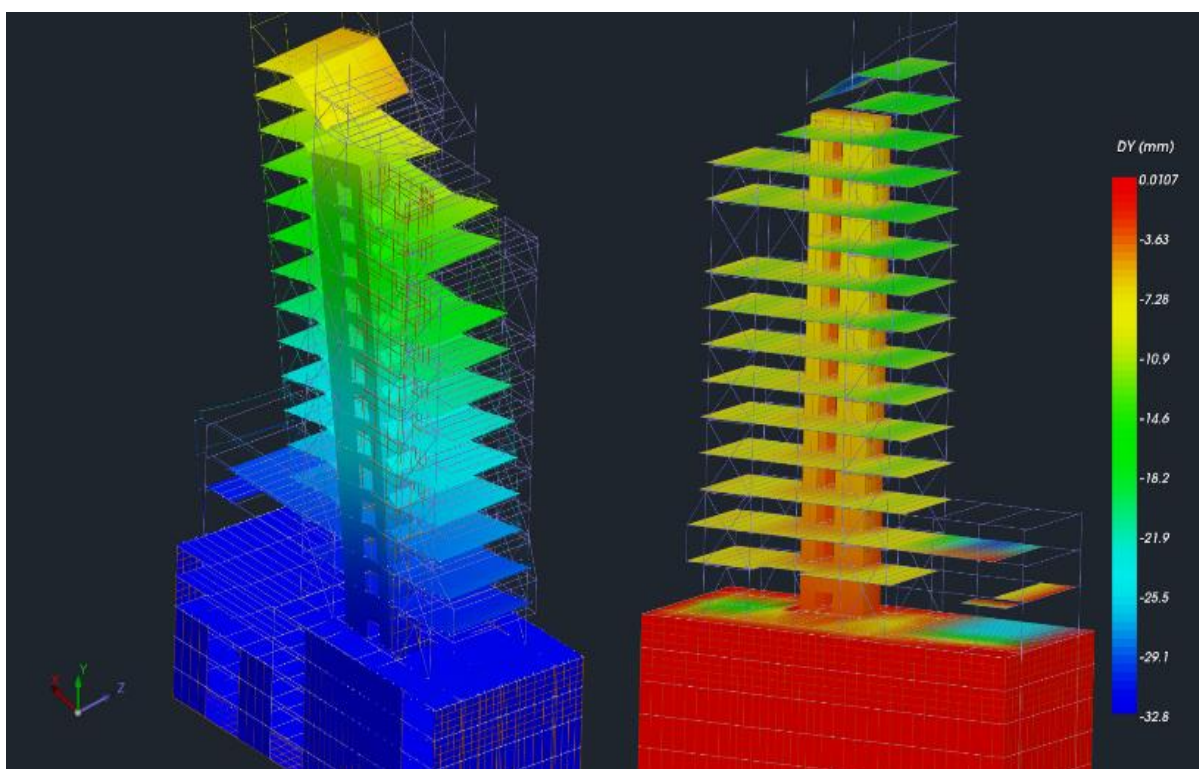




SCADA Pro 25tm
Structural Analysis & Design

Εγχειρίδιο Χρήσης

5.ΕΡΓΑΛΕΙΑ

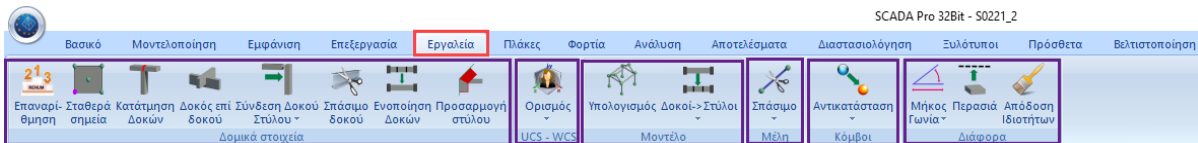


ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	3
1.1 ΕΠΑΝΑΡΙΘΜΗΣΗ	4
1.2 ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΗΜΕΙΑ	5
1.3 ΚΑΤΑΤΜΗΣΗ ΔΟΚΩΝ	5
1.4 ΔΟΚΟΣ ΕΠΙ ΔΟΚΟΥ	6
1.5 ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΚΟΥ-ΣΤΥΛΟΥ	8
1.6 ΣΠΑΣΙΜΟ ΔΟΚΟΥ	9
1.7 ΕΝΟΠΙΟΙΗΣΗ ΔΟΚΩΝ	9
1.8 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΥΛΟΥ	10
2. USC-WCS	11
3. ΜΟΝΤΕΛΟ	12
3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	12
ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	14
3.2 ΔΟΚΩΝ->ΣΤΥΛΟΙ	16
3.2.1 Μετατροπή Δοκών σε υποστυλώματα	16
3.2.2 Μοντέλο Smith	19
3.2.3 Μοντέλο διαγώνιοι ράβδοι	19
3.2.4 Αλλαγή rigid offset	20
3.2.5 Πάσσαλοι	20
4. ΜΕΛΗ	23
4.1.1 Σπάσιμο	23
4.1.2 Τομή	24
4.1.3 Αλλαγή φοράς	24
4.1.4 Επαναπροσδιορισμός φοράς	24
4.1.5 Ελευθερίες μελών	25
4.1.6 Ενοποίηση μελών	28
4.1.7 Ένωση ράβδου επιφανειακού	28
5. ΚΟΜΒΟΙ	29
5.1.1 Αντικατάσταση	29
5.1.2 Ταύτιση	29
5.1.3 Ταύτιση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού	30
5.1.4 Δέσμευση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού	30
5.1.5 Ενοποίηση	31
5.1.6 Έλεγχος Μεταλλικών	31
6. ΔΙΑΦΟΡΑ	36
6.1.1 Εύρεση Μήκους, Γωνίας	36
6.1.2 Εύρεση Εμβαδού, Περιμέτρου	36
6.2 ΠΕΡΑΣΙΑ	36
6.3 ΑΠΟΔΟΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ	38

Κεφάλαιο 5:

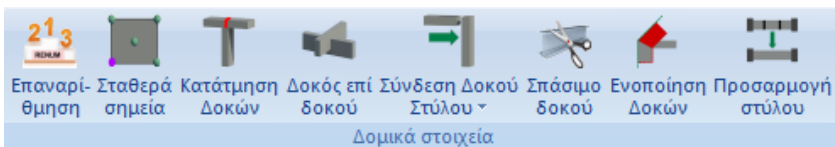
Εργαλεία



Η 5η Ενότητα ονομάζεται “ΕΡΓΑΛΕΙΑ” και περιλαμβάνει τις εξής 6 ομάδες εντολών:

- ✓ Δομικά στοιχεία
- ✓ UCS-WCS
- ✓ Μοντέλο
- ✓ Μέλη
- ✓ Κόμβοι
- ✓ Διάφορα

1. Δομικά στοιχεία

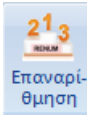


Η ομάδα εντολών “Δομικά στοιχεία” περιλαμβάνει τις εντολές που επιτρέπουν στο χρήστη να διαχειριστεί τα δομικά στοιχεία της μελέτης.

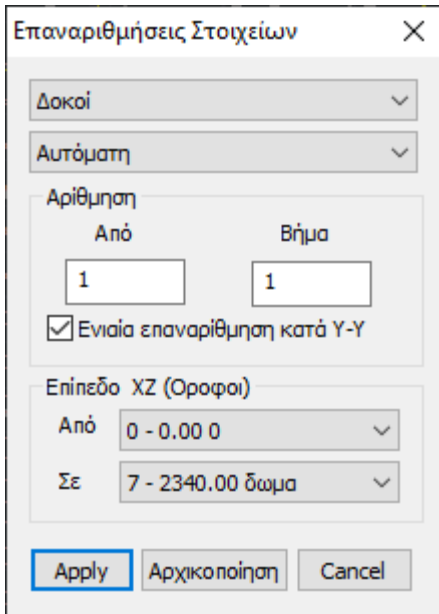
ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Προϋπόθεση για τη λειτουργία των εντολών “Δομικά στοιχεία”, εκτός από την “Επαναρίθμηση” (που αφορά τόσο φυσικές διατομές, όσο και μέλη και κόμβους), είναι να εφαρμόζονται στα φυσικά στοιχεία της μελέτης δηλαδή, πριν από τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου.

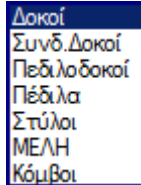
1.1 Επαναρίθμηση

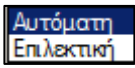


Εργαλείο για την επαναρίθμηση των στοιχείων της μελέτης.
Επιλέξτε την εντολή και στο πλαίσιο διαλόγου,



επιλέξτε την κατηγορία του στοιχείου από τη λίστα



και τον τύπο αρίθμησης .

Πληκτρολογήστε τον αρχικό αριθμό στο πεδίο “Από” και το “Βήμα”.

Για την “Αυτόματη” αρίθμηση, επιλέξτε σε ποια επίπεδα να εφαρμοστεί η νέα αρίθμηση.

Για την “Επιλεκτική” αρίθμηση, επιλέξτε την κατηγορία του στοιχείου, Apply και επιλέξτε τα στοιχεία στη δισδιάστατη απεικόνιση.

Για την κατηγορία “Υποστυλώματα” ενεργοποιήστε το checkbox για να λάβετε “συνεχόμενη αρίθμηση” καθ’ ύψος του στύλου για τις επιλεγμένες στάθμες. Για να λάβετε τις αυτόματες τροποποιήσεις επιλέξτε “Apply”, ενώ για τις “Επιλεκτικές” συνεχίστε επιλέγοντας διαδοχικά τα στοιχεία για επαναρίθμηση.

NEO: Η εντολή «Αρχικοποίηση», «σαρώνει» όλα τα στοιχεία που έχουν επιλεγεί και αυτόματα τα αριθμεί. Καλό είναι να χρησιμοποιείται PIN την επαναρίθμηση και η αναγκαιότητα της δημιουργίας της προέκυψε προκειμένου να αντιμετωπιστεί η περίπτωση όπου η αυτόματη επαναρίθμηση, παραλείπει τα στοιχεία εκείνα που δεν ανήκουν σε κάποια στάθμη (πχ. όταν δεν έχουν οριστοι τα +,-στις στάθμες). Πιο αναλυτικά:

Με τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου, το πρόγραμμα αριθμεί όλα τα μαθηματικά μέλη. Η εκτέλεση όμως στη συνέχεια επαναρίθμησης από το μελετητή, ενώ υπάρχουν μέλη που δεν ανήκουν σε κάποια στάθμη, δημιουργούσε διπλές αριθμήσεις για τα μέλη αυτά. Σε αυτή λοιπόν την περίπτωση γίνεται πρώτα μια Αρχικοποίηση και στη συνέχεια εκτελείται η επαναρίθμηση που επιθυμεί ο μελετητής. Τα μέλη που δεν ανήκουν σε στάθμη αριθμούνται αυτόματα στο τέλος των υπόλοιπων μελών.

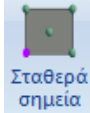
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Κανένα στοιχείο δεν πρέπει να έχει αρίθμηση 0. Αν προκύψει μηδενική αρίθμηση, θα εμφανιστεί



μήνυμα λάθους στους ελέγχους του μοντέλου. Χρησιμοποιήστε την Επαναρίθμηση για να το διορθώσετε.

1.2 Σταθερά σημεία



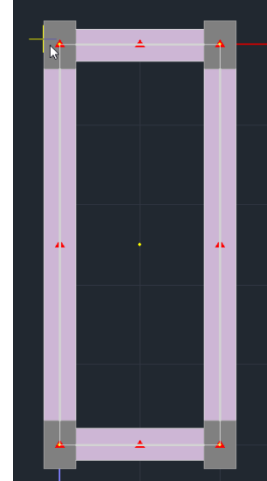
Εντολή για να αλλάξετε τη σταθερή κορυφή στα υποστυλώματα και την σταθερή περασιά στις δοκούς.



Τρόπος χρήσης:

Επιλέγεται την εντολή και στη συνέχεια δείχνετε την κορυφή του στύλου που θέλετε να παραμείνει σταθερή. Η σταθερή κορυφή καθορίζει το σημείο το οποίο παραμένει σταθερό σε περιπτώσεις μαζικών αλλαγών διαστάσεων της διατομής, του υλικού κλπ. Η αρχική θέση του σταθερού σημείου στα υποστυλώματα είναι στο κέντρο βάρους τους.

Στις δοκούς επιλέγεται την εντολή και επισημαίνεται με ένα μικρό τρίγωνο η σταθερή περασιά η οποία είναι ο κεντροβαρικός άξονας. Επιλέγεται με το ποντίκι τη περασιά που θέλετε να παραμείνει σταθερή.



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Η εντολή αυτή είναι πολύ χρήσιμη στη ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ των κατασκευών και επιτρέπει να παραμείνουν σταθερά τα σημεία των στύλων και οι περασιές των δοκών κατά τις αυξομειώσεις των διατομών.

1.3 Κατάτμηση δοκών



Όταν εισάγετε μια συνεχόμενη δοκό, το πρόγραμμα την σπάει αυτόματα σε επιμέρους δοκούς εκεί όπου συναντάει υποστυλώματα ή τοιχεία. Αυτό συμβαίνει γιατί από default ο διακόπτης



Auto Trim είναι ενεργός.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Η εντολή “Κατάτμηση δοκού” έχει έννοια μόνο όταν το  **Auto Trim** είναι ανενεργό.

Εφαρμόζεται στα **φυσικά στοιχεία** των δοκών δηλαδή, πριν από τη δημιουργία του **μαθηματικού μοντέλου**.

Σε αυτή την περίπτωση επιλέξτε την εντολή και κατόπιν τη δοκό.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

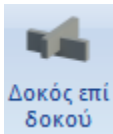
Έστω ότι έχετε μία σειρά πέντε (5) υποστυλωμάτων όπως φαίνεται στην εικόνα



Τοποθετείτε μία δοκό με στύλο αρχής τον (Κ1) και στύλο τέλους τον (Κ5). Το πρόγραμμα (υπό συνθήκες  Auto Trim ανενεργό) καταλαβαίνει ότι η δοκός στηρίζεται στο (Κ1) και στο (Κ5) υποστυλώμα. Έχει όμως αγνοήσει τα ενδιάμεσα υποστυλώματα Κ2,Κ3,Κ4.

Για να μπορέσει να κατανοήσει ότι υπάρχουν υποστυλώματα στις δεδομένες θέσεις, επιλέγετε την εντολή “Κατάτμηση Δοκών” και στη συνέχεια επιλέγετε ένα οποιοδήποτε σημείο της δοκού. Το πρόγραμμα αναγνωρίζει τα υποστυλώματα στις θέσεις που βρίσκονται, κόβει σε τμήματα τη δοκό και κάνει τη σύνδεση των δοκών που προκύπτουν με τα υποστυλώματα.

1.4 Δοκός επί δοκού



Εντολή για δημιουργία έμμεσων στηρίξεων στις δοκούς.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

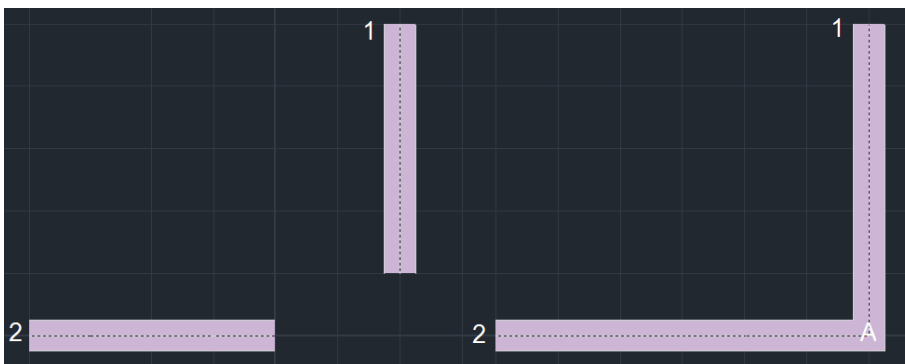
Εφαρμόζεται στα φυσικά στοιχεία των δοκών δηλαδή, πριν από τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου.

Επιλέγετε την εντολή και στη συνέχεια δείχνετε με το ποντίκι την πρώτη δοκό της έμμεσης στήριξης και κατόπιν τη δεύτερη δοκό.

Οι επιμέρους περιπτώσεις αναλύονται στα επόμενα παραδείγματα:



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

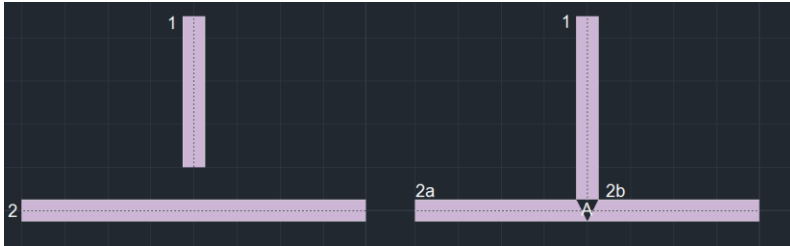


Σκοπός : δημιουργία έμμεσης στήριξη μεταξύ της δοκού 1 και Δ2.

Επιλέξτε την εντολή και μετά τις δοκούς 1 και 2. Κατά τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου θα δημιουργηθεί στη θέση A ο κόμβος της έμμεσης στήριξης.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2

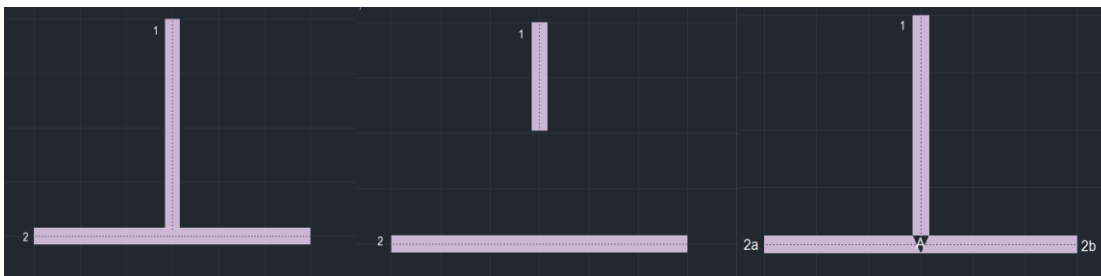


Σκοπός : δημιουργία έμμεσης στήριξη μορφής T.

Σχεδιάστε τις δοκούς 1 και 2. Επιλέξτε την εντολή και δείχνετε διαδοχικά τις δοκούς 1 και 2. Η σειρά δεν έχει σημασία. Στη συνέχεια και με τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου, θα δημιουργηθεί στη θέση A ο κόμβος της έμμεσης στήριξης και η δοκός Δ2 θα κοπεί σε δύο τμήματα το 2a και το 2b.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3

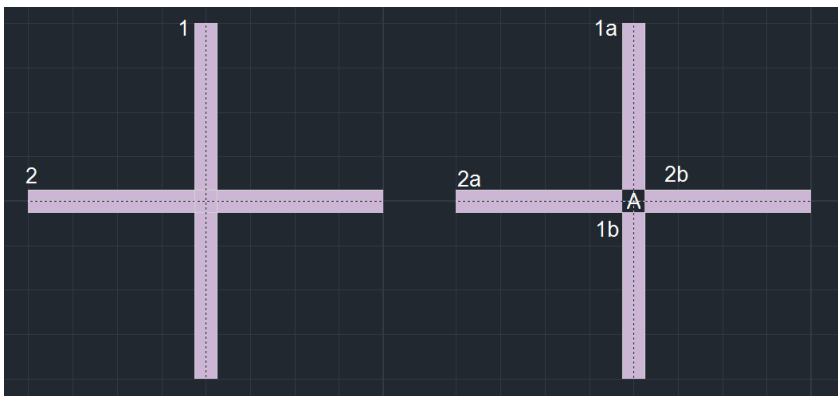


Σκοπός : δημιουργία έμμεσης στήριξη μορφής T

Σχεδιάστε τις δοκούς 1 και 2 ούτως ώστε η δοκός 1 να καταλήγει μέχρι τον κεντροβαρικό άξονα της δοκού 2. Επιλέξτε την εντολή και δείχνετε διαδοχικά τις δοκούς 1 και 2. Η σειρά δεν έχει σημασία. Στη συνέχεια θα παρατηρήσετε ότι δημιουργείται μια απόσταση μεταξύ των δοκών 1 και 2. Έπειτα κάνετε ξανά χρήση της εντολής και ξανά δείχνετε τις δοκούς 1 και 2. Στη συνέχεια και με τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου, θα δημιουργηθεί στη θέση A ο κόμβος της έμμεσης στήριξης και η δοκός 2 θα κοπεί σε δύο τμήματα το 2a και το 2b.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4

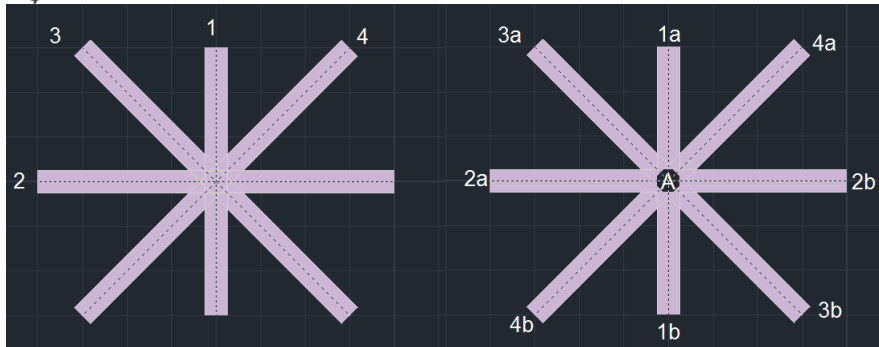


Σκοπός : δημιουργία έμμεσης στήριξη μορφής +.

Σχεδιάστε τις δοκούς 1 και 2 όπως φαίνονται στην εικόνα και στη συνέχεια επιλέγετε την εντολή και επιλέγετε τις δοκούς διαδοχικά ανεξαρτήτως σειράς. Κατά τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου δημιουργείται κόμβος στη θέση A και οι δοκοί σπάνε σε τμήματα 1a, 1b, 2a, 2b.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5

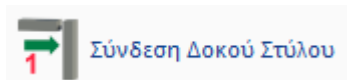


Σκοπός : δημιουργία πολλαπλής έμμεσης στήριξης

Έστω ότι θέλετε να τοποθετήσετε τρεις ή περισσότερες δοκούς οι οποίες σε ένα κόμβο έμμεσης στήριξης.

Πρώτα σχηματίζετε τον κόμβο της έμμεσης στήριξης μεταξύ των δοκών 1 και 2 (σταυρός). Στη συνέχεια και αφού τοποθετήσετε τις δοκούς 3 και 4 καλείτε εκ νέου την εντολή “Δοκός επί Δοκού” και επιλέγετε με το ποντίκι διαδοχικά τις δοκούς αυτές σαν να κάναμε έμμεση στήριξη μεταξύ των δοκών αυτών.

1.5 Σύνδεση δοκού-στύλου



Σύνδεση Δοκού Στύλου

Εντολή για να συνδέσετε δοκούς με υποστυλώματα, ακόμα και όταν αυτά δεν ενώνονται φυσικά, ώστε, μετά τον υπολογισμό του μαθηματικού μοντέλου να υπάρξει η μεταξύ τους σύνδεση.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Εφαρμόζεται στα φυσικά στοιχεία δηλαδή, πριν από τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου.



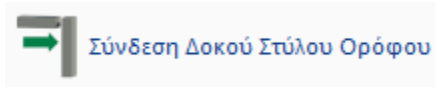
Τρόπος χρήσης:

Επιλέγετε την εντολή “Σύνδεση Δοκού - Στύλου” και το υποστύλωμα με το οποίο θα συνδέσετε την ή τις δοκούς που επιθυμείτε.

Επιλέγετε την πρώτη δοκό που θα συνδεθεί με το υποστύλωμα (κλικάροντας σε ένα σημείο από τη μέση προς την άκρη κοντά στο στύλο), επαναλαμβάνετε επιλέγοντας με τον ίδιο τρόπο όλες τις δοκούς που θέλετε να συνδεθούν με το υποστύλωμα.

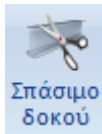
Με δεξί πλήκτρο ολοκληρώνετε τη διαδικασία.

 Αν έχετε συνδέσει το άκρο μιας δοκού με ένα υποστύλωμα και προσπαθήσετε να συνδέσετε και το άλλο άκρο της με το ίδιο υποστύλωμα, το πρόγραμμα δεν θα κάνει αυτή την σύνδεση (στην αντίθετη περίπτωση θα προέκυπτε ένα μέλος με τον ίδιο κόμβο αρχής και τέλους).



Η εντολή είναι αντίστοιχη με την προηγούμενη, μόνο που η σύνδεση δεν απαιτεί την χειροκίνητη επιλογή των στοιχείων, αλλά γίνεται αυτόματα από το πρόγραμμα, που με προκαθορισμένα κριτήρια συνδέει δοκούς με στύλους του ενεργού ορόφου.

1.6 Σπάσιμο δοκού

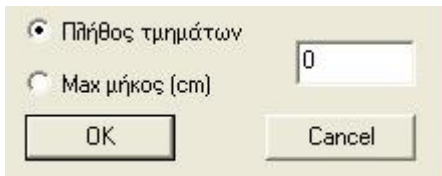


Η εντολή αυτή σας δίνει τη δυνατότητα να σπάσετε μία δοκό σε επιμέρους τμήματα είτε ορίζοντας τον αριθμό των τμημάτων, είτε το μήκος του κάθε τμήματος.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Εφαρμόζεται στα φυσικά στοιχεία δηλαδή, πριν από τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου.

Με την κλήση της εντολής από την εργαλειοθήκη ή από το μενού, εμφανίζεται το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου:



όπου πληκτρολογείτε το πλήθος των τμημάτων ή το μέγιστο μήκος αντίστοιχα για την κατάτμηση. “OK” και αριστερό κλικ στη δοκό.

1.7 Ενοποίηση δοκών



Η εντολή με την οποία ενοποιείτε μία δοκός που είχε “σπάσει” με προηγούμενη χρήση της εντολής “Σπάσιμο δοκού”.

Αφού καλέσετε την εντολή από την εργαλειοθήκη ή από το μενού δείχνετε με το ποντίκι τα τμήματα της δοκού διαδοχικά αρχίζοντας πάντα από το πρώτο κομμάτι της αρχής της δοκού.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Εφαρμόζεται στα φυσικά στοιχεία δηλαδή, πριν από τη δημιουργία του μαθηματικού μοντέλου.

1.8 Προσαρμογή στύλου

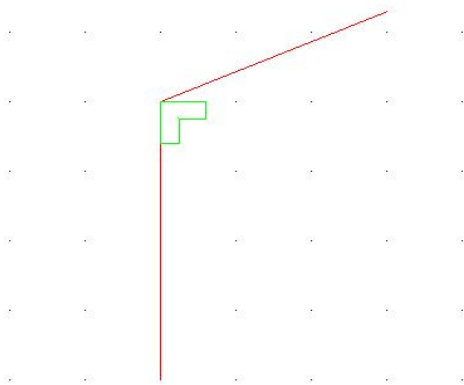


Με την εντολή αυτή γίνεται τροποποίηση της θέσης και του σχήματος της διατομής των υποστυλωμάτων. (Η επιλογή αυτή λειτουργεί σε άμεσο συνδυασμό με τις παραμετρικές διατομές υποστυλωμάτων).

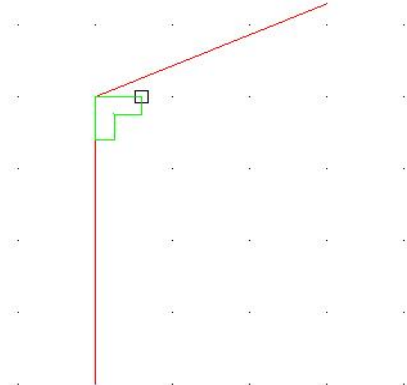


ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

Ο τελική θέση του οριζόντιου κλάδου του Γάμα υποστυλώματος στην εικόνα πρέπει να έρθει περασιά με την λοξή ευθεία.

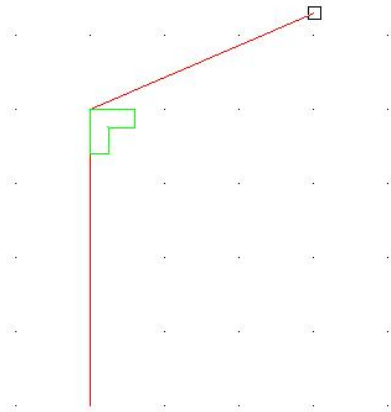


Εικ. α

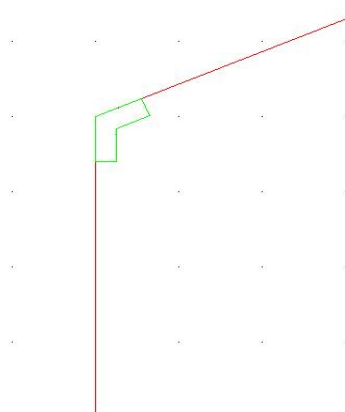


Εικ. β

Καλέστε την εντολή και επιλέξτε την κορυφή που θέλετε να έρθει περασιά και που είναι αυτή που φαίνεται στην εικόνα Εικ. γ.



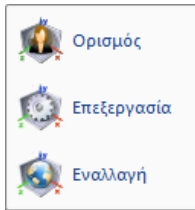
Εικ. γ



Εικ. δ

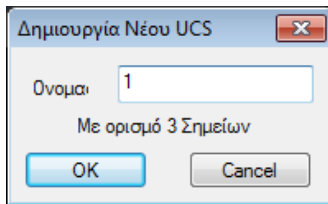
Η τελική μορφή του στύλου φαίνεται στην Εικ. δ.

2. USC-WCS



Η ομάδα εντολών “USC-WCS” (user system coordinates-word system coordinates) επιτρέπει τον καθορισμό απόλυτων συντεταγμένων χρήστη. Η εναλλαγή συστήματος είναι χρήσιμη όταν θέλετε να σχεδιάσετε σε άλλο επίπεδο.

Επιλέγετε αρχικά το **Ορισμός** για να ορίσετε το νέο σύστημα συντεταγμένων.

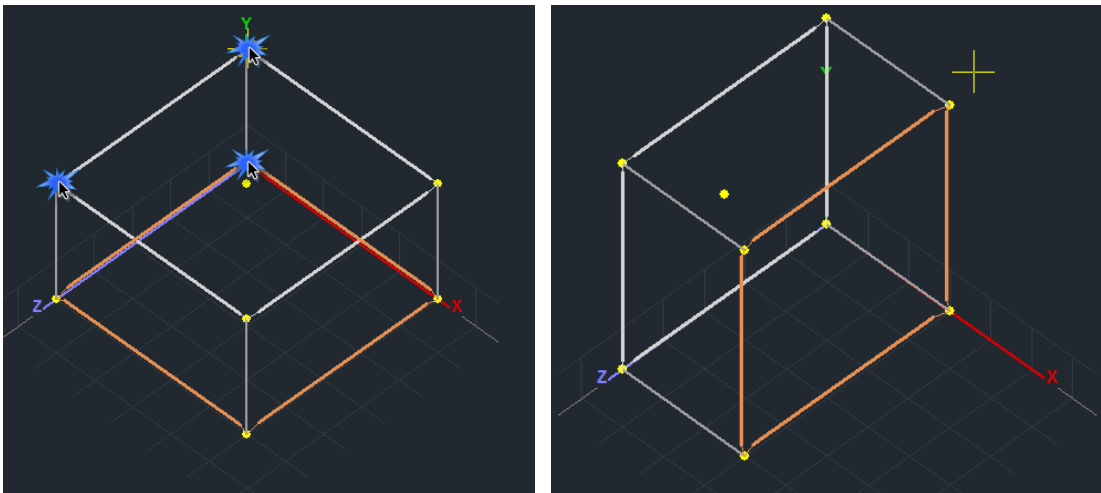


Στο παράθυρο διαλόγου ορίζετε μία ονομασία και OK. Κατόπιν δείχνετε γραφικά 3 σημεία για τον καθορισμό του επιπέδου που θα καθορίζει το νέο σύστημα συντεταγμένων. Δεξί κλικ για ολοκλήρωση.

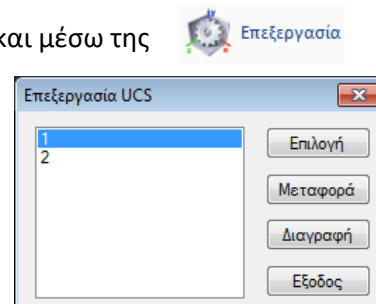
Κατόπιν επιλέγετε **Εναλλαγή** για να εφαρμόσετε το νέο σύστημα συντεταγμένων στη μελέτη σας.

Η επαναφορά στο WCS γίνεται επιλέγοντας ξανά **Εναλλαγή**.

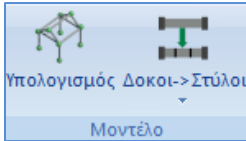
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Έχετε τη δυνατότητα να δημιουργήσετε περισσότερα UCS και μέσω της **Επεξεργασία** να τα επιλέγετε, να τα μεταφέρετε ή να τα διαγράψετε.

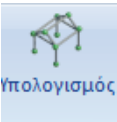


3. Μοντέλο



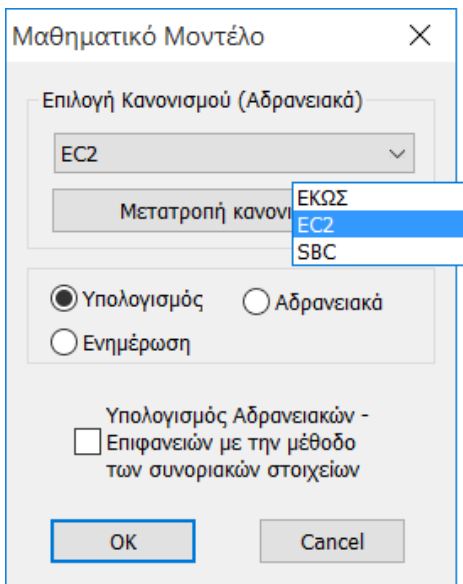
Η ομάδα εντολών “Μοντέλο” περιλαμβάνει τις εντολές που επιτρέπουν στο χρήστη να δημιουργήσει και να διαχειριστεί το μαθηματικό μοντέλο της μελέτης.

3.1 Υπολογισμός



Με την εντολή “Υπολογισμός”, το πρόγραμμα υπολογίζει και παράγει το μαθηματικό μοντέλο της μελέτης (κόμβοι και ράβδοι). Γίνεται δηλαδή αυτόματη προσομοίωση του φυσικού μοντέλου (δομικών στοιχεία: κολώνες, δοκάρια κλπ) με γραμμικά μέλη τα οποία συνδέονται με κόμβους.

Η επιλογή της εντολής ανοίγει το παράθυρο διαλόγου:



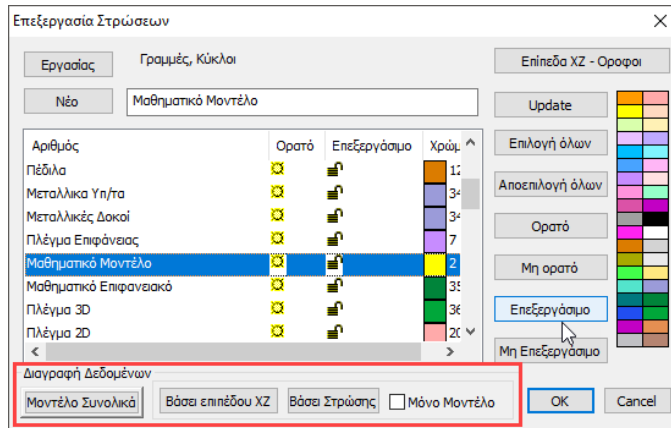
Τη πρώτη φορά που κάνετε τον υπολογισμό του μαθηματικού μοντέλου, επιλέγετε τον κανονισμό για τον υπολογισμό των αδρανειακών και OK.

Σε περίπτωση που θέλετε να τροποποιήσετε τα ήδη υπολογισμένα αδρανειακά αλλάζοντας κανονισμό, απλά επιλέξτε τον άλλο κανονισμό και “Μετατροπή κανονισμού”.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Μπορείτε να δημιουργείτε και να διαγράφετε το Μαθηματικό Μοντέλο όσες φορές θέλετε.

Η διαγραφή γίνεται μέσα από το παράθυρο Επεξεργασία Στρώσεων (βλ. Εγχ.Χρήσης ΒΑΣΙΚΟ)



☒ Υπολογισμός ☐ Αδρανειακά
☐ Ενημέρωση

- Ενεργοποιήστε “Υπολογισμός” και “OK” για να δημιουργηθεί αυτόματα το μαθηματικό μοντέλο της μελέτης. Αρχικά για να δημιουργήσετε το μαθηματικό μοντέλο της μελέτης και κατόπιν για να το συμπληρώσετε με τα νέα μέλη.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Η ίδια εντολή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όσες φορές θέλετε, είτε διότι διαγράψατε το ήδη υπάρχον μαθηματικό μοντέλο, είτε διότι μετά τον υπολογισμό του εισάγετε επιπλέον φυσικά μέλη στη μελέτη, κλπ.

- Ενεργοποιήστε “Ενημέρωση” και “OK” για να ενημερώσετε το μαθηματικό μοντέλο για πιθανές τροποποιήσεις σε ήδη υπάρχοντα στοιχεία ώστε να ενημερωθούν τα αδρανειακά των διατομών (π.χ. μετατοπίσεις δοκών ή υποστυλωμάτων, γεωμετρικές αλλαγές μίας διατομής).
- Σε περίπτωση που έχει προηγηθεί ο υπολογισμός του μαθηματικού μοντέλου και έχουν γίνει τροποποιήσεις στα Rigid Offsets, ενεργοποιήστε το “Αδρανειακά”, ώστε ένας νέος υπολογισμός να μην επηρεάσει τις τροποποιήσεις αυτές.

Υπολογισμός Αδρανειακών -
☒ Εμφανειών με την μέθοδο των συνοριακών στοιχείων

Η ενεργοποίηση της εντολής, επιτρέπει τον υπολογισμό των αδρανειακών με τη μέθοδο των συνοριακών στοιχείων.

ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι τύποι των πεπερασμένων στοιχείων που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε στο **SCADA Pro 21** ομαδοποιούνται γενικά σε **1D στοιχεία**, **2D στοιχεία** και **3D στοιχεία** και αναγνωρίζονται βάσει των σχημάτων τους. Για παράδειγμα, τα στοιχεία μπορούν να έχουν τη μορφή ευθείας γραμμής ή καμπύλης, τριγώνου ή τετράπλευρου, τετράεδρου και πολλών άλλων.

Το απλούστερο στοιχείο είναι μια γραμμή που αποτελείται από δύο κόμβους. Όλα τα στοιχεία γραμμής, ευθείας ή καμπύλης, ονομάζονται **1D στοιχεία** και έχουν τη δυνατότητα μετατοπίσεων και περιστροφών. Παραδείγματα 1D στοιχείων είναι το στοιχείο δικτυώματος (truss) και το στοιχείο δοκού (beam3d)

Στο **SCADA Pro 21** περιλαμβάνονται :

- Ραβδωτά (γραμμικά) στοιχεία Δικτυώματος με λειτουργία στο χώρο
- Ραβδωτά (γραμμικά) στοιχεία Δοκού-Υποστυλώματος με λειτουργία στο χώρο
- Ραβδωτά (γραμμικά) στοιχεία Πεδιλοδοκού επί ελαστικού εδάφους με λειτουργία στο χώρο
- Συνοριακά βοηθητικά στοιχεία για την προσομοίωση ελαστικών στηρίξεων στους κόμβους των γραμμικών στοιχείων .

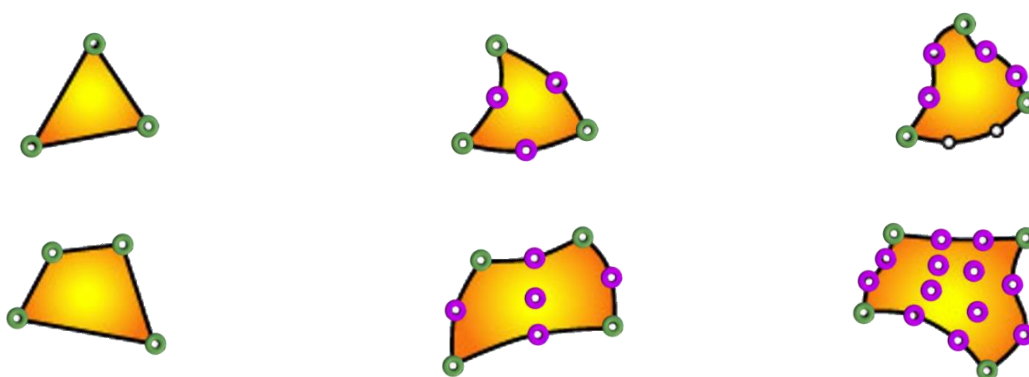


Τα **2D στοιχεία** είναι συνήθως επιφανειακά στοιχεία τριγωνικά ή τετραπλευρικά. Παραδείγματα στοιχείων 2D είναι τριγωνικό στοιχείο 3 κόμβων, τριγωνικό στοιχείο 6 κόμβων και πολλά άλλα. Αυτά τα επιφανειακά στοιχεία μπορούν να έχουν κανονικά ή ακανόνιστα σχήματα όπως φαίνονται στην εικόνα

Τα 2D στοιχεία είναι επίπεδα στοιχεία. Επομένως, η γραμμική προσέγγιση των μετατοπίσεων που εξετάζονται είναι $u(x, y)$ και $v(x, y)$ ενώ οι περιστροφές είναι $\theta(x, y)$. Δεδομένου ότι αντιστοιχούν στο επίπεδο της τάσης και στην απλή καταπόνηση, χρησιμοποιούνται συχνά για την επίλυση προβλημάτων ελαστικότητας 2D.

Στο **SCADA Pro 21** περιλαμβάνονται :

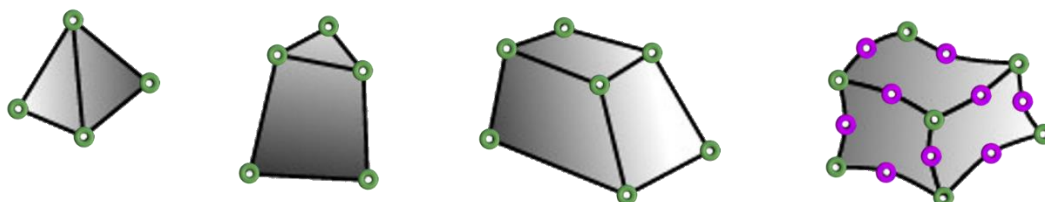
- Πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία κελύφους (τετραπλευρικά ή τριγωνικά)
- Πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία κελύφους επί ελαστικού εδάφους (τετραπλευρικά ή τριγωνικά)
- Πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία επίπεδης παραμόρφωσης
- Πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία επίπεδης έντασης για την προσομοίωση επιφανειών παραγομένων εκ περιστροφής.
- Πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία επίπεδης έντασης.
- Συνοριακά βοηθητικά στοιχεία για την προσομοίωση ελαστικών στηρίξεων στους κόμβους των επιφανειακών στοιχείων



3D Στοιχεία. Τα τρισδιάστατα στοιχεία χρησιμοποιούνται συνήθως για τη προσομοίωση όγκων. Προέρχονται από τα 2D στοιχεία και χρησιμοποιούνται σε ποιο σύνθετα προβλήματα προσομοίωσης. Τα στερεά στοιχεία 3D έχουν μόνο μετατοπίσεις και όχι περιστροφές. Οι τρεις συναρτήσεις άγνωστης μετατόπισης είναι $u(x, y, z)$, $v(x, y, z)$ και $w(x, y, z)$. Παραδείγματα τρισδιάστατων στερεών στοιχείων είναι τετραεδρικό στοιχείο 4-κόμβων, τετραεδρικό στοιχείο 10-κόμβων, ισοπαραμετρικό στοιχείο 8-κόμβων, κ.λπ.

Στο **SCADA Pro 21** περιλαμβάνονται :

- Τρισδιάστατα, εξαεδρικά, ισοπαραμετρικά πεπερασμένα στοιχεία, με μεταβαλλόμενη ένταση κατά μήκος του πάχους τους (8-21 κόμβοι)
- Συνοριακά βοηθητικά στοιχεία για την προσομοίωση ελαστικών στηρίξεων στους κόμβους των στερεών στοιχείων.



3.2 Δοκοί->Στύλοι



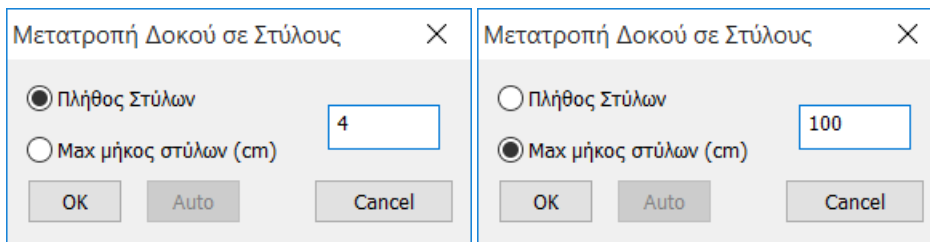
Η ομάδα εντολών “Δοκοί-> Στύλοι” περιλαμβάνει τις εντολές που επιτρέπουν στο χρήστη:

- να προσομοιώσει **τοιχία υπογείου** και
- να αλλάξει τα rigid offset των μελών.
- να εισάγει **Πασσάλους**

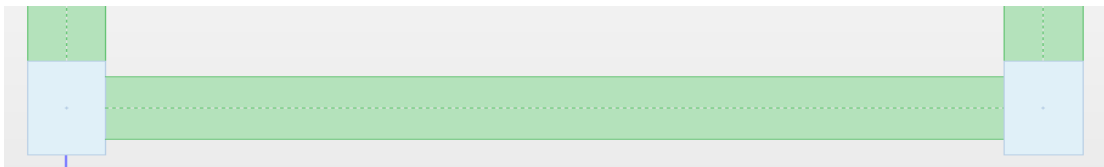
3.2.1 Μετατροπή Δοκών σε υποστυλώματα

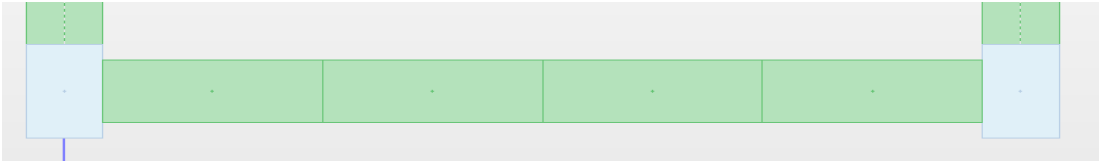
Για την προσομοίωση των τοιχίων του υπογείου (στάθμη 0) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο “Μετατροπή Δοκών σε υποστυλώματα”:

- Στη στάθμη οροφής του υπογείου εισάγετε, στη θέση του τοιχίου, μια δοκό πάχους όσο το πάχος του τοιχίου.
- Επιλέγετε την εντολή “ Δοκοί σε υποστυλώματα” και στο πλαίσιο διαλόγου: ενεργοποιείτε “Πλήθος υποστυλωμάτων” ή “Μακ μήκος υπ/τος” και πληκτρολογείτε τον αντίστοιχο αριθμό

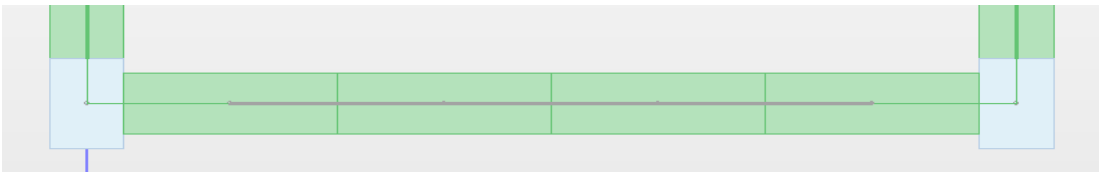
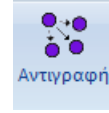


- Δείξτε με αριστερό κλικ τη δοκό που αυτόματα θα μετατραπεί και θα σπάσει σε τόσα μέρη όσα το “Πλήθος υποστυλωμάτων” ή “Μακ μήκος υπ/τος” που ορίσατε.



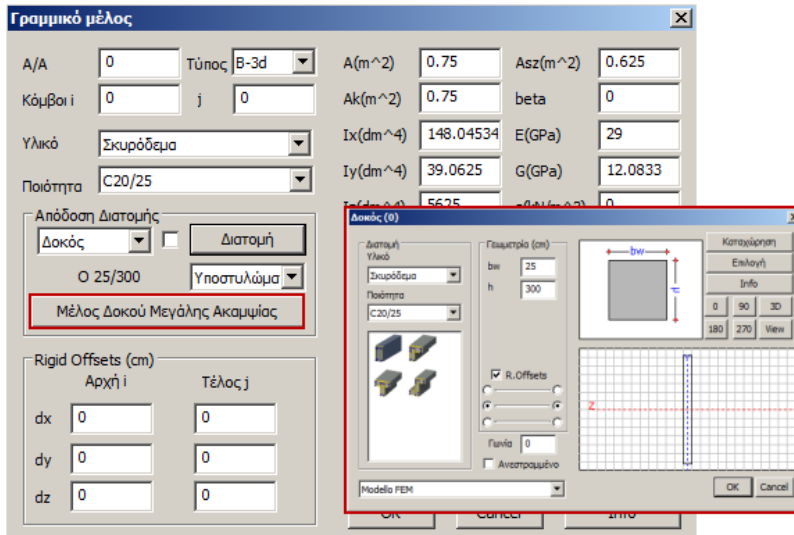


- Μπορείτε να επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και στη στάθμη θεμελίωσης ή να επιλέξετε τα τμήματα των στύλων και, με την εντολή Αντιγραφή, να τα αντιγράψετε στη στάθμη 0 στην αντίστοιχη θέση.
- Συνεχίστε με “Υπολογισμός” του μαθηματικού μοντέλου, που σημαίνει τη δημιουργία κόμβων ασύνδετων μεταξύ τους.
- Συνδέστε τους κόμβους με γραμμικά μέλη μεγάλης ακαμψίας, παρόμοιας με εκείνη των τοιχίων και μηδενικό ειδικό βάρος. Αφού ορίσετε τις ιδιότητες του μέλους, αρκεί να επιλέξετε τον πρώτο κόμβο και με παράθυρο όλους τους υπόλοιπους και το πρόγραμμα τοποθετεί μέλος από κόμβο σε κόμβο.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:**

Προσομοίωση τοιχίων υπογείου και εισαγωγή πεδιλοδοκών στη βάση.

- 1) Εισάγετε το φυσικό μοντέλο των υποστυλωμάτων και των δοκών στη στάθμη 1 (πάνω από τη στάθμη θεμελίωσης).
- 2) Επιλέξτε την εντολή “Δοκοί σε υποστυλώματα” για να μετατρέψετε τις δοκούς που θα γίνουν τα τοιχία του υπογείου.
- 3) Επιλέξτε την εντολή “Βασικό”>>”Αντιγραφή επιπέδου”, το βέλος αλλαγής στάθμης  και μεταβείτε στο επίπεδο θεμελίωσης όπου επιλέγετε την εντολή “Βασικό”>>”Επικόλληση επιπέδου”,
- 4) Επιλέξτε “Εργαλεία”>>”Μοντέλο”>>”Υπολογισμός”;
- 5) Επιστρέψτε στη στάθμη 1 όπου πρέπει να ενώσετε τους νέους κόμβους με γραμμικά μέλη μεγάλης ακαμψίας, παρόμοιας με εκείνη των τοιχίων και μηδενικό ειδικό βάρος.
- 6) Επιλέξτε την εντολή “Μοντελοποίηση”>>”Μέλος”>>”Μαθηματικό” και στο πλαίσιο διαλόγου:



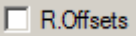
7) Επιλέξτε το πλήκτρο “Μέλος Δοκού μεγάλης ακαμψίας” **Μέλος Δοκού Μεγάλης Ακαμψίας** που συμπληρώνει αυτόματα το πεδίο των παραμέτρων που αφορά, διατομή 25x300, με μηδενικό ειδικό βάρος και χωρίς απόδοση διατομής.

8) Με αριστερό κλικ ενώστε τους κόμβους έναν έναν. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε την επιλογή με παράθυρο  για ευκολία και ταχύτητα.

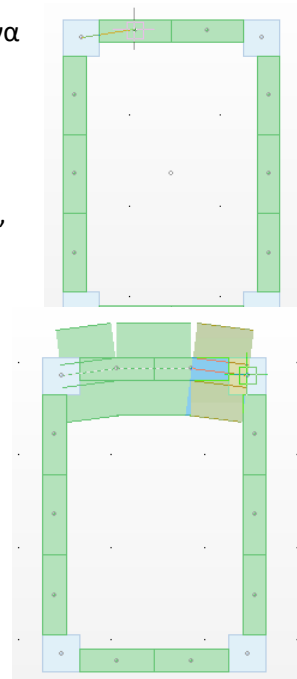
9) Μεταβείτε στη στάθμη 0 (Θεμελίωσης):

10) Επιλέξτε “Εμφάνιση”>>“Διακόπτες” και απενεργοποιήστε το “Auto Trim”

10) Επιλέξτε “Μοντελοποίηση”>>“Πεδιλοδοκός” και στο πλαίσιο διαλόγου - εισάγετε τη γεωμετρία και

- απενεργοποιήστε τα  .

11) Εισάγετε την πεδιλοδοκό από κόμβο σε κόμβο.



3.2.2 Μοντέλο Smith



Βάσει αυτής της μεθόδου, στη θέση του τοιχίου, τοποθετούνται δύο ράβδοι χιαστί ανάμεσα στα δύο υποστυλώματα, προσομοιώνοντας το ισοδύναμο τοίχιο.

Η προσομοίωση με τη χρήση της μεθόδου "Μοντέλο Smith" γίνεται ως εξής:

1. Στη στάθμη 1: εισάγετε στη θέση του τοιχίου μία δοκό πάχους όσο αυτό του τοιχίου,
2. Στη στάθμη 0: εισάγετε την πεδίοδοκο ή τη συνδετήρια δοκό,
3. Κάντε τον Υπολογισμό του Μαθηματικού Μοντέλου,
4. Επιλέξτε την εντολή "Μοντέλο Smith",
5. Ανοίξτε τη 3D απεικόνιση και δείξτε το μέλος της δοκού άνω.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Το πρόγραμμα εισάγει δυο χιαστοί ράβδους ανάμεσα στα δύο υποστυλώματα. Ταυτόχρονα τροποποιούνται τα A, Ak, Asy, asz, και Iz των μελών που ορίζουν τα όρια του τοιχώματος δηλαδή των δοκών άνω και κάτω.

Η απεικόνιση που θα δείτε είναι η παρακάτω.



3.2.3 Μοντέλο διαγώνιοι ράβδοι



Ακολουθήστε την ίδια διαδικασία της μεθόδου "Μοντέλο Smith".

Βάσει της μεθόδου "Διαγώνιοι", στη θέση του τοιχίου τοποθετούνται και πάλι δύο ράβδοι χιαστί ανάμεσα στα δύο υποστυλώματα, προσομοιώνοντας το ισοδύναμο τοίχιο.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Η βασική διαφορά με την μέθοδο Smith είναι ότι δεν ακολουθεί αυτόματη τροποποίηση των αδρανειακών των μελών που ορίζουν τα όρια του τοιχώματος, δηλαδή των δοκών άνω και κάτω, όπως προηγουμένως. Αυτό μπορείτε να το πετύχετε εσείς, αλλάζοντας τις διαστάσεις της δοκού ανωδομής π.χ. από 25/50 σε 25/300 (δηλ. δίνοντας ως ύψος το ύψος του υπογείου).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Βασική προϋπόθεση για τη χρήση των δύο αυτών τελευταίων μεθόδων προσομοίωσης των τοιχίων είναι: Η παρουσία του μαθηματικού μοντέλου και η ύπαρξη των δοκών που θα γίνουν κατόπιν οι χιαστί ράβδοι. Οι δοκοί πρέπει να έχουν πάχος όσο αυτό των τοιχίων.

Στα χιαστί μέλη υπολογίζονται αυτόματα και rigid offsets έτσι ώστε το ελαστικό τμήμα των ράβδων να ξεκινάει από την παρειά των παρακείμενων υποστυλωμάτων.

3.2.4 Αλλαγή rigid offset

Με την εντολή αυτή προσδιορίζεται η νέα θέση του ελαστικού κόμβου στην αρχή ή το τέλος ενός μαθηματικού μέλους και τροποποιείται αυτόματα το rigid offset του μέλους αυτού.

ΟΡΙΣΜΟΙ:

- Ως Ελαστικός κόμβος δοκού ορίζεται το σημείο τομής του άξονα της δοκού με το περίγραμμα του υποστυλώματος στο οποίο εδράζεται.
- Ως Ελαστικός κόμβος στύλου ορίζεται ο κόμβος του κέντρου βάρους της διατομής του στην αρχή ή το τέλος του.

Επιλέγετε με το ποντίκι το μαθηματικό μέλος πιέζοντας σε ένα σημείο του κοντά στο άκρο του οποίου θέλετε να τροποποιηθεί το rigid offset. Το πρόγραμμα επιλέγει τον ελαστικό κόμβο στο άκρο του μέλους. Στη συνέχεια, επιλέγετε με το ποντίκι τη νέα θέση του ελαστικού κόμβου.

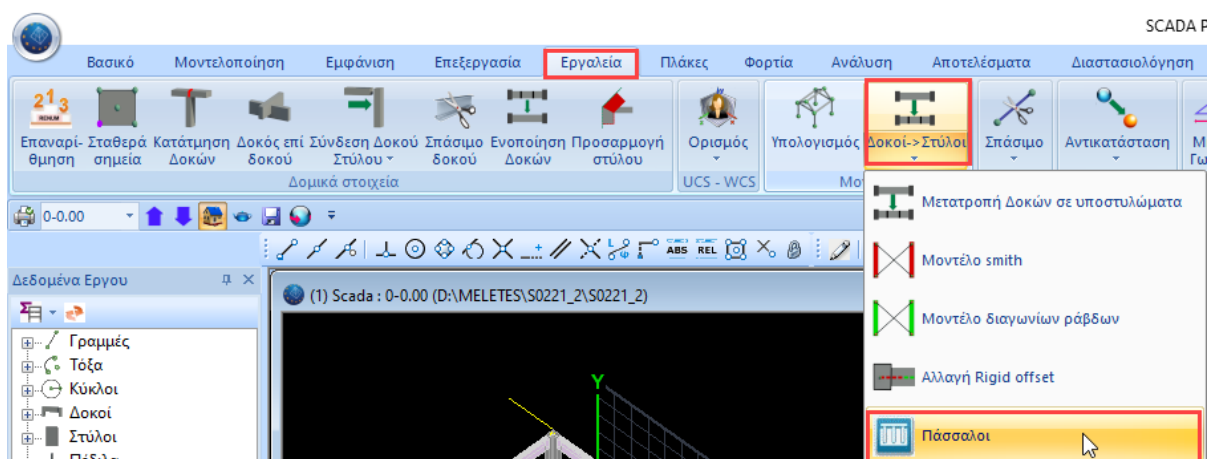
3.2.5 Πάσσαλοι

Οι Πάσσαλοι θεμελίωσης που περιλαμβάνονται στην νέα έκδοση του SCADA Pro αφορούν **κυκλικούς πασσάλους οπλισμένου σκυροδέματος**.

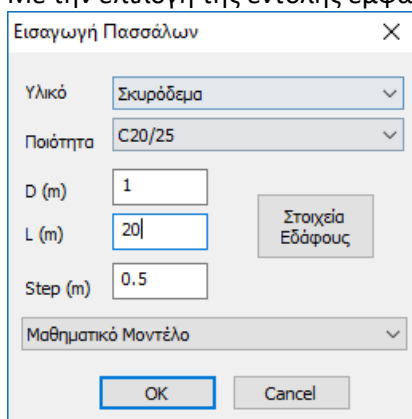
Ο τρόπος μετάδοσης του φορτίου είναι μέσω της αιχμής του πασσάλου στο έδαφος ενώ ταυτόχρονα λειτουργεί και η πλευρική τριβή (Εδραζόμενοι πάσσαλοι).

Η μεταφορά των φορτίων της ανωδομής γίνεται μέσω κεφαλόδεσμου (που προσομοιώνεται στο SCADA Pro με πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία) στην κορυφή κάθε πασσάλου και στη συνέχεια στο έδαφος.

Στο πρόγραμμα η εντολή εισαγωγής των πασσάλων είναι στην ενότητα «Εργαλεία»:



Με την επιλογή της εντολής εμφανίζεται το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου:



όπου καθορίζετε:

Το **υλικό** και την **ποιότητα**.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Θεωρητικά στον πάσσαλο κυκλικής διατομής μπορεί να αποδοθεί και ποιότητα υλικού Steel εκτός από σκυρόδεμα. Η διαστασιολόγηση όμως θα γίνεται μόνο για πασσάλους οπλισμένου σκυροδέματος.

Στη συνέχεια ορίζετε τη **διάμετρο** του πασσάλου και το συνολικό του **μήκος**.

Το **step** έχει να κάνει με τα τμήματα που η συνολική ράβδος θα κατατμηθεί προκειμένου να δημιουργηθούν οι κόμβοι όπου θα τοποθετηθούν τα πλευρικά ελατήρια.

Τοποθετούνται σε κάθε κόμβο 2 μεταφορικά ελατήρια στις δύο κάθετες κατευθύνσεις x και z. Τέλος υπάρχει και η επιλογή του Layer στο οποίο θα ανήκουν οι ράβδοι

Πιέζοντας το πλήκτρο «**Στοιχεία Εδάφους**» ανοίγει το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου:

Στοιχεία Εδάφους

Πλήθος εδαφικών ζωνών Ζώνη

Στοιχεία Εδαφικής Ζώνης

Πάχος (m) Είδος

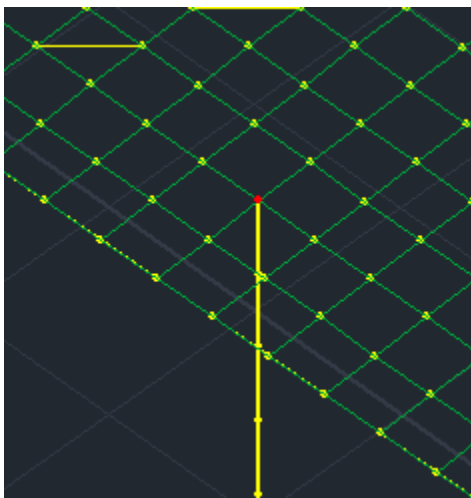
Αστράγγιστη διατμητική αντοχή αργίλου (S_u) kN/m²

Σχετική πυκνότητα άμμου (D_r) %

Βάθος υδροφόρου ορίζοντα (m)

όπου καθορίζετε το πλήθος των εδαφικών ζωνών και στη συνέχεια, για κάθε εδαφική ζώνη που την επιλέγετε από το drop down list «Ζώνη», τα στοιχεία της.

Η τοποθέτηση του πασσάλου γίνεται στον κόμβο του κεφαλόδεσμου που θα δείξετε με το ποντίκι. Η θέση των πασσάλων επιλέγεται αποκλειστικά από τον μελετητή. Αργότερα θα υπάρξει διαδικασία βελτιστοποίησης όπου θα προτείνεται ο βέλτιστος συνδυασμός πλήθους και διαμέτρου πασσάλων σε ορθογωνική διάταξη.



Εισάγονται οι ράβδοι μέχρι το βάθος που αντιστοιχεί στο συνολικό μήκος του πασσάλου. Οι ράβδοι αντιστοιχούν σε κυκλικό στύλο οπλισμένου σκυροδέματος ή ότι άλλου υλικού επιλέξατε αρχικά.

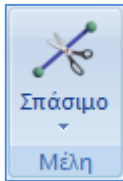
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Δεν δημιουργείται πρόβλημα που οι πάσσαλοι εισάγονται σε αρνητικό υψόμετρο.

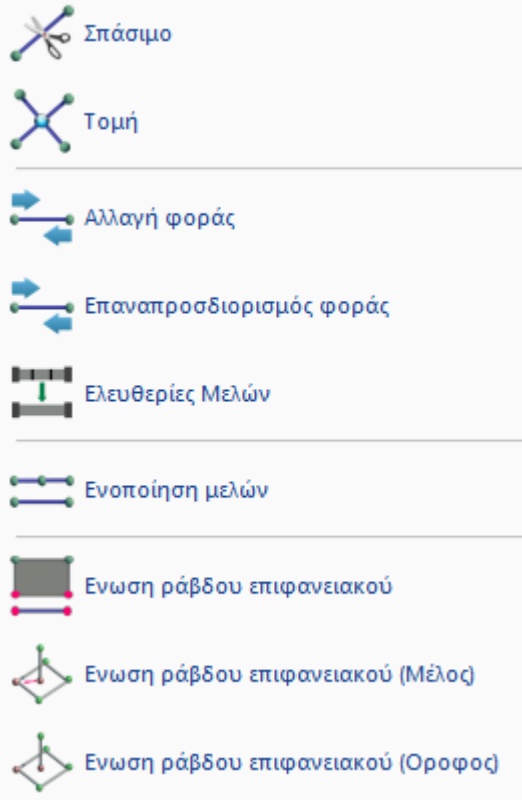
Στη συνέχεια και κατά τα γνωστά, μπορεί να τρέξει η ανάλυση και να υπολογιστούν τα εντατικά μεγέθη και για τους πασσάλους.

Προς το παρόν δεν έχει υλοποιηθεί η διαδικασία ελέγχου των πασσάλων.

4. Μέλη



Η ομάδα εντολών “**Μέλη**” περιλαμβάνει τις εντολές που επιτρέπουν στο χρήστη να διαχειριστεί και να τροποποιήσει τα μαθηματικά μέλη της μελέτης:



- Σπάσιμο
- Τομή
- Αλλαγή φοράς
- Επαναπροσδιορισμός φοράς
- Ελευθερίες μελών
- Ενοποίηση μελών
- Ένωση μελών γραμμικών με επιφανειακών

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

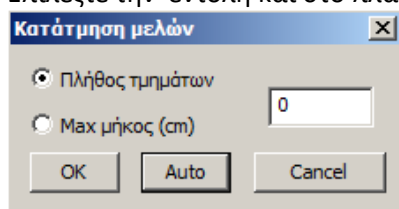
Βασική προϋπόθεση για τη λειτουργία των εντολών αυτών είναι, τα μέλη να προέρχονται από την εντολή “**Μοντελοποίηση>>Μέλος>>Μαθηματικό**” με ή χωρίς απόδοση φυσικής διατομής, ή από τη χρήση της εντολής “**Τυπικές κατασκευές**”.

4.1.1 Σπάσιμο



Η εντολή αυτή σας δίνει τη δυνατότητα να “σπάσετε” ένα γραμμικό μαθηματικό μέλος σε επιμέρους μέλη με κριτήριο το πλήθος των μελών ή το μήκος του κάθε μέλους.

Επιλέξτε την εντολή και στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται:



ορίστε είτε το πλήθος των τμημάτων, είτε το μέγιστο μήκος του κάθε τμήματος. Στη συνέχεια πιέζετε το πλήκτρο OK και δείχνετε με το ποντίκι το μέλος που θέλετε να σπάσετε.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Επιλέγοντας το πλήκτρο “Auto” σπάνε αυτόματα όλα τα μαθηματικά μέλη του φορέα που διασταυρώνονται.

Η επιλογή λειτουργεί μόνο με μαθηματικά μέλη και χρειάζεται προσοχή στη χρήση της γιατί σπάει συνολικά όλα τα διασταυρούμενα μέλη.

4.1.2 Τομή

Με την εντολή αυτή γίνεται κατάτμηση δύο μαθηματικών μελών τα οποία τέμνονται. Δημιουργούνται τέσσερα νέα μέλη με κόμβο στο σημείο της τομής.

Επιλέγεται την εντολή και δείχνετε με το ποντίκι τα δύο μέλη. Τα δύο μέλη “σπάνε” σε τέσσερα και δημιουργείται ένας νέος κόμβος στο σημείο τομής τους.

**4.1.3 Αλλαγή φοράς**

Εντολή για να αλλάξετε τη φορά των τοπικών αξόνων των μελών.

Ενεργοποιήστε στους “Διακόπτες” τους Τοπικούς Άξονες ☒ Τοπικοί Άξονες, επιλέξτε την εντολή και με αριστερό κλικ το μέλος, και παρατηρήστε την αλλαγή φοράς.

**4.1.4 Επαναπροσδιορισμός φοράς**

Η εντολή αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθεί όταν στους γενικούς ελέγχους εμφανιστούν ένα ή και τα δύο από τα παρακάτω μηνύματα:

Error1678: Ο στύλος 123 έχει τοποθετηθεί με ανάποδη φορά
Υπάρχουν μέλη με λάθος φορά τοπικών αξόνων

Το πρώτο, που αφορά μόνο τους στύλους, έχει να κάνει με την φορά τοποθέτησής τους (η σωστή φορά είναι από κάτω προς τα πάνω), ενώ το δεύτερο είναι ένα γενικό μήνυμα που αφορά δοκούς και στύλους και ειδικά για τις δοκούς, εμφανίζεται όταν δεν έχουν τοποθετηθεί με τη σύμβαση του προγράμματος η οποία είναι από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω.

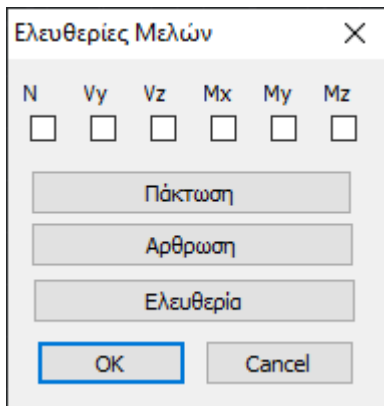
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Όταν λοιπόν εμφανιστούν τα παραπάνω μηνύματα, με τη χρήση της εντολής “Επαναπροσδιορισμός φοράς” διορθώνονται οι φορές αυτόματα για όλο το φορέα, και έτσι δεν θα υπάρχουν τα προβλήματα που προκύπτουν στη διαστασιολόγηση των περασιών.

4.1.5 Ελευθερίες μελών

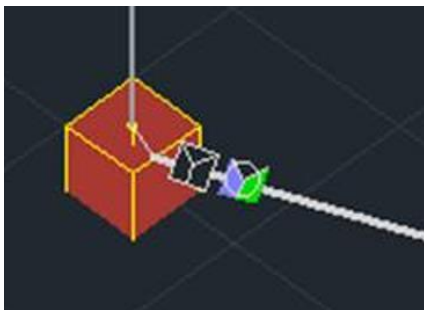
Η εντολή Ελευθερίες μελών είναι μία νέα εντολή μαζικής αλλαγής των βαθμών ελευθερίας των άκρων των μελών.

Με την κλήση της, εμφανίζεται το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου



όπου σας δίνεται η δυνατότητα εύκολα και γρήγορα να τροποποιήσετε μαζικά τους βαθμούς ελευθερίας των άκρων των μελών που επιθυμείτε.

Η εντολή αυτή μπορεί να συνδυαστεί ιδανικά με την γραφική εμφάνιση των βαθμών ελευθερίας για άμεση εποπτεία των αλλαγών που πραγματοποιούνται.



Επιλέξτε:

Ελευθερίες Μελών

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Πάκτωση

Ελευθερίες Μελών

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
☐	☐	☐	☐	☒	☒

Αρθρωση

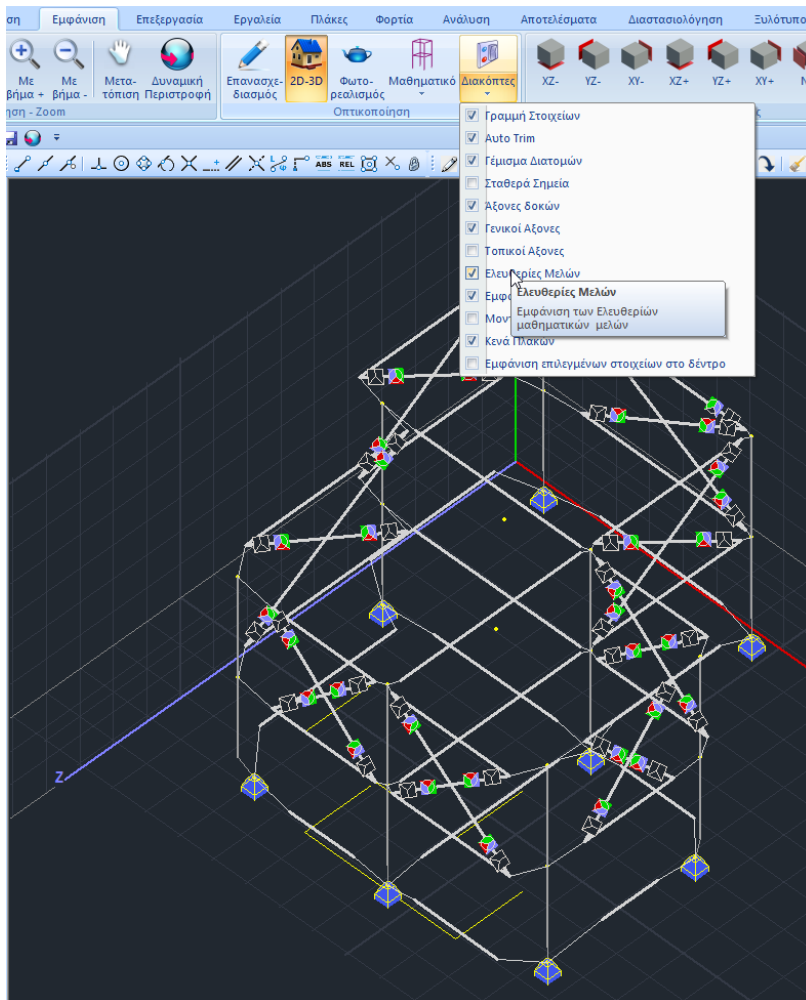
Ελευθερίες Μελών

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
☒	☒	☒	☒	☒	☒

Ελευθερία

Ή επιλέγετε ποιους βαθμούς θέλετε να ελευθερώσετε και στη συνέχεια, πατώντας ok, δείχνετε διαδοχικά τα άκρα των μελών που θα πάρουν τους συγκεκριμένους βαθμούς ελευθερίας.

Η εντολή αυτή μπορεί να συνδυαστεί ιδανικά με την γραφική εμφάνιση των βαθμών ελευθερίας για άμεση εποπτεία των αλλαγών που πραγματοποιούνται.



Τέλος, να αναφερθεί ότι δημιουργήθηκαν νέα μηνύματα ελέγχων για την αποτροπή της ανεξέλεγκτης αλλαγής των βαθμών ελευθερίας των μελών, με αποτελέσματα να βγάζει σφάλματα και να μην τρέχει η ανάλυση.

Όλες οι παρακάτω αποτρεπτικές περιπτώσεις οδηγούν (όχι πάντα) σε σφάλματα στην ανάλυση).

Οι περιπτώσεις με τα αντίστοιχα μηνύματα είναι :

- N και στα δύο άκρα ή V_y και στα δύο άκρα ή V_z και στα δύο άκρα ή M_x και στα δύο άκρα.
- Αστάθεια μέλους (αριθμός). Δεν επιτρέπεται η ελευθέρωση (N) (V_y) (V_z) (M_x) και των δύο άκρων.
- M_y και στα δύο άκρα και V_z στο ένα από τα δύο ή M_z και στα δύο άκρα και V_y στο ένα από τα δύο.
- Αστάθεια μέλους (αριθμός). Όταν η (M_y) (M_z) ελευθερώνεται και στα δύο άκρα, δεν επιτρέπεται η ελευθέρωση (V_z) (V_y) σε κανένα άκρο.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Με βάση τα παραπάνω μηνύματα προσαρμόστηκαν τους αρχικούς βαθμούς ελευθερίας στις χιαστί ράβδους του μοντέλου smith και στην τοιχοπλήρωση. Γενικά όπου το πρόγραμμα χρησιμοποιούσε εξαρχής μέλη αμφιαρθρωτά ή μόνο για αξονική, ελευθερωμένες είναι μόνο οι M_y και η M_z και στα δύο άκρα.

4.1.6 Ενοποίηση μελών



Με την εντολή αυτή γίνεται ενοποίηση δύο ή περισσότερων μαθηματικών μελών τα οποία είναι τοποθετημένα διαδοχικά. Το μέλος που προκύπτει έχει τα αδρανειακά στοιχεία του πρώτου μέλους στη σειρά των μελών (Εικ. α).



Εικ. α

Επιλέξτε την εντολή και δείξτε διαδοχικά τα μαθηματικά μέλη αρχίζοντας πάντα από το πρώτο. Το μαθηματικό μέλος που προκύπτει έχει τα αδρανειακά στοιχεία του πρώτου μέλους. Στη συνέχεια διαγράφετε τους ενδιάμεσους κόμβους (Εικ. β1,2).



Εικ. β1

Εικ. β2

4.1.7 Ένωση ράβδου επιφανειακού

Μία επιφάνεια που έχει προσομοιωθεί με επιφανειακά στοιχεία και περικλείεται από γραμμικά στοιχεία (πχ πλάκα-δοκοί), δημιουργεί την ανάγκη για μεταξύ τους σύνδεσης.

Η εντολή λειτουργεί ως εξής: αρχικά σπάει το γραμμικό μέλος σε επιμέρους τμήματα (μέλη και κόμβοι), τόσα όσα τα επιφανειακά στοιχεία με τα οποία συνορεύει. Κατόπιν, συνδέει με rigid offsets τους κόμβους των γραμμικών μελών και αυτούς των πλησιέστερων επιφανειακών.

- Επιλέξτε την εντολή, δείξτε με αριστερό κλικ το γραμμικό μέλος και τους κόμβους των επιφανειακών έναν ένα διαδοχικά ή με παράθυρο.

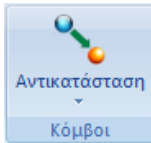
Διαφορετικά, για μεγαλύτερη ευκολία και ανάλογα με την περίπτωση, επιλέξτε μεταξύ:

- Ενότητα **“Εργαλεία” >> “Μέλη” >> “Ένωση ράβδου επιφανειακού (Μέλος)”**, όπου, επιλέγετε της δοκούς μία μία και η σύνδεση γίνεται αυτόματα.

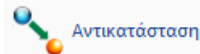
- Ενότητα **“Εργαλεία” >> “Μέλη” >> “Ένωση ράβδου επιφανειακού (Ορόφος)”**.

Όπου τα μέλη του ενεργού ορόφου που περικλείουν τα επιφανειακά σπάνε και συνδέονται αυτόματα.

5. Κόμβοι



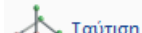
Η ομάδα εντολών “**Κόμβοι**” περιλαμβάνει τις εντολές που επιτρέπουν στο χρήστη να διαχειριστεί και να τροποποιήσει τους μαθηματικούς κόμβους της μελέτης:



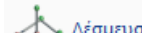
Αντικατάσταση



Ταύτιση



Ταύτιση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού



Δέσμευση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού



Ενοποίηση



Έλεγχος Μεταλλικών ΣΜΡε > 1.3ΣΜΡβ

- Αντικατάσταση
- Ταύτιση
- Ταύτιση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού
- Δέσμευση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού
- Ενοποίηση
- Έλεγχος Μεταλλικών

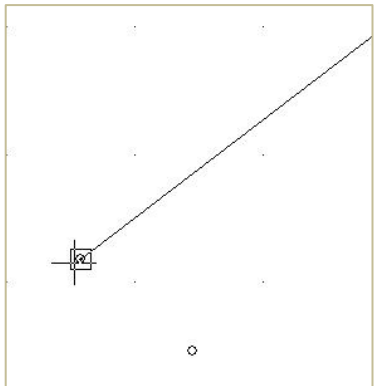
5.1.1 Αντικατάσταση



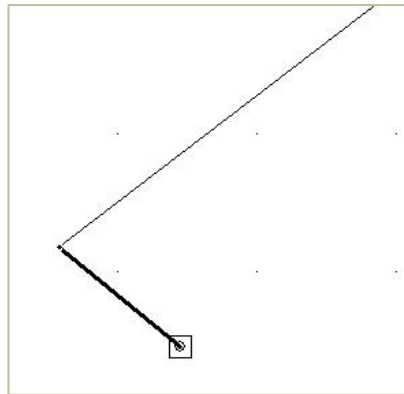
Με την εντολή αυτή γίνεται αντικατάσταση ενός κόμβου με έναν άλλον και παράλληλη διαγραφή του αρχικού κόμβου.

Επιλέξτε την εντολή και τον κόμβο που θέλετε να αντικατασταθεί, στη συνέχεια δείχνετε τον κόμβο αντικατάστασης (Εικ. α)

Ο αρχικός κόμβος διαγράφεται και το μέλος συνδέεται με rigid offset με το νέο κόμβο (Εικ. β).



Εικ. α



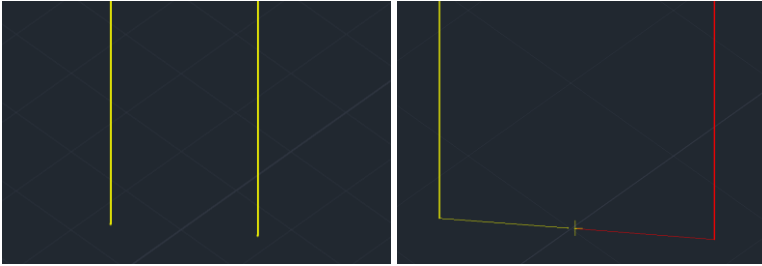
Εικ. β

5.1.2 Ταύτιση

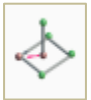


Επιλέξτε την εντολή και δείξτε δύο ή περισσότερους κόμβους. Το πρόγραμμα δημιουργεί έναν νέο κόμβο στον γεωμετρικό τόπο των επιλεγμένων κόμβων, σβήνει τους προηγούμενους και τα στοιχεία τα συνδεδεμένα με αυτούς, συνδέονται τώρα με rigid offsets με τον νέο κόμβο.

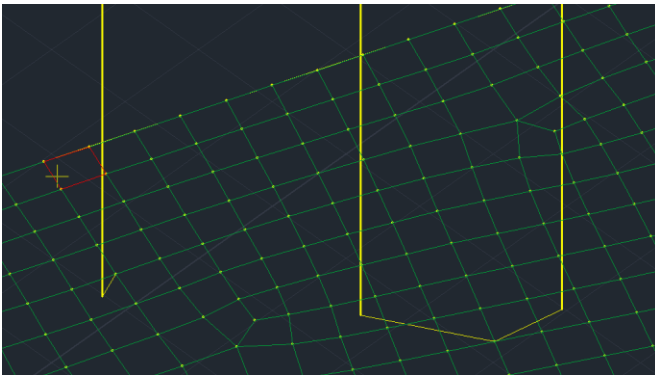
Επιλέξτε την εντολή, δείξτε τους κόμβους και ολοκληρώστε με δεξί κλικ.



5.1.3 Ταύτιση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού



Επιλέξτε την εντολή και δείξτε τον κόμβο ενός ή τους κόμβους περισσότερων γραμμικών μελών και τέλος τον κόμβο του επιφανειακού για να γίνει η ταύτιση. Το πρόγραμμα σβήνει τους κόμβους των μελών και τα συνδέει με rigid offsets με τον κόμβο του επιφανειακού. Επιλέξτε την εντολή, δείξτε τους κόμβους και ολοκληρώστε με δεξί κλικ.



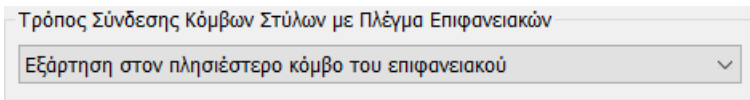
5.1.4 Δέσμευση Κόμβων Ράβδου-Επιφανειακού



Εντολή για να δεσμεύσετε έναν κόμβο ενός γραμμικού μέλους (π.χ. στύλου) με τον πλησιέστερο κόμβο ενός επιφανειακού στοιχείου (πχ κοιτόστρωσης).

Επιλέξτε την εντολή και δείξτε τον κόμβο του γραμμικού και κατόπιν τον κόμβο του επιφανειακού με τον οποίο θα δεσμευτεί.

(βλέπε: Ενότητα “Βασικό” >>” Στρώσεις - Επίπεδα ” >>”Επεξεργασία Επιπέδων ΧΖ”)



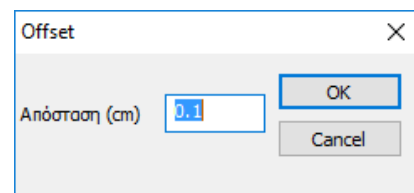
 Το SCADA Pro επιτρέπει τη συνεργασία γραμμικών και επιφανειακών στοιχείων στο ίδιο περιβάλλον εργασίας. Γεννιέται επομένως η ανάγκη για μεταξύ τους δέσμευση.

5.1.5 Ενοποίηση



Εντολή για να ενοποιούνται οι κόμβοι που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Επιλέξτε την εντολή και ορίστε μία τιμή απόστασης. Οι κόμβοι που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη ή ίση αυτής θα ενοποιούνται, καταλήγοντας σε έναν ενιαίο κόμβο.



5.1.6 Έλεγχος Μεταλλικών

Στη νέα έκδοση του προγράμματος προστέθηκε η δυνατότητα μιας αρχικής προδιαστασιολόγησης των μεταλλικών υποστυλωμάτων και των μεταλλικών δοκών.



Έλεγχος Μεταλλικών $\Sigma M_{Rc} > 1.3 \Sigma M_{Rb}$

Η προδιαστασιολόγηση αυτή βασίζεται στην απαίτηση που διατυπώνεται στην παράγραφο 4.4.2.3. του EC8-1 περί συνθηκών γενικής και τοπικής πλαστιμότητας.

Η προδιαστασιολόγηση αυτή γίνεται υπό τη μορφή ελέγχου των ροπών αντοχής των δοκών και των στύλων που συντρέχουν στον κόμβο.

Πιο συγκεκριμένα, για την αποφυγή μηχανισμού ορόφου, πρέπει για τους κόμβους όπου συντρέχουν πρωτεύοντα σεισμικά υποστυλώματα και πρωτεύοντες ή δευτερεύοντες σεισμικές δοκοί να ικανοποιείται η παρακάτω σχέση

$$\sum M_{Rc} \geq 1,3 \sum M_{Rb} \quad (4.29)$$

Ή διαφορετικά, ο λόγος του αθροίσματος των ροπών αντοχής των υποστυλωμάτων προς το αντίστοιχο άθροισμα των ροπών αντοχής των δοκών που συντρέχουν στον κόμβο, να είναι μεγαλύτερος του 1.3.

Ο έλεγχος αυτός, όπως και όλοι οι ικανοτικοί, γίνεται ανά κατεύθυνση.

Με βάση λοιπόν την απαίτηση, αυτή ο μελετητής μπορεί να προσαρμόσει ανάλογα τις διατομές των υποστυλωμάτων του.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Πρωτεύοντες σεισμικές δοκοί στα σιδηρά είναι οι κεφαλοδοκοί και δευτερεύοντες είναι οι υπόλoupes.

Το πρόγραμμα λοιπόν κάνει τον έλεγχο σε ένα κόμβο όπου συντρέχει τουλάχιστον ένα υποστυλώμα και μία τουλάχιστον δοκός.

Το υποστυλώμα και η δοκός πρέπει να είναι χαρακτηρισμένα σαν τέτοια και δεν αρκεί να ανήκουν στο συγκεκριμένο layer.

Ραμμικό μέλος

A/A: 29 Τύπος: B-3d

Κόμβοι i: 44 j: 43

Υλικό: Χάλυβας-Τυπικές

Ποιότητα: S275(Fe430)

Απόδοση Διατομής
☒ Υποστυλώμα ☐ Διατομή
 HEA 240 Υποστυλώμα
 Μέλος Δοκού Μεγάλης Ακαμψίας

Ρigid Offsets (cm)
 Αρχή i Τέλος j
 dx: 0 0
 dy: 0 0
 dz: 0 0

Ελευθερίες μελών
 Αρχή i: ☐ N ☐ Vy ☐ Vz ☐ Mx ☐ My ☐ Mz
 Τέλος j: ☐ N ☐ Vy ☐ Vz ☐ Mx ☐ My ☐ Mz

Μεταλλικά Υη/τα

OK Cancel Info

A(m ²)	0.0076835	Asz(m ²)	0
Ak(m ²)	0.0076835	beta	90
Ix(dm ⁴)	0.0041551	E(GPa)	210
Iy(dm ⁴)	0.7763171	G(GPa)	80.7692
Iz(dm ⁴)	0.2768805	ε(kN/m ³)	78.5
Asy(m ²)	0	at*10 ⁻⁵	1.2
Δείκτης Εδάφους Ks (MPa/cm)	0		

Επίσης το πρόγραμμα δεν θα λάβει υπόψη του τυχόν αντιανέμεια, μηκίδες, ή τεγίδες που συντρέχουν από τη στιγμή που δεν έχουν αυτό τον χαρακτηρισμό (Δοκοί, Υποστυλώματα).

Οι ροπές αντοχής υπολογίζονται με βάση τις παρακάτω σχέσεις του EC3-1

6.2.5 Bending moment

- (1) The design value of the bending moment M_{Ed} at each cross-section should satisfy:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.12)$$

where $M_{c,Rd}$ is determined considering fastener holes, see (4) to (6).

- (2) The design resistance for bending about one principal axis of a cross-section is determined as follows:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{for class 1 or 2 cross sections} \quad (6.13)$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{for class 3 cross sections} \quad (6.14)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{for class 4 cross sections} \quad (6.15)$$

where $W_{el,min}$ and $W_{eff,min}$ corresponds to the fibre with the maximum elastic stress.

Για να επιλεγεί ο τύπος που θα υπολογιστεί η αντίστοιχη ροπή αντοχής, το πρόγραμμα κάνει πλέον κατάταξη διατομής στην εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα επιλέγεται η αντίστοιχη σχέση.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

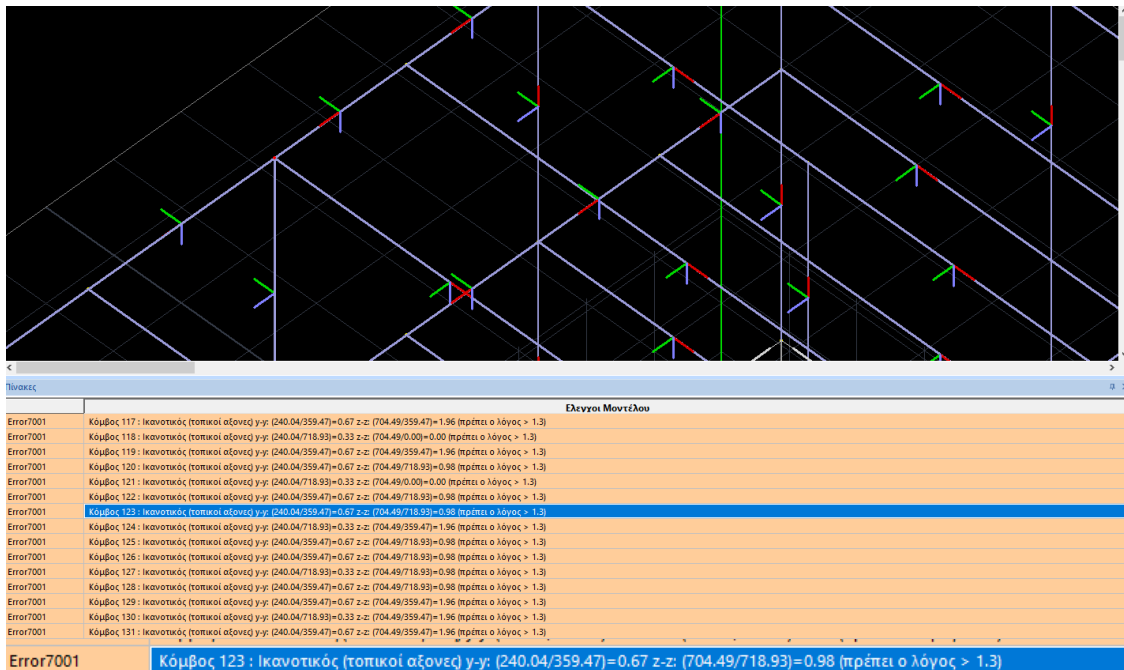
Για διατομές κατηγορίας 4 όμως, δεν ήταν δυνατόν να υπολογιστεί στην εισαγωγή δεδομένων το μέγεθος $W_{eff,min}$ που απαιτείται και έτσι ο έλεγχος για τις διατομές αυτές δεν γίνεται και εμφανίζεται αντίστοιχο ενημερωτικό μήνυμα.

Ας δούμε αναλυτικά τη χρήση της εντολής:

Η εκτέλεση της εντολής μπορεί να γίνει είτε ανά στάθμη στο 2D είτε για όλους τους κόμβους που «φαίνονται» στο τρισδιάστατο.

ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΗ: Να «φαίνονται» οι κόμβοι, γιατί ως γνωστόν, κόμβοι που δεν είναι ενταγμένοι σε όροφο δεν εμφανίζονται. Άρα για αυτούς δεν θα γίνει η προδιαστασιολόγηση, είτε στο 2D είτε στο 3D.

Με την εκτέλεση λοιπόν της εντολής εμφανίζονται στο κάτω μέρος τα αποτελέσματα



Τα αποτελέσματα αφορούν όλους τους κόμβους και για κάθε κόμβο αναγράφονται:

- Ο αριθμός του κόμβου και στη συνέχεια και ανά κατεύθυνση αναγράφεται ο λόγος των ρομών αντοχής και το αντίστοιχο αποτέλεσμα.
- Η λέξη error μπροστά από το μήνυμα αναγράφεται μόνο όταν ο ένας από τους δύο λόγους ή και οι δύο είναι μικρότεροι του 1.3.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Όταν έστω και ένα μέλος που συντρέχει στον κόμβο είναι κατηγορίας 4 δεν γίνεται ο έλεγχος και εμφανίζεται το παρακάτω ενημερωτικό μήνυμα:

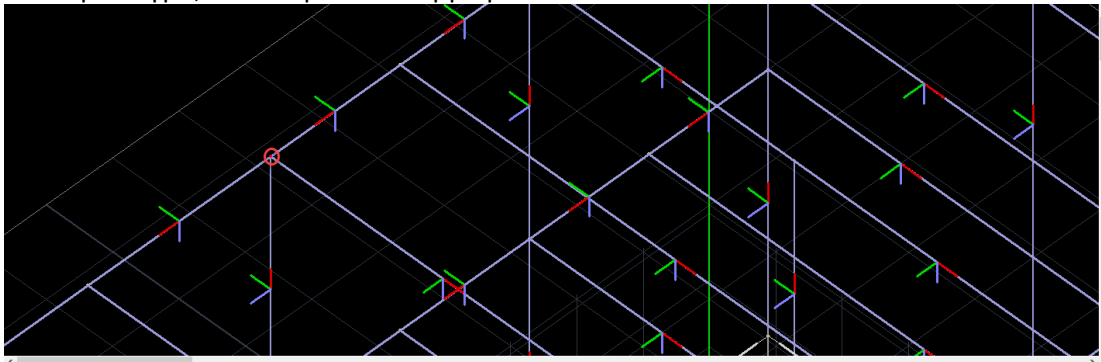
«Δεν έγινε ικανοτικός έλεγχος. Υπάρχουν μέλη κατηγορίας 4».

Κάνοντας κλικ σε μία γραμμή γίνεται κόκκινος ο αντίστοιχος κόμβος στο μοντέλο του φορέα.

Επειδή οι λόγοι και για τις δύο διευθύνσεις εμφανίζονται πάντα, όταν σε μία κατεύθυνση δεν συντρέχουν καθόλου δοκοί, ο παρονομαστής του κλάσματος γίνεται 0 και ο λόγος προκύπτει 0 αλλά, προφανώς, στην κατεύθυνση αυτή δεν υπάρχει πρόβλημα.

Σχετικά με τις κατευθύνσεις $\gamma\text{-}\gamma$ και $z\text{-}z$, αυτές αφορούν (όπως και στον ικανοτικό του σκυροδέματος) τους τοπικούς άξονες του στύλου που καταλήγει στον κόμβο.

Για παράδειγμα, στον παρακάτω κόμβο μέσα στον κόκκινο κύκλο:



- Στην κατεύθυνση γ-γ (πράσινος άξονας) του στύλου που καταλήγει στη στάθμη, συντρέχει μία δοκός η οποία συμμετέχει με την ροπή αντοχής της κατά γ-γ (τοπικός δοκού) και ο στύλος (ΠΡΟΣΟΧΗ) συμμετέχει με την ροπή αντοχής z-z.
- Στην κατεύθυνση z-z (πάντα του στύλου) συμμετέχουν 2 δοκοί οι οποίες συμμετέχουν με την ροπή κατά γ-γ τοπικό και ο στύλος με την αντίστοιχη γ-γ.

Τέλος υπενθυμίζεται ότι ο EC8 εξαιρεί από την παραπάνω απαίτηση το δώμα:

$$\sum M_{Rc} \geq 1,3 \sum M_{Rb} \quad (4.29)$$

όπου

$\sum M_{Rc}$ είναι το άθροισμα των τιμών σχεδιασμού των ροπών αντοχής των υποστυλωμάτων που συμβάλλουν στον κόμβο. Στη σχέση (4.29) θα πρέπει να χρησιμοποιείται η ελάχιστη τιμή της ροπής αντοχής των υποστυλωμάτων μέσα στο εύρος διακύμανσης των αξονικών δυνάμεων των υποστυλωμάτων που αντιστοιχούν στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού και

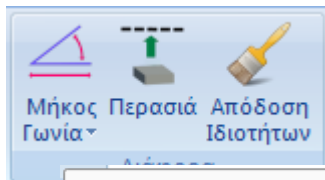
$\sum M_{Rb}$ είναι το άθροισμα των τιμών σχεδιασμού των ροπών αντοχής των δοκών που συμβάλλουν στον κόμβο. Όταν χρησιμοποιούνται συνδέσεις μερικής αντοχής, οι ροπές αντοχής αυτών των συνδέσεων λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του $\sum M_{Rb}$.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αυστηρή ερμηνεία της σχέσης (4.29) απαιτεί τον υπολογισμό των ροπών στο κέντρο του κόμβου. Οι ροπές αυτές αντιστοιχούν στην ανάπτυξη των τιμών σχεδιασμού των ροπών αντοχής των υποστυλωμάτων ή των δοκών στις εξωτερικές παρειές του κόμβου, καθώς και σε μία κατάλληλη πρόβλεψη για τις ροπές που οφείλονται στις τέμνουσες δυνάμεις των παρειών του κόμβου. Εντούτοις, η απώλεια στην ακρίβεια είναι μικρή και η απλοποίηση είναι σημαντική εάν αγνοηθεί η επίδραση των τέμνουσών. Επομένως η προσέγγιση αυτή θεωρείται τότε αποδεκτή.

(5) Η σχέση (4.29) θα πρέπει να ικανοποιείται σε δύο κάθετα κατακόρυφα επίπεδα κάμψης, τα οποία, σε κτίρια με πλαίσια διατεταγμένα σε δύο κάθετες διευθύνσεις, ορίζονται από τις δύο αυτές διευθύνσεις. Θα πρέπει να ικανοποιείται και για τις δύο κατευθύνσεις (θετική και αρνητική) της δράσης των ροπών δοκών περί τον κόμβο με τις ροπές των υποστυλωμάτων πάντα αντίθετες προς τις ροπές των δοκών. Εάν το δομικό σύστημα είναι πλαίσιο ή ισοδύναμο πλαίσιο λειτουργίας σε μια μόνον από τις δύο κύριες οριζόντιες διευθύνσεις του δομικού συστήματος, τότε η σχέση (4.29) θα πρέπει να ικανοποιείται μόνον σε κατακόρυφα επίπεδα σε αυτή την διεύθυνση.

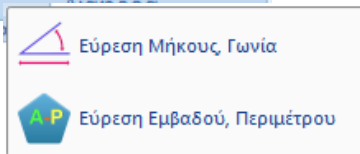
(6) Οι κανόνες (4) και (5) της παρούσας δεν έχουν εφαρμογή στο δώμα πολυώροφων κτιρίων.

6. Διάφορα



Η ομάδα εντολών “Διάφορα” περιλαμβάνει εντολές:

- μέτρησης (Μήκους, Γωνίας, Εμβαδού, Περιμέτρου)
- περασσιάς και
- απόδοσης ιδιοτήτων



6.1.1 Εύρεση Μήκους, Γωνίας



Για την εύρεση μήκους, σχετικών αποστάσεων κατά x, y και z και γωνίας κλίσης, επιλέξτε την εντολή και το πρώτο σημείο το οποίο ορίζει την αρχή. Στη συνέχεια, μετακινώντας το δείκτη του ποντικιού, βλέπετε κάτω δεξιά στη γραμμή κατάστασης την απόσταση L, τις σχετικές συντεταγμένες Dx, Dy και Dz και τη γωνία κλίσης

`L=800.00 Dx=-800.00 Dy=0.00 Dz=0.00 Angle=0.00`

. Επιλέγοντας το δεύτερο σημείο βλέπετε τα στοιχεία που επιθυμείτε.

6.1.2 Εύρεση Εμβαδού, Περιμέτρου



Για την εύρεση εμβαδού και περιμέτρου επιφάνειας, αφού επιλέξετε την εντολή επιλέγετε τις κορυφές ή τις ευθείες που οριοθετούν την επιφάνεια που θέλετε να εμβαδομετρήσετε. Ολοκληρώνετε την επιλογή πιέζοντας το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού και στη γραμμή κατάστασης βλέπετε το εμβαδόν, τις συντεταγμένες του κέντρου βάρους της επιφάνειας και την περίμετρό της

`Area=153500.00 Xkb=601.43 Zkb=1046.82 P=1600.25`

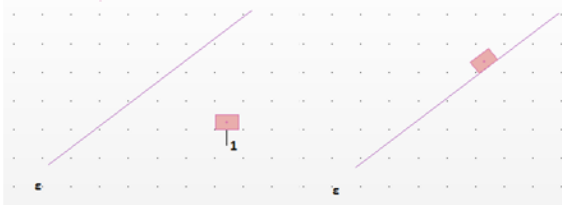
6.2 Περασιά



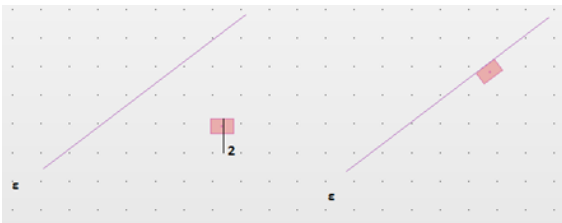
Για να φέρετε περασιά ένα στοιχείο ως προς κάποιο άλλο. Επιλέξτε την εντολή, την οντότητα (πχ ένα στύλο) η οποία θα έρθει περασιά και στη συνέχεια προσδιορίζετε την ευθεία (ή το ημιεπίπεδο ή τον κύκλο ή το σημείο) ως προς την οποία θα έρθει περασιά η οντότητα.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1**

Έστω η γραμμή (ε) και ο στύλος 80x50.
Ενεργοποιήστε την εντολή.



Επιλέξτε τον στύλο με αριστερό κλικ στην πλευρά (1) και μετά τη γραμμή (ε). Ο στύλος τοποθετείτε όπως στην εικόνα 1.



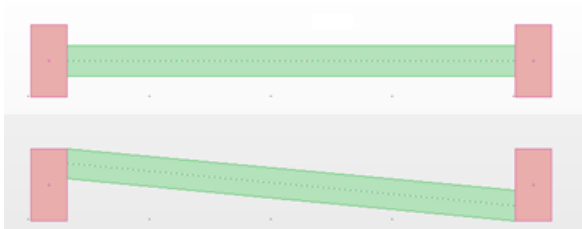
Επιλέγοντας τον στύλο με αριστερό κλικ στην πλευρά (2) και μετά τη γραμμή (ε), Ο στύλος τοποθετείτε όπως στην εικόνα 2.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2**

Έστω η δοκός (T1) και δύο στύλοι 30x60.
Ενεργοποιήστε την εντολή.



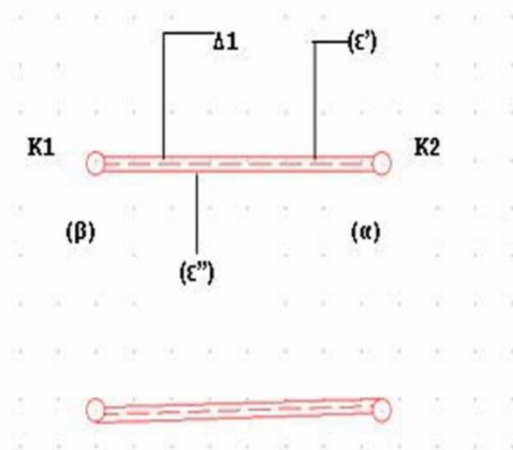
Επιλέγοντας τη δοκό με αριστερό κλικ σε ένα κεντρικό σημείο της πάνω πλευράς, και μετά την πάνω πλευρά των δύο στύλων, η δοκός τοποθετείται όπως στην εικόνα 1.



Επιλέγοντας τη δοκό με αριστερό κλικ στην πάνω πλευρά αλλά σε ένα σημείο κοντά στον αριστερό στύλο, και μετά πάλι τη δοκό με κλικ σε ένα σημείο κοντά στον δεξί στύλο, λαμβάνετε το αποτέλεσμα της εικόνας 2.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3**

Έστω ότι έχετε τοποθετήσει δύο κυκλικά υποστυλώματα και ένα δοκάρι που τα συνδέει. Θέλετε τώρα να φέρετε την δοκό περασιά προς το κυκλικό υποστυλῶμα, όπως φαίνεται στο δεύτερο σχήμα.



- Επιλέγετε την εντολή “Περασιά” και στη συνέχεια τη δοκό Δ1 πιέζοντας με το mouse στο άκρο (α).
- Στην συνέχεια πιέζετε με το mouse το υποστυλώμα K2 από την ευθεία (ε') και πάνω.
- Η δοκός έρχεται στο άκρο (α) στη τελική θέση που επιθυμείτε.
- Μετά πιέζετε με το mouse την δοκό Δ1 στο άκρο της (β) και στη συνέχεια το υποστυλώμα K1 κάτω από την ευθεία (ε'').
- Τώρα η δοκός ήρθε και τοποθετήθηκε όπως ακριβώς επιθυμείτε.

6.3 Απόδοση Ιδιοτήτων



Εντολή που επιτρέπει να αποδοθούν οι ιδιότητες του αντικειμένου που επιλέγεται σε άλλα ομοειδή αντικείμενα.

Επιλέξτε την εντολή και με αριστερό κλικ ένα αντικείμενο του μοντέλου για να ανοίξει το αντίστοιχο παράθυρο που περιλαμβάνει τις επιμέρους ιδιότητες.

Τσεκάρτε τις ιδιότητες που θέλετε να αποδώσετε και OK για να κλείσετε το παράθυρο. Κατόπιν, επιλέξτε (με κάποιο από τους τρόπους επιλογής των εργαλείων Select) τα ομοειδή αντικείμενα στα οποία θα αποδοθούν οι επιλεγμένες ιδιότητες του πρώτου.

