

3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο θα περιγραφούν οι εντολές εισαγωγής των στοιχείων που απαρτίζουν το στατικό μοντέλο (κόμβοι, ράβδοι, πεπ. στοιχεία). Θα περιγραφούν επίσης απλά “τεχνάσματα” που διευκολύνουν την μαζική παραγωγή των στοιχείων αυτών. Ο χρήστης βέβαια με την εξοικείωσή του στο πρόγραμμα θα ανακαλύψει και νέες τεχνικές καθώς το πρόγραμμα προσφέρει μεγάλη ποικιλία από εντολές επεξεργασίας των σχεδιασθέντων στοιχείων.

Κατά την δημιουργία ράβδων ή πεπ. στοιχείων το πρόγραμμα δημιουργεί αυτόματα και τους αντίστοιχους κόμβους αρχής και πέρατος ή των ακραίων σημείων. Σε περίπτωση που στην θέση που πρόκειται να δημιουργηθεί κόμβος, υπάρχει ήδη άλλος, δεν δημιουργείται νέος. Το ίδιο ισχύει και στις εντολές επεξεργασίας (αντιγραφή, μετακίνηση, κ.λ.π.) των ράβδων ή πεπ. στοιχείων του φορέα. Με τον όρο ίδια θέση εννοούμε απόσταση μικρότερη από 0.001.

3.1 Δημιουργία κόμβων

Το πρόγραμμα, μέσω του γραφικού περιβάλλοντος, δεν προβλέπει την δημιουργία κόμβων με μαζικό τρόπο (μέσω editor στο αρχείο δεδομένων είναι δυνατή η δημιουργία κόμβων μέσω γεννητριών). Κόμβοι όμως δημιουργούνται αυτόματα με την εισαγωγή ράβδων ή πεπ. στοιχείων. Επομένως σπανιότατα θα χρειασθεί να δημιουργηθούν στο γραφικό περιβάλλον κόμβοι από μόνοι τους. Αν παρόλα αυτά χρειάζεται να δημιουργηθεί, για παράδειγμα ένας κάρναβος από κόμβους, είναι ευκολότερο να δημιουργηθούν μέσω κάποιας εντολής που παράγει πεπ. στοιχεία και στην συνέχεια να διαγραφούν μόνο τα πεπ. στοιχεία.

3.1.1 Κατασκευή > Κόμβος > Εισαγωγή

Σημείο? Ο χρήστης καλείται να προσδιορίσει την θέση του κόμβου που θα δημιουργηθεί γράφοντας τις συντεταγμένες του ή δείχνοντας με το mouse.

Είναι δυνατόν να προσδιορισθούν εκτός από τις απόλυτες συντεταγμένες και σχετικές, πολικές ή κυλινδρικές χρησιμοποιώντας την εντολή “σημείο αναφοράς” (βλέπε αντίστοιχη εντολή).

Η εντολή είναι επαναληπτική και διακόπτεται με το δεξί πλήκτρο του mouse.

Παρατήρηση: Αν στην θέση που υποδειχθεί υπάρχει ήδη κόμβος (ή σε απόσταση μικρότερη από 0.001) δεν τοποθετείται νέος κόμβος.

3.2 Δημιουργία ράβδων

Οι ράβδοι ορίζονται μέσω των κόμβων αρχής και πέρατος. Το διάνυσμα κόμβου αρχής και πέρατος ορίζει και την κατεύθυνση του τοπικού άξονα. Η προτεινόμενη κατεύθυνση των ράβδων είναι κατά την θετική φορά του απολύτου X άξονα την αρνητική φορά του απολύτου Y και την θετική φορά του απολύτου Z άξονα. Ανάλογη πρέπει να είναι και η σειρά αρίθμησης των ράβδων. Για τα κτιριακά η σειρά αυτή είναι απαραίτητη για την εκτέλεση των ικανοτικών ελέγχων και την όπλιση των δοκών και στύλων.

Η εντολή εισαγωγής πεδίων τοποθετεί το πέδιλο αυτομάτως στον κόμβο πέρατος της ράβδου.

Επομένως είναι απαραίτητο η ράβδος να είναι ορισμένη με τον κόμβο πέρατος στο χαμηλότερο σημείο.

Ράβδοι είναι δυνατόν να προσδιορισθούν είτε μεμονωμένα είτε μέσω γεννήτριας επάνω σε ευθεία γραμμή ή τόξο.

3.2.1 Κατασκευή > Ράβδος > Ράβδος



1ος κόμβος?

2ος κόμβος? Ζητούνται οι θέσεις των κόμβων αρχής και πέρατος της ράβδου. Το πρόγραμμα δημιουργεί τους κόμβους αρχής και πέρατος με αρίθμηση συνεχόμενη προς τον τελευταίο αριθμό κόμβου. Αν στις θέσεις που θα επιλεγούν υπάρχουν κόμβοι (ή σε απόσταση μικρότερη από 0.001) δεν δημιουργούνται νέοι. Για τον προσδιορισμό του σημείου αρχής και πέρατος ισχύουν όλα όσα έχουν περιγραφεί στην ενότητα “προσδιορισμός σημείων”

Η εντολή είναι επαναληπτική. Έτσι στην περιοχή διαλόγου εμφανίζεται:

2ος κόμβος? Η νέα ράβδος θα έχει αρχή το πέρας της προηγούμενης και πέρας το σημείο που θα υποδειχθεί.

Η εντολή είναι επαναληπτική και διακόπτεται με το δεξί πλήκτρο του mouse.

3.2.2 Κατασκευή > Ράβδος > Ραβδοσειρά σε ευθεία



Αριθμός ράβδων? Αναγράφεται ο αριθμός των ράβδων που θα δημιουργηθούν.

1ο σημείο? Υποδεικνύεται το σημείο που θα τοποθετηθεί (αν δεν υπάρχει) ο κόμβος αρχής της πρώτης ράβδου.

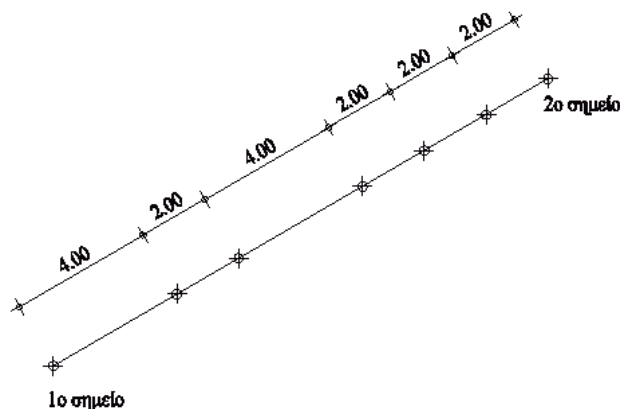
2ο σημείο? Υποδεικνύεται αντίστοιχα το σημείο που θα τοποθετηθεί ο κόμβος πέρατος της τελευταίας ράβδου.

Ίσες αποστάσεις (Y) es/ (N) ο? Αν απαντηθεί Y ή y δημιουργούνται ράβδοι ίσων αποστάσεων μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} σημείου.

Αν απαντηθεί N ή n ζητείται η σχέση των μεταξύ τους αποστάσεων είτε σαν απόλυτες αποστάσεις είτε σαν αναλογίες.

n1 n2 n3 .. Αναγράφονται οι αναλογίες των αποστάσεων με κενά ή πατώντας enter και αλλάζοντας γραμμή. Σε περίπτωση που γραφούν περισσότεροι αριθμοί από αυτούς που απαιτούνται το πρόγραμμα αγνοεί αυτούς που περισσεύουν. Αν πατηθεί enter ενώ δεν έχουν γραφεί οι απαιτούμενοι αριθμοί το πρόγραμμα αναμένει τους υπολοίπους στην επόμενη κενή γραμμή.

Το πρόγραμμα δημιουργεί όλους τους απαραίτητους ενδιάμεσους κόμβους. (Δεν τοποθετεί νέο σε θέση που υπάρχει ήδη κόμβος)



Παράδειγμα:



Αριθμός ράβδων?	6
1ο σημείο?	Υποδεικνύεται το 1 ^ο σημείο του παραπάνω σχήματος.
2ο σημείο?	Υποδεικνύεται το 2 ^ο σημείο.
Τσες αποστάσεις (Y) es/ (N) ο?	N
n1 n2 n3 ..	
2 1 (enter)	
2 1 1 (enter)	
(enter)	
1 (enter)	

3.2.3 Κατασκευή > Ράβδος > Διαίρεση ράβδου



Διαιρείται μια ήδη ορισθείσα ράβδος σε δεδομένο αριθμό ράβδων με αυτόματη τοποθέτηση των ενδιάμεσων κόμβων.

Ράβδος? Επιλέγεται η ράβδος που θα διαιρεθεί..

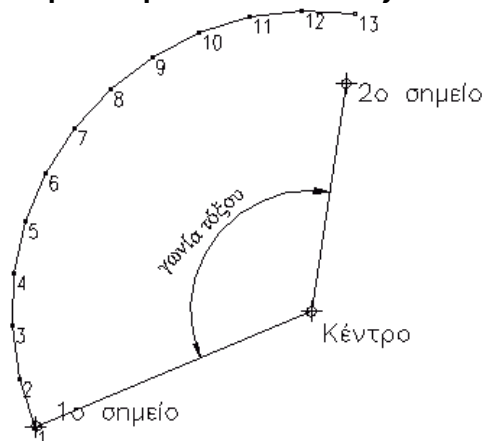
Αριθμός ράβδων? Αναγράφεται ο αριθμός των ράβδων που θα δημιουργηθούν.

Τσες αποστάσεις (Y) es/ (N) ο? Αν απαντηθεί **Y** ή **y** δημιουργούνται ράβδοι ίσων αποστάσεων μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} σημείου.

Αν απαντηθεί **N** ή **n** ζητείται η σχέση των μεταξύ τους αποστάσεων είτε σαν απόλυτες αποστάσεις είτε σαν αναλογίες.

n1 n2 n3 .. Αναγράφονται οι αναλογίες των αποστάσεων με κενά ή πατώντας enter και αλλάζοντας γραμμή. Η φορά μέτρησης των αποστάσεων είναι από την αρχή προς το τέλος της υπάρχουσας ράβδου.

3.2.4 Κατασκευή > Ράβδος > Ραβδοσειρά σε κυκλικό τόξο



Δημιουργούνται ίσου μήκους ράβδοι των οποίων οι κόμβοι αρχής και τέλους κείνται σε κυκλικό τόξο.

Αριθμός ράβδων? Αναγράφεται ο αριθμός των ράβδων που θα δημιουργηθούν.

Κέντρο? Υποδεικνύεται το κέντρο του κυκλικού τόξου.

1ο σημείο? Η απόσταση, κέντρου – 1^{ου} σημείου, θα αποτελέσει την ακτίνα του τόξου.

2ο σημείο? Ορίζεται το δεξιόστροφο τόξο με το ορισθέν κέντρο, ακτίνα όπως ορίσθηκε παραπάνω και γωνία 1^ο σημείο – κέντρο – 2^ο σημείο.

Ίσες αποστάσεις (Y) es/ (N) ο? Αν απαντηθεί **Y** ή **y** δημιουργούνται ράβδοι ίσων αποστάσεων μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} σημείου.

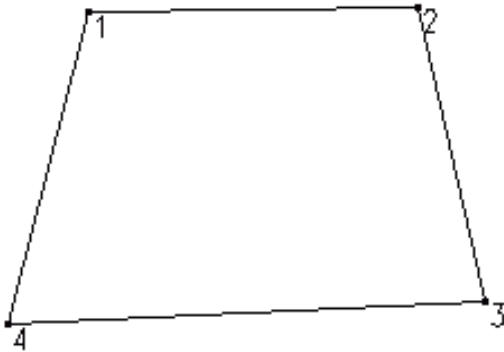
Αν απαντηθεί **N** ή **n** ζητείται η σχέση των μεταξύ τους αποστάσεων είτε σαν απόλυτες αποστάσεις είτε σαν αναλογίες.

n1 n2 n3 .. Αναγράφονται οι αναλογίες των αποστάσεων με κενά ή πατώντας enter και αλλάζοντας γραμμή. Η φορά μέτρησης των αποστάσεων είναι από την αρχή προς το τέλος της υπάρχουσας ράβδου.

3.3 Δημιουργία επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων

Τα επιφανειακά πεπερ. Στοιχεία είναι εν γένει τετραπλευρικά ή τριγωνικά

3.3.1 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τετραπλευρικό



Η εντολή δημιουργεί τετραπλευρικό επιφανειακό πεπ. στοιχείο. Ο χαρακτηρισμός του ως στοιχείο επίπεδης έντασης, στοιχείου πλάκας ή κελύφους εξαρτάται από τον "τύπο φορέα" που έχει δηλωθεί.

1ο σημείο?

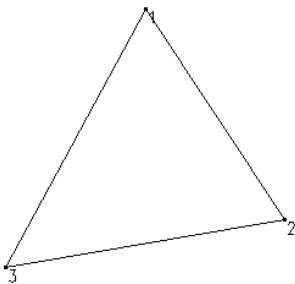
2ο σημείο?

3ο σημείο?

4ο σημείο?

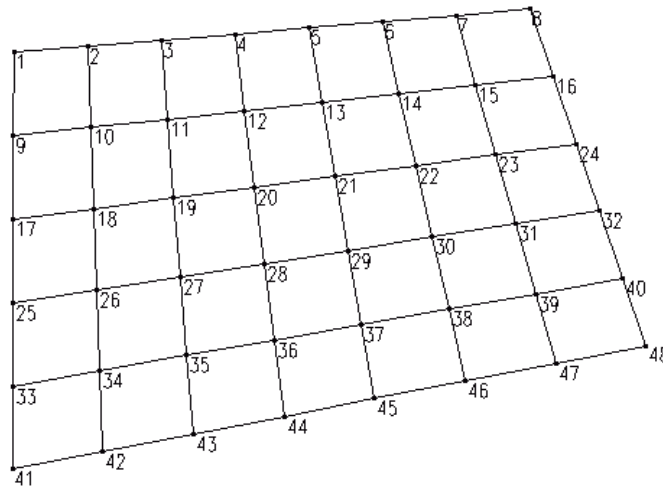
Περιγράφονται με δεξιόστροφη σειρά οι κορυφές του τετραπλεύρου. Οι ακραίοι κόμβοι δημιουργούνται αυτόματα αν δεν υπάρχουν ήδη κόμβοι στις θέσεις που θα υποδειχθούν.

3.3.2 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τριγωνικό



Ορίζεται τριγωνικό πεπ. στοιχείο. Η σειρά που θα δοθούν τα 3 σημεία του περιγράμματος πρέπει να είναι δεξιόστροφη.

3.3.3 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Πολλαπλά τετραπλ. στοιχεία



Δημιουργούνται πολλαπλά τετραπλευρικά πεπερασμένα στοιχεία μεταξύ των 4 σημείων του περιγράμματος.

Η σύνταξη της εντολής για την δημιουργία των πεπερασμένων στοιχείων που εμφανίζονται στο παραπάνω σχήμα είναι:

1ο σημείο? **1**

2ο σημείο? **8**

3ο σημείο? **48**

4ο σημείο? **41**

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων μεταξύ 1ου και 2ου σημείου? **7**

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων μεταξύ 1ου και 3ου σημείου? **5**

Ορίζονται τα σημεία του περιγράμματος με δεξιόστροφη σειρά.

(1ο σημείο – 2ο σημείο) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)o?

Αν απαντηθεί Y ή y το πρόγραμμα προχωρά στην επόμενη ερώτηση.

Αν απαντηθεί N ή n το πρόγραμμα ζητά την αναλογία αποστάσεων μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} σημείου και ταυτόχρονα μεταξύ 3^{ου} και 4^{ου} σημείου.

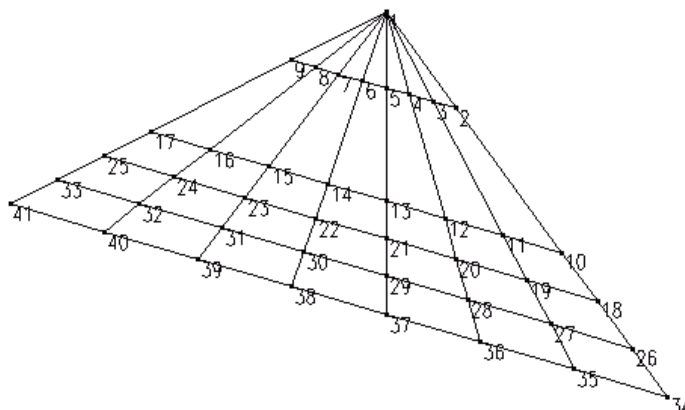
n1 n2 n3 ..

Οι αναλογίες δίνονται ως αριθμοί με κενά ή enter μεταξύ τους.

Αντίστοιχη ερώτηση γίνεται για τις διαστάσεις των πεπερασμένων στοιχείων μεταξύ 1^{ου} και 3^{ου} σημείου.

(1ο σημείο – 3ο σημείο) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)o?

3.3.4 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τριγωνικό περίγραμμα 1



Δημιουργούνται τριγωνικά και τετραπλευρικά επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία σε τριγωνική επιφάνεια που ορίζεται από τον χρήστη.

Η σύνταξη της εντολής για την δημιουργία των πεπερασμένων στοιχείων που εμφανίζονται στο παραπάνω σχήμα είναι:

1ο σημείο? **1**

2ο σημείο? **34**

3ο σημείο? **41**

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων μεταξύ 2ου και 3ου σημείου? **7**

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων μεταξύ 1ου και 2ου σημείου? **5**

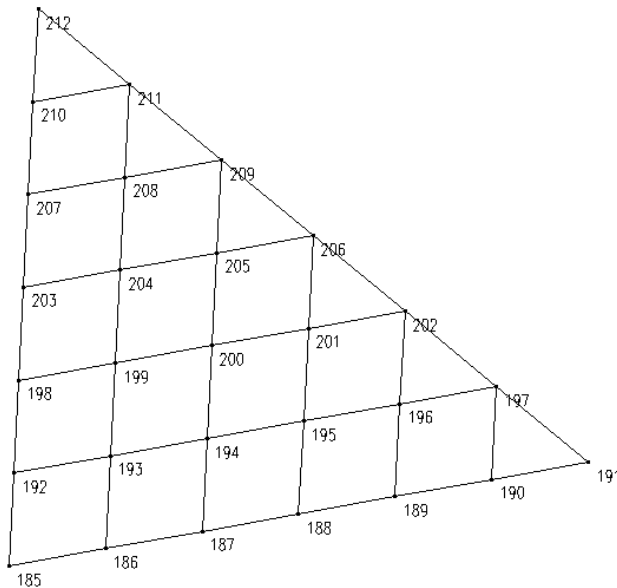
Ακολουθως γίνονται οι ίδιες ερωτήσεις σε σχέση με την αναλογία μεγεθών πεπ. στοιχείων κατά την έννοια 2⁰⁰ – 3⁰⁰ σημείου και 1⁰⁰ – 3⁰⁰ σημείου.

(2ο σημείο – 3ο σημείο) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)o?

(1ο σημείο – 3ο σημείο) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)o?

3.3.5 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τριγωνικό περίγραμμα 2

Εναλλακτικός τρόπος δημιουργίας συνδυασμού τριγωνικών και τετραπλευρικών στοιχείων σε τριγωνική επιφάνεια που ορίζεται από τον χρήστη.



Η σύνταξη της εντολής είναι:

1ο σημείο? **185**


2ο σημείο? **212**

3ο σημείο? **191**

Τα σημεία δίδονται κατά την δεξιόστροφη έννοια.


Αριθμός πεπερ. Στοιχείων μεταξύ 1ου και 2^{ου} σημείου και μεταξύ 1ου και 3ου σημείου? **6**

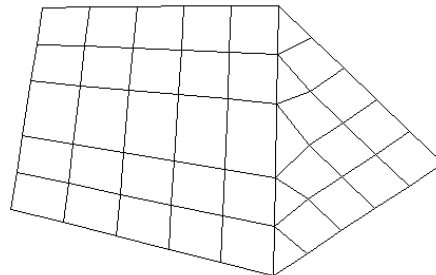
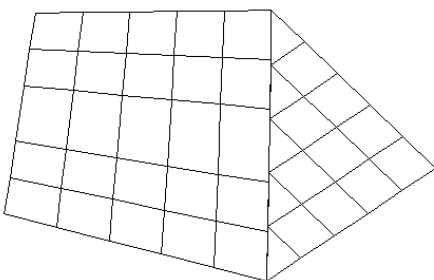
Ο αριθμός που θα δοθεί είναι και αριθμός των στοιχείων μεταξύ 1^{ου} και 3^{ου} σημείου. Οι κόμβοι που δημιουργούνται στο περίγραμμα έχουν ίσες αποστάσεις.

Ο τρόπος αυτός είναι πολύ χρήσιμος προκειμένου να συμπληρωθούν τριγωνικές επιφάνειες που έχουν απομείνει μετά από την δημιουργία πεπ. στοιχείων με την εντολή .

Σε περίπτωση που τα τετραπλευρικά στοιχεία έχουν δημιουργηθεί με ίσες αποστάσεις θα πρέπει απλώς να δοθεί ίδιος αριθμός πεπ. στοιχείων. Οι κόμβοι θα συμπέσουν με τους υπάρχοντες, επομένως δεν θα δημιουργηθούν νέοι.

Αν έχουν δημιουργηθεί τα τετραπλευρικά στοιχεία με άνισες αποστάσεις θα πρέπει οι νέοι κόμβοι που θα

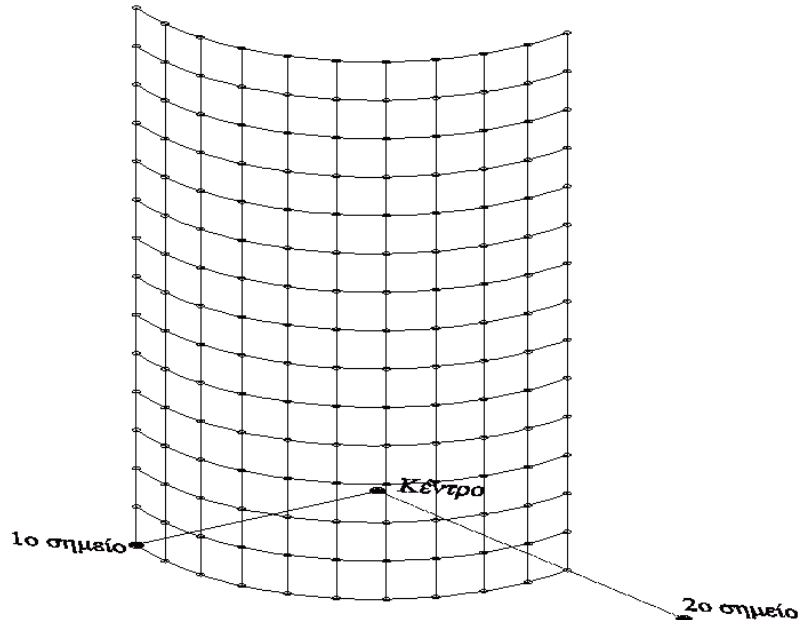
δημιουργηθούν με την εντολή  να μετακινηθούν έτσι ώστε να συμπέσουν με τους υπάρχοντες. Το πρόγραμμα τότε θα απαλείψει τους κόμβους αυτούς.



3.3.6 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Πεπ. στοιχεία κυλινδρική επιφάνεια

Δημιουργεί τετραπλευρικά στοιχεία σε κυλινδρική επιφάνεια ορίζοντας και τους αντίστοιχους ακραίους κόμβους (αν δεν υπάρχουν ήδη).

Η σύνταξη της εντολής είναι:



Κέντρο? Ορίζεται το σημείο τομή του άξονα του κυλίνδρου με το επίπεδο X-Y του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων

1ο Σημείο? Ορίζεται η αρχή του τόξου του κυλίνδρου και ταυτόχρονα η αντίνα που ισούται με την απόσταση κέντρο – 1ο σημείο.

2ο Σημείο? Ορίζεται η δεξιόστροφη περί τον τοπικό Z άξονα γωνία του τόξου του κυλίνδρου.

Ύψος κυλίνδρου? Δίνεται το ύψος του κυλίνδρου.

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων μεταξύ 1ου και 2ου σημείου? Ορίζεται ο αριθμός των πεπερασμένων στοιχείων κατά μήκος του κυκλικού τόξου. Ορίζεται ο

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων κατά μήκος του κυλίνδρου? Ορίζεται ο αριθμός των πεπερασμένων στοιχείων καθ' ύψος. Ορίζεται ο

(1ο σημείο – 2ο σημείο) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)ο?

Αν απαντηθεί Y ή y το πρόγραμμα προχωρά στην επόμενη ερώτηση.

Αν απαντηθεί N ή n το πρόγραμμα ζητά την αναλογία αποστάσεων μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} σημείου .

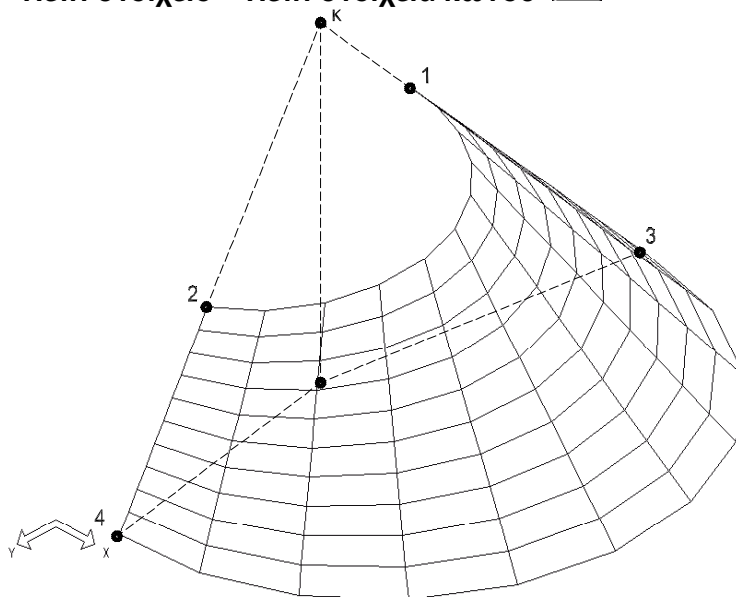
n1 n2 n3 ..

Οι αναλογίες δίνονται ως αριθμοί με κενά ή enter μεταξύ τους.

Αντίστοιχη ερώτηση γίνεται για τις διαστάσεις των πεπερασμένων στοιχείων καθ' ύψος του κυλίνδρου.

(Κατά μήκος του κυλίνδρου) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)ο?

3.3.7 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Πεπ. στοιχεία κώνου



Δημιουργεί τετραπλευρικά πεπερασμένα στοιχεία σε κωνική (και όχι μόνο) επιφάνεια. Η ανάλυση της λειτουργίας της εντολής θα γίνει με το παραπάνω σχήμα.

Κέντρο? Ορίζεται η κορυφή του κώνου **κ**.

1ο Σημείο άνω? Ορίζεται το σημείο **1**.

2ο Σημείο άνω? Ορίζεται το σημείο **2**.

1ο Σημείο κάτω? Ορίζεται το σημείο **3**.

2ο Σημείο κάτω? Ορίζεται το σημείο **4**.

Στην γενική περίπτωση τα σημεία **κ, 1, 3** και **κ, 2, 4** ορίζουν δύο επίπεδα όχι απαραίτητα κάθετα στο **XY** επίπεδο του απόλυτου συστήματος συντεταγμένων. Για το παράδειγμα του σχήματος που τα **κ, 1, 3** όπως και τα **κ, 2, 4** είναι συγραμμικά ορίζονται τα κατακόρυφα ως προς τους απόλυτους άξονες επίπεδα τομής του κώνου.

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων μεταξύ 1ου και 2ου σημείου? Ορίζεται ο αριθμός των πεπερασμένων στοιχείων κατά την περίμετρο του κώνου.

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων καθ' ύψος του κώνου? Ορίζεται ο αριθμός των πεπερασμένων στοιχείων κατά την περίμετρο του κώνου.

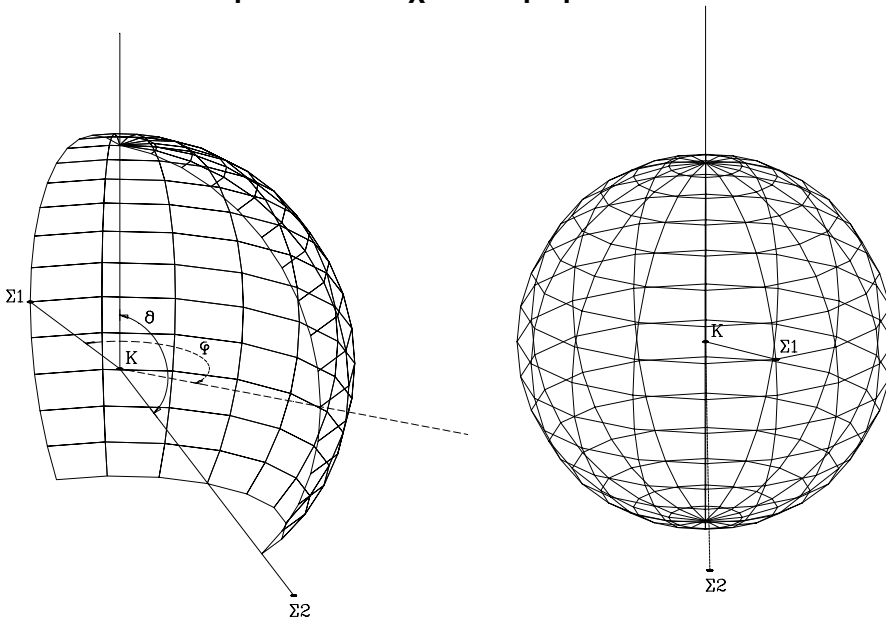
(1ο σημείο – 2ο σημείο) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)ο?

Αν απαντηθεί **N** ή **n** το πρόγραμμα ζητά την αναλογία αποστάσεων μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} σημείου . n1 n2 n3 ..

Οι αναλογίες δίνονται ως αριθμοί με κενά ή enter μεταξύ τους.

(Κατά μήκος) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)ο?

3.3.8 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Σφαίρα



Σχεδιάζει τετραπλευρικά στοιχεία σε σφαιρική επιφάνεια με στοιχεία, το άξονα του σφαιρικού τμήματος που υποχρεωτικά είναι παράλληλος με το Z άξονα του απολύτου συστήματος συντεταγμένων, και δύο σημεία που ορίζουν την δεξιόστροφη γωνία του σφαιρικού τμήματος. Η σύνταξη της εντολής είναι:

Κέντρο? Η κάθετη προς το XY επίπεδο του απολύτου συστήματος που διέρχεται από το σημείο K αποτελεί το άξονα περιστροφής.

1ο Σημείο? Ορίζεται το σημείο Σ1. Η απόσταση K-Σ1 αποτελεί την ακτίνα της σφαίρας.

2ο Σημείο? Βάσει του σημείου Σ2 ορίζεται η δεξιόστροφη γωνία φ και η γωνία ως προς τον κατακόρυφο άξονα θ. (Βλέπε σχήμα ανωτέρω)

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων κατά μήκος της περιμέτρου? Ορίζεται ο αριθμός των πεπερασμένων στοιχείων κατά την περίμετρο του τμήματος της σφαίρας.

Αριθμός πεπερ. Στοιχείων καθ ύψος της σφαίρας? Ορίζεται ο αριθμός των πεπερασμένων στοιχείων κατά την έννοια του ύψους του σφαιρικού τμήματος.

(1ο σημείο – 2ο σημείο) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)ο?

Αν απαντηθεί N ή n το πρόγραμμα ζητά κατά τα γνωστά την αναλογία αποστάσεων μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} σημείου . n1 n2 n3 ..

Οι αναλογίες δίνονται ως αριθμοί με κενά ή enter μεταξύ τους.

(Κατά μήκος) Ίσες αποστάσεις (Y)es / (N)ο?

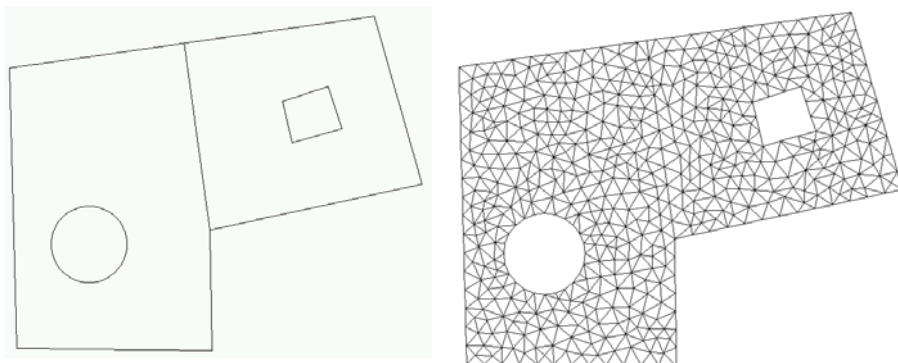
Παρατηρήσεις: 1. Στην κορυφή του σφαιρικού τμήματος δημιουργείται πάντα ένα κενό προκειμένου να δημιουργηθούν μόνο τετραπλευρικά στοιχεία.

2. Για να δημιουργηθεί σχήμα σφαιρικού τμήματος πλήρους περιστροφής θα πρέπει η προβολή της γωνία 1° σημείο - κέντρο - 2° σημείο να είναι 0.

Παράδειγμα πλήρους σφαίρας

Κέντρο?	0 0 0
1ο Σημείο?	10 0 0
2ο Σημείο?	.01 0 15

3.3.9 Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Mesh



Γίνεται αυτόματη γένεση τριγωνικών πεπ. στοιχείων σε τυχαίο περίγραμμα με σπές επίσης τυχαίου περιγράμματος. Η μέθοδος χρησιμοποιείται σε επίπεδα προβλήματα και στηρίζεται στην μέθοδο τριγωνισμού Delaney's. Για την εφαρμογή της μεθόδου πρέπει να δώσουμε :

- α. Το περίγραμμα της επιφάνειας.
- β. Τις πιθανώς υπάρχουσες σπές.
- γ. Τις χαρακτηριστικές ευθείες που πιθανώς επιθυμούμε να μην τέμνονται από πεπ. στοιχεία. Χαρακτηριστικές ευθείες χρησιμοποιούμε για να διαχωρίσουμε επιφάνειες με διαφορετική διατομή ή υλικό, ή για να τοποθετήσουμε γραμμικό φορτίο στην επιφάνεια της πλάκας.
- δ. Τα χαρακτηριστικά σημεία που επιθυμούμε να υπάρχουν κόμβοι πεπ. στοιχείων συνήθως για να τοποθετήσουμε συγκεντρωμένο φορτίο.

Η μέθοδος γεννήσεως πεπ. στοιχείων προσαρμόζεται σε οποιαδήποτε επιφάνεια και ο χρήστης χρειάζεται μόνο να ρυθμίσει δύο παραμέτρους:

- α. Το **μέγιστο εμβαδόν** του τριγωνικού στοιχείου το οποίο καθορίζει και την πύκνωση των πεπ. στοιχείων. Στη εφαρμογή της μεθόδου επίλυσης επιφανειακών φορέων με πεπ. στοιχεία η πυκνότητα είναι σημαντικός παράγοντας για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Πρέπει να υπάρχει λοιπόν ικανός αριθμός πεπ. στοιχείων ανάλογα με την πολυπλοκότητα του σχήματος. Το εμβαδόν των πεπ. στοιχείων πρέπει να είναι ανάλογο της επιφάνειας και αντιστρόφως ανάλογο της πολυπλοκότητας (αριθμός σημείων καμπής περιγράμματος).
- β. Η **ελάχιστη γωνία τριγώνου** ρυθμίζει την ποιότητα του πεπ. στοιχείου. Όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία τόσο ακριβέστερη είναι η επίλυση, αλλά και τόσο κινδυνεύει να μην μπορεί να προσαρμοσθεί η μέθοδος στην επιφάνεια και να χρειάζεται να μικρύνουν πολύ τα πεπ. στοιχεία. Απαγορεύεται να δοθεί γωνία μεγαλύτερη από 33.33° γιατί η μέθοδος δεν συγκλίνει. Μία καλή γωνία είναι ανάμεσα από 18° και 25° .

Υπάρχει περίπτωση με τις παραμέτρους που έχουν δοθεί από τον χρήστη να μην μπορεί να τριγωνοποιηθεί η επιφάνεια. Στην περίπτωση αυτή διακόπτουμε την διαδικασία με Cancel στο παράθυρο που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση αλλάζουμε τις παραμέτρους.

Η σύνταξη της εντολής είναι:

Εμφανίζεται αρχικά το παράθυρο για να επιλέξουμε τις παραμέτρους της δημιουργίας των πεπ. στοιχείων.

Ευθεία περιγράμματος? Δείχνουμε τις ευθείες του περιγράμματος της επιφάνειας. Οι ευθείες πρέπει να σχηματίζουν κλειστό περίγραμμα. Μπορούμε να επιλέξουμε μόνο γραμμές που έχουν δημιουργηθεί με τις εντολές ευθείας ή τόξου και όχι μέλη.

Υπάρχει οπή (Y/N)? Αν απαντήσουμε Yes ή yes το πρόγραμμα ρωτά:

Ευθεία περιγράμματος οπής? Δείχνουμε τις γραμμές ευθείες ή τόξα που σχηματίζουν το κλειστό περίγραμμα μιας οπής.

Υπάρχει άλλη οπή (Y/N)? Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία για όλες τις πιθανές οπές.

Υπάρχουν χαρακτηριστικές ευθείες (Y/N)?

Αν απαντήσουμε Yes ή yes το πρόγραμμα

ρωτά:

Χαρακτηριστική ευθεία?

Δείχνουμε όλες τις χαρακτηριστικές ευθείες του εσωτερικού τις επιφανείας. Σε περίπτωση που οι χαρακτηριστικές ευθείες που επιθυμούμε να ορίσουμε τέμνονται μεταξύ τους πρέπει υποχρεωτικά να χωρισθούν έτσι ώστε στο σημείο τομής να υπάρχουν άκρα των χαρακτηριστικών ευθειών.

Υπάρχουν χαρακτηριστικά σημεία (Y/N)? Αν απαντήσουμε Yes ή yes το πρόγραμμα ρωτά:

Χαρακτηριστικά σημεία?

Δείχνουμε τα σημεία που επιθυμούμε να υπάρχει οπωσδήποτε κόμβος πεπ. στοιχείου.

3.4 Στερεοί κόμβοι

Στο NEXT, ο κόμβος δεν αποτελεί ένα σημείο αλλά μία στερεά περιοχή. Έτσι χωρίς να ορίζονται περιττοί ράβδοι, το πρόγραμμα αντιμετωπίζει την εκκεντρότητα στήριξης των ράβδων στους κόμβους, με ορθό μαθηματικό τρόπο, αφού η μετακίνηση του σημείου στήριξης είναι συνάρτηση της μετακίνησης του κόμβου. Τα σημεία στήριξης των οριζοντίων ράβδων ονομάζονται σημεία δέσεως. Ο ορισμός των σημείων δέσεως επηρεάζει, εκτός από τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών, και τα αναπτύγματα των οπλισμών (τον r mode).

3.4.1 Κατασκευή > Στερεοί κόμβοι > Εισαγωγή

Η σύνταξη της εντολής είναι:

Ράβδος ?

Δείχνουμε την ράβδο ή γράφουμε τον αριθμό της στην περιοχή διαλόγου.

Κόμβος ?

Δείχνουμε τον κόμβο της αρχής ή πέρατος της ράβδου στον οποίο θα τοποθετηθεί στερεός κόμβος στο άκρο της ράβδου.

Θέση στερεού κόμβου ?

Προσδιορίζουμε το σημείο που θα τοποθετηθεί ο στερεός κόμβος συνήθως με σχετικές συντεταγμένες καθώς το πρόγραμμα έχει κρατήσει ως lastpoint την θέση του κόμβου.

Μετά από regen το τμήμα μεταξύ στερεού κόμβου και κόμβου αρχής ή πέρατος της ράβδου εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα.

3.4.2 Διαγραφή στερεού κόμβου

Διαγράφεται στερεός κόμβος που έχει τοποθετηθεί στην αρχή ή το πέρας της ράβδου. Η σύνταξη της εντολής είναι:

Ράβδος?

Δείχνουμε την ράβδο ή γράφουμε τον αριθμό της στην περιοχή διαλόγου.

Κόμβος ?

Δείχνουμε τον κόμβο ή γράφουμε στην περιοχή διαλόγου τον αριθμό του, που συνδέεται με την παραπάνω δοκό.

3.4.3 Μετακίνηση στερεού κόμβου

Μετακινείται ο ήδη ορισμένος στερεός κόμβος σε κάποια ράβδο. Η σύνταξη της εντολής είναι ίδια με αυτήν της εισαγωγής στερεού κόμβου:

Ράβδος ?

Δείχνουμε την ράβδο ή γράφουμε τον αριθμό της στην περιοχή διαλόγου.

Κόμβος ?

Δείχνουμε τον κόμβο της αρχής ή πέρατος της ράβδου στον οποίο θα μετακινηθεί ο στερεός κόμβος.

Νέα θέση ?

Προσδιορίζουμε το σημείο που θα τοποθετηθεί ο στερεός κόμβος. Αν χρησιμοποιηθούν σχετικές συντεταγμένες αυτές θα δοθούν ως προς τον κόμβο καθώς το πρόγραμμα "θυμάται" ως lastpoint την θέση του κόμβου.

3.5 Εισαγωγή πεδίων

Όπως τα άλλα δομικά στοιχεία, ορίζονται πρώτα τα γεωμετρικά στοιχεία του πεδίου και κατόπιν τοποθετείται στους κόμβους με επαναληπτικό τρόπο.

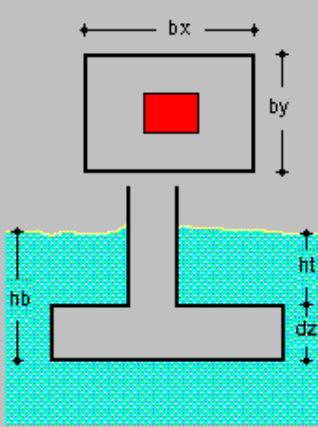
Ο χρήστης ορίζει τις ελάχιστες διαστάσεις (διαστάσεις εκκινήσεως) και τις μέγιστες. Με εύκολο γραφικό τρόπο ορίζονται και οι πιθανές εκκεντρότητες. Το πρόγραμμα αφού επιλύσει τον φορέα θα προσδιορίσει τις διαστάσεις του πεδίου, έτσι ώστε να καλύπτονται οι έλεγχοι που επιβάλλουν οι κανονισμοί.

Οι απαραίτητες δεσμεύσεις κόμβων και τα πιθανά ελατήρια ορίζονται αυτόματα

Ορισμός

Ορισμός

Πεδία



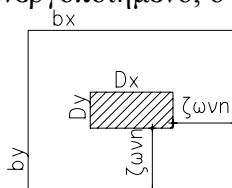
	Ελάχιστα	Μέγιστα	Βήματα	Όρια
bx	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	dbx <input type="text" value="0"/>	b1x <input type="text" value="0"/>
by	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	dby <input type="text" value="0"/>	b2x <input type="text" value="0"/>
dz	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	ddz <input type="text" value="0"/>	b1y <input type="text" value="0"/>
ht	<input type="text" value="0"/>	hb <input type="text" value="0"/>		b2y <input type="text" value="0"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Αυτόματα	Ζώνη <input type="text" value=".30"/>			L1x <input type="text" value="0"/>
<input type="checkbox"/> Ελαστική έδραση				L2x <input type="text" value="0"/>
dx <input type="text" value="0"/>	dy <input type="text" value="0"/>			L1y <input type="text" value="0"/>
				L2y <input type="text" value="0"/>

Cancel OK

Εμφανίζεται το ανωτέρω παράθυρο

Στην στήλη **Ελάχιστα** δίνονται:

bx , by , dz Οι ελάχιστες διαστάσεις του πεδίου (διαστάσεις εκκινήσεως). Η γωνία στροφής του πεδίου είναι ίση με την γωνία τοποθέτησης του στύλου. Τα bx και by είναι ενεργά μόνο αν το check box **αυτόματα** δεν είναι ενεργό. Όταν το check box **αυτόματα** είναι ενεργοποιημένο, ο χρήστης ορίζει το πλάτος της ζώνης γύρω από τον στύλο.



Το πρόγραμμα δηλαδή, σε όποιο στύλο τοποθετήσει πέδιλο, η ζώνη γύρω του θα είναι διαστάσεων $bx = Dx + 2 \cdot \zeta_{\omega n h}$ και $by = Dy + 2 \cdot \zeta_{\omega n h}$.

Στις μη ορθογωνικές διατομές $Dx = d$ (διατομής) και $Dy = bo$ (διατομής)

Στην στήλη **Μέγιστα** δίνονται:

bx , by , dz Τα άνω όρια των διαστάσεων των πεδίων.

ht Βάθος άνω στάθμης πεδίου

hb Βάθος κάτω στάθμης πεδίου

Στην στήλη **Βήματα** δίνονται :

dbx , dby , ddz Τα βήματα με τα οποία αυξάνουν οι διαστάσεις bx , by , dz των πεδίων κατά τις διαδοχικές προσεγγίσεις.

Αν ενεργοποιηθεί το check box **Ελαστική έδραση** το πρόγραμμα θα υπολογίσει τα ελατήρια στις διευθύνσεις : Μετακίνηση κατά Z και στροφή κατά X και Y.

Ο υπολογισμός θα γίνει με τις ελάχιστες διαστάσεις b_x και b_y , εκτός αν αναγραφούν τιμές στα πεδία dx και dy κάτω από το check box, οπότε ο υπολογισμός γίνεται με αυτές.

Οι σταθερές των ελατηρίων υπολογίζονται από τους τύπους:

$$K_z = A \cdot c_0 \quad K_{\phi x} = I_x \cdot c_0 \quad K_{\phi y} = I_y \cdot c_0$$

Όπου A το εμβαδόν του πέλματος

I_x, I_y οι ροπές αδρανείας της επιφάνειας του πέλματος κατά την X και Y έννοια

Οι διευθύνσεις X και Y των ελατηρίων είναι στραμμένες κατά την γωνία στροφής της διατομής του στύλου (Στους κόμβους ορίζονται αυτόματα skew συστήματα συντεταγμένων).



Τοποθέτηση

Το ορισθέν πέδιλο τοποθετείται στις ράβδους που θα υποδείξουμε κατά τα γνωστά.

Το πέδιλο τοποθετείται αυτόματα στον κόμβο πέρατος της ράβδου. Είναι αυτονόητη η σημασία του ορθού ορισμού κόμβου αρχής και πέρατος της ράβδου.



Πληροφορίες - Τροποποίηση

Εμφανίζεται το ίδιο παράθυρο με αυτό της εντολή Ορισμός στο οποίο μπορούμε να αλλάξουμε τις παραμέτρους του πεδίου.



Διαγραφή

Διαγράφει ορισθέν πέδιλο και τις αντίστοιχες δεσμεύσεις και πιθανά ελατήρια.

3.6 Εντολές επεξεργασίας δομικών στοιχείων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι εντολές επεξεργασίας που εκτελούνται αφορούν το είδος του δομικού στοιχείου που εμφανίζεται στο αντίστοιχο scroll bar του menu. Παρά ταύτα όπως θα δούμε στην περιγραφή των εντολών οι εντολές μετακίνησης, περιστροφής κ.λ.π. ράβδων ή πεπ. στοιχείων επηρεάζουν και τους κόμβους που τα ορίζουν και αντίστροφα.

3.6.1 Τροποποίηση > Διαγραφή

Διαγράφει τα αντικείμενα (κόμβοι, ράβδοι ή πεπ. στοιχεία ανάλογα με την επιλογή που υπάρχει στο Scroll bar) που θα επιλεγούν με τους τρόπους που αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Παρατήρηση: Ταυτόχρονα με την διαγραφή κόμβων διαγράφονται και οι ράβδοι ή πεπ. στοιχεία που έχουν έστω και ένα από τους διαγραφέντες κόμβους στο όρισμά τους.

3.6.2 Τροποποίηση > Αντιγραφή

Αντιγράφει τα αντικείμενα που θα επιλεγούν με διάνυσμα που ορίζεται από το **Σημείο αναφοράς – Σημείο εισαγωγής** που θα δοθούν.

Η εντολή είναι επαναληπτική και το πρόγραμμα ζητά επόμενο **Σημείο εισαγωγής** μέχρι να διακοπεί με δεξί click η εντολή.

Παρατήρηση: Όταν αντιγράφονται ράβδοι ή πεπ. στοιχεία αντιγράφονται και οι κόμβοι που τα ορίζουν εκτός αν στην νέα θέση υπάρχει ήδη κόμβος (ή σε απόσταση μικρότερη από 0.001).

3.6.3 Τροποποίηση > Μετακίνηση

Μετακινεί τα αντικείμενα που θα επιλεγούν κατά το διάνυσμα **Σημείο αναφοράς – Σημείο εισαγωγής**

Παρατηρήσεις: Όταν μετακινούνται ράβδοι ή πεπ. στοιχεία μεταφέρονται και οι κόμβοι που δεν αποτελούν όρισμα για κάποιο άλλο πεπ. στοιχείο ή ράβδο ή διαφορετικά αντιγράφονται, εκτός αν στην νέα θέση υπάρχει ήδη κόμβος.

Όταν μετακινούνται κόμβοι, οι ράβδοι ή τα πεπερασμένα στοιχεία μεταβάλλουν το σχήμα τους σύμφωνα με την μετακίνηση των κόμβων τους.

Σε κάθε περίπτωση αν στην νέα θέση υπάρχει ήδη κόμβος δεν δημιουργείται νέος. Ο αριθμός του κόμβου που παραμένει ουδεμία σημασία έχει αφού μετά από τις εντολές που περιγράφονται επιβάλλεται επαναρίθμηση.

3.6.4 Τροποποίηση > Περιστροφή

Περιστρέφει τα αντικείμενα είτε περί τον απόλυτο Z άξονα είτε ως προς οποιοδήποτε άλλο άξονα. Η συμπεριφορά της εντολής ως προς τους κόμβους, ράβδους και πεπ. στοιχεία είναι ίδια με αυτήν της μετακίνησης.

Η σύνταξη της εντολής είναι:

(2)D ή (3)D?

Αν ζητηθεί 2D περιστροφή ακολουθούν οι ερωτήσεις.

κόμβος? ή ράβδος? ή πεπ. στοιχείο ? (η ερώτηση εξαρτάται από το είδος του αντικειμένου που είναι τρέχον. Γίνεται η επιλογή των αντικειμένων με τον γνωστό τρόπο.

Σημείο περιστροφής? Δίδεται το σημείο από το οποίο διέρχεται ο παράλληλος προς τον απόλυτο Z άξονα περιστροφής.

(Γ)ωνία περιστροφής / (2) σημεία ? Αν απαντηθεί **G** ή **g** ζητείται η γωνία περιστροφής σε μοίρες περί τον άξονα όπως ορίστηκε προηγουμένως. Αν απαντηθεί **2** καλούμαστε να δείξουμε δύο σημεία έτσι ώστε να ορισθεί η γωνία περιστροφής 1^ο σημείο – κέντρο – 2^ο σημείο.

Αν ζητηθεί 3D περιστροφή ακολουθούν οι ερωτήσεις.

(E)υθεία / (X) άξονας / (Y) άξονας / (Z) άξονας / (2) σημεία?

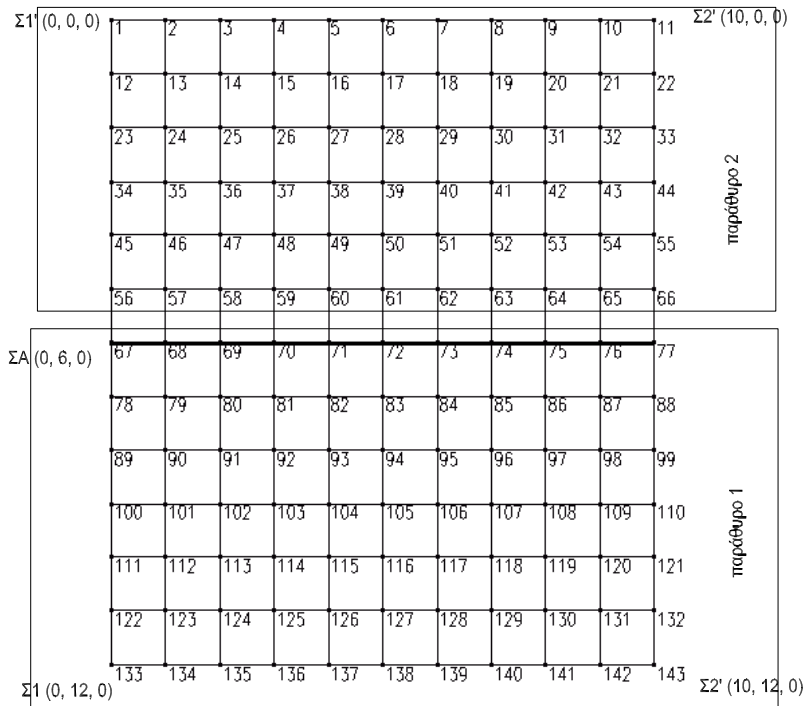
Με την επιλογή **Ευθεία** ή **ευθεία** θα ζητηθεί να δείξουμε μία ευθεία του σχεδίου και κατόπιν την γωνία περιστροφής. Από την θέση που θα δείξουμε την ευθεία προσδιορίζεται η φορά (αρχή στο πλησιέστερο άκρο γραμμής) του άξονα περιστροφής για το πρόσημο των γωνιών. Η ευθεία που θα δείξουμε μπορεί να είναι ράβδος ή ακμή πεπ. στοιχείου.

Με τις επιλογές **X** ή **Y** ή **Z** περιστρέφουμε τα αντικείμενα περί τον αντίστοιχο απόλυτο άξονα.

Με την επιλογή **2** (σημεία) προσδιορίζουμε τα 2 σημεία που ορίζουν τον άξονα περιστροφής. Η σειρά 1^ο και 2^ο σημείου προσδιορίζει την φορά του άξονα περιστροφής για το πρόσημο των γωνιών.

Όλες οι παραπάνω εντολές αφορούν εκτός από τα στοιχεία του φορέα και τις βοηθητικές γραμμές, αρκεί να είναι δηλωμένο “ευθεία” στο scroll bar.

3.6.5 Τροποποίηση > Διαστολή



Με την εντολή διαστολή μετακινούνται κόμβοι σε διανύσματα παράλληλα μεταξύ τους και γραμμικά ανάλογα με την απόστασή τους από κάποια ευθεία που θα υποδειχθεί.

Η σύνταξης της εντολής θα παρουσιασθεί στο παράδειγμα του παραπάνω σχήματος.

Ας υποθεθεί ότι έχουν σχεδιασθεί τα πεπερασμένα στοιχεία του σχήματος στο επίπεδο XY και επιθυμούμε να σχηματισθεί δικλινή στέγη με κορυφία την γραμμή που εμφανίζεται παχύτερη (κόμβος 67 – 77) με ύψος 3 μ.

Εκτελούμε την εντολή **Τροποποίηση > διαστολή**.

Αρχικό σημείο? Δείχνουμε τον κόμβο 67 ή γράφουμε τις συντεταγμένες του (0 6 0).

Τελικό σημείο – πρώτο σημείο επιπέδου ομοιοπαράλληλίας? Δίδονται οι συντεταγμένες της θέσης που θα βρεθεί ο κόμβος 67 (0 6 –3).

Δεύτερο σημείο επιπέδου ομοιοπαράλληλίας?

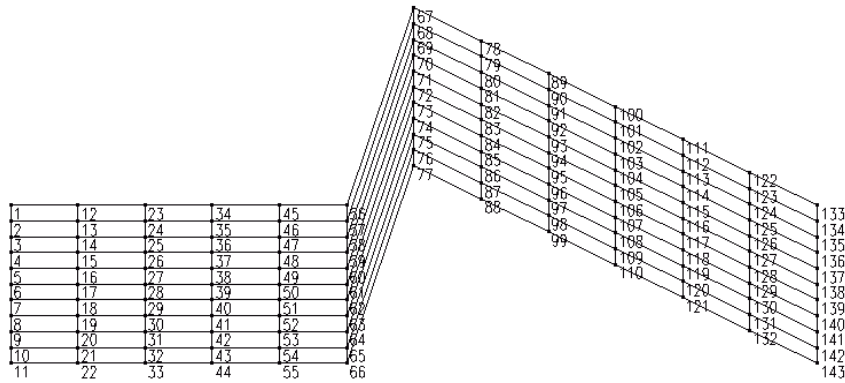
Δίδονται οι συντεταγμένες (ή δείχνεται ο κόμβος) του κόμβου 133 (0 12 0).

Τρίτο σημείο επιπέδου ομοιοπαράλληλίας?

Δίδονται οι συντεταγμένες (ή δείχνεται ο κόμβος) του κόμβου 143 (10 12 0).

Κόμβος?

Επιλέγονται όλοι οι κόμβοι που θα μετακινηθούν ώστε με διανύσματα ανάλογα της απόστασής τους από την ευθεία Σ1-Σ2 (παράθυρο 1).



Αν αλλάξουμε view θα δούμε το αποτέλεσμα της εντολής που ολοκληρώθηκε.

Ομοίως για ανυψώσουμε και τους κόμβους της άλλης πλευράς εκτελούμε πάλι την ίδια εντολή.

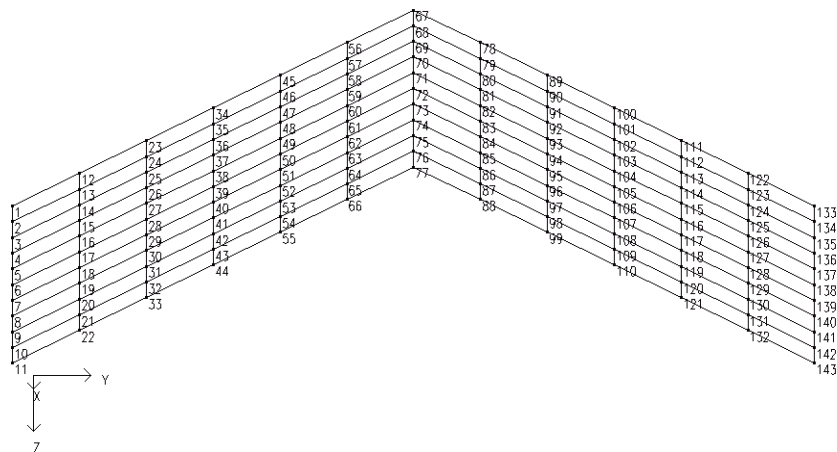
Αρχικό σημείο? Γράφουμε τις συντεταγμένες (0 6 0). Δεν δείχνουμε τον κόμβο 67 γιατί έχει ήδη μετακινηθεί από την προηγούμενη κλήση της εντολής.

Τελικό σημείο – πρώτο σημείο επιπέδου ομοιοπαράλληλίας? (0 6 -3).

Δεύτερο σημείο επιπέδου ομοιοπαράλληλίας? (0 0 0).

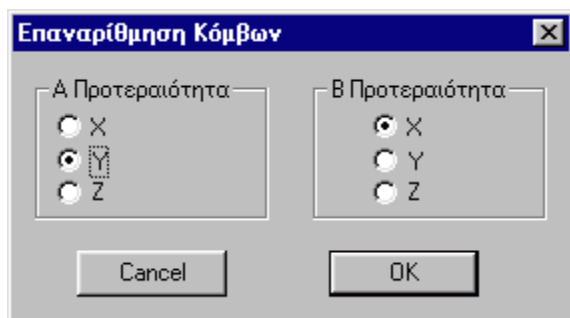
Τρίτο σημείο επιπέδου ομοιοπαράλληλίας? (10 0 0).

Κόμβος? Επιλέγονται οι κόμβοι με το παράθυρο 2.



3.6.6 Τροποποίηση > επαναρίθμηση κόμβων (auto)

Κατά την δημιουργία των ράβδων και πεπερασμένων στοιχείων παράγονται αυτόματα οι κόμβοι με αυξανόμενη αρίθμηση. Με τις εντολές δε επεξεργασίας πιθανόν να έχουν παραχθεί επιπλέον κόμβοι με μεγάλα κενά στην αρίθμηση τους. Η αντιστροφή όμως του μητρώου ακαμψίας εξαρτάται χρονικά από την μέγιστη διαφορά στην αρίθμηση των κόμβων εκάστης ράβδου ή πεπ. στοιχείου. Απαιτείται επομένως πριν από την επίλυση επαναρίθμηση των κόμβων προκειμένου να εξαφανισθούν τα κενά στην αρίθμηση των κόμβων και να μειωθεί κατά το δυνατόν η μέγιστη διαφορά αρίθμησης κόμβων.



Με την παραπάνω εντολή εμφανίζεται παράθυρο προκειμένου δοθούν οι προτεραιότητες στην αρίθμηση σε σχέση με τις απόλυτες συντεταγμένες των κόμβων. Το πρόγραμμα προτείνει την Α και Β προτεραιότητα με κριτήριο την ελαχιστοποίηση της διαφοράς στην αρίθμηση των κόμβων.

Με την παραπάνω εντολή δεν επιτυγχάνεται βέβαια η ελάχιστη διαφορά στην αρίθμηση. Αποτελεί όμως μία πρώτη προσέγγιση η οποία στους περισσότερους

φορείς είναι ικανοποιητική.

3.6.7 Τροποποίηση > επαναρίθμηση μελών (auto)

Εμφανίζεται το ίδιο παράθυρο προκειμένου να γίνει επαναρίθμηση ράβδων και πεπ. στοιχείων.

Ακολουθώντας το πρόγραμμα ρωτά τον αριθμό από τον οποίο θα αρχίσει η αυτόματη επαναρίθμηση, προκειμένου να απομείνουν ελεύθεροι αριθμοί για επαναρίθμηση με manual τρόπο.

Η αρίθμηση των μελών δεν επηρεάζει την λειτουργία του προγράμματος επίλυσης. Γίνεται για λόγους καλύτερης εποπτείας.

3.6.8 Μέγιστη διαφορά κόμβων

Εμφανίζει στην τιμή dif την μέγιστη διαφορά στην αρίθμηση των κόμβων εκάστου πεπ. στοιχείου ή ράβδου. Από την τιμή αυτή και ανάλογα με την πολυπλοκότητα του φορέα είναι δυνατόν να εκτιμηθεί αν η αρίθμηση που έχει γίνει είναι ικανοποιητική, ή θα πρέπει να γίνει επαναρίθμηση, είτε με αυτόματο τρόπο με διαφορετικές όμως προτεραιότητες, είτε με manual τρόπο.

3.6.9 Επαναρίθμηση

Με την εντολή αυτή είναι δυνατόν να γίνει επαναρίθμηση κόμβων, ράβδων ή πεπ. στοιχείων (αναλόγως με την δήλωση στο scroll bar) με manual τρόπο.

Κόμβος? ή Ράβδος? κ.λ.π. Δείχνουμε τον κόμβο από τον οποίο θα αρχίσει η νέα αρίθμηση.

Νέος αριθμός? Δίνουμε τον νέο αριθμό του συγκεκριμένου κόμβου. Αν ο αριθμός αυτός υπάρχει το πρόγραμμα τοποθετεί αυτόματα τον μικρότερο μη χρησιμοποιημένο αριθμό.

Κόμβος? Δείχνουμε τον επόμενο κόμβο ο οποίος τα πάρει τον αμέσως επόμενο αριθμό, εκτός αν ο αριθμός αυτός υπάρχει οπότε θα πάρει τον μικρότερο μη χρησιμοποιημένο αριθμό.

Παρατήρηση: Οι ράβδοι και τα πεπ. στοιχεία χρησιμοποιούν κοινή αρίθμηση. Σε περίπτωση που για λόγους εποπτείας επιθυμούμε να αριθμούνται σε διαφορετικές περιοχές οι ράβδοι και τα πεπ. στοιχεία είναι δυνατόν να εκτελεσθεί η αυτόματη επαναρίθμηση μελών με αριθμό εκκίνησης τέτοιο ώστε να μείνουν ελεύθεροι τόσοι αριθμοί όσες είναι οι ράβδοι. Ακολουθώντας με την παρούσα εντολή αριθμούμε τις ράβδους με αριθμό εκκίνησης τον 1.

3.1	Δημιουργία κόμβων	3-1
3.1.1	Κατασκευή > Κόμβος > Εισαγωγή	3-1
3.2	Δημιουργία ράβδων	3-2
3.2.1	Κατασκευή > Ράβδος > Ράβδος	3-2
3.2.2	Κατασκευή > Ράβδος > Ραβδοσειρά σε ευθεία 	3-2
3.2.3	Κατασκευή > Ράβδος > Διαίρεση ράβδου	3-3
3.2.4	Κατασκευή > Ράβδος > Ραβδοσειρά σε κυκλικό τόξο	3-4
3.3	Δημιουργία επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων	3-5
3.3.1	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τετραπλευρικό	3-5
3.3.2	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τριγωνικό	3-5
3.3.3	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Πολλαπλά τετραπλ. στοιχεία	3-6
3.3.4	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τριγωνικό περίγραμμα 1	3-7
3.3.5	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Τριγωνικό περίγραμμα 2	3-8
3.3.6	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Πεπ. στοιχεία κυλινδρική επιφάνεια	3-10
3.3.7	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Πεπ. στοιχεία κώνου	3-11
3.3.8	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Σφαίρα	3-12
3.3.9	Κατασκευή > Πεπ. στοιχείο > Mesh	3-13
3.4	Στερεοί κόμβοι	3-14
3.4.1	Κατασκευή > Στερεοί κόμβοι > Εισαγωγή	3-14
3.4.2	Διαγραφή στερεού κόμβου	3-14
3.4.3	Μετακίνηση στερεού κόμβου	3-14
3.5	Εισαγωγή πεδίων	3-16
3.6	Εντολές επεξεργασίας δομικών στοιχείων	3-18
3.6.1	Τροποποίηση > Διαγραφή	3-18
3.6.2	Τροποποίηση > Αντιγραφή	3-18
3.6.3	Τροποποίηση > Μετακίνηση	3-18
3.6.4	Τροποποίηση > Περιστροφή	3-19
3.6.5	Τροποποίηση > Διαστολή	3-20
3.6.6	Τροποποίηση > επαναρίθμηση κόμβων (auto)	3-21
3.6.7	Τροποποίηση > επαναρίθμηση μελών (auto)	3-22
3.6.8	Μέγιστη διαφορά κόμβων	3-22
3.6.9	Επαναρίθμηση	3-22