



SCADA Pro[™] 16
Structural Analysis & Design

Αποτίμηση Κατασκευών. Τρόποι Αποκατάστασης και Ενίσχυσης

23^ο Φοιτητικό Συνέδριο
Επισκευές-Ενισχύσεις Κατασκευών
Πάτρα 2017

Βασίλειος Τσιτσίας
Πολιτικός Μηχανικός Παν. Πατρών

Innovative
Intuitive
Intelligent



Προσομοίωση Υφιστάμενης Κατασκευής

❑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Υπενθυμίζεται ότι, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν ΔΕΝ πρέπει να είναι ποιότητας B και STI (παλιές ποιότητες υλικών), αλλά προσαρμοσμένα στα χαρακτηριστικά και τις αντοχές των νέων υλικών, με βάση τα όσα ορίζει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ.

❑ ΑΝΑΛΥΣΗ

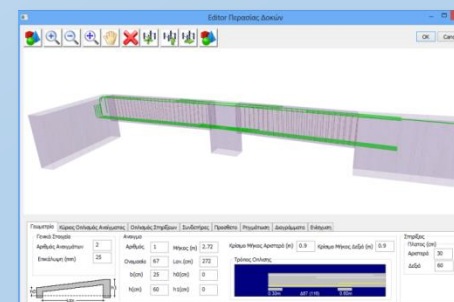
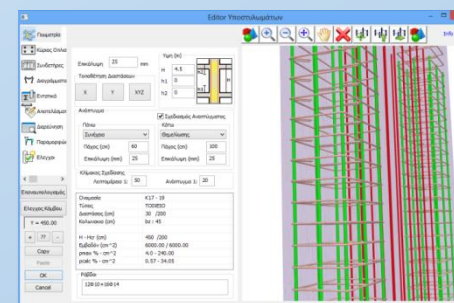
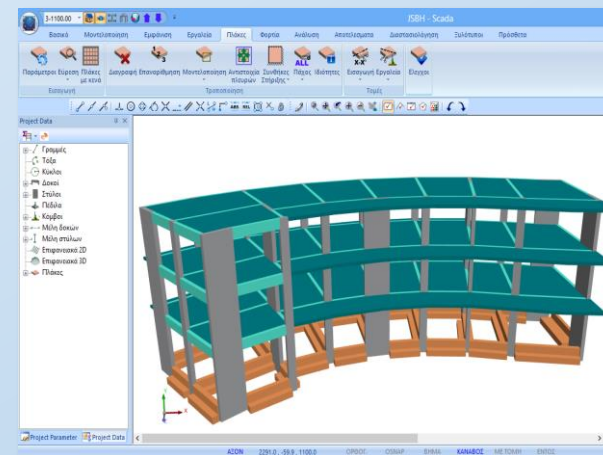
Υπενθυμίζεται ότι, το σενάριο ανάλυσης ΔΕΝ πρέπει να είναι με παλαιούς κανονισμούς. Προτείνεται σενάριο του Ευρωκώδικα 8 (στατική ή δυναμική).

❑ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Υπενθυμίζεται, το σενάριο της διαστασιολόγησης, να είναι σενάριο Ευρωκώδικα.

❑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Υπενθυμίζεται ότι, η τροποποίηση και η προσαρμογή του οπλισμού που προκύπτει από τη διαστασιολόγηση, σύμφωνα με τον υπάρχοντα οπλισμό της κατασκευής, πραγματοποιείται μέσω των εργαλείων “Λεπτομέρειες Οπλισμών” δοκών και στύλων αντίστοιχα.



Τεκμηρίωση Φέροντος Οργανισμού – Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (Σ.Α.Δ.) (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 3.6)

- Στις υφιστάμενες κατασκευές, οι αριθμητικές τιμές των δεδομένων που υπεισέρχονται στην αποτίμηση και στον ανασχεδιασμό έχουν αβεβαιότητες γενικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των νέων κατασκευών.
- Εισάγονται τρεις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (Σ.Α.Δ.), ανάλογα με την έκταση και την ακρίβεια της πληροφορίας.
 - Υψηλή
 - Ικανοποιητική
 - Ανεκτή
- Ανελαστική Pushover Ανάλυση: Συνιστάται να εφαρμόζεται με “Ικανοποιητική” τουλάχιστον Σ.Α.Δ.
- Ελαστικές μέθοδοι (καθολικού δείκτη q ή τοπικού δείκτη m): Δεν τίθενται προϋποθέσεις εφαρμογής σχετιζόμενες με τη Σ.Α.Δ.

Τοιχοπληρώσεις

ΚΑΝ.ΕΠΕ. §2.1.4.2:

- Λαμβάνονται υπόψιν μόνο για τις σεισμικές δράσεις.
- Λαμβάνονται υποχρεωτικά όταν επηρεάζουν δυσμενώς τον φορέα.

ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.4.3γ:

- Απαγορεύεται η τοποθέτηση των τοιχοπληρώσεων επιλεκτικά, σε ορισμένους ορόφους ή θέσεις του κτιρίου, και όχι στο σύνολό τους, ώστε η μορφολογία να μετατρέπεται από μη-κανονική σε κανονική.

ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.9.2:

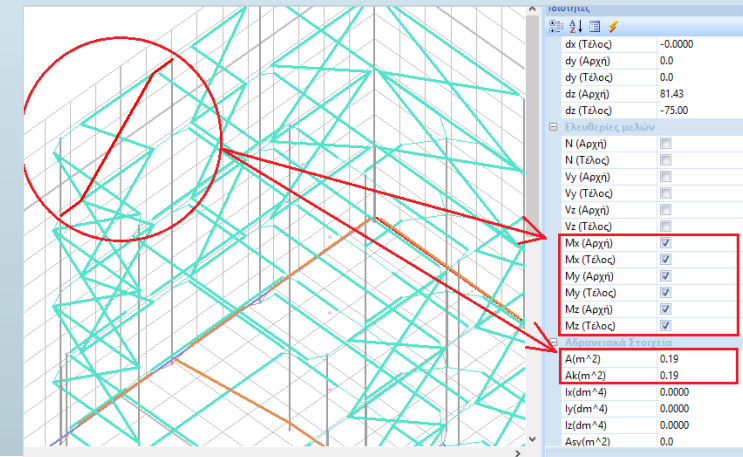
- Στις **ελαστικές αναλύσεις** επιτρέπεται να θεωρούνται σε **χιαστί διάταξη** (άρα η μια διαγώνιος θλίβεται και η άλλη εφελκύεται), δίνοντας σε κάθε διαγώνιο το **ήμισυ** της δυστένειας $E\Delta\rho$.
- Στις **ανελαστικές αναλύσεις** χρησιμοποιείται ζεύγος χιαστί διαγωνίων με πλήρη δυστένεια $E\Delta\rho$ η καθεμιά, αλλά λαμβάνεται υπόψιν μόνο εκεί που λειτουργεί υπό θλίψη.

Εφαρμογή στο SCADA Pro Retrofit:

Οι τοιχοπληρώσεις εισάγονται με χιαστί ράβδους με τις εξής ιδιότητες:

- **Ελευθερίες μελών:** Αρθρώσεις ροπών M_x, M_y, M_z ,
- **Αδρανειακά Στοιχεία:**
 - **A:** Εμβαδόν διαγωνίου $A\rho$, το οποίο ανάλογα με τον τύπο της ανάλυσης, λαμβάνεται:
 - **Ελαστική Ανάλυση:** Λαμβάνεται $A\rho/2$,
 - **Pushover Ανάλυση:** Κάθε βήμα της ανάλυσης γίνεται σε 2 στάδια, στο 1^ο εντοπίζονται οι εφελκόμενες ράβδοι, και στο 2^ο επαναλαμβάνεται η ανάλυση αγνοώντας τις πρώτες από το μοντέλο,
 - **E:** Μέτρο ελαστικότητας τοιχοπλήρωσης = $800 \div 1000 \times f_{wc,s}$,
 $f_{wc,s}$: Θλιπτική αντοχή κατά την διεύθυνση της διαγωνίου (Σ.18)

$$\bar{f}_{wc,s} = \lambda_m \lambda_s \lambda_c k f_{bc}^{0.7} f_{mc}^{0.3} \approx 1,25 k f_{bc}^{0.7} f_{mc}^{0.3}$$



Τοιχοπληρώσεις

Ορισμός παραμέτρων τοιχοπληρώσεων στο SCADA Pro Retrofit

ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1 δ:

Ανοίγματα: Στην περίπτωση που οι τοιχοποιίες πλήρωσης έχουν **ανοίγματα**, οι αντίστοιχοι καταστατικοί νόμοι τροποποιούνται κατάλληλα, ώστε να προσεγγίσουν τη δυσμενή εν γένει επιρροή των ανοιγμάτων.

- **Χωρίς ή 1 μικρό περίπου στο κέντρο:** Η τοιχοπλήρωση λαμβάνεται υπόψη κανονικά.
- **2 μεγάλα στα άκρα:** Η τοιχοπλήρωση αμελείται.
- **1 μεγάλο περίπου στο κέντρο:** Όταν υπάρχει άνοιγμα περίπου στο κέντρο του φανώματος, οι διαστάσεις του οποίου υπερβαίνουν το 50%, η τοιχοπλήρωση αμελείται.
- **Άλλο:** Όταν υπάρχει ένα άνοιγμα περίπου στο κέντρο ή δύο μικρά και γειτονικά ανοίγματα που μπορούν να θεωρηθούν ως ένα ισοδύναμο άνοιγμα, περιγεγραμμένο σ'αυτά, όπου οι διαστάσεις h & l κυμαίνονται μεταξύ του 20% και 50% του φανώματος, τότε λαμβάνεται υπόψη η τοιχοπλήρωση.

ΚΑΝ.ΕΠΕ. Παράρτημα 7Δ, §12:

Στάθμη βλαβών: Για τον ορισμό της έκτασης των βλαβών στις υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις, υιοθετείται η κατάταξη σε **στάθμες βλαβών** με μειωτικούς συντελεστές που αφορούν την αντίσταση της θλιβόμενης διαγώνιας ράβδου, Γ_R , και την κλίση του ελαστικού κλάδου του σκελετικού διαγράμματος, Γ_K , σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Στάθμη Βλαβών	Περιγραφή βλάβης	Γ_K	Γ_R
Ελαφρές	Ελαφρές (έως μέτριες) ρωγμές, $< 2+3 \text{ mm}$, γύρω από ανοίγματα, ή ρωγμές αποκόλλησης του ΦΟ και ΟΠ. Πολλαπλές ελαφρές ρωγμές, ιδίως σε τοίχους με ανοίγματα.	0,90 0,70	0,90 0,70
Σοβαρές	Έντονη ρηγμάτωση, διαγώνια ή διαδιαγώνια, με εύρος ρωγμής $> 5 \text{ mm}$, αποκόλληση από τον σκελετό, ρηγμάτωση των διαζωμάτων, απουσία σημαντικών μετακινήσεων εκτός επιπέδου ($< 5 \text{ mm}$).	0,50	0,50
Βαρίες	Έντονη ρηγμάτωση, γενικής διαδιαγώνια, με εύρος ρωγμής $> 10 \text{ mm}$, αποκόλληση από τον σκελετό, βλάβες των διαζωμάτων και μικρή μετακίνηση εκτός επιπέδου (μικρότερη των 15 mm).	0,20	0,20

Τοιχοπληρώσεις

Γεωμετρικά στοιχεία τοιχοπλήρωσης

Μπατική οπτοπληθοδομή-M2 25 cm

Διαστάσεις (cm)

h 300 $t(\text{cm})=25.00(25.00)$

l 550.00 $\text{Οπτόπληθος κοινός } 6\chi 9\chi 19$

$f_{bc}=2.0000 f_b=1.6733 \varepsilon=15.00$

Τσιμεντοκονίαμα-M2

Ανοίγματα

Χωρίς ή 1 μικρό περίπου στο κέντρο

Διαστάσεις περιγεγραμμένου (cm)

h 0 l 0

0.00% 0.00%

Στάθμη βλαβών

Χωρίς βλάβες

Τύπος επαφής στο περιβάλλον πλαίσιο

Περιμετρική Επαφή

Ασπλη

$L=626.50$

$\gamma_m = 2.00$ (Συντελεστής ασφαλείας τοιχοπλήρωσης)

$f_k = 0.79$ (αντοχή τοιχοπλήρωσης σε κατακόρυφη θλίψη)

Σκελετικό Διάγραμμα $\sigma-\varepsilon$

ε_y 0.0015 ε_u 0.0035

ε_u 0.0035 α 0

$f_y=f_{yk}$ y u

$\alpha \cdot f_{yk}$ E_y E_u $E_{u'}$ ε

$\alpha=0.25$

Cancel OK

Ανοίγματα

Χωρίς ή 1 μικρό περίπου στο κέντρο
2 μεγάλα στα άκρα
1 μεγάλο περίπου στο κέντρο
Άλλο

Στάθμη βλαβών

Χωρίς βλάβες
Ελαφρές (έως μέτριες) Ρωγμές
Πολλαπλές Ελαφρές Ρωγμές
Σοβαρές
Βαρίες

Τύπος επαφής στο περιβάλλον πλαίσιο

Περιμετρική Επαφή
Επιμελημένη Περιμετρική Σφρήνωση

Τοιχοπληρώσεις

ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1 ε:

Τύπος επαφής στο περιβάλλον πλαίσιο:

Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι άοπλες τοιχοπληρώσεις δεν αστοχούν πρόωρα εκτός επιπέδου.

Το μέγεθος που επιδρά αρνητικά στο φαινόμενο αυτό είναι η λυγηρότητα λ του τοίχου: $\lambda = L / t_{eff}$.

- Περιμετρική επαφή

Προτείνονται δύο τρόποι αντιμετώπισης, όπου επιλέγεται ο μικρότερος από τους παρακάτω συντελεστές (n1.1, n1.2):

➤ Ανάλογα με την λυγηρότητα $\lambda = L/t_{eff}$, υπολογίζεται ένας μειωτικός συντελεστής n1.1:

✓ Αν $\lambda \leq 15$, δεν απαιτείται απομείωση, $n_{1.1}=1$

✓ Αν $\lambda \geq 30$, η τοιχοπλήρωση αγνοείται, $n_{1.1}=0$

✓ Αν $15 \leq \lambda \leq 30$, υπολογισμός βάσει του παρακάτω τύπου συναρτήσει του μέτρου Ελαστικότητας E και της θλιπτικής αντοχής f_k της τοιχοπλήρωσης:

$$n_{1.1} = 0.9 \cdot \frac{1}{e^{\frac{\left(\frac{L}{t_{eff}} \cdot \sqrt{\frac{f_{wc,k}}{E} - 0.063}\right)^2}{0.9}}}$$

➤ Απλούστερα, ο μειωτικός συντελεστής υπολογίζεται βάσει των παρακάτω σχέσεων, συναρτήσει του μεγέθους λ' (βλ.Σχεδιάγραμμα):

✓ Αν $\lambda' < 10$, $n_{1.2}=1.0$

✓ Αν $10 \leq \lambda' < 20$, $n_{1.2}=-0,1\lambda'+2$

✓ Αν $20 \leq \lambda'$, $n_{1.2}=0$

$$\lambda' = \frac{\sqrt{l \cdot h}}{t_{eff}}$$

Όπου:

- L = μήκος της διαγωνίου του τοίχου. Αν l, h είναι καθαρό ύψος και μήκος του τοίχου: $L = \sqrt{l^2 + h^2}$

- t_{eff} = Ενεργό πάχος του τοίχου,

$$t_{eff} = \begin{cases} t & \text{Μονός τοίχος} \\ t_1 + t_2 & \text{Διπλός τοίχος χωρίς επαρκή} \\ \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} & \text{σύνδεση των δυο φύλλων} \\ & \text{Διπλός τοίχος με πλήρη} \\ & \text{σύνδεση των δύο φύλλων} \end{cases}$$

- Επιμελημένη Περιμετρική Σύνδεση

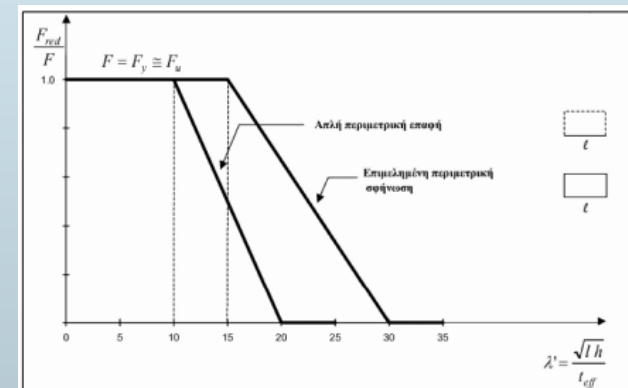
Υπολογίζεται ένας μειωτικό συντελεστής βάσει των παρακάτω σχέσεων, συναρτήσει του μεγέθους λ' (βλ.Σχεδιάγραμμα):

✓ Αν $\lambda' < 15$, $n_2=1.0$

✓ Αν $15 \leq \lambda' < 30$, $n_2=-(2/30)\lambda'+2$

✓ Αν $30 \leq \lambda'$, $n_2=0$

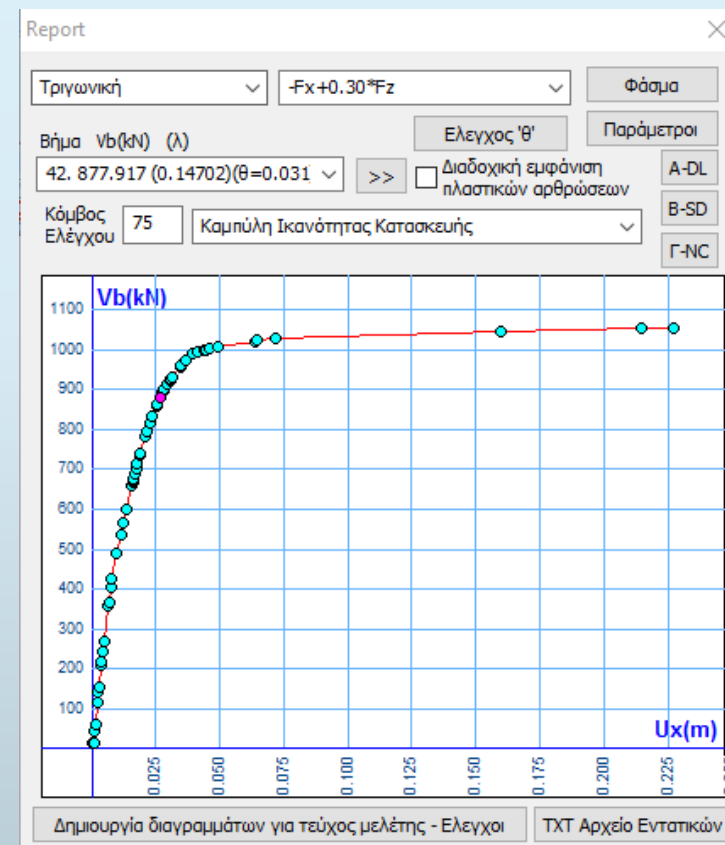
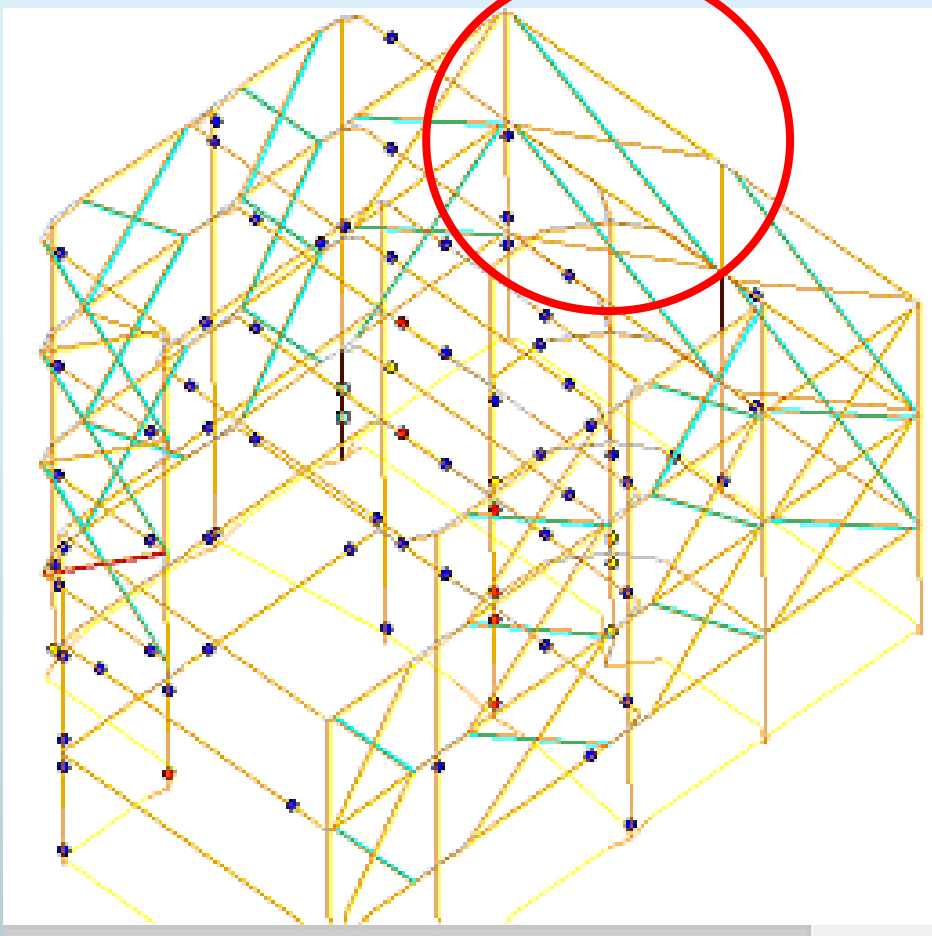
$$\lambda' = \frac{\sqrt{l \cdot h}}{t_{eff}}$$



Τοιχοπληρώσεις

Εφαρμογή στο SCADA Pro Retrofit:

Εμφάνιση Αποτελεσμάτων Pushover: Κάθε βήμα της ανάλυσης γίνεται σε 2 στάδια, στο 1^ο εντοπίζονται οι εφελκυσμένες ράβδοι, και στο 2^ο επαναλαμβάνεται η ανάλυση αγνοώντας τις πρώτες από το μοντέλο. Εκείνες που αγνοούνται από το μοντέλο εμφανίζονται στην παραμορφωσιακή κατάσταση του φορέα με γαλάζιο χρώμα.

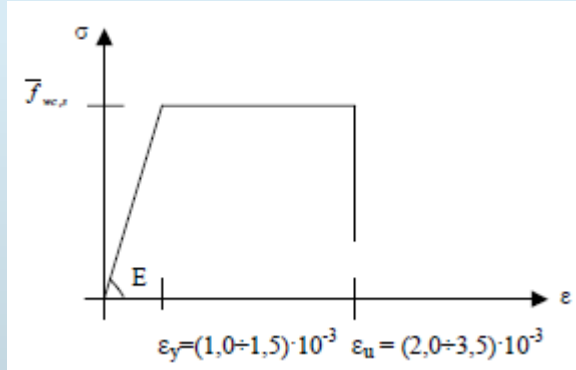


Τοιχοπληρώσεις

Εφαρμογή στο SCADA Pro Retrofit

Έλεγχος τοιχοπλήρωσης

- Ορίζουμε το διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων ισοδύναμης θλιβόμενης διαγώνιας ράβδου άοπλης τοιχοπλήρωσης.
- Οι τιμές που προτείνονται για τις τιμές των ϵ_y και ϵ_u γίνεται κατ'αντιστοιχία προς τις αναγραφόμενες περιοχές του παρακάτω διαγράμματος, δηλ.για μικρές ϵ_y ισχύουν και μικρές ϵ_u .
- Η μετά την αστοχία εναπομένουσα αντοχή F_{res} λαμβάνεται ως μηδενική.



Τοιχοπληρώσεις

Γεωμετρικά στοιχεία τοιχοπλήρωσης

Μηστική οπτοπληθοδομή-M2 25 cm

Διαστάσεις (cm)

h 300 t(cm)=25.00(25.00)
l 550.00 Οπτόπλιθος κοινός 6x9x19
f_{bc}=2.0000 f_b=1.6733 ε=15.00
Τσιμεντοκονίαμα-M2

Ανοίγματα

Χωρίς ή 1 μικρό περίπου στο κέντρο

Διαστάσεις περιγεγραμμένου (cm)

h 0 l 0
0.00% 0.00%

Στάθμη βλαβών

Χωρίς βλάβες

Τύπος επαφής στο περιβάλλον πλαίσιο

Περιμετρική Επαφή

Αοπλη
L=626.50
γ_m = 2.00 (Συντελεστής ασφαλείας τοιχοπλήρωσης)
f_k = 0.79 (αντοχή τοιχοπλήρωσης σε κατακόρυφη θλίψη)

Σκελετικό Διάγραμμα σ-ε

ϵ_y 0.0015 ϵ_u' 0.0035
 ϵ_u 0.0035 α 0

$F_y \approx f_{tu}$
 $\alpha \cdot f_{tu}$

Cancel OK

Στάθμες Επιτελεστικότητας (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 2.2.2)

Ονομασία Σ.Ε.	Περιγραφή
Άμεση χρήση μετά το σεισμό (Α) «Περιορισμένες βλάβες»	- Δεν διακόπτεται καμία λειτουργία του κτιρίου κατά την διάρκεια και μετά τον σεισμό, - Επιτρέπεται η ανάπτυξη αραιών τριχοειδών καμπτικών ρωγμών, - Οιονεί-ελαστική συμπεριφορά χωρίς μετελαστικές παραμορφώσεις.
Προστασία ζωής (Β) «Σημαντικές βλάβες»	- Αναμένονται σημαντικές βλάβες με δυνατότητα επισκευής στο Φ.Ο. του κτιρίου, - Τα δομικά στοιχεία διαθέτουν επαρκή και αξιόπιστα περιθώρια έναντι μετελαστικής αστοχίας, - Αναπτύσσονται καμπτικές και διατμητικές ρωγμές, τοπικοί λυγισμοί ράβδων οπλισμών, άνοιγμα άγκιστρων συνδετήρων, - Απουσία σοβαρών τραυματισμών ατόμων εξαιτίας των βλαβών αυτών.
Οιονεί κατάρρευση (Γ)	- Αναπτύσσονται εκτεταμένες σοβαρές βλάβες στον φέροντα οργανισμό, - Ο Φ.Ο. έχει ακόμα την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία, χωρίς να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφάλειας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης, - Εκτεταμένες θραύσεις και αποδιοργάνωση πυρήνα σκυροδέματος, - Δεν αποκλείονται σοβαροί τραυματισμοί λόγω βλαβών.

Στάθμες Επιτελεστικότητας (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 2.2.2)

			Στάθμες Επιτελεστικότητας		
	Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμού Σχεδιασμού	Περίοδος Επαναφοράς Σεισμού Σχεδιασμού	Άμεση χρήση μετά το σεισμό «Περιορισμένες βλάβες»	Προστασία ζωής «Σημαντικές βλάβες»	Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης
Επίπεδο Σεισμικής Επικινδυνότητας	50 %	72 χρόνια	A2	B2 Μη αποδεκτή συμπεριφορά για III, IV	Γ2 Μη αποδεκτή συμπεριφορά για III, IV
	10 %	475 χρόνια	A1	B1	Γ1 Μη αποδεκτή συμπεριφορά για III, IV



Στάθμες Επιτελεστικότητας (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 2.2.2)

SCADA Pro Retrofit

Φάσματα

Ζωή σχεδιασμού (έτη) 50 Εκθέτης k (3.0) 3

Περιορισμένες Βλάβες (A - DL)

☒ Ελεγχος Εδαφική επιπάχυνση $a_g = A_g R \cdot \gamma I \cdot (T_R / T_L R) 1/k$ 0.16

Υπολογισμός TR

Περίοδος επαναφοράς TR (έτη) 475

Πιθανότητα υπέρβασης PR % 10

Υπολογισμός TLR

Πιθανότητα υπέρβασης PLR % 10

Περίοδος επαναφοράς TLR (έτη) 475

Σημαντικές Βλάβες (B - SD)

☒ Ελεγχος Εδαφική επιπάχυνση $a_g = A_g R \cdot \gamma I \cdot (T_R / T_L R) 1/k$ 0.16

Υπολογισμός TR

Περίοδος επαναφοράς TR (έτη) 475

Πιθανότητα υπέρβασης PR % 10

Υπολογισμός TLR

Πιθανότητα υπέρβασης PLR % 10

Περίοδος επαναφοράς TLR (έτη) 475

Οιονεί Κατάρρευση (Γ - NC)

☒ Ελεγχος Εδαφική επιπάχυνση $a_g = A_g R \cdot \gamma I \cdot (T_R / T_L R) 1/k$ 0.16

Υπολογισμός TR

Περίοδος επαναφοράς TR (έτη) 475

Πιθανότητα υπέρβασης PR % 10

Υπολογισμός TLR

Πιθανότητα υπέρβασης PLR % 10

Περίοδος επαναφοράς TLR (έτη) 475

Προεπιλογή

KANEPE 10% KANEPE 50% EC8 2% EC8 10% EC8 20%

OK Cancel

Φάσματα

Ζωή σχεδιασμού (έτη) 50 Εκθέτης k (3.0) 3

Περιορισμένες Βλάβες (A - DL)

☒ Ελεγχος Εδαφική επιπάχυνση $a_g = A_g R \cdot \gamma I \cdot (T_R / T_L R) 1/k$ 0.0853

Υπολογισμός TR

Περίοδος επαναφοράς TR (έτη) 72

Πιθανότητα υπέρβασης PR % 50

Υπολογισμός TLR

Πιθανότητα υπέρβασης PLR % 10

Περίοδος επαναφοράς TLR (έτη) 475

Σημαντικές Βλάβες (B - SD)

☒ Ελεγχος Εδαφική επιπάχυνση $a_g = A_g R \cdot \gamma I \cdot (T_R / T_L R) 1/k$ 0.0853

Υπολογισμός TR

Περίοδος επαναφοράς TR (έτη) 72

Πιθανότητα υπέρβασης PR % 50

Υπολογισμός TLR

Πιθανότητα υπέρβασης PLR % 10

Περίοδος επαναφοράς TLR (έτη) 475

Οιονεί Κατάρρευση (Γ - NC)

☒ Ελεγχος Εδαφική επιπάχυνση $a_g = A_g R \cdot \gamma I \cdot (T_R / T_L R) 1/k$ 0.0853

Υπολογισμός TR

Περίοδος επαναφοράς TR (έτη) 72

Πιθανότητα υπέρβασης PR % 50

Υπολογισμός TLR

Πιθανότητα υπέρβασης PLR % 10

Περίοδος επαναφοράς TLR (έτη) 475

Προεπιλογή

KANEPE 10% **KANEPE 50%** EC8 2% EC8 10% EC8 20%

OK Cancel

Στόχοι Σχεδιασμού για διάφορες Κατηγορίες Σπουδαιότητας (Πρόταση ΟΑΣΠ)

Κατηγορία Σπουδαιότητας Κτηρίων	Ελάχιστες Ανεκτές Στάθμες Επιτελεστικότητας
I (Κτίρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. γεωργικά κτίρια, κλπ.)	Γ2
II (Συνήθη κτίρια, που δεν ανήκουν στις άλλες κατηγορίες.)	Γ1
III (Κτίρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες κατάρρευσης, π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, πολιτιστικά ιδρύματα κλπ.)	B1
IV (Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των πολιτών, π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, κλπ.)	A2, B1

Προέλεγχος

Προκαταρκτική ελαστική ανάλυση για να εξετασθεί αν πληρούνται τα κριτήρια που θέτει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. για να επιτρέπεται η εφαρμογή ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ (στατική ή δυναμική) ανάλυσης για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό της κατασκευής.

Ο σκοπός της προκαταρκτικής ανάλυσης είναι:
να καθοριστούν οι δείκτες ανεπάρκειας* $\lambda = S_E / R_m$ του κάθε μέλους, προκειμένου να εκτιμηθεί η δυνατότητά του να συμπεριφερθεί ανελαστικά.

**ΟΡΙΣΜΟΣ: Ο λόγος της έντασης λόγω σεισμού (καμπτική ροπή), όπου η σεισμική δράση λαμβάνεται χωρίς μείωση ($q=1$), προς την αντίστοιχη διαθέσιμη αντίσταση του στοιχείου (μόνο αντοχές σε κάμψη), υπολογιζόμενη με βάση τις μέσες τιμές των αντοχών των υλικών.*

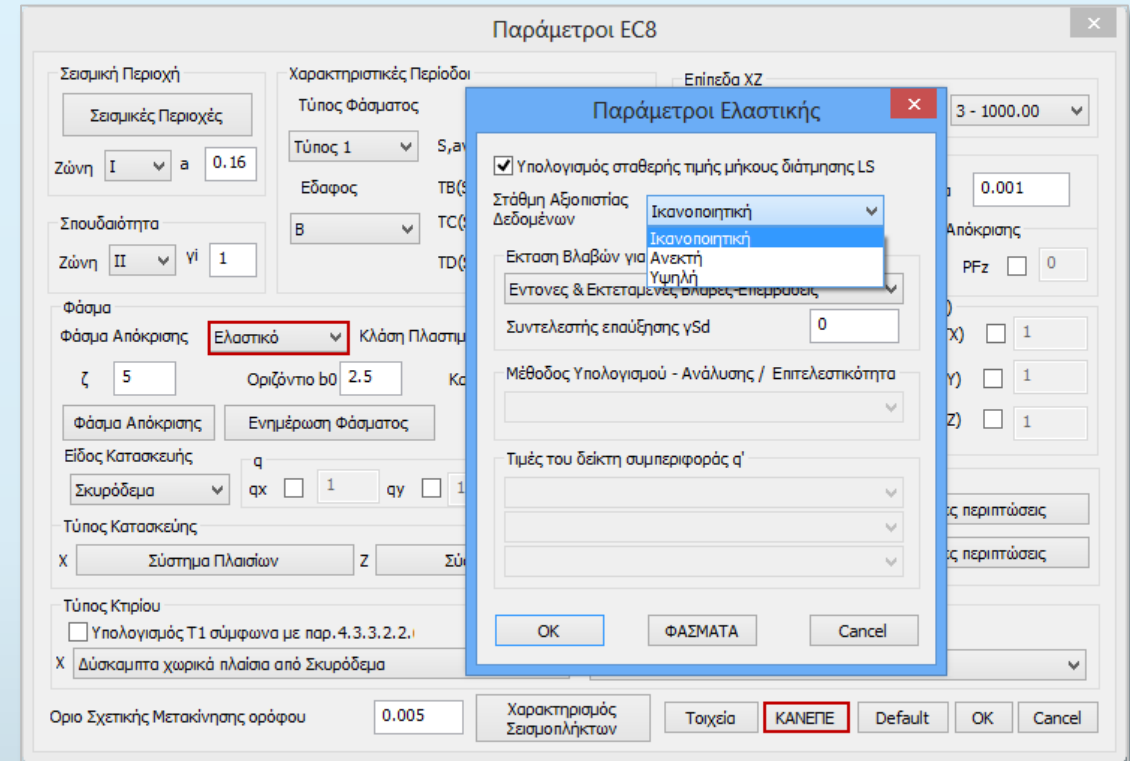
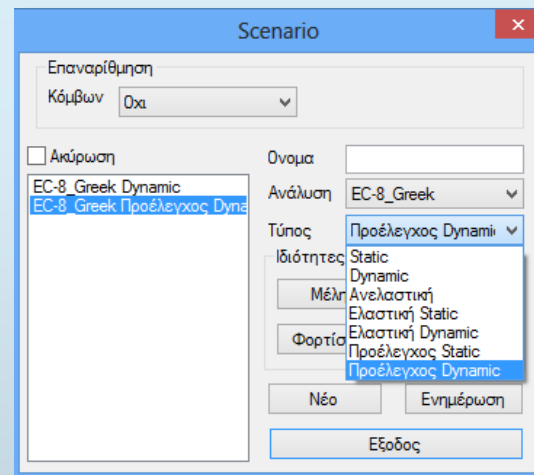
❑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ:

- ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ (συνάρτηση του Μέσου Δείκτη Ανεπάρκειας λ_k)
- ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΣ T_0
- ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ
- ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΟΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΚΟΜΒΩΝ
- ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ λ (λόγος δράσεων-αντιστάσεων)

Προέλεγχος

❑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ:

- Φάσμα ΕΛΑΣΤΙΚΟ
- Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων
- Έκταση Βλαβών για υπολογισμό γ_{sd} (πιν.Σ.4.2)



SCADA Pro Retrofit – Είδη Αναλύσεων

□ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ:

- **Ελαστική (Ισοδύναμη) Στατική Ανάλυση**, με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς
- **Ελαστική Δυναμική Ανάλυση**, με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς, με τη μέθοδο της:
 - Φασματικής Ιδιομορφικής Ανάλυσης
 - Χρονοϊστορίας της Απόκρισης
- **Ανελαστική Στατική Ανάλυση**: Pushover Analysis, σταδιακή εξώθηση – υπερωθητική ανάλυση
- **Ανελαστική Δυναμική Ανάλυση**: Ανάλυση Χρονοϊστορίας, άμεση αριθμητική ολοκλήρωση των μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων κίνησης

Ελαστική Ανάλυση

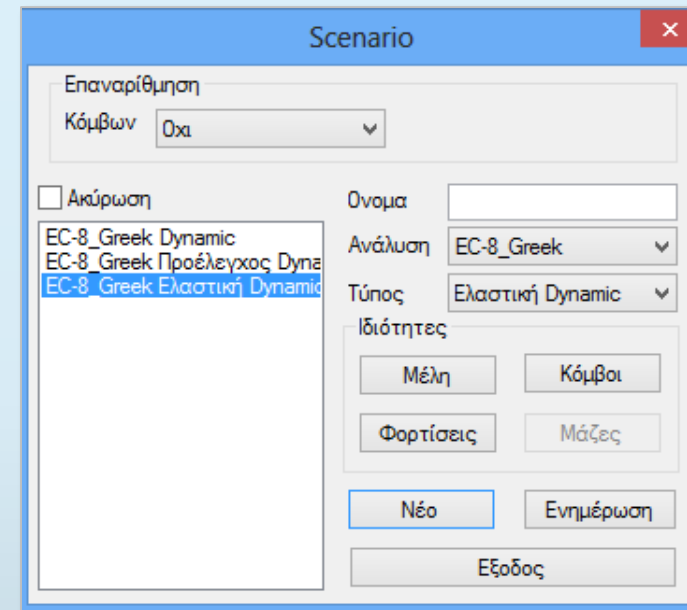
❑ ΣΕΝΑΡΙΟ

■ EC_8 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ

Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση, με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς. Εφόσον ικανοποιούνται όλα τα κριτήρια εφαρμογής των ελαστικών στατικών μεθόδων για Στάθμες Επιτελεστικότητας Β και Γ

■ EC_8 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ

Ελαστική δυναμική ανάλυση, με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς. Εφόσον για όλα τα κύρια στοιχεία προκύπτει $\lambda \leq 2,5$



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ : Οι ελαστικές μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν για αποτίμηση σε κάθε περίπτωση, αρκεί να γίνει προσαύξηση του συντελεστή των μόνιμων φορτίων γ_{sd} κατά 0.15

A tall, modern skyscraper with a glass facade and a central vertical garden. The building features a grid-like pattern of windows and a central section with greenery. The sky is clear and blue.

Η μέθοδος των επιμέρους δεικτών συμπεριφοράς (m) συνιστάται να εφαρμόζεται σε φορείς που παρουσιάζουν έντονη ανισοκατανομή των απαιτούμενων πλαστικών παραμορφώσεων .

Παράμετροι EC8

Σεισμική Περιοχή

Σεισμικές Περιοχές

Ζώνη I a 0.16

Σπουδαιότητα

Ζώνη II γι 1

Φάσμα

Φάσμα Απόκρισης

Σχεδιασμού Κλάση Πλν

ζ 5 Ελαστικό Σχεδιασμού Χρήστης 2.5

Φάσμα Απόκρισης

Ενιέρμωση Φάσματος

Είδος Κατασκευής

α qx 3 qy

Σκυρόδεμα

Τύπος Κατασκευής

Χ Σύστημα Πλαϊσίων Ζ

Τύπος Κτηρίου

☐ Υπολογισμός T1 σύμφωνα με παρ.4.3.3.2.2.(

Χ Δύσκαμπτα χωρικά πλαίσια από Σκυρόδεμα

Οριο Σχετικής Μετακίνησης ορόφου 0.005

Τοιχεία ΚΑΝΕΠΕ Default OK Cancel

Παράμετροι Ελαστικής

☒ Υπολογισμός σταθερής τιμής μήκους διάτμησης LS

Εδαφος

Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων Ικανοποιητική

Εκταση Βλαβών για το υπολογισμό του γSd (Σ.4.2)

Ελαφρές & Τοπικές Βλάβες-Επεμβάσεις

Συντελεστής επαύξησης γSd 0

Μέθοδος Υπολογισμού - Ανάλυσης / Επιτελεστικότητα

Καθολικός Δείκτης συμπεριφοράς(α) - Β (SD)

Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς α'

Εφαρμοσθείς κανονισμός μετά 1995

Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων

Υπάρχουν ουσιαστικές βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία

OK Cancel

Ικανοποιητική

Ανεκτή

Υψηλή

Εντονες & Εκτεταμένες Βλάβες-Επεμβάσεις

Ελαφρές & Τοπικές Βλάβες-Επεμβάσεις

Χωρίς Βλάβες & Χωρίς Επεμβάσεις

Sd (TX) 1

Καθολικός Δείκτης συμπεριφοράς(α) - Α (DL)

Καθολικός Δείκτης συμπεριφοράς(α) - Β (SD)

Καθολικός Δείκτης συμπεριφοράς(α) - Γ (NC)

Τοπικός Δείκτης συμπεριφοράς(m) - Β (SD)

Τοπικός Δείκτης πλαστικότητα(m) - Γ(NC)

άλλες περιπτώσεις

άλλες περιπτώσεις

Ελαστική Ανάλυση

- Υπολογισμός **Δεικτών Ανεπάρκειας λ** σε όρους εντατικών μελετών (Ροπές Κάμψης)
- Διαχωρισμός σε **ΠΛΑΣΤΙΜΑ** και **ΨΑΘΥΡΑ** στοιχεία
- Υπολογισμός **Δεικτών Ανεπάρκειας λ** σε **Διάτμηση** για ψαθυρά στοιχεία

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ λ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΟΚΟΥΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ (q)					
Επίθεση Επιτελεστικότητα : B - SD Επίθεση Αξιοπιστίας Δεδομένων : Ικανοποιητική γγ=1.10 Εκταση Βλαβών : Εντονες & Εκτεταμένες Βλάβες-Επηρεάσει					
Μέλος	Κόμβ.	Mz	RMz	λ	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
43	4	51.18	87.80	0.58	Ναι
	11	40.37	114.10	0.35	Ναι
44	11	49.29	138.60	0.36	Ναι
	10	27.72	59.90	0.46	Ναι
45	10	60.37	59.90	1.01	Οχι
	9	59.44	114.10	0.52	Ναι
46	9	59.26	114.10	0.52	Ναι
	7	59.50	59.90	0.99	Ναι
47	7	48.39	59.90	0.81	Ναι
	8	54.14	114.10	0.47	Ναι
48	8	53.01	114.10	0.46	Ναι
	12	51.18	114.10	0.45	Ναι
49	12	67.24	114.10	0.59	Ναι
	5	80.98	114.10	0.71	Ναι
50	5	87.95	114.10	0.77	Ναι
	2	42.50	87.80	0.48	Ναι
51	5	30.12	59.90	0.50	Ναι
	14	44.90	138.60	0.32	Ναι
52	15	41.39	59.90	0.69	Ναι
	56	64.41	87.80	0.73	Ναι
53	13	110.15	138.60	0.79	Ναι
	11	105.56	138.60	0.76	Ναι
54	11	78.15	114.10	0.68	Ναι
	6	118.74	129.30	0.92	Ναι
55	6	128.09	129.30	0.99	Ναι
	8	79.42	87.80	0.90	Ναι
56	13	42.81	59.90	0.71	Ναι
	18	62.34	114.10	0.55	Ναι
57	12	46.80	114.10	0.41	Ναι
	18	65.03	87.80	0.74	Ναι
58	2	37.81	59.90	0.63	Ναι
	16	35.51	114.10	0.31	Ναι
59	16	25.67	114.10	0.23	Ναι

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΠΟΤΥΛΩΜΑΤΩΝ				
Μέλος	Κόμβ.	μl/r	μd	as
1	39	3.30	2.35	1.33
	2	3.40	2.43	1.33
2	40	4.14	2.96	4.00
	3	4.20	3.00	4.00
121	65	12.61	9.01	1.67
	4	12.65	9.04	1.67
4	42	12.71	9.08	2.00
	5	12.81	9.15	2.00
5	43	11.87	8.48	1.33
	6	11.92	8.51	1.33
6	44	4.30	3.07	5.00
	7	4.32	3.09	5.00
7	45	3.82	2.73	5.00
	8	3.84	2.74	5.00
8	46	4.23	3.02	5.00
	9	4.25	3.03	5.00
9	47	4.29	3.07	5.00
	10	4.31	3.08	5.00
10	48	3.51	2.50	5.00
	11	3.53	2.52	5.00
11	49	3.68	2.63	5.00
	12	3.71	2.65	5.00
12	50	3.39	2.42	5.00
	13	3.42	2.44	5.00
13	51	3.72	2.66	4.00
	14	3.75	2.68	4.00
14	52	4.26	3.04	5.00
	15	4.28	3.06	5.00
15	53	3.66	2.62	2.86
	16	3.70	2.64	2.86
16	54	3.35	2.39	2.86
	17	3.38	2.42	2.86
17	55	4.03	2.88	4.44
	18	4.07	2.91	4.44

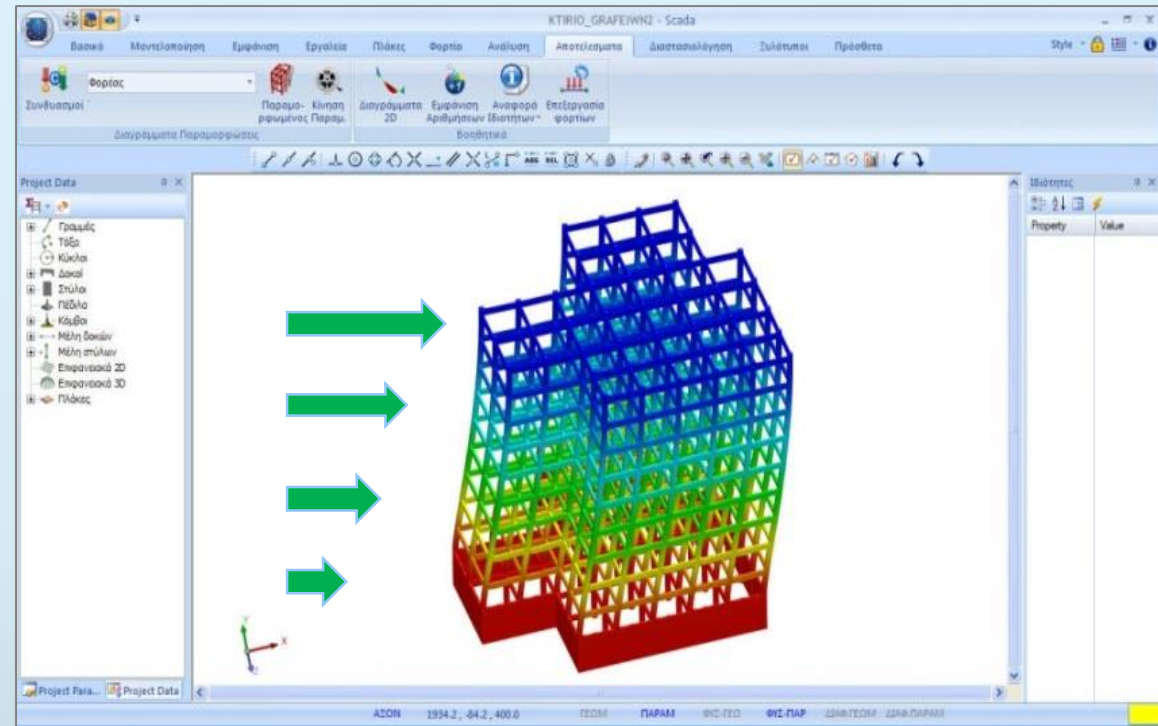
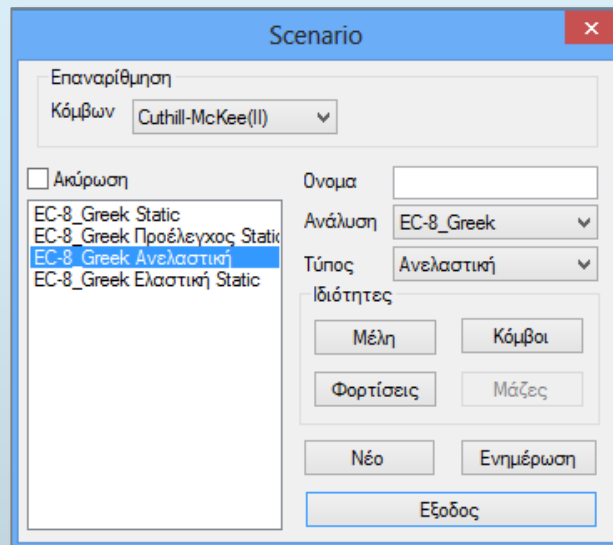
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΕΜΝΟΥΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΨΑΘΥΡΑ ΥΠΟΤΥΛΩΜΑΤΑ					
Μέλος	Κόμβ.	Vedy/Vrdmaxy	Vedz/Vrdmaxz	Vedy/Vrdy	Vedz/Vrdz
1	39	0.091	0.072	0.089	0.317
	2	0.091	0.072	0.089	0.317
121	65	0.059	0.013	0.040	0.041
	4	0.059	0.013	0.040	0.041
5	43	0.188	0.002	0.061	0.004
	6	0.188	0.002	0.061	0.004
18	56	0.182	0.178	1.019	1.080
	19	0.182	0.178	1.019	1.080
19	5	0.075	0.021	0.051	0.056
	20	0.075	0.021	0.051	0.056
20	6	0.086	0.001	0.058	0.005
	21	0.086	0.001	0.058	0.005
30	20	0.054	0.024	0.036	0.065
	31	0.054	0.024	0.036	0.065
31	21	0.055	0.001	0.037	0.003
	32	0.055	0.001	0.037	0.003
38	1	0.338	0.396	1.899	1.153
	56	0.338	0.396	1.899	1.153
39	19	0.065	0.067	0.365	0.404
	57	0.065	0.067	0.365	0.404
40	4	0.056	0.030	0.038	0.097
	58	0.056	0.030	0.038	0.097

Ανελαστική Ανάλυση-Pushover

❑ ΣΕΝΑΡΙΟ

▪ EC_8 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ

Ανελαστική Στατική Ανάλυση -
Pushover Analysis - Σταδιακή Εξώθηση

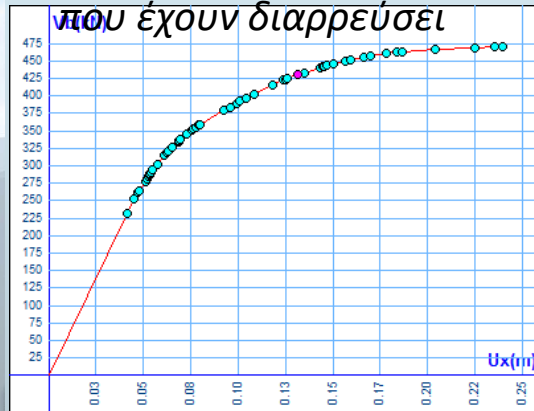


- Η κατασκευή εξωθείται σταδιακά με μονότονα αυξανόμενη πλευρική φόρτιση (τριγωνική ή ορθογωνική) μέχρι να φτάσει στην αστοχία.
- Σταδιακά λοιπόν σχηματίζονται πλαστικές αρθρώσεις στα άκρα των στοιχείων-μελών (δοκών, υποστυλωμάτων, τοιχωμάτων) όλου του φορέα.

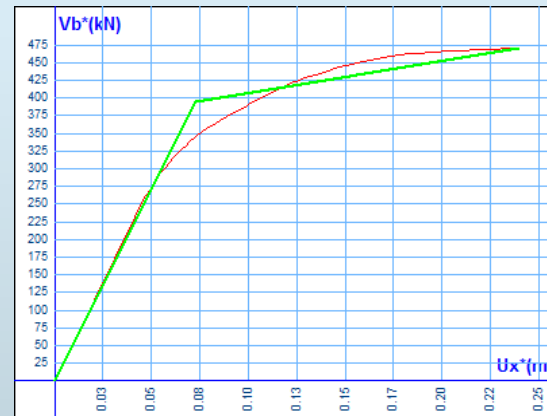
Ανελαστική Ανάλυση-Pushover

❑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:

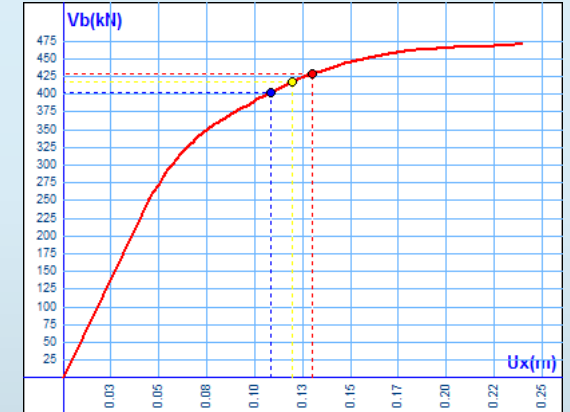
- ΚΑΜΠΥΛΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ που περιγράφει την **ικανότητα** της κατασκευής (τέμνουσας βάσης– μετακίνηση κορυφής) και υπολογίζεται με τη βοήθεια διαδοχικών ελαστικών αναλύσεων, με σταδιακή αύξηση της τέμνουσας βάσης και υπολογισμό της μετακίνησης της κορυφής σε κάθε βήμα, λαμβάνοντας υπόψη τη μειωμένη δυσκαμψία των στοιχείων που έχουν διαρρεύσει



- ΔΙΓΡΑΜΜΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ εξιδανικευμένη καμπύλη για τον υπολογισμό της ισοδύναμης πλευρικής δυσκαμψίας K_e και της αντίστοιχης δύναμης διαρροής V_y του κτιρίου.



- ΣΤΟΧΕΥΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ Οι τρεις στοχευόμενες μετακινήσεις, μία για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας.



Αποτίμηση

(δηλ. εκτίμηση διαθέσιμης Φέρουσας Ικανότητας)

1. Καθορισμός **ανελαστικής συμπεριφοράς** - μη γραμμικά χαρακτηριστικά του νόμου δύναμης – παραμόρφωσης των δομικών στοιχείων & κατασκευή διαγράμματος F-δ

- ❑ Διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων σκυροδέματος & χάλυβα.
- ❑ Για τον προσδιορισμό της αντοχής επιλέγω τη ροπή M και τη **γωνία στροφής χορδής**

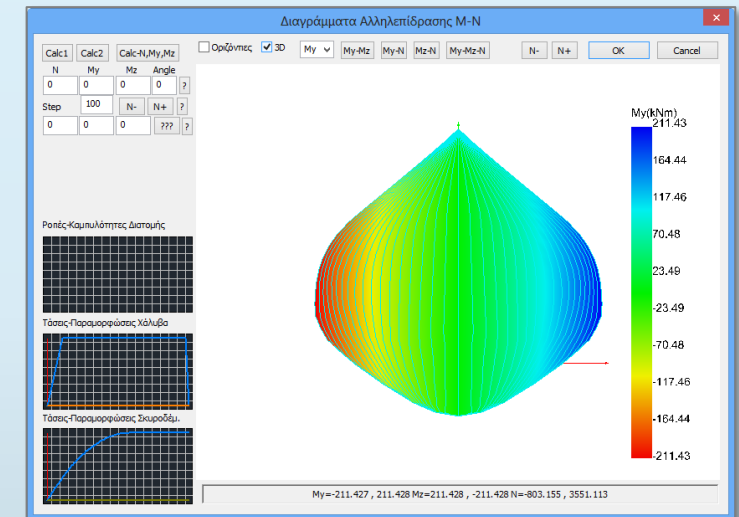
Εάν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, η γωνία στροφής χορδής θ_y στην καμπτική διαρροή στοιχείων μπορεί να εκτιμηθεί από την ακόλουθη έκφραση:

- Για δοκούς ή υποστυλώματα:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_v z}{3} + 0,0014 \left(1 + 1,5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad (\Sigma.2)$$

- Για τοιχώματα:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_v z}{3} + 0,0013 + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad (\Sigma.3)$$



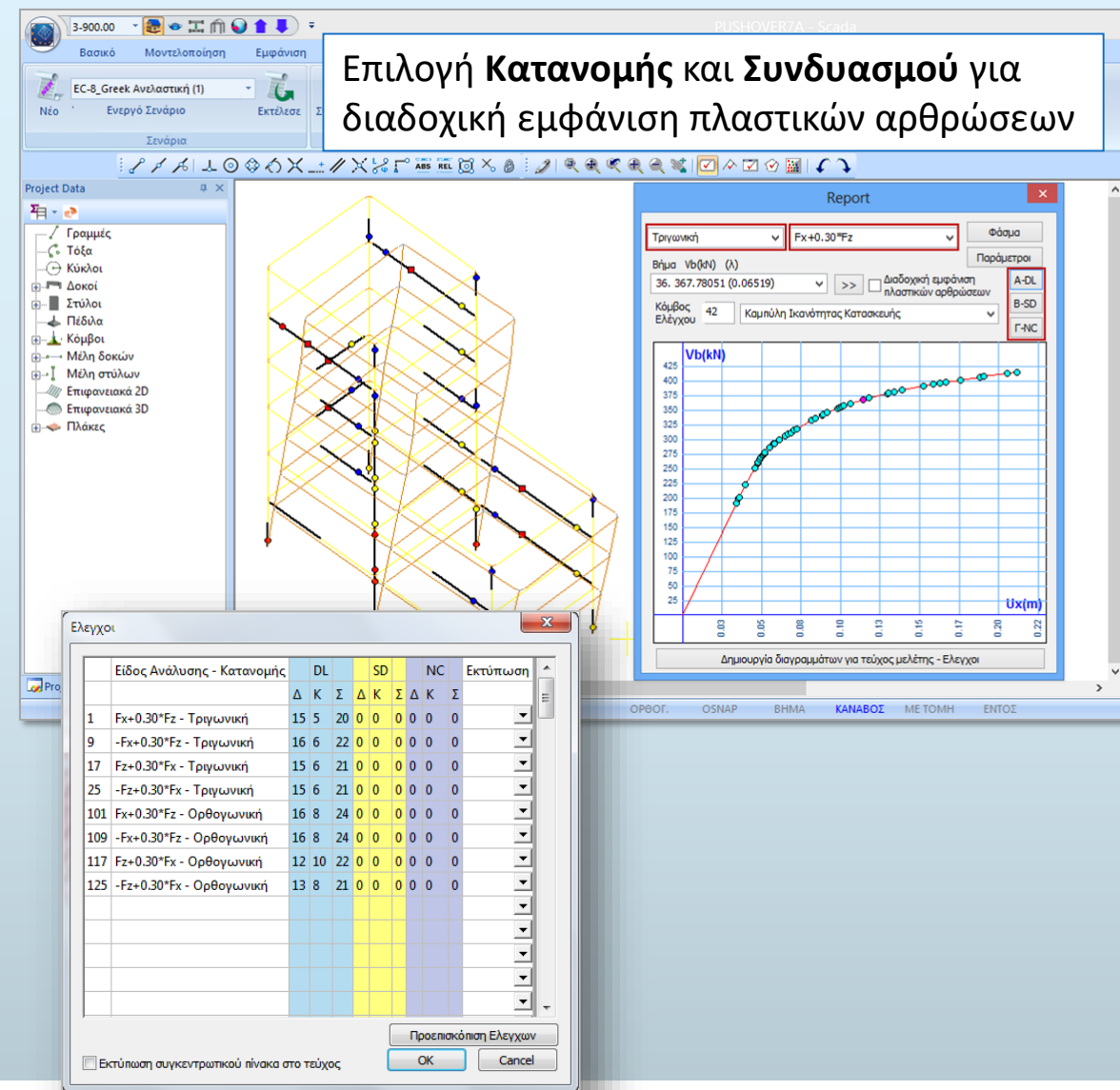
- ❑ Συμβολή καμπτικών παραμορφώσεων
- ❑ Μέσες διατμητικές παραμορφώσεις
- ❑ Ολίσθηση στην αγκύρωση των ράβδων

Αποτίμηση

4. Παράγεται η καμπύλη αντίστασης / ικανότητας / pushover σε όρους τέμνουσας βάσης – μετακίνησης.

Η καμπύλη αντίστασης αποτελεί τη βάση για όλους τους απαιτούμενους ελέγχους και εκφράζει την **ικανότητα** που έχει η κατασκευή να αντιστέκεται στην **απαίτηση** σε μετακίνηση, που επιβάλλει η σεισμική δράση (φάσμα σχεδιασμού), έτσι ώστε η συμπεριφορά της να είναι **συμβατή με τους στόχους της επιλεγείσας στάθμης επιτελεστικότητας**.

5. Βρίσκουμε ποια στοιχεία εμφανίζουν ανεπάρκεια με βάση την στάθμη επιτελεστικότητας.



ΒΗΜΑ 3β «Ανελαστική Ανάλυση-Pushover»

□ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ

- Με κίτρινο χρώμα εμφανίζεται η αρχική, απαραμόρφωτη κατάσταση του φορέα. Με πορτοκαλί χρώμα ο παραμορφωμένος φορέας και με την έγχρωμη κουκκίδα το άκρο δημιουργίας της **πλαστικής άρθρωσης**.
- Η κουκκίδα αυτή, ανάλογα με το μέγεθος της γωνίας στροφής της πλαστικής άρθρωσης θ_{pl} , χρωματίζεται με τρία χρώματα.



ΜΠΛΕ

$$S_d \leq R_d = \theta_d^{pl} = 0.5 \frac{\theta_{pl}}{\gamma_{Rd}} = 0.5 \frac{\theta_{pl}^{cr}}{\gamma_{Rd}}$$



ΚΙΤΡΙΝΗ

$$0.5 \frac{\theta_{pl}}{\gamma_{Rd}} = 0.5 \frac{\theta_{pl}^{cr}}{\gamma_{Rd}} \leq S_d \leq R_d = \theta_d^{pl} = \frac{\theta_{pl}}{\gamma_{Rd}} = \frac{\theta_{pl}^{cr}}{\gamma_{Rd}}$$



ΚΟΚΚΙΝΗ

$$S_d \geq R_d = \theta_d^{pl} = \frac{\theta_{pl}}{\gamma_{Rd}} = \frac{\theta_{pl}^{cr}}{\gamma_{Rd}}$$

γ_{Rd} : συντελεστής ασφαλείας που λαμβάνει υπόψη τις αυξημένες (σε σχέση με το σχεδιασμό νέων κτιρίων) αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων.

-  Τα θαλασσί τετραγωνάκια που εμφανίζονται στα άκρα στων στοιχείων, δηλώνουν αστοχία από **διάτμηση**.

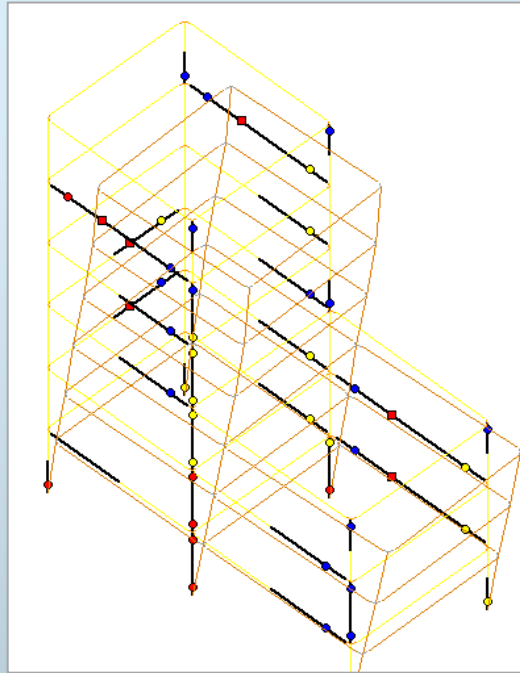
Επεμβάσεις (σύμφωνα με τη Σ.Ε.)

A-DL

Ενισχύω



Βήμα Vb(kN) (λ)
36. 367.78051 (0.06519)

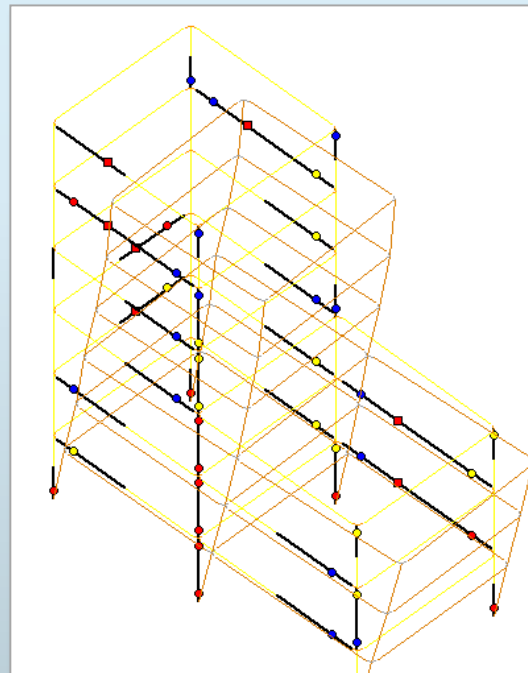


B-SD

Ενισχύω



Βήμα Vb(kN) (λ)
38. 378.40953 (0.07653)

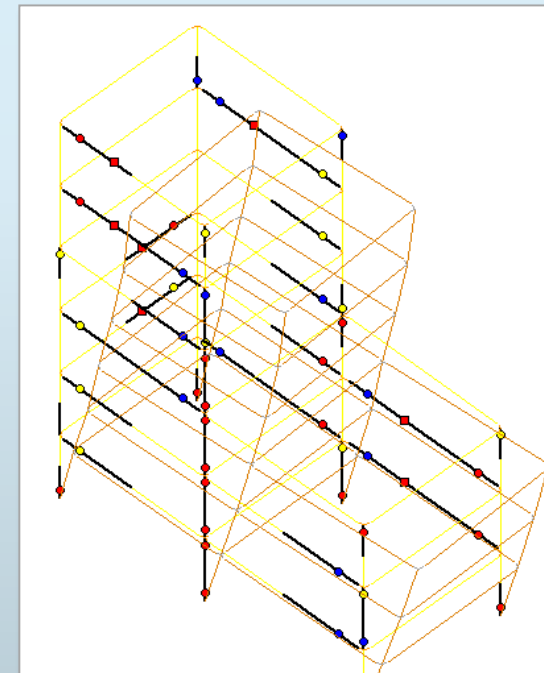


Γ-NC

Ενισχύω



Βήμα Vb(kN) (λ)
40. 380.63160 (0.01998)



Αποτίμηση – Έλεγχος κόμβων πλαισίων

ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.5

Τύποι ανάλυσης:

➤ Ανελαστική Pushover Ανάλυση:

Επιλέγεται από τις “Παραμέτρους” η Στάθμη Επιτελεστικότητας που έχουμε ορίσει ως Στόχο Σχεδιασμού. Τα εντατικά μεγέθη αντιστοιχούν στο βήμα της ανελαστικής για το οποίο η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου είναι ίση με την στοχευμένη μετακίνηση της Σ.Ε (Α-DL , Β-SD , Γ-NC).

➤ Ελαστική Στατική/Δυναμική Ανάλυση:

Ο έλεγχος γίνεται για όλους τους συνδυασμούς της ανάλυσης και το αποτέλεσμα είναι ο δυσμενέστερος λόγος εξάντλησης.(Επιλογή: “*****”).

• Υπολογισμός τέμνουσας δύναμης στον κόμβο V_{jh} ή V_{jv} και διατμητικής τάσης τ_j :

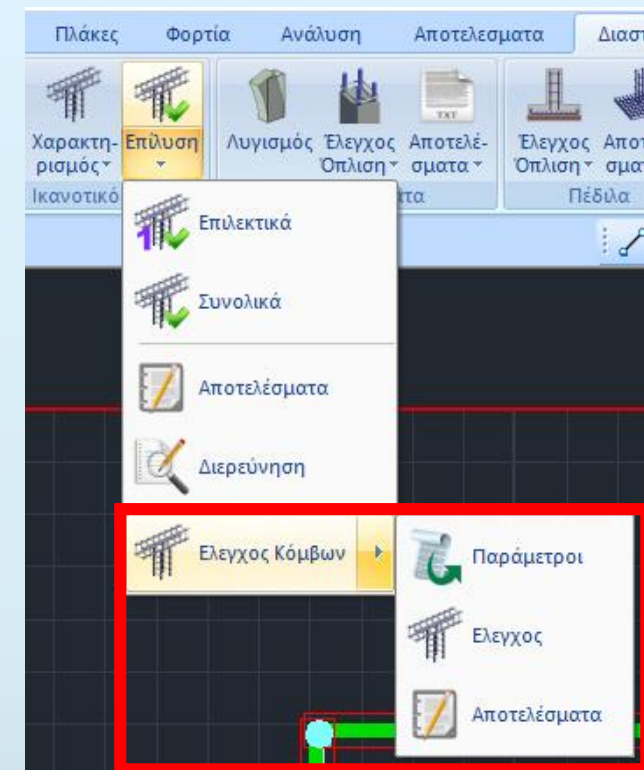
- Αν $\Sigma M_{yb} < \Sigma M_{yc}$, οι δοκοί είναι πιο αδύνατες από τα υποστυλώματα, τότε οι δοκοί εισάγουν μια τέμνουσα δύναμη V_{jh} στον κόμβο:

$$V_{jh} \approx \sum M_{yb} \left(\frac{1}{z_b} - \frac{1}{h_{st}} \frac{L_b}{L_{bn}} \right) \quad (\Sigma.10) \quad \longrightarrow \quad \tau_j = V_{jh} / b_j h_c$$

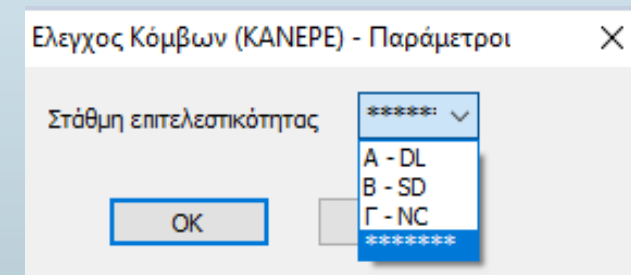
- Αν $\Sigma M_{yb} > \Sigma M_{yc}$, οι δοκοί είναι πιο ισχυρές από τα υποστυλώματα, τότε τα υποστυλώματα καθορίζουν την διατμητική ένταση V_{jv}

$$V_{jv} \approx \sum M_{yc} \left(\frac{1}{z_c} - \frac{1}{L_b} \frac{h_{st}}{h_{st,n}} \right) + \frac{1}{2} \left[V_{g+\psi q, b} \right]_l - \left[V_{g+\psi q, b} \right]_r \quad (\Sigma.11) \quad \longrightarrow \quad \tau_j = V_{jv} / b_j h_b$$

Εφαρμογή στο SCADA Pro Retrofit:



Επιλογή «Παράμετροι»



Αποτίμηση – Έλεγχος κόμβων πλαισίων

- **Έλεγχος**

Υλοποιούνται οι προβλεπόμενοι έλεγχοι:

- **Διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση**

Υπό τον συνδυασμό: α) της μέσης διατμητικής τάσης τ_j , β) της ορθής τάσης $\sigma_c = v_{top} f_c$ που προκαλεί το αξονικό φορτίο του υπερκείμενου υποστυλώματος, υπολογίζεται η αντοχή σε εφελκυστική ρηγμάτωση:

$$\tau_j \geq \tau_c = f_{ct} \sqrt{\left(1 + \frac{\rho_{jh} f_{yw}}{f_{ct}}\right) \left(1 + \frac{v_{top} f_c}{f_{ct}}\right)}$$

Όπου $\rho_{jh} = A_{sh}/b_j h_{jb}$, το ποσοστό των οριζόντιων συνδετήρων παράλληλα στο κατακόρυφο επίπεδο της τάσης τ_j , ανηγμένη στην επιφάνεια της κατακόρυφης διατομής του κόμβου.

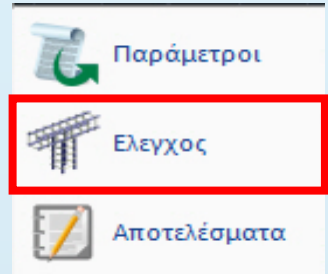
- **Αστοχία από διαγώνια θλίψη**

Υπολογίζεται η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, όπως αυτή μειώνεται λόγω τυχόν εγκάρσιων εφελκυστικών παραμορφώσεων:

$$\tau_j \geq \tau_{ju} = n f_c \sqrt{1 - \frac{v_{top}}{n}}$$

Όπου $n = 0.6(1 - f_c/250)$, ο μειωτικός συντελεστής της μονοαξονικής θλιπτικής αντοχής λόγω εγκάρσιων εφελκυστικών παραμορφώσεων.

*Εφαρμογή στο
SCADA Pro Retrofit.*

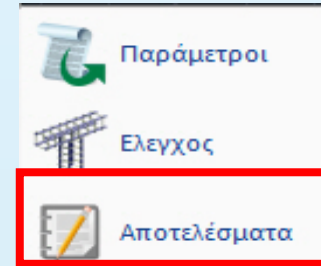


Αποτίμηση – Έλεγχος κόμβων πλαισίων

• Αποτελέσματα

Με την επιλογή «Αποτελέσματα» εμφανίζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων:

Εφαρμογή στο
SCADA Pro Retrofit:



ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΟΜΒΟΥ (ΚΑΝ.ΕΠΕ. παρ.7.2.5)											Σελίδα :	
Στάθμη:	2 - 600.00 b				Στάθμη επιτελεστικότητας					***		
Κό- μβος	Στύλος Άνω/Κάτω	Διεύ θυνση	Δοκοί αριστ.	Δοκοί δεξιά	ΣΜyb (kNm)	ΣΜyc (kNm)	Vjh (kN)	Vjv (kN)	tj (MPa)	tc (MPa)	tju (MPa)	tj / tc tj / tju
7	13	y-y		39	72.4	71.9		205.5	0.86	2.26		0.38
					72.4	71.9		205.5	0.86		15.97	0.05
	7	z-z	43		72.4	72.0		204.7	0.85	2.25		0.38
					72.4	72.0		204.7	0.85		15.99	0.05
8	14	y-y	39	38	275.2	228.5		647.0	2.70	2.73		0.99
					275.2	228.5		647.0	2.70		15.52	0.17
	8	z-z	44		137.6	153.8	222.8		1.39	2.79		0.50
					137.6	180.2	222.8		1.39		15.49	0.09
9	15	y-y	38		72.4	204.3	117.0		0.73	2.42		0.30
					72.4	149.0	117.0		0.73		15.85	0.05
	9	z-z	40		137.6	136.4		382.5	1.59	2.34		0.68
					137.6	136.4		382.5	1.59		15.91	0.10
10	16	y-y		41	137.6	136.3		384.0	1.60	2.69		0.59
					137.6	136.3		384.0	1.60		15.56	0.10
	10	z-z		43	72.4	71.4		202.8	0.84	2.65		0.32
					72.4	72.0		204.4	0.85		15.55	0.05
11	17	y-y	41	42	275.2	229.4		653.4	2.72	2.70		1.01
					275.2	229.4		653.4	2.72		8.53	0.22
	11	z-z		44	137.6	134.2		376.3	1.57	2.72		0.58
					137.6	134.5		377.1	1.57		15.47	0.10
12	18	y-y	42		72.4	72.4		208.3	0.87	2.36		0.37
					72.4	72.3		208.3	0.87		15.87	0.05
	12	z-z		40	137.6	102.8		289.7	1.21	2.34		0.51
					137.6	102.8		289.7	1.21		15.90	0.08

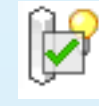
Υπολογίζονται για κάθε κόμβο, ανά διεύθυνση, οι ροπές αντοχής δοκών και υποστυλωμάτων ΣM_{yb} & ΣM_{yc} , υπολογίζεται ανάλογα η τιμή V_{jh} ή V_{jv} , οι αντοχές t_c & t_{ju} και στην τελευταία στήλη όλοι οι λόγοι $t_j / t_{c,ju}$, όπου με κόκκινο χρώμα φαίνονται οι λόγοι αστοχίας.



«Επεμβάσεις»

1. Εφαρμόζουμε ένα **σενάριο ενισχύσεων** στα κρίσιμα για την κατασκευή στοιχεία

- ☐ Επιλογή Στάθμης Επιτελεστικότητας
- ☐ Επιλογή ανάλυσης για έλεγχο ενισχύσεων (κατανομή και συνδυασμός)
- ☐ Εντοπισμός στοιχείων που αστοχούν πρώτα
- ☐ Επαναληπτική διαδικασία ενίσχυσης και ελέγχου



Αποκατάσταση



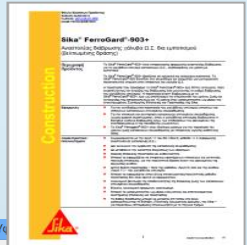
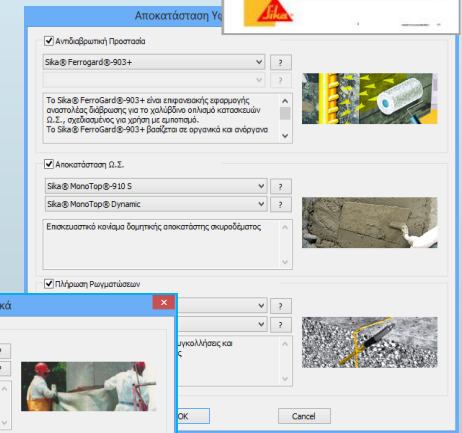
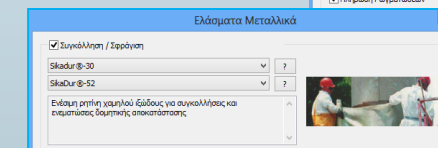
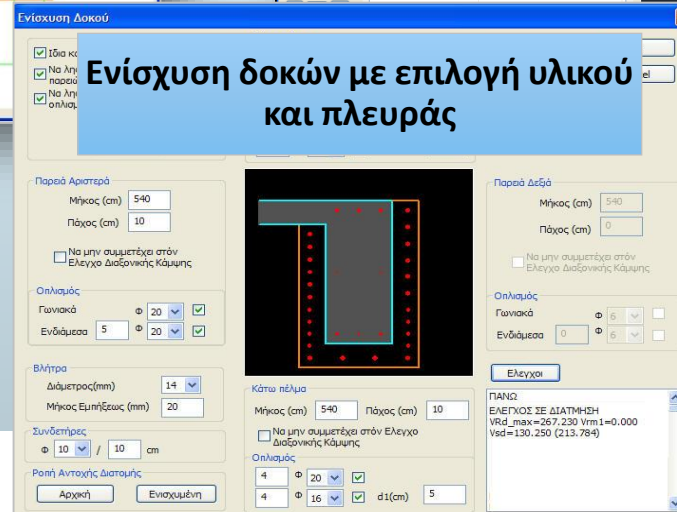
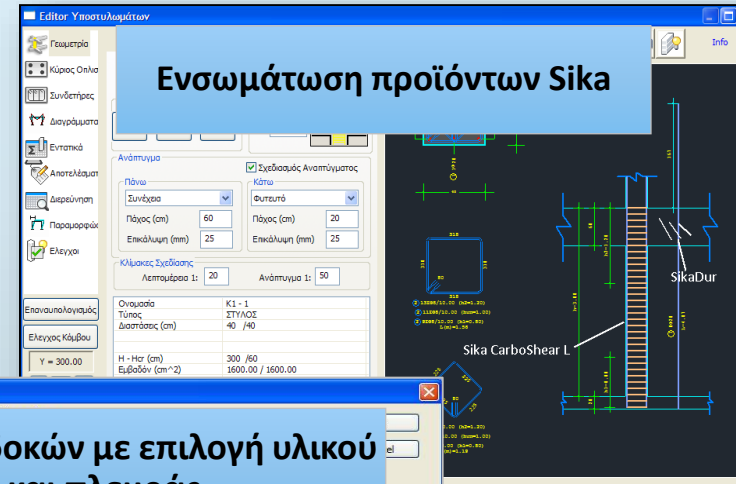
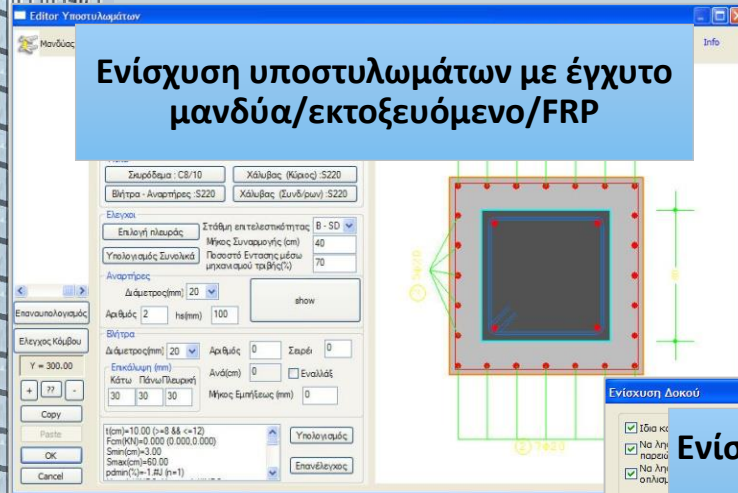
Προστασία



Μανδύας

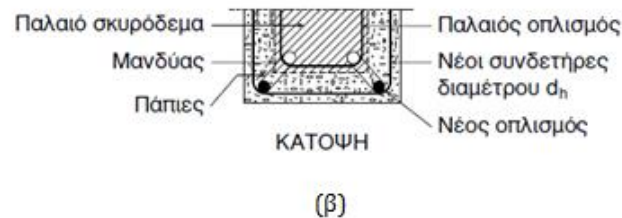
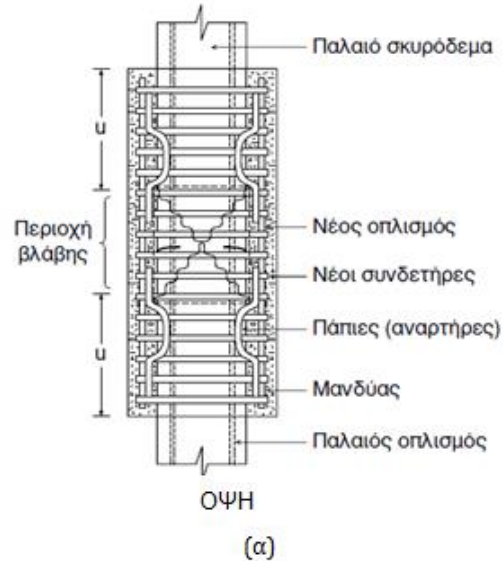


ΙΟΠ-Ελάσματα



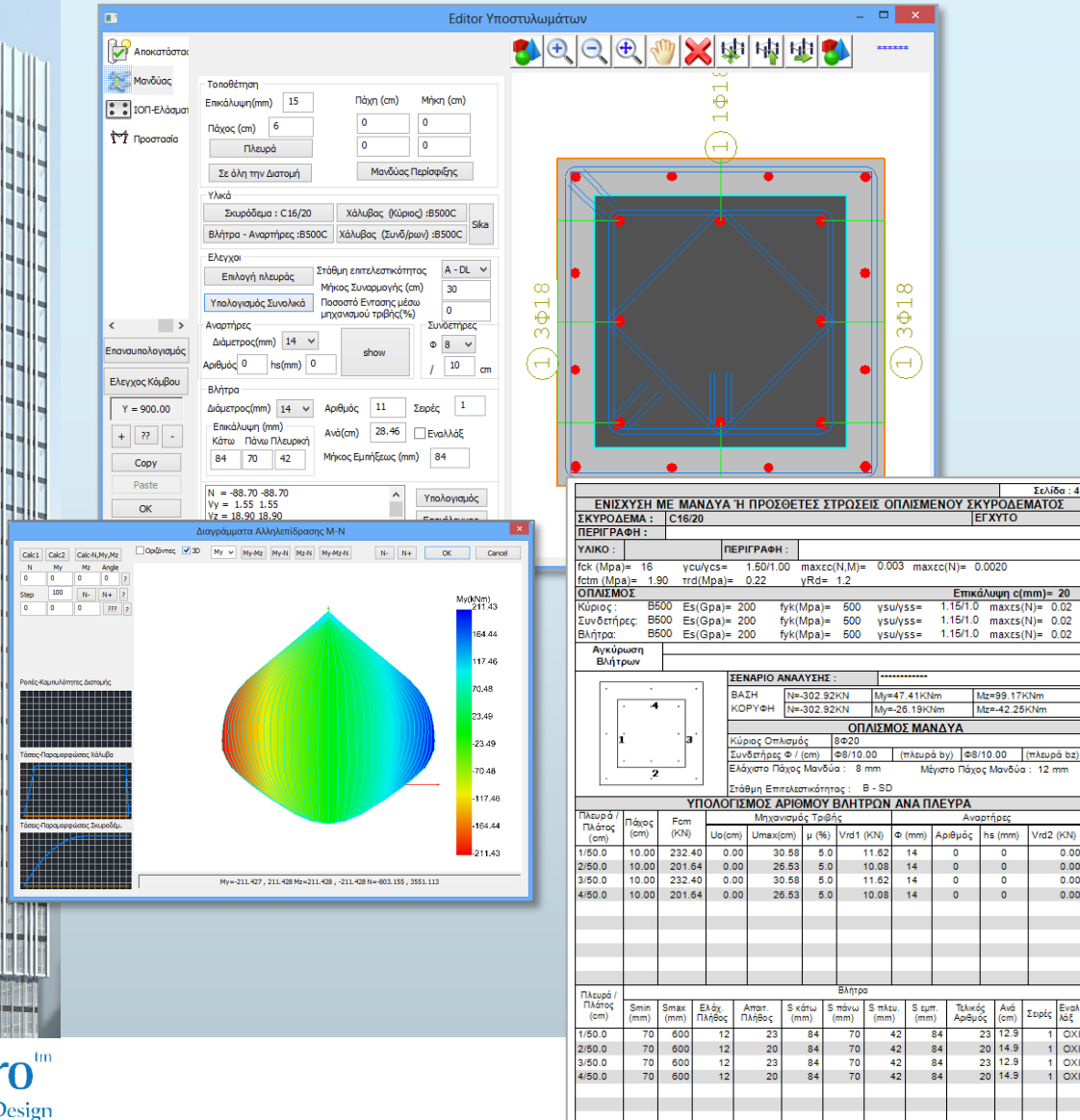
«Επεμβάσεις»

□ ΜΑΝΔΥΕΣ :



- Η τεχνική της προσθήκης μανδύα σκυροδέματος για αύξηση της αντοχής του δομικού μέλους περιλαμβάνει την αύξηση της διατομής του μέλους και την προσθήκη νέου διαμήκους και εγκάρσιου οπλισμού.
- Ο μανδύας που εφαρμόζεται σε υποστυλώματα μπορεί να είναι κλειστός, δηλαδή να τοποθετηθεί περιμετρικά του υποστυλώματος ή ανοιχτός, δηλαδή να περιβάλλει μερικές πλευρές του στοιχείου (σχήμα U). Επίσης μπορεί να είναι ολόσωμος, δηλαδή να εκτείνεται σε όλο το μήκος του υποστυλώματος ή τοπικός, δηλαδή να εκτείνεται σε ένα τμήμα του.
- Το υλικό του μανδύα μπορεί να είναι έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή σκυρόδεμα ειδικής σύνθεσης.

❑ ΜΑΝΔΥΕΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ:



Για να συνεισφέρει η ενίσχυση στην αύξηση της αντοχής του υφιστάμενου στοιχείου, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η συνεργασία του παλαιού με το νέο σκυρόδεμα.

Οι μηχανισμοί που εξασφαλίζουν τη συνεργασία των δύο υλικών είναι:

- ❑ η **τριβή** που αναπτύσσεται στη διεπιφάνεια,
- ❑ οι **αναρτήσεις** που συνδέουν τους παλαιούς με τους νέους οπλισμούς μέσω συγκόλλησης και
- ❑ τα **βλήτρα** που συνδέουν το υφιστάμενο στοιχείο με το τμήμα της ενίσχυσης ώστε να λειτουργεί ως ένα μοναδικό μέλος.

❑ ΜΑΝΔΥΕΣ ΔΟΚΩΝ:

Ενίσχυση Δοκού

☐ Ίδια και στις 2 Πανελλές
☐ Να ληφθεί υπόψη ο σπλισμός των παρειών
☒ Να ληφθεί υπόψη ο πρόσθετος σπλισμός

Default

Πάνω πέλμα
 Μήκος (cm) 75 Πάχος (cm) 0
☐ Να μην συμμετέχει στον Έλεγχο Κάμψης

Οπλισμός
 4 Φ 6
 0 Φ 6 d1(cm) 0

Αποκατάσταση
 Προστασία

Παρειά Αριστερά
 Μήκος (cm) 75
 Πάχος (cm) 10
☐ Να μην συμμετέχει στον Έλεγχο Κάμψης

Οπλισμός
 Γωνιακά Φ 10
 Ενδιάμεσος 2 Φ 10

Βλήτρα
 Διάμετρος (mm) 8
 Μήκος Εμπήξεως (mm) 20

Συνδετήρες
 Φ 8 / 10 cm

Ροπή Αντοχής Διατομής
 Αρχική Ενισχυμένη

Κάτω πέλμα
 Μήκος (cm) 75 Πάχος (cm) 0
☐ Να μην συμμετέχει στον Έλεγχο Κάμψης

Οπλισμός
 4 Φ 6
 0 Φ 6 d1(cm) 0

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΗΜΗ
 VRd_max=393.300
 Αριστερά: Vrm1=109.296
 Δεξιά: Vrm2=158.976
 Vsd(79.179) <= [(VRd_max+Vrm)/grd]
 pdmin=0.00089 < 0.0012
 Αριστερά: pd=0.00305 >= pdmin =0.0
 Δεξιά: pd=0.00209 >= pdmin =0.0012

Τόσο τα ενισχυμένα υποστυλώματα, όσο και οι δοκοί, επισημαίνονται στην οθόνη:

Το μέλος χρωματίζεται με “κίτρινο”
 Επιπλέον ανάλογα με το είδος της ενίσχυσης εμφανίζεται το αντίστοιχο ενδεικτικό γράμμα:

- Μανδύας: “Μ”
- Έλασμα (Λάμα) : “Λ”
- ΙΟΠ: “Ι”



Σελίδα : 3

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕ ΜΑΝΔΥΑ Ή ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ : C20/25 ΕΓΧΥΤΟ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ :

ΥΛΙΚΟ : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ :
 fck (Mpa)= 20 γsu/γcs= 1.50/1.00 maxcs(N,M)= 0.003 maxcs(N)= 0.0020
 fctm (Mpa)= 2.20 trd(Mpa) 0.25 γRd= 1.2

ΟΠΛΙΣΜΟΣ
 Κύριος: B500 Es(Gpa)= 200 fyk(Mpa)= 500 γsu/γss= 1.15/1.0 maxcs(N)= 0.02
 Συνδετήρες: B500 Es(Gpa)= 200 fyk(Mpa)= 500 γsu/γss= 1.15/1.0 maxcs(N)= 0.02
 Βλήτρα: B500 Es(Gpa)= 200 fyk(Mpa)= 500 γsu/γss= 1.15/1.0 maxcs(N)= 0.02

Επικάλυψη c(mm)= 20

Αγκύρωση Βλήτρων

ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ : *****

ΣΤΗΡΙΞΗ ΑΡΙΣΤΕΡΑ

Ελάχιστο Πάχος Μανδύα : 8 mm Μέγιστο Πάχος Μανδύα : 12 mm
 Στάθμη Επιπεδαικότητας : A - DL
 Προσπελασιμότητα : Κανονική (Συνήθης)

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΚΑΜΨΗΣ
 ΑΝΩ ΠΕΛΜΑ ΚΑΤΩ ΠΕΛΜΑ ΠΑΡΕΙΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΠΑΡΕΙΑ ΔΕΞΙΑ

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΑΝΔΥΑ Ή ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

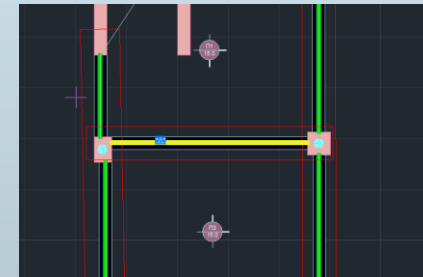
Πλευρά	ΣΤΡΩΣΗ	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ	ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ	d1 (cm)	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ	ΓΩΝΙΑΚΑ	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ
ΑΝΩ ΠΕΛΜΑ	1	OXH							
ΚΑΤΩ ΠΕΛΜΑ									
ΠΑΡΕΙΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ						Φ10	NAI	2Φ10	NAI
ΠΑΡΕΙΑ ΔΕΞΙΑ						Φ10	NAI	2Φ10	NAI
Συνδετήρες Φ / (cm)	Φ8/10.00					Βλήτρα Φ8		Μήκος εμπήξεως (cm)	20
ΙΔΙΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΠΑΡΕΙΕΣ						ΝΑ ΛΗΦΘΕΙ ΥΠΟΨΗ Ο ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ			
ΝΑ ΛΗΦΘΕΙ ΥΠΟΨΗ Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ									

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΒΛΗΤΡΩΝ

Πλευρά	Πάχος (cm)	Μήκος (cm)	V (KN)	Fud1 (KN)	Fud2 (KN)	Fud (KN)	a	Τελικός Αριθμός
ΑΝΩ ΠΕΛΜΑ								
ΚΑΤΩ ΠΕΛΜΑ								
ΠΑΡΕΙΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	10.00	75						
ΠΑΡΕΙΑ ΔΕΞΙΑ	10.00	75						

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΛΟΞΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΟΡΜΟΥ

Vsdy (KN)	Vrd,r (KN)	ΠΑΡΕΙΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ Vrm1 (KN)	ΠΑΡΕΙΑ ΔΕΞΙΑ Vrm2 (KN)	Vsd < (Vrd,r+Vrm)/γRd
79.179	393.300	109.296	158.976	NAI



«Επεμβάσεις στην φέρουσα τοιχοποιία»

Το SCADA Pro ενσωματώνει τον ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8 μέρος 3 για την αποτίμηση του φορέα υπό σεισμική φόρτιση και προσφέρει λύσεις επεμβάσεων ενίσχυσης.

Ιδιότητες Τοιχοποιίας

Μπατική οπτοπλινθοδομή-M2 25 cm

Όνομα Μπατική οπτοπλινθοδομή-M2 25 cm

Τύπος Φέρουσα Μονός τοίχος

Λιθόσωμα Οπτόπλινθος κοινός 6x9x19

Πάχος (cm) 25 $f_b = 1.6733 f_{bc} = 2.0000 \epsilon = 15.00$

Κονίαμα Τσιμεντοκονίαμα-M2

Γενικής εφαρμογής με μελέτη συνθέσεως $f_m = 2.0000$

Αντηρίδες ? L1 (cm) 0 t1 (cm) 0 t2 (cm) 0

Σκαφοειδής τοίχος

Συνολικό πλάτος λωρίδων κονιαμάτων g (cm) 0 ?

t_{ef}=25.00 k=0.45 f_k=0.7944

Λιθόσωμα

Πάχος (cm) 0

Κονίαμα

Αντηρίδες ? L1 (cm) 0 t1 (cm) 0 t2 (cm) 0

t_{ef}=0.00 k=0.00 f_k=0.0000

Σκυρόδεμα πληρώσεως f_{ck} (N/mm²) Πάχος (cm)

C20/25 20 0

Επίπεδο Γνώσης ΕΓ1:Περιορισμένη Στάθμη Ποιοτικού ελέγχου 1

Τύπος Υφιστάμενη

Μανδύας Πάχος (cm) 0 Μονόπλευρος

Σκυρόδεμα Χάλυβας C20/25 S500

Φ 8 / 10 cm f_{Rd0,c}(MPa)= 0.00

Αγκύρωση Χωρίς πρόσθετη μέριμνα

Κατακόρυφοι Αρμίοι πλήρεις (>3.6.2) ?

Οριζόντιοι Αρμίοι πάχους >15 mm

Πάχος (ισοδύναμο) (cm) 25

Ειδικό Βάρος (kN/m³) 15

Θλιπτική Αντοχή f_k (N/mm²) 0.794381

Μέτρο Ελαστικότητας (GPa) 1000 0.794381

Αρχική διατμητική Αντοχή f_{tk0} (N/mm²) 0.1

Μέγιστη διατμητική Αντοχή f_{tkmax} (N/mm²) 0.108766

Καμπτική Αντοχή f_{tk1} (N/mm²) 0.1

Καμπτική Αντοχή f_{tk2} (N/mm²) 0.2

Βιβλιοθήκη Λιθοσωμάτων Κονιαμάτων

Νέο Καταχώρηση Εξόδος

Επίπεδο γνώσης (EC8-3 §3.3):

ΕΓ1: Περιορισμένη -> CFEG1 = 1.35
ΕΓ2: Κανονική -> CFEG2 = 1.20
ΕΓ3: Πλήρη -> CFEG3 = 1.00

Στάθμη ποιοτικού ελέγχου
(EC6-1 – Εθνικό Προσάρτημα):
Συντελεστής ασφαλείας γ_m

	1	2	3
Τοιχοποιία από:			
A Λιθοσώματα Κατηγορίας I, κονίαμα με μελέτη συνθέσεως	1,7	2,0	2,2
B Λιθοσώματα Κατηγορίας I, προδιαγεγραμμένο κονίαμα	2,0	2,2	2,5
Γ Λιθοσώματα Κατηγορίας II, οποιοδήποτε κονίαμα	2,2	2,5	2,7

Βιβλιοθήκη λιθοσωμάτων και κονιαμάτων

Βιβλιοθήκη
Λιθοσωμάτων
Κονιαμάτων

Λιθοσώματα - Κονιάματα

Λιθοσώματα

Ασβεστόλιθος 20x20x50

Όνομα Ασβεστόλιθος 20x20x50

Τύπος Λαξευτοί φυσικοί λίθοι

Κατηγορία II Ομάδα 1

Υπολογισμός Αντοχής από διαστάσεις

dx (mm) 200 dy (mm) 200 dz (mm) 500 δ 1.15 ?

Μέση θλιπτική αντοχή f_{bc} (N/mm²) 8

Ειδικό βάρος ε (kN/m³) 26

Θλιπτική Αντοχή f_b (N/mm²) 9.2

Νέο Καταχώρηση Εξόδος

Κονιάματα

Τσιμεντοκονίαμα-M1

Όνομα Τσιμεντοκονίαμα-M1

Τύπος Γενικής εφαρμογής με μελέτη συνθέσεως

Αντοχή M1 Θλιπτική Αντοχή f_m (N/mm²) 1

Νέο Καταχώρηση

Ο μελετητής μπορεί να ορίσει τις τιμές για τις θλιπτικές αντοχές των λιθοσωμάτων (**f_b**) και κονιαμάτων (**f_m**) που έχουν προκύψει από εργαστηριακές δοκιμές. Βάσει αυτών των τιμών, προκύπτει η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας (**f_k**) (EC6-1-1, §3.6.1.2).

$$f_k = K f_b^{0.7} f_m^{0.3}$$
$$f_k = K f_b^{0.85}$$
$$f_k = K f_b^{0.7}$$

«Αποτίμηση και επεμβάσεις στην φέρουσα τοιχοποιία»

Το SCADA Pro ενσωματώνει τον ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8 μέρος 3 για την αποτίμηση του φορέα υπό σεισμική φόρτιση και προσφέρει λύσεις επεμβάσεων ενίσχυσης.

Πάχος (Ισοδύναμο) (cm)	25
Ειδικό Βάρος (kN/m ³)	15
Θλιπτική Αντοχή f_k (N/mm ²)	0.794381
Μέτρο Ελαστικότητας (GPa)	1000 0.794381
Αρχική διατμητική Αντοχή f_{vk0} (N/mm ²)	0.1
Μέγιστη διατμητική Αντοχή f_{vkmax} (N/mm ²)	0.108766
Καμπική Αντοχή f_{xk1} (N/mm ²)	0.1
Καμπική Αντοχή f_{xk2} (N/mm ²)	0.2

Χαρακτηριστική αντοχή τοιχοποιίας f_k :

Πέραν της χαρακτηριστικής θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας που προκύπτει από τον EC6-1-1, ο μελετητής μπορεί να την υπολογίσει και να την εισάγει ως τελική τιμή, βάσει κάποιου άλλου επιστημονικά αποδεκτού τρόπου, όπως:

• Τάσιος-Χρονόπουλος (1986):
$$f_{wc} = \xi \cdot \left\{ [2/3 \cdot \sqrt{f_{bc}} - a] + \beta \cdot f_{mc} \right\} =$$

$$f_{wc} = 0.7 \cdot \sqrt{f_{bc}} \cdot \sqrt[3]{f_{mc}}$$

• O.Brockner:

$$f_{wc} = [1 - 0.8 \cdot \sqrt[3]{k}] \cdot [f_{mc} + 0.4 \cdot (f_{bc} - f_{mc})]$$

• Τάσιος (1985):

Μέτρο Ελαστικότητας E :

Στη βιβλιογραφία παρατηρείται μεγάλη διασπορά στις τιμές που δίνονται για το Μέτρο Ελαστικότητας. Εν γένει αποδεκτές τιμές είναι: $E = (400 \div 1000) f_{wc}$ όπου μπορεί να δώσει ο μελετητής εκείνη που θεωρεί πιο αξιόπιστη.

Σενάριο Ελαστικής Ανάλυσης οριζόντιας φόρτισης κατά EC8.
Δυνατότητα για 2 κατανομές σεισμικών δυνάμεων:

- Τριγωνική
- Ομοιόμορφη

Είδος Κατανομής	Τριγωνική
	Ορθογωνική
	Τριγωνική

Παράμετροι EC8	Χαρακτηριστικές Παράμετροι	Επίπεδα 1/2 παραμετρικές της σεισμικής δύναμης
Σεισμική Παράμετρος	Τύπος Φόρτισης	Κλίση 0.00
Συντελεστής	Τύπος 1	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 2	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 3	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 4	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 5	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 6	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 7	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 8	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 9	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 10	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 11	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 12	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 13	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 14	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 15	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 16	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 17	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 18	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 19	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 20	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 21	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 22	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 23	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 24	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 25	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 26	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 27	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 28	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 29	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 30	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 31	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 32	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 33	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 34	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 35	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 36	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 37	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 38	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 39	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 40	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 41	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 42	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 43	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 44	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 45	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 46	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 47	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 48	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 49	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 50	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 51	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 52	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 53	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 54	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 55	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 56	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 57	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 58	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 59	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 60	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 61	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 62	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 63	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 64	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 65	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 66	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 67	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 68	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 69	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 70	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 71	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 72	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 73	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 74	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 75	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 76	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 77	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 78	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 79	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 80	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 81	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 82	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 83	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 84	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 85	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 86	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 87	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 88	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 89	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 90	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 91	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 92	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 93	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 94	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 95	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 96	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 97	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 98	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 99	Αντίστροφο 1.350.00
Συντελεστής	Τύπος 100	Αντίστροφο 1.350.00

Προϋποθέσεις εφαρμογής της μεθόδου Ανάλυσης (EC8-3, Γ3.2):

- Τοίχοι ομοιόμορφα διαταγμένοι και στις δύο οριζόντιες σεισμικές διευθύνσεις,
- Οι τοίχοι να παρουσιάζουν συνέχεια στο ύψος,
- Τα δάπεδα να έχουν επαρκή δυσκαμψία εντός του επιπέδου τους και να είναι επαρκώς περιμετρικά συνδεδεμένα ώστε να εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία.
- Έλλειψη ανισοσταθμιών,
- Λόγος δυσκαμψιών εντός επιπέδου του πιο ισχυρού τοίχου προς τον πιο αδύναμο τοίχο < 2.5 , για κάθε όροφο.

«Αποτίμηση και επεμβάσεις στην φέρουσα τοιχοποιία»

Έλεγχος τοίχων με αυτόματη αναγνώριση των πεσσών και των υπέρθυρων.

Διαστάσεις
Τοίχου:
l (D): Μήκος
h : Ύψος

Ελεγχος Τοιχοποιίας Αποτίμηση (EC8-3)

111 Τείχος

Περιγραφή 111

l(cm) 1094.5 Pick

h(cm) 350 Pick

Ελεγχος λόγος D Vf1 Vf2 Ved

Πεσός 1	2.633(37)	4.95	55.51	94.65	2.78
Πεσός 2	15.330...	3.50	0.00	0.00	-2.11
Πεσός 3	0.372(5)	0.50	0.40	9.56	0.44
Υπερθ. 1	7.450(39)	1.00	0.00	0.00	0.10

Νεος Ενημέρωση Διαγραφή Ενίσχυση

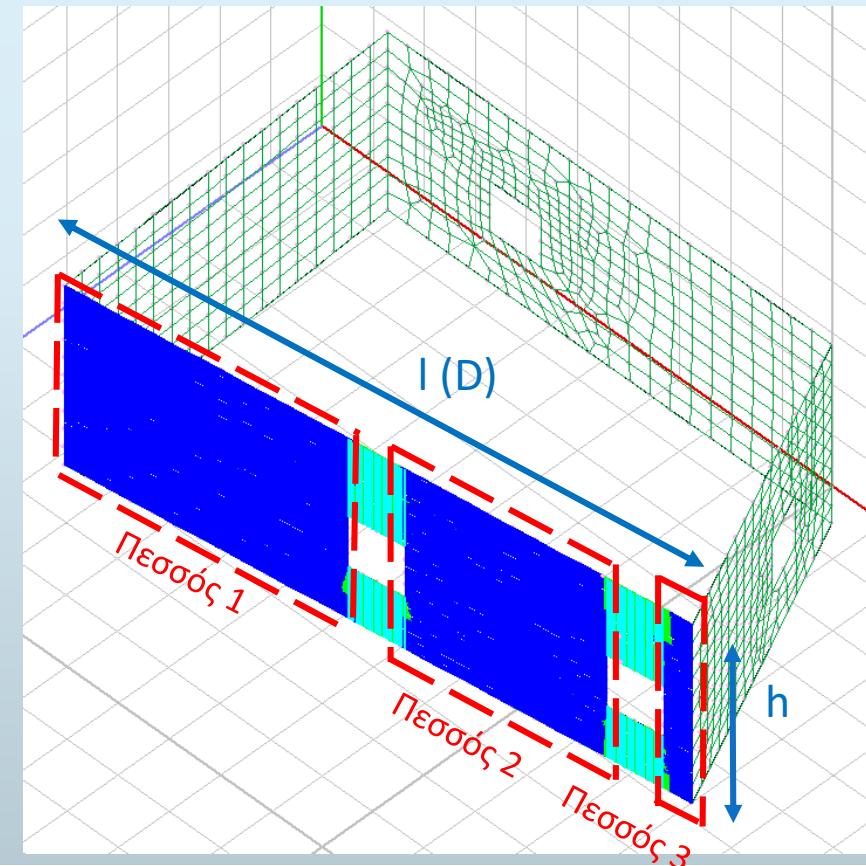
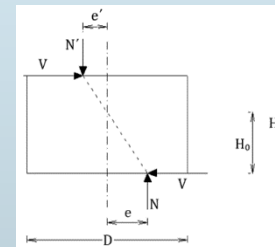
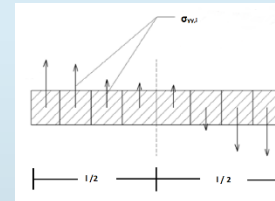
Ελεγχος Ελεγχος Συνολικά Αποτελέσματα Αποτελέσματα Συνολικά Εξοδος

Επιλογή Στάθμης Επιτελεστικότητας:

- Άμεσης Χρήσης (DL): Έλεγχος σε όρους δυνάμεων
- Προστασία Ζωής (SD): Έλεγχος σε όρους σχετικής μετατόπισης,
- Οιονεί Κατάρρευση (NC): Έλεγχος σε όρους σχετικής μετατόπισης.

Υπολογίζονται τα παρακάτω μεγέθη:

- N: Αξονικό θλιπτικό φορτίο πεσσού ή υπέρθυρου (κατακόρυφο για τους πεσσούς, οριζόντιο για τα υπέρθυρα), μετά από ολοκλήρωση των αντίστοιχων ορθών τάσεων (σχ,σγγ) των επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων που αποτελούν την διατομή ελέγχου.
- M: Ροπή διατομής υπολογίζεται μέσω ολοκλήρωσης σε όλα τα πεπερασμένα στοιχεία, του γινομένου της θλιπτικής αξονικής δύναμης κάθε στοιχείου επί του μοχλοβραχίονα μεταξύ του κεντροειδούς του στοιχείου και του κέντρου της διατομής.
- H0: Απόσταση μεταξύ της διατομής στην οποία επιτυγχάνεται η καμπτική ικανότητα και του σημείου μηδενισμού των ροπών. Καθορίζεται από τις εκκεντρότητες σε βάση και κορυφή του τοίχου. Σε περίπτωση που και τα δύο άκρα είναι πακτωμένα $H0=H/2$. Σε περίπτωση που οι εκκεντρότητες είναι ομόσημες, έχει υιοθετηθεί ένα όριο $H0 \leq 2 \cdot H$.



«Αποτίμηση και επεμβάσεις στην φέρουσα τοιχοποιία»

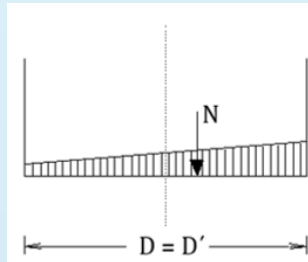
Έλεγχος τοίχων με αυτόματη αναγνώριση των πεσσών και των υπέρθυρων.

Υπολογίζονται τα παρακάτω μεγέθη:

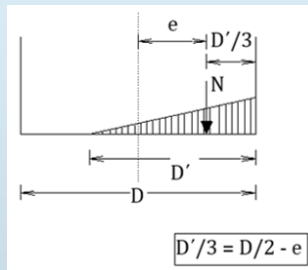
- D' : Θλιβόμενο μήκος διατομής ελέγχου.

Η τιμή εξαρτάται από την εκκεντρότητα του θλιπτικού αξονικού φορτίου ($e=M/N$):

- $e \leq D/6$, τότε $D'=D$,



- $D/6 \leq e \leq D/2$, $D' = 3 \cdot (0.5 \cdot D - e)$



- V : Τέμνουσα δύναμη στην διατομή ελέγχου, έπειτα από ολοκλήρωση των ορθών τάσεων των επιφανειακών στοιχείων

Υπολογισμός καμπτικής και διατμητικής ικανότητας του τοίχου σε όρους τέμνουσας V_f . Προκύπτει η δυσμενέστερη κατάσταση και ακολουθεί ο έλεγχος του τοίχου ανάλογα με την Στάθμη Επιτελεστικότητας.

- Αντοχή υπό αξονική δύναμη και κάμψη (EC8-3, Παράρτημα Γ, §4.2.1(3))

$$V_f = \frac{D N}{2 H_0} (1 - 1,15 v_d)$$

$v_d = N / (D t f_d)$, ανηγμένο αξονικό φορτίο
 $f_d = f_m / C F_{E\Gamma}$

- Άμεση χρήση (Damage Limitation)
Έλεγχος ανισότητας $V_f \geq V$
- Προστασία Ζωής (Severe Damage)
 $0.008 \cdot H_0 / D$ για κύριους τοίχους
 $0.012 \cdot H_0 / D$ για δευτερεύοντες τοίχους
- Στάθμη επιτελεστικότητας Οιονεί κατάρρευση (Near Collapse)
 $(4/3) \cdot 0.008 \cdot H_0 / D$ για κύριους τοίχους
 $(4/3) \cdot 0.012 \cdot H_0 / D$ για δευτερεύοντες τοίχους

- Αντοχή υπό διατμητική ένταση (EC8-3, Παράρτημα Γ, §4.3.1(3))

$$V_f = f_{vd} D' t$$

Όπου,

$$f_{vd} = f_{vm0} + 0,4 N / D' t \leq 0,065 f_m$$

f_{vm0} : μέση διατμητική αντοχή απουσίας κατακόρυφου φορτίου.

f_m : μέση θλιπτική αντοχή.

- Άμεση χρήση (Damage Limitation)
Έλεγχος ανισότητας $V_f \geq V$
- Προστασία Ζωής (Severe Damage)
 $0.004 \cdot H_0 / D$ για κύριους τοίχους
 $0.006 \cdot H_0 / D$ για δευτερεύοντες τοίχους
- Στάθμη επιτελεστικότητας Οιονεί κατάρρευση (Near Collapse)
 $(4/3) \cdot 0.004 \cdot H_0 / D$ για κύριους τοίχους
 $(4/3) \cdot 0.006 \cdot H_0 / D$ για δευτερεύοντες τοίχους

A tall, modern skyscraper with a glass facade and a central vertical garden. The building features a grid-like pattern of windows and a central section with a vertical garden. The sky is clear and blue.



Διαστάσεις :	Μήκος (l) = 10.95(m)	Ύψος (h) = 3.50(m)
Είδος :	Μπατική οπτοπλοιοδομή-M2 25 cm	
Τύπος :	Μονός τοίχος	
Ισοδύναμο Πάχος tef (cm)	=	25.00
Συντελεστής ασφάλειας γM	=	2.20 EC6 (&2.4.3) EC8 (&9.6.(3))
Στάθμη Επιτελεστικότητας :	B - SD	
Επίπεδο Γνώσης:	ΕΓ1:Περιορισμένη	CFm = 1.35
Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή fk (N/mm2)	=	0.79
Μέση θλιπτική αντοχή fm (N/mm2)	=	1.19
Αρχική χαρακτ.διαμ.αντοχή fvk0 (N/mm2)	=	0.10
Αρχική μέση διαμ.αντοχή fvm0 (N/mm2)	=	0.15
Μέγιστη διατμητική αντοχή fvkmax (N/mm2)	=	0.08



- Γεωμετρία τοίχου
- Στάθμη Επιτελεστικότητας
- Συντελεστές Ασφαλείας (Επίπεδο Γνώσης, Επίπεδο Ποιοτικού Ελέγχου
- Χαρακτηριστικές Τιμές Αντοχών Τοιχοποιίας

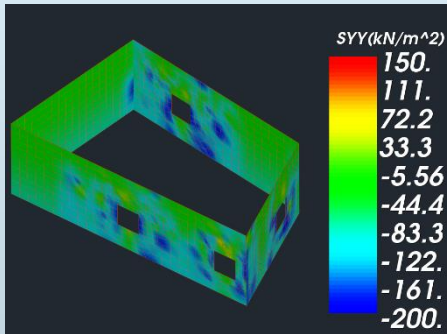
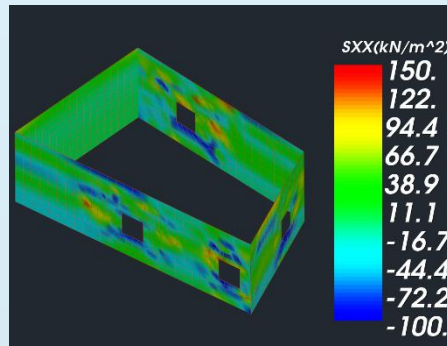


- **Άμεσης Χρήσης (Α):** Έλεγχος σε όρους δυνάμεων
- **Προστασία Ζωής (Β):** Έλεγχος σε όρους σχετικής μετατόπισης,
- **Οιονεί Κατάρρευση (Γ):** Έλεγχος σε όρους σχετικής μετατόπισης.

«Αποτίμηση και επεμβάσεις στην φέρουσα τοιχοποιία»

Εφαρμογή στο SCADA Pro Masonry. Αποτίμηση τοιχοποιίας με κριτήριο αστοχίας.

Εμφάνιση ορθών και διατμητικών τάσεων σε μορφή ισοτασικών καμπυλών



- Εισάγεται ένα καινούργιο κριτήριο αστοχίας υπό διαξονική ένταση που καλύπτει κατασκευές από οπτοπλινθοδομή και αργολιθοδομή προκειμένου για την αποτίμηση υφιστάμενων κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.
- Υιοθετήθηκε το κριτήριο αστοχίας που προτάθηκε από τον Ottosen (1997) για το σκυρόδεμα, το οποίο δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα, έπειτα από κατάλληλη επιλογή των παραμέτρων του, σύμφωνα με σύγκριση που έγινε από Karantoni (1993) βάσει υπάρχοντων πειραματικών δεδομένων, όπως φαίνεται στο Σχήμα

$$\text{Το γενικό κριτήριο έχει τη μορφή: } a \frac{J_2}{f_{wc}^2} + \lambda \frac{\sqrt{J_2}}{f_{wc}} + \beta \frac{I_1}{f_{wc}} = 1$$

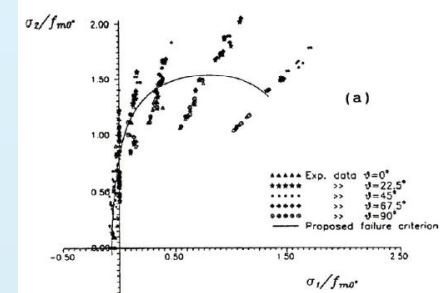
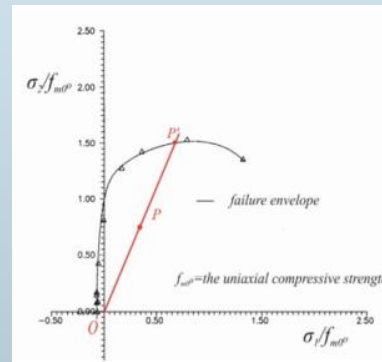
f_{wc} : αντοχή σε μονοαξονική θλίψη

f_{wt} : αντοχή σε μονοαξονικό εφελκυσμό

$$f = f_{wt} / f_{wc}$$

b: Λόγος αντοχής σε ίση διαξονική θλίψη προς μονοαξονική θλίψη, f_{wc} . Για την περίπτωση της αργολιθοδομής, λαμβάνεται η τιμή 1.65.

C2: για την βέλτιστη συμφωνία του κριτηρίου, λαμβάνεται η τιμή 0.959.



$$I_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$$

$$J_2 = [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2] / 6$$

$$J_3 = (\sigma_1 - \frac{I_1}{3}) \cdot (\sigma_2 - \frac{I_1}{3}) \cdot (\sigma_3 - \frac{I_1}{3})$$

$$\lambda = c_1 \cos \frac{\cos^{-1}(c_2 \cos 3\theta)}{3}, \text{ για } \cos 3\theta \geq 0$$

$$\lambda = c_1 \cos \frac{\pi \cos^{-1}(-c_2 \cos 3\theta)}{3}, \text{ για } \cos 3\theta < 0$$

$$\cos 3\theta = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{J_3}{J_2^{3/2}}$$

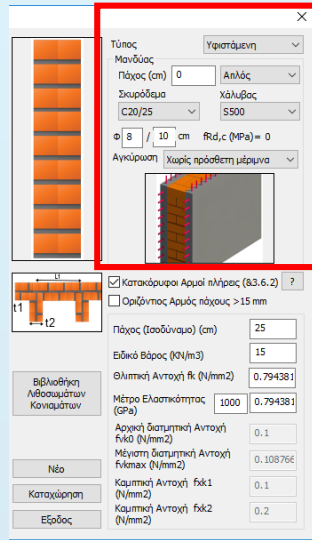
$$\alpha = \frac{9 - \left(1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right) \cdot \frac{3}{b} + \left(1 - 2 \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right) \cdot \frac{3}{f}}{3 \left(1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right) \cdot b + \left(1 - 2 \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right) \cdot f}$$

$$\beta = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{b} + \frac{b-f}{3} \alpha \right)$$

$$c_1 = \frac{1}{\lambda_2 \sqrt{3}} \cdot \left(\frac{2}{f} + \frac{1}{b} - \frac{2f+b}{3} \cdot \alpha \right)$$

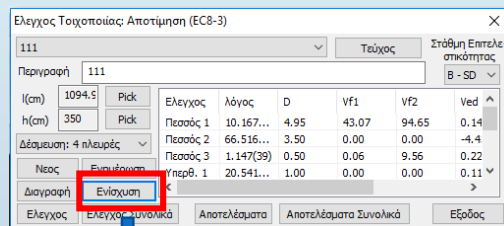
«Αποτίμηση και επεμβάσεις στην φέρουσα τοιχοποιία»

Εφαρμογή στο SCADA Pro Masonry. Τρόποι Ενίσχυσης.



Τύπος: Υφιστάμενη
Μανδύας: 0
Πάχος (cm): 0
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας: S500
φ: 8 / 10 cm
f_{td,c} (MPa): 0
Αγκύρωση: χωρίς πρόσθετο μέριμνα

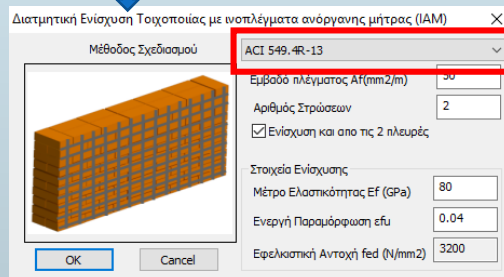
Πάχος (ισοδύναμο) (cm): 25
Ειδικό βάρος (kN/m³): 15
Θλιπτική Αντοχή f_k (N/mm²): 0.794381
Μέτρο Ελαστικότητας (GPa): 1000
Αρχική Διατμητική Αντοχή f_{td} (N/mm²): 0.1
Μέγιστη Διατμητική Αντοχή f_{td,max} (N/mm²): 0.108766
Νέο
Καταχώρηση
Εξοδος



Ελεγχος Τοιχοποιίας Αποτίμηση (EC8-3)

Ελεγχος	λόγος	D	Vf1	Vf2	Ved
Πεσασός 1	10.167...	4.95	43.07	94.65	0.14
Πεσασός 2	66.516...	3.50	0.00	0.00	-4.4
Πεσασός 3	1.147(39)	0.50	0.06	9.56	0.22
Νέος	20.541...	1.00	0.00	0.00	0.11

Ενίσχυση



Διατμητική Ενίσχυση Τοιχοποιίας με ινοπλέγματα ανόργανης μήτρας (IAM)

Μέθοδος Σχεδιασμού: ACI 549.4R-13

Εμβάδα πλεγματος A_f(mm²/m): 30

Αριθμός Στρώσεων: 2

☒ Ενίσχυση και από τις 2 πλευρές

Στοιχεία Ενίσχυσης

Μέτρο Ελαστικότητας E_f (GPa): 80

Ενεργή Παραμόρφωση ε_{fu}: 0.04

Εφελκυστική Αντοχή f_{ed} (N/mm²): 3200

- Απλός ή διπλός Μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος
Αύξηση της θλιπτικής και διατμητικής αντοχής του στοιχείου

➤ Μέτρο Ελαστικότητας ενισχυμένου τοίχου:

$$E_{eff} = \frac{E_{τοιχ} * t_{τοιχ} + \phi \psi * E_{σκυροδ} * t_{μανδύα}}{t_{total}}$$

➤ Θλιπτική αντοχή τοίχου:

$$f_k = \frac{f_{w,τοιχ} * t_{τοιχ} + \phi \psi * (f_{c,σκυροδ} * t_{μανδύα} + f_{y,steel} * (\pi * \phi^2 / 4) / s)}{t_{total}}$$

➤ Διατμητική αντοχή τοίχου:

$$f_{Rd,o,c} = \frac{f_{w,τοιχ} * t_{τοιχ} + \phi \psi * (V_{rc} * t_{μανδύα})}{t_{total}}$$

- Ινοπλέγματα Ανόργανης Μήτρας (IAM)

Ενίσχυση σε διάτμηση εντός επιπέδου

➤ ACI 549.4R-13 (§13.2)

Συμβολή ενίσχυσης σε διάτμηση: $V_f = 2 \cdot n \cdot A_f \cdot L \cdot f_v$

n: Αριθμός στρώσεων

A_f: Εμβαδόν υφάσματος ενίσχυσης ανά μονάδα πλάτους

L: Μήκος πεσσού/υπέρθρου

f_v: Εφελκυστική αντοχή ενίσχυσης, $f_v = E_f \cdot \epsilon_{fv}$ E_f, ε_{fv}: Μέτρο Ελαστικότητας, Ενεργή παραμόρφωση

V_m: διατμητική αντοχή υφιστάμενου πεσσού/υπέρθρου

$$V_{t,c} = \frac{0.3 \cdot f_k \cdot t \cdot d}{\gamma_M}$$

Συνολική αντοχή:

$$V_{Rd,tot} = 0.75 \cdot \min(V_m + V_f, 2.5 \cdot V_m, V_{t,c})$$

«Αποτίμηση και επεμβάσεις στην φέρουσα τοιχοποιία»

Εφαρμογή στο SCADA Pro Masonry. Τρόποι Ενίσχυσης.

Διατμητική Ενίσχυση Τοιχοποιίας με ινοπλέγματα ανόργανης μήτρας (IAM)

Μέθοδος Σχεδιασμού: Triantafyllou & Antonopoulos (2000)

Εμβαδό πλέγματος Af(mm2/m): 50

Αριθμός Στρώσεων: 2

☒ Ενίσχυση και από τις 2 πλευρές

Στοιχεία Ενίσχυσης:

Μέτρο Ελαστικότητας Ef (GPa): 80

Ενεργή Παραμόρφωση εfu: 0.04

Εφελκυστική Αντοχή fEd (N/mm2): 3200

OK Cancel

ACI 549.4R-13
ACI 549.4R-13
Triantafyllou & Antonopoulos (2000)

• Ινοπλέγματα Ανόργανης Μήτρας (IAM)

Ενίσχυση σε διάτμηση εντός επιπέδου

➤ Προσομοίωμα Triantafyllou and Antonopoulos (2000)

Συμβολή ενίσχυσης σε διάτμηση:

- Υπολογισμός παραμόρφωσης αστοχίας για Πλευρικό ή U-σχήματος μανδύα CFRP:

$$\epsilon_{f,e} = \min \left[0.65 \left(\frac{f_c^{2/3}}{E_f \rho_f} \right)^{0.56} \times 10^{-3}, 0.17 \left(\frac{f_c^{2/3}}{E_f \rho_f} \right)^{0.30} \epsilon_{f,u} \right]$$

f_c= f_{cm}: μέση θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

E_{FRP}: Μέτρο Ελαστικότητας υλικού ενίσχυσης

ε_{fke}: Ενεργή παραμόρφωση υλικού ενίσχυσης: $\epsilon_{fke} = \min(0.8 \cdot \epsilon_{f,e}, 0.005)$

ρ_f: $\rho_f = A_f \cdot n \cdot (\text{πλευρες τοιχου}) / t$

- Διάτμητική συνεισφορά της ενίσχυσης

$$V_f = 0.9 \cdot f_{tv} \cdot (\text{πλευρες τοιχου}) \cdot n \cdot A_f \cdot D'$$

Όπου:

n: Αριθμός στρώσεων

A_f: Εμβαδόν υφάσματος ενίσχυσης ανά μονάδα πλάτους

D': Θλιβόμενο μήκος πεσσού/υπέρθυρου

f_v: Αντοχή ενίσχυσης $f_v = \frac{E_f \cdot \epsilon_{fke}}{1.30}$

- Συνολική αντοχή:

$$V_{Rd,tot} = V_m + V_f \leq V_{t,c}$$

V_m: Διατμητική ικανότητα μη ενισχυμένης τοιχοποιίας

$$V_{t,c}: V_{t,c} = \frac{0.3 \cdot f_k \cdot t \cdot D'}{\gamma_M}$$

Σελίδα : 4

Αποτίμηση

Τοίχος : Τοίχος 11

Διαστάσεις : Μήκος (l) = 4.54(m) Ύψος (h) = 4.00(m)

Είδος : resmazo 30

Τύπος : Μονός τοίχος

Ισοδύναμο Πάχος tef (cm) = 30.00

Ειδικό Βάρος ε (kN/m3) = 26.00

Μέτρο Ελαστικότητας E (GPa) = 2.38

Θλιπτική αντοχή f_k (N/mm2) = 2.38

Καμπτική αντοχή f_{tk1} (N/mm2) = 0.05

Καμπτική αντοχή f_{tk2} (N/mm2) = 0.20

Αρχική διατμητική αντοχή f_{vk0} (N/mm2) = 0.10

Μέγιστη διατμητική αντοχή f_{vkmax} (N/mm2) = 0.52

☒ Κατακόρυφοι αρμοί πλήρεις (&3.6.2)

Ενίσχυση με ινοπλέγματα ανόργανης μήτρας (IAM)

Εμβαδό πλέγματος Af (mm2) = 47.310

Αριθμός στρώσεων n = 1

Μέτρο Ελαστικότητας Ef (GPa) = 80.000

Ενεργή παραμόρφωση εfu = 0.004

Εφελκυστική Αντοχή σχεδιασμού fEd (kN/m2) = 320.000

☒ Ενίσχυση και από τις δύο πλευρές

Έλεγχος σε διάτμηση εντός επιπέδου τοιχοποιίας ενισχυμένης με IAM

Στοιχεία Τομής :

Μήκος l (m) = 4.542

Συνδυασμός : 226

x = 1074.10 cm

y = 367.35 cm

z = 532.26 cm

σd (kN/m2)	lc (cm)	fvd (kN/m2)	VRd (kN)	VRd,TRM (kN)	VRd,tot (kN)	VEd (kN)	VEd/VRd,tot	Αποτέλεσμα
90.508	454.224	90.802	28.687	103.149	109.863	38.728	0.35	ΕΠΑΡΚΕΙ

Ευχαριστώ
Για την Προσοχή σας



Βασίλειος Τσιτσίας
Πολιτικός Μηχανικός
Παν.Πατρών