογούμε το βάθος του νέου αρμολογήματος. Αν το νέο αρμολόγημα γίνει και από τις δύο πλευρές η τιμή αυτή πολλαπλασιάζεται επί 2. Για παράδειγμα αν το νέο αρμολόγημα γίνει σε βάθος 5 cm και από τις δύο πλευρές του τοίχου τότε πληκτρολογούμε την τιμή 100 mm.

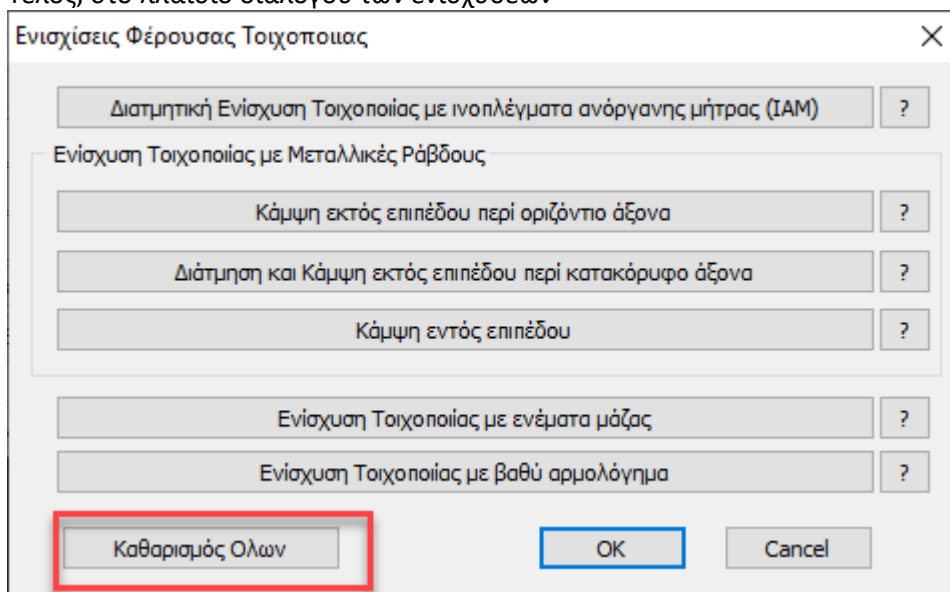
Τα αντίστοιχα αποτελέσματα

α/α	Μήκος (cm)	Πάχος (cm)	Μέση Θλιπτική Αντοχή f_m (N/mm ²)				Μέση Διατμητική Αντοχή f_{vm0} (N/mm ²)	
			Αρχική	Με Ένεμα	Με Αρμολόγημα	Τελική	Αρχική	Τελική
1	150.0	25.0	1.14		1.82	1.82	0.15	0.15
2	200.0	25.0	1.14		1.82	1.82	0.15	0.15
3	200.0	25.0	1.14		1.82	1.82	0.15	0.15
4	150.0	25.0	1.14		1.82	1.82	0.15	0.15

Το αρμολόγημα βελτιώνει μόνο τη θλιπτική αντοχή και τα αντίστοιχα μεγέθη που επηρεάζονται από αυτή.

Αν χρησιμοποιηθούν και τα δύο είδη ενισχύσεων, το τελικό αποτέλεσμα είναι ο λόγος του αθροίσματος των επιμέρους νέων αντοχών επί το αντίστοιχο πάχος εφαρμογής τους, δια του αθροίσματος των δύο παχών εφαρμογής.

Τέλος, στο πλαίσιο διαλόγου των ενισχύσεων



προστέθηκε ένα νέο πλήκτρο το οποίο διαγράφει όλες τις ενισχύσεις που έχουν τοποθετηθεί στο συγκεκριμένο τοίχο.

