

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ
ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ”**

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ - ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Διονυσία-Πηνελόπη Ν. Κοντονή
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

Γεώργιος Κ. Κυριακόπουλος
Σαράντης Μ. Νικολόπουλος

ΠΑΤΡΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1996

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	2192
----------------------	------

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Αισθανόμαστε την υποχρέωση να ευχαριστήσουμε την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας Δρ. Διονυσία - Πηνελόπη Κοντονή για την πολύτιμη βοήθεια και συνεχή καθοδήγηση που πρόθυμα μας παρείχε καθώς και για τον πολύ χρόνο που δαπάνησε δίπλα μας καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας.

Ιδιαίτερα την ευχαριστούμε για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με την Στατική Ανάλυση Χωρικών Δικτυωμάτων και Χωρικών Πλαισίων με Η/Υ.

Γεώργιος Κ. Κυριακόπουλος

Σαράντης Μ. Νικολόπουλος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει τη στατική ανάλυση χωρικών δικτυωμάτων και χωρικών πλαισίων με Η/Υ. Η ανάλυση πραγματοποιείται με τη μέθοδο της δυσκαμψίας και με τη χρήση σχετικών επιστημονικών - εκπαιδευτικών προγραμμάτων Η/Υ. Παρουσιάζονται διάφορες αριθμητικές εφαρμογές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ.....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ.....	4
3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ.....	12
4. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ.....	101
5. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ.....	112
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	199
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	201

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη και εξάπλωση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, καθώς και η δυνατότητα ανάπτυξης που παρείχαν σε πολλούς τομείς, έκαναν τους υπολογιστές ένα απαραίτητο μέσο τεχνολογικής ανόδου, αλλά και επίλυσης προβλημάτων που από καιρό απασχολούσαν τον Μηχανικό.

Ενας από τους τομείς όπου χρησιμοποιείται ο Η/Υ είναι ο κλάδος των Πολιτικών Έργων Υποδομής. Έτσι, κρίνεται αναγκαία η συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία περιλαμβάνει την ανάλυση χωρικών δικτυωμάτων και χωρικών πλαισίων με Η/Υ.

Η ανάλυση πραγματοποιείται με την μέθοδο της δυσκαμψίας και με τη χρήση σχετικών επιστημονικών - εκπαιδευτικών προγραμμάτων Η/Υ.

Αξίζει, ακόμα, να αναφερθεί ότι αυτό που πραγματικά αναλύεται και υπολογίζεται από έναν Η/Υ δεν είναι η πραγματική κατασκευή αλλά ένα προσομοίωμα (μοντέλο), που αποδίδει ικανοποιητικά όλες τις βασικές μηχανικές ιδιότητες της κατασκευής.

Ο μελετητής - μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα Η/Υ που χρησιμοποιεί. Απαιτείται, βεβαίως, και καλή γνώση της κλασικής στατικής.

1.2 Κίνδυνοι σφαλμάτων

Ο Η/Υ είναι ικανός να εκτελέσει με μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα αριθμητικές πράξεις και να μας δώσει αποτελέσματα.

Τα σφάλματα δεν οφείλονται κατά κανόνα στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα του υπολογιστή (hardware) αλλά στον ανθρώπινο παράγοντα που υπεισέρχεται στη διαδικασία ανάλυσης της κατασκευής, είτε έχει τον ρόλο του συντάκτη του προγράμματος ή τον ρόλο του χρήστη.

Τα σφάλματα, επιγραμματικά, ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- α) Σε σφάλματα αλγορίθμου και κωδικοποίησης
 - β) Σε σφάλματα χρήσης:
 - 1. Σφάλματα ανεπαρκούς προσομοίωσης της κατασκευής
 - 2. Σφάλματα στην εισαγωγή των δεδομένων
 - 3. Σφάλματα στο χειρισμό του προγράμματος
 - 4. Σφάλματα ερμηνείας αποτελεσμάτων
 - γ) Σε σφάλματα αποκοπής και στρογγύλευσης.
- Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρει κανείς στις Διδακτικές Σημειώσεις [Κοντονή, 1995].

1.3 Παρούσα Πτυχιακή Εργασία

Αυτή η πτυχιακή εργασία ασχολείται με την στατική ανάλυση χωρικών δικτυωμάτων και χωρικών πλαισίων με ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y). Παλαιότερα δεν υπήρχε μεγάλη εφαρμογή ιδίως των χωρικών δικτυωμάτων, γιατί απαιτούσε πολύπλοκους και χρονοβόρους υπολογισμούς για την στατική επίλυσή τους. Όμως με την αλματώδη εξέλιξη των προσωπικών υπολογιστών (P.C.) στην δεκαετία του '80 έγιναν προσιτά για πρακτική εφαρμογή και τα πιο πολύπλοκα χωροδικτυώματα και χωρικά πλαίσια, ιδίως στον χώρο των οικοδομικών κατασκευών και των τεχνικών έργων οδοποιίας, (γέφυρες κ.λ.π.).

Γενικά, οι τρισδιάστατοι φορείς παρουσιάζουν σημαντικώτατα πλεονεκτήματα έναντι των επιπέδων (διδιάστατων).

- 1. Κατά πρώτον είναι ελαφρότεροι και συνεπώς οικονομικότεροι, για τα ίδια αναλαμβανόμενα φορτία, από τους επίπεδους φορείς.
- 2. Παρουσιάζουν ικανότητα αναλήψεως μιας τοπικής υπερφορτίσεως, λόγω υπάρξεως ενδογενών αποθεμάτων αντοχής.
- 3. Παρουσιάζουν δυσκαμψία πολύ μεγαλύτερη των διδιάστατων φορέων.
- 4. Η στατική συμπεριφορά τους στην πράξη βρίσκεται πλησιέστερα προς την θεωρητική, σε σύγκριση με αυτή των επιπέδων φορέων.

Η χρήση και εξάπλωση των χωροδικτυωμάτων και γενικότερα των τριδιάστατων φορέων άρχισε μετά την ευρεία εφαρμογή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, με τους οποίους ήταν πλέον δυνατόν σε μικρό χρονικό

διάστημα να επιλυθούν τριδιάστατοι φορείς, μεγάλου βαθμού στατικής αοριστίας. Επιπλέον η εφεύρεση τριδιάστατων κόμβων, η τυποποίησή τους και η εύκολη σύνδεση των ράβδων βοήθησε στην περαιτέρω εξάπλωση των χωροδικτυωμάτων.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι οι δυνατότητες των προγραμμάτων Η/Υ στην στατική ανάλυση των χωρικών δικτυωμάτων και χωρικών πλαισίων είναι πολύ μεγάλες και πολύτιμες διότι μπορούν να επιλυθούν πολυπλοκότερες κατασκευές σε πολύ μικρότερο χρόνο και με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι με τις κλασικές μεθόδους της εφαρμοσμένης στατικής. Αυτό φυσικά σημαίνει ελαχιστοποίηση του κόστους και του χρόνου εκπονήσεως της στατικής μελέτης. Επίσης δίνει την δυνατότητα στο τεχνικό γραφείο ή στην τεχνική εταιρεία για υψηλότερη ποιοτικά και ποσοτικά απόδοση των μελετητικών δυνατοτήτων.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, η στατική ανάλυση των χωρικών φορέων πραγματοποιείται με την μέθοδο της δυσκαμψίας και παρουσιάζεται στο ΚΕΦ.2 για τα χωρικά δικτυώματα και στο ΚΕΦ.4 για τα χωρικά πλαίσια.

Τα προγράμματα Η/Υ, σε γλώσσα FORTRAN, που χρησιμοποιήσαμε στο ΚΕΦ.3 για τα χωρικά δικτυώματα και στο ΚΕΦ.5 για τα χωρικά πλαίσια, μας έδωσαν την δυνατότητα γρήγορης επίλυσης των παραδειγμάτων και κατέληξαν σε αποτελέσματα εξαιρετικής συμφωνίας με αυτά της επίλυσης χωρίς Η/Υ, δηλαδή με "κλασικές μεθόδους με το χέρι".

Στο ΚΕΦ.6 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

2. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ

2.1 Το μέλος του χωροδικτύωματος - Γενικά [Βιβλιογραφία: Κοντονή, 1995]

Στο χωροδικτύωμα κάθε κόμβος έχει τρεις βαθμούς ελευθερίας. Οι βαθμοί ελευθερίας αντιπροσωπεύουν τις τρεις μετακινήσεις του κατά τους άξονες x, y, και z ενός γενικού συστήματος συντεταγμένων, που εκλέχθηκε τυχαία για την ανάλυση της κατασκευής. Στον κάθε κόμβο μπορούν να δρουν τρεις δυνάμεις F_x , F_y , και F_z κατά τις διευθύνσεις των αξόνων x, y και z αντίστοιχα, του γενικού συστήματος συντεταγμένων.

Κάθε μέλος ενός χωροδικτύωματος συνδέει δύο κόμβους. Το μέλος του χωροδικτύωματος καλείται και ράβδος. Το μέλος μεταφέρει ένα εσωτερικό εντατικό μέγεθος που είναι η δύναμη με την οποία θλίβεται ή εφελκύεται. Επίσης το κάθε μέλος μεταφέρει ένα εσωτερικό παραμορφωσιακό μέγεθος που είναι η επιμήκυνση ή η βράχυνσή του.

2.2 Το διάνυσμα της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Εστω ότι το μέλος AB συνδέει τους κόμβους A και B. Στον κόμβο A μπορούν να δρουν οι δυνάμεις F_{Ax} , F_{Ay} και F_{Az} και στον κόμβο B οι δυνάμεις F_{Bx} , F_{By} και F_{Bz} . Οι δυνάμεις θεωρούνται θετικές αν διευθύνονται κατά τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων. Τα έξι μεγέθη F_{Ax} , F_{Ay} , F_{Az} , F_{Bx} , F_{By} , F_{Bz} συνιστούν το διάνυσμα $\{W\}$ της φορτίσεως του μέλους.

$$\{W\} = \begin{bmatrix} F_{Ax} \\ F_{Ay} \\ F_{Az} \\ F_{Bx} \\ F_{By} \\ F_{Bz} \end{bmatrix}$$

2.3 Το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Όπως στο επίπεδο δικτύωμα έτσι και στο χωροδικτύωμα το κάθε μέλος μεταφέρει μόνο ένα εσωτερικό εντατικό μέγεθος που είναι η δύναμη με την οποία θλίβεται ή εφελκύεται. Η δύναμη αυτή για το μέλος AB είναι η T_{AB} . Η T_{AB} θεωρείται θετική αν προξενεί εφελκυσμό στο μέλος. Αν συμβολίσουμε με $\{SR\}$ το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών τότε θα ισχύει:

$$\{SR\} = T_{AB}$$

Και εδώ χρησιμοποιούμε καταχρηστικά την έννοια του διανύσματος. Το διάνυσμα $\{SR\}$ περιέχει μόνο ένα στοιχείο, το μέγεθος T_{AB} .

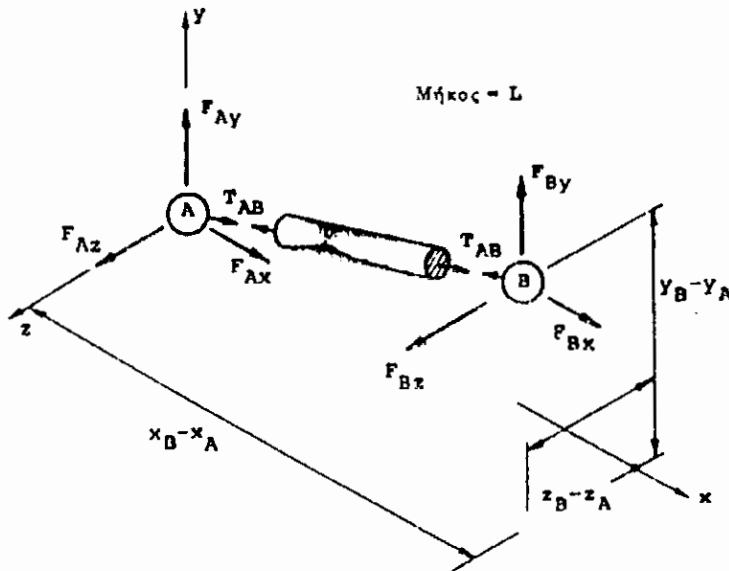
2.4 Εξισώσεις ισοροπίας [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Λαμβάνοντας υπ' όψη το σχήμα 2.1 οι εξισώσεις ισοροπίας για το μέλος του χωροδικτυώματος γράφονται:

$$\begin{bmatrix} F_{AX} \\ F_{AY} \\ F_{AZ} \\ F_{BX} \\ F_{BY} \\ F_{BZ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(X_B - X_A) / L \\ -(Y_B - Y_A) / L \\ -(Z_B - Z_A) / L \\ (X_B - X_A) / L \\ (Y_B - Y_A) / L \\ (Z_B - Z_A) / L \end{bmatrix} T_{AB}$$

Οπότε με βάση τους προηγούμενους συμβολισμούς η παραπάνω μητρωϊκή σχέση γράφεται: $\{W\} = [A]\{SR\}$

Το μητρώο $[A]$ που συνδέει τα διανύσματα $\{W\}$ και $\{SR\}$ ονομάζεται στατικό μητρώο.



Σχήμα 2.1 Ισορροπία κόμβων και μέλους χωροδικτύωματος

2.5 Το διάνυσμα των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους
 [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Όπως στο επίπεδο δικτύωμα έτσι και στο χωροδικτύωμα, υπάρχει για κάθε μέλος μόνο ένα εσωτερικό παραμορφωσιακό μέγεθος. Το μέγεθος αυτό είναι η επιμήκυνση ή η βράχυνση του μέλους συμβολιζόμενη με e . Το e θεωρείται θετικό αν αντιπροσωπεύει επιμήκυνση. Αν είναι $\{SE\}$ το διάνυσμα των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους, θα ισχύει η σχέση:

$$\{SE\} = e$$

Και εδώ χρησιμοποιούμε καταχρηστικά την έννοια του διανύσματος. Το διάνυσμα $\{SE\}$ περιέχει μόνο ένα στοιχείο, το μέγεθος e .

2.6 Σχέση μεταξύ των μητρώων {SR} και {SE}

[Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Όπως στο επίπεδο δικτύωμα έτσι και εδώ, τα μεγέθη T_{AB} και e συνδέονται με τον γνωστό νόμο του Hooke της γραμμικής ελαστικότητας:

$$T_{AB} = \frac{EA}{L} \cdot e$$

όπου

- E : Το μέτρο ελαστικότητας
- A : Το εμβαδόν της διατομής του μέλους
- L : Το μήκος του μέλους

Ή με μητρωϊκή μορφή:

$$\{SR\} = [S] \cdot \{SE\}$$

όπου

$$[S] = E \cdot A/L$$

Το μητρώο [S] και εδώ περιέχει ένα μόνο στοιχείο.

2.7 Το διάνυσμα των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Εστω ότι το μέλος AB συνδέει τους κόμβους A και B. Ο κόμβος A θα έχει τις μετακινήσεις X_A , Y_A , Z_A κατά τους άξονες x, y, και z αντίστοιχα του γενικού συστήματος συντεταγμένων και ο κόμβος B τις μετακινήσεις X_B , Y_B και Z_B . Οι μετακινήσεις θεωρούνται θετικές αν συμβαίνουν κατά τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων. Τα έξι μεγέθη X_A , Y_A , Z_A , X_B , Y_B και Z_B συνιστούν το διάνυσμα {X} των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους.

$$\{X\} = \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \\ X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix}$$

2.8 Εξισώσεις συμβιβαστού [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Στο χωροδικτύωμα εξετάζεται η επιρροή κάθε μιας από τις έξι μετακινήσεις των δύο κόμβων που συνδέονται με μέλος, στο εσωτερικό παραμορφωσιακό μέγεθος e του μέλους. Και εδώ γίνεται η παραδοχή της κλασικής στατικής των μικρών παραμορφώσεων. Η υπέρθεση των έξι επιρροών δίνει την παρακάτω μητρωϊκή σχέση:

$$e = \begin{bmatrix} -\frac{(X_B - X_A)}{L} & -\frac{(Y_B - Y_A)}{L} & -\frac{(Z_B - Z_A)}{L} & \frac{(X_B - X_A)}{L} & \frac{(Y_B - Y_A)}{L} & \frac{(Z_B - Z_A)}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \\ X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix}$$

ή ισοδύναμα αν ληφθούν υπ' όψη οι προηγούμενοι συμβολισμοί

$$\{SE\} = [A]^T \{X\}$$

2.9 Το μητρώο δυσκαμψίας του μέλους χωροδικτύωματος Κοντονή, 1995]

[Βιβλ.:

Ανακεφαλαιώνοντας τα προηγούμενα έχουμε:

$$\text{Εξισώσεις ισορροπίας} \quad \{W\} = [A] \cdot \{SR\} \quad (1)$$

Σχέση εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών με εσωτερικά εντατικά μεγέθη

$$\{SR\} = [S] \cdot \{SE\} \quad (2)$$

$$\text{Εξισώσεις συμβιβαστού} \quad \{SE\} = [A]^T \cdot \{X\} \quad (3)$$

Συνδυάζοντας τις (1), (2), (3) βρίσκουμε:

$$\{W\} = [A] [S] [A]^T \{X\}$$

ή ισοδύναμα

$$\{W\} = [K] \{X\} \quad (4)$$

όπου

$$[K] = [A] [S] [A]^T \quad (5)$$

Στο χωροδικτύωμα το $[K]$ είναι διαστάσεων (6×6) .

Αν εκτελέσουμε τις πράξεις στην (5) βρίσκουμε την αναπτυγμένη μορφή του μητρώου $[K]$, το οποίο είναι συμμετρικό. Την ανεπτυγμένη μορφή του μητρώου, $[K]$ μπορεί να βρει κανείς στη σελ. 94 των Διδακτικών Σημειώσεων [Κοντονή, 1995].

2.10 Παραδοχή για αρχικές παραμορφώσεις [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Στην περίπτωση των δικτυωμάτων υπάρχει μόνο μια συνιστώσα αρχικής παραμόρφωσης, η e^H . Για λόγους πληρότητας αναφέρουμε αναλυτικά παρακάτω την επίδραση της e^H στην διαδικασία συγκρότησης και λύσης των εξισώσεων του χωροδικτυώματος.

Σε μία ράβδο χωροδικτυώματος η συνολική επιμήκυνση (e) μπορεί να παριστά το άθροισμα τριών εντελώς διαφορετικών παραμορφώσεων. Πρώτον, η ράβδος μπορεί να έχει μια αρχική επιμήκυνση π.χ. λόγω εσφαλμένης κατασκευής. Δεύτερον, μπορεί να υπάρχει μια επιμήκυνση λόγω μιας θερμοκρασιακής αύξησης ($= \alpha \Delta T$ όπου α ο συντελεστής θερμικής διαστολής και ΔT η αύξηση της θερμοκρασίας) και τρίτον υπάρχει η επιμήκυνση σύμφωνα με τον νόμο του Hooke που οφείλεται στην φόρτιση. Είναι βολικό να ομαδοποιήσουμε την αρχική επιμήκυνση και την επιμήκυνση λόγω θερμοκρασιακής αύξησης χρησιμοποιώντας το σύμβολο e^H , ούτως ώστε η ολική επιμήκυνση να αποτελείται από την e^H και την επιμήκυνση σύμφωνα με τον νόμο του Hooke $T_{AB} \cdot L / (EA)$.

$$\text{Συνολική επιμήκυνση } e = e^H + T_{AB} L / (EA)$$

Η επίδραση της e^H στη συγκρότηση και λύση των εξισώσεων δυσκαμψίας του χωροδικτυώματος επεξηγείται λεπτομερώς παρακάτω:

$$\text{Εξισώσεις ισορροπίας: } \{W\} = [A] \cdot T_{AB}$$

Σχέση εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών με εσωτερικά εντατικά μεγέθη:

$$T_{AB} = \frac{EA}{L} (e - e^H)$$

$$\text{Εξισώσεις συμβιβαστού: } e = [A]^T \cdot \{X\}$$

Συνεπώς $\{W\} = [A] \cdot \frac{EA}{L} (e - e^H) =$

$$[A] \cdot \frac{EA}{L} \cdot [A]^T \cdot \{X\} - [A] \cdot \frac{EA}{L} \cdot e^H$$

ή

$$\{W\} + [A] \cdot \frac{EA}{L} \cdot e^H = [A] \cdot \frac{EA}{L} \cdot [A]^T \cdot \{X\} = [K] \cdot \{X\}$$

και έχοντας επιλύσει ως προς τις μετακινήσεις των κόμβων $\{X\}$, οι δυνάμεις των ράβδων υπολογίζονται ως ακολούθως

$$T_{AB} = \frac{EA}{L} (e - e^H) = \frac{EA}{L} \cdot [A]^T \cdot \{X\} - \frac{EA}{L} \cdot e^H$$

τελικά, οι επικόμβιες δυνάμεις υπολογίζονται ως ακολούθως,

$$\{W\} = [A] \cdot T_{AB} = [A] \cdot \frac{EA}{L} \cdot [A]^T \cdot \{X\} - [A] \cdot \frac{EA}{L} \cdot e^H$$

Φαίνεται ότι οι αρχικές παραμορφώσεις μπορούν να ληφθούν υπ' όψη δημιουργώντας ένα σύνολο ψευδοφορτίων τα οποία για ένα μέλος παίρνουν

την μορφή $[A] \cdot \frac{EA}{L} \cdot e^H$

3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ

Εισαγωγή δεδομένων

Η εισαγωγή των δεδομένων στο παρόν πρόγραμμα Η/Υ "TRUSS3D" (το οποίο είναι γραμμένο σε γλώσσα FORTRAN) μπορεί να γίνεται με 2 διαφορετικούς τρόπους και είναι θέμα προτίμησης του χρήστη σε σχέση με τις γνώσεις και την ευχέρεια χρήσης που έχει με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, έχουν δε ως ακολούθως:

1) *Διαλογικότητα προγράμματος - χρήση (Interactive use)*

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί διότι απαιτεί λιγότερο χρόνο εκμάθησης του προγράμματος και συναρπάζει με την άμεση επικοινωνία μεταξύ χρήστη και υπολογιστή. Τα δεδομένα φυλάσσονται σε αρχείο για μελλοντικές τροποποιήσεις ή συμπληρώσεις.

2) *Από κειμενογράφο σε αρχείο δεδομένων (data file)*

Η μέθοδος εισαγωγής είναι ταχύτερη, απαιτεί όμως ένα καλό κειμενογράφο (editor), καλή γνώση του προγράμματος και του κειμενογράφου.

TRUSS3D : Πρόγραμμα Η/Υ ελαστικής ανάλυσης Χωρικών Δικτυωμάτων
[Διδασκαλία Κοντονή, 1995]

Μορφή αρχείου δεδομένων (DATA FILE)

Τίτλος

Πλήθος κόμβων, Πλήθος μελών, Γενική αύξηση της θερμοκρασίας, Συντελεστής θερμικής διαστολής, Μέτρο ελαστικότητας E

Αριθμός κόμβου, συντεταγμένη-x, συντεταγμένη-y, συντεταγμένης-z, συνθήκες στήριξης (τρεις ακέραιοι *)

...

...

Αριθμός μέλους, κόμβος αρχής, κόμβος τέλους, Εμβαδόν διατομής A, αρχική επιμήκυνση

...

...

Πλήθος περιπτώσεων φόρτισης

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων

Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, F_x, F_y, F_z

...

(**)

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων

(**)

Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, F_x, F_y, F_z

(**)

...

(**)

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων

(**)

Αριθμός φορτιζόμενου κόμβου, F_x, F_y, F_z

(**)

...

(**)

Σημειώσεις:

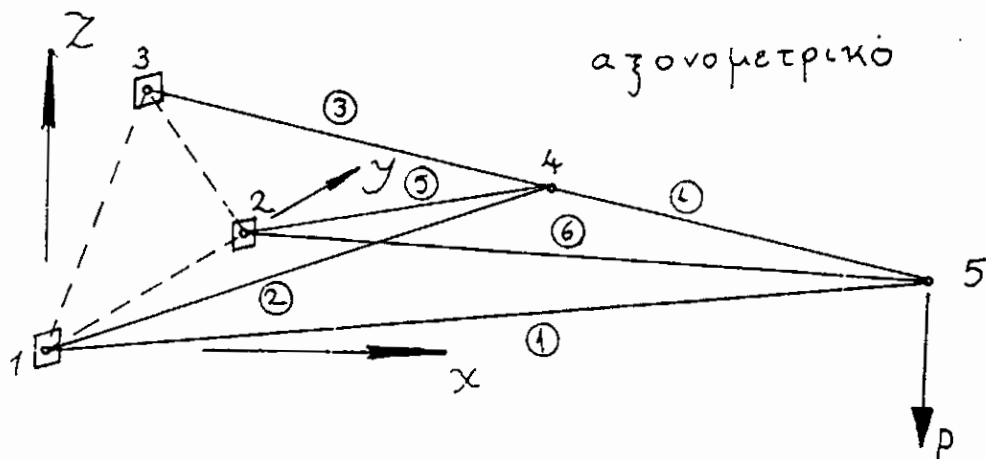
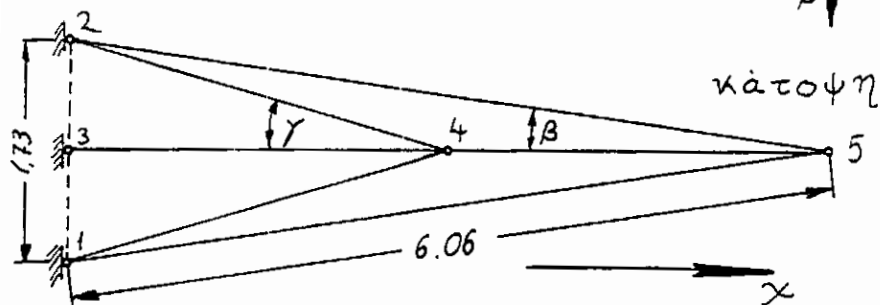
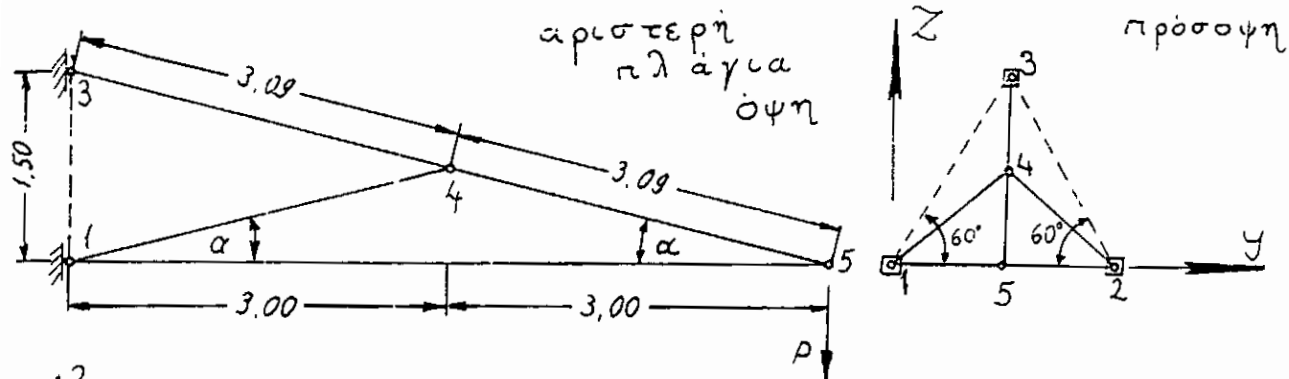
* (τρεις ακέραιοι που να δηλώνουν τους περιορισμούς του κόμβου για μετακίνηση κατά x-, y-, z- διεύθυνση; δώστε 0 εάν περιορισμένος και 1 εάν μη περιορισμένος)

** (αν υπάρχει)

Σχόλιο:

Επίσης, το παρόν πρόγραμμα Η/Υ ρωτάει κατά την εκτέλεσή του, αν επιθυμούμε να έχουμε συνδυασμούς των περιπτώσεων φόρτισης. Αν απαντήσουμε καταφατικά, το πρόγραμμα Η/Υ μας ρωτάει με τι συντελεστή να πολλαπλασιάσει κάθε μία από τις περιπτώσεις φόρτισης.

Παράδειγμα 1^ο



Στο σχήμα φαίνεται η δικτυωτή κατασκευή με τις διαστάσεις της σε όψη, κίτοψη, πρόσοψη και αξονομετρικό. Για το υλικό λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$. Όλες οι δεσμεύσεις δηλαδή των κόμβων 1, 2, 3 απαγορεύουν τις μετακινήσεις κατά x , y , και z .

Τα μέλη 1 και 6 έχουν διατομή $A = 0,144 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$.

Τα μέλη 2 και 5 έχουν διατομή $A = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$.

Τα μέλη 3 και 4 έχουν διατομή $A = 0,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$.

Ζητείται η επίλυση του χωροδικτυώματος για την εικονιζόμενη φόρτιση του κόμβου 5 με δύναμη P κατά τον άξονα z , δηλαδή με $F_z = -150 \text{ KN}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX1 και EX1.OUT.

Η επίλυση του παρόντος παραδείγματος με τη μέθοδο των εξισώσεων κόμβων για τον προσδιορισμό των αξονικών δυνάμεων και με την εξίσωση των δυνατών έργων για τον προσδιορισμό των μετακινήσεων (κλασικές μέθοδοι με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4].

Εγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

*** EXAMPLE1 ***

5	6	.00000E+00	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	.000	.000	0	0	0
2		.000	1.730	.000	0	0	0
3		.000	.865	1.500	0	0	0
4		3.000	.865	.750	1	1	1
5		6.000	.865	.000	1	1	1
1	1	5	.14400E-02	.00000E+00			
2	1	4	.80000E-03	.00000E+00			
3	3	4	.20000E-02	.00000E+00			
4	4	5	.20000E-02	.00000E+00			
5	2	4	.80000E-03	.00000E+00			
6	2	5	.14400E-02	.00000E+00			
1							
1	1						
5		.00000E+00	.00000E+00	-.15000E+03			

 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM
 ACADEMIC YEAR 1995-1996

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX1

*** EXAMPLE1 ***

JOINT AND MEMBER DATA (5 JOINTS 6 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE Z-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	.000	0 0 0
2	.000	1.730	.000	0 0 0
3	.000	.865	1.500	0 0 0
4	3.000	.865	.750	1 1 1
5	6.000	.865	.000	1 1 1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1 TO 5	.14400E-02	.00000E+00	.60620E+01
2	1 TO 4	.80000E-03	.00000E+00	.32110E+01
3	3 TO 4	.20000E-02	.00000E+00	.30923E+01
4	4 TO 5	.20000E-02	.00000E+00	.30923E+01
5	2 TO 4	.80000E-03	.00000E+00	.32110E+01
6	2 TO 5	.14400E-02	.00000E+00	.60620E+01

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE
1	5	.00000E+00	.00000E+00	-.15000E+03

*** EXAMPLE1 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 6
 WIDTH OF THE BAND = 6
 TERMS OF K-MATRIX = 36
 NO. OF LOAD CASES = 1
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

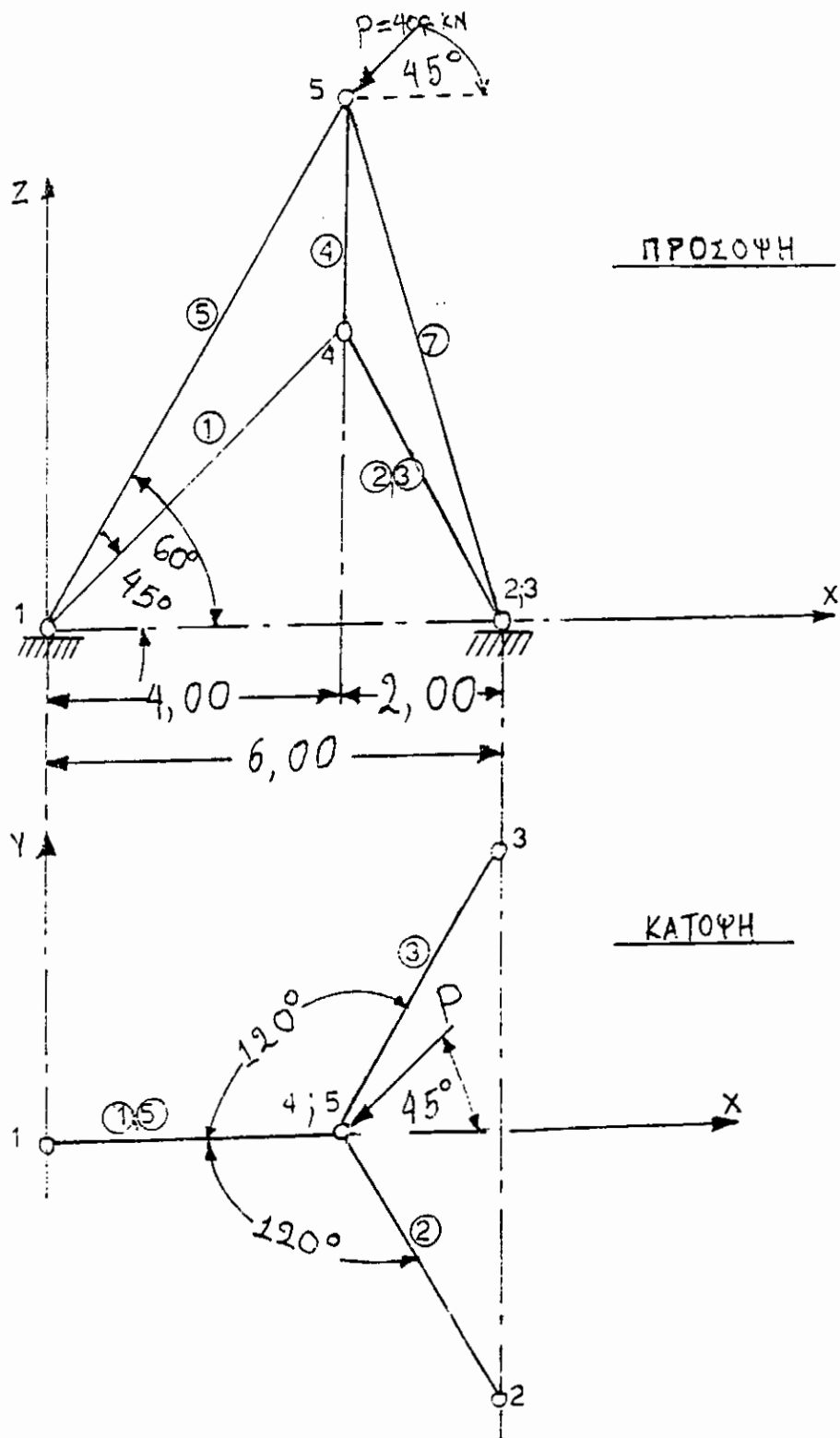
JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	1	.23469E-02	.00000E+00	-.93874E-02
5	1	-.61389E-02	.00000E+00	-.62105E-01

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.30310E+03	-.21049E+06
2	1	-.22307E-05	-.27884E-02
3	1	.61847E+03	.30923E+06
4	1	.61847E+03	.30923E+06
5	1	-.22307E-05	-.27884E-02
6	1	-.30310E+03	-.21049E+06

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	.30000E+03	.43250E+02	.52102E-06
2	1	.30000E+03	-.43250E+02	.52102E-06
3	1	-.60000E+03	.00000E+00	.15000E+03
4	1	-.20841E-05	.00000E+00	-.52102E-06
5	1	-.61035E-04	.00000E+00	-.15000E+03

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX1.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX1
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 2^ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα χωροδικτύωμα με τις διαστάσεις και τις στηρίξεις του σε πρόσοψη και κάτοψη. Τα μέλη 1, 2, 3 έχουν διατομή $A = 2F$ και τα μέλη 4, 5, 6, 7 έχουν διατομή $A = F$ όπου $F = 0,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$.

Για το υλικό λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ και συντελεστής θερμικής διαστολής $\alpha_t = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Οι στηρίξεις στους κόμβους 1, 2, 3 δεχόμαστε ότι είναι σταθερές, δηλαδή δεν επιτρέπουν καμία μετακίνηση στην κατασκευή.

Το χωροδικτύωμα θα επιλυθεί για δύο (2) περιπτώσεις φορτίσεως:

α) Θέρμανση των ράβδων 1, 2, 3 κατά $\Delta T = 30^\circ \text{ C}$.

β) Φορτίο $P = 400 \text{ KN}$ όπως στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν ονομασίες EX2 και EX2.OUT.

Η επίλυση του παρόντος παραδείγματος με τη μέθοδο των δυνάμεων και με τη μέθοδο των εξισώσεων κόμβων (κλασικές μέθοδοι με το χέρι), υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4]. Εγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

*** EXAMPLE 2 ***

5	7	.00000E+00	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	.000	.000	0	0	0
2		6.000	-3.460	.000	0	0	0
3		6.000	3.460	.000	0	0	0
4		4.000	.000	4.000	1	1	1
5		4.000	.000	6.930	1	1	1
1	1	4	.60000E-02	.20376E-02			
2	2	4	.60000E-02	.20376E-02			
3	3	4	.60000E-02	.20376E-02			
4	4	5	.30000E-02	.00000E+00			
5	1	5	.30000E-02	.00000E+00			
6	2	5	.30000E-02	.00000E+00			
7	3	5	.30000E-02	.00000E+00			
2							
1	0						
2	1						
5		-.19994E+03	-.19994E+03	-.28280E+03			

```

-----
----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----
-----
SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS
-----
(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX2
-----

```

*** EXAMPLE 2 ***

JOINT AND MEMBER DATA (5 JOINTS 7 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	.000	0	0	0
2	6.000	-3.460	.000	0	0	0
3	6.000	3.460	.000	0	0	0
4	4.000	.000	4.000	1	1	1
5	4.000	.000	6.930	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1	TO 4	.60000E-02	.20376E-02	.56569E+01
2	2	TO 4	.60000E-02	.20376E-02	.56543E+01
3	3	TO 4	.60000E-02	.20376E-02	.56543E+01
4	4	TO 5	.30000E-02	.00000E+00	.29300E+01
5	1	TO 5	.30000E-02	.00000E+00	.80016E+01
6	2	TO 5	.30000E-02	.00000E+00	.79998E+01
7	3	TO 5	.30000E-02	.00000E+00	.79998E+01

```

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
ELASTIC MODULUS = .21000E+09
-----

```

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS
L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
2 5 -.19994E+03 -.19994E+03 -.28280E+03

*** EXAMPLE 2 ***

```

-----
DEGREE OF FREEDOM = 6
WIDTH OF THE BAND = 6
TERMS OF K-MATRIX = 36
NO. OF LOAD CASES = 2
TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

```

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	1	.27677E-06	.00000E+00	.22322E-02
5	1	.94033E-06	.00000E+00	.12235E-02
1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

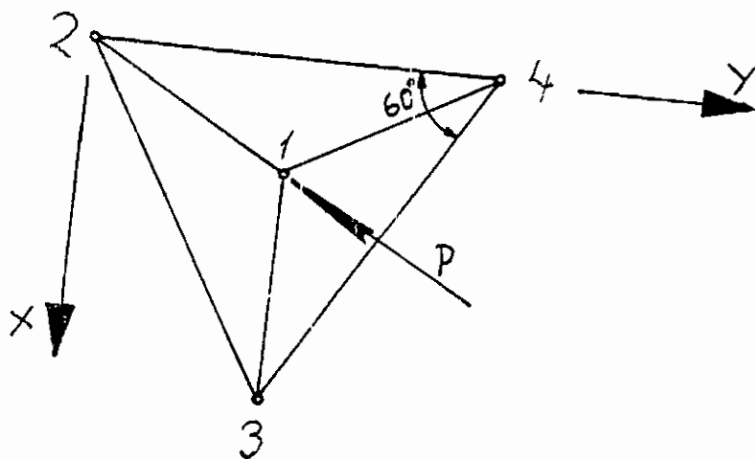
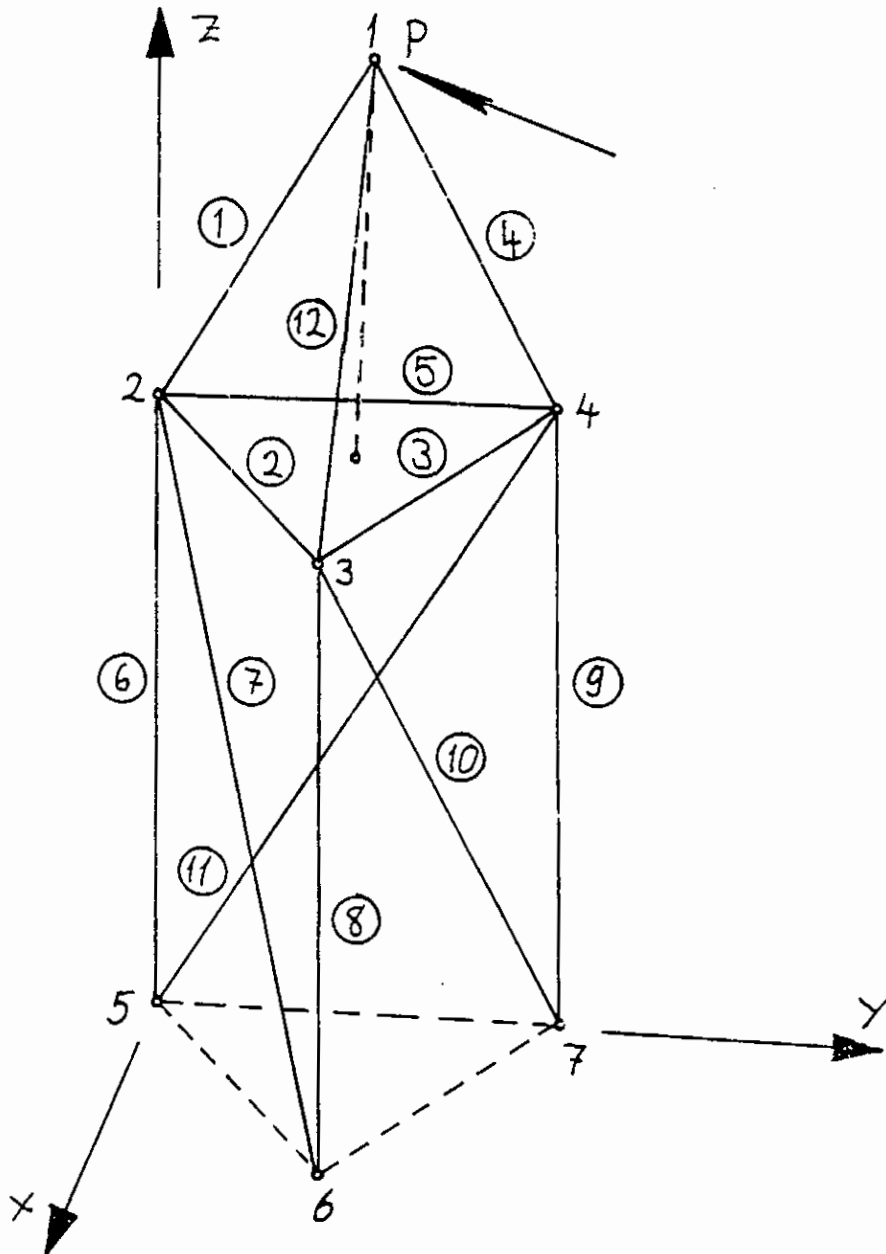
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	2	-.31914E-06	.00000E+00	-.35938E-03
5	2	-.67736E-02	-.67860E-02	-.91831E-03

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.10224E+03	-.17040E+05
1	2	-.56653E+02	-.94422E+04
2	1	-.10219E+03	-.17032E+05
2	2	-.56628E+02	-.94380E+04
3	1	-.10219E+03	-.17032E+05
3	2	-.56628E+02	-.94380E+04
4	1	-.21688E+03	-.72293E+05
4	2	-.12018E+03	-.40060E+05
5	1	.83471E+02	.27824E+05
5	2	-.32923E+03	-.10974E+06
6	1	.83453E+02	.27818E+05
6	2	-.16042E+03	-.53474E+05
7	1	.83453E+02	.27818E+05
7	2	.30185E+03	.10062E+06

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	.30565E+02	.00000E+00	.30518E-04
2	1	-.15283E+02	.26439E+02	.00000E+00
3	1	-.15283E+02	-.26439E+02	.00000E+00
4	1	-.22888E-04	.00000E+00	-.45776E-04
5	1	-.76294E-05	.00000E+00	.00000E+00
1	2	.20464E+03	.00000E+00	.32520E+03
2	2	-.60137E+02	.10404E+03	.17903E+03
3	2	.55435E+02	.95903E+02	-.22143E+03
4	2	.38147E-05	.00000E+00	.22888E-04
5	2	-.19994E+03	-.19994E+03	-.28280E+03

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX2.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX2
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 3^ο



Στο σχήμα φαίνεται η δικτυωτή κατασκευή με τις διαστάσεις της σε ισομετρική προβολή και σε κάτοψη.

Τα μέλη 1, 4, 7, 10, 11, 12 έχουν εμβαδό διατομής $A = 46,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Τα μέλη 2, 3, 5 έχουν εμβαδό διατομής $A = 58 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Τα μέλη 6, 8, 9 έχουν εμβαδό διατομής $A = 69,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Για το υλικό λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$.

Όλες οι δεσμεύσεις δηλαδή των κόμβων 5, 6, 7 απαγορεύουν την μετακίνηση κατά x , y , και z .

Ζητείται η επίλυση του χωροδικτύωματος για την εικονιζόμενη οριζόντια φόρτιση $P = 108 \text{ KN}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX3 και EX3.OUT.

Η επίλυση με τη μέθοδο των εξισώσεων ροπών και μέθοδο των εξισώσεων κόμβων για το προσδιορισμό των αξονικών δυνάμεων και με την εξίσωση των δυνατών έργων για τον προσδιορισμό των μετακινήσεων (κλασικές μέθοδοι με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM
 ACADEMIC YEAR 1995-1996

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX3

*** EXAMPLE 3 ***

JOINT AND MEMBER DATA (7 JOINTS 12 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	2.110	3.650	18.250	1	1	1
2	.000	.000	10.950	1	1	1
3	6.320	3.650	10.950	1	1	1
4	.000	7.300	10.950	1	1	1
5	.000	.000	.000	0	0	0
6	6.320	3.650	.000	0	0	0
7	.000	7.300	.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION		SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1	TO 2	.46400E-02	.00000E+00	.84300E+01
2	2	TO 3	.58000E-02	.00000E+00	.72983E+01
3	3	TO 4	.58000E-02	.00000E+00	.72983E+01
4	1	TO 4	.46400E-02	.00000E+00	.84300E+01
5	2	TO 4	.58000E-02	.00000E+00	.73000E+01
6	2	TO 5	.69600E-02	.00000E+00	.10950E+02
7	2	TO 6	.46400E-02	.00000E+00	.13159E+02
8	3	TO 6	.69600E-02	.00000E+00	.10950E+02
9	4	TO 7	.69600E-02	.00000E+00	.10950E+02
10	3	TO 7	.46400E-02	.00000E+00	.13159E+02
11	4	TO 5	.46400E-02	.00000E+00	.13160E+02
12	1	TO 3	.46400E-02	.00000E+00	.84270E+01

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

 THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 1 1 -.54000E+02 -.93530E+02 .00000E+00

*** EXAMPLE 3 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 12
 WIDTH OF THE BAND = 12
 TERMS OF K-MATRIX = 144
 NO. OF LOAD CASES = 1
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	-.55297E-02	-.95740E-02	.20736E-06
2	1	-.32634E-02	-.47346E-02	-.16357E-02
3	1	-.34742E-02	-.46184E-02	.46685E-03
4	1	-.32535E-02	-.44856E-02	.11672E-02

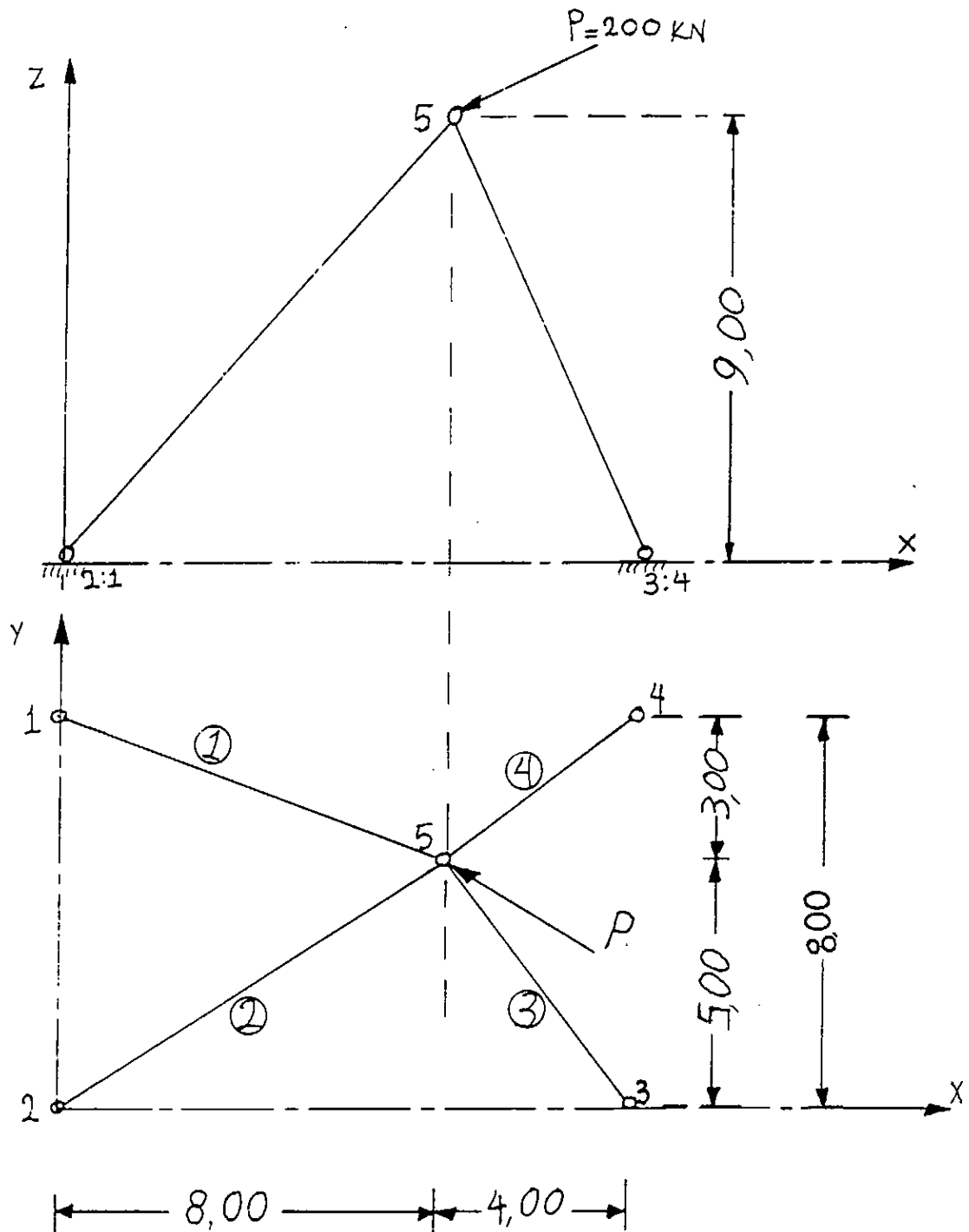
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.14402E+03	-.31039E+05
2	1	-.20770E+02	-.35810E+04
3	1	-.20809E+02	-.35878E+04
4	1	.71993E+02	.15516E+05
5	1	.41539E+02	.71620E+04
6	1	-.21834E+03	-.31370E+05
7	1	.11251E+03	.24247E+05
8	1	.62314E+02	.89532E+04
9	1	.15580E+03	.22385E+05
10	1	.70878E-01	.15276E+02
11	1	-.11232E+03	-.24207E+05
12	1	.72003E+02	.15518E+05

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	-.54000E+02	-.93530E+02	-.15259E-04
2	1	.26703E-04	-.53406E-04	-.83923E-04
3	1	.34332E-04	-.23393E-04	-.22888E-04
4	1	.13351E-04	.30518E-04	.53406E-04
5	1	.00000E+00	.62304E+02	.31179E+03
6	1	.54034E+02	.31206E+02	-.15593E+03
7	1	-.34041E-01	.19660E-01	-.15586E+03

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX3.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX3
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 4^ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα χωροδικτύωμα με τις διαστάσεις και τις στηρίξεις του σε πρόσοψη και κάτοψη. Τα μέλη έχουν τις ακόλουθες διαστάσεις: Μέλος 1: $F_1 = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$$\text{Μέλος 2: } F_2 = 70 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Μέλος 3: } F_3 = 40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Μέλος 4: } F_4 = 30 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Για το υλικό των μελών λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$. (Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι $\alpha_t = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ αλλά στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν έχουμε μεταβολή της θερμοκρασίας).

Οι στηρίξεις στους κόμβους 1, 2, 3, 4 δεχόμαστε ότι είναι σταθερές δηλαδή δεν επιτρέπουν καμία μετακίνηση.

Το χωροδικτύωμα να επιλυθεί για μία περίπτωση φόρτισης με μέγεθος φορτίου $P = 200 \text{ KN}$ όπως στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν ονομασίες EX4 και EX4.OUT.

Η επίλυση του παρόντος παραδείγματος με τη μέθοδο των δυνάμεων και με τη μέθοδο των εξισώσεων κόμβων για το προσδιορισμό των αξονικών δυνάμεων (κλασικές μέθοδοι με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4]. Εγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

*** EXAMPLE 4 ***

5	4	.00000E+00	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	8.000	.000	0	0	0
2		.000	.000	.000	0	0	0
3		12.000	.000	.000	0	0	0
4		12.000	8.000	.000	0	0	0
5		8.000	5.000	9.000	1	1	1
1	1	5	.60000E-02	.00000E+00			
2	2	5	.70000E-02	.00000E+00			
3	3	5	.40000E-02	.00000E+00			
4	4	5	.30000E-02	.00000E+00			
1							
1	1						
5		-.15000E+03	.8660E+02	-.10000E+03			

 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM
 ACADEMIC YEAR 1995-1996

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX4

*** EXAMPLE 4 ***

JOINT AND MEMBER DATA (5 JOINTS 4 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	8.000	.000	0	0	0
2	.000	.000	.000	0	0	0
3	12.000	.000	.000	0	0	0
4	12.000	8.000	.000	0	0	0
5	8.000	5.000	9.000	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1	TO 5	.60000E-02	.00000E+00	.12410E+02
2	2	TO 5	.70000E-02	.00000E+00	.13038E+02
3	3	TO 5	.40000E-02	.00000E+00	.11045E+02
4	4	TO 5	.30000E-02	.00000E+00	.10296E+02

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE
1	5	-.15000E+03	.86600E+02	-.10000E+03

*** EXAMPLE 4 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 3
 WIDTH OF THE BAND = 3
 TERMS OF K-MATRIX = 9
 NO. OF LOAD CASES = 1
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

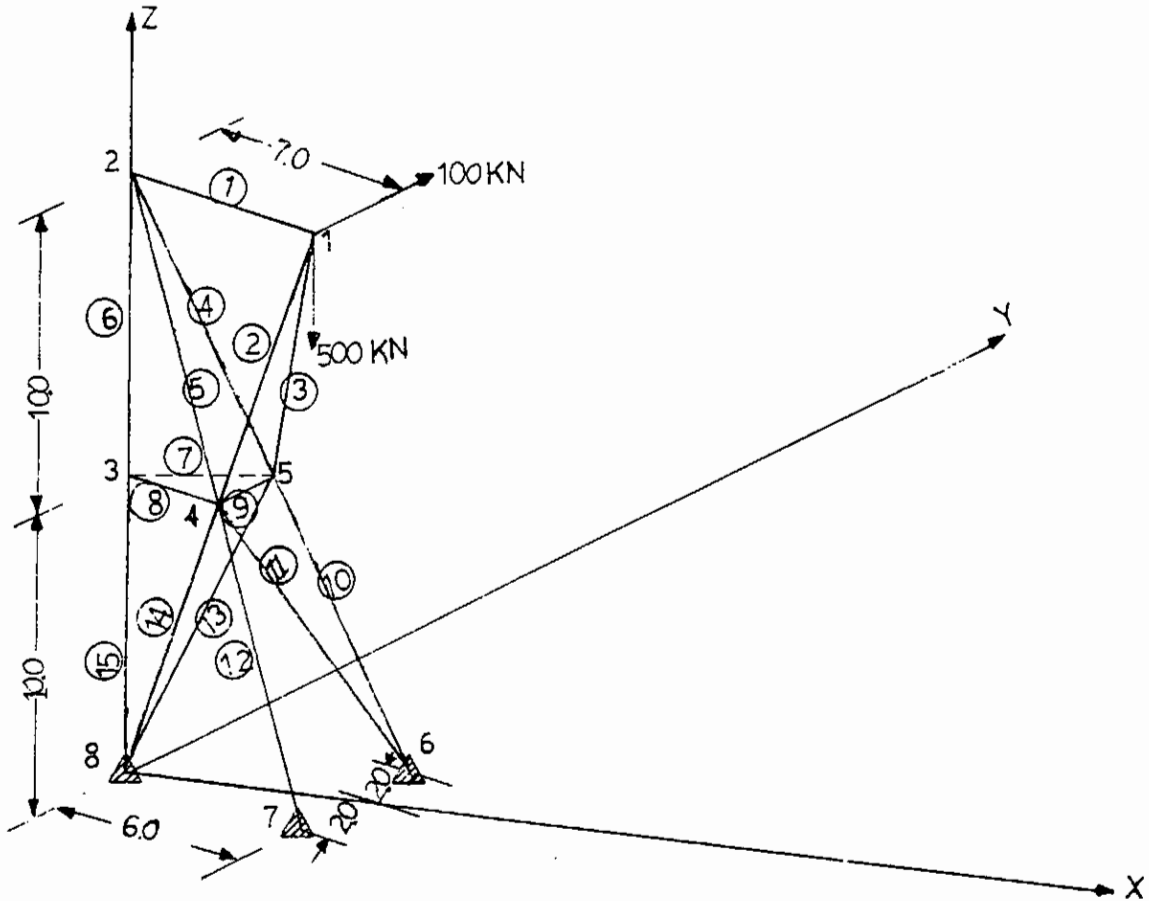
JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	1	-.13460E-02	.24074E-02	-.43552E-03

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.17927E+03	-.29878E+05
2	1	-.22922E+02	-.32746E+04
3	1	.92962E+02	.23241E+05
4	1	-.34221E+02	-.11407E+05

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	.11557E+03	-.43337E+02	.13001E+03
2	1	.14064E+02	.87903E+01	.15823E+02
3	1	.33666E+02	-.42082E+02	-.75748E+02
4	1	-.13295E+02	-.99714E+01	.29914E+02
5	1	-.15000E+03	.86600E+02	-.10000E+03

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX4.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX4
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 5''



Στο σχήμα φαίνεται αξονομετρικά μία δικτυωτή κατασκευή με τις διαστάσεις και τις στηρίξεις της. Όλα τα μέλη έχουν την ίδια διατομή $A = 0,005 \text{ m}^2$.

Για το υλικό των ράβδων λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 2 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$. Όλες οι στηρίξεις στους κόμβους 6, 7, 8 εμποδίζουν τις μετακινήσεις προς όλες τις διευθύνσεις x, y, z . Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι $\alpha = 0,000011 \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Ζητείται η επίλυση του χωροδικτύωματος για δύο περιπτώσεις φορτίσεως:

1^η περίπτωση: Θερμοκρασιακή αύξηση $\Delta T = 100^{\circ}\text{C}$.

2^η περίπτωση: Φόρτιση του κόμβου 2 με δύο συγκεντρωμένες δυνάμεις $F_y = 100\text{KN}$ και $F_z = -500\text{KN}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων των αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX5 και EX5.OUT.

*** EXAMPLE 5 ***

8	15	.10000E+03	.11000E-04	.20000E+09			
1		7.000	.000	20.000	1	1	1
2		.000	.000	20.000	1	1	1
3		.000	.000	10.000	1	1	1
4		3.000	-1.000	10.000	1	1	1
5		3.000	1.000	10.000	1	1	1
6		6.000	2.000	.000	0	0	0
7		6.000	-2.000	.000	0	0	0
8		.000	.000	.000	0	0	0
1	1	2	.50000E-02	.00000E+00			
2	1	4	.50000E-02	.00000E+00			
3	1	5	.50000E-02	.00000E+00			
4	2	5	.50000E-02	.00000E+00			
5	2	4	.50000E-02	.00000E+00			
6	2	3	.50000E-02	.00000E+00			
7	3	5	.50000E-02	.00000E+00			
8	3	4	.50000E-02	.00000E+00			
9	4	5	.50000E-02	.00000E+00			
10	5	6	.50000E-02	.00000E+00			
11	4	6	.50000E-02	.00000E+00			
12	4	7	.50000E-02	.00000E+00			
13	5	8	.50000E-02	.00000E+00			
14	4	8	.50000E-02	.00000E+00			
15	3	8	.50000E-02	.00000E+00			
2							
1	1						
1		.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00			
2	1						
1		.00000E+00	.10000E+03	-.50000E+03			

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX5

*** EXAMPLE 5 ***

JOINT AND MEMBER DATA (8 JOINTS 15 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE Z-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	7.000	.000	20.000	1 1 1
2	.000	.000	20.000	1 1 1
3	.000	.000	10.000	1 1 1
4	3.000	-1.000	10.000	1 1 1
5	3.000	1.000	10.000	1 1 1
6	6.000	2.000	.000	0 0 0
7	6.000	-2.000	.000	0 0 0
8	.000	.000	.000	0 0 0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1 TO 2	.50000E-02	.00000E+00	.70000E+01
2	1 TO 4	.50000E-02	.00000E+00	.10817E+02
3	1 TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.10817E+02
4	2 TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.10488E+02
5	2 TO 4	.50000E-02	.00000E+00	.10488E+02
6	2 TO 3	.50000E-02	.00000E+00	.10000E+02
7	3 TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.31623E+01
8	3 TO 4	.50000E-02	.00000E+00	.31623E+01
9	4 TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.20000E+01
10	5 TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.10488E+02
11	4 TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.10863E+02
12	4 TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.10488E+02
13	5 TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.10488E+02
14	4 TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.10488E+02
15	3 TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.10000E+02

TEMPERATURE RISE = .10000E+03
 COEFF.OF EXPANSION = .11000E-04
 ELASTIC MODULUS = .20000E+09

 THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 1 1 .00000E+00 .00000E+00 .00000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 2 1 .00000E+00 .10000E+03 -.50000E+03

*** EXAMPLE 5 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 15
 WIDTH OF THE BAND = 15
 TERMS OF K-MATRIX = 225
 NO. OF LOAD CASES = 2
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.36670E-03	-.25666E-02	.24567E-01
2	1	-.73333E-02	.42586E-07	.22000E-01
3	1	-.36667E-02	.28956E-07	.11000E-01
4	1	-.73334E-03	-.22000E-02	.12100E-01
5	1	-.10091E-07	.40884E-07	.12100E-01
6	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
1	2	.58663E-01	.19583E+00	-.30596E-01
2	2	.57263E-01	.24034E-01	.13333E-01
3	2	-.56081E-02	-.21632E-01	.66667E-02
4	2	.98363E-02	.24701E-01	.28841E-02
5	2	-.21169E-01	.25051E-01	-.62492E-02
6	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

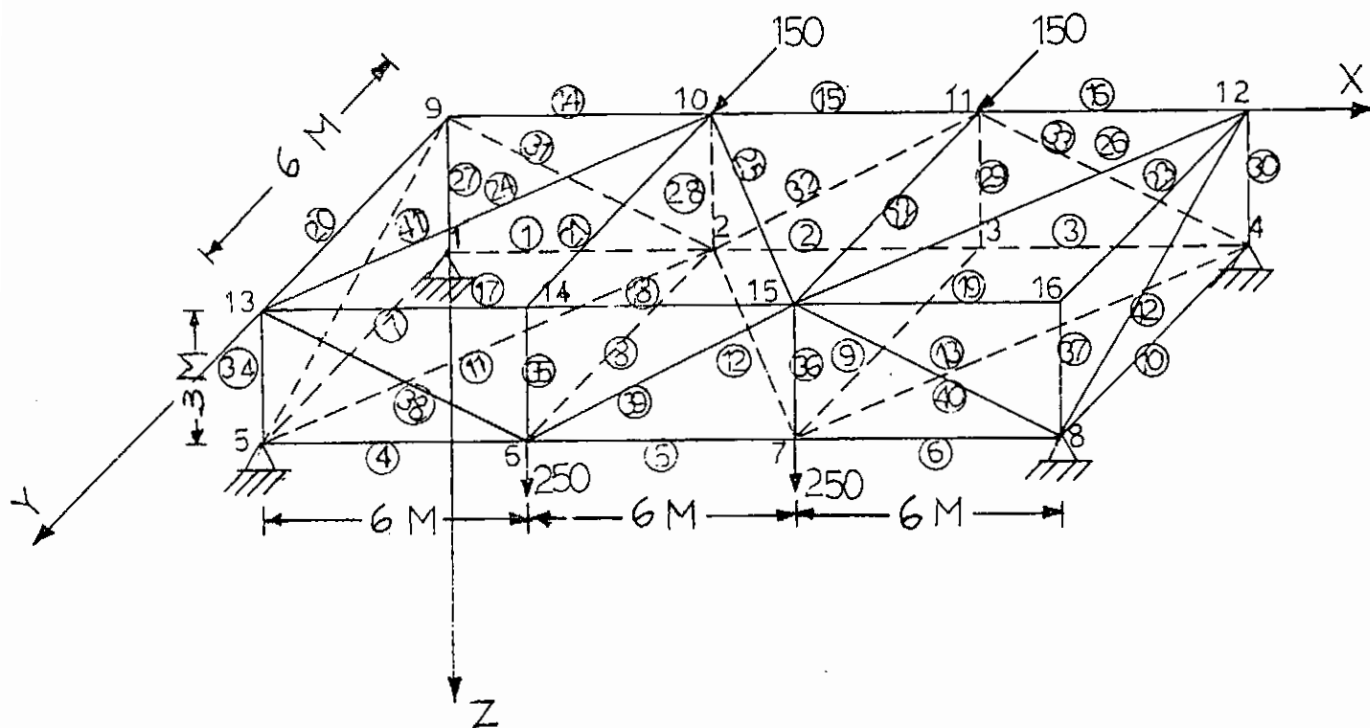
MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.10607E-03	-.21215E-01
1	2	.20000E+03	.40000E+05
2	1	-.22815E-03	-.45629E-01
2	2	.27042E+03	.54083E+05
3	1	-.35022E-03	-.70043E-01
3	2	-.81125E+03	-.16225E+06
4	1	-.35022E-03	-.70043E-01
4	2	-.34960E+03	-.69921E+05
5	1	-.22815E-03	-.45629E-01
5	2	-.34960E+03	-.69921E+05
6	1	.50428E-03	.10086E+00
6	2	.66667E+03	.13333E+06
7	1	-.22815E-03	-.45629E-01
7	2	-.43681E-03	-.87362E-01
8	1	-.10607E-03	-.21215E-01
8	2	.21098E-03	.42195E-01
9	1	.13807E-03	.27613E-01
9	2	.17500E+03	.34999E+05
10	1	-.22815E-03	-.45629E-01
10	2	-.21850E+03	-.43700E+05
11	1	-.96057E-03	-.19211E+00
11	2	-.63365E+03	-.12673E+06
12	1	.50428E-03	.10086E+00
12	2	.21849E+03	.43698E+05
13	1	.15995E-04	.31991E-02
13	2	-.91771E+03	-.18354E+06
14	1	-.35022E-03	-.70043E-01
14	2	.30590E+03	.61180E+05
15	1	.26014E-03	.52027E-01
15	2	.66667E+03	.13333E+06

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	-.31995E-03	.11285E-04	-.53469E-03
2	1	.27151E-03	.11639E-04	-.47169E-04
3	1	.31707E-03	.38602E-04	-.24414E-03
4	1	-.60658E-04	.28508E-03	-.30893E-03
5	1	-.11727E-03	.23429E-04	.45541E-03
6	1	-.33054E-03	-.28703E-03	.11018E-02
7	1	.14424E-03	-.48081E-04	-.48081E-03
8	1	.95600E-04	-.34917E-04	.58530E-04

1	2	.51880E-03	.10000E+03	-.50000E+03
2	2	-.51117E-03	-.38147E-05	-.42725E-03
3	2	.21425E-03	.20485E-03	.00000E+00
4	2	-.23651E-03	-.21534E-02	-.91553E-04
5	2	-.18311E-03	-.34027E-02	-.12207E-03
6	2	-.23750E+03	-.19583E+03	.79165E+03
7	2	.62496E+02	-.20832E+02	-.20832E+03
8	2	.17500E+03	.11667E+03	-.83332E+02

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX5.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX5
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 6^ο



Στο σχήμα φαίνεται αξονομετρικά ένας βασικός τύπος χωροδικτύωματος με τις διαστάσεις και τις στηρίξεις του. Όλα τα μέλη έχουν την ίδια διατομή: $A = 0,005 \text{ m}^2$. Γι' αυτό θα λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ και συντελεστής θερμικής διαστολής $\alpha_t = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Όλες οι δεσμεύσεις δηλαδή των κόμβων 1, 4, 5, 8 απαγορεύουν τις μετακινήσεις κατά x, y, z .

Το χωρικό δικτύωμα θα επιλυθεί για τρεις περιπτώσεις:

- α) Θερμοκρασιακή αύξηση $\Delta T = 20^\circ \text{C}$.

β) Δύο κατακόρυφες φορτίσεις με δύο συγκεντρωμένες δυνάμεις στους κόμβους 6 και 7 μεγέθους $F_z = 250 \text{ KN}$.

γ) Δύο οριζόντιες φορτίσεις με δύο συγκεντρωμένες δυνάμεις στους κόμβους 10 και 11 μεγέθους $F_y = 150$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX6 και EX6.OUT.

Παραλλαγή

Το παραπάνω χωροδικτύωμα επιλύθηκε και για διαφορετικές συνθήκες στήριξης συγκεκριμένα το έδρανο 5 να είναι σταθερό, τα έδρανα 4 και 8 να είναι κινητά κατά τις διευθύνσεις x , και y το έδρανο 1 να είναι κινητό κατά την διεύθυνση y .

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων της παρούσας παραλλαγής που έχουν τις ονομασίες EX6A και EX6A.OUT.

Η επίλυση του παρόντος παραδείγματος με τη μέθοδο των δυνάμεων, τη μέθοδο των εξισώσεων ροπών, τη μέθοδο εναλλαγής των ράβδων και τη μέθοδο των εξισώσεων κόμβων για τον προσδιορισμό των αξονικών δυνάμεων (κλασικές μέθοδοι με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4]. Εγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε πολύ καλή συμφωνία μεταξύ τους.

*** EXAMPLE 6 ***

16	42	.20000E+02	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	.000	3.000	0	0	0
2		6.000	.000	3.000	1	1	1
3		12.000	.000	3.000	1	1	1
4		18.000	.000	3.000	0	0	0
5		.000	6.000	3.000	0	0	0
6		6.000	6.000	3.000	1	1	1
7		12.000	6.000	3.000	1	1	1
8		18.000	6.000	3.000	0	0	0
9		.000	.000	.000	1	1	1
10		6.000	.000	.000	1	1	1
11		12.000	.000	.000	1	1	1
12		18.000	.000	.000	1	1	1
13		.000	6.000	.000	1	1	1
14		6.000	6.000	.000	1	1	1
15		12.000	6.000	.000	1	1	1
16		18.000	6.000	.000	1	1	1

1	1	2	.50000E-02	.00000E+00
2	2	3	.50000E-02	.00000E+00
3	3	4	.50000E-02	.00000E+00
4	5	6	.50000E-02	.00000E+00
5	6	7	.50000E-02	.00000E+00
6	7	8	.50000E-02	.00000E+00
7	1	5	.50000E-02	.00000E+00
8	2	6	.50000E-02	.00000E+00
9	3	7	.50000E-02	.00000E+00
10	4	8	.50000E-02	.00000E+00
11	2	5	.50000E-02	.00000E+00
12	2	7	.50000E-02	.00000E+00
13	4	7	.50000E-02	.00000E+00
14	9	10	.50000E-02	.00000E+00
15	10	11	.50000E-02	.00000E+00
16	11	12	.50000E-02	.00000E+00
17	13	14	.50000E-02	.00000E+00
18	14	15	.50000E-02	.00000E+00
19	15	16	.50000E-02	.00000E+00
20	9	13	.50000E-02	.00000E+00
21	10	14	.50000E-02	.00000E+00
22	11	15	.50000E-02	.00000E+00
23	12	16	.50000E-02	.00000E+00
24	10	13	.50000E-02	.00000E+00
25	10	15	.50000E-02	.00000E+00
26	12	15	.50000E-02	.00000E+00
27	1	9	.50000E-02	.00000E+00
28	2	10	.50000E-02	.00000E+00
29	3	11	.50000E-02	.00000E+00
30	4	12	.50000E-02	.00000E+00
31	2	9	.50000E-02	.00000E+00
32	2	11	.50000E-02	.00000E+00
33	4	11	.50000E-02	.00000E+00
34	5	13	.50000E-02	.00000E+00
35	6	14	.50000E-02	.00000E+00
36	7	15	.50000E-02	.00000E+00
37	8	16	.50000E-02	.00000E+00
38	6	13	.50000E-02	.00000E+00
39	6	15	.50000E-02	.00000E+00
40	8	15	.50000E-02	.00000E+00
41	5	9	.50000E-02	.00000E+00
42	8	12	.50000E-02	.00000E+00

3
1 1

2 0 0 0
2 2
6 0 0 250
7 0 0 250
3 2
10 0 150 0
11 0 150 0

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX6

*** EXAMPLE 6 ***

JOINT AND MEMBER DATA (16 JOINTS 42 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	3.000	0	0	0
2	6.000	.000	3.000	1	1	1
3	12.000	.000	3.000	1	1	1
4	18.000	.000	3.000	0	0	0
5	.000	6.000	3.000	0	0	0
6	6.000	6.000	3.000	1	1	1
7	12.000	6.000	3.000	1	1	1
8	18.000	6.000	3.000	0	0	0
9	.000	.000	.000	1	1	1
10	6.000	.000	.000	1	1	1
11	12.000	.000	.000	1	1	1
12	18.000	.000	.000	1	1	1
13	.000	6.000	.000	1	1	1
14	6.000	6.000	.000	1	1	1
15	12.000	6.000	.000	1	1	1
16	18.000	6.000	.000	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1	TO 2	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
2	2	TO 3	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
3	3	TO 4	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
4	5	TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
5	6	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
6	7	TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
7	1	TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
8	2	TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
9	3	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
10	4	TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
11	2	TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
12	2	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
13	4	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
14	9	TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
15	10	TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
16	11	TO 12	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
17	13	TO 14	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
18	14	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
19	15	TO 16	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
20	9	TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
21	10	TO 14	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
22	11	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
23	12	TO 16	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
24	10	TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
25	10	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
26	12	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
27	1	TO 9	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
28	2	TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
29	3	TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01

30	4	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
31	2	TO	9	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
32	2	TO	11	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
33	4	TO	11	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
34	5	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
35	6	TO	14	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
36	7	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
37	8	TO	16	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
38	6	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
39	6	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
40	8	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
41	5	TO	9	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
42	8	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01

TEMPERATURE RISE = .20000E+02
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

 THERE ARE 3 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 1 2 .00000E+00 .00000E+00 .00000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 2 6 .00000E+00 .00000E+00 .25000E+03
 2 7 .00000E+00 .00000E+00 .25000E+03

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 2 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 3 10 .00000E+00 .15000E+03 .00000E+00
 3 11 .00000E+00 .15000E+03 .00000E+00

 *** EXAMPLE 6 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 36
 WIDTH OF THE BAND = 30
 TERMS OF K-MATRIX = 1080
 NO. OF LOAD CASES = 3
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.25026E-03	-.20164E-02	-.20771E-02
3	1	.12513E-03	.55694E-03	-.41688E-02
4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	1	-.10569E-03	-.57638E-03	-.18544E-02
7	1	-.26970E-03	.19969E-02	-.37015E-02
8	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	1	-.22763E-02	-.14880E-02	-.70542E-03
10	1	-.86549E-03	-.14767E-02	-.27971E-02
11	1	.60366E-03	-.14361E-02	-.48888E-02
12	1	.20145E-02	-.13956E-02	-.72729E-03
13	1	-.24285E-02	-.77197E-04	-.72729E-03
14	1	-.98850E-03	-.36667E-04	-.25744E-02
15	1	.45150E-03	.38625E-05	-.44215E-02
16	1	.18915E-02	.44394E-04	-.72000E-03

1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	-.30358E-03	-.58993E-03	.24454E-03
3	2	-.15179E-03	-.44676E-03	.42585E-03
4	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	2	-.16687E-02	-.58993E-03	.17173E-01
7	2	-.73310E-03	-.44676E-03	.14962E-01
8	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	2	-.38964E-03	-.20833E-03	.63225E-04
10	2	-.51609E-03	-.39685E-02	.24454E-03
11	2	-.38964E-03	-.18880E-02	.42585E-03
12	2	-.51609E-03	.19252E-03	-.31612E-04
13	2	.27600E-02	-.33478E-03	.68268E-03
14	2	-.97129E-04	-.39685E-02	.17173E-01
15	2	-.29543E-02	-.18880E-02	.14248E-01
16	2	-.29543E-02	.19252E-03	.00000E+00

1	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	3	-.31952E-04	-.43389E-05	.10325E-02
3	3	-.15976E-04	-.18146E-04	.54823E-03
4	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	3	.38461E-04	-.43389E-05	-.23170E-02
7	3	.94677E-05	-.18146E-04	-.11970E-02
8	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	3	.53590E-03	.12495E-02	-.19742E-03
10	3	.50217E-03	.59727E-02	.10325E-02
11	3	-.32125E-03	.65910E-02	.54823E-03
12	3	-.12121E-02	.13564E-02	-.22272E-03
13	3	-.10687E-02	.20729E-02	-.84319E-05
14	3	-.21153E-03	.59727E-02	-.23170E-02
15	3	.64561E-03	.57339E-02	-.11970E-02
16	3	.64561E-03	.13564E-02	.00000E+00

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.20820E+03	-.41641E+05
1	2	-.53127E+02	-.10625E+05
1	3	-.55916E+01	-.11183E+04
2	1	-.27390E+03	-.54780E+05
2	2	.26564E+02	.53127E+04
2	3	.27958E+01	.55916E+03
3	1	-.27390E+03	-.54780E+05
3	2	.26564E+02	.53127E+04
3	3	.27958E+01	.55916E+03
4	1	-.27050E+03	-.54099E+05
4	2	-.29202E+03	-.58404E+05
4	3	.67307E+01	.13461E+04
5	1	-.28070E+03	-.56140E+05
5	2	.16373E+03	.32745E+05
5	3	-.50738E+01	-.10148E+04
6	1	-.20480E+03	-.40960E+05
6	2	.12829E+03	.25659E+05
6	3	-.16569E+01	-.33137E+03
7	1	-.25200E+03	-.50400E+05
7	2	.00000E+00	.00000E+00
7	3	.00000E+00	.00000E+00
8	1	-.32808E-05	-.65616E-03
8	2	-.25062E-05	-.50124E-03
8	3	-.57891E-07	-.11578E-04
9	1	.27237E-04	.54474E-02
9	2	-.17255E-05	-.34510E-03
9	3	-.67419E-07	-.13484E-04

10	1	-.25200E+03	-.50400E+05
10	2	.00000E+00	.00000E+00
10	3	.00000E+00	.00000E+00
11	1	-.53669E+02	-.10734E+05
11	2	.25055E+02	.50110E+04
11	3	-.24162E+01	-.48323E+03
12	1	.53669E+02	.10734E+05
12	2	-.25055E+02	-.50110E+04
12	3	.24162E+01	.48323E+03
13	1	-.53669E+02	-.10734E+05
13	2	.25055E+02	.50110E+04
13	3	-.24162E+01	-.48323E+03
14	1	-.51025E+01	-.10205E+04
14	2	-.22129E+02	-.44257E+04
14	3	-.59022E+01	-.11804E+04
15	1	.51027E+01	.10205E+04
15	2	.22129E+02	.44257E+04
15	3	-.14410E+03	-.28820E+05
16	1	-.51026E+01	-.10205E+04
16	2	-.22128E+02	-.44257E+04
16	3	-.15590E+03	-.31180E+05
17	1	.27237E-04	.54474E-02
17	2	-.50000E+03	-.10000E+06
17	3	.15000E+03	.30000E+05
18	1	.27237E-04	.54474E-02
18	2	-.50000E+03	-.10000E+06
18	3	.15000E+03	.30000E+05
19	1	.27237E-04	.54474E-02
19	2	.26301E-05	.52601E-03
19	3	.36797E-05	.73593E-03
20	1	-.51026E+01	-.10205E+04
20	2	-.22129E+02	-.44257E+04
20	3	.14410E+03	.28820E+05
21	1	.11978E-04	.23956E-02
21	2	-.14670E-04	-.29340E-02
21	3	-.38240E-04	-.76480E-02
22	1	.27237E-04	.54474E-02
22	2	.12135E-05	.24270E-03
22	3	-.15000E+03	-.30000E+05
23	1	.11978E-04	.23956E-02
23	2	.99652E-05	.19930E-02
23	3	-.23942E-04	-.47883E-02
24	1	.72162E+01	.14432E+04
24	2	.31295E+02	.62589E+04
24	3	-.20379E+03	-.40757E+05
25	1	-.72162E+01	-.14432E+04
25	2	-.31295E+02	-.62589E+04
25	3	-.83469E+01	-.16694E+04
26	1	.72162E+01	.14432E+04
26	2	.31294E+02	.62589E+04
26	3	.22048E+03	.44096E+05
27	1	-.51025E+01	-.10205E+04
27	2	-.22129E+02	-.44257E+04
27	3	.69098E+02	.13820E+05
28	1	.42496E-04	.84991E-02
28	2	.70306E-05	.14061E-02
28	3	-.32168E-05	-.64336E-03
29	1	.16457E-03	.32913E-01
29	2	-.47460E-05	-.94920E-03
29	3	-.61961E-05	-.12392E-02
30	1	.25513E+01	.51027E+03
30	2	.11064E+02	.22129E+04

30	3	.77951E+02	.15590E+05
31	1	.57047E+01	.11409E+04
31	2	.24740E+02	.49481E+04
31	3	.65989E+01	.13198E+04
32	1	-.57048E+01	-.11410E+04
32	2	-.24740E+02	-.49481E+04
32	3	-.65988E+01	-.13198E+04
33	1	.57051E+01	.11410E+04
33	2	.24740E+02	.49481E+04
33	3	.65988E+01	.13198E+04
34	1	.25515E+01	.51030E+03
34	2	-.23894E+03	-.47787E+05
34	3	.29512E+01	.59023E+03
35	1	-.18540E-04	-.37079E-02
35	2	-.22495E-03	-.44990E-01
35	3	.20936E-05	.41872E-03
36	1	.27237E-04	.54474E-02
36	2	.25000E+03	.50000E+05
36	3	-.20117E-05	-.40233E-03
37	1	.27237E-04	.54474E-02
37	2	.00000E+00	.00000E+00
37	3	.00000E+00	.00000E+00
38	1	-.57052E+01	-.11410E+04
38	2	.53428E+03	.10686E+06
38	3	-.65990E+01	-.13198E+04
39	1	.57051E+01	.11410E+04
39	2	.24740E+02	.49481E+04
39	3	.65988E+01	.13198E+04
40	1	-.57046E+01	-.11409E+04
40	2	-.58376E+03	-.11675E+06
40	3	-.65987E+01	-.13197E+04
41	1	.57050E+01	.11410E+04
41	2	.24741E+02	.49481E+04
41	3	-.16111E+03	-.32221E+05
42	1	-.57049E+01	-.11410E+04
42	2	-.24740E+02	-.49481E+04
42	3	-.17430E+03	-.34861E+05

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	.20820E+03	.25200E+03	-.51025E+01
2	1	-.23365E-04	-.45776E-04	.54836E-05
3	1	.00000E+00	-.27237E-04	.16457E-03
4	1	-.30674E+03	.28995E+03	.51027E+01
5	1	.30845E+03	-.28485E+03	.51028E+01
6	1	.48637E-04	-.32808E-05	-.82970E-04
7	1	-.11444E-04	.30518E-04	.27237E-04
8	1	-.20990E+03	-.25710E+03	-.51025E+01
9	1	.65327E-04	-.15736E-04	-.59128E-04
10	1	.21935E-04	-.39577E-04	-.42496E-04
11	1	.47684E-06	-.27237E-04	-.30494E-03
12	1	.18120E-04	.54359E-04	.14305E-05
13	1	.24748E-03	.61989E-05	-.30041E-04
14	1	.00000E+00	.11978E-04	.18540E-04
15	1	-.47684E-04	-.95367E-05	-.24271E-03
16	1	.27237E-04	.11978E-04	-.27237E-04
1	2	.53127E+02	.00000E+00	-.22129E+02
2	2	-.24796E-04	.00000E+00	.57220E-05
3	2	.00000E+00	.17255E-05	-.47460E-05
4	2	.66409E+02	-.17717E+02	.22129E+02
5	2	.27430E+03	.39845E+02	-.22787E+03

6	2	.43869E-04	-.25062E-05	.25000E+03
7	2	-.57220E-05	-.11444E-04	.25000E+03
8	2	-.39384E+03	-.22129E+02	-.27213E+03
9	2	.28610E-04	.19073E-05	.66757E-05
10	2	.76294E-05	-.34332E-04	-.70306E-05
11	2	-.13351E-04	-.12135E-05	.19073E-04
12	2	.76294E-05	.19073E-05	.95367E-06
13	2	-.30518E-04	-.13351E-04	.45776E-04
14	2	.00000E+00	-.14670E-04	.22495E-03
15	2	.61035E-04	-.82016E-04	.97656E-03
16	2	.26301E-05	.99652E-05	.00000E+00
1	3	.55916E+01	.00000E+00	.69098E+02
2	3	.95367E-06	.00000E+00	.22173E-04
3	3	.95367E-06	.67419E-07	-.61961E-05
4	3	.69895E+01	.17085E+01	.80902E+02
5	3	-.50222E+01	-.14581E+03	-.69098E+02
6	3	.66757E-05	-.57891E-07	-.85115E-04
7	3	-.36955E-05	-.23842E-06	-.20117E-05
8	3	-.75589E+01	-.15590E+03	-.80902E+02
9	3	.47684E-05	-.30518E-04	.00000E+00
10	3	-.10014E-04	.15000E+03	.32168E-05
11	3	-.35286E-04	.15000E+03	.19073E-04
12	3	-.15259E-04	.15259E-04	-.76294E-05
13	3	.36240E-04	.00000E+00	-.28610E-05
14	3	.00000E+00	-.38240E-04	-.20936E-05
15	3	-.16689E-04	.30518E-03	-.58889E-04
16	3	.36797E-05	-.23942E-04	.00000E+00

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX6.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

*** EXAMPLE 6A ***

16	42	.20000E+02	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	.000	3.000	0	1	0
2		6.000	.000	3.000	1	1	1
3		12.000	.000	3.000	1	1	1
4		18.000	.000	3.000	1	1	0
5		.000	6.000	3.000	0	0	0
6		6.000	6.000	3.000	1	1	1
7		12.000	6.000	3.000	1	1	1
8		18.000	6.000	3.000	1	1	0
9		.000	.000	.000	1	1	1
10		6.000	.000	.000	1	1	1
11		12.000	.000	.000	1	1	1
12		18.000	.000	.000	1	1	1
13		.000	6.000	.000	1	1	1
14		6.000	6.000	.000	1	1	1
15		12.000	6.000	.000	1	1	1
16		18.000	6.000	.000	1	1	1

1	1	2	.50000E-02	.00000E+00
2	2	3	.50000E-02	.00000E+00
3	3	4	.50000E-02	.00000E+00
4	5	6	.50000E-02	.00000E+00
5	6	7	.50000E-02	.00000E+00
6	7	8	.50000E-02	.00000E+00
7	1	5	.50000E-02	.00000E+00
8	2	6	.50000E-02	.00000E+00
9	3	7	.50000E-02	.00000E+00
10	4	8	.50000E-02	.00000E+00
11	2	5	.50000E-02	.00000E+00
12	2	7	.50000E-02	.00000E+00
13	4	7	.50000E-02	.00000E+00
14	9	10	.50000E-02	.00000E+00
15	10	11	.50000E-02	.00000E+00
16	11	12	.50000E-02	.00000E+00
17	13	14	.50000E-02	.00000E+00
18	14	15	.50000E-02	.00000E+00
19	15	16	.50000E-02	.00000E+00
20	9	13	.50000E-02	.00000E+00
21	10	14	.50000E-02	.00000E+00
22	11	15	.50000E-02	.00000E+00
23	12	16	.50000E-02	.00000E+00
24	10	13	.50000E-02	.00000E+00
25	10	15	.50000E-02	.00000E+00
26	12	15	.50000E-02	.00000E+00
27	1	9	.50000E-02	.00000E+00
28	2	10	.50000E-02	.00000E+00
29	3	11	.50000E-02	.00000E+00
30	4	12	.50000E-02	.00000E+00
31	2	9	.50000E-02	.00000E+00
32	2	11	.50000E-02	.00000E+00
33	4	11	.50000E-02	.00000E+00
34	5	13	.50000E-02	.00000E+00
35	6	14	.50000E-02	.00000E+00
36	7	15	.50000E-02	.00000E+00
37	8	16	.50000E-02	.00000E+00
38	6	13	.50000E-02	.00000E+00
39	6	15	.50000E-02	.00000E+00
40	8	15	.50000E-02	.00000E+00
41	5	9	.50000E-02	.00000E+00
42	8	12	.50000E-02	.00000E+00

3
1 1

2 0 0 0
2 2
6 0 0 250
7 0 0 250
3 2
10 0 150 0
11 0 150 0

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX6A

*** EXAMPLE 6A ***

JOINT AND MEMBER DATA (16 JOINTS 42 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	3.000	0	1	0
2	6.000	.000	3.000	1	1	1
3	12.000	.000	3.000	1	1	1
4	18.000	.000	3.000	1	1	0
5	.000	6.000	3.000	0	0	0
6	6.000	6.000	3.000	1	1	1
7	12.000	6.000	3.000	1	1	1
8	18.000	6.000	3.000	1	1	0
9	.000	.000	.000	1	1	1
10	6.000	.000	.000	1	1	1
11	12.000	.000	.000	1	1	1
12	18.000	.000	.000	1	1	1
13	.000	6.000	.000	1	1	1
14	6.000	6.000	.000	1	1	1
15	12.000	6.000	.000	1	1	1
16	18.000	6.000	.000	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1	TO 2	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
2	2	TO 3	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
3	3	TO 4	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
4	5	TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
5	6	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
6	7	TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
7	1	TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
8	2	TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
9	3	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
10	4	TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
11	2	TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
12	2	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
13	4	TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
14	9	TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
15	10	TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
16	11	TO 12	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
17	13	TO 14	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
18	14	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
19	15	TO 16	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
20	9	TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
21	10	TO 14	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
22	11	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
23	12	TO 16	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
24	10	TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
25	10	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
26	12	TO 15	.50000E-02	.00000E+00	.84853E+01
27	1	TO 9	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
28	2	TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
29	3	TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01

30	4	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
31	2	TO	9	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
32	2	TO	11	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
33	4	TO	11	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
34	5	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
35	6	TO	14	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
36	7	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
37	8	TO	16	.50000E-02	.00000E+00	.30000E+01
38	6	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
39	6	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
40	8	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
41	5	TO	9	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01
42	8	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.67082E+01

TEMPERATURE RISE = .20000E+02
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

 THERE ARE 3 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 1 2 .00000E+00 .00000E+00 .00000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 2 6 .00000E+00 .00000E+00 .25000E+03
 2 7 .00000E+00 .00000E+00 .25000E+03

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 2 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 3 10 .00000E+00 .15000E+03 .00000E+00
 3 11 .00000E+00 .15000E+03 .00000E+00

 *** EXAMPLE 6A ***

 DEGREE OF FREEDOM = 41
 WIDTH OF THE BAND = 30
 TERMS OF K-MATRIX = 1230
 NO. OF LOAD CASES = 3
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	-.14400E-02	.00000E+00
2	1	.14400E-02	-.14400E-02	.12301E-08
3	1	.28800E-02	-.14400E-02	.29901E-08
4	1	.43200E-02	-.14400E-02	.00000E+00
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	1	.14400E-02	.30287E-08	.93427E-09
7	1	.28800E-02	.49911E-08	.11590E-08
8	1	.43200E-02	.10461E-07	.00000E+00
9	1	.38502E-08	-.14400E-02	-.72000E-03
10	1	.14400E-02	-.14400E-02	-.72000E-03
11	1	.28800E-02	-.14400E-02	-.72000E-03
12	1	.43200E-02	-.14400E-02	-.72000E-03
13	1	.13108E-08	.26428E-10	-.72000E-03
14	1	.14400E-02	.35948E-08	-.72000E-03
15	1	.28800E-02	.70206E-08	-.72000E-03
16	1	.43200E-02	.10928E-07	-.72000E-03

1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	-.14489E-08	.27372E-04	.32251E-05
3	2	-.17806E-08	-.28024E-02	.16119E-05
4	2	-.21084E-08	-.56322E-02	.00000E+00
5	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	2	.96796E-05	.27372E-04	.19889E-01
7	2	.28572E-02	-.28024E-02	.20366E-01
8	2	.57240E-02	-.56225E-02	.00000E+00
9	2	-.14335E-04	-.15947E-04	.48394E-05
10	2	-.24013E-04	-.56959E-02	.32251E-05
11	2	-.14334E-04	-.56518E-02	.16119E-05
12	2	-.24012E-04	-.56078E-02	-.24195E-05
13	2	.56189E-02	-.25626E-04	.71187E-03
14	2	.27617E-02	-.56959E-02	.19889E-01
15	2	-.95438E-04	-.56518E-02	.19652E-01
16	2	-.95438E-04	-.56078E-02	.00000E+00

1	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	3	.25714E-02	.44465E-02	.20781E-02
3	3	.34286E-02	.12322E-01	.27534E-02
4	3	.42857E-02	.21911E-01	.00000E+00
5	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	3	-.19085E-02	.44465E-02	-.33962E-02
7	3	-.34286E-02	.12322E-01	-.34124E-02
8	3	-.36228E-02	.22574E-01	.00000E+00
9	3	.40376E-02	.16250E-02	-.31138E-03
10	3	.42318E-02	.13784E-01	.20781E-02
11	3	.31804E-02	.21610E-01	.27534E-02
12	3	.25175E-02	.23583E-01	-.16574E-03
13	3	-.39023E-02	.26763E-02	.48548E-04
14	3	-.30451E-02	.13784E-01	-.33962E-02
15	3	-.21880E-02	.20753E-01	-.34124E-02
16	3	-.21880E-02	.23583E-01	.00000E+00

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	.40871E-03	.81741E-01
1	2	-.25356E-03	-.50713E-01
1	3	.45000E+03	.90000E+05
2	1	.21034E-03	.42068E-01
2	2	-.58046E-04	-.11609E-01
2	3	.15000E+03	.30000E+05
3	1	.16457E-03	.32913E-01
3	2	-.57367E-04	-.11473E-01
3	3	.15000E+03	.30000E+05
4	1	.11879E-03	.23758E-01
4	2	.16939E+01	.33879E+03
4	3	-.33398E+03	-.66797E+05
5	1	.42496E-04	.84991E-02
5	2	.49831E+03	.99662E+05
5	3	-.26602E+03	-.53203E+05
6	1	.27237E-04	.54474E-02
6	2	.50170E+03	.10034E+06
6	3	-.33985E+02	-.67969E+04
7	1	.27237E-04	.54474E-02
7	2	.00000E+00	.00000E+00
7	3	.00000E+00	.00000E+00
8	1	.11978E-04	.23956E-02
8	2	.49594E-05	.99189E-03
8	3	-.26375E-04	-.52750E-02
9	1	.11978E-04	.23956E-02
9	2	.44275E-05	.88550E-03
9	3	.23641E-04	.47281E-02

10	1	.57754E-04	.11551E-01
10	2	.16936E+01	.33872E+03
10	3	.11602E+03	.23203E+05
11	1	-.33798E-04	-.67597E-02
11	2	-.23952E+01	-.47904E+03
11	3	-.16407E+03	-.32814E+05
12	1	.88272E-04	.17654E-01
12	2	.23952E+01	.47904E+03
12	3	.16407E+03	.32814E+05
13	1	-.12535E-03	-.25070E-01
13	2	-.23953E+01	-.47905E+03
13	3	-.16407E+03	-.32814E+05
14	1	.57754E-04	.11551E-01
14	2	-.16937E+01	-.33875E+03
14	3	.33984E+02	.67968E+04
15	1	-.33798E-04	-.67597E-02
15	2	.16938E+01	.33877E+03
15	3	-.18398E+03	-.36797E+05
16	1	-.32808E-05	-.65616E-03
16	2	-.16937E+01	-.33874E+03
16	3	-.11602E+03	-.23203E+05
17	1	-.49057E-04	-.98114E-02
17	2	-.50000E+03	-.10000E+06
17	3	.15000E+03	.30000E+05
18	1	.27237E-04	.54474E-02
18	2	-.50000E+03	-.10000E+06
18	3	.15000E+03	.30000E+05
19	1	-.32808E-05	-.65616E-03
19	2	.10103E-05	.20205E-03
19	3	-.13541E-05	-.27083E-03
20	1	.27237E-04	.54474E-02
20	2	-.16938E+01	-.33877E+03
20	3	.18398E+03	.36797E+05
21	1	.11978E-04	.23956E-02
21	2	-.16633E-04	-.33267E-02
21	3	-.80891E-04	-.16178E-01
22	1	.27237E-04	.54474E-02
22	2	.81584E-06	.16317E-03
22	3	-.15000E+03	-.30000E+05
23	1	.11978E-04	.23956E-02
23	2	.79963E-04	.15993E-01
23	3	.11754E-03	.23508E-01
24	1	-.33798E-04	-.67597E-02
24	2	.23954E+01	.47909E+03
24	3	-.26019E+03	-.52039E+05
25	1	.57754E-04	.11551E-01
25	2	-.23953E+01	-.47906E+03
25	3	.48061E+02	.96122E+04
26	1	-.64316E-04	-.12863E-01
26	2	.23952E+01	.47904E+03
26	3	.16407E+03	.32814E+05
27	1	.88272E-04	.17654E-01
27	2	-.16938E+01	-.33876E+03
27	3	.10898E+03	.21797E+05
28	1	.42496E-04	.84991E-02
28	2	.33766E-05	.67532E-03
28	3	.29430E-04	.58860E-02
29	1	.27237E-04	.54474E-02
29	2	-.15121E-07	-.30243E-05
29	3	.18489E-04	.36977E-02
30	1	.42496E-04	.84991E-02
30	2	.84683E+00	.16937E+03

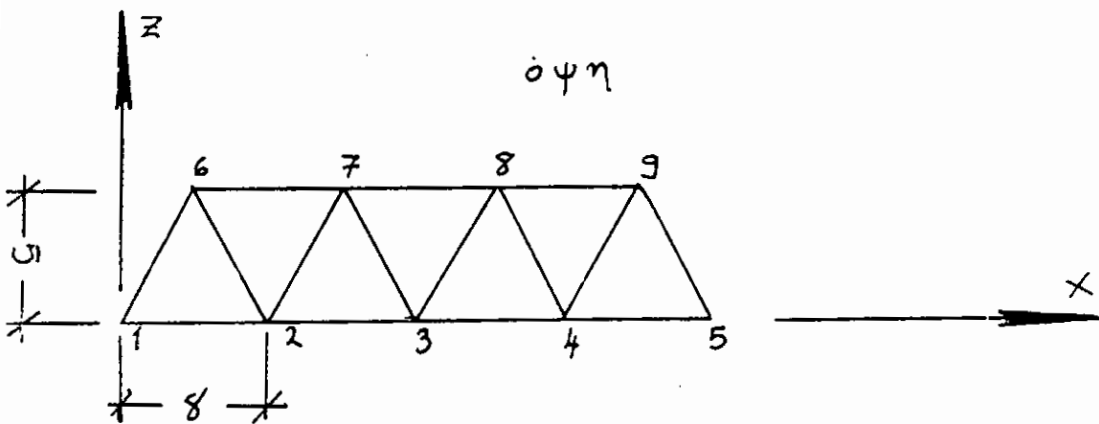
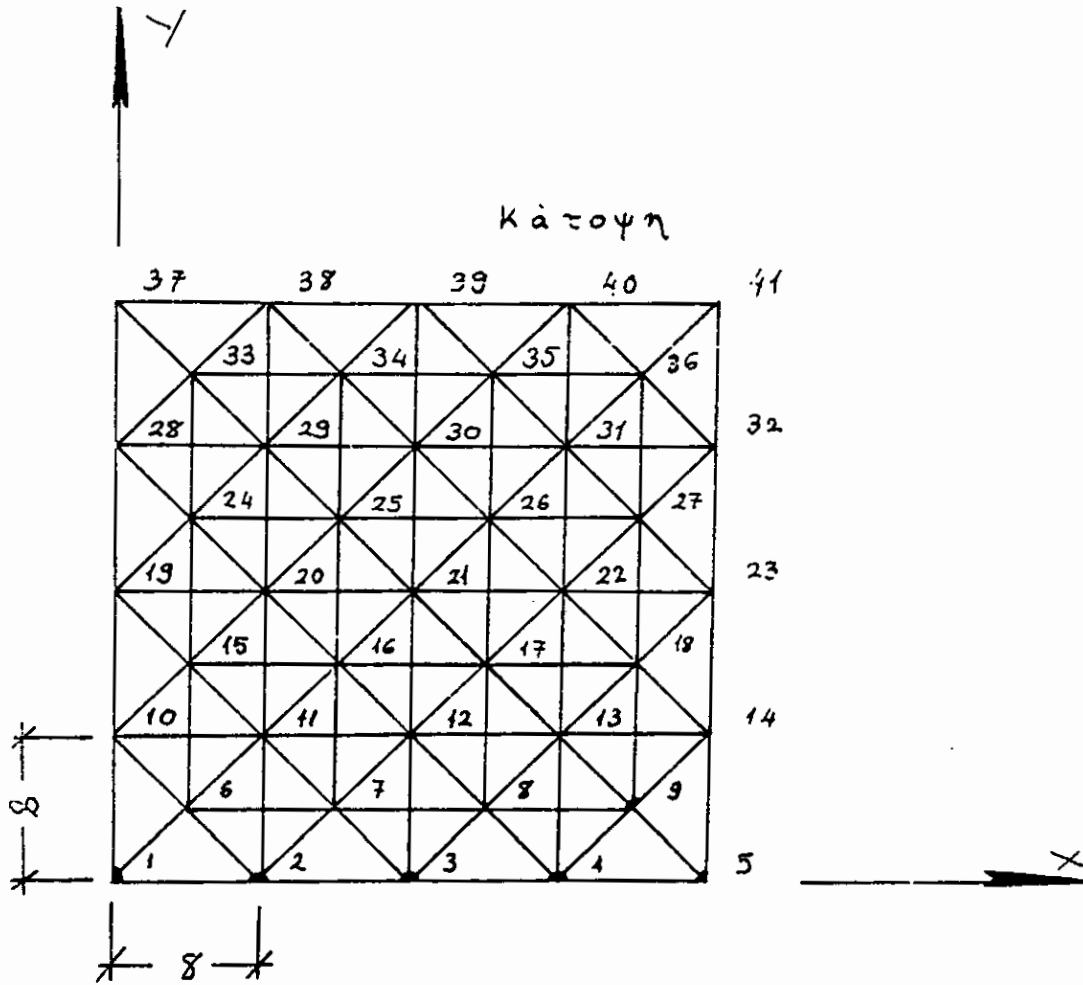
30	3	.58008E+02	.11602E+05	
31	1	-.94834E-04	-.18967E-01	
31	2	.18937E+01	.37873E+03	
31	3	-.37995E+02	-.75990E+04	
32	1	.11879E-03	.23758E-01	
32	2	-.18937E+01	-.37873E+03	
32	3	.37995E+02	.75991E+04	
33	1	-.17113E-03	-.34226E-01	
33	2	.18937E+01	.37873E+03	
33	3	-.37995E+02	-.75991E+04	
34	1	.42496E-04	.84991E-02	
34	2	-.24915E+03	-.49831E+05	
34	3	-.16992E+02	-.33984E+04	
35	1	.27237E-04	.54474E-02	
35	2	.24617E-04	.49233E-02	
35	3	.13888E-04	.27776E-02	
36	1	.11978E-04	.23956E-02	
36	2	.25000E+03	.50000E+05	
36	3	.51595E-05	.10319E-02	
37	1	.27237E-04	.54474E-02	
37	2	.00000E+00	.00000E+00	
37	3	.00000E+00	.00000E+00	
38	1	-.18540E-04	-.37079E-02	
38	2	.55713E+03	.11143E+06	
38	3	.37995E+02	.75990E+04	
39	1	.42496E-04	.84991E-02	
39	2	.18934E+01	.37869E+03	
39	3	-.37995E+02	-.75991E+04	
40	1	-.79575E-04	-.15915E-01	
40	2	-.56091E+03	-.11218E+06	
40	3	.37996E+02	.75991E+04	
41	1	.42496E-04	.84991E-02	
41	2	.18938E+01	.37875E+03	
41	3	-.20570E+03	-.41140E+05	
42	1	-.49057E-04	-.98114E-02	
42	2	-.18937E+01	-.37874E+03	
42	3	-.12971E+03	-.25942E+05	

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	-.40871E-03	-.27237E-04	.88272E-04
2	1	-.79023E-04	-.50497E-04	.53209E-04
3	1	.45776E-04	-.11978E-04	.27237E-04
4	1	-.77132E-04	.30882E-04	-.34035E-04
5	1	-.94890E-04	.41347E-04	.61500E-04
6	1	.21702E-04	.11978E-04	.37950E-04
7	1	.16631E-03	-.14241E-04	.11978E-04
8	1	-.43937E-04	.13876E-04	-.30289E-04
9	1	.27067E-04	-.65246E-04	-.64866E-04
10	1	.26815E-04	-.28917E-04	-.42496E-04
11	1	.22879E-03	-.27237E-04	-.38305E-05
12	1	-.48759E-04	.77378E-04	-.20557E-04
13	1	.89539E-04	.33377E-05	-.34204E-04
14	1	-.76294E-04	.11978E-04	-.27237E-04
15	1	.22602E-03	.22597E-04	.46044E-05
16	1	-.32808E-05	.11978E-04	-.27237E-04
1	2	.25356E-03	.00000E+00	-.16938E+01
2	2	-.56028E-05	-.70333E-05	.23842E-06
3	2	-.67929E-06	-.44275E-05	-.15121E-07
4	2	-.65565E-05	.75340E-04	.16937E+01
5	2	-.27859E-03	.17679E-03	-.24831E+03

6	2	-.19002E-03	.49594E-05	.25000E+03
7	2	.51260E-04	-.45180E-04	.25000E+03
8	2	.00000E+00	-.13590E-03	-.25169E+03
9	2	.32187E-05	.23842E-06	.24438E-05
10	2	.41723E-05	-.81182E-04	-.33766E-05
11	2	.97752E-05	-.81584E-06	-.16689E-05
12	2	-.26822E-04	.25392E-04	.47922E-04
13	2	.18311E-03	.10848E-04	.91553E-04
14	2	.30518E-04	-.16633E-04	-.24617E-04
15	2	-.30518E-04	-.82374E-04	.42725E-03
16	2	.10103E-05	.79963E-04	.00000E+00
1	3	-.45000E+03	.00000E+00	.10898E+03
2	3	.10681E-03	.68665E-04	.70572E-04
3	3	-.76294E-04	-.23641E-04	.18489E-04
4	3	.17548E-03	.99182E-04	.41016E+02
5	3	.45000E+03	-.30000E+03	-.10898E+03
6	3	-.72479E-04	-.26375E-04	-.10300E-03
7	3	.25940E-03	.12970E-03	.51595E-05
8	3	-.13733E-03	.22888E-04	-.41016E+02
9	3	-.16022E-03	-.15259E-04	-.38147E-04
10	3	.21744E-03	.15000E+03	-.29430E-04
11	3	-.10300E-03	.15000E+03	.24796E-04
12	3	-.13733E-03	-.31281E-03	-.91553E-04
13	3	-.15259E-04	-.15259E-04	-.57220E-05
14	3	-.76294E-04	-.80891E-04	-.13888E-04
15	3	.17548E-03	.32043E-03	-.18883E-03
16	3	-.13541E-05	.11754E-03	.00000E+00

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX6A.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6A
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 7^ο



Στο σχήμα φαίνεται η δικτυωτή κατασκευή με τις διαστάσεις της σε κάτοψη και σε όψη. Όλα τα μέλη έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,005\text{m}^2$.

Για το υλικό λαμβάνεται το μέτρο ελαστικότητας $E = 2 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$.

Όλες οι δεσμεύσεις δηλαδή των κόμβων 6, 9, 33, 36 απαγορεύουν την μετακίνηση κατά x, y, z .

Ζητείται η επίλυση του χωροδικτυώματος για φόρτιση των κόμβων 16, 17, 25 και 26 με δύναμη κατά άξονα $Z, F_z = - 200 \text{ KN}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων των αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX7 και EX7.OUT.

*** EXAMPLE 7 ***

41	128	0	0	2E8			
1	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	1
2	8.000	0.000	0.000	0.000	1	1	1
3	16.000	0.000	0.000	0.000	1	1	1
4	24.000	0.000	0.000	0.000	1	1	1
5	32.000	0.000	0.000	0.000	1	1	1
6	4.000	4.000	5.000	0.000	0	0	0
7	12.000	4.000	5.000	1.111	1	1	1
8	20.000	4.000	5.000	1.111	1	1	1
9	28.000	4.000	5.000	0.000	0	0	0
10	0.000	8.000	0.000	1.111	1	1	1
11	8.000	8.000	0.000	1.111	1	1	1
12	16.000	8.000	0.000	1.111	1	1	1
13	24.000	8.000	0.000	1.111	1	1	1
14	32.000	8.000	0.000	1.111	1	1	1
15	4.000	12.000	5.000	1.111	1	1	1
16	12.000	12.000	5.000	1.111	1	1	1
17	20.000	12.000	5.000	1.111	1	1	1
18	28.000	12.000	5.000	1.111	1	1	1
19	0.000	16.000	0.000	1.111	1	1	1
20	8.000	16.000	0.000	1.111	1	1	1
21	16.000	16.000	0.000	1.111	1	1	1
22	24.000	16.000	0.000	1.111	1	1	1
23	32.000	16.000	0.000	1.111	1	1	1
24	4.000	20.000	5.000	1.111	1	1	1
25	12.000	20.000	5.000	1.111	1	1	1
26	20.000	20.000	5.000	1.111	1	1	1
27	28.000	20.000	5.000	1.111	1	1	1
28	0.000	24.000	0.000	1.111	1	1	1
29	8.000	24.000	0.000	1.111	1	1	1
30	16.000	24.000	0.000	1.111	1	1	1
31	24.000	24.000	0.000	1.111	1	1	1
32	32.000	24.000	0.000	1.111	1	1	1
33	4.000	28.000	5.000	0.000	0	0	0
34	12.000	28.000	5.000	1.111	1	1	1
35	20.000	28.000	5.000	1.111	1	1	1
36	28.000	28.000	5.000	0.000	0	0	0
37	0.000	32.000	0.000	1.111	1	1	1
38	8.000	32.000	0.000	1.111	1	1	1
39	16.000	32.000	0.000	1.111	1	1	1
40	24.000	32.000	0.000	1.111	1	1	1
41	32.000	32.000	0.000	1.111	1	1	1
1	1	10	0.005	0			
2	1	2	0.005	0			
3	2	11	0.005	0			
4	2	3	0.005	0			
5	3	12	0.005	0			
6	3	4	0.005	0			
7	4	13	0.005	0			
8	4	5	0.005	0			
9	5	14	0.005	0			
10	10	19	0.005	0			
11	10	11	0.005	0			
12	11	20	0.005	0			
13	11	12	0.005	0			
14	12	21	0.005	0			
15	12	13	0.005	0			
16	13	22	0.005	0			
17	13	14	0.005	0			
18	14	23	0.005	0			
19	19	28	0.005	0			

20	19	20	0.005	0
21	20	29	0.005	0
22	20	21	0.005	0
23	21	30	0.005	0
24	21	22	0.005	0
25	22	31	0.005	0
26	22	23	0.005	0
27	23	32	0.005	0
28	28	37	0.005	0
29	28	29	0.005	0
30	29	38	0.005	0
31	29	30	0.005	0
32	30	39	0.005	0
33	30	31	0.005	0
34	31	40	0.005	0
35	31	32	0.005	0
36	32	41	0.005	0
37	37	38	0.005	0
38	38	39	0.005	0
39	39	40	0.005	0
40	40	41	0.005	0
41	1	6	0.005	0
42	2	6	0.005	0
43	10	6	0.005	0
44	11	6	0.005	0
45	2	7	0.005	0
46	3	7	0.005	0
47	11	7	0.005	0
48	12	7	0.005	0
49	3	8	0.005	0
50	4	8	0.005	0
51	12	8	0.005	0
52	13	8	0.005	0
53	4	9	0.005	0
54	5	9	0.005	0
55	13	9	0.005	0
56	14	9	0.005	0
57	10	15	0.005	0
58	11	15	0.005	0
59	19	15	0.005	0
60	20	15	0.005	0
61	11	16	0.005	0
62	12	16	0.005	0
63	20	16	0.005	0
64	21	16	0.005	0
65	12	17	0.005	0
66	13	17	0.005	0
67	21	17	0.005	0
68	22	17	0.005	0
69	13	18	0.005	0
70	14	18	0.005	0
71	22	18	0.005	0
72	23	18	0.005	0
73	19	24	0.005	0
74	20	24	0.005	0
75	28	24	0.005	0
76	29	24	0.005	0
77	20	25	0.005	0
78	21	25	0.005	0
79	29	25	0.005	0
80	30	25	0.005	0
81	21	26	0.005	0

82	22	26	0.005	0
83	30	26	0.005	0
84	31	26	0.005	0
85	22	27	0.005	0
86	23	27	0.005	0
87	31	27	0.005	0
88	32	27	0.005	0
89	28	33	0.005	0
90	29	33	0.005	0
91	37	33	0.005	0
92	38	33	0.005	0
93	29	34	0.005	0
94	30	34	0.005	0
95	38	34	0.005	0
96	39	34	0.005	0
97	30	35	0.005	0
98	31	35	0.005	0
99	39	35	0.005	0
100	40	35	0.005	0
101	31	36	0.005	0
102	32	36	0.005	0
103	40	36	0.005	0
104	41	36	0.005	0
105	6	15	0.005	0
106	6	7	0.005	0
107	7	16	0.005	0
108	7	8	0.005	0
109	8	17	0.005	0
110	8	9	0.005	0
111	9	18	0.005	0
112	15	24	0.005	0
113	15	16	0.005	0
114	16	25	0.005	0
115	16	17	0.005	0
116	17	26	0.005	0
117	17	18	0.005	0
118	18	27	0.005	0
119	24	33	0.005	0
120	24	25	0.005	0
121	25	34	0.005	0
122	25	26	0.005	0
123	26	35	0.005	0
124	26	27	0.005	0
125	27	36	0.005	0
126	33	34	0.005	0
127	34	35	0.005	0
128	35	36	0.005	0

1

1 4

16	0	0	-200
17	0	0	-200
25	0	0	-200
26	0	0	-200

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----

 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX7

*** EXAMPLE 7 ***

JOINT AND MEMBER DATA (41 JOINTS 128 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE Z-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	.000	1	1	1
2	8.000	.000	.000	1	1	1
3	16.000	.000	.000	1	1	1
4	24.000	.000	.000	1	1	1
5	32.000	.000	.000	1	1	1
6	4.000	4.000	5.000	0	0	0
7	12.000	4.000	5.000	1	1	1
8	20.000	4.000	5.000	1	1	1
9	28.000	4.000	5.000	0	0	0
10	.000	8.000	.000	1	1	1
11	8.000	8.000	.000	1	1	1
12	16.000	8.000	.000	1	1	1
13	24.000	8.000	.000	1	1	1
14	32.000	8.000	.000	1	1	1
15	4.000	12.000	5.000	1	1	1
16	12.000	12.000	5.000	1	1	1
17	20.000	12.000	5.000	1	1	1
18	28.000	12.000	5.000	1	1	1
19	.000	16.000	.000	1	1	1
20	8.000	16.000	.000	1	1	1
21	16.000	16.000	.000	1	1	1
22	24.000	16.000	.000	1	1	1
23	32.000	16.000	.000	1	1	1
24	4.000	20.000	5.000	1	1	1
25	12.000	20.000	5.000	1	1	1
26	20.000	20.000	5.000	1	1	1
27	28.000	20.000	5.000	1	1	1
28	.000	24.000	.000	1	1	1
29	8.000	24.000	.000	1	1	1
30	16.000	24.000	.000	1	1	1
31	24.000	24.000	.000	1	1	1
32	32.000	24.000	.000	1	1	1
33	4.000	28.000	5.000	0	0	0
34	12.000	28.000	5.000	1	1	1
35	20.000	28.000	5.000	1	1	1
36	28.000	28.000	5.000	0	0	0
37	.000	32.000	.000	1	1	1
38	8.000	32.000	.000	1	1	1
39	16.000	32.000	.000	1	1	1
40	24.000	32.000	.000	1	1	1
41	32.000	32.000	.000	1	1	1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1 TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
2	1 TO 2	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
3	2 TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
4	2 TO 3	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01

5	3	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
6	3	TO	4	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
7	4	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
8	4	TO	5	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
9	5	TO	14	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
10	10	TO	19	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
11	10	TO	11	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
12	11	TO	20	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
13	11	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
14	12	TO	21	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
15	12	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
16	13	TO	22	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
17	13	TO	14	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
18	14	TO	23	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
19	19	TO	28	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
20	19	TO	20	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
21	20	TO	29	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
22	20	TO	21	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
23	21	TO	30	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
24	21	TO	22	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
25	22	TO	31	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
26	22	TO	23	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
27	23	TO	32	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
28	28	TO	37	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
29	28	TO	29	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
30	29	TO	38	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
31	29	TO	30	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
32	30	TO	39	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
33	30	TO	31	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
34	31	TO	40	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
35	31	TO	32	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
36	32	TO	41	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
37	37	TO	38	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
38	38	TO	39	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
39	39	TO	40	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
40	40	TO	41	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
41	1	TO	6	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
42	2	TO	6	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
43	6	TO	10	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
44	6	TO	11	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
45	2	TO	7	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
46	3	TO	7	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
47	7	TO	11	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
48	7	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
49	3	TO	8	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
50	4	TO	8	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
51	8	TO	12	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
52	8	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
53	4	TO	9	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
54	5	TO	9	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
55	9	TO	13	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
56	9	TO	14	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
57	10	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
58	11	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
59	15	TO	19	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
60	15	TO	20	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
61	11	TO	16	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
62	12	TO	16	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
63	16	TO	20	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
64	16	TO	21	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
65	12	TO	17	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
66	13	TO	17	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01

67	17	TO	21	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
68	17	TO	22	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
69	13	TO	18	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
70	14	TO	18	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
71	18	TO	22	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
72	18	TO	23	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
73	19	TO	24	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
74	20	TO	24	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
75	24	TO	28	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
76	24	TO	29	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
77	20	TO	25	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
78	21	TO	25	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
79	25	TO	29	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
80	25	TO	30	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
81	21	TO	26	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
82	22	TO	26	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
83	26	TO	30	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
84	26	TO	31	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
85	22	TO	27	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
86	23	TO	27	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
87	27	TO	31	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
88	27	TO	32	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
89	28	TO	33	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
90	29	TO	33	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
91	33	TO	37	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
92	33	TO	38	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
93	29	TO	34	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
94	30	TO	34	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
95	34	TO	38	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
96	34	TO	39	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
97	30	TO	35	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
98	31	TO	35	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
99	35	TO	39	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
100	35	TO	40	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
101	31	TO	36	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
102	32	TO	36	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
103	36	TO	40	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
104	36	TO	41	.50000E-02	.00000E+00	.75498E+01
105	6	TO	15	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
106	6	TO	7	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
107	7	TO	16	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
108	7	TO	8	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
109	8	TO	17	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
110	8	TO	9	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
111	9	TO	18	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
112	15	TO	24	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
113	15	TO	16	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
114	16	TO	25	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
115	16	TO	17	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
116	17	TO	26	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
117	17	TO	18	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
118	18	TO	27	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
119	24	TO	33	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
120	24	TO	25	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
121	25	TO	34	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
122	25	TO	26	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
123	26	TO	35	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
124	26	TO	27	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
125	27	TO	36	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
126	33	TO	34	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
127	34	TO	35	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01
128	35	TO	36	.50000E-02	.00000E+00	.80000E+01

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .00000E+00
 ELASTIC MODULUS = .20000E+09

 THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 4 LOADED JOINTS
 L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
 1 16 .00000E+00 .00000E+00 -.20000E+03
 1 17 .00000E+00 .00000E+00 -.20000E+03
 1 25 .00000E+00 .00000E+00 -.20000E+03
 1 26 .00000E+00 .00000E+00 -.20000E+03

 *** EXAMPLE 7 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 111
 WIDTH OF THE BAND = 30
 TERMS OF K-MATRIX = 3330
 NO. OF LOAD CASES = 1
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	-.55911E-03	-.55911E-03	.89457E-03
2	1	-.55911E-03	-.13112E-02	-.15020E-03
3	1	.12323E-09	-.13793E-02	-.16627E-02
4	1	.55911E-03	-.13112E-02	-.15020E-03
5	1	.55911E-03	-.55911E-03	.89457E-03
6	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	1	.22989E-03	.11338E-02	-.34893E-02
8	1	-.22989E-03	.11338E-02	-.34893E-02
9	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
10	1	-.13112E-02	-.55911E-03	-.15020E-03
11	1	-.13112E-02	-.13112E-02	-.40369E-02
12	1	-.21709E-09	-.13793E-02	-.66113E-02
13	1	.13112E-02	-.13112E-02	-.40369E-02
14	1	.13112E-02	-.55911E-03	-.15020E-03
15	1	.11338E-02	.22989E-03	-.34893E-02
16	1	.57472E-03	.57472E-03	-.86422E-02
17	1	-.57472E-03	.57472E-03	-.86422E-02
18	1	-.11338E-02	.22989E-03	-.34893E-02
19	1	-.13793E-02	-.69412E-09	-.16627E-02
20	1	-.13793E-02	-.70224E-09	-.66113E-02
21	1	-.10306E-08	-.46848E-09	-.95618E-02
22	1	.13793E-02	.33561E-09	-.66113E-02
23	1	.13793E-02	-.22382E-09	-.16627E-02
24	1	.11338E-02	-.22989E-03	-.34893E-02
25	1	.57472E-03	-.57472E-03	-.86422E-02
26	1	-.57472E-03	-.57472E-03	-.86422E-02
27	1	-.11338E-02	-.22989E-03	-.34893E-02
28	1	-.13112E-02	.55911E-03	-.15020E-03
29	1	-.13112E-02	.13112E-02	-.40369E-02
30	1	-.57319E-09	.13793E-02	-.66112E-02
31	1	.13112E-02	.13112E-02	-.40369E-02
32	1	.13112E-02	.55911E-03	-.15020E-03
33	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
34	1	.22989E-03	-.11338E-02	-.34893E-02
35	1	-.22989E-03	-.11338E-02	-.34893E-02
36	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
37	1	-.55911E-03	.55911E-03	.89457E-03

38	1	-.55911E-03	.13112E-02	-.15020E-03
39	1	-.20001E-09	.13793E-02	-.16627E-02
40	1	.55911E-03	.13112E-02	-.15020E-03
41	1	.55911E-03	.55911E-03	.89457E-03

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	.55023E-05	.11005E-02
2	1	.90757E-06	.18151E-03
3	1	-.10455E-04	-.20910E-02
4	1	.69888E+02	.13978E+05
5	1	-.17120E-04	-.34239E-02
6	1	.69888E+02	.13978E+05
7	1	-.27128E-04	-.54255E-02
8	1	-.19679E-05	-.39358E-03
9	1	-.21271E-05	-.42543E-03
10	1	.69888E+02	.13978E+05
11	1	.56252E-06	.11250E-03
12	1	.16390E+03	.32781E+05
13	1	.16390E+03	.32781E+05
14	1	.17242E+03	.34483E+05
15	1	.16390E+03	.32781E+05
16	1	.16390E+03	.32781E+05
17	1	-.55236E-04	-.11047E-01
18	1	.69888E+02	.13978E+05
19	1	.69888E+02	.13978E+05
20	1	-.30258E-04	-.60515E-02
21	1	.16390E+03	.32781E+05
22	1	.17242E+03	.34483E+05
23	1	.17242E+03	.34483E+05
24	1	.17242E+03	.34483E+05
25	1	.16390E+03	.32781E+05
26	1	.29136E-04	.58273E-02
27	1	.69888E+02	.13978E+05
28	1	.33337E-05	.66673E-03
29	1	-.18938E-04	-.37875E-02
30	1	-.53115E-04	-.10623E-01
31	1	.16390E+03	.32781E+05
32	1	-.49155E-05	-.98310E-03
33	1	.16390E+03	.32781E+05
34	1	.36731E-04	.73463E-02
35	1	-.22598E-04	-.45195E-02
36	1	.31875E-05	.63749E-03
37	1	.25285E-05	.50571E-03
38	1	.69888E+02	.13978E+05
39	1	.69888E+02	.13978E+05
40	1	-.35889E-05	-.71777E-03
41	1	.74866E-05	.14973E-02
42	1	.65956E+02	.13191E+05
43	1	.65956E+02	.13191E+05
44	1	.17008E+03	.34016E+05
45	1	-.65956E+02	-.13191E+05
46	1	-.17720E-04	-.35440E-02
47	1	-.15402E+02	-.30804E+04
48	1	.81358E+02	.16272E+05
49	1	.22891E-04	.45783E-02
50	1	-.65956E+02	-.13191E+05
51	1	.81358E+02	.16272E+05
52	1	-.15402E+02	-.30804E+04
53	1	.65956E+02	.13191E+05
54	1	-.20178E-06	-.40357E-04
55	1	.17008E+03	.34016E+05
56	1	.65956E+02	.13191E+05

57	1	-.65956E+02	-.13191E+05
58	1	-.15402E+02	-.30804E+04
59	1	-.28660E-04	-.57320E-02
60	1	.81357E+02	.16271E+05
61	1	-.13928E+03	-.27856E+05
62	1	-.81358E+02	-.16272E+05
63	1	-.81358E+02	-.16272E+05
64	1	.57273E-04	.11455E-01
65	1	-.81357E+02	-.16271E+05
66	1	-.13928E+03	-.27856E+05
67	1	.11831E-03	.23662E-01
68	1	-.81357E+02	-.16271E+05
69	1	-.15402E+02	-.30804E+04
70	1	-.65956E+02	-.13191E+05
71	1	.81358E+02	.16272E+05
72	1	-.68197E-05	-.13639E-02
73	1	.43551E-04	.87102E-02
74	1	.81358E+02	.16272E+05
75	1	-.65956E+02	-.13191E+05
76	1	-.15402E+02	-.30804E+04
77	1	-.81357E+02	-.16271E+05
78	1	.15168E-03	.30336E-01
79	1	-.13928E+03	-.27856E+05
80	1	-.81357E+02	-.16271E+05
81	1	.17139E-03	.34279E-01
82	1	-.81357E+02	-.16271E+05
83	1	-.81358E+02	-.16272E+05
84	1	-.13928E+03	-.27856E+05
85	1	.81358E+02	.16272E+05
86	1	-.29230E-04	-.58461E-02
87	1	-.15402E+02	-.30804E+04
88	1	-.65956E+02	-.13191E+05
89	1	.65956E+02	.13191E+05
90	1	.17008E+03	.34016E+05
91	1	.56123E-05	.11225E-02
92	1	.65956E+02	.13191E+05
93	1	-.15402E+02	-.30804E+04
94	1	.81358E+02	.16272E+05
95	1	-.65956E+02	-.13191E+05
96	1	.76853E-04	.15371E-01
97	1	.81357E+02	.16271E+05
98	1	-.15402E+02	-.30804E+04
99	1	-.10625E-03	-.21250E-01
100	1	-.65956E+02	-.13191E+05
101	1	.17008E+03	.34016E+05
102	1	.65956E+02	.13191E+05
103	1	.65956E+02	.13191E+05
104	1	-.24302E-05	-.48603E-03
105	1	.28736E+02	.57472E+04
106	1	.28736E+02	.57472E+04
107	1	-.69888E+02	-.13978E+05
108	1	-.57472E+02	-.11494E+05
109	1	-.69888E+02	-.13978E+05
110	1	.28736E+02	.57472E+04
111	1	.28736E+02	.57473E+04
112	1	-.57472E+02	-.11494E+05
113	1	-.69888E+02	-.13978E+05
114	1	-.14368E+03	-.28736E+05
115	1	-.14368E+03	-.28736E+05
116	1	-.14368E+03	-.28736E+05
117	1	-.69888E+02	-.13978E+05
118	1	-.57472E+02	-.11494E+05

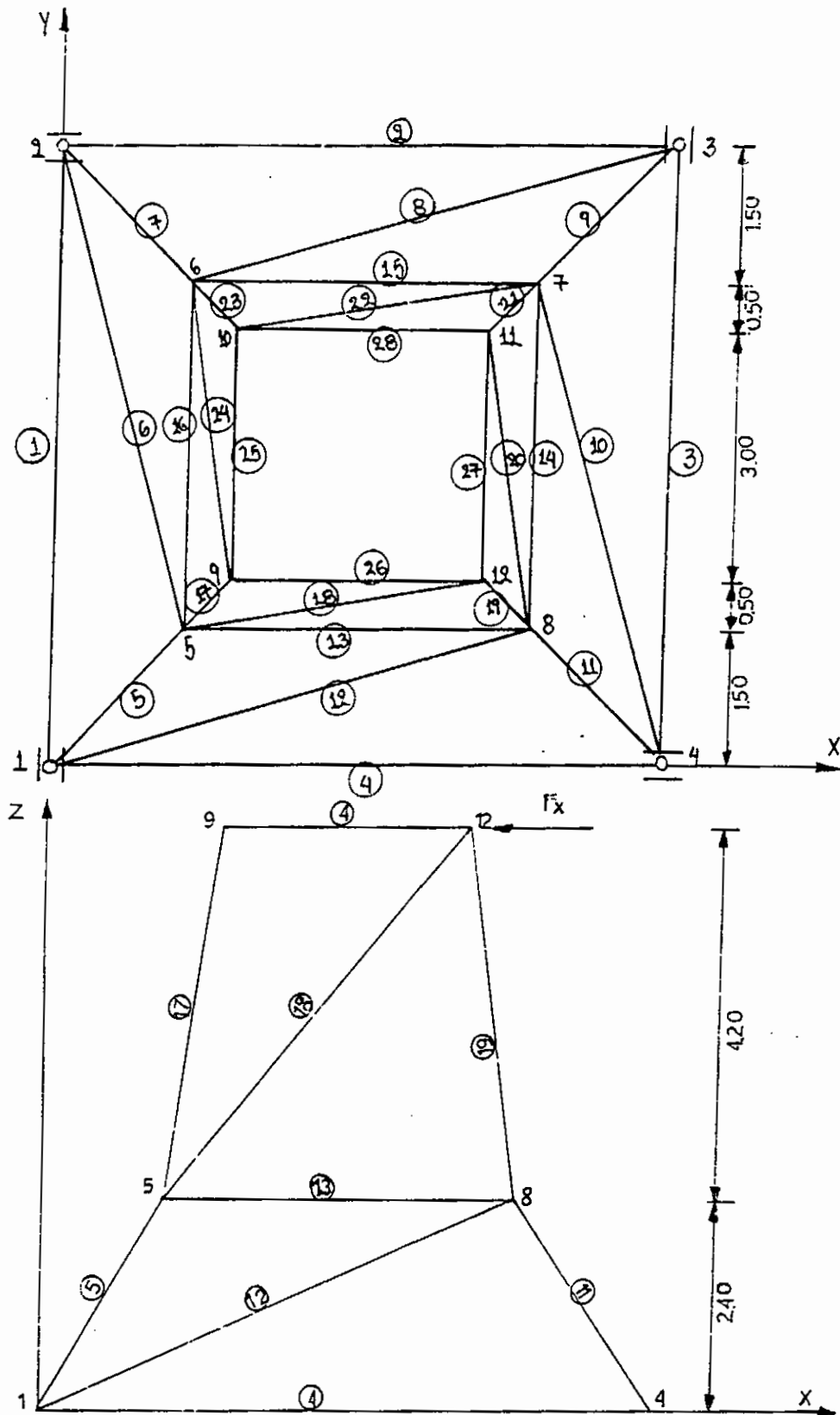
119	1	.28736E+02	.57473E+04
120	1	-.69888E+02	-.13978E+05
121	1	-.69888E+02	-.13978E+05
122	1	-.14368E+03	-.28736E+05
123	1	-.69888E+02	-.13978E+05
124	1	-.69888E+02	-.13978E+05
125	1	.28736E+02	.57472E+04
126	1	.28736E+02	.57472E+04
127	1	-.57472E+02	-.11494E+05
128	1	.28736E+02	.57472E+04

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
-------	-------	-------------	-------------	-------------

1	1	-.48741E-05	-.94688E-05	-.49581E-05
2	1	-.76294E-05	-.38147E-05	-.15259E-04
3	1	-.13887E-04	.14380E-04	-.34248E-05
4	1	.26703E-04	.30518E-04	.38147E-05
5	1	-.20748E-05	.22340E-05	.13363E-06
6	1	-.11885E+03	-.11885E+03	.20000E+03
7	1	.76294E-05	-.68665E-04	.41962E-04
8	1	.32425E-04	.38147E-04	-.11444E-04
9	1	.11885E+03	-.11885E+03	.20000E+03
10	1	-.15259E-04	-.76294E-05	-.15259E-04
11	1	-.38147E-04	-.38147E-04	.76294E-04
12	1	-.26703E-04	-.49591E-04	-.15640E-03
13	1	.18883E-03	-.17738E-03	-.19073E-04
14	1	-.61035E-04	-.76294E-05	.76294E-05
15	1	-.22888E-04	.22888E-04	-.64850E-04
16	1	-.10681E-03	.61035E-04	-.20000E+03
17	1	.22888E-04	.76294E-04	-.20000E+03
18	1	-.30518E-04	.38147E-05	-.12659E-03
19	1	.22368E-04	-.30629E-04	-.98620E-05
20	1	-.57220E-04	-.11444E-03	-.83923E-04
21	1	.33511E-04	-.32366E-04	-.33024E-03
22	1	.38147E-05	.72479E-04	-.29373E-03
23	1	.10037E-04	-.26274E-04	.23875E-04
24	1	-.30518E-04	-.66757E-04	.16212E-04
25	1	-.10681E-03	-.76294E-04	-.20000E+03
26	1	-.53406E-04	.15259E-04	-.20000E+03
27	1	.00000E+00	.28610E-04	-.20218E-03
28	1	.38147E-05	.76294E-05	-.15259E-04
29	1	-.66757E-05	.69618E-04	.19455E-03
30	1	.34332E-04	-.99182E-04	.83923E-04
31	1	.12207E-03	.16785E-03	.99182E-04
32	1	-.15259E-04	-.76294E-05	-.11444E-04
33	1	-.11885E+03	.11885E+03	.20000E+03
34	1	-.11444E-04	.76294E-05	.17297E-03
35	1	.38147E-04	.76294E-05	-.14114E-03
36	1	.11885E+03	.11885E+03	.20000E+03
37	1	-.55020E-05	.63072E-05	-.37169E-05
38	1	-.41962E-04	-.57220E-04	.38147E-05
39	1	.20718E-04	-.20491E-04	.19470E-04
40	1	.76294E-05	.22888E-04	.19073E-04
41	1	-.48764E-05	.18999E-05	.16094E-05

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX7.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX7
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 8^ο



Στο σχήμα όπου εικονίζεται ο τρούλος του SCHWEDLER σε κάτοψη και πρόσοψη τα μέλη από 1 μέχρι και 4, από 13 μέχρι και 16, από 25 μέχρι και 28 έχουν διατομή $A = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ και όλα τα υπόλοιπα μέλη έχουν διατομή $A = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$. Για το υλικό των μελών λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$.

Για τις στηρίξεις δεχόμαστε ότι οι κόμβοι 1 και 3 επιτρέπεται να μετακινηθούν κατά τον άξονα των y , ενώ οι κόμβοι 2 και 4 επιτρέπονται να μετακινηθούν κατά τον άξονα των x .

Ζητείται να επιλυθεί το παράδειγμα για οριζόντια φόρτιση $P = 200 \text{ KN}$ ασκούμενη στον κόμβο 12 (που αναλύεται σε $F_x = - 141,42 \text{ KN}$ και $F_y = + 141,42 \text{ KN}$).

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν ονομασίες EX8 και EX8.OUT.

Η επίλυση του παρόντος παραδείγματος με τη μέθοδο των εξισώσεων κόμβων για το προσδιορισμό των αξονικών δυνάμεων και με την εξίσωση των δυνατών έργων για το προσδιορισμό των μετακινήσεων (κλασικές μέθοδοι με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4]. Εγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

*** EXAMPLE 8 ***

12	28	.00000E+00	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	.000	.000	0	1	0
2		.000	7.000	.000	1	0	0
3		7.000	7.000	.000	0	1	0
4		7.000	.000	.000	1	0	0
5		1.500	1.500	2.400	1	1	1
6		1.500	5.500	2.400	1	1	1
7		5.500	5.500	2.400	1	1	1
8		5.500	1.500	2.400	1	1	1
9		2.000	2.000	6.600	1	1	1
10		2.000	5.000	6.600	1	1	1
11		5.000	5.000	6.600	1	1	1
12		5.000	2.000	6.600	1	1	1
1	1	2	.35000E-02	.00000E+00			
2	2	3	.35000E-02	.00000E+00			
3	3	4	.35000E-02	.00000E+00			
4	1	4	.35000E-02	.00000E+00			
5	1	5	.60000E-02	.00000E+00			
6	2	5	.60000E-02	.00000E+00			
7	2	6	.60000E-02	.00000E+00			
8	3	6	.60000E-02	.00000E+00			
9	3	7	.60000E-02	.00000E+00			
10	4	7	.60000E-02	.00000E+00			
11	4	8	.60000E-02	.00000E+00			
12	1	8	.60000E-02	.00000E+00			
13	5	8	.35000E-02	.00000E+00			
14	7	8	.35000E-02	.00000E+00			
15	6	7	.35000E-02	.00000E+00			
16	5	6	.35000E-02	.00000E+00			
17	5	9	.60000E-02	.00000E+00			
18	5	12	.60000E-02	.00000E+00			
19	8	12	.60000E-02	.00000E+00			
20	8	11	.60000E-02	.00000E+00			
21	7	11	.60000E-02	.00000E+00			
22	7	10	.60000E-02	.00000E+00			
23	6	10	.60000E-02	.00000E+00			
24	6	9	.60000E-02	.00000E+00			
25	9	10	.35000E-02	.00000E+00			
26	9	12	.35000E-02	.00000E+00			
27	11	12	.35000E-02	.00000E+00			
28	10	11	.35000E-02	.00000E+00			
1							
1	1						
12			-.14142E+03	.14142E+03	.00000E+00		

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX8

*** EXAMPLE 8 ***

JOINT AND MEMBER DATA (12 JOINTS 28 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE Z-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	.000	0 1 0
2	.000	7.000	.000	1 0 0
3	7.000	7.000	.000	0 1 0
4	7.000	.000	.000	1 0 0
5	1.500	1.500	2.400	1 1 1
6	1.500	5.500	2.400	1 1 1
7	5.500	5.500	2.400	1 1 1
8	5.500	1.500	2.400	1 1 1
9	2.000	2.000	6.600	1 1 1
10	2.000	5.000	6.600	1 1 1
11	5.000	5.000	6.600	1 1 1
12	5.000	2.000	6.600	1 1 1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1 TO 2	.35000E-02	.00000E+00	.70000E+01
2	2 TO 3	.35000E-02	.00000E+00	.70000E+01
3	3 TO 4	.35000E-02	.00000E+00	.70000E+01
4	1 TO 4	.35000E-02	.00000E+00	.70000E+01
5	1 TO 5	.60000E-02	.00000E+00	.32031E+01
6	2 TO 5	.60000E-02	.00000E+00	.61855E+01
7	2 TO 6	.60000E-02	.00000E+00	.32031E+01
8	3 TO 6	.60000E-02	.00000E+00	.61855E+01
9	3 TO 7	.60000E-02	.00000E+00	.32031E+01
10	4 TO 7	.60000E-02	.00000E+00	.61855E+01
11	4 TO 8	.60000E-02	.00000E+00	.32031E+01
12	1 TO 8	.60000E-02	.00000E+00	.61855E+01
13	5 TO 8	.35000E-02	.00000E+00	.40000E+01
14	7 TO 8	.35000E-02	.00000E+00	.40000E+01
15	6 TO 7	.35000E-02	.00000E+00	.40000E+01
16	5 TO 6	.35000E-02	.00000E+00	.40000E+01
17	5 TO 9	.60000E-02	.00000E+00	.42591E+01
18	5 TO 12	.60000E-02	.00000E+00	.54900E+01
19	8 TO 12	.60000E-02	.00000E+00	.42591E+01
20	8 TO 11	.60000E-02	.00000E+00	.54900E+01
21	7 TO 11	.60000E-02	.00000E+00	.42591E+01
22	7 TO 10	.60000E-02	.00000E+00	.54900E+01
23	6 TO 10	.60000E-02	.00000E+00	.42591E+01
24	6 TO 9	.60000E-02	.00000E+00	.54900E+01
25	9 TO 10	.35000E-02	.00000E+00	.30000E+01
26	9 TO 12	.35000E-02	.00000E+00	.30000E+01
27	11 TO 12	.35000E-02	.00000E+00	.30000E+01
28	10 TO 11	.35000E-02	.00000E+00	.30000E+01

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
1 12 -.14142E+03 .14142E+03 .00000E+00

*** EXAMPLE 8 ***

DEGREE OF FREEDOM = 28
WIDTH OF THE BAND = 24
TERMS OF K-MATRIX = 672
NO. OF LOAD CASES = 1
TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

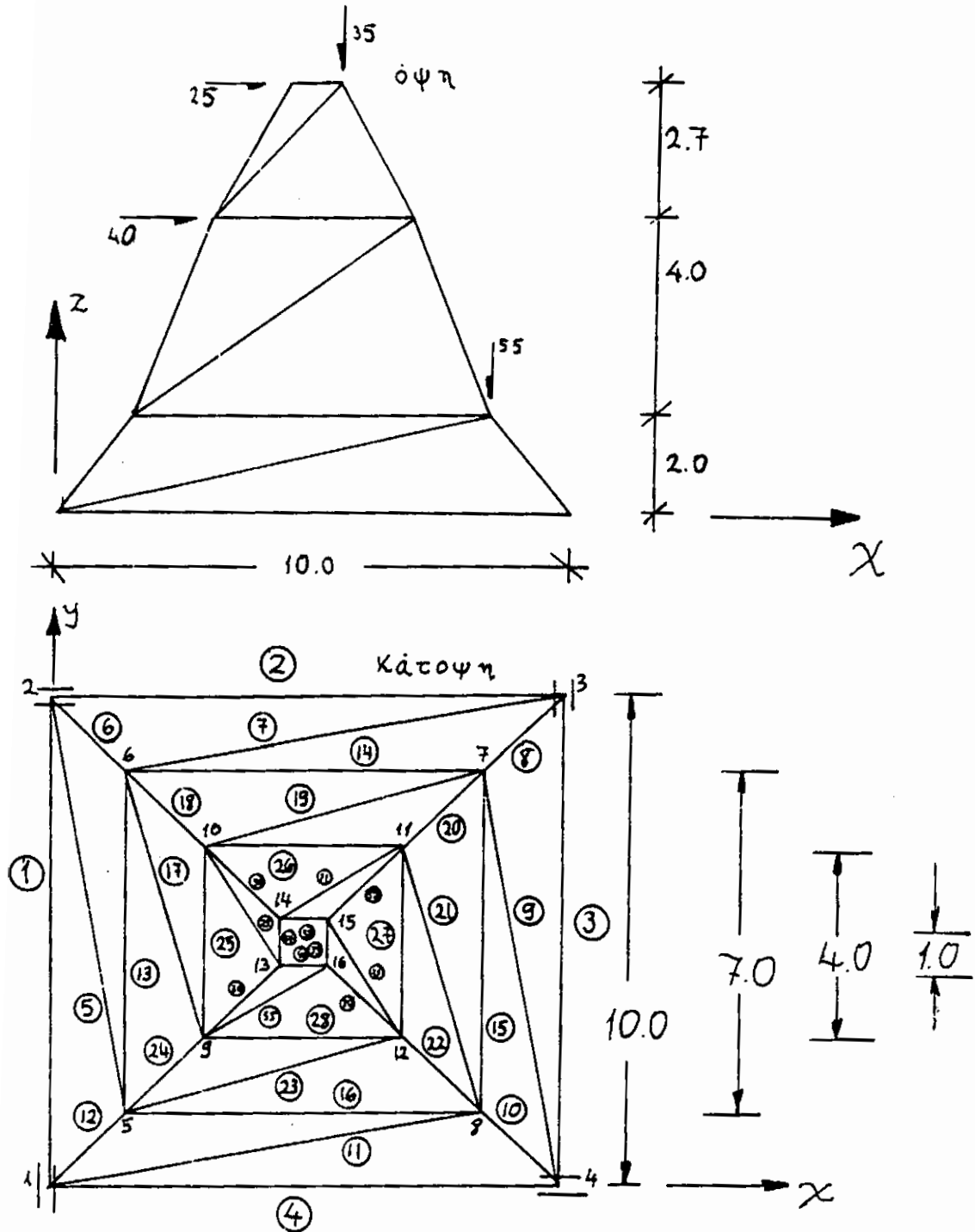
JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	-.48703E-03	.00000E+00
2	1	-.30665E-03	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.48703E-03	.00000E+00
4	1	-.12807E-02	.00000E+00	.00000E+00
5	1	-.48734E-03	.58780E-04	-.59230E-03
6	1	-.28932E-03	.58780E-04	-.90737E-04
7	1	-.69819E-03	.88447E-04	-.11726E-02
8	1	-.31898E-03	-.15206E-03	.18557E-02
9	1	-.47130E-02	-.49262E-03	-.23603E-04
10	1	.49262E-03	-.49262E-03	-.24947E-03
11	1	.49262E-03	.47130E-02	-.99649E-03
12	1	-.47130E-02	.52903E-02	.12008E-02

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	.51138E+02	.14611E+05
2	1	.32198E+02	.91995E+04
3	1	.51139E+02	.14611E+05
4	1	-.13448E+03	-.38422E+05
5	1	-.16380E+03	-.27300E+05
6	1	-.66387E+02	-.11065E+05
7	1	-.34379E+02	-.57298E+04
8	1	.66387E+02	.11065E+05
9	1	-.14358E+03	-.23930E+05
10	1	-.10544E+03	-.17573E+05
11	1	.34176E+03	.56960E+05
12	1	.10544E+03	.17573E+05
13	1	.30936E+02	.88388E+04
14	1	.44194E+02	.12627E+05
15	1	-.75130E+02	-.21466E+05
16	1	.20355E-04	.58156E-02
17	1	.11130E-04	.18550E-02
18	1	-.19410E+03	-.32350E+05
19	1	.15058E+03	.25097E+05
20	1	.19410E+03	.32350E+05
21	1	-.15058E+03	-.25097E+05
22	1	-.17474E-04	-.29123E-02
23	1	.26298E-04	.43831E-02
24	1	-.51738E-04	-.86230E-02
25	1	.14193E-04	.40552E-02
26	1	-.55291E-04	-.15797E-01
27	1	-.14142E+03	-.40406E+05
28	1	-.12387E-06	-.35390E-04

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	.11743E+03	-.95367E-05	.81821E+02
2	1	-.57220E-05	-.23991E+02	.51517E+02
3	1	.23991E+02	.00000E+00	.81822E+02
4	1	-.30518E-04	-.11743E+03	-.21516E+03
5	1	-.30518E-04	-.57220E-05	.00000E+00
6	1	-.21263E-04	-.19128E-05	.29619E-06
7	1	-.35935E-04	.79453E-05	-.12396E-03
8	1	.41962E-04	-.91553E-04	.45776E-04
9	1	.51885E-04	.20098E-04	-.28606E-04
10	1	.14351E-04	.12697E-04	.12566E-04
11	1	-.20312E-05	.21362E-03	.30518E-04
12	1	-.14142E+03	.14142E+03	.13733E-03

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX8.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX8
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 9^ο



Στο σχήμα φαίνεται μία δικτυωτή πυργοειδής κατασκευή με τις διαστάσεις και τις στηρίξεις της σε όψη και κάτοψη. Όλα τα παράλληλα προς το οριζόντιο επίπεδο μέλη καθώς και τα μέλη 6, 8, 10, 12, 18, 20, 22, 24, 30, 32, 34, 36 έχουν εμβαδόν διατομής: $A = 46,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Όλα τα υπόλοιπα μέλη έχουν εμβαδόν διατομής: $A = 22,7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Για το υλικό λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$. Όλες οι δεσμεύσεις, δηλαδή των κόμβων 1, 2, 3, 4, απαγορεύουν τις μετακινήσεις κατακόρυφως. Οι δεσμεύσεις των κόμβων 1 και 3 απαγορεύουν επί πλέον την μετακίνηση κατά τον x άξονα και οι δεσμεύσεις των κόμβων 2 και 4 απαγορεύουν επί πλέον την μετακίνηση κατά τον y άξονα.

Ζητείται η επίλυση του χωροδικτύωματος για δύο περιπτώσεις φορτίσεως.

α) Φόρτιση των κόμβων 13, 14 με δύναμη κατά τον x άξονα $F_x = 25 \text{ KN}$ και των κόμβων 7, 8 με κατακόρυφη δύναμη $F_z = -55 \text{ KN}$.

β) Φόρτιση των κόμβων 9, 10 με δύναμη κατά τον x άξονα $F_x = 40 \text{ KN}$ και των κόμβων 15, 16 με κατακόρυφη δύναμη $F_z = -35 \text{ KN}$.

Για να δειχθεί η δυνατότητα του προγράμματος H/Y να επιλύει για τους συνδυασμούς των φορτίσεων, το παρόν παράδειγμα επιλύθηκε και για συνδυασμό των φορτίσεων α και β.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX9 και EX9.OUT.

*** EXAMPLE 9 ***

16	40	.00000E+00	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	.000	.000	0	1	0
2		.000	10.000	.000	1	0	0
3	10.000		10.000	.000	0	1	0
4	10.000		.000	.000	1	0	0
5	1.500		1.500	2.000	1	1	1
6	1.500		8.500	2.000	1	1	1
7	8.500		8.500	2.000	1	1	1
8	8.500		1.500	2.000	1	1	1
9	3.000		3.000	6.000	1	1	1
10	3.000		7.000	6.000	1	1	1
11	7.000		7.000	6.000	1	1	1
12	7.000		3.000	6.000	1	1	1
13	4.500		4.500	8.700	1	1	1
14	4.500		5.500	8.700	1	1	1
15	5.500		5.500	8.700	1	1	1
16	5.500		4.500	8.700	1	1	1
1	1	2	.46100E-02	.00000E+00			
2	2	3	.46100E-02	.00000E+00			
3	3	4	.46100E-02	.00000E+00			
4	1	4	.46100E-02	.00000E+00			
5	2	5	.22700E-02	.00000E+00			
6	2	6	.46100E-02	.00000E+00			
7	3	6	.22700E-02	.00000E+00			
8	3	7	.46100E-02	.00000E+00			
9	4	7	.22700E-02	.00000E+00			
10	4	8	.46100E-02	.00000E+00			
11	1	8	.22700E-02	.00000E+00			
12	1	5	.46100E-02	.00000E+00			
13	5	6	.46100E-02	.00000E+00			
14	6	7	.46100E-02	.00000E+00			
15	7	8	.46100E-02	.00000E+00			
16	5	8	.46100E-02	.00000E+00			
17	6	9	.22700E-02	.00000E+00			
18	6	10	.46100E-02	.00000E+00			
19	7	10	.22700E-02	.00000E+00			
20	7	11	.46100E-02	.00000E+00			
21	8	11	.22700E-02	.00000E+00			
22	8	12	.46100E-02	.00000E+00			
23	5	12	.22700E-02	.00000E+00			
24	5	9	.46100E-02	.00000E+00			
25	9	10	.46100E-02	.00000E+00			
26	10	11	.46100E-02	.00000E+00			
27	11	12	.46100E-02	.00000E+00			
28	9	12	.46100E-02	.00000E+00			
29	10	13	.22700E-02	.00000E+00			
30	10	14	.46100E-02	.00000E+00			
31	11	14	.22700E-02	.00000E+00			
32	11	15	.46100E-02	.00000E+00			
33	12	15	.22700E-02	.00000E+00			
34	12	16	.46100E-02	.00000E+00			
35	9	16	.22700E-02	.00000E+00			
36	9	13	.46100E-02	.00000E+00			
37	13	14	.46100E-02	.00000E+00			
38	14	15	.46100E-02	.00000E+00			
39	15	16	.46100E-02	.00000E+00			
40	13	16	.46100E-02	.00000E+00			
2							
1	4						
7	.00000E+00	.00000E+00		-.55000E+02			
8	.00000E+00	.00000E+00		-.55000E+02			

13	.25000E+02	.00000E+00	.00000E+00
14	.25000E+02	.00000E+00	.00000E+00
2	4		
9	.40000E+02	.00000E+00	.00000E+00
10	.40000E+02	.00000E+00	.00000E+00
15	.00000E+00	.00000E+00	-.35000E+02
16	.00000E+00	.00000E+00	-.35000E+02

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX9

*** EXAMPLE 9 ***

JOINT AND MEMBER DATA (16 JOINTS 40 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE Z-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	C1	C2	C3
1	.000	.000	.000	0	1	0
2	.000	10.000	.000	1	0	0
3	10.000	10.000	.000	0	1	0
4	10.000	.000	.000	1	0	0
5	1.500	1.500	2.000	1	1	1
6	1.500	8.500	2.000	1	1	1
7	8.500	8.500	2.000	1	1	1
8	8.500	1.500	2.000	1	1	1
9	3.000	3.000	6.000	1	1	1
10	3.000	7.000	6.000	1	1	1
11	7.000	7.000	6.000	1	1	1
12	7.000	3.000	6.000	1	1	1
13	4.500	4.500	8.700	1	1	1
14	4.500	5.500	8.700	1	1	1
15	5.500	5.500	8.700	1	1	1
16	5.500	4.500	8.700	1	1	1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1 TO 2	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+02
2	2 TO 3	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+02
3	3 TO 4	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+02
4	1 TO 4	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+02
5	2 TO 5	.22700E-02	.00000E+00	.88600E+01
6	2 TO 6	.46100E-02	.00000E+00	.29155E+01
7	3 TO 6	.22700E-02	.00000E+00	.88600E+01
8	3 TO 7	.46100E-02	.00000E+00	.29155E+01
9	4 TO 7	.22700E-02	.00000E+00	.88600E+01
10	4 TO 8	.46100E-02	.00000E+00	.29155E+01
11	1 TO 8	.22700E-02	.00000E+00	.88600E+01
12	1 TO 5	.46100E-02	.00000E+00	.29155E+01
13	5 TO 6	.46100E-02	.00000E+00	.70000E+01
14	6 TO 7	.46100E-02	.00000E+00	.70000E+01
15	7 TO 8	.46100E-02	.00000E+00	.70000E+01
16	5 TO 8	.46100E-02	.00000E+00	.70000E+01
17	6 TO 9	.22700E-02	.00000E+00	.69642E+01
18	6 TO 10	.46100E-02	.00000E+00	.45277E+01
19	7 TO 10	.22700E-02	.00000E+00	.69642E+01
20	7 TO 11	.46100E-02	.00000E+00	.45277E+01
21	8 TO 11	.22700E-02	.00000E+00	.69642E+01
22	8 TO 12	.46100E-02	.00000E+00	.45277E+01
23	5 TO 12	.22700E-02	.00000E+00	.69642E+01
24	5 TO 9	.46100E-02	.00000E+00	.45277E+01
25	9 TO 10	.46100E-02	.00000E+00	.40000E+01
26	10 TO 11	.46100E-02	.00000E+00	.40000E+01
27	11 TO 12	.46100E-02	.00000E+00	.40000E+01
28	9 TO 12	.46100E-02	.00000E+00	.40000E+01
29	10 TO 13	.22700E-02	.00000E+00	.39737E+01

30	10	TO	14	.46100E-02	.00000E+00	.34337E+01
31	11	TO	14	.22700E-02	.00000E+00	.39737E+01
32	11	TO	15	.46100E-02	.00000E+00	.34337E+01
33	12	TO	15	.22700E-02	.00000E+00	.39737E+01
34	12	TO	16	.46100E-02	.00000E+00	.34337E+01
35	9	TO	16	.22700E-02	.00000E+00	.39737E+01
36	9	TO	13	.46100E-02	.00000E+00	.34337E+01
37	13	TO	14	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+01
38	14	TO	15	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+01
39	15	TO	16	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+01
40	13	TO	16	.46100E-02	.00000E+00	.10000E+01

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

 THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 4 LOADED JOINTS

L-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE
1	7	.00000E+00	.00000E+00	-.55000E+02
1	8	.00000E+00	.00000E+00	-.55000E+02
1	13	.25000E+02	.00000E+00	.00000E+00
1	14	.25000E+02	.00000E+00	.00000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 4 LOADED JOINTS

L-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE
2	9	.40000E+02	.00000E+00	.00000E+00
2	10	.40000E+02	.00000E+00	.00000E+00
2	15	.00000E+00	.00000E+00	-.35000E+02
2	16	.00000E+00	.00000E+00	-.35000E+02

 *** EXAMPLE 9 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 40
 WIDTH OF THE BAND = 24
 TERMS OF K-MATRIX = 960
 NO. OF LOAD CASES = 2
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.10458E-03	.00000E+00
2	1	.10459E-03	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.53068E-03	.00000E+00
4	1	.53068E-03	.00000E+00	.00000E+00
5	1	-.59169E-03	.30626E-04	.65236E-03
6	1	-.64820E-03	.95508E-04	.72261E-03
7	1	-.96035E-03	.10102E-03	-.15476E-02
8	1	-.57781E-03	.46417E-03	-.16179E-02
9	1	.91449E-03	.11135E-03	.15839E-03
10	1	.66542E-03	.98765E-04	.37461E-03
11	1	.70383E-03	.32202E-03	-.94179E-03
12	1	.87608E-03	.30943E-03	-.11580E-02
13	1	.20112E-02	.50940E-04	-.41732E-03
14	1	.19327E-02	.50940E-04	-.25921E-03
15	1	.19327E-02	.10361E-03	-.38041E-03
16	1	.19854E-02	.10361E-03	-.52418E-03
1	2	.00000E+00	.63913E-04	.00000E+00
2	2	.63913E-04	.00000E+00	.00000E+00

3	2	.00000E+00	.33506E-03	.00000E+00
4	2	.33506E-03	.00000E+00	.00000E+00
5	2	.27427E-03	.10056E-04	-.11503E-03
6	2	.99065E-04	.31361E-04	.49953E-04
7	2	.13457E-03	.54853E-04	-.38349E-03
8	2	.14386E-03	.17106E-03	-.54847E-03
9	2	.12726E-02	-.74878E-04	-.53620E-03
10	2	.93754E-03	-.65086E-04	-.25356E-03
11	2	.93377E-03	.12480E-03	-.18864E-03
12	2	.11372E-02	.10848E-03	-.40931E-03
13	2	.99216E-03	-.13389E-03	-.34762E-03
14	2	.75180E-03	-.13389E-03	-.26388E-03
15	2	.73171E-03	.24875E-04	-.55718E-03
16	2	.99216E-03	.44960E-04	-.58008E-03

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.10125E+02	-.21963E+04
1	2	-.61874E+01	-.13422E+04
2	1	-.10125E+02	-.21963E+04
2	2	-.61874E+01	-.13422E+04
3	1	.51375E+02	.11144E+05
3	2	.32437E+02	.70363E+04
4	1	.51375E+02	.11144E+05
4	2	.32437E+02	.70363E+04
5	1	-.86909E-05	-.38286E-02
5	2	-.20519E-04	-.90391E-02
6	1	.19679E+02	.42688E+04
6	2	.12026E+02	.26087E+04
7	1	.46199E+02	.20352E+05
7	2	-.17404E+01	-.76668E+03
8	1	-.11506E+03	-.24958E+05
8	2	-.62474E+02	-.13552E+05
9	1	-.25698E-04	-.11321E-01
9	2	-.12483E-04	-.54990E-02
10	1	-.99855E+02	-.21660E+05
10	2	-.63047E+02	-.13676E+05
11	1	-.46199E+02	-.20352E+05
11	2	.17404E+01	.76669E+03
12	1	.34881E+02	.75664E+04
12	2	.11453E+02	.24845E+04
13	1	.89731E+01	.19464E+04
13	2	.29464E+01	.63913E+03
14	1	-.43170E+02	-.93643E+04
14	2	.49107E+01	.10652E+04
15	1	-.50223E+02	-.10894E+05
15	2	-.16071E+02	-.34862E+04
16	1	.19196E+01	.41640E+03
16	2	-.18036E+02	-.39123E+04
17	1	.21053E-04	.92744E-02
17	2	-.37291E-05	-.16428E-02
18	1	.27085E+02	.58753E+04
18	2	.88936E+01	.19292E+04
19	1	-.12280E+02	-.54099E+04
19	2	-.36531E+02	-.16093E+05
20	1	-.19101E+02	-.41434E+04
20	2	-.24761E+02	-.53711E+04
21	1	-.60145E-04	-.26495E-01
21	2	-.35717E-05	-.15734E-02
22	1	-.27085E+02	-.58753E+04
22	2	-.48511E+02	-.10523E+05
23	1	.12280E+02	.54099E+04
23	2	.36531E+02	.16093E+05

24	1	.19101E+02	.41434E+04
24	2	-.14857E+02	-.32227E+04
25	1	-.30469E+01	-.66092E+03
25	2	.23698E+01	.51406E+03
26	1	.92968E+01	.20166E+04
26	2	-.91153E+00	-.19773E+03
27	1	.30469E+01	.66093E+03
27	2	.39496E+01	.85676E+03
28	1	-.92967E+01	-.20166E+04
28	2	-.32769E+02	-.71082E+04
29	1	.72589E-05	.31978E-02
29	2	.20317E-04	.89502E-02
30	1	.21460E+02	.46552E+04
30	2	-.16691E+02	-.36207E+04
31	1	-.24835E+02	-.10941E+05
31	2	.19316E+02	.85094E+04
32	1	.16627E-04	.36068E-02
32	2	-.44510E+02	-.96552E+04
33	1	-.31694E-05	-.13962E-02
33	2	-.36406E-06	-.16038E-03
34	1	-.21460E+02	-.46551E+04
34	2	-.27819E+02	-.60345E+04
35	1	.24835E+02	.10941E+05
35	2	-.19317E+02	-.85095E+04
36	1	-.96050E-05	-.20835E-02
36	2	-.36360E-04	-.78873E-02
37	1	-.52018E-05	-.11284E-02
37	2	-.73254E-05	-.15890E-02
38	1	-.20209E-03	-.43836E-01
38	2	-.19445E+02	-.42179E+04
39	1	.21197E-04	.45980E-02
39	2	-.19444E+02	-.42179E+04
40	1	-.25000E+02	-.54230E+04
40	2	-.96298E-04	-.20889E-01

JOINT L-SET RES.X-FORCE RES.Y-FORCE RES.Z-FORCE

1	1	-.25000E+02	.57220E-05	-.13500E+02
2	1	.12398E-04	.42915E-04	-.13500E+02
3	1	-.25000E+02	.38147E-05	.68500E+02
4	1	.26703E-04	.38147E-05	.68500E+02
5	1	.14782E-04	-.23842E-05	-.32425E-04
6	1	.34332E-04	.85831E-05	-.61035E-04
7	1	-.28610E-05	-.32425E-04	-.55000E+02
8	1	-.41008E-04	.46730E-04	-.55000E+02
9	1	-.65422E-04	-.12970E-04	.17089E-04
10	1	-.12398E-04	.28610E-05	.19073E-04
11	1	-.79521E-04	-.17532E-04	-.22611E-04
12	1	.57220E-05	-.57220E-04	-.26703E-04
13	1	.25000E+02	-.35611E-05	-.26205E-05
14	1	.25000E+02	-.13871E-05	-.76294E-05
15	1	-.20815E-03	.11939E-04	.10921E-04
16	1	-.36812E-03	-.21585E-06	.36240E-04
1	2	-.40000E+02	-.14305E-05	-.82499E+01
2	2	.95367E-06	.27180E-04	-.82499E+01
3	2	-.40000E+02	.00000E+00	.43250E+02
4	2	.00000E+00	-.38147E-05	.43250E+02
5	2	-.19073E-05	.00000E+00	.19073E-05
6	2	-.64373E-05	.14305E-05	-.12875E-04
7	2	-.11444E-04	-.95367E-05	.28610E-04
8	2	.00000E+00	-.38147E-05	.15259E-04

9	2	.40000E+02	.58705E-05	.40989E-04
10	2	.40000E+02	.28610E-04	.13351E-04
11	2	-.62943E-04	-.11444E-04	.76294E-05
12	2	-.56267E-04	-.10490E-04	-.20981E-04
13	2	.88083E-04	-.21341E-04	-.14787E-04
14	2	.14496E-03	-.68486E-05	-.95367E-06
15	2	-.17929E-03	.38147E-05	-.35000E+02
16	2	-.19453E-03	.00000E+00	-.35000E+02

*** EXAMPLE 9 ***

 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION
 LOAD CASE 1 * 1.000
 LOAD CASE 2 * 1.000

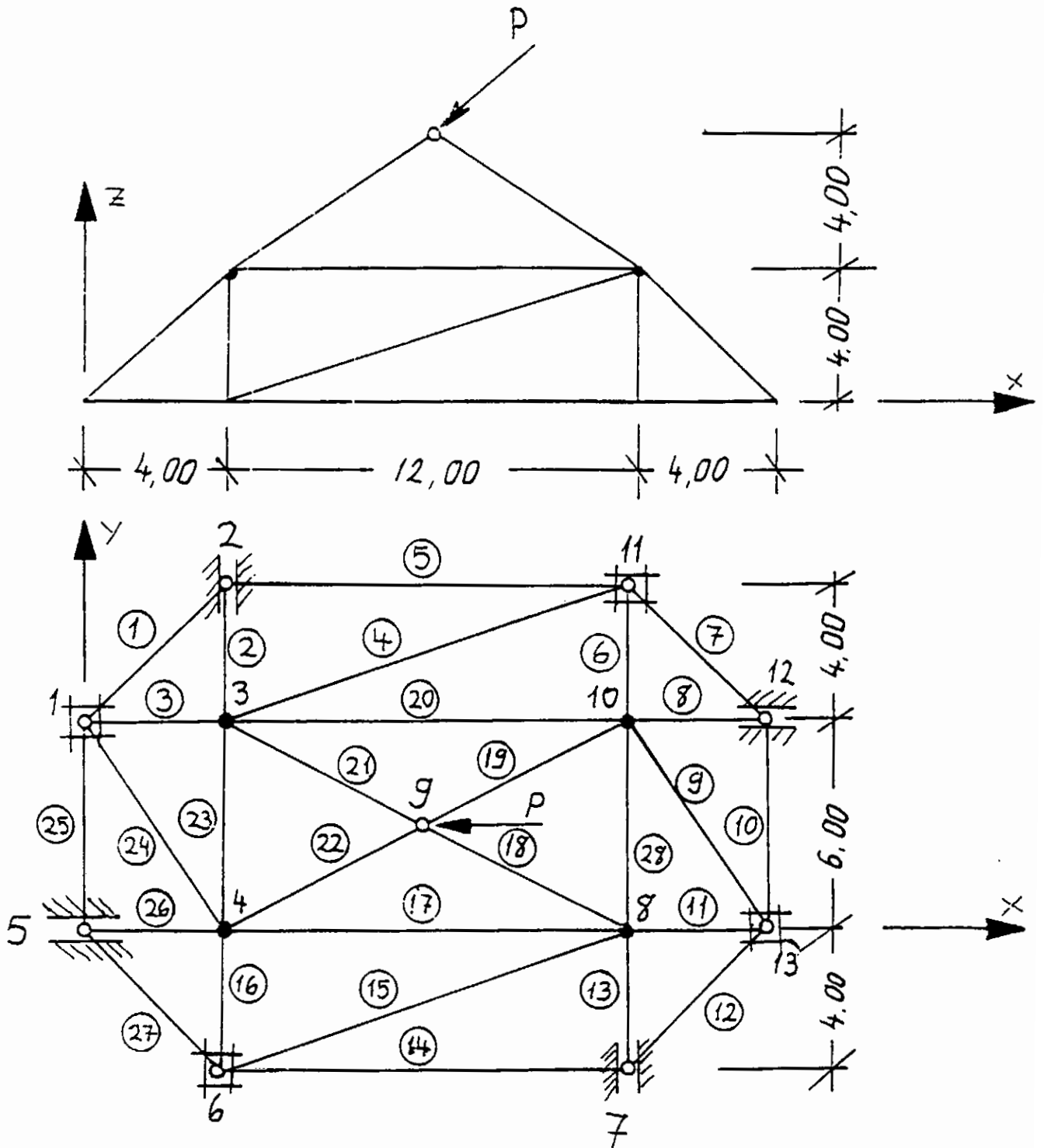
JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	.00000E+00	.16850E-03	.00000E+00
2	.16850E-03	.00000E+00	.00000E+00
3	.00000E+00	.86574E-03	.00000E+00
4	.86574E-03	.00000E+00	.00000E+00
5	-.31742E-03	.40683E-04	.53733E-03
6	-.54914E-03	.12687E-03	.77257E-03
7	-.82577E-03	.15587E-03	-.19311E-02
8	-.43395E-03	.63523E-03	-.21663E-02
9	.21871E-02	.36476E-04	-.37781E-03
10	.16030E-02	.33679E-04	.12105E-03
11	.16376E-02	.44681E-03	-.11304E-02
12	.20133E-02	.41790E-03	-.15673E-02
13	.30034E-02	-.82952E-04	-.76494E-03
14	.26845E-02	-.82952E-04	-.52309E-03
15	.26644E-02	.12848E-03	-.93759E-03
16	.29775E-02	.14857E-03	-.11043E-02

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.16312E+02	-.35384E+04
2	-.16312E+02	-.35385E+04
3	.83812E+02	.18181E+05
4	.83812E+02	.18181E+05
5	-.29210E-04	-.12868E-01
6	.31705E+02	.68775E+04
7	.44458E+02	.19585E+05
8	-.17753E+03	-.38510E+05
9	-.38181E-04	-.16820E-01
10	-.16290E+03	-.35337E+05
11	-.44458E+02	-.19585E+05
12	.46335E+02	.10051E+05
13	.11920E+02	.25856E+04
14	-.38259E+02	-.82991E+04
15	-.66294E+02	-.14381E+05
16	-.16116E+02	-.34959E+04
17	.17324E-04	.76316E-02
18	.35979E+02	.78045E+04
19	-.48811E+02	-.21503E+05
20	-.43862E+02	-.95145E+04
21	-.63716E-04	-.28069E-01
22	-.75596E+02	-.16398E+05
23	.48811E+02	.21503E+05
24	.42445E+01	.92072E+03
25	-.67703E+00	-.14686E+03
26	.83852E+01	.18189E+04
27	.69965E+01	.15177E+04
28	-.42066E+02	-.91249E+04
29	.27576E-04	.12148E-01

30	.47689E+01	.10345E+04
31	-.55189E+01	-.24312E+04
32	-.44510E+02	-.96552E+04
33	-.35335E-05	-.15566E-02
34	-.49279E+02	-.10690E+05
35	.55187E+01	.24312E+04
36	-.45965E-04	-.99708E-02
37	-.12527E-04	-.27174E-02
38	-.19445E+02	-.42180E+04
39	-.19444E+02	-.42179E+04
40	-.25000E+02	-.54231E+04

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX9.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX9
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 10"



Στο σχήμα φαίνεται η δικτυωτή κατασκευή, τύπου τρούλου του Zimmermann, με τις διαστάσεις της σε κάτοψη και όψη. Όλα τα μέλη έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,005 \text{ m}^2$.

Για το υλικό λαμβάνεται το μέτρο ελαστικότητας $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$.

Όλες οι δεσμεύσεις δηλαδή των κόμβων 1, 2, 5, 6, 7, 11, 12, 13 απαγορεύουν την μετακίνηση κατά z .

Στους κόμβους 1, 6, 11, 13 επιτρέπεται η μετακίνηση κατά τους άξονες x και y .

Οι δεσμεύσεις των κόμβων 2, 7 απαγορεύουν την μετακίνηση κατά τον άξονα του x .

Οι δεσμεύσεις των κόμβων 5, 12 απαγορεύουν την μετακίνηση κατά τον άξονα y .

Ζητείται η επίλυση του παρόντος χωροδικτυώματος για φόρτιση του κόμβου 9 με την εικονιζόμενη δύναμη $P = 300 \text{ KN}$ (που αναλύεται σε $F_x = - 212,13 \text{ KN}$ και $F_z = - 212,13 \text{ KN}$).

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX10 και EX10.OUT.

*** EXAMPLE 10 ***

13	28	.00000E+00	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	6.000	.000	1	1	0
2		4.000	10.000	.000	0	1	0
3		4.000	6.000	4.000	1	1	1
4		4.000	.000	4.000	1	1	1
5		.000	.000	.000	1	0	0
6		4.000	-4.000	.000	1	1	0
7		16.000	-4.000	.000	0	1	0
8		16.000	.000	4.000	1	1	1
9		10.000	3.000	8.000	1	1	1
10		16.000	6.000	4.000	1	1	1
11		16.000	10.000	.000	1	1	0
12		20.000	6.000	.000	1	0	0
13		20.000	.000	.000	1	1	0

1	1	2	.50000E-02	.00000E+00
2	2	3	.50000E-02	.00000E+00
3	1	3	.50000E-02	.00000E+00
4	3	11	.50000E-02	.00000E+00
5	2	11	.50000E-02	.00000E+00
6	10	11	.50000E-02	.00000E+00
7	11	12	.50000E-02	.00000E+00
8	10	12	.50000E-02	.00000E+00
9	10	13	.50000E-02	.00000E+00
10	12	13	.50000E-02	.00000E+00
11	8	13	.50000E-02	.00000E+00
12	7	13	.50000E-02	.00000E+00
13	7	8	.50000E-02	.00000E+00
14	6	7	.50000E-02	.00000E+00
15	6	8	.50000E-02	.00000E+00
16	4	6	.50000E-02	.00000E+00
17	4	8	.50000E-02	.00000E+00
18	8	9	.50000E-02	.00000E+00
19	9	10	.50000E-02	.00000E+00
20	3	10	.50000E-02	.00000E+00
21	3	9	.50000E-02	.00000E+00
22	4	9	.50000E-02	.00000E+00
23	3	4	.50000E-02	.00000E+00
24	1	4	.50000E-02	.00000E+00
25	1	5	.50000E-02	.00000E+00
26	4	5	.50000E-02	.00000E+00
27	5	6	.50000E-02	.00000E+00
28	8	10	.50000E-02	.00000E+00

1

1	1			
9		-.21213E+03	.00000E+00	-.21213E+03

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX10

*** EXAMPLE 10 ***

JOINT AND MEMBER DATA (13 JOINTS 28 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE Z-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	6.000	.000	1 1 0
2	4.000	10.000	.000	0 1 0
3	4.000	6.000	4.000	1 1 1
4	4.000	.000	4.000	1 1 1
5	.000	.000	.000	1 0 0
6	4.000	-4.000	.000	1 1 0
7	16.000	-4.000	.000	0 1 0
8	16.000	.000	4.000	1 1 1
9	10.000	3.000	8.000	1 1 1
10	16.000	6.000	4.000	1 1 1
11	16.000	10.000	.000	1 1 0
12	20.000	6.000	.000	1 0 0
13	20.000	.000	.000	1 1 0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	1 TO 2	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
2	2 TO 3	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
3	1 TO 3	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
4	3 TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.13266E+02
5	2 TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.12000E+02
6	10 TO 11	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
7	11 TO 12	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
8	10 TO 12	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
9	10 TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.82462E+01
10	12 TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
11	8 TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
12	7 TO 13	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
13	7 TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
14	6 TO 7	.50000E-02	.00000E+00	.12000E+02
15	6 TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.13266E+02
16	4 TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
17	4 TO 8	.50000E-02	.00000E+00	.12000E+02
18	8 TO 9	.50000E-02	.00000E+00	.78102E+01
19	9 TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.78102E+01
20	3 TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.12000E+02
21	3 TO 9	.50000E-02	.00000E+00	.78102E+01
22	4 TO 9	.50000E-02	.00000E+00	.78102E+01
23	3 TO 4	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
24	1 TO 4	.50000E-02	.00000E+00	.82462E+01
25	1 TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01
26	4 TO 5	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
27	5 TO 6	.50000E-02	.00000E+00	.56569E+01
28	8 TO 10	.50000E-02	.00000E+00	.60000E+01

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS
L-SET JOINT X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE
1 9 -.21213E+03 .00000E+00 -.21213E+03

*** EXAMPLE 10 ***

DEGREE OF FREEDOM = 27
WIDTH OF THE BAND = 27
TERMS OF K-MATRIX = 729
NO. OF LOAD CASES = 1
TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

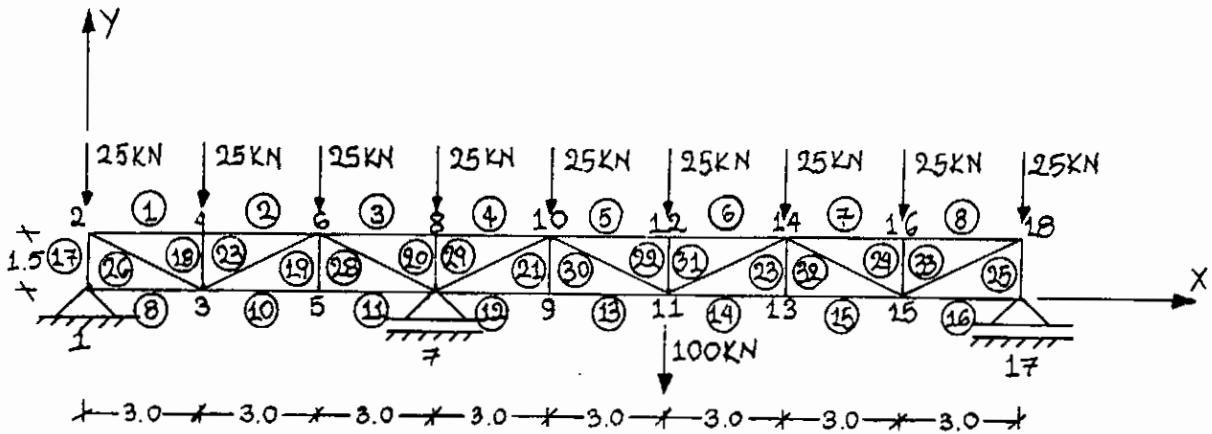
JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	-.13596E-02	.33998E-03	.00000E+00
2	1	.00000E+00	-.40596E-03	.00000E+00
3	1	-.16863E-02	-.60991E-04	-.26871E-03
4	1	-.23229E-02	-.24503E-03	.29201E-04
5	1	-.17646E-02	.00000E+00	.00000E+00
6	1	-.10874E-02	.14799E-03	.00000E+00
7	1	.00000E+00	-.84346E-03	.00000E+00
8	1	-.14538E-02	-.17220E-03	-.71351E-03
9	1	-.22553E-02	-.44677E-03	-.23193E-02
10	1	-.14232E-02	-.19019E-03	-.48572E-03
11	1	-.73084E-03	.12219E-03	.00000E+00
12	1	-.89528E-03	.00000E+00	.00000E+00
13	1	-.76426E-03	-.36942E-04	.00000E+00

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	.80545E+02	.16109E+05
2	1	-.80545E+02	-.16109E+05
3	1	-.78147E+02	-.15629E+05
4	1	.66363E+02	.13273E+05
5	1	-.63949E+02	-.12790E+05
6	1	-.22752E+02	-.45503E+04
7	1	-.55455E+01	-.11091E+04
8	1	.55456E+01	.11091E+04
9	1	-.34958E+01	-.69915E+03
10	1	.64648E+01	.12930E+04
11	1	-.31474E+01	-.62949E+03
12	1	.55455E+01	.11091E+04
13	1	-.55456E+01	-.11091E+04
14	1	.95149E+02	.19030E+05
15	1	-.50897E+02	-.10179E+05
16	1	-.47751E+02	-.95503E+04
17	1	.76051E+02	.15210E+05
18	1	-.41966E+02	-.83932E+04
19	1	-.27067E+02	-.54134E+04
20	1	.23019E+02	.46038E+04
21	1	-.18003E+03	-.36006E+05
22	1	-.16513E+03	-.33027E+05
23	1	.32207E+02	.64415E+04
24	1	-.34958E+01	-.69915E+03
25	1	.59497E+02	.11899E+05
26	1	-.69454E+02	-.13891E+05
27	1	.69454E+02	.13891E+05
28	1	-.31476E+01	-.62953E+03

JOINT	L-SET	RES.X-FORCE	RES.Y-FORCE	RES.Z-FORCE
1	1	-.52810E-04	-.22888E-04	.56954E+02
2	1	.12090E+03	.19073E-04	.56954E+02
3	1	.45776E-04	.00000E+00	.38147E-04
4	1	.10681E-03	.28610E-05	.57220E-04
5	1	-.11444E-04	-.10386E+02	.49111E+02
6	1	-.30518E-04	.76294E-05	.49111E+02
7	1	.91228E+02	.83447E-05	.39213E+01
8	1	-.53406E-04	.11444E-04	-.19073E-05
9	1	-.21213E+03	.76294E-05	-.21213E+03
10	1	.17166E-04	-.20027E-04	-.38147E-05
11	1	.11921E-05	.14067E-04	-.39213E+01
12	1	.15497E-04	.10386E+02	-.39213E+01
13	1	.23365E-04	-.95367E-05	.39213E+01

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX10.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX10
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 11^ο



Στο παρόν παράδειγμα θα επιλυθεί ένα επίπεδο δικτύωμα με το πρόγραμμα επίλυσης των χωρικών δικτυωμάτων.

Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο δικτύωμα με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το υλικό του δικτυώματος λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$. Τα μέλη του άνω πέλματος έχουν εμβαδόν διατομής $A = 61,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Τα μέλη του κάτω πέλματος έχουν εμβαδόν διατομής $A = 40,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Οι ορθοστάτες έχουν εμβαδόν διατομής $A = 9,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Τα διαγώνια μέλη έχουν εμβαδόν διατομής $A = 15,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Ζητείται η επίλυση του χωροδικτυώματος για τις παρακάτω περιπτώσεις φόρτισης:

α) Φόρτιση του άνω πέλματος όπως στο σχήμα, δηλαδή με συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία 25 KN έκαστον.

β) Ανάρτηση φορτίου 100 KN από τον κόμβο 11 του κάτω πέλματος.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX11 και EX11.OUT.

*** EXAMPLE 11 ***

18	33	.00000E+00	.12000E-04	.21000E+09			
1		.000	.000	.000	0	0	0
2		.000	1.500	.000	1	1	0
3		3.000	.000	.000	1	1	0
4		3.000	1.500	.000	1	1	0
5		6.000	.000	.000	1	1	0
6		6.000	1.500	.000	1	1	0
7		9.000	.000	.000	1	0	0
8		9.000	1.500	.000	1	1	0
9		12.000	.000	.000	1	1	0
10		12.000	1.500	.000	1	1	0
11		15.000	.000	.000	1	1	0
12		15.000	1.500	.000	1	1	0
13		18.000	.000	.000	1	1	0
14		18.000	1.500	.000	1	1	0
15		21.000	.000	.000	1	1	0
16		21.000	1.500	.000	1	1	0
17		24.000	.000	.000	1	0	0
18		24.000	1.500	.000	1	1	0
1	2	4	.61900E-02	.00000E+00			
2	4	6	.61900E-02	.00000E+00			
3	6	8	.61900E-02	.00000E+00			
4	8	10	.61900E-02	.00000E+00			
5	10	12	.61900E-02	.00000E+00			
6	12	14	.61900E-02	.00000E+00			
7	14	16	.61900E-02	.00000E+00			
8	16	18	.61900E-02	.00000E+00			
9	1	3	.40300E-02	.00000E+00			
10	3	5	.40300E-02	.00000E+00			
11	5	7	.40300E-02	.00000E+00			
12	7	9	.40300E-02	.00000E+00			
13	9	11	.40300E-02	.00000E+00			
14	11	13	.40300E-02	.00000E+00			
15	13	15	.40300E-02	.00000E+00			
16	15	17	.40300E-02	.00000E+00			
17	1	2	.93500E-03	.00000E+00			
18	3	4	.93500E-03	.00000E+00			
19	5	6	.93500E-03	.00000E+00			
20	7	8	.93500E-03	.00000E+00			
21	9	10	.93500E-03	.00000E+00			
22	11	12	.93500E-03	.00000E+00			
23	13	14	.93500E-03	.00000E+00			
24	15	16	.93500E-03	.00000E+00			
25	17	18	.93500E-03	.00000E+00			
26	2	3	.15500E-02	.00000E+00			
27	3	6	.15500E-02	.00000E+00			
28	6	7	.15500E-02	.00000E+00			
29	7	10	.15500E-02	.00000E+00			
30	10	11	.15500E-02	.00000E+00			
31	11	14	.15500E-02	.00000E+00			
32	14	15	.15500E-02	.00000E+00			
33	15	18	.15500E-02	.00000E+00			
2							
1	9						
2	0	-25	0	0	0	0	
4	0	-25	0	0	0	0	
6	0	-25	0	0	0	0	
8	0	-25	0	0	0	0	
10	0	-25	0	0	0	0	
12	0	-25	0	0	0	0	
14	0	-25	0	0	0	0	

16	0	-25	0	0	0	0
18	0	-25	0	0	0	0
2	1					
11	0	-100	0	0	0	0

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX11

*** EXAMPLE 11 ***

JOINT AND MEMBER DATA (18 JOINTS 33 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE Z-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	.000	0 0 0
2	.000	1.500	.000	1 1 0
3	3.000	.000	.000	1 1 0
4	3.000	1.500	.000	1 1 0
5	6.000	.000	.000	1 1 0
6	6.000	1.500	.000	1 1 0
7	9.000	.000	.000	1 0 0
8	9.000	1.500	.000	1 1 0
9	12.000	.000	.000	1 1 0
10	12.000	1.500	.000	1 1 0
11	15.000	.000	.000	1 1 0
12	15.000	1.500	.000	1 1 0
13	18.000	.000	.000	1 1 0
14	18.000	1.500	.000	1 1 0
15	21.000	.000	.000	1 1 0
16	21.000	1.500	.000	1 1 0
17	24.000	.000	.000	1 0 0
18	24.000	1.500	.000	1 1 0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	OVERSIZE	LENGTH
1	2 TO 4	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
2	4 TO 6	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
3	6 TO 8	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
4	8 TO 10	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
5	10 TO 12	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
6	12 TO 14	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
7	14 TO 16	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
8	16 TO 18	.61900E-02	.00000E+00	.30000E+01
9	1 TO 3	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
10	3 TO 5	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
11	5 TO 7	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
12	7 TO 9	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
13	9 TO 11	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
14	11 TO 13	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
15	13 TO 15	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
16	15 TO 17	.40300E-02	.00000E+00	.30000E+01
17	1 TO 2	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
18	3 TO 4	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
19	5 TO 6	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
20	7 TO 8	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
21	9 TO 10	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
22	11 TO 12	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
23	13 TO 14	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
24	15 TO 16	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
25	17 TO 18	.93500E-03	.00000E+00	.15000E+01
26	2 TO 3	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01
27	3 TO 6	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01

28	6	TO	7	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01
29	7	TO	10	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01
30	10	TO	11	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01
31	11	TO	14	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01
32	14	TO	15	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01
33	15	TO	18	.15500E-02	.00000E+00	.33541E+01

TEMPERATURE RISE = .00000E+00
 COEFF.OF EXPANSION = .12000E-04
 ELASTIC MODULUS = .21000E+09

 THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED JOINTS

L-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE
1	2	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	4	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	6	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	8	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	10	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	12	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	14	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	16	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
1	18	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE
2	11	.00000E+00	-.10000E+03	.00000E+00

 *** EXAMPLE 11 ***

 DEGREE OF FREEDOM = 32
 WIDTH OF THE BAND = 12
 TERMS OF K-MATRIX = 384
 NO. OF LOAD CASES = 2
 TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS ARE INCLUDED
 IN FIRST LOAD-SET RESULTS ONLY

JOINT	L-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.36885E-03	-.27467E-03	.00000E+00
3	1	.68969E-09	-.15768E-02	.00000E+00
4	1	.31829E-03	-.17678E-02	.00000E+00
5	1	-.21907E-04	-.13886E-02	.00000E+00
6	1	.26772E-03	-.13886E-02	.00000E+00
7	1	-.43815E-04	.00000E+00	.00000E+00
8	1	.46221E-03	-.19099E-03	.00000E+00
9	1	.71690E-04	-.44113E-02	.00000E+00
10	1	.65670E-03	-.44113E-02	.00000E+00
11	1	.18719E-03	-.70726E-02	.00000E+00
12	1	.42721E-03	-.72636E-02	.00000E+00
13	1	.59943E-03	-.75278E-02	.00000E+00
14	1	.19771E-03	-.75278E-02	.00000E+00
15	1	.10117E-02	-.50460E-02	.00000E+00
16	1	.58239E-05	-.52370E-02	.00000E+00
17	1	.10117E-02	.00000E+00	.00000E+00
18	1	-.18607E-03	-.50858E-03	.00000E+00
1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.15792E-03	.10557E-03	.00000E+00
3	2	.32726E-09	.50175E-03	.00000E+00

4	2	.22171E-03	.50175E-03	.00000E+00
5	2	-.19595E-03	.64278E-03	.00000E+00
6	2	.28549E-03	.64278E-03	.00000E+00
7	2	-.39190E-03	.00000E+00	.00000E+00
8	2	.47686E-03	.00000E+00	.00000E+00
9	2	-.20166E-03	-.56388E-02	.00000E+00
10	2	.66822E-03	-.56388E-02	.00000E+00
11	2	-.11423E-04	-.10517E-01	.00000E+00
12	2	.22914E-03	-.10517E-01	.00000E+00
13	2	.43818E-03	-.84860E-02	.00000E+00
14	2	-.20993E-03	-.84860E-02	.00000E+00
15	2	.88779E-03	-.46568E-02	.00000E+00
16	2	-.35629E-03	-.46568E-02	.00000E+00
17	2	.88779E-03	.00000E+00	.00000E+00
18	2	-.50265E-03	-.24224E-03	.00000E+00

MEMBER	L-SET	AX-TENSION	AX-STRESS
1	1	-.21910E+02	-.35395E+04
1	2	.27639E+02	.44651E+04
2	1	-.21910E+02	-.35395E+04
2	2	.27639E+02	.44651E+04
3	1	.84271E+02	.13614E+05
3	2	.82917E+02	.13395E+05
4	1	.84271E+02	.13614E+05
4	2	.82917E+02	.13395E+05
5	1	-.99438E+02	-.16064E+05
5	2	-.19025E+03	-.30735E+05
6	1	-.99438E+02	-.16064E+05
6	2	-.19025E+03	-.30735E+05
7	1	-.83146E+02	-.13432E+05
7	2	-.63417E+02	-.10245E+05
8	1	-.83146E+02	-.13432E+05
8	2	-.63417E+02	-.10245E+05
9	1	.19456E-03	.48278E-01
9	2	.92321E-04	.22908E-01
10	1	-.61803E+01	-.15336E+04
10	2	-.55278E+02	-.13717E+05
11	1	-.61803E+01	-.15336E+04
11	2	-.55278E+02	-.13717E+05
12	1	.32584E+02	.80854E+04
12	2	.53667E+02	.13317E+05
13	1	.32584E+02	.80854E+04
13	2	.53667E+02	.13317E+05
14	1	.11629E+03	.28857E+05
14	2	.12683E+03	.31473E+05
15	1	.11629E+03	.28857E+05
15	2	.12683E+03	.31473E+05
16	1	.14621E-04	.36280E-02
16	2	-.26022E-04	-.64570E-02
17	1	-.35955E+02	-.38454E+05
17	2	.13820E+02	.14780E+05
18	1	-.25000E+02	-.26738E+05
18	2	.22941E-05	.24536E-02
19	1	-.38655E-05	-.41342E-02
19	2	-.80094E-06	-.85662E-03
20	1	-.25000E+02	-.26738E+05
20	2	.00000E+00	.00000E+00
21	1	.21050E-04	.22513E-01
21	2	.26105E-04	.27920E-01
22	1	-.25000E+02	-.26738E+05
22	2	-.96153E-04	-.10284E+00
23	1	-.16715E-04	-.17877E-01

23	2	-.11075E-04	-.11845E-01
24	1	-.25000E+02	-.26738E+05
24	2	.74189E-05	.79347E-02
25	1	-.66573E+02	-.71201E+05
25	2	-.31709E+02	-.33913E+05
26	1	.24496E+02	.15804E+05
26	2	-.30901E+02	-.19936E+05
27	1	.31406E+02	.20262E+05
27	2	.30901E+02	.19936E+05
28	1	-.87308E+02	-.56328E+05
28	2	-.30901E+02	-.19936E+05
29	1	-.13065E+03	-.84289E+05
29	2	-.15271E+03	-.98520E+05
30	1	.74746E+02	.48223E+05
30	2	.15271E+03	.98520E+05
31	1	-.18844E+02	-.12157E+05
31	2	.70902E+02	.45743E+05
32	1	-.37059E+02	-.23909E+05
32	2	-.70902E+02	-.45743E+05
33	1	.92961E+02	.59975E+05
33	2	.70903E+02	.45744E+05

JOINT L-SET RES.X-FORCE RES.Y-FORCE RES.Z-FORCE

1	1	-.19456E-03	.35955E+02	.00000E+00
2	1	-.38147E-05	-.25000E+02	.00000E+00
3	1	.00000E+00	-.20027E-04	.00000E+00
4	1	.95367E-05	-.25000E+02	.00000E+00
5	1	.95367E-06	.38655E-05	.00000E+00
6	1	.00000E+00	-.25000E+02	.00000E+00
7	1	.00000E+00	.12247E+03	.00000E+00
8	1	.38147E-04	-.25000E+02	.00000E+00
9	1	-.38147E-05	-.21050E-04	.00000E+00
10	1	.38147E-04	-.25000E+02	.00000E+00
11	1	.19073E-05	-.13447E-03	.00000E+00
12	1	.76294E-05	-.25000E+02	.00000E+00
13	1	.76294E-05	.16715E-04	.00000E+00
14	1	.34332E-04	-.25000E+02	.00000E+00
15	1	.45776E-04	-.11063E-03	.00000E+00
16	1	-.15259E-04	-.25000E+02	.00000E+00
17	1	.14621E-04	.66573E+02	.00000E+00
18	1	.22888E-04	-.25000E+02	.00000E+00

1	2	-.92321E-04	-.13820E+02	.00000E+00
2	2	-.57220E-05	.19073E-05	.00000E+00
3	2	.38147E-05	.19073E-05	.00000E+00
4	2	-.11444E-04	.22941E-05	.00000E+00
5	2	-.11444E-04	.80094E-06	.00000E+00
6	2	.26703E-04	.16212E-04	.00000E+00
7	2	-.15259E-04	.82112E+02	.00000E+00
8	2	.76294E-05	.00000E+00	.00000E+00
9	2	-.11444E-04	-.26105E-04	.00000E+00
10	2	.10681E-03	-.15259E-04	.00000E+00
11	2	-.19073E-04	-.10000E+03	.00000E+00
12	2	.15259E-04	-.96153E-04	.00000E+00
13	2	.76294E-05	.11075E-04	.00000E+00
14	2	-.53406E-04	-.22507E-03	.00000E+00
15	2	.11063E-03	-.97275E-04	.00000E+00
16	2	-.26703E-04	.74189E-05	.00000E+00
17	2	-.26022E-04	.31709E+02	.00000E+00
18	2	.15259E-04	.95367E-05	.00000E+00

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX11.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX11
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

4. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ

4.1 Το μέλος του χωρικού πλαισίου - Γενικά [Βιβλιογραφία: Κοντονή, 1995]

Στο χωρικό πλαίσιο κάθε κόμβος έχει έξι βαθμούς ελευθερίας. Οι έξι αυτοί βαθμοί ελευθερίας αντιπροσωπεύουν κατά σειρά τις τρεις μετακινήσεις του κόμβου κατά τους άξονες x , y , z ενός γενικού δεξιοστροφού συστήματος συντεταγμένων, που εκλέχθηκε τυχαία για την ανάλυση της κατασκευής και τις τρεις στροφές κατά τους άξονες x , y , z του ίδιου συστήματος συντεταγμένων. Κατά συνέπεια στον κάθε κόμβο μπορούν να δρουν έξι εντατικά μεγέθη, που κατά σειρά είναι τρεις δυνάμεις και τρεις ροπές κατά τους άξονες x , y , z αντιστοίχως του γενικού συστήματος συντεταγμένων. Οι ροπές που ενεργούν στον κόμβο και οι στροφές του κόμβου, συμβολίζονται με τον τρόπο των διπλών διανυσμάτων. (Σύμφωνα με τον τρόπο αυτόν π.χ. η ροπή, παρίσταται με ένα διπλό διάνυσμα κάθετο στο επίπεδο της και με διεύθυνση συμπίπτουσα με την διεύθυνση στην οποία θα προχωρούσε δεξιόστροφος κοχλίας αν στραφεί κατά την διεύθυνση της ροπής). Τα έξι εντατικά και τα έξι μετακινησιακά μεγέθη του κόμβου είναι θετικά, αν οι διευθύνσεις τους ταυτίζονται με τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων.

Το κάθε μέλος ενός χωρικού πλαισίου συνδέει δύο κόμβους. Το μέλος μεταφέρει έξι εσωτερικά εντατικά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η αξονική δύναμη, οι τέσσερες καμπτικές ροπές (ανά δύο σε κάθε άκρο) και η στρεπτική ροπή. Επίσης κάθε μέλος μεταφέρει έξι εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η αξονική παραμόρφωση του μέλους (επιμήκυνση ή βράχυνση), που οφείλεται στην αξονική δύναμη, οι τέσσερες στροφές στα άκρα του μέλους (ανά δύο στο κάθε άκρο), που οφείλονται στις καμπτικές ροπές και η γωνία στρέψεως του μέλους, που οφείλεται στην στρεπτική ροπή. Η προσήμανση των έξι εσωτερικών εντατικών μεγεθών και των έξι παραμορφωσιακών μεγεθών δεν γίνεται ως προς το γενικό σύστημα συντεταγμένων, αλλά ως προς ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων, που είναι διαφορετικό για κάθε μέλος. Ο προσδιορισμός αυτού του τοπικού συστήματος συντεταγμένων θα γίνει στην συνέχεια.

4.2 Το διάνυσμα της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Εστω ότι το μέλος AB συνδέει τους κόμβους A και B. Στον κόμβο A μπορούν να δρουν οι τρεις δυνάμεις F_{AX} , F_{AY} , M_{AZ} και οι τρεις ροπές M_{AX} , M_{AY} , M_{AZ} . Στον κόμβο B μπορούν να δρουν οι τρεις δυνάμεις F_{BX} , F_{BY} , F_{BZ} , και οι τρεις ροπές M_{BX} , M_{BY} , M_{BZ} . Οι ροπές συμβολίζονται με τον τρόπο των διπλών διανυσμάτων. Όλα τα παραπάνω μεγέθη θεωρούνται θετικά αν έχουν διευθύνσεις που συμπίπτουν με τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων. Τα δώδεκα μεγέθη F_{AX} , F_{AY} , F_{AZ} , M_{AX} , M_{AY} , M_{AZ} , F_{BX} , F_{BY} , F_{BZ} , M_{BX} , M_{BY} , M_{BZ} συνιστούν το διάνυσμα $\{W\}$ της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους.

$$\{W\} = \begin{bmatrix} F_{AX} \\ F_{AY} \\ F_{AZ} \\ M_{AX} \\ M_{AY} \\ M_{AZ} \\ F_{BX} \\ F_{BY} \\ F_{BZ} \\ M_{BX} \\ M_{BY} \\ M_{BZ} \end{bmatrix}$$

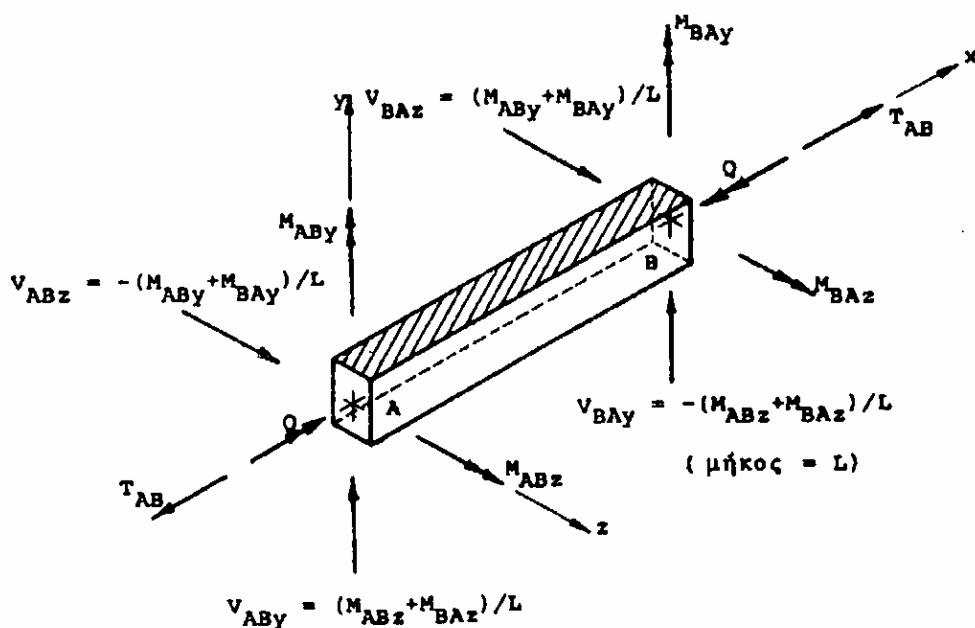
4.3 Το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Στο σχήμα 4.1 φαίνεται ότι στην διατομή A ενός μέλους AB έχουμε 6 συνισταμένες τάσεων: μία αξονική δύναμη T , δύο τέμνουσες δυνάμεις V_{ABY} και V_{ABZ} , δύο καμπτικές ροπές M_{ABY} και M_{ABZ} και μία στρεπτική ροπή. Αντίστοιχα

στην διατομή B έχουμε άλλες 6 συνισταμένες τάσεων. Αλλά λόγω των εξισώσεων ισορροπίας του μέλους AB μπορούμε να εργασθούμε όχι με 12 εσωτερικά εντατικά μεγέθη για κάθε μέλος αλλά μόνον με 6.

Ετσι, στο χωρικό πλαίσιο κάθε μέλος μεταφέρει έξι εσωτερικά εντατικά μεγέθη, που είναι κατά σειρά η αξονική δύναμη, οι τέσσερες καμπτικές ροπές στα άκρα του μέλους (ανά δύο στο κάθε άκρο) και η στρεπτική ροπή. Προφανώς για τα μεγέθη αυτά θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα τοπικό δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων με τους άξονες y και z να συμπίπτουν με τους κύριους αδρανειακούς άξονες της διατομής του μέλους. Ο άξονας x αυτού του τοπικού συστήματος συντεταγμένων ταυτίζεται με τον κεντροβαρικό άξονα του μέλους. (Υποτίθεται ότι κάθε μέλος έχει ομοιόμορφη διατομή από το ένα άκρο μέχρι το άλλο). Η θετική διεύθυνση του τοπικού άξονα x ταυτίζεται με την διεύθυνση από το πρώτο άκρο του μέλους προς το δεύτερο.

Τα εσωτερικά εντατικά μεγέθη του μέλους AB με τις θετικές τους διευθύνσεις, καθώς και το τοπικό σύστημα συντεταγμένων φαίνονται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1

Η αξονική δύναμη είναι η T_{AB} και θεωρείται θετική αν προξενεί εφελκυσμό στο μέλος. Οι δύο καμπτικές ροπές κατά τον z τοπικό άξονα στα άκρα A και B είναι οι M_{ABZ} και M_{BAZ} αντίστοιχα. Οι δύο καμπτικές ροπές κατά τον y τοπικό άξονα στα άκρα A και B είναι οι M_{ABY} και M_{BAY} αντίστοιχα. Η στρεπτική ροπή είναι η Q. Η προσήμανση των καμπτικών ροπών γίνεται σύμφωνα με το τοπικό σύστημα συντεταγμένων. Η στρεπτική ροπή Q θεωρείται θετική αν, λογιζόμενη σαν δύναμη, προξενεί θλίψη στο μέλος. Τα έξι μεγέθη T_{AB} , M_{ABZ} , M_{BAZ} , M_{ABY} , M_{BAY} , Q συνιστούν το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους.

$$\{SR\} = \begin{bmatrix} T_{AB} \\ M_{ABZ} \\ M_{BAZ} \\ M_{ABY} \\ M_{BAY} \\ Q \end{bmatrix}$$

4.4 Εξισώσεις ισορροπίας [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Κάθε κόμβος του μέλους AB ισορροπεί κάτω από την ενέργεια δύο ομάδων εντατικών μεγεθών. Η πρώτη ομάδα είναι οι δράσεις του μέλους πάνω στους κόμβους και η δεύτερη ομάδα είναι τα εξωτερικά φορτία. Εύκολα προκύπτει η πιο κάτω μητρωϊκή σχέση:

$$\begin{bmatrix} F_{AXm} \\ F_{AYm} \\ F_{AZm} \\ M_{AXm} \\ M_{AYm} \\ M_{AZm} \\ F_{BXm} \\ F_{BYm} \\ F_{BZm} \\ M_{BXm} \\ M_{BYm} \\ M_{BZm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{L} & -\frac{1}{L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{L} & \frac{1}{L} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{L} & \frac{1}{L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{L} & \frac{1}{L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{L} & -\frac{1}{L} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{AB} \\ M_{ABZ} \\ M_{BAZ} \\ M_{ABY} \\ M_{BAY} \\ Q \end{bmatrix}$$

ή συνοπτικά: $\{SR_E\} = [N] \{SR\}$

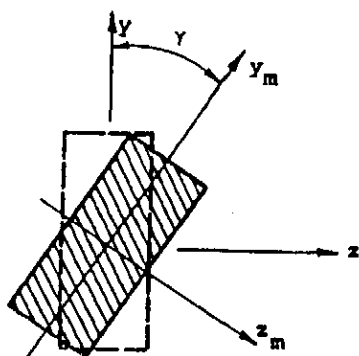
Η πιο πάνω μητρώική σχέση, που είναι ακριβώς εφαρμογή του αξιώματος δράσεως - αντιδράσεως, συνδέει τα εντατικά μεγέθη $\{SR_E\}$ που δρουν από το μέλος AB στους κόμβους A και B, με τα εσωτερικά εντατικά μεγέθη του μέλους $\{SR\}$. Τα μεγέθη $\{SR_E\}$ αναφέρονται στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων του μέλους και είναι ακριβώς η πρώτη ομάδα, όπως η πρώτη ομάδα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Η πρώτη αυτή ομάδα θα πρέπει να ισορροπεί με την δεύτερη ομάδα. Η δυσκολία εδώ είναι ότι η πρώτη ομάδα εκφράζεται στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων του μέλους, η δεύτερη ομάδα εκφράζεται στο γενικό σύστημα συντεταγμένων. Η δυσκολία αυτή παρακάμπτεται με τους πιο κάτω συλλογισμούς.

Το γενικό σύστημα συντεταγμένων μπορεί να συμπέσει με το τοπικό σύστημα συντεταγμένων με τρεις στροφές α , β και γ που είναι γνωστές σαν γωνίες του Euler. Πρώτα στρέφουμε το γενικό σύστημα συντεταγμένων αριστερόστροφα κατά γωνία α περί τον άξονα z. Μετά το στρέφουμε δεξιόστροφα κατά γωνία β γύρω από την νέα θέση του άξονα y και τέλος

αριστερόστροφα κατά γωνία γ γύρω από την τελική θέση του x άξονα. Με τις δύο πρώτες στροφές επιτυγχάνουμε να ταυτίσουμε τον άξονα x του γενικού συστήματος συντεταγμένων με τον άξονα x του τοπικού συστήματος συντεταγμένων του μέλους. Με την τελευταία στροφή επιτυγχάνουμε να ταυτίσουμε τους άξονες y και z με τους αδρανειακούς άξονες της διατομής του μέλους.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι ενώ οι γωνίες α και β υπολογίζονται εύκολα από τις συντεταγμένες των άκρων του μέλους, η γωνία γ θα πρέπει να δοθεί για το κάθε μέλος.



Σχήμα 4.2 Η γωνία γ

Με την βοήθεια των γωνιών α , β , γ καταρτίζεται μία μητρική σχέση μεταξύ των συντεταγμένων F_{Ax_m} , F_{Ay_m} , F_{Az_m} του διανύσματος $\{F_{A_m}\}$ εκφρασμένες στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων, με τις συντεταγμένες F_{Ax} , F_{Ay} , F_{Az} του διανύσματος $\{F_A\}$ εκφρασμένων στο γενικό σύστημα συντεταγμένων. Η μητρική αυτή σχέση έχει ως εξής:

$$\begin{bmatrix} F_{Ax} \\ F_{Ay} \\ F_{Az} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos\alpha\cos\beta & \sin\alpha\cos\gamma - \cos\alpha\sin\beta\sin\gamma & -\sin\alpha\sin\gamma - \cos\alpha\sin\beta\cos\gamma \\ -\sin\alpha\cos\beta & -\cos\alpha\cos\gamma - \sin\alpha\sin\beta\sin\gamma & \cos\alpha\sin\gamma - \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma \\ \sin\beta & -\cos\beta\sin\gamma & -\cos\beta\cos\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{Ax_m} \\ F_{Ay_m} \\ F_{Az_m} \end{bmatrix}$$

ή ισοδύναμα

$$\{F_A\} = [RM] \{F_{Am}\}$$

Στους κόμβους όμως Α και Β δρουν εκ μέρους του μέλους ΑΒ συνολικά τέσσερα διανυσματικά μεγέθη. Στο κόμβο Α τα μεγέθη $\{F_{Am}\}$ με συνιστώσες $F_{AXm}, F_{AYm}, F_{AZm}$ και $\{M_{Am}\}$ με συνιστώσες $M_{AXm}, M_{AYm}, M_{AZm}$ και στον κόμβο Β τα μεγέθη $\{F_{Bm}\}$ με συνιστώσες $F_{BXm}, F_{BYm}, F_{BZm}$ και $\{M_{Bm}\}$ με συνιστώσες $M_{BXm}, M_{BYm}, M_{BZm}$ εκφρασμένα στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων του μέλους. Αυτά σύμφωνα με την πιο πάνω μητρική σχέση, μετασχηματίζονται στα διανυσματικά μεγέθη εκφρασμένα στο γενικό σύστημα συντεταγμένων μέσω της πιο κάτω μητρικής σχέσεως:

$$\begin{bmatrix} \{F_A\} \\ \{M_A\} \\ \{F_B\} \\ \{M_B\} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [RM] & [0] & [0] & [0] \\ [0] & [RM] & [0] & [0] \\ [0] & [0] & [RM] & [0] \\ [0] & [0] & [0] & [RM] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \{F_{Am}\} \\ \{M_{Am}\} \\ \{F_{Bm}\} \\ \{M_{Bm}\} \end{bmatrix}$$

(12 X 1) (12 x 12) (12 X 1)

όπου [0] το μηδενικό μητρώο διαστάσεων (3 X 3).

Για την ισορροπία των κόμβων Α και Β, το πρώτο μέλος της παραπάνω μητρικής σχέσεως δεν μπορεί παρά να είναι το διάνυσμα της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους. Δηλαδή η πιο πάνω μητρική σχέση γράφεται:

$$\{W\} = [M] \{SR_E\}$$

Αλλά όμως, όπως αποδείχθηκε προηγουμένως, ισχύει μεταξύ των εσωτερικών μεγεθών και των επικομβίων φορτίων, που αναφέρονται στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων η σχέση:

$$\{SR_E\} = [N] \{SR\}$$

οπότε προκύπτει:

$$\{W\} = [M] [N] \{SR\} = [A] \{SR\}$$

Η παραπάνω μητρική σχέση μεταξύ των επικομβίων φορτίων, αναφερομένων στο γενικό σύστημα συντεταγμένων και των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους αναφερομένων στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων, εξασφαλίζει την ισορροπία των κόμβων του μέλους. Το στατικό μητρώο $[A]$ διαστάσεων (12×6) προκύπτει, εδώ σαν γινόμενο του μητρώου $[M]$ διαστάσεων (12×12) επί το μητρώο $[N]$ διαστάσεων (12×6) .

$$[A] = [M] [N]$$

4.5 Το διάνυσμα των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους

[Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Κάθε μέλος χωρικού πλαισίου μεταφέρει συνολικά έξι εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη, αναφερόμενα στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η αξονική παραμόρφωση e , οι δύο γωνίες στροφής περί τον τοπικό άξονα z , φ_{ABZ} και φ_{BAZ} στα άκρα A και B αντίστοιχα, οι δύο γωνίες στροφής περί τον τοπικό άξονα y , φ_{ABY} και φ_{BAY} στα άκρα A και B αντίστοιχα και, τέλος, η γωνία στρέψεως του μέλους θ . Η προσήμανση των παραπάνω μεγεθών είναι η ίδια με τα αντίστοιχα εσωτερικά εντατικά μεγέθη. Τα έξι μεγέθη e , φ_{ABZ} , φ_{BAZ} , φ_{ABY} , φ_{BAY} , θ συνιστούν το διάνυσμα $\{SE\}$ των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους.

4.6 Σχέση μεταξύ των μητρώων $\{SR\}$ και $\{SE\}$ [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Η σχέση μεταξύ των μητρώων $\{SR\}$ και $\{SE\}$ για το μέλος του χωρικού πλαισίου έχει την μορφή:

$$\begin{bmatrix} T_{AB} \\ M_{ABZ} \\ M_{B-AZ} \\ M_{ABY} \\ M_{B-AY} \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4EI_z}{L} & \frac{2EI_z}{L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2EI_z}{L} & \frac{4EI_z}{L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{4EI_y}{L} & \frac{2EI_y}{L} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{2EI_y}{L} & \frac{4EI_y}{L} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e \\ \varphi_{ABZ} \\ \varphi_{B-AZ} \\ \varphi_{ABY} \\ \varphi_{B-AY} \\ \theta \end{bmatrix}$$

ή συνοπτικά

$$\{SR\} = [S] \{SE\}$$

Στην παραπάνω σχέση είναι:

- E : Το μέτρο ελαστικότητας του υλικού
- G : Το μέτρο διατμήσεως του υλικού
- A : Το εμβαδόν της διατομής του μέλους
- I_y : Η ροπή αδρανείας περί τον y τοπικό άξονα
- I_z : Η ροπή αδρανείας περί τον z τοπικό άξονα
- J : Ο δείκτης αντιστάσεως σε στρέψη
- L : Το μήκος του μέλους

4.7 Το διάνυσμα των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Όλα τα παραπάνω μεγέθη αναφέρονται στο γενικό σύστημα συντεταγμένων. Η προσήμανση των μεγεθών αυτών είναι ανάλογη με αυτήν των αντιστοιχών επικομβίων εντατικών μεγεθών. Εστω ότι το μέλος AB συνδέει τους κόμβους A και B. Στον κόμβο A αντιστοιχούν οι μετακινήσεις X_A, Y_A, Z_A και οι στροφές R_{AX}, R_{AY}, R_{AZ}. Στον κόμβο B αντιστοιχούν οι

μετακινήσεις X_B, Y_B, Z_B και οι στροφές R_{BX}, R_{BY}, R_{BZ} . Τα δώδεκα μεγέθη $X_A, Y_A, Z_A, R_{AX}, R_{AY}, R_{AZ}, X_B, Y_B, Z_B, R_{BX}, R_{BY}, R_{BZ}$ συνιστούν το διάνυσμα των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους.

$$\{X\} = \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \\ R_{AX} \\ R_{AY} \\ R_{AZ} \\ X_B \\ Y_B \\ Z_B \\ R_{BX} \\ R_{BY} \\ R_{BZ} \end{bmatrix}$$

4.8 Εξισώσεις συμβιβαστού [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Οι εξισώσεις που συνδέουν τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη $\{SE\}$ του μέλους με τις επικόμβιες μετακινήσεις του $\{X\}$, δηλαδή οι εξισώσεις συμβιβαστού, εκφράζονται και εδώ με το ανάστροφο του στατικού μητρώου $[A]$, δηλαδή ισχύει:

$$\{SE\} = [A]^T \{X\}$$

4.9 Το μητρώο δυσκαμψίας του μέλους χωρικού πλαισίου [Βιβλ.: Κοντονή, 1995]

Η διαδικασία εξαγωγής του μητρώου $[K]$ είναι πλέον γνωστή. Το $[K]$, για το μέλος του χωρικού πλαισίου, θα δίδεται από το τριπλό γινόμενο

$$[K] = [A] [S] [A]^T$$

Το μητρώο [A] έχει διαστάσεις (12 X 6), το μητρώο [S] έχει διαστάσεις (6 X 6) και το μητρώο [A]^T έχει διαστάσεις (6 X 12), οπότε το [K] θα έχει διαστάσεις, όπως αναμένεται, (12 X 12).

Το μητρώο δυσκαμψίας [K] ενός μέλους συνδέει τα επικόμβια εντατικά μεγέθη {W} με τα επικόμβια μετακινησιακά μεγέθη {X}. Ας σημειωθεί ότι τα επικόμβια μεγέθη, εντατικά και μετακινησιακά, αναφέρονται στο γενικό σύστημα συντεταγμένων.

$$\{W\} = [K] \{X\}$$

Είναι δυνατόν να γενικεύσουμε την έννοια των μητρώων {W}, [K], {X} έτσι ώστε αντί να αφορούν ένα και μόνο μέλος ενός γραμμικού φορέα να συμπεριλάβουν όλον τον φορέα. Αν συμβολίσουμε τώρα με {W} το διάνυσμα που θα περιλαμβάνει τα φορτία όλων των κόμβων και με {X} το διάνυσμα που θα περιλαμβάνει τις μετακινήσεις όλων των κόμβων, τότε θα ισχύει η παρακάτω γενικευμένη μητρική σχέση

$$\{W\} = [K] \{X\}$$

όπου το μητρώο [K] θα ονομάζεται μητρώο δυσκαμψίας ολοκλήρου του φορέα. Το μητρώο [K] είναι συμμετρικό. Το εύρος ζώνης KB του μητρώου δυσκαμψίας [K] είναι η μέγιστη τιμή του KB όπως υπολογίζεται παρακάτω

$$KB = [N * (k - j + 1)]_{\max} = [N * (ND + 1)]_{\max}$$

για κάθε μέλος όπου το N εξαρτάται από το είδος του φορέα (N = 6 για χωρικά πλαίσια) k ο μέγιστος αριθμός κόμβου του μέλους και j είναι ο ελάχιστος αριθμός κόμβου του μέλους. Αν από την χρήση του παραπάνω τύπου προκύψει KB > NDF, όπου είναι ο συνολικός αριθμός των βαθμών ελευθερίας του φορέα, τότε λαμβάνουμε KB = NDF.

(Το εύρος ζώνης KB, ονομάζεται σε ορισμένα βιβλία σαν “ ημιεύρος ζώνης”).

5. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ

Εισαγωγή δεδομένων

Η εισαγωγή των δεδομένων στο παρόν πρόγραμμα Η/Υ "FRAME3D" (το οποίο είναι γραμμένο σε γλώσσα FORTRAN) μπορεί να γίνεται με 2 διαφορετικούς τρόπους και είναι θέμα προτίμησης του χρήστη σε σχέση με τις γνώσεις και την ευχέρεια χρήσης που έχει με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, έχουν δε ως ακολούθως:

1) *Διαλογικότητα προγράμματος - χρήση (interactive use)*

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί διότι απαιτεί λιγότερο χρόνο εκμάθησης του προγράμματος και συναρπάζει με την άμεση επικοινωνία μεταξύ χρήστη και υπολογιστή. Τα δεδομένα φυλάσσονται σε αρχείο για μελλοντικές τροποποιήσεις ή συμπληρώσεις.

2) *Από κειμενογράφο σε αρχείο δεδομένων (data file)*

Η μέθοδος εισαγωγής είναι ταχύτερη, απαιτεί όμως ένα καλό κειμενογράφο (editor), καλή γνώση του προγράμματος και του κειμενογράφου.

FRAME3D : Πρόγραμμα Η/Υ ελαστικής ανάλυσης Χωρικών Πλαισίων

[Διδασκαλία Κοντονή, 1995]

Μορφή αρχείου δεδομένων (DATA FILE)

Τίτλος

Πλήθος κόμβων, Πλήθος μελών, Μέτρο ελαστικότητας E, Μέτρο διάτμησης G

Αριθμός κόμβου, συντεταγμένη-x, συντεταγμένη-y, συντεταγμένης-z, συνθήκες στήριξης (έξι
ακέρατοι *)

...

...

Αριθμός μέλους, κόμβος αρχής, κόμβος τέλους, I_z . I_y . J (= I_x). Εμβαδόν διατομής A, γ

...

...

Πλήθος περιπτώσεων φόρτισης

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, [πλήθος φορτιζομένων μελών
με ομοιόμορφο φορτίο (***)]

Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, F_x . F_y . F_z , M_x . M_y . M_z

...

(**)

[Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου κατά x , κατά y . κατά z] (***)

...

(***)

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, [πλήθος φορτιζομένων μελών
με ομοιόμορφο φορτίο (***)]

(**)

Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, F_x . F_y . F_z , M_x . M_y . M_z

(**)

...

(**)

[Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου κατά x , κατά y . κατά z] (***)

...

(***)

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, [πλήθος φορτιζομένων μελών
με ομοιόμορφο φορτίο (***)]

(**)

Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, F_x . F_y . F_z , M_x . M_y . M_z

(**)

...

(**)

[Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου κατά x , κατά y . κατά z] (***)

...

(***)

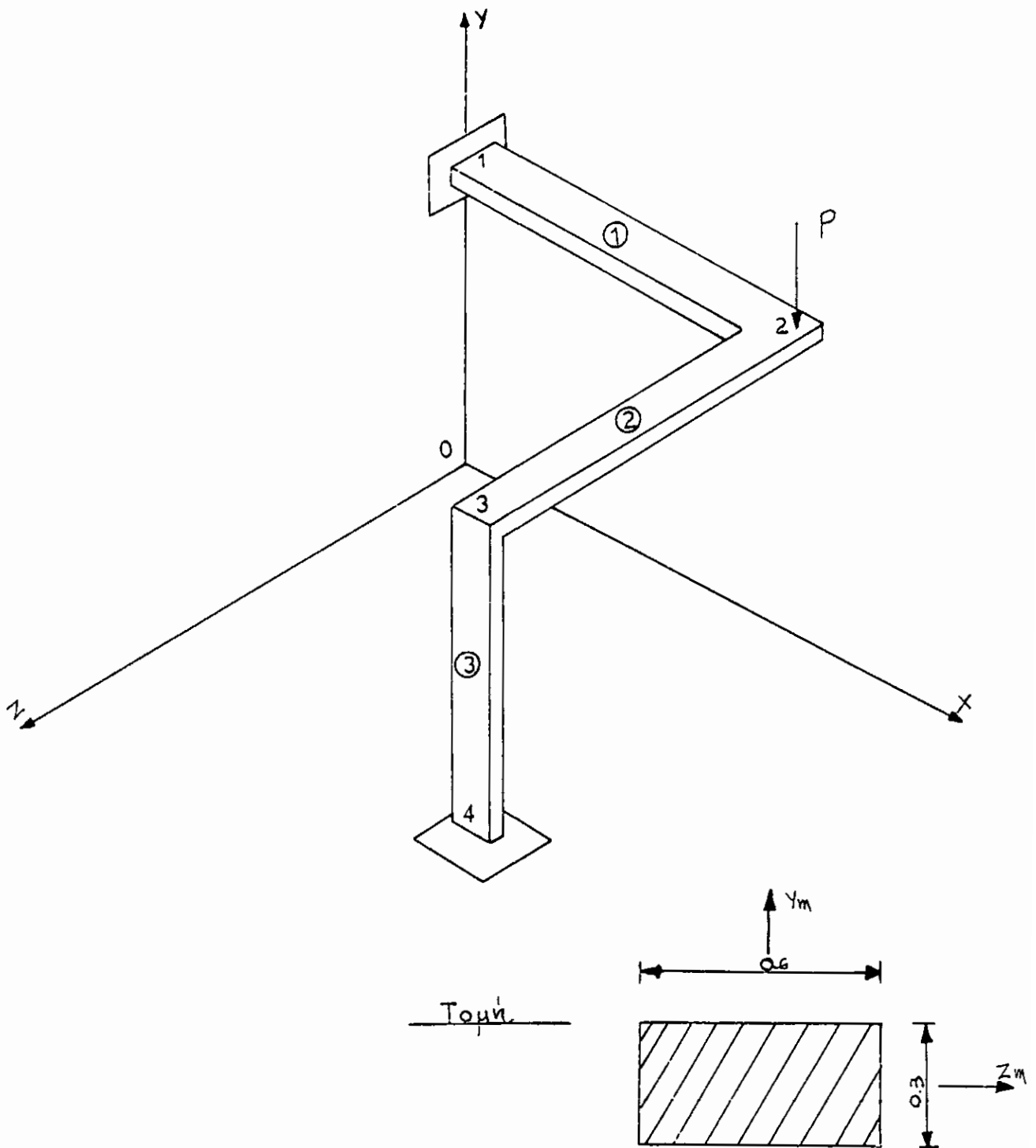
Σημειώσεις:

- * (έξι ακέραιοι που να δηλώνουν τους περιορισμούς του κόμβου για μετακίνηση κατά x-, y-, z- διεύθυνση και για περιστροφή γύρω από τους άξονες x . y . z ενός γενικού δεξιόστροφου συστήματος συντεταγμένων: δώστε 0 εάν περιορισμένος και 1 εάν μη περιορισμένος)
- ** (αν υπάρχει)
- *** (η δυνατότητα για ομοιόμορφα φορτία στα μέλη δεν διατίθεται στην παρούσα εκπαιδευτική έκδοση του FRAME3D).

Σχόλιο:

Επίσης, το παρόν πρόγραμμα Η/Υ ρωτάει κατά την εκτέλεσή του, αν επιθυμούμε να έχουμε συνδυασμούς των περιπτώσεων φόρτισης. Αν απαντήσουμε καταφατικά, το πρόγραμμα Η/Υ μας ρωτάει με τι συντελεστή να πολλαπλασιάσει κάθε μία από τις περιπτώσεις φόρτισης.

Παράδειγμα 1^ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα χωρικό πλαίσιο αξονομετρικά. Οι κόμβοι 1 και 4 είναι πακτώσεις. Όλα τα μέλη αποτελούνται από υλικό με μέτρο ελαστικότητας $E = 3 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ και μέτρο διατμήσεως $G = 1,2 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$.

Οι ιδιότητες των μελών είναι οι εξής: $A = 0,18 \text{ m}^2$.

Ροπή αδρανείας περί τον z τοπικό άξονα: $I_z = 0,00135 \text{ m}^4$.

Ροπή αδρανείας περί τον y τοπικό άξονα: $I_y = 0,0054 \text{ m}^4$.

Δείκτης αντίστασης σε στρέψη: $J = I_x = 0,00371 \text{ m}^4$.

Το χωρικό πλαίσιο θα επιλυθεί για μια περίπτωση φόρτισης με $P = F_{2Y} = -1 \text{ KN}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX1 και EX1.OUT.

*** EXAMPLE1 ***

4	3	.30000E+08	.12000E+08						
1		.0000E+00	.1200E+02	.0000E+00	0	0	0	0	0
2		.1200E+02	.1200E+02	.0000E+00	1	1	1	1	1
3		.1200E+02	.1200E+02	.1200E+02	1	1	1	1	1
4		.1200E+02	.0000E+00	.1200E+02	0	0	0	0	0
1	1	2	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00		
2	2	3	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00		
3	3	4	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.9000E+02		
1									
1	1								
2	0	-1.	0	0	0	0			

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE1 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (4 JOINTS 3 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS
1	.0000E+00	.1200E+02	.0000E+00	0	0	0	0
2	.1200E+02	.1200E+02	.0000E+00	1	1	1	1
3	.1200E+02	.1200E+02	.1200E+02	1	1	1	1
4	.1200E+02	.0000E+00	.1200E+02	0	0	0	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
2	2 TO 3	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
3	3 TO 4	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.9000E+02

ELASTIC MODULUS = .3000E+08
 SHEAR MODULUS = .1200E+08

 THERE ARE 1 LOAD CASES

 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	2	.0000E+00	-.1000E+01	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE1 ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 12
 WIDTH OF THE BAND = 12
 TERMS IN K-MATRIX = 144
 NO. OF LOAD CASES = 1

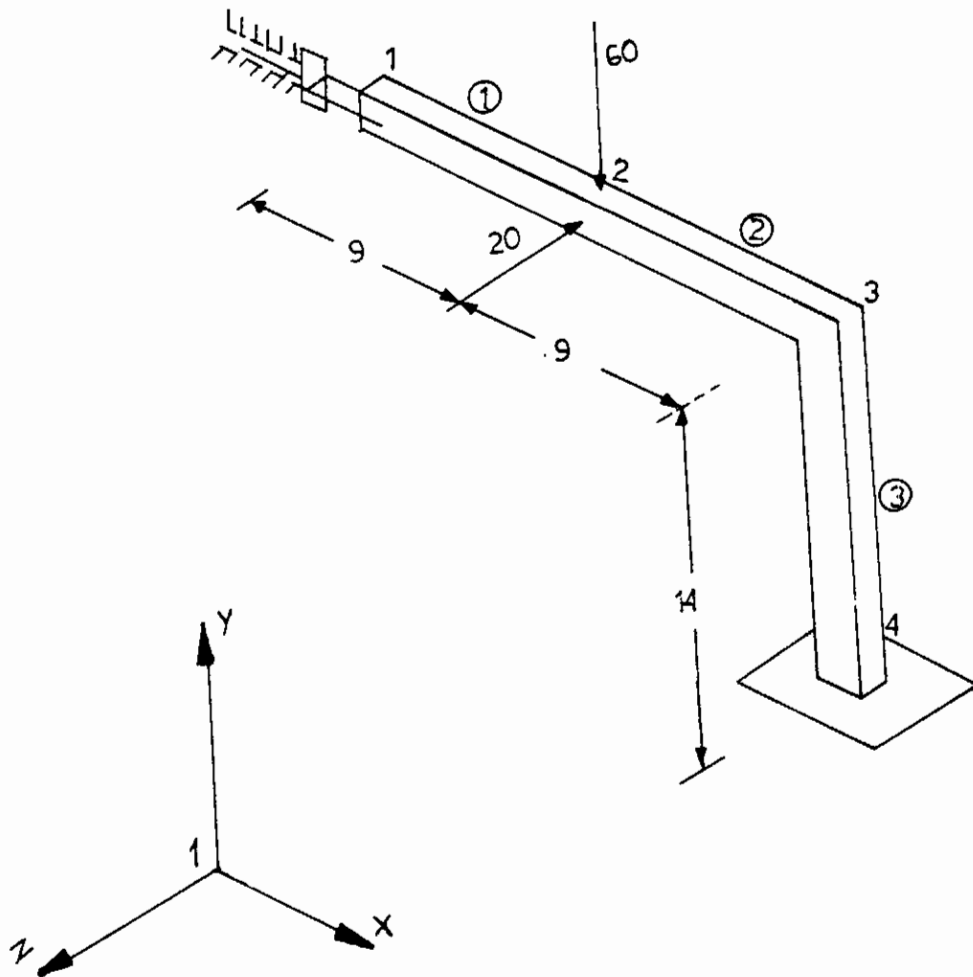
L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	-.5920E-07	-.5876E-02	-.7849E-03	-.458E-03	.881E-04	-.606E-03
1	3	.8636E-03	-.8236E-06	-.7856E-03	-.302E-03	.598E-04	-.140E-03
1	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE	
1	1	-.2664E-01	.5823E+01	.1730E+01	-.2920E+01	-.5416E+00	.1698E+01
2	1	-.2885E+00	-.1698E+01	-.2749E+01	.5416E+00	-.2219E+00	-.1730E+01
3	1	-.3706E+00	.2749E+01	.7119E+00	-.1730E+01	.2050E+01	-.2219E+00

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	.2664E-01	.6294E+00	.2885E+00	.170E+01	-.292E+01	.582E+01
1	2	.3725E-08	-.1000E+01	.8672E-05	-.477E-06	-.417E-06	-.954E-06
1	3	-.2049E-07	-.8941E-07	-.8821E-05	-.119E-05	-.536E-06	-.238E-06
1	4	-.2664E-01	.3706E+00	-.2885E+00	-.712E+00	-.222E+00	.205E+01

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX1.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX1
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 2^ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα χωρικό πλαίσιο αξονομετρικά.

Οι συνθήκες στήριξης του κόμβου 1 επιτρέπουν μόνο την μετακίνηση κατά τον άξονα x και τις στροφές γύρω από τους άξονες x , y και z . Ο κόμβος 4 είναι πάκτωση.

Όλα τα μέλη έχουν μέτρο ελαστικότητας $E = 2 \cdot 10^8 \text{ KN} / \text{m}^2$ και μέτρο διατμήσεως $G = 8 \cdot 10^7 \text{ KN} / \text{m}^2$.

Τα μέλη 1 και 2 έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,02 \text{ m}^2$ και το μέλος 3 $A = 0,03 \text{ m}^2$.

Οι ροπές αδράνειας για μέλη 1 και 2 είναι: $I_z = 0,001 \text{ m}^4$
 $I_y = 0,00004 \text{ m}^4$

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη για τα μέλη 1 και 2 είναι:

$$J = I_x = 0,00015 \text{ m}^4$$

Οι ροπές αδράνειας για το μέλος 3 είναι: $I_z = 0,002 \text{ m}^4$
 $I_y = 0,00033 \text{ m}^4$

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη για το μέλος 3 είναι:

$$J = I_x = 0,00096 \text{ m}^4$$

Το χωρικό πλαίσιο θα επιλυθεί για τρεις περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Για δύναμη $F_y = -60 \text{ KN}$ ασκούμενη στο κόμβο 2.
- β) Για δύναμη $F_z = -20 \text{ KN}$ ασκούμενη στο κόμβο 2.
- γ) Για δυνάμεις $F_y = -60 \text{ KN}$ και $F_z = -20 \text{ KN}$ ασκούμενες στο κόμβο 2.

Για ναδειχθεί η δυνατότητα του προγράμματος να επιλύει κατά την εκτέλεση του προγράμματος και για συνδυασμό φορτίσεων, το παράδειγμα επιλύθη και για τον συνδυασμό των φορτίσεων α) και β) οπότε τα αποτελέσματα προέκυψαν όπως αναμένετο ίδια με αυτά της περίπτωσης γ).

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν ονομασίες EX2 και EX2.OUT.

*** EXAMPLE 2 ***

4	3	.20000E+09	.80000E+08						
1		.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	1	0	0	1	1
2		.9000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	1	1	1	1
3		.1800E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	1	1	1
4		.1800E+02	-.1400E+02	.0000E+00	0	0	0	0	0
1	2	.1000E-02	.4000E-04	.1500E-03	.2000E-01	.0000E+00			
2	3	.1000E-02	.4000E-04	.1500E-03	.2000E-01	.0000E+00			
3	4	.2000E-02	.3300E-03	.9600E-03	.3000E-01	.0000E+00			
3									
1	1								
2		.0000E+00	-.6000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	
2	1								
2		.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	
3	1								
2		.0000E+00	-.6000E+02	-.2000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

 SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 2 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (4 JOINTS 3 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	1	0	0	1 1 1
2	.9000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	1	1	1 1 1
3	.1800E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	1	1 1 1
4	.1800E+02	-.1400E+02	.0000E+00	0	0	0	0 0 0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.1000E-02	.4000E-04	.1500E-03	.2000E-01	.0000E+00
2	2 TO 3	.1000E-02	.4000E-04	.1500E-03	.2000E-01	.0000E+00
3	3 TO 4	.2000E-02	.3300E-03	.9600E-03	.3000E-01	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2000E+09
 SHEAR MODULUS = .8000E+08

 THERE ARE 3 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	2	.0000E+00	-.6000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
2	2	.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
3	2	.0000E+00	-.6000E+02	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 2 ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 16
 WIDTH OF THE BAND = 12
 TERMS IN K-MATRIX = 192
 NO. OF LOAD CASES = 3

L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	-.2288E-01	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.468E-02
1	2	-.2288E-01	-.2704E-01	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.346E-03
1	3	-.2288E-01	-.8211E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.327E-02
1	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.185E-01	.437E-01	.000E+00
2	2	.0000E+00	.0000E+00	-.2786E+00	-.185E-01	.546E-02	.000E+00
2	3	.0000E+00	.0000E+00	-.1725E+00	-.185E-01	-.803E-02	.000E+00
2	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	1	-.2288E-01	.0000E+00	.0000E+00	-.185E-01	.437E-01	-.468E-02
3	2	-.2288E-01	-.2704E-01	-.2786E+00	-.185E-01	.546E-02	.346E-03
3	3	-.2288E-01	-.8211E-04	-.1725E+00	-.185E-01	-.803E-02	.327E-02
3	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE
1 1	.3842E-03	-.1387E-04	.2233E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
1 2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1312E-04	-.6799E+02	-.7978E-06
1 3	.3842E-03	-.1387E-04	.2233E+03	-.1312E-04	-.6799E+02	-.7978E-06
2 1	.3842E-03	-.2233E+03	-.9339E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2 2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6799E+02	.4402E+02	-.7978E-06
2 3	.3842E-03	-.2233E+03	-.9339E+02	.6799E+02	.4402E+02	-.7978E-06
3 1	-.3519E+02	.9339E+02	-.9339E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3 2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.5351E-05	.1742E+03	.4402E+02
3 3	-.3519E+02	.9339E+02	-.9339E+02	-.5351E-05	.1742E+03	.4402E+02

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1 1	-.3842E-03	.2481E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.139E-04
1 2	.0000E+00	-.6000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 3	.6044E-03	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.305E-04
1 4	-.2201E-03	.3519E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.934E+02
2 1	.0000E+00	.0000E+00	.7554E+01	-.798E-06	-.131E-04	.000E+00
2 2	.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	-.229E-04	.000E+00
2 3	.0000E+00	.0000E+00	.2861E-05	-.455E-05	-.381E-05	.000E+00
2 4	.0000E+00	.0000E+00	.1245E+02	.174E+03	.440E+02	.000E+00
3 1	-.3842E-03	.2481E+02	.7554E+01	-.798E-06	-.131E-04	-.139E-04
3 2	.0000E+00	-.6000E+02	-.2000E+02	.000E+00	-.229E-04	.000E+00
3 3	.6044E-03	.0000E+00	.2861E-05	-.455E-05	-.381E-05	-.305E-04
3 4	-.2201E-03	.3519E+02	.1245E+02	.174E+03	.440E+02	-.934E+02

*** EXAMPLE 2 ***

THE RESULTS BELOW ARE THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

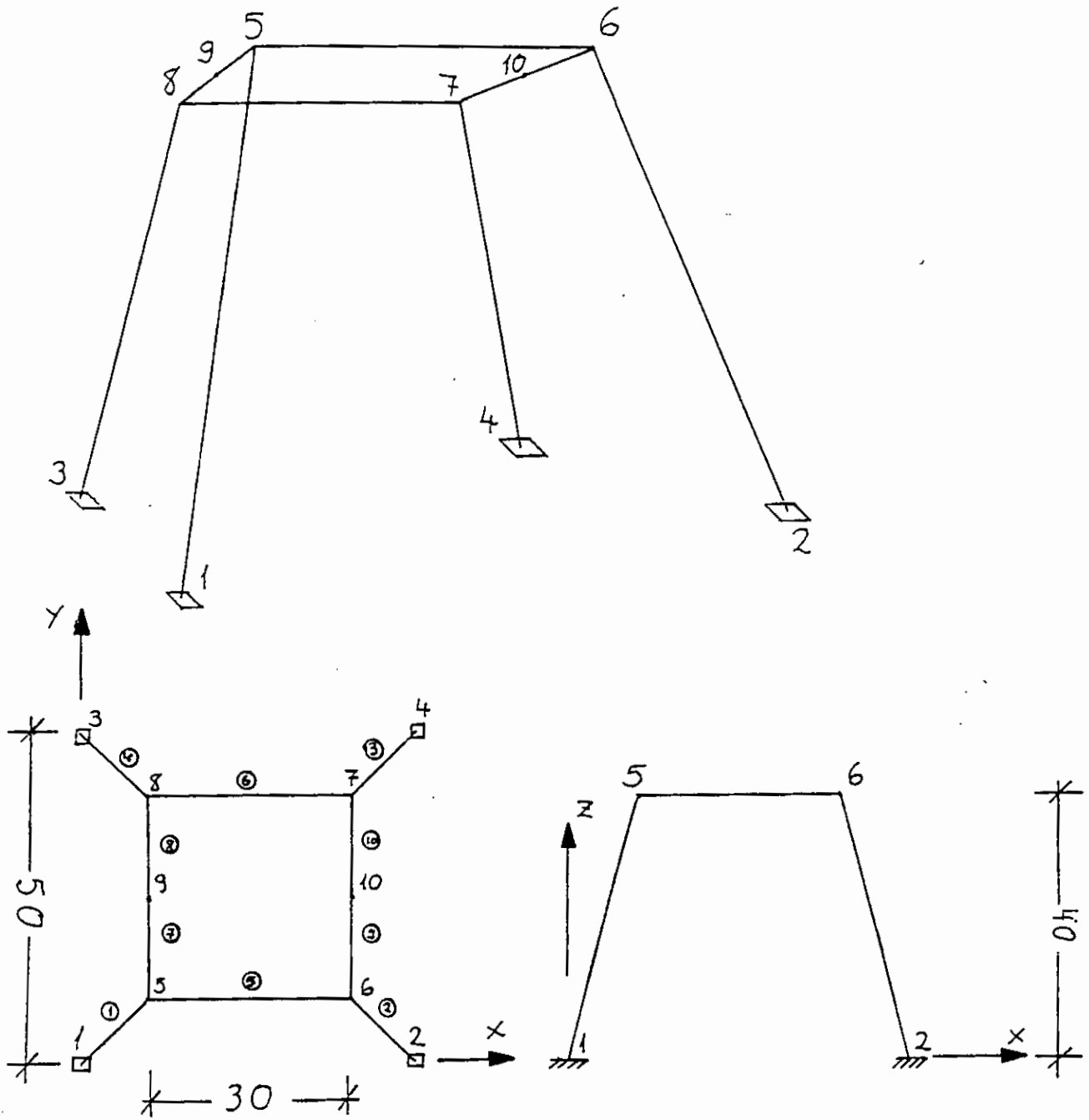
LOAD CASE 1 * 1.000
LOAD CASE 2 * 1.000
LOAD CASE 3 * .000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	-.2288E-01	.0000E+00	.0000E+00	-.185E-01	.437E-01	-.468E-02
2	-.2288E-01	-.2704E-01	-.2786E+00	-.185E-01	.546E-02	.346E-03
3	-.2288E-01	-.8211E-04	-.1725E+00	-.185E-01	-.803E-02	.327E-02
4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

MEMBER	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE
1	.3842E-03	-.1387E-04	.2233E+03	-.1312E-04	-.6799E+02	-.7978E-06
2	.3842E-03	-.2233E+03	-.9339E+02	.6799E+02	.4402E+02	-.7978E-06
3	-.3519E+02	.9339E+02	-.9339E+02	-.5351E-05	.1742E+03	.4402E+02

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX2.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX2
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 3^ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα χωρικό πλαίσιο σε αξονομετρικό, κάτοψη και όψη.

Οι κόμβοι 1, 2, 3, 4 είναι πακτώσεις.

Όλα τα μέλη έχουν μέτρο ελαστικότητας $E = 2 \cdot 10^8 \text{ KN} / \text{m}^2$ και μέτρο διατμήσεως $G = 0,8 \cdot 10^8 \text{ KN} / \text{m}^2$.

Όλα τα μέλη από 1 έως 4 έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$.

Οι ροπές αδράνειας τους είναι: $I_z = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

$$I_y = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη είναι: $J = I_x = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Τα μέλη από 5 έως 10 έχουν εμβαδό διατομής: $A = 0,1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$

Οι ροπές αδράνειας τους είναι: $I_z = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

$$I_y = 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη είναι: $J = I_x = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Το χωρικό πλαίσιο να επιλυθεί για τις εξής περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Για φόρτιση των κόμβων 6 και 7 με δύναμη $F_x = 10 \text{ KN}$
- β) Για φόρτιση των κόμβων 9 και 10 με δύναμη $F_z = -20 \text{ KN}$
- γ) Για φόρτιση των κόμβων 6 και 7 με δύναμη $F_x = 10 \text{ KN}$ και για φόρτιση των κόμβων 9 και 10 με δύναμη $F_z = -20 \text{ KN}$.

Για να δειχθεί η δυνατότητα του προγράμματος να επιλύει και για συνδυασμό φορτίσεων, το παράδειγμα επιλύθηκε κατά την εκτέλεση του προγράμματος και για συνδυασμό των φορτίσεων α) και β), οπότε τα αποτελέσματα προέκυψαν, όπως αναμένετο, ίδια με αυτά της περίπτωσης γ).

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων που έχουν τις ονομασίες EX3 και EX3.OUT.

*** EXAMPLE 3 ***

10	10	.20000E+09	.80000E+08						
1		.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
2		.5000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
3		.0000E+00	.5000E+02	.0000E+00	0	0	0	0	0
4		.5000E+02	.5000E+02	.0000E+00	0	0	0	0	0
5		.1000E+02	.1000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1
6		.4000E+02	.1000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1
7		.4000E+02	.4000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1
8		.1000E+02	.4000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1
9		.1000E+02	.2500E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1
10		.4000E+02	.2500E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1
1	1	5	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
2	2	6	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
3	4	7	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
4	3	8	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
5	5	6	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
6	7	8	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
7	5	9	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
8	8	9	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
9	6	10	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
10	7	10	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02		
		3							
		1							
6			.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00		
7			.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00		
		2							
9			.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	
10			.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	
		3							
6			.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00		
7			.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00		
9			.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	
10			.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	
		4							

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 3 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (10 JOINTS 10 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS		
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
2	.5000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
3	.0000E+00	.5000E+02	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
4	.5000E+02	.5000E+02	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
5	.1000E+02	.1000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1	1
6	.4000E+02	.1000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1	1
7	.4000E+02	.4000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1	1
8	.1000E+02	.4000E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1	1
9	.1000E+02	.2500E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1	1
10	.4000E+02	.2500E+02	.4000E+02	1	1	1	1	1	1

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 5	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02
2	2 TO 6	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02
3	4 TO 7	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02
4	3 TO 8	.2000E-03	.1000E-04	.4000E-06	.1000E-01	.9000E+02
5	5 TO 6	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02
6	7 TO 8	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02
7	5 TO 9	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02
8	8 TO 9	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02
9	6 TO 10	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02
10	7 TO 10	.1000E-03	.4000E-04	.6000E-06	.1000E-01	.9000E+02

ELASTIC MODULUS = .2000E+09
 SHEAR MODULUS = .8000E+08

 THERE ARE 3 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	6	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	7	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
2	9	.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	10	.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 4 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
3	6	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	7	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	9	.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	10	.0000E+00	.0000E+00	-.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 3 ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 36
 WIDTH OF THE BAND = 36
 TERMS IN K-MATRIX = 1296
 NO. OF LOAD CASES = 3

L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	5	.1540E+01	.6672E-04	-.3850E+00	-.365E-01	-.917E-02	-.201E-02
1	6	.1540E+01	.1260E-03	.3849E+00	.365E-01	-.917E-02	-.201E-02
1	7	.1540E+01	.6579E-04	.3850E+00	-.365E-01	-.917E-02	.201E-02
1	8	.1540E+01	.1269E-03	-.3849E+00	.365E-01	-.918E-02	.201E-02
1	9	.1555E+01	.9683E-04	-.6587E+00	.212E-05	-.917E-02	-.105E-06
1	10	.1556E+01	.9591E-04	.6588E+00	.212E-05	-.917E-02	.437E-07
2	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	5	.2481E-04	.2817E-04	-.2629E-03	-.324E-01	-.177E-01	-.192E-02
2	6	-.2596E-04	.2722E-04	-.2630E-03	-.324E-01	.177E-01	.192E-02
2	7	-.2504E-04	-.2818E-04	-.2630E-03	.324E-01	.177E-01	-.192E-02
2	8	.2572E-04	-.2722E-04	-.2629E-03	.324E-01	-.177E-01	.192E-02
2	9	.1443E-01	.4749E-06	-.3838E+00	.576E-09	-.177E-01	-.293E-07
2	10	-.1443E-01	-.4797E-06	-.3838E+00	-.119E-08	.177E-01	-.287E-07
3	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	5	.1540E+01	.9489E-04	-.3852E+00	-.689E-01	-.269E-01	-.393E-02
3	6	.1540E+01	.1532E-03	.3847E+00	.412E-02	.851E-02	-.865E-04
3	7	.1540E+01	.3762E-04	.3847E+00	-.412E-02	.852E-02	.861E-04
3	8	.1540E+01	.9972E-04	-.3852E+00	.689E-01	-.269E-01	.393E-02
3	9	.1570E+01	.9731E-04	-.1043E+01	.212E-05	-.269E-01	-.134E-06
3	10	.1541E+01	.9543E-04	.2750E+00	.212E-05	.852E-02	.150E-07

M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE	
1	1	.6317E+01	.1176E+03	.8115E+02	.1007E+02	.1288E+02	.9547E-02
1	2	-.1110E+02	-.1958E+02	-.3918E+02	.3087E+01	.6174E+01	.1027E-01
1	3	-.4777E+01	.9802E+02	.4197E+02	.1316E+02	.1905E+02	.1981E-01
2	1	-.6320E+01	-.1176E+03	-.8114E+02	.1007E+02	.1288E+02	.9548E-02
2	2	-.1110E+02	-.1958E+02	-.3918E+02	-.3087E+01	-.6174E+01	-.1027E-01
2	3	-.1741E+02	-.1372E+03	-.1203E+03	.6984E+01	.6705E+01	-.7192E-03
3	1	-.6320E+01	-.1176E+03	-.8115E+02	-.1007E+02	-.1288E+02	-.9547E-02
3	2	-.1110E+02	-.1958E+02	-.3918E+02	.3087E+01	.6174E+01	.1027E-01
3	3	-.1741E+02	-.1372E+03	-.1203E+03	-.6983E+01	-.6704E+01	.7204E-03
4	1	.6321E+01	.1176E+03	.8114E+02	-.1007E+02	-.1288E+02	-.9548E-02
4	2	-.1110E+02	-.1958E+02	-.3918E+02	-.3087E+01	-.6174E+01	-.1027E-01
4	3	-.4776E+01	.9800E+02	.4196E+02	-.1316E+02	-.1905E+02	-.1982E-01
5	1	.5007E+01	-.6597E+02	-.6596E+02	-.3213E+01	-.3214E+01	-.1168E+00
5	2	-.3384E+01	.2358E+02	-.2358E+02	-.1024E+01	.1024E+01	.2536E-07
5	3	.1610E+01	-.4239E+02	-.8955E+02	-.4238E+01	-.2190E+01	-.1168E+00
6	1	.5006E+01	.6597E+02	.6596E+02	.3213E+01	.3214E+01	.1168E+00
6	2	-.3384E+01	.2358E+02	-.2358E+02	-.1024E+01	.1024E+01	-.1711E-07
6	3	.1610E+01	.8955E+02	.4238E+02	.2189E+01	.4238E+01	.1168E+00
7	1	.4015E+01	-.4868E+02	.4867E+02	-.1070E+01	.1070E+01	.7311E-05
7	2	-.3693E+01	.3182E+02	.1182E+03	-.1024E+01	.1024E+01	.1588E-08
7	3	.3223E+00	-.1686E+02	.1669E+03	-.2094E+01	.2094E+01	.7301E-05
8	1	.4015E+01	-.4867E+02	.4867E+02	.1070E+01	-.1070E+01	.7302E-05
8	2	-.3693E+01	.3182E+02	.1182E+03	.1024E+01	-.1024E+01	-.5314E-08
8	3	.3221E+00	-.1685E+02	.1669E+03	.2094E+01	-.2094E+01	.7302E-05

9	1	-.4015E+01	.4867E+02	-.4868E+02	-.1070E+01	.1070E+01	-.7307E-05
9	2	-.3693E+01	.3182E+02	.1182E+03	.1024E+01	-.1024E+01	.7352E-08
9	3	-.7708E+01	.8049E+02	.6950E+02	-.4618E-01	.4606E-01	-.7298E-05
10	1	-.4016E+01	.4868E+02	-.4868E+02	.1070E+01	-.1070E+01	-.7317E-05
10	2	-.3693E+01	.3182E+02	.1182E+03	-.1024E+01	.1024E+01	-.7352E-08
10	3	-.7708E+01	.8050E+02	.6950E+02	.4581E-01	-.4600E-01	-.7316E-05

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	-.4994E+01	-.4229E+01	-.4394E+01	.764E+02	-.899E+02	.337E+01
1	2	-.4995E+01	.4230E+01	.4397E+01	-.764E+02	-.899E+02	.337E+01
1	3	-.4995E+01	.4230E+01	-.4398E+01	-.764E+02	-.899E+02	-.337E+01
1	4	-.4995E+01	-.4230E+01	.4397E+01	.764E+02	-.899E+02	-.337E+01
1	5	-.1296E-01	.1040E-03	-.3883E-02	-.153E-04	.149E-04	.690E-04
1	6	.1000E+02	-.3328E-03	.6366E-03	.420E-04	.795E-05	.381E-05
1	7	.1000E+02	.4973E-03	.6368E-03	.153E-04	.732E-05	-.215E-04
1	8	-.1125E-01	-.6123E-03	.4647E-03	.381E-05	.156E-04	-.155E-05
1	9	-.5282E-05	.4673E-04	.5018E-05	-.153E-04	-.870E-08	-.124E-04
1	10	-.4607E-05	.4587E-03	-.3142E-05	.153E-04	-.102E-07	.255E-04
2	1	.3384E+01	.3693E+01	.1000E+02	-.159E+02	.118E+02	.104E+01
2	2	-.3384E+01	.3693E+01	.1000E+02	-.159E+02	-.118E+02	-.104E+01
2	3	.3384E+01	-.3693E+01	.1000E+02	.159E+02	.118E+02	-.104E+01
2	4	-.3384E+01	-.3693E+01	.1000E+02	.159E+02	-.118E+02	.104E+01
2	5	-.2842E-06	-.2384E-06	-.4768E-05	-.114E-04	.153E-04	-.358E-06
2	6	.1004E-06	-.4768E-06	-.6676E-05	-.420E-04	-.571E-05	-.954E-06
2	7	.8552E-07	.2384E-06	-.3815E-05	.000E+00	-.571E-05	-.596E-06
2	8	.2190E-06	-.2384E-06	-.9537E-06	.954E-05	.114E-04	-.107E-05
2	9	.3037E-06	.2384E-06	-.2000E+02	.000E+00	-.690E-08	-.215E-05
2	10	.2909E-06	-.2384E-06	-.2000E+02	-.229E-04	-.147E-07	.477E-06
3	1	-.1611E+01	-.5370E+00	.5604E+01	.605E+02	-.781E+02	.440E+01
3	2	-.8378E+01	.7922E+01	.1439E+02	-.923E+02	-.102E+03	.233E+01
3	3	-.1610E+01	.5367E+00	.5603E+01	-.605E+02	-.781E+02	-.440E+01
3	4	-.8379E+01	-.7923E+01	.1439E+02	.923E+02	-.102E+03	-.233E+01
3	5	.2282E-03	.4829E-03	-.1698E-02	-.210E-04	.187E-04	.243E-04
3	6	.9989E+01	.3352E-03	.3284E-02	.763E-05	.796E-05	.333E-04
3	7	.9989E+01	.2170E-03	.3284E-02	.000E+00	-.156E-04	-.618E-06
3	8	.8316E-04	-.3700E-03	-.4387E-03	-.534E-04	.414E-05	.124E-04
3	9	-.3879E-05	.1999E-03	-.2000E+02	.000E+00	.418E-09	-.491E-04
3	10	.3503E-05	.7010E-04	-.2000E+02	.153E-04	-.178E-07	.527E-04

*** EXAMPLE 3 ***

THE RESULTS BELOW ARE THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 * 1.000
LOAD CASE 2 * 1.000
LOAD CASE 3 * .000

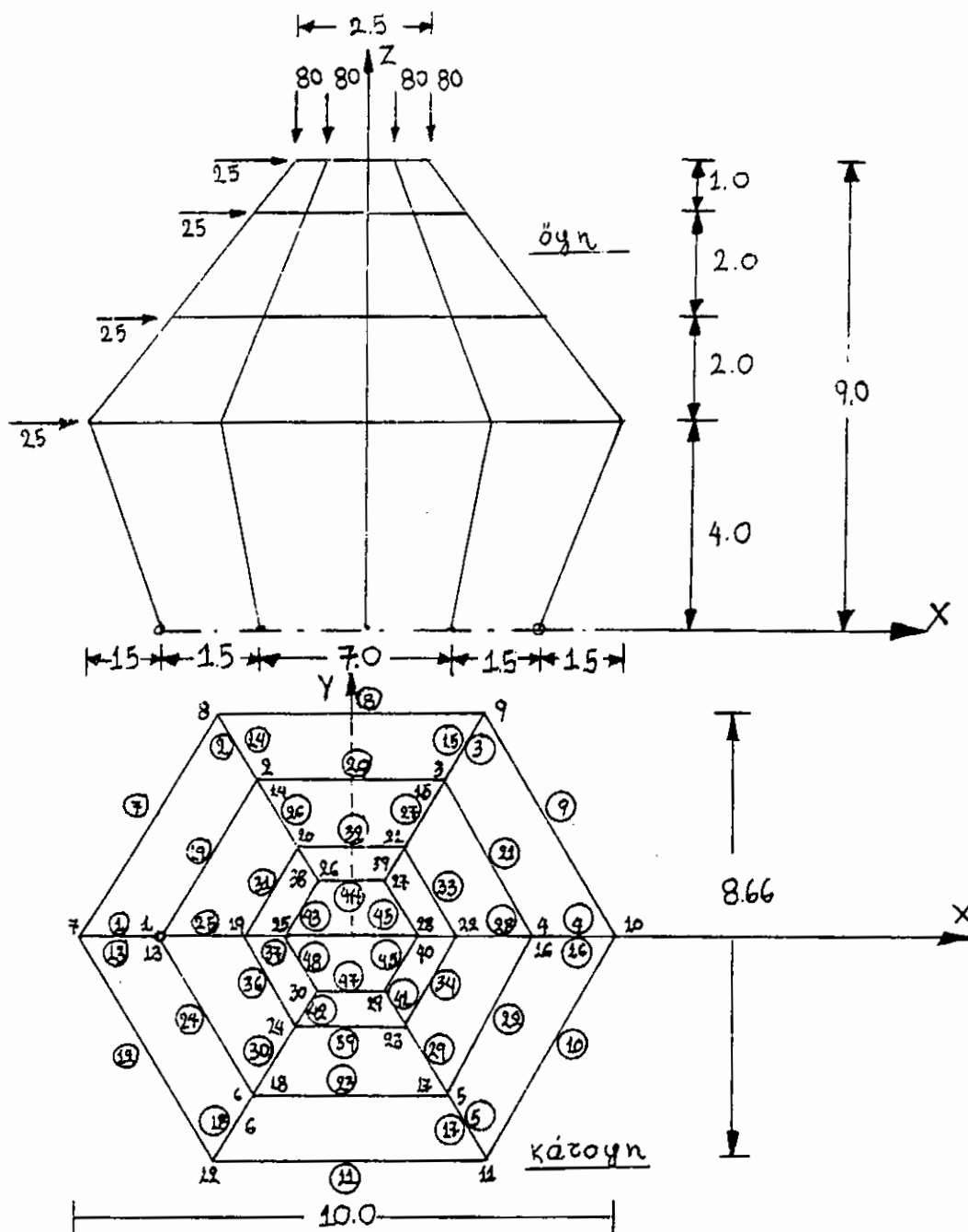
JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
5	.1540E+01	.9489E-04	-.3852E+00	-.689E-01	-.269E-01	-.393E-02
6	.1540E+01	.1532E-03	.3847E+00	.412E-02	.851E-02	-.865E-04
7	.1540E+01	.3762E-04	.3847E+00	-.412E-02	.852E-02	.861E-04
8	.1540E+01	.9972E-04	-.3852E+00	.689E-01	-.269E-01	.393E-02
9	.1570E+01	.9731E-04	-.1043E+01	.212E-05	-.269E-01	-.134E-06
10	.1541E+01	.9543E-04	.2750E+00	.212E-05	.852E-02	.150E-07

MEMBER	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE
--------	----------	------------	------------	------------	------------	--------

1	-.4779E+01	.9802E+02	.4197E+02	.1316E+02	.1905E+02	.1981E-01
2	-.1742E+02	-.1372E+03	-.1203E+03	.6984E+01	.6705E+01	-.7192E-03
3	-.1742E+02	-.1372E+03	-.1203E+03	-.6983E+01	-.6704E+01	.7205E-03
4	-.4775E+01	.9800E+02	.4196E+02	-.1316E+02	-.1905E+02	-.1982E-01
5	.1623E+01	-.4239E+02	-.8955E+02	-.4238E+01	-.2189E+01	-.1168E+00
6	.1622E+01	.8955E+02	.4238E+02	.2189E+01	.4238E+01	.1168E+00
7	.3221E+00	-.1686E+02	.1669E+03	-.2094E+01	.2094E+01	.7312E-05
8	.3221E+00	-.1685E+02	.1669E+03	.2094E+01	-.2094E+01	.7297E-05
9	-.7708E+01	.8049E+02	.6950E+02	-.4623E-01	.4601E-01	-.7299E-05
10	-.7709E+01	.8050E+02	.6950E+02	.4582E-01	-.4598E-01	-.7324E-05

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX3.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX3
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 4^ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα χωρικό πλαίσιο σε όψη και κάτοψη. Οι κόμβοι 1 και 4 είναι σφαιρικές αρθρώσεις. Ενώ δηλαδή απαγορεύουν τις μετακινήσεις κατά τους άξονες x , y και z του γενικού συστήματος συντεταγμένων, επιτρέπουν τις στροφές γύρω από αυτούς τους άξονες. Οι τοπικοί άξονες x_m , y_m , z_m των μελών είναι τέτοιοι ώστε η γωνία γ του Euler να είναι μηδέν (0) για όλα τα μέλη. Επίσης όλα τα μέλη αποτελούνται από σκυρόδεμα με μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN} / \text{m}^2$, και μέτρο διατμήσεως $G = 0,8 \cdot 10^7 \text{ KN} / \text{m}^2$. Τα μέλη αποτελούνται από δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει όλα τα μέλη τα παράλληλα προς το επίπεδο x, y και η δεύτερη ομάδα, τα υπόλοιπα.

Για την πρώτη ομάδα οι ιδιότητες είναι:

$$A = 0,12 \text{ m}^2, I_z = 0,0004 \text{ m}^4, I_y = 0,0036 \text{ m}^4, I_x = J = 0,001262 \text{ m}^4$$

Για την δεύτερη ομάδα οι ιδιότητες είναι:

$$A = 0,08 \text{ m}^2, I_z = 0,000267 \text{ m}^4, I_y = 0,001067 \text{ m}^4, I_x = J = 0,000733 \text{ m}^4$$

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για δύο περιπτώσεις φορτίσεως:

- α) Φόρτιση των κόμβων 25, 26, 27, 28, 29, 30 όπως στο σχήμα.
- β) Φόρτιση των κόμβων 7, 13, 19, 25 όπως στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX4 και EX4.OUT.

*** EXAMPLE 4 ***

30	48	.21000E+08	.80000E+07							
1		-.3500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	1
2		-.1750E+01	.30311E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
3		.1750E+01	.30311E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
4		.3500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	1
5		.1750E+01	-.30311E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
6		-.1750E+01	-.30311E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
7		-.5000E+01	.0000E+00	.4000E+01	1	1	1	1	1	1
8		-.2500E+01	.43301E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1
9		.2500E+01	.43301E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1
10		.5000E+01	.0000E+00	.4000E+01	1	1	1	1	1	1
11		.2500E+01	-.43301E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1
12		-.2500E+01	-.43301E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1
13		-.3500E+01	.0000E+00	.6000E+01	1	1	1	1	1	1
14		-.1750E+01	.30311E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1
15		.1750E+01	.30311E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1
16		.3500E+01	.0000E+00	.6000E+01	1	1	1	1	1	1
17		.1750E+01	-.30311E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1
18		-.1750E+01	-.30311E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1
19		-.2000E+01	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
20		-.1000E+01	.17321E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
21		.1000E+01	.17321E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
22		.2000E+01	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
23		.1000E+01	-.17321E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
24		-.1000E+01	-.17321E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
25		-.1250E+01	.0000E+00	.9000E+01	1	1	1	1	1	1
26		-.6250E+00	.10825E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1
27		.6250E+00	.10825E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1
28		.1250E+01	.0000E+00	.9000E+01	1	1	1	1	1	1
29		.6250E+00	-.10825E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1
30		-.6250E+00	-.10825E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1
1	1	7	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
2	2	8	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
3	3	9	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
4	4	10	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
5	5	11	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
6	6	12	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
7	7	8	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
8	8	9	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
9	9	10	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
10	10	11	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
11	11	12	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
12	7	12	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
13	7	13	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
14	8	14	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
15	9	15	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
16	10	16	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
17	11	17	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
18	12	18	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
19	13	14	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
20	14	15	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
21	15	16	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
22	16	17	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
23	17	18	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
24	13	18	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00			
25	13	19	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
26	14	20	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
27	15	21	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
28	16	22	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
29	17	23	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			
30	18	24	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00			

31	19	20	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
32	20	21	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
33	21	22	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
34	22	23	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
35	23	24	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
36	19	24	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
37	19	25	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
38	20	26	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
39	21	27	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
40	22	28	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
41	23	29	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
42	24	30	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
43	25	26	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
44	26	27	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
45	27	28	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
46	28	29	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
47	29	30	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
48	25	30	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00

2							
1	6						
25	0	0	-80	0	0	0	0
26	0	0	-80	0	0	0	0
27	0	0	-80	0	0	0	0
28	0	0	-80	0	0	0	0
29	0	0	-80	0	0	0	0
30	0	0	-80	0	0	0	0
2	4						
7	25.	0	0	0	0	0	0
13	25.	0	0	0	0	0	0
19	25.	0	0	0	0	0	0
25	25.	0	0	0	0	0	0

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 4 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (30 JOINTS 48 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS			
1	-.3500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	1	
2	-.1750E+01	.3031E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	
3	.1750E+01	.3031E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	
4	.3500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	1	
5	.1750E+01	-.3031E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	
6	-.1750E+01	-.3031E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	
7	-.5000E+01	.0000E+00	.4000E+01	1	1	1	1	1	1	
8	-.2500E+01	.4330E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1	
9	.2500E+01	.4330E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1	
10	.5000E+01	.0000E+00	.4000E+01	1	1	1	1	1	1	
11	.2500E+01	-.4330E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1	
12	-.2500E+01	-.4330E+01	.4000E+01	1	1	1	1	1	1	
13	-.3500E+01	.0000E+00	.6000E+01	1	1	1	1	1	1	
14	-.1750E+01	.3031E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1	
15	.1750E+01	.3031E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1	
16	.3500E+01	.0000E+00	.6000E+01	1	1	1	1	1	1	
17	.1750E+01	-.3031E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1	
18	-.1750E+01	-.3031E+01	.6000E+01	1	1	1	1	1	1	
19	-.2000E+01	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1	1	1	
20	-.1000E+01	.1732E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1	
21	.1000E+01	.1732E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1	
22	.2000E+01	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1	1	1	
23	.1000E+01	-.1732E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1	
24	-.1000E+01	-.1732E+01	.8000E+01	1	1	1	1	1	1	
25	-.1250E+01	.0000E+00	.9000E+01	1	1	1	1	1	1	
26	-.6250E+00	.1082E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1	
27	.6250E+00	.1082E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1	
28	.1250E+01	.0000E+00	.9000E+01	1	1	1	1	1	1	
29	.6250E+00	-.1082E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1	
30	-.6250E+00	-.1082E+01	.9000E+01	1	1	1	1	1	1	

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 7	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
2	2 TO 8	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
3	3 TO 9	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
4	4 TO 10	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
5	5 TO 11	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
6	6 TO 12	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
7	7 TO 8	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
8	8 TO 9	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
9	9 TO 10	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
10	10 TO 11	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
11	11 TO 12	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
12	7 TO 12	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
13	7 TO 13	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
14	8 TO 14	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
15	9 TO 15	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
16	10 TO 16	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
17	11 TO 17	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00

18	12	TO	18	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
19	13	TO	14	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
20	14	TO	15	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
21	15	TO	16	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
22	16	TO	17	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
23	17	TO	18	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
24	13	TO	18	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
25	13	TO	19	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
26	14	TO	20	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
27	15	TO	21	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
28	16	TO	22	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
29	17	TO	23	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
30	18	TO	24	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
31	19	TO	20	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
32	20	TO	21	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
33	21	TO	22	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
34	22	TO	23	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
35	23	TO	24	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
36	19	TO	24	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
37	19	TO	25	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
38	20	TO	26	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
39	21	TO	27	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
40	22	TO	28	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
41	23	TO	29	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
42	24	TO	30	.4000E-03	.3600E-02	.1262E-02	.1200E+00	.0000E+00
43	25	TO	26	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
44	26	TO	27	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
45	27	TO	28	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
46	28	TO	29	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
47	29	TO	30	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00
48	25	TO	30	.2670E-03	.1067E-02	.7330E-03	.8000E-01	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08

SHEAR MODULUS = .8000E+07

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 6 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1 25	.0000E+00	.0000E+00	-.8000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 26	.0000E+00	.0000E+00	-.8000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 27	.0000E+00	.0000E+00	-.8000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 28	.0000E+00	.0000E+00	-.8000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 29	.0000E+00	.0000E+00	-.8000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 30	.0000E+00	.0000E+00	-.8000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 4 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
2 7	.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 13	.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 19	.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 25	.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 4 ***

FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 150

WIDTH OF THE BAND = 42

TERMS IN K-MATRIX = 6300

NO. OF LOAD CASES = 2

L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.875E-08	-.156E-03	-.472E-08
1	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.106E-08	.156E-03	-.407E-08
1	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	7	-.2568E-03	.3161E-07	-.2461E-03	-.186E-08	.829E-04	-.214E-08
1	8	-.1153E-03	.1847E-03	-.2350E-03	.426E-04	.195E-04	.249E-05
1	9	.1152E-03	.1847E-03	-.2350E-03	.426E-04	-.195E-04	-.249E-05
1	10	.2567E-03	-.2251E-08	-.2460E-03	-.799E-09	-.829E-04	-.417E-08
1	11	.1152E-03	-.1847E-03	-.2350E-03	-.426E-04	-.195E-04	.249E-05
1	12	-.1153E-03	-.1847E-03	-.2350E-03	-.426E-04	.195E-04	-.249E-05
1	13	-.3093E-04	.3571E-07	-.5307E-03	-.112E-08	.106E-03	-.275E-08
1	14	-.1386E-04	.2198E-04	-.4976E-03	.951E-04	.477E-04	.479E-05
1	15	.1379E-04	.2197E-04	-.4976E-03	.951E-04	-.477E-04	-.479E-05
1	16	.3083E-04	.6258E-08	-.5307E-03	.224E-09	-.106E-03	-.480E-08
1	17	.1376E-04	-.2194E-04	-.4976E-03	-.951E-04	-.477E-04	.479E-05
1	18	-.1388E-04	-.2192E-04	-.4976E-03	-.951E-04	.477E-04	-.479E-05
1	19	-.8218E-06	.3283E-07	-.6786E-03	-.266E-09	.357E-04	-.470E-08
1	20	.5444E-05	-.1587E-04	-.6579E-03	.452E-04	.199E-04	-.791E-06
1	21	-.5531E-05	-.1588E-04	-.6579E-03	.452E-04	-.199E-04	.782E-06
1	22	.7158E-06	.1303E-07	-.6786E-03	.904E-09	-.357E-04	-.516E-08
1	23	-.5548E-05	.1591E-04	-.6579E-03	-.452E-04	-.199E-04	-.791E-06
1	24	.5427E-05	.1592E-04	-.6579E-03	-.452E-04	.199E-04	.782E-06
1	25	.2092E-04	.2926E-07	-.7547E-03	-.193E-09	.525E-04	-.473E-08
1	26	.2046E-04	-.4768E-04	-.7449E-03	.607E-04	.298E-04	-.111E-04
1	27	-.2056E-04	-.4769E-04	-.7449E-03	.607E-04	-.298E-04	.111E-04
1	28	-.2103E-04	.1620E-07	-.7546E-03	.888E-09	-.525E-04	-.488E-08
1	29	-.2057E-04	.4773E-04	-.7449E-03	-.607E-04	-.298E-04	-.111E-04
1	30	.2045E-04	.4774E-04	-.7449E-03	-.607E-04	.298E-04	.111E-04
2	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.740E-07	.385E-02	.449E-06
2	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.762E-06	.367E-02	.515E-06
2	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	7	.1380E-01	-.7868E-06	.5156E-02	-.458E-07	.265E-02	.404E-06
2	8	.1292E-01	.4800E-03	.2345E-02	.680E-03	.194E-02	.532E-04
2	9	.1291E-01	-.3630E-04	-.2466E-02	-.814E-03	.201E-02	-.849E-04
2	10	.1296E-01	.2873E-05	-.4883E-02	-.138E-06	.239E-02	.281E-06
2	11	.1291E-01	.4017E-04	-.2465E-02	.813E-03	.201E-02	.856E-04
2	12	.1292E-01	-.4797E-03	.2346E-02	-.681E-03	.194E-02	-.525E-04
2	13	.1798E-01	-.1548E-06	.2003E-02	.178E-07	.148E-02	.454E-06
2	14	.1713E-01	.4603E-03	.8163E-03	.285E-03	.789E-03	.539E-03
2	15	.1712E-01	.2612E-03	-.7405E-03	-.270E-03	.933E-03	.257E-03
2	16	.1669E-01	.3071E-05	-.2095E-02	-.977E-07	.138E-02	.301E-06
2	17	.1713E-01	-.2567E-03	-.7403E-03	.270E-03	.933E-03	-.256E-03
2	18	.1713E-01	-.4590E-03	.8164E-03	-.285E-03	.789E-03	-.538E-03
2	19	.1997E-01	.3738E-06	.4801E-03	.573E-07	.564E-03	.656E-06
2	20	.1910E-01	.5026E-03	.1688E-03	.172E-03	.225E-03	.392E-03
2	21	.1909E-01	.1897E-03	-.8960E-04	-.220E-04	.389E-03	-.280E-04
2	22	.1875E-01	.2946E-05	-.5628E-03	-.167E-07	.670E-03	.566E-06
2	23	.1910E-01	-.1852E-03	-.8969E-04	.219E-04	.389E-03	.291E-04
2	24	.1910E-01	-.5005E-03	.1687E-03	-.172E-03	.225E-03	-.390E-03
2	25	.2040E-01	.8289E-06	.1404E-03	.747E-07	.367E-03	.750E-06
2	26	.1953E-01	.4985E-03	.2523E-04	.125E-03	.748E-04	.444E-03
2	27	.1952E-01	.1348E-03	.1957E-04	-.263E-04	.152E-03	-.276E-03
2	28	.1931E-01	.2546E-05	-.1461E-03	.412E-07	.469E-03	.710E-06
2	29	.1952E-01	-.1307E-03	.1946E-04	.263E-04	.152E-03	.278E-03

2 30		.1953E-01	-.4959E-03	.2510E-04	-.125E-03	.748E-04	-.443E-03

M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE	
1	1	-.8273E+02	-.7128E-11	.2892E-04	-.8658E-08	-.8463E+01	-.3752E-11
1	2	-.9962E+01	.2980E-10	-.5028E-03	-.2143E-04	.4244E+02	.1210E-09
2	1	-.8474E+02	-.1055E-02	.1850E-01	-.8766E+01	-.1042E+02	-.1871E-02
2	2	.4357E+02	.2669E+02	.2182E+02	.1059E+03	.5063E+02	-.1232E+01
3	1	-.8474E+02	.9832E-03	-.1856E-01	-.8766E+01	-.1042E+02	.1888E-02
3	2	-.3189E+02	.2590E+02	.2089E+02	-.1105E+03	-.5011E+02	-.9155E+00
4	1	-.8273E+02	-.9488E-12	-.1111E-05	-.8791E-06	-.8463E+01	-.8728E-12
4	2	-.1245E+02	-.3397E-09	-.2621E-02	-.2524E-04	-.4519E+02	.3363E-09
5	1	-.8474E+02	-.9412E-03	.1860E-01	-.8765E+01	-.1042E+02	-.1874E-02
5	2	-.3188E+02	-.2591E+02	-.2090E+02	-.1105E+03	-.5010E+02	.9143E+00
6	1	-.8474E+02	.1164E-02	-.1842E-01	-.8766E+01	-.1042E+02	.1881E-02
6	2	.4358E+02	-.2670E+02	-.2182E+02	.1059E+03	.5064E+02	.1230E+01
7	1	.7752E+02	.4622E-01	.5180E-01	.5595E+00	-.5501E-01	.3941E-01
7	2	-.7717E+01	-.1226E+01	-.1108E+01	.1205E+02	.3605E+01	.3173E+00
8	1	.7745E+02	.5588E-02	-.5583E-02	.1750E+00	-.1751E+00	-.5515E-05
8	2	-.4508E+01	.7431E+00	.4334E+00	.2693E+02	.2749E+02	.1752E+01
9	1	.7752E+02	-.5180E-01	-.4621E-01	.5503E-01	-.5596E+00	-.3941E-01
9	2	-.2041E+01	-.4713E+00	-.2803E+00	.3056E+01	.1110E+02	-.8517E-01
10	1	.7752E+02	.4621E-01	.5179E-01	.5596E+00	-.5506E-01	.3940E-01
10	2	-.2040E+01	.2794E+00	.4707E+00	-.1110E+02	-.3064E+01	.8505E-01
11	1	.7745E+02	.5588E-02	-.5582E-02	.1752E+00	-.1750E+00	.3490E-05
11	2	-.4507E+01	-.4335E+00	-.7431E+00	-.2749E+02	-.2694E+02	-.1752E+01
12	1	.7752E+02	-.4621E-01	-.5180E-01	.5595E+00	-.5511E-01	-.3940E-01
12	2	-.7717E+01	.1227E+01	.1108E+01	.1205E+02	.3605E+01	-.3168E+00
13	1	-.9290E+02	-.3539E-04	-.4185E-04	-.9091E+01	-.7718E+01	.1741E-06
13	2	-.1189E+02	.3854E-03	.2446E-03	.2984E+02	-.4065E+02	-.3151E-03
14	1	-.9581E+02	-.9343E-01	-.9427E-01	-.1050E+02	-.6897E+01	-.1198E-01
14	2	.5143E+02	-.9400E+01	-.1175E+02	.3772E+02	-.1788E+02	-.3513E+01
15	1	-.9581E+02	.9344E-01	.9429E-01	-.1050E+02	-.6897E+01	.1200E-01
15	2	-.4025E+02	-.9996E+01	-.1215E+02	-.3630E+02	.2459E+02	-.2695E+01
16	1	-.9290E+02	.8261E-05	.1123E-04	-.9091E+01	-.7718E+01	.4507E-05
16	2	-.1002E+02	.3065E-02	.3363E-02	-.3423E+02	.2718E+02	.3378E-04
17	1	-.9581E+02	-.9345E-01	-.9429E-01	-.1050E+02	-.6897E+01	-.1199E-01
17	2	-.4024E+02	.1000E+02	.1216E+02	-.3629E+02	.2459E+02	.2695E+01
18	1	-.9581E+02	.9338E-01	.9420E-01	-.1050E+02	-.6897E+01	.1198E-01
18	2	.5144E+02	.9400E+01	.1175E+02	.3773E+02	-.1788E+02	.3512E+01
19	1	.1322E+02	.2578E-01	.4113E-01	.9664E+00	-.4589E+00	.4422E-02
19	2	-.1238E+02	-.9215E+00	.8045E+00	.7848E+01	.2443E+00	.7677E+00
20	1	.1327E+02	.1535E-01	-.1535E-01	.6104E+00	-.6104E+00	-.9962E-06
20	2	-.3977E+01	.4824E+01	.3919E+01	.1507E+02	.1691E+02	.9303E+00
21	1	.1322E+02	-.4112E-01	-.2577E-01	.4589E+00	-.9664E+00	-.4427E-02
21	2	.4287E+01	.3020E+01	.2199E+01	-.1079E+00	.5719E+01	.4161E+00
22	1	.1322E+02	.2577E-01	.4112E-01	.9664E+00	-.4589E+00	.4421E-02
22	2	.4285E+01	-.2202E+01	-.3023E+01	-.5725E+01	.1008E+00	-.4162E+00
23	1	.1327E+02	.1536E-01	-.1533E-01	.6105E+00	-.6103E+00	.1669E-05
23	2	-.3983E+01	-.3920E+01	-.4825E+01	-.1691E+02	-.1507E+02	-.9301E+00
24	1	.1322E+02	-.2576E-01	-.4111E-01	.9664E+00	-.4589E+00	-.4421E-02
24	2	-.1238E+02	.9208E+00	-.8055E+00	.7850E+01	.2447E+00	-.7672E+00
25	1	-.1011E+03	-.4458E-05	-.1689E-04	.6744E+01	.2515E+01	.4223E-05
25	2	-.2312E+02	.1539E-02	.2141E-02	.3147E+02	-.2409E+02	-.7483E-03
26	1	-.1036E+03	-.4282E-01	-.6040E-01	.6366E+01	.2912E+01	.2023E-01
26	2	.4957E+02	-.1556E+01	-.4471E+01	.1032E+02	-.1269E+02	-.5689E+00
27	1	-.1036E+03	.4281E-01	.6039E-01	.6366E+01	.2912E+01	-.2023E-01
27	2	-.3380E+02	-.3112E+01	-.6125E+01	-.1564E+02	.1380E+02	.7867E-01
28	1	-.1011E+03	.2376E-05	.4562E-05	.6744E+01	.2515E+01	.2829E-05
28	2	-.8471E+01	.2564E-02	.4067E-02	-.2074E+02	.2191E+02	-.6592E-03
29	1	-.1036E+03	-.4282E-01	-.6040E-01	.6366E+01	.2912E+01	.2023E-01
29	2	-.3379E+02	.3117E+01	.6132E+01	-.1564E+02	.1379E+02	-.7971E-01

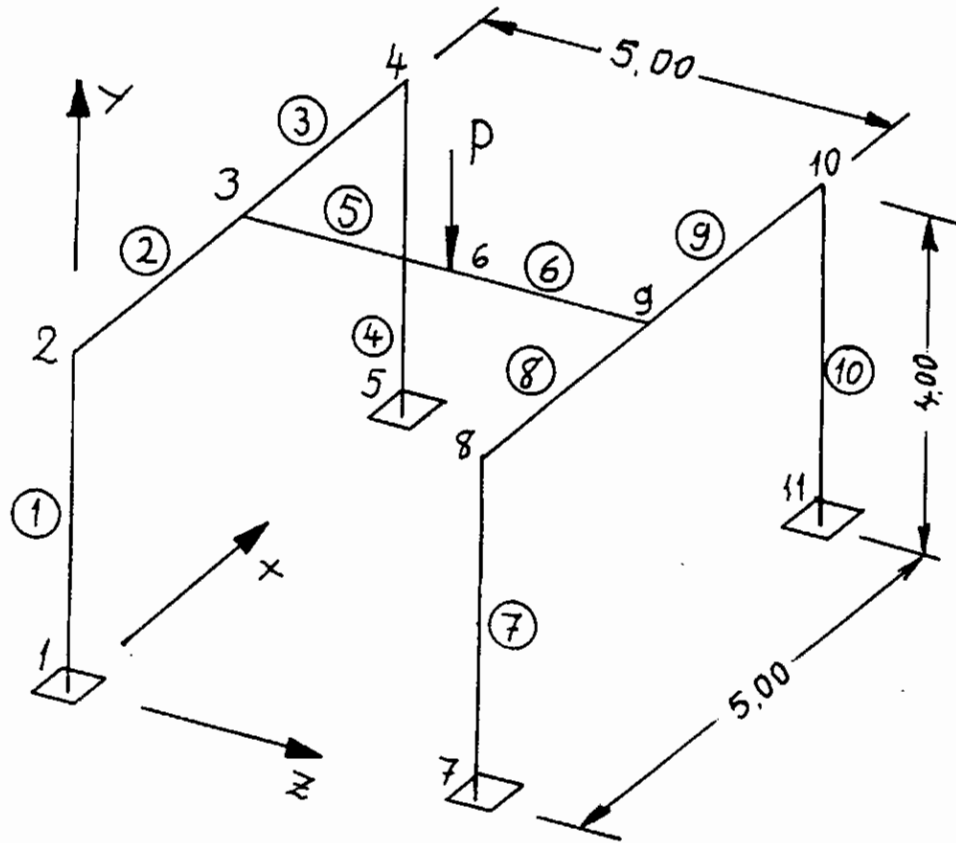
30	1	-.1036E+03	.4280E-01	.6036E-01	.6366E+01	.2912E+01	-.2023E-01
30	2	.4958E+02	.1559E+01	.4476E+01	.1033E+02	-.1269E+02	.5677E+00
31	1	-.8936E+01	.1080E+00	.1036E+00	.8423E+00	-.2111E+00	-.2612E-01
31	2	-.3528E+01	-.6306E+01	-.4114E+01	.1370E+01	-.5757E+01	.6097E+00
32	1	-.9219E+01	-.4418E-02	.4402E-02	.4460E+00	-.4460E+00	-.1882E-05
32	2	-.6195E+00	.6865E+01	.4512E+01	.1012E+02	.1379E+02	.5675E+00
33	1	-.8936E+01	-.1036E+00	-.1080E+00	.2111E+00	-.8423E+00	.2612E-01
33	2	-.8237E+01	.2974E+01	.3134E+01	-.5328E+00	.3046E+01	.6822E+00
34	1	-.8936E+01	.1080E+00	.1036E+00	.8423E+00	-.2111E+00	-.2612E-01
34	2	-.8235E+01	-.3138E+01	-.2978E+01	-.3051E+01	.5264E+00	-.6822E+00
35	1	-.9219E+01	-.4390E-02	.4431E-02	.4461E+00	-.4460E+00	-.1177E-05
35	2	-.6275E+00	-.4514E+01	-.6866E+01	-.1379E+02	-.1012E+02	-.5675E+00
36	1	-.8936E+01	-.1080E+00	-.1036E+00	.8423E+00	-.2111E+00	.2612E-01
36	2	-.3527E+01	.6305E+01	.4113E+01	.1372E+01	-.5758E+01	-.6092E+00
37	1	-.9634E+02	.9076E-05	.8078E-05	-.3312E+01	-.1284E+01	-.1786E-06
37	2	-.2708E+02	-.9413E-04	.4766E-03	.2167E+02	-.2241E+01	-.6918E-03
38	1	-.9787E+02	-.1725E+00	-.2471E+00	-.3263E+01	-.1038E+01	.7094E-01
38	2	.3384E+02	.2724E+00	-.4510E+00	.4785E+01	-.9213E+01	-.8575E+00
39	1	-.9787E+02	.1725E+00	.2471E+00	-.3263E+01	-.1038E+01	-.7093E-01
39	2	-.2121E+02	-.7050E+01	-.1128E+02	-.6735E+01	.7118E+01	.6020E+00
40	1	-.9634E+02	.8758E-05	.1090E-04	-.3312E+01	-.1284E+01	-.1932E-05
40	2	.1659E+01	.2031E-02	.3815E-02	-.1768E+02	.6618E+01	-.6490E-03
41	1	-.9787E+02	-.1725E+00	-.2471E+00	-.3263E+01	-.1038E+01	.7094E-01
41	2	-.2121E+02	.7052E+01	.1128E+02	-.6731E+01	.7115E+01	-.6028E+00
42	1	-.9787E+02	.1725E+00	.2471E+00	-.3263E+01	-.1038E+01	-.7093E-01
42	2	.3384E+02	-.2727E+00	.4518E+00	.4789E+01	-.9217E+01	.8566E+00
43	1	-.5584E+02	.4050E+00	.3050E+00	.1371E+01	-.9191E+00	-.5035E-01
43	2	-.1011E+02	-.1771E+02	-.1374E+02	.6957E+00	-.8406E+01	.8932E+00
44	1	-.5513E+02	-.9999E-01	.9996E-01	.1069E+01	-.1069E+01	-.3687E-05
44	2	-.1515E+02	.1332E+02	.6856E+01	.1034E+02	.1313E+02	.7084E+00
45	1	-.5584E+02	-.3050E+00	-.4050E+00	.9191E+00	-.1371E+01	.5035E-01
45	2	.1262E+02	.3933E+00	.2879E+01	-.2008E+01	.4492E+01	.1226E+01
46	1	-.5584E+02	.4050E+00	.3050E+00	.1371E+01	-.9192E+00	-.5035E-01
46	2	.1261E+02	-.2882E+01	-.3973E+00	-.4495E+01	.2004E+01	-.1226E+01
47	1	-.5513E+02	-.9993E-01	.1000E+00	.1069E+01	-.1069E+01	-.2514E-05
47	2	-.1515E+02	-.6855E+01	-.1332E+02	-.1312E+02	-.1034E+02	-.7084E+00
48	1	-.5584E+02	-.4050E+00	-.3050E+00	.1371E+01	-.9191E+00	.5035E-01
48	2	-.1010E+02	.1771E+02	.1373E+02	.6953E+00	-.8409E+01	-.8926E+00

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	-.2719E+02	-.6771E-05	.7815E+02	-.536E-11	.866E-08	-.602E-11
1	2	-.1278E+02	.2212E+02	.8092E+02	.759E+01	.438E+01	-.212E-02
1	3	.1278E+02	.2212E+02	.8092E+02	.759E+01	-.438E+01	.211E-02
1	4	.2719E+02	-.2602E-06	.7815E+02	.582E-12	-.879E-06	-.115E-11
1	5	.1278E+02	-.2212E+02	.8092E+02	-.759E+01	-.438E+01	-.208E-02
1	6	-.1278E+02	-.2212E+02	.8092E+02	-.759E+01	.438E+01	.217E-02
1	7	-.2670E-04	-.3792E-06	-.1526E-04	-.744E-07	.954E-06	.723E-07
1	8	-.7629E-05	.7629E-05	.1526E-04	.954E-06	.477E-06	.149E-06
1	9	.3815E-05	-.2289E-04	.3052E-04	-.191E-05	-.954E-06	.186E-06
1	10	.1144E-04	.1509E-04	-.3052E-04	-.357E-06	.191E-05	-.341E-06
1	11	.0000E+00	.1144E-04	.6104E-04	.000E+00	.477E-06	-.149E-06
1	12	-.1717E-04	-.3815E-05	.6104E-04	.381E-05	.954E-06	.589E-06
1	13	.8392E-04	-.9108E-06	.3815E-04	-.397E-06	.143E-05	.190E-06
1	14	-.3815E-05	.2289E-04	-.2289E-04	-.811E-05	-.238E-06	.138E-06
1	15	.2670E-04	-.3433E-04	.6866E-04	.668E-05	.167E-05	.132E-05
1	16	-.1221E-03	.3346E-04	.9918E-04	.157E-05	.954E-06	.608E-06
1	17	-.7629E-05	-.2289E-04	-.8392E-04	.811E-05	.286E-05	.765E-06
1	18	.1144E-04	.4959E-04	-.7629E-05	.811E-05	-.310E-05	.124E-05
1	19	-.1907E-04	.3716E-06	-.3815E-04	.211E-05	.665E-04	.527E-06
1	20	-.2861E-04	-.2670E-04	.8392E-04	-.355E-04	-.751E-05	-.185E-05
1	21	.7248E-04	.6485E-04	.6104E-04	-.858E-05	.107E-05	.152E-05

1	22	-.2365E-03	.3825E-05	.9155E-04	.703E-05	-.482E-04	.676E-06
1	23	.8392E-04	.3433E-04	.6104E-04	.269E-04	.381E-05	-.422E-05
1	24	-.8774E-04	.1411E-03	.1526E-03	-.141E-04	-.596E-06	.160E-06
1	25	-.1907E-04	-.1144E-04	-.8000E+02	-.799E-05	.162E-04	-.119E-05
1	26	.2670E-04	-.1550E-04	-.8000E+02	-.270E-04	-.989E-05	-.216E-06
1	27	-.6104E-04	-.5722E-04	-.8000E+02	.107E-04	-.138E-04	.417E-06
1	28	.8392E-04	-.7629E-05	-.8000E+02	.125E-04	.834E-06	-.218E-05
1	29	-.3815E-04	-.1604E-04	-.8000E+02	-.194E-04	.954E-06	-.148E-05
1	30	.1526E-04	.1907E-04	-.8000E+02	.399E-05	-.548E-05	.596E-07
2	1	-.1280E+02	.1177E-03	.5839E+01	-.146E-10	.214E-04	.124E-09
2	2	-.1934E+02	.1078E+02	-.5366E+02	-.790E+02	-.750E+02	.822E+01
2	3	-.2149E+02	-.1532E+02	.4306E+02	.834E+02	-.765E+02	.824E+01
2	4	-.5533E+01	-.6135E-03	.1537E+02	.436E-09	-.252E-04	.196E-09
2	5	-.2149E+02	.1531E+02	.4305E+02	-.834E+02	-.765E+02	-.824E+01
2	6	-.1934E+02	-.1078E+02	-.5367E+02	.790E+02	-.750E+02	-.822E+01
2	7	.2500E+02	-.6174E-04	.2222E-03	.137E-05	-.381E-05	-.981E-07
2	8	.1453E-02	-.3834E-03	-.4387E-03	-.420E-04	.963E-04	.105E-04
2	9	-.2441E-03	.5903E-03	-.2213E-03	-.114E-04	.200E-04	.000E+00
2	10	-.5610E-03	-.4349E-03	-.1564E-03	-.401E-05	-.187E-03	.152E-05
2	11	.1389E-02	-.2594E-03	.2022E-03	.000E+00	.153E-04	-.114E-04
2	12	.1148E-02	.4215E-03	-.6218E-03	-.343E-04	.734E-04	-.286E-05
2	13	.2500E+02	.9402E-04	-.1970E-02	.397E-05	-.992E-04	-.154E-04
2	14	.1087E-02	.1450E-03	-.1564E-03	-.811E-04	-.358E-04	.954E-05
2	15	.2053E-02	-.6714E-03	-.4215E-03	.715E-04	-.525E-05	.417E-05
2	16	-.9274E-03	-.7890E-03	.2535E-02	-.664E-05	.183E-03	-.252E-04
2	17	-.2224E-02	.1053E-02	.1520E-02	-.763E-04	.210E-04	.143E-05
2	18	.3389E-02	-.8240E-03	-.5455E-03	.324E-04	.377E-04	.132E-04
2	19	.2500E+02	-.1712E-02	.1097E-02	-.511E-05	.113E-02	.142E-04
2	20	-.1196E-01	.1369E-02	-.2542E-02	-.122E-03	-.625E-04	.105E-03
2	21	.2945E-02	.1717E-02	.1154E-02	-.334E-04	-.109E-03	.126E-03
2	22	-.6876E-03	.1467E-02	.2983E-02	-.333E-04	-.286E-03	-.395E-04
2	23	-.5463E-02	.2856E-03	.1717E-03	-.639E-04	.316E-03	-.753E-04
2	24	.3134E-02	.1398E-02	.1150E-02	-.269E-04	-.174E-03	.700E-04
2	25	.2500E+02	.1330E-03	.6533E-03	-.253E-04	.851E-03	-.896E-04
2	26	.5627E-03	.3345E-02	.1997E-02	.132E-03	-.820E-04	-.103E-03
2	27	-.8584E-02	-.2508E-03	.4050E-03	-.194E-03	-.103E-04	-.720E-04
2	28	.2524E-02	.2216E-02	-.4209E-03	-.620E-05	-.615E-03	.231E-04
2	29	.6298E-02	.4093E-02	.1087E-03	-.872E-04	.117E-03	.577E-04
2	30	.2310E-02	-.1605E-03	-.6127E-03	-.610E-04	.715E-04	-.162E-04

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX4.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX4
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 5^ο



Στο σχήμα φαίνεται το χωρικό πλαίσιο σε αξονομετρικό.

Οι κόμβοι 1, 5, 7, 11 είναι πακτώσεις.

Για το υλικό έχουμε το μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^7$ KN και το μέτρο διάτμησης $G = 0,945 \cdot 10^7$ KN / m².

Τα μέλη 1, 4, 7 και 10 έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,15$ m².

Οι ροπές αδράνειας τους είναι: $I_z = 0,003125$ m⁴

$$I_y = 0,001125$$
 m⁴

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη είναι: $J = I_x = 0,002817$ m⁴

Τα μέλη 2, 3, 8 και 9 έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,18$ m².

Οι ροπές αδράνειάς τους είναι: $I_z = 0,0054 \text{ m}^4$

$$I_y = 0,00135 \text{ m}^4$$

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη είναι: $J = I_x = 0,003708 \text{ m}^4$

Τα μέλη 5 και 6 έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,125 \text{ m}^2$.

Οι ροπές αδράνειάς τους είναι: $I_z = 0,002604 \text{ m}^4$

$$I_y = 0,000651 \text{ m}^4$$

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη είναι: $J = I_x = 0,001789 \text{ m}^4$.

Το χωρικό πλαίσιο θα επιλυθεί για την εικονιζόμενη περίπτωση φόρτισης, δηλαδή για φόρτιση του κόμβου 6 με δύναμη $F_y = -100 \text{ KN}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων που έχουν τις ονομασίες EX5 και EX5.OUT.

Τα αποτελέσματα του παρόντος παραδείγματος έχουν συγκριθεί με αυτά που υπάρχουν στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4] όπου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των δυνάμεων και ευρέθησαν σε πολύ καλή συμφωνία μεταξύ τους.

** EXAMPLE 5 ***

11	10	.21000E+08	.94500E+07						
1		.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
2		.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1
3		.2500E+01	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1
4		.5000E+01	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1
5		.5000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
6		.2500E+01	.4000E+01	.2500E+01	1	1	1	1	1
7		.0000E+00	.0000E+00	.5000E+01	0	0	0	0	0
8		.0000E+00	.4000E+01	.5000E+01	1	1	1	1	1
9		.2500E+01	.4000E+01	.5000E+01	1	1	1	1	1
10		.5000E+01	.4000E+01	.5000E+01	1	1	1	1	1
11		.5000E+01	.0000E+00	.5000E+01	0	0	0	0	0
1	1	2	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	2	3	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	3	4	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	4	5	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	3	6	.2604E-02	.6510E-03	.1789E-02	.1250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	6	9	.2604E-02	.6510E-03	.1789E-02	.1250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	7	8	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	8	9	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	9	10	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	10	11	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
1									
1	1								
6			.0000E+00	-.1000E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 5 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (11 JOINTS 10 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.CONSTRAINTS	ROTL.CONSTRAINTS
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0 0 0	0 0 0
2	.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	1 1 1	1 1 1
3	.2500E+01	.4000E+01	.0000E+00	1 1 1	1 1 1
4	.5000E+01	.4000E+01	.0000E+00	1 1 1	1 1 1
5	.5000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0 0 0	0 0 0
6	.2500E+01	.4000E+01	.2500E+01	1 1 1	1 1 1
7	.0000E+00	.0000E+00	.5000E+01	0 0 0	0 0 0
8	.0000E+00	.4000E+01	.5000E+01	1 1 1	1 1 1
9	.2500E+01	.4000E+01	.5000E+01	1 1 1	1 1 1
10	.5000E+01	.4000E+01	.5000E+01	1 1 1	1 1 1
11	.5000E+01	.0000E+00	.5000E+01	0 0 0	0 0 0

MBR.CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1 1 TO 2	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00
2 2 TO 3	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00
3 3 TO 4	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00
4 4 TO 5	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00
5 3 TO 6	.2604E-02	.6510E-03	.1789E-02	.1250E+00	.0000E+00
6 6 TO 9	.2604E-02	.6510E-03	.1789E-02	.1250E+00	.0000E+00
7 7 TO 8	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00
8 8 TO 9	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00
9 9 TO 10	.5400E-02	.1350E-02	.3708E-02	.1800E+00	.0000E+00
10 10 TO 11	.3125E-02	.1125E-02	.2817E-02	.1500E+00	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08
 SHEAR MODULUS = .9450E+07

 THERE ARE 1 LOAD CASES

 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1 6	.0000E+00	-.1000E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 5 ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 42
 WIDTH OF THE BAND = 24
 TERMS IN K-MATRIX = 1008
 NO. OF LOAD CASES = 1

L/S ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1 1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 2	.4562E-05	-.3175E-04	.5667E-03	.758E-03	.292E-03	-.283E-03
1 3	.7063E-11	-.6720E-03	.8016E-05	.168E-02	-.120E-09	.245E-12
1 4	-.4562E-05	-.3175E-04	.5667E-03	.758E-03	-.292E-03	.283E-03
1 5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 6	-.4694E-10	-.3960E-02	.3384E-09	-.714E-10	.296E-10	.814E-11
1 7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

1	8	.4562E-05	-.3175E-04	-.5667E-03	-.758E-03	-.292E-03	-.283E-03
1	9	.6743E-10	-.6720E-03	-.8015E-05	-.168E-02	.447E-10	.235E-10
1	10	-.4562E-05	-.3175E-04	-.5667E-03	-.758E-03	.292E-03	.283E-03
1	11	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

M.L/S. AX.FORCE MAB-Z-AXIS MBA-Z-AXIS MAB-Y-AXIS MBA-Y-AXIS TORQUE

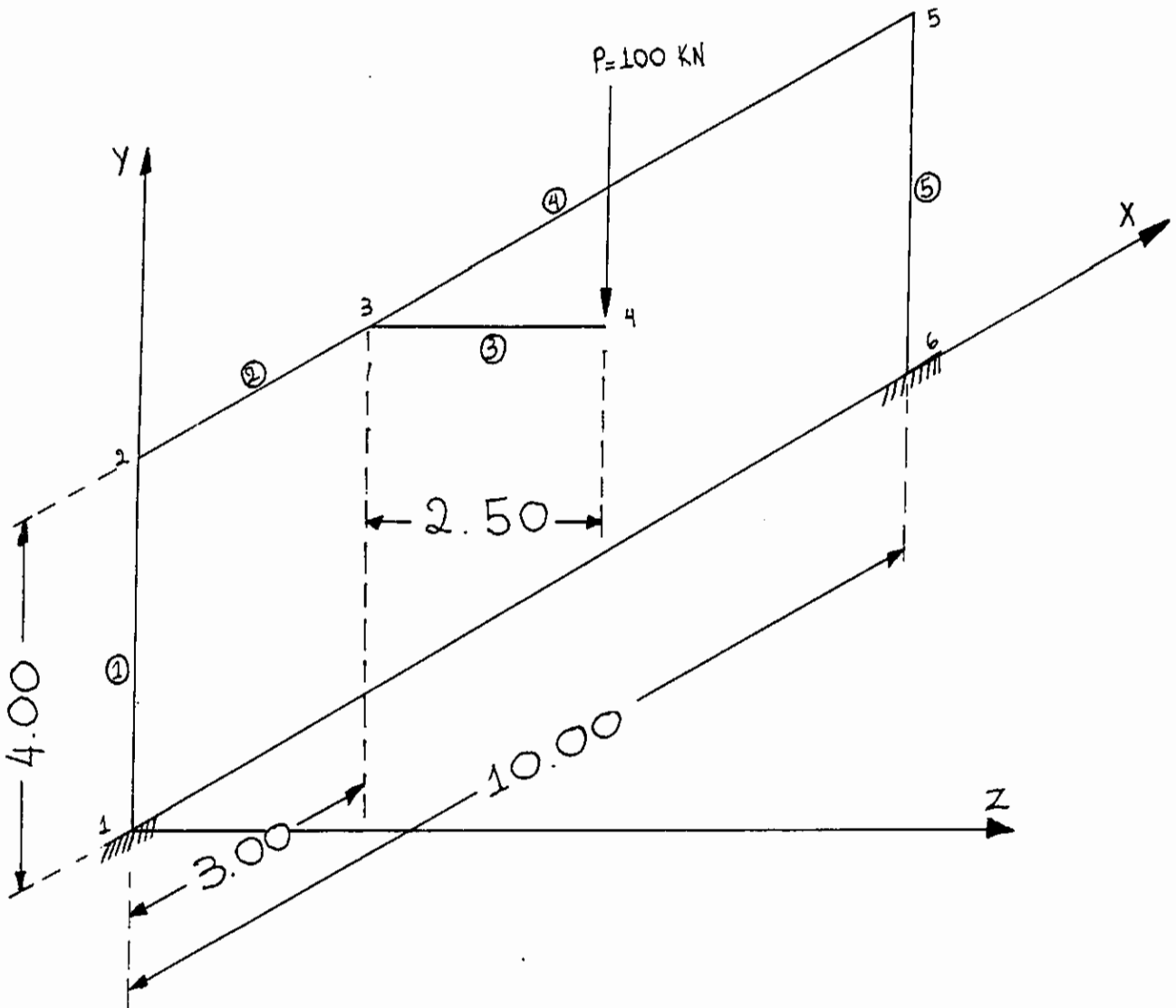
1	1	-.2500E+02	-.9160E+01	-.1843E+02	-.3937E+01	-.1289E+02	-.1945E+01
2	1	-.6898E+01	.1843E+02	.4407E+02	-.1945E+01	-.8575E+01	-.1289E+02
3	1	-.6898E+01	-.4407E+02	-.1843E+02	.8575E+01	.1945E+01	.1289E+02
4	1	-.2500E+02	.1843E+02	.9160E+01	.1289E+02	.3937E+01	.1945E+01
5	1	-.8416E+01	.2579E+02	.9921E+02	-.1585E-05	.4800E-07	-.5336E-07
6	1	-.8416E+01	-.9921E+02	-.2579E+02	-.3640E-06	-.1988E-06	-.1036E-06
7	1	-.2500E+02	-.9160E+01	-.1843E+02	.3937E+01	.1289E+02	.1945E+01
8	1	-.6898E+01	.1843E+02	.4407E+02	.1945E+01	.8575E+01	.1289E+02
9	1	-.6898E+01	-.4407E+02	-.1843E+02	-.8575E+01	-.1945E+01	-.1289E+02
10	1	-.2500E+02	.1843E+02	.9160E+01	-.1289E+02	-.3937E+01	-.1945E+01

L/S ND X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE MT.X-AXIS MT.Y-AXIS MT.Z-AXIS

1	1	.6898E+01	.2500E+02	.4208E+01	.394E+01	-.195E+01	-.916E+01
1	2	-.4768E-06	-.1907E-05	.0000E+00	-.191E-05	-.358E-06	-.191E-05
1	3	-.1378E-06	.7629E-05	.9537E-06	.381E-05	-.631E-06	-.534E-07
1	4	.9537E-06	.0000E+00	.4768E-06	.477E-05	.119E-06	.763E-05
1	5	-.6898E+01	.2500E+02	.4208E+01	.394E+01	.195E+01	.916E+01
1	6	.3895E-06	-.1000E+03	.9537E-06	.000E+00	-.316E-06	-.503E-07
1	7	.6898E+01	.2500E+02	-.4208E+01	-.394E+01	.195E+01	-.916E+01
1	8	.0000E+00	-.3815E-05	.4768E-06	-.191E-05	.119E-05	.000E+00
1	9	-.9537E-06	.1907E-05	.0000E+00	.191E-05	-.954E-06	.763E-05
1	10	.9537E-06	-.5722E-05	-.4768E-06	-.954E-06	-.119E-06	-.114E-04
1	11	-.6898E+01	.2500E+02	-.4208E+01	-.394E+01	-.195E+01	.916E+01

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX5.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX5
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 6^ο



Στο παράδειγμα φαίνεται ένα χωρικό πλαίσιο αξονομετρικά. Οι κόμβοι 1 και 6 είναι πακτώσεις (δηλαδή απαγορεύουν τις μετακινήσεις και στροφές κατά τους άξονες x , y και z). Όλα τα μέλη έχουν μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ και μέτρο διάτμησης $G = 0,955 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$.

Η διατομή των μελών είναι: $A = 0,25 \text{ m}^2$

Οι ροπές αδρανείας τους είναι: $I_z = I_y = 52,08 \cdot 10^4 \text{ m}^4$

Ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη: $J = I_x = 87,92 \cdot 10^4 \text{ m}^4$.

Το χωρικό πλαίσιο θα επιλυθεί για μια περίπτωση φορτίσεως δηλαδή για συγκεντρωμένο φορτίο $F_y = -100 \text{ KN}$ ασκούμενο στον κόμβο 4.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX6 και EX6.OUT.

Τα αποτελέσματα του παραδείγματος έχουν συγκριθεί με αυτά που υπάρχουν στο βιβλίο του K. Hirschfeld [4] όπου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του ελαστικού κέντρου και ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

*** EXAMPLE 6 ***

6	5	.21000E+08	.95500E+07							
1		.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
2		.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1
3		.3000E+01	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1
4		.3000E+01	.4000E+01	.2500E+01	1	1	1	1	1	1
5		.1000E+02	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1
6		.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
1	1	2	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0		0.	
2	2	3	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0		0.	
3	3	4	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0		0.	
4	3	5	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0		0.	
5	5	6	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0		0.	
1										
1	1									
4		0.	-100.	0.	0.	0.	0.			

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 6 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (6 JOINTS 5 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS			
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	0
2	.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1	1
3	.3000E+01	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1	1
4	.3000E+01	.4000E+01	.2500E+01	1	1	1	1	1	1	1
5	.1000E+02	.4000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1	1
6	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
2	2 TO 3	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
3	3 TO 4	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
4	3 TO 5	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
5	5 TO 6	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08
 SHEAR MODULUS = .9550E+07

 THERE ARE 1 LOAD CASES

 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	4	.0000E+00	-.1000E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 6 ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 24
 WIDTH OF THE BAND = 18
 TERMS IN K-MATRIX = 432
 NO. OF LOAD CASES = 1

L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	.9298E-03	-.5521E-04	.1122E-01	.564E-02	.315E-03	-.126E-02
1	3	.9112E-03	-.4948E-02	.1006E-01	.113E-01	.442E-03	-.101E-02
1	4	.2017E-02	-.3784E-01	.1006E-01	.141E-01	.442E-03	-.101E-02
1	5	.8677E-03	-.2098E-04	.7062E-02	.350E-02	.315E-03	.360E-03
1	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

 M.L/S. AX.FORCE MAB-Z-AXIS MBA-Z-AXIS MAB-Y-AXIS MBA-Y-AXIS TORQUE

1	1	-.7246E+02	-.3072E+02	-.9957E+02	.1517E+03	-.1570E+03	-.6621E+01
2	1	-.3257E+02	.9957E+02	.1178E+03	-.6621E+01	.2645E+01	-.1570E+03
3	1	-.5162E-03	.2500E+03	-.5332E-04	.2265E-05	.3505E-04	.6596E-05
4	1	-.3257E+02	-.1178E+03	-.7500E+02	-.2645E+01	-.6619E+01	.9302E+02
5	1	-.2754E+02	.7500E+02	.5529E+02	.9302E+02	-.9831E+02	-.6619E+01

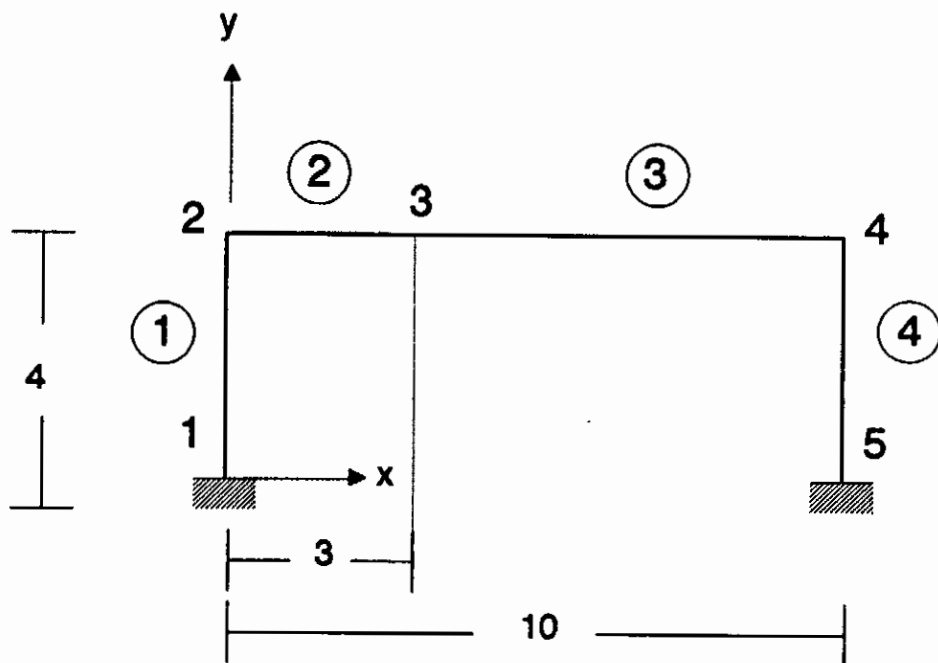
L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	.3257E+02	.7246E+02	.1325E+01	-.152E+03	-.662E+01	-.307E+02
1	2	-.3433E-04	-.7629E-05	-.1049E-04	-.916E-04	.391E-04	-.229E-04
1	3	.1602E-03	.6485E-04	-.1255E-02	-.153E-04	.300E-04	.000E+00
1	4	-.1493E-04	-.1000E+03	-.5162E-03	.533E-04	.350E-04	-.660E-05
1	5	.3052E-04	.0000E+00	-.1788E-05	.763E-05	.477E-06	-.229E-04
1	6	-.3257E+02	.2754E+02	-.1323E+01	-.983E+02	-.662E+01	.553E+02

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX6.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παρατήρηση για το Παράδειγμα 6^ο

Στο χωρικό πλαίσιο 1-2-3-4-5-6 του παραδείγματος 6, αφαιρούμε το μέλος 3 (δηλαδή το 3-4) οπότε προκύπτει ο επίπεδος φορέας 1-2-3-5-6 με την ακόλουθη φόρτιση του κόμβου 3: $F_{3Y} = -100 \text{ KN}$, $M_{3X} = 250 \text{ KN.m}$.

Παρακάτω εικονίζεται ο προκύπτων επίπεδος φορέας με τη νέα αρίθμηση των κόμβων και των μελών του.



Σχήμα 6β

Ο προκύπτων επίπεδος φορέας του σχήματος 6β επιλύθηκε:

- α) με πρόγραμμα ανάλυσης επιπέδων πλαισίων για κατακόρυφη φόρτιση ασκούμενη στον κόμβο 3: $F_Y = -100 \text{ KN}$ και
- β) με πρόγραμμα ανάλυσης επιπέδων εσχάρων για επικόμβια ροπή ασκούμενη στον κόμβο 3: $M_X = 250 \text{ KN.m}$.

Όπως αναμένετο τα αποτελέσματα για τα μέλη 1,2,4 και 5 του χωρικού πλαισίου στο EX6.OUT είναι η επαλληλία των αποτελεσμάτων των α) και β) για τα μέλη 1,2,3 και 4 του επίπεδου φορέα του σχήματος 6β. Για να μην χρησιμοποιηθούν άλλα προγράμματα Η/Υ έγινε χρήση του παρόντος προγράμματος Η/Υ, εξομοιώνοντας με τους κατάλληλους περιορισμούς

μετακινήσεων και στροφών των κόμβων, συνθήκες επιπέδου πλαισίου ή επίπεδης εσχάρας.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του εικονιζομένου στο σχήμα 6β επίπεδου φορέα.

Τα αρχεία EX6A και EX6A.OUT αντιστοιχούν στην περίπτωση α) και τα αρχεία EX6B και EX6B.OUT αντιστοιχούν στην περίπτωση β).

*** EXAMPLE 6A ***

5	4	.21000E+08	.95500E+07						
1		.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
2		.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	1
3		.3000E+01	.4000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	1
4		.1000E+02	.4000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	1
5		.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
1	1	2	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
2	2	3	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
3	3	4	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
4	4	5	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
1									
1	1								
3		0.	-100.	0.	0.	0.	0.		

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 6A ***

JOINT AND MEMBER DATA (5 JOINTS 4 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0
2	.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	1	1	0	0
3	.3000E+01	.4000E+01	.0000E+00	1	1	0	0
4	.1000E+02	.4000E+01	.0000E+00	1	1	0	0
5	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
2	2 TO 3	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
3	3 TO 4	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
4	4 TO 5	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08
 SHEAR MODULUS = .9550E+07

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	3	.0000E+00	-.1000E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 6A ***

FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 9
 WIDTH OF THE BAND = 9
 TERMS IN K-MATRIX = 81
 NO. OF LOAD CASES = 1

L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	.9298E-03	-.5521E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.126E-02
1	3	.9112E-03	-.4948E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.101E-02
1	4	.8677E-03	-.2098E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.360E-03
1	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE
1	1	-.7246E+02	-.3072E+02	-.9957E+02	.0000E+00	.0000E+00
2	1	-.3257E+02	.9957E+02	.1178E+03	.0000E+00	.0000E+00
3	1	-.3257E+02	-.1178E+03	-.7500E+02	.0000E+00	.0000E+00
4	1	-.2754E+02	.7500E+02	.5529E+02	.0000E+00	.0000E+00

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	.3257E+02	.7246E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.307E+02
1	2	-.5341E-04	-.7629E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.763E-05
1	3	.5341E-04	-.1000E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.229E-04
1	4	.3815E-05	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	5	-.3257E+02	.2754E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.553E+02

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX6A.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6A
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

*** EXAMPLE 6B ***

5	4	.21000E+08	.95500E+07						
1		.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
2		.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1
3		.3000E+01	.4000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1
4		.1000E+02	.4000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1
5		.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
1	1	2	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
2	2	3	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
3	3	4	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
4	4	5	.5208E-2	.5208E-2	.8792E-2		.25E+0	0.	
1									
1	1								
3		0.	0.	0.	250.	0.	0.		

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 6B ***

 JOINT AND MEMBER DATA (5 JOINTS 4 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS		
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
2	.0000E+00	.4000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
3	.3000E+01	.4000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
4	.1000E+02	.4000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
5	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
2	2 TO 3	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
3	3 TO 4	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00
4	4 TO 5	.5208E-02	.5208E-02	.8792E-02	.2500E+00	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08
 SHEAR MODULUS = .9550E+07

 THERE ARE 1 LOAD CASES

 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.250E+03	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 6B ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 9
 WIDTH OF THE BAND = 9
 TERMS IN K-MATRIX = 81
 NO. OF LOAD CASES = 1

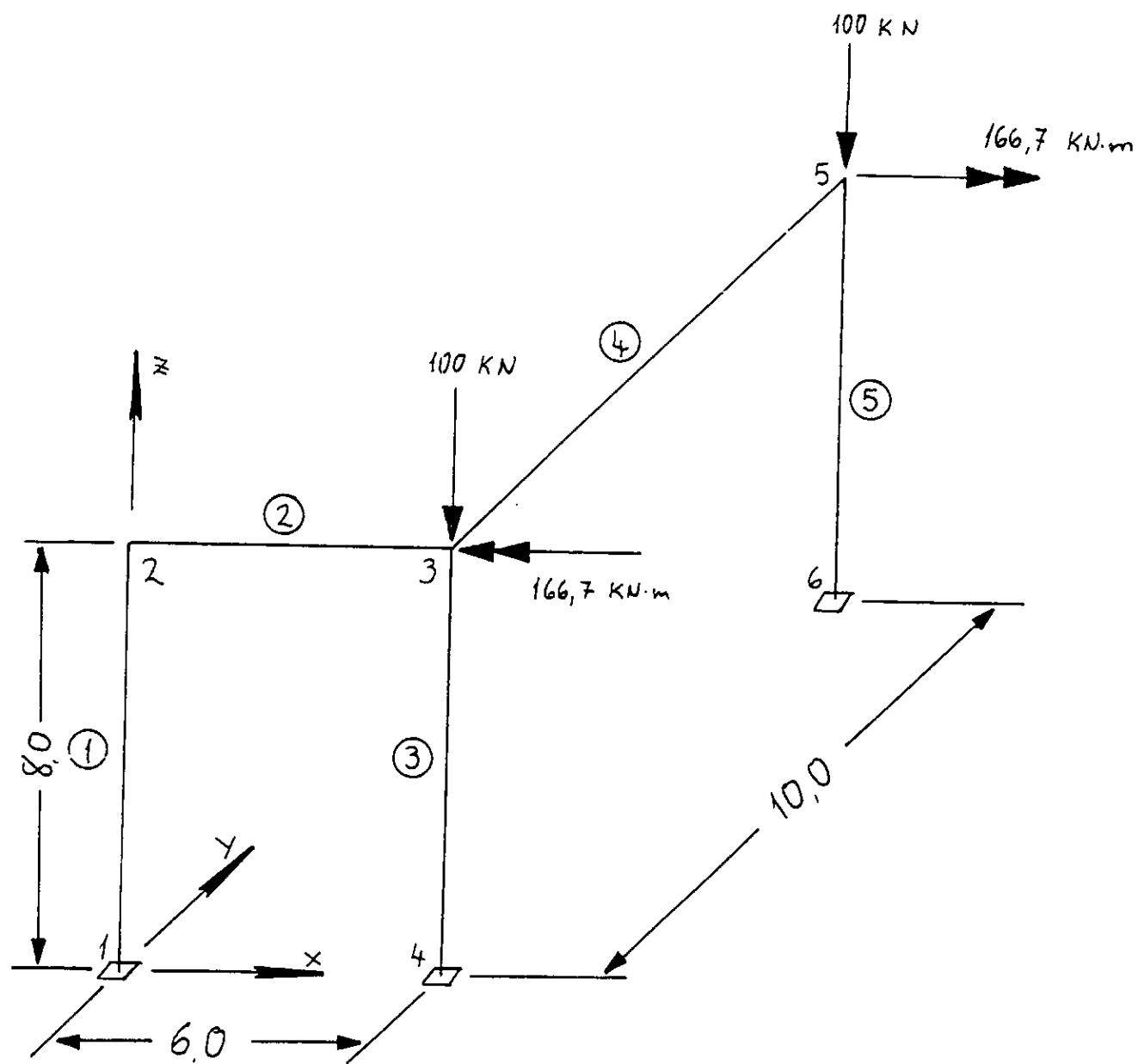
L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	.0000E+00	.0000E+00	.1122E-01	.564E-02	.315E-03	.000E+00
1	3	.0000E+00	.0000E+00	.1006E-01	.113E-01	.442E-03	.000E+00
1	4	.0000E+00	.0000E+00	.7062E-02	.350E-02	.315E-03	.000E+00
1	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE	
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1517E+03	-.1570E+03	-.6620E+01
2	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.6620E+01	.2648E+01	-.1570E+03
3	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2648E+01	-.6620E+01	.9302E+02
4	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9302E+02	-.9831E+02	-.6620E+01

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.1324E+01	-.152E+03	-.662E+01	.000E+00
1	2	.0000E+00	.0000E+00	.5198E-04	-.107E-03	-.691E-04	.000E+00
1	3	.0000E+00	.0000E+00	-.2599E-04	.250E+03	-.486E-04	.000E+00
1	4	.0000E+00	.0000E+00	-.2408E-04	.305E-04	-.429E-05	.000E+00
1	5	.0000E+00	.0000E+00	-.1324E+01	-.983E+02	-.662E+01	.000E+00

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX6B.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6B
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 7^ο



Στο σχήμα φαίνεται το χωρικό πλαίσιο σε αξονομετρικό. Οι κόμβοι 1, 4, 6 είναι πακτώσεις. Για το υλικό κατασκευής, το μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ και το μέτρο διάτμησης $G = 0,95 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$.

Όλα τα μέλη έχουν διατομή $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ και επομένως έχουν εμβαδό διατομής $A = 0,25 \text{ m}^2$, ροπές αδρανείας $I_z = I_y = 0,005208 \text{ m}^4$ και δείκτη αντίστασης σε στρέψη $J = I_x = 0,00879 \text{ m}^4$.

Να επιλυθεί το χωρικό πλαίσιο για την εξής περίπτωση φόρτισης:

Για φόρτιση του κόμβου 3 με δύναμη $F_z = -100 \text{ KN}$ και ροπή

$M_x = -166,7 \text{ KN.m}$ καθώς και για φόρτιση του κόμβου 5 με δύναμη

$F_z = -100 \text{ KN}$ και ροπή $M_x = 166,7 \text{ KN.m}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δοδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν την ονομασία EX7 και EX7.OUT.

*** EXAMPLE 7 ***

6	5	.21000E+08	.95000E+07						
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
2	.0000E+00	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
3	.6000E+01	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
4	.6000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
5	.6000E+01	.1000E+02	.8000E+01	1	1	1	1	1	1
6	.6000E+01	.1000E+02	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
1	1	2	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00		
2	2	3	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00		
3	3	4	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00		
4	3	5	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00		
5	5	6	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00		
1									
1	2								
3	.0000E+00	.0000E+00	-.1000E+03	-.1667E+03	.0000E+00	.0000E+00			
5	.0000E+00	.0000E+00	-.1000E+03	.1667E+03	.0000E+00	.0000E+00			

 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM
 ACADEMIC YEAR 1995-1996

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 7 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (6 JOINTS 5 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0
2	.0000E+00	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1
3	.6000E+01	.0000E+00	.8000E+01	1	1	1	1
4	.6000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0
5	.6000E+01	.1000E+02	.8000E+01	1	1	1	1
6	.6000E+01	.1000E+02	.0000E+00	0	0	0	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00
2	2 TO 3	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00
3	3 TO 4	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00
4	3 TO 5	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00
5	5 TO 6	.5208E-02	.5208E-02	.8790E-02	.2500E+00	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08
 SHEAR MODULUS = .9500E+07

 THERE ARE 1 LOAD CASES

 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	3	.0000E+00	.0000E+00	-.1000E+03	-.167E+03	.000E+00	.000E+00
1	5	.0000E+00	.0000E+00	-.1000E+03	.167E+03	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 7 ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 18
 WIDTH OF THE BAND = 18
 TERMS IN K-MATRIX = 324
 NO. OF LOAD CASES = 1

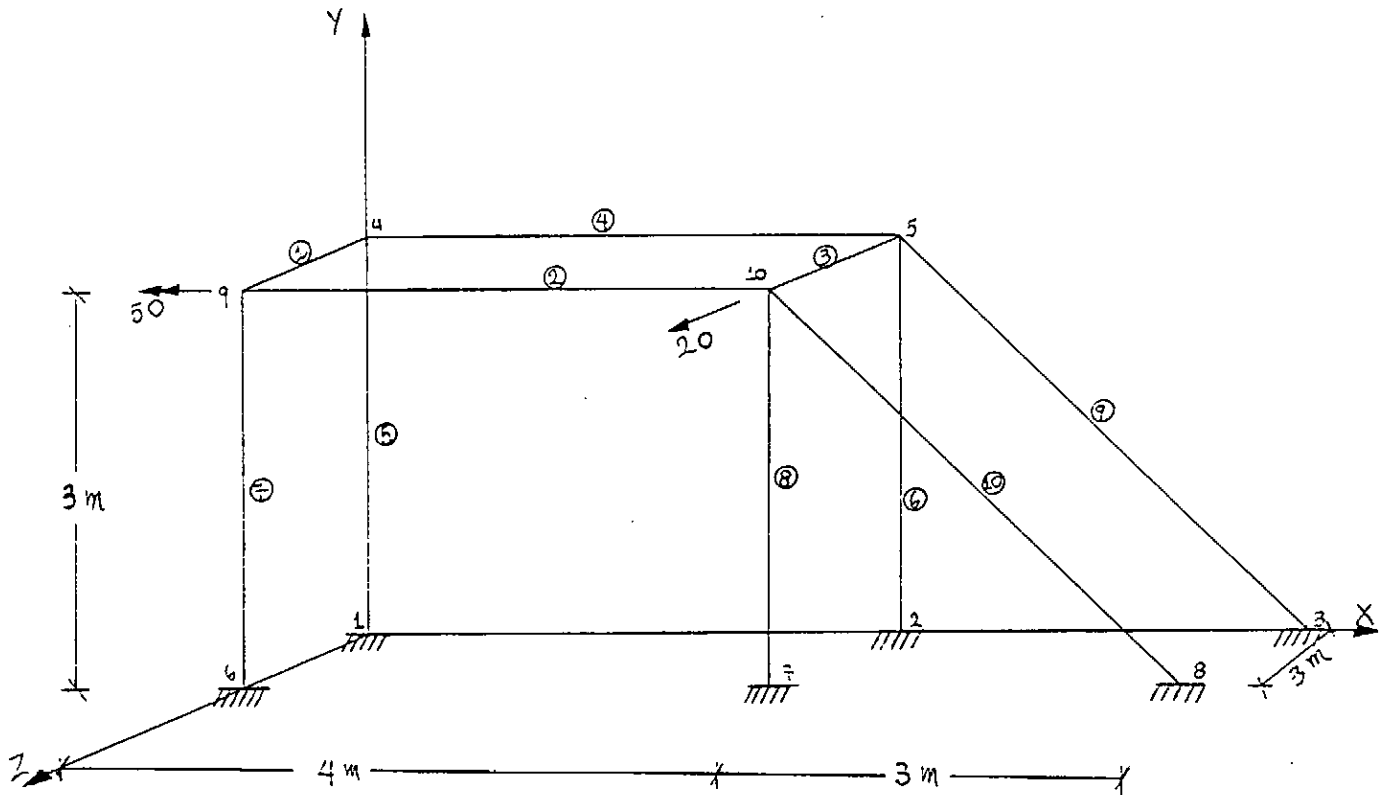
L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	-.4082E-04	.2189E-02	-.4900E-06	-.733E-03	.126E-04	-.347E-03
1	3	-.4109E-04	.1394E-03	-.1532E-03	-.200E-02	.206E-04	-.232E-03
1	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	5	.6464E-03	.9740E-04	-.1511E-03	.213E-02	.108E-03	.103E-04
1	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE
1 1	-.3215E+00	-.2397E+01	.1765E+02	.7642E+00	.1110E+01	.3621E+01
2 1	-.2343E+00	.3621E+01	.7820E+01	-.1110E+01	-.8194E+00	.1765E+02
3 1	-.1005E+03	-.1080E+03	-.5330E+02	.1548E+01	.9847E+00	.2419E+01
4 1	-.2207E+02	-.5401E+01	-.1074E+00	.4102E+02	-.4931E+02	-.7287E+00
5 1	-.9917E+02	.1174E+03	.5919E+02	-.7287E+00	-.3678E+01	-.1074E+00

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	.2342E+00	.1907E+01	.3215E+00	.240E+01	.764E+00	.362E+01
1	2	.5960E-06	.1192E-05	-.2980E-07	.191E-05	.238E-06	.262E-05
1	3	.2384E-06	-.1907E-05	-.1000E+03	-.167E+03	-.358E-06	.286E-05
1	4	.3166E+00	.2017E+02	.1005E+03	-.533E+02	.985E+00	.242E+01
1	5	-.2384E-06	.0000E+00	-.1000E+03	.167E+03	-.101E-05	-.603E-06
1	6	-.5509E+00	-.2207E+02	.9917E+02	.592E+02	-.368E+01	-.107E+00

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX7.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX7
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 8^ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα χωρικό πλαίσιο αξονομετρικά.

Οι κόμβοι 1, 2, 3, 6, 7 και 8 είναι πακτώσεις.

Όλα τα μέλη έχουν μέτρο ελαστικότητας $E = 2,6 \cdot 10^7 \text{ KN} / \text{m}^2$ και το μέτρο διάτμησης $G = 10,8 \cdot 10^6 \text{ KN} / \text{m}^2$.

Τα μέλη έχουν κοινή διατομή $A = 0,16 \text{ m}^2$.

Οι ροπές αδράνειάς τους είναι: $I_z = 0,002 \text{ m}^4$, $I_y = 0,002 \text{ m}^4$

Και ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη είναι: $J = I_x = 0,0006 \text{ m}^4$

Το χωρικό πλαίσιο θα επιλυθεί για δύο περιπτώσεις φόρτισης:

α) Για τα επικόμβια φορτία του σχήματος στους κόμβους 9 και 10 δηλαδή

$$F_{10z} = 20 \text{ KN και } M_{9x} = -50 \text{ KN.m.}$$

β) $F_{4y} = -72,537 \text{ KN}$, $M_{4x} = 2,278 \text{ KN.m}$, $M_{4z} = -40 \text{ KN.m}$

$$F_{5y} = -30 \text{ KN}, M_{5z} = 26,67 \text{ KN.m.}$$

$$F_{9y} = -62,463 \text{ KN}, M_{9x} = -8 \text{ KN.m}, M_{9z} = -36,67 \text{ KN.m}$$

$$F_{10y} = -40 \text{ KN}, M_{10z} = 36,67 \text{ KN.m}$$

Με τη δυνατότητα του προγράμματος να επιλύει και για συνδυασμό φορτίσεων, το παράδειγμα επιλύθηκε κατά την εκτέλεση του προγράμματος και για συνδυασμό των φορτίσεων α) και β).

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX8 και EX8.OUT.

Τα αποτελέσματα στο EX8.OUT ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία με αυτά που έχουν προκύψει από το πρόγραμμα STRESS [7].

*** EXAMPLE 8 ***

10	10	.26000E+08	.10800E+08						
1		.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
2		.4000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
3		.7000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
4		.0000E+00	.3000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1
5		.4000E+01	.3000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1
6		.0000E+00	.0000E+00	.3000E+01	0	0	0	0	0
7		.4000E+01	.0000E+00	.3000E+01	0	0	0	0	0
8		.7000E+01	.0000E+00	.3000E+01	0	0	0	0	0
9		.0000E+00	.3000E+01	.3000E+01	1	1	1	1	1
10		.4000E+01	.3000E+01	.3000E+01	1	1	1	1	1
1	4	9	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
2	9	10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
3	5	10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
4	4	5	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
5	1	4	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
6	2	5	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
7	6	9	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
8	7	10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00		
9	3	5	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.1800E+03		
10	8	10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.1800E+03		
2									
1	2								
9			.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.5000E+02	.0000E+00	.0000E+00	
10			.0000E+00	.0000E+00	.2000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	
2	4								
4			.0000E+00	-.7254E+02	.0000E+00	.2278E+01	.0000E+00	-.4000E+02	
5			.0000E+00	-.3000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.2667E+02	
9			.0000E+00	-.6246E+02	.0000E+00	-.8000E+01	.0000E+00	-.3667E+02	
10			.0000E+00	-.4000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.3667E+02	

 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM

 ACADEMIC YEAR 1995-1996

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 8 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (10 JOINTS 10 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS			
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	0
2	.4000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	0
3	.7000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0	0
4	.0000E+00	.3000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1	1
5	.4000E+01	.3000E+01	.0000E+00	1	1	1	1	1	1	1
6	.0000E+00	.0000E+00	.3000E+01	0	0	0	0	0	0	0
7	.4000E+01	.0000E+00	.3000E+01	0	0	0	0	0	0	0
8	.7000E+01	.0000E+00	.3000E+01	0	0	0	0	0	0	0
9	.0000E+00	.3000E+01	.3000E+01	1	1	1	1	1	1	1
10	.4000E+01	.3000E+01	.3000E+01	1	1	1	1	1	1	1

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	4 TO 9	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
2	9 TO 10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
3	5 TO 10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
4	4 TO 5	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
5	1 TO 4	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
6	2 TO 5	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
7	6 TO 9	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
8	7 TO 10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.0000E+00
9	3 TO 5	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.1800E+03
10	8 TO 10	.2000E-02	.2000E-02	.6000E-03	.1600E+00	.1800E+03

ELASTIC MODULUS = .2600E+08
 SHEAR MODULUS = .1080E+08

 THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS							
L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	9	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.500E+02	.000E+00	.000E+00
1	10	.0000E+00	.0000E+00	.2000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
IN LOAD-SET 2 THERE ARE 4 LOADED JOINTS							
L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
2	4	.0000E+00	-.7254E+02	.0000E+00	.228E+01	.000E+00	-.400E+02
2	5	.0000E+00	-.3000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.267E+02
2	9	.0000E+00	-.6246E+02	.0000E+00	-.800E+01	.000E+00	-.367E+02
2	10	.0000E+00	-.4000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.367E+02

*** EXAMPLE 8 ***

 FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 24
 WIDTH OF THE BAND = 24
 TERMS IN K-MATRIX = 576
 NO. OF LOAD CASES = 2

L/S	ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

1	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	4	.1926E-04	-.8185E-05	-.1355E-03	.649E-04	-.607E-04	-.235E-05
1	5	.1633E-04	.7117E-05	.3422E-03	.881E-04	-.369E-04	-.283E-05
1	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	9	-.1926E-04	.8185E-05	-.1414E-03	-.410E-03	-.635E-04	.235E-05
1	10	-.1633E-04	-.7117E-05	.3492E-03	.848E-04	-.370E-04	.283E-05

2	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	4	-.4453E-05	-.5113E-04	-.3303E-04	.242E-04	-.593E-05	-.372E-03
2	5	-.1702E-04	-.2354E-04	-.2701E-05	.187E-05	-.548E-05	.224E-03
2	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	9	-.1886E-04	-.4282E-04	-.3424E-04	-.735E-04	-.623E-05	-.356E-03
2	10	-.3104E-04	-.3189E-04	-.2724E-05	.634E-06	-.536E-05	.281E-03

M.L/S. AX.FORCE MAB-Z-AXIS MBA-Z-AXIS MAB-Y-AXIS MBA-Y-AXIS TORQUE

1	1	-.8137E+01	.9161E+01	.2564E+02	-.5071E+01	-.5168E+01	-.1017E-01
1	2	-.1676E+01	.5819E+00	.3970E+01	-.1277E+00	-.1380E+00	-.3461E-01
2	1	.3049E+01	.4943E+00	.5066E+00	.5305E+01	.5993E+01	-.8023E+00
2	2	-.1267E+02	-.1140E+02	.5148E+01	.1514E+00	.1740E+00	-.1201E+00
3	1	.9776E+01	-.8556E+01	-.8441E+01	-.2707E+01	-.2711E+01	-.1221E-01
3	2	-.3206E-01	.1377E+00	.1807E+00	-.7956E-01	-.7540E-01	-.1239E+00
4	1	-.3049E+01	-.4943E+00	-.5066E+00	.5202E+01	.5820E+01	-.3761E-01
4	2	-.1307E+02	-.1405E+02	.1424E+01	.1405E+00	.1523E+00	.3619E-01
5	1	-.1135E+02	.5860E+00	.5045E+00	-.6948E+01	-.9198E+01	.1310E+00
5	2	-.7090E+02	-.1304E+02	-.2592E+02	-.1984E+01	-.2824E+01	.1281E-01
6	1	.9869E+01	.4680E+00	.3700E+00	.8807E+01	.5752E+01	.7965E-01
6	2	-.3264E+02	.7159E+01	.1491E+02	-.1586E+00	-.2235E+00	.1184E-01
7	1	.1135E+02	-.5860E+00	-.5045E+00	.9328E+01	.2356E+02	.1371E+00
7	2	-.5938E+02	-.1298E+02	-.2531E+02	.1362E+01	.3910E+01	.1345E-01
8	1	-.9869E+01	-.4680E+00	-.3700E+00	.9167E+01	.6228E+01	.7991E-01
8	2	-.4423E+02	.8661E+01	.1840E+02	-.1164E+00	-.1384E+00	.1158E-01
9	1	-.6385E+01	-.2181E+00	-.1488E+00	-.5043E+01	-.4154E+01	.1350E+00
9	2	-.4518E+01	-.4982E+01	-.1046E+02	-.1568E-01	-.7817E-01	.7941E-02
10	1	.6385E+01	.2181E+00	.1488E+00	-.5225E+01	-.4396E+01	.1315E+00
10	2	-.5886E+00	-.6114E+01	-.1300E+02	-.3468E-01	-.1166E+00	.6473E-02

L/S ND X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE MT.X-AXIS MT.Y-AXIS MT.Z-AXIS

1	1	-.3635E+00	.1135E+02	.5382E+01	.695E+01	.131E+00	.586E+00
1	2	-.2793E+00	-.9869E+01	-.4853E+01	-.881E+01	.797E-01	.468E+00
1	3	-.4576E+01	.4454E+01	-.2168E+01	-.366E+01	-.347E+01	.218E+00
1	4	-.1878E-05	.1907E-05	.1049E-04	.000E+00	.116E-05	.000E+00
1	5	.4768E-06	-.2384E-05	-.2074E-04	.143E-05	.000E+00	.119E-06
1	6	.3635E+00	-.1135E+02	-.1096E+02	-.933E+01	.137E+00	-.586E+00
1	7	.2793E+00	.9869E+01	-.5132E+01	-.917E+01	.799E-01	-.468E+00
1	8	.4576E+01	-.4454E+01	-.2268E+01	-.379E+01	-.360E+01	-.218E+00
1	9	.6229E-05	.9537E-06	-.7629E-05	-.500E+02	.110E-05	.119E-06
1	10	.0000E+00	-.1907E-05	.2000E+02	.715E-06	.119E-05	-.194E-06

2	1	.1298E+02	.7090E+02	.1603E+01	.198E+01	.128E-01	-.130E+02
2	2	-.7356E+01	.3264E+02	.1274E+00	.159E+00	.118E-01	.716E+01
2	3	-.5769E+01	.6210E+00	-.2212E-01	-.167E-01	-.547E-02	.498E+01
2	4	.9537E-06	-.7254E+02	.3576E-05	.228E+01	.111E-06	-.400E+02
2	5	-.9537E-06	-.3000E+02	.2086E-06	.119E-06	-.119E-06	.267E+02

```

2 6 .1276E+02 .5938E+02 -.1757E+01 -.136E+01 .135E-01 -.130E+02
2 7 -.9020E+01 .4423E+02 .8494E-01 .116E+00 .116E-01 .866E+01
2 8 -.3602E+01 -.2769E+01 -.3565E-01 -.291E-01 -.199E-01 .611E+01
2 9 .3815E-05 -.6246E+02 -.2742E-05 -.800E+01 -.512E-07 -.367E+02
2 10 .7629E-05 -.4000E+02 -.3353E-07 .745E-08 -.179E-06 .367E+02

```

*** EXAMPLE 8 ***

THE RESULTS BELOW ARE THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 * 1.000

LOAD CASE 2 * 1.000

```

-----
JOINT  X-MOVEMENT Y-MOVEMENT Z-MOVEMENT  R.X-AXIS  R.Y-AXIS  R.Z-AXIS
-----
1      .0000E+00  .0000E+00  .0000E+00  .000E+00  .000E+00  .000E+00
2      .0000E+00  .0000E+00  .0000E+00  .000E+00  .000E+00  .000E+00
3      .0000E+00  .0000E+00  .0000E+00  .000E+00  .000E+00  .000E+00
4      .1481E-04  -.5932E-04  -.1685E-03  .891E-04  -.666E-04  -.374E-03
5      -.6956E-06  -.1642E-04  .3395E-03  .900E-04  -.424E-04  .221E-03
6      .0000E+00  .0000E+00  .0000E+00  .000E+00  .000E+00  .000E+00
7      .0000E+00  .0000E+00  .0000E+00  .000E+00  .000E+00  .000E+00
8      .0000E+00  .0000E+00  .0000E+00  .000E+00  .000E+00  .000E+00
9      -.3812E-04  -.3464E-04  -.1756E-03  -.484E-03  -.697E-04  -.353E-03
10     -.4737E-04  -.3901E-04  .3465E-03  .854E-04  -.424E-04  .284E-03
-----

```

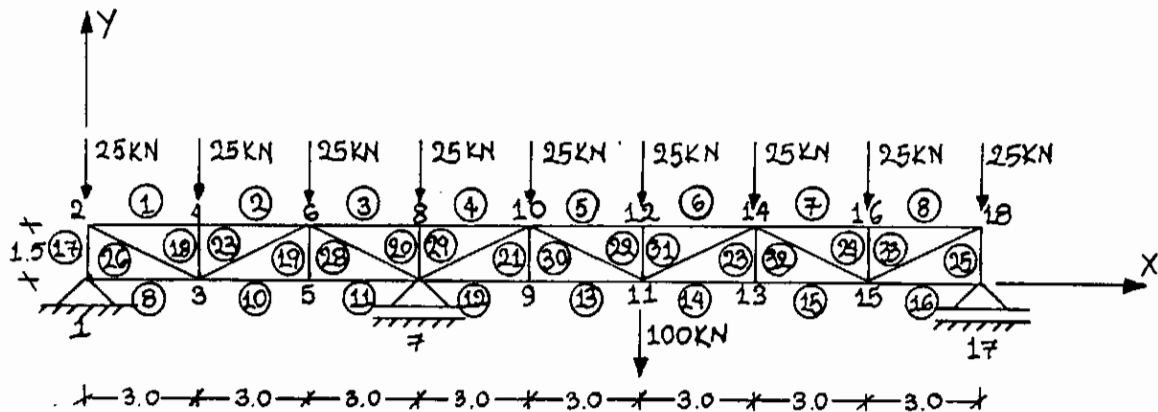
```

MEMBER  AX.FORCE MAB-Z-AXIS MBA-Z-AXIS MAB-Y-AXIS MBA-Y-AXIS  TORQUE
-----
1      -.9813E+01  .9743E+01  .2961E+02  -.5198E+01  -.5306E+01  -.4478E-01
2      -.9624E+01  -.1090E+02  .5655E+01  .5456E+01  .6167E+01  -.9224E+00
3      .9744E+01  -.8419E+01  -.8260E+01  -.2787E+01  -.2787E+01  -.1361E+00
4      -.1612E+02  -.1454E+02  .9179E+00  .5342E+01  .5972E+01  -.1419E-02
5      -.8225E+02  -.1245E+02  -.2541E+02  -.8932E+01  -.1202E+02  .1438E+00
6      -.2277E+02  .7627E+01  .1528E+02  .8649E+01  .5528E+01  .9149E-01
7      -.4803E+02  -.1357E+02  -.2581E+02  .1069E+02  .2747E+02  .1505E+00
8      -.5410E+02  .8193E+01  .1803E+02  .9051E+01  .6089E+01  .9148E-01
9      -.1090E+02  -.5200E+01  -.1061E+02  -.5058E+01  -.4233E+01  .1429E+00
10     .5797E+01  -.5896E+01  -.1285E+02  -.5260E+01  -.4513E+01  .1380E+00
-----

```

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX8.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX8
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 9^ο



Στο παρόν παράδειγμα θα επιλυθεί ένα επίπεδο δικτύωμα με το πρόγραμμα επίλυσης χωρικών πλαισίων.

Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο δικτύωμα με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το υλικό του δικτύωματος λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN} / \text{m}^2$. Τα μέλη του άνω πέλματος έχουν εμβαδόν διατομής $A = 61,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Τα μέλη του κάτω πέλματος έχουν εμβαδόν διατομής $A = 40,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Οι ορθοστάτες έχουν εμβαδόν διατομής $A = 9,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Τα διαγώνια μέλη έχουν εμβαδόν διατομής $A = 15,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Ζητείται η επίλυση του δικτυώματος για τις παρακάτω περιπτώσεις φόρτισης:

α) Φόρτιση του άνω πέλματος όπως στο σχήμα, δηλαδή με συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία 25 KN έκαστον.

β) Ανάρτηση φορτίου 100 KN από τον κόμβο 11 του κάτω πέλματος.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX9 και EX9.OUT.

*** EXAMPLE 9 ***

18	33		.21000E+09	.84000E+08						
1			.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
2			.0000E+00	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
3			.3000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0
4			.3000E+01	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
5			.6000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0
6			.6000E+01	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
7			.9000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	0	0	0	0
8			.9000E+01	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
9			.1200E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0
10			.1200E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
11			.1500E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0
12			.1500E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
13			.1800E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0
14			.1800E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
15			.2100E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0
16			.2100E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
17			.2400E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	0	0	0	0
18			.2400E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
1	2	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
2	4	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
3	6	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
4	8	10	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
5	10	12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
6	12	14	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
7	14	16	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
8	16	18	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02		.0000E+00		
9	1	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
10	3	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
11	5	7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
12	7	9	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
13	9	11	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
14	11	13	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
15	13	15	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
16	15	17	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02		.0000E+00		
17	1	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
18	3	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
19	5	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
20	7	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
21	9	10	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
22	11	12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
23	13	14	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
24	15	16	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
25	17	18	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03		.0000E+00		
26	2	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
27	3	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
28	6	7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
29	7	10	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
30	10	11	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
31	11	14	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
32	14	15	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
33	15	18	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02		.0000E+00		
2										
1	9									
2			.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
4			.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
6			.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
8			.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
10			.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
12			.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
14			.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		

16	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	1					
11	.0000E+00	-.1000E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 9 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (18 JOINTS 33 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.CONSTRAINTS			ROTL.CONSTRAINTS		
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
2	.0000E+00	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
3	.3000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
4	.3000E+01	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
5	.6000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
6	.6000E+01	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
7	.9000E+01	.0000E+00	.0000E+00	1	0	0	0	0	0
8	.9000E+01	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
9	.1200E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
10	.1200E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
11	.1500E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
12	.1500E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
13	.1800E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
14	.1800E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
15	.2100E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
16	.2100E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0
17	.2400E+02	.0000E+00	.0000E+00	1	0	0	0	0	0
18	.2400E+02	.1500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT. -AREA	ANG-GAMMA
1	2 TO 4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
2	4 TO 6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
3	6 TO 8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
4	8 TO 10	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
5	10 TO 12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
6	12 TO 14	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
7	14 TO 16	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
8	16 TO 18	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.6190E-02	.0000E+00
9	1 TO 3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
10	3 TO 5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
11	5 TO 7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
12	7 TO 9	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
13	9 TO 11	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
14	11 TO 13	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
15	13 TO 15	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
16	15 TO 17	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4030E-02	.0000E+00
17	1 TO 2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
18	3 TO 4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
19	5 TO 6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
20	7 TO 8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
21	9 TO 10	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
22	11 TO 12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
23	13 TO 14	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
24	15 TO 16	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
25	17 TO 18	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9350E-03	.0000E+00
26	2 TO 3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02	.0000E+00
27	3 TO 6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02	.0000E+00
28	6 TO 7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02	.0000E+00
29	7 TO 10	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1550E-02	.0000E+00

```

30 10 TO 11 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .1550E-02 .0000E+00
31 11 TO 14 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .1550E-02 .0000E+00
32 14 TO 15 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .1550E-02 .0000E+00
33 15 TO 18 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .1550E-02 .0000E+00
ELASTIC MODULUS = .2100E+09
SHEAR MODULUS = .8400E+08

```

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1 2	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 4	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 6	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 8	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 10	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 12	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 14	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 16	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 18	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
2 11	.0000E+00	-.1000E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 9 ***

FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

```

DEGREE OF FREEDOM = 32
WIDTH OF THE BAND = 24
TERMS IN K-MATRIX = 768
NO. OF LOAD CASES = 2

```

L/S ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1 1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 2	.3689E-03	-.2747E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 3	.6897E-09	-.1577E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 4	.3183E-03	-.1768E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 5	-.2191E-04	-.1389E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 6	.2677E-03	-.1389E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 7	-.4382E-04	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 8	.4622E-03	-.1910E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 9	.7169E-04	-.4411E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 10	.6567E-03	-.4411E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 11	.1872E-03	-.7073E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 12	.4272E-03	-.7264E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 13	.5994E-03	-.7528E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 14	.1977E-03	-.7528E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 15	.1012E-02	-.5046E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 16	.5824E-05	-.5237E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 17	.1012E-02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 18	-.1861E-03	-.5086E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 2	.1579E-03	.1056E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 3	.3273E-09	.5018E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 4	.2217E-03	.5018E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 5	-.1960E-03	.6428E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 6	.2855E-03	.6428E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 7	-.3919E-03	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 8	.4769E-03	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 9	-.2017E-03	-.5639E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

2 10	.6682E-03	-.5639E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 11	-.1142E-04	-.1052E-01	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 12	.2291E-03	-.1052E-01	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 13	.4382E-03	-.8486E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 14	-.2099E-03	-.8486E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 15	.8878E-03	-.4657E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 16	-.3563E-03	-.4657E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 17	.8878E-03	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 18	-.5026E-03	-.2422E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

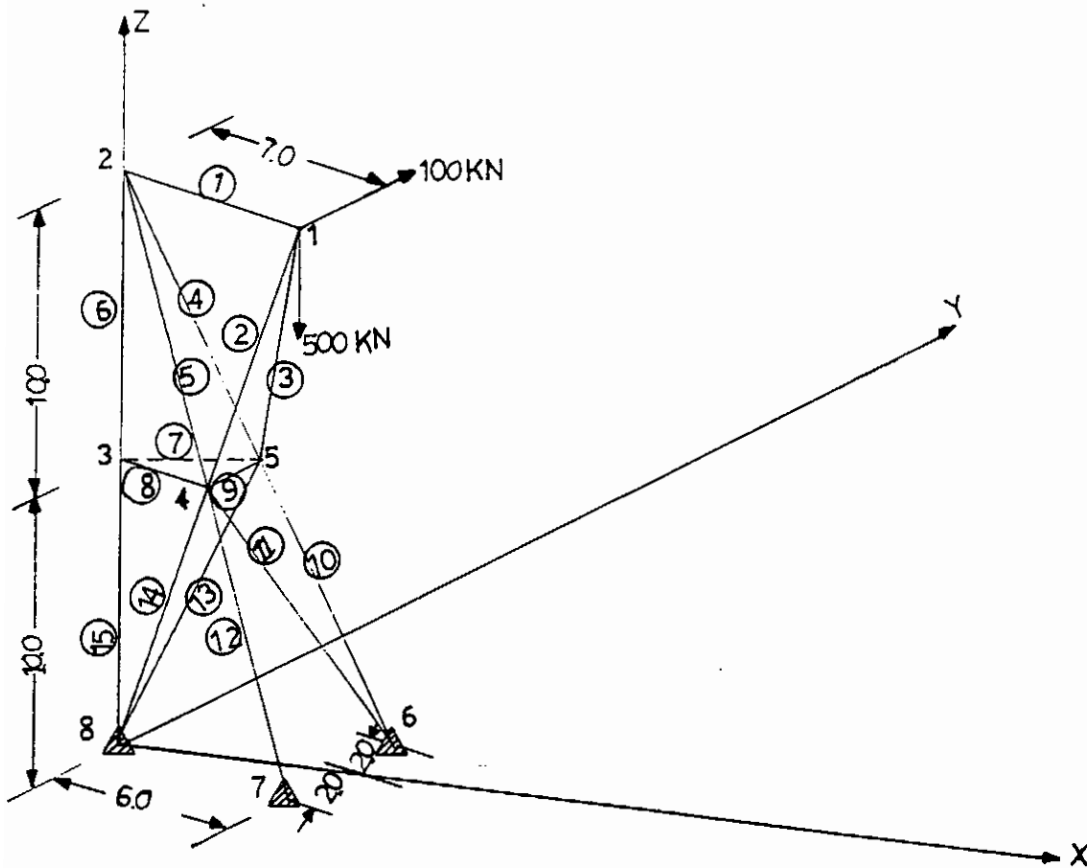
M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE
1 1	-.2191E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
1 2	.2764E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2 1	-.2191E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2 2	.2764E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3 1	.8427E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3 2	.8292E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4 1	.8427E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4 2	.8292E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5 1	-.9944E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5 2	-.1903E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6 1	-.9944E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6 2	-.1903E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7 1	-.8315E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7 2	-.6342E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8 1	-.8315E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8 2	-.6342E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9 1	.1946E-03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9 2	.9232E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10 1	-.6180E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10 2	-.5528E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11 1	-.6180E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11 2	-.5528E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12 1	.3258E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12 2	.5367E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13 1	.3258E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13 2	.5367E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14 1	.1163E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14 2	.1268E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15 1	.1163E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15 2	.1268E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16 1	.1462E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16 2	-.2602E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17 1	-.3595E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17 2	.1382E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18 1	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18 2	.2294E-05	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19 1	-.3865E-05	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19 2	-.8009E-06	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20 1	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20 2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21 1	.2105E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21 2	.2610E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22 1	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22 2	-.9615E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23 1	-.1672E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23 2	-.1108E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24 1	-.2500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24 2	.7419E-05	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
25 1	-.6657E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
25 2	-.3171E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

26	1	.2450E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
26	2	-.3090E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
27	1	.3141E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
27	2	.3090E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
28	1	-.8731E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
28	2	-.3090E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
29	1	-.1306E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
29	2	-.1527E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
30	1	.7475E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
30	2	.1527E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
31	1	-.1884E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
31	2	.7090E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
32	1	-.3706E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
32	2	-.7090E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
33	1	.9296E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
33	2	.7090E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	-.1946E-03	.3595E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	-.3815E-05	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	3	.0000E+00	-.2003E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	4	.9537E-05	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	5	.9537E-06	.3865E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	6	.0000E+00	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	7	.0000E+00	.1225E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	8	.3815E-04	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	9	-.3815E-05	-.2105E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	10	.3815E-04	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	11	.1907E-05	-.1345E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	12	.7629E-05	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	13	.7629E-05	.1672E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	14	.3433E-04	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	15	.4578E-04	-.1106E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	16	-.1526E-04	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	17	.1462E-04	.6657E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	18	.2289E-04	-.2500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	1	-.9232E-04	-.1382E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	2	-.5722E-05	.1907E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	3	.3815E-05	.1907E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	4	-.1144E-04	.2294E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	5	-.1144E-04	.8009E-06	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	6	.2670E-04	.1621E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	7	-.1526E-04	.8211E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	8	.7629E-05	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	9	-.1144E-04	-.2610E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	10	.1068E-03	-.1526E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	11	-.1907E-04	-.1000E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	12	.1526E-04	-.9615E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	13	.7629E-05	.1108E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	14	-.5341E-04	-.2251E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	15	.1106E-03	-.9727E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	16	-.2670E-04	.7419E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	17	-.2602E-04	.3171E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2	18	.1526E-04	.9537E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX9.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX9
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 10^ο



Στο παρόν παράδειγμα θα επιλυθεί ένα χωρικό δικτύωμα με το πρόγραμμα επίλυσης χωρικών πλαισίων.

Στο σχήμα φαίνεται αξονομετρικά μία δικτυωτή κατασκευή με τις διαστάσεις και τις στηρίξεις της. Όλα τα μέλη έχουν την ίδια διατομή $A = 0,005 \text{ m}^2$.

Για το υλικό των ράβδων λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας $E = 2 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$. Όλες οι στηρίξεις στους κόμβους 6, 7, 8 εμποδίζουν τις μετακινήσεις προς όλες τις διευθύνσεις x, y, z .

Ζητείται η επίλυση του χωροδικτυώματος για φόρτιση του κόμβου 2 με δύο συγκεντρωμένες δυνάμεις $F_Y = 100 \text{ KN}$ και $F_Z = - 500 \text{ KN}$.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων των αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX10 και EX10.OUT.

*** EXAMPLE 10 ***

8	15		.20000E+09	.80000E+08							
1			.7000E+01	.0000E+00	.2000E+02	1	1	1	0	0	0
2			.0000E+00	.0000E+00	.2000E+02	1	1	1	0	0	0
3			.0000E+00	.0000E+00	.1000E+02	1	1	1	0	0	0
4			.3000E+01	-.1000E+01	.1000E+02	1	1	1	0	0	0
5			.3000E+01	.1000E+01	.1000E+02	1	1	1	0	0	0
6			.6000E+01	.2000E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
7			.6000E+01	-.2000E+01	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
8			.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
1	1	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
2	1	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
3	1	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
4	2	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
5	2	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
6	2	3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
7	3	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
8	3	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
9	4	5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
10	5	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
11	4	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
12	4	7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
13	5	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
14	4	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
15	3	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02			.0000E+00		
1											
1	1										
1			.0000E+00	.1000E+03	-.5000E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		

 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM

ACADEMIC YEAR 1995-1996

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 10 ***

JOINT AND MEMBER DATA (8 JOINTS 15 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.CONSTRAINTS	ROTL.CONSTRAINTS
1	.7000E+01	.0000E+00	.2000E+02	1 1 1	0 0 0
2	.0000E+00	.0000E+00	.2000E+02	1 1 1	0 0 0
3	.0000E+00	.0000E+00	.1000E+02	1 1 1	0 0 0
4	.3000E+01	-.1000E+01	.1000E+02	1 1 1	0 0 0
5	.3000E+01	.1000E+01	.1000E+02	1 1 1	0 0 0
6	.6000E+01	.2000E+01	.0000E+00	0 0 0	0 0 0
7	.6000E+01	-.2000E+01	.0000E+00	0 0 0	0 0 0
8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0 0 0	0 0 0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
2	1 TO 4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
3	1 TO 5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
4	2 TO 5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
5	2 TO 4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
6	2 TO 3	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
7	3 TO 5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
8	3 TO 4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
9	4 TO 5	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
10	5 TO 6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
11	4 TO 6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
12	4 TO 7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
13	5 TO 8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
14	4 TO 8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00
15	3 TO 8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.5000E-02	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2000E+09

SHEAR MODULUS = .8000E+08

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1 1	.0000E+00	.1000E+03	-.5000E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 10 ***

FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 15

WIDTH OF THE BAND = 15

TERMS IN K-MATRIX = 225

NO. OF LOAD CASES = 1

L/S ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1 1	.5866E-01	.1958E+00	-.3060E-01	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 2	.5726E-01	.2403E-01	.1333E-01	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 3	-.5608E-02	-.2163E-01	.6667E-02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 4	.9836E-02	.2470E-01	.2884E-02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 5	-.2117E-01	.2505E-01	-.6249E-02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

1	6	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	7	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

M.L/S. AX.FORCE MAB-Z-AXIS MBA-Z-AXIS MAB-Y-AXIS MBA-Y-AXIS TORQUE

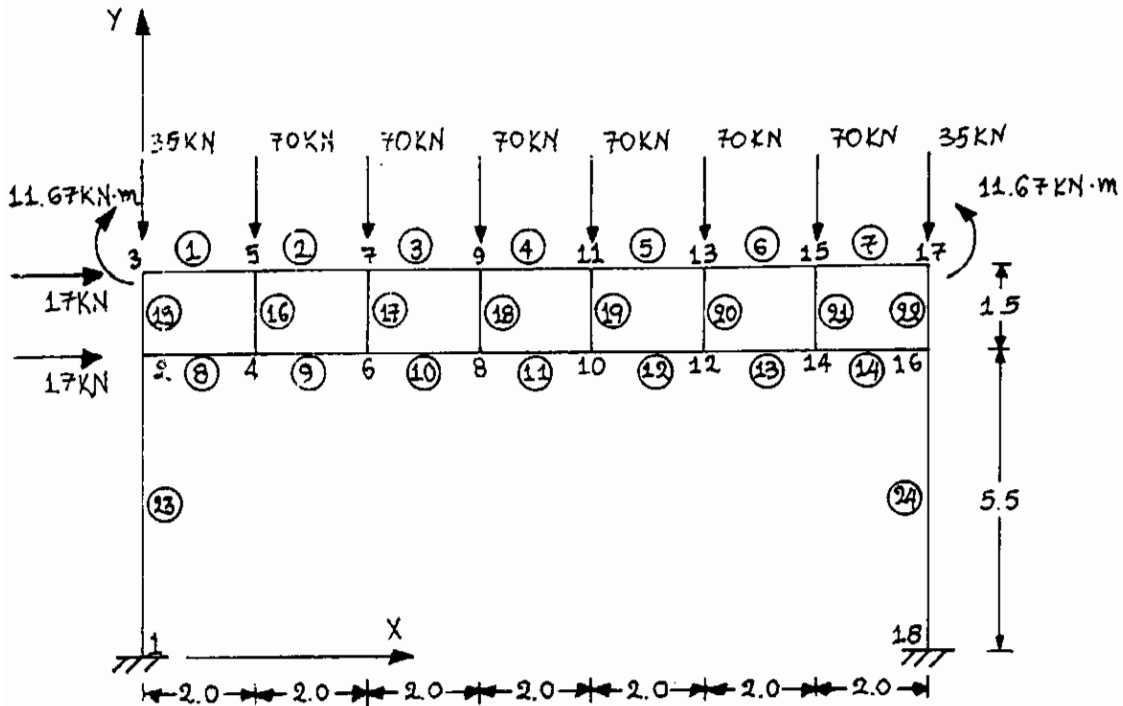
1	1	.2000E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	1	.2704E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	1	-.8112E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	1	-.3496E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	1	-.3496E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	1	.6667E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	1	.2377E-03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	1	.2471E-04	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	1	.1750E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	1	-.2185E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	1	-.6336E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	1	.2185E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	1	-.9177E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	1	.3059E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15	1	.6667E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

L/S ND X-FORCE Y-FORCE Z-FORCE MT.X-AXIS MT.Y-AXIS MT.Z-AXIS

1	1	-.2441E-03	.1000E+03	-.5000E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	.2975E-03	-.1526E-04	-.1221E-03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	3	-.2490E-03	-.6736E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	4	.1068E-03	-.1963E-02	.2441E-03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	5	.3662E-03	-.3296E-02	-.2441E-03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	6	-.2375E+03	-.1958E+03	.7917E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	7	.6250E+02	-.2083E+02	-.2083E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	8	.1750E+03	.1167E+03	-.8333E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX10.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX10
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 11^ο



Στο παρόν παράδειγμα θα επιλυθεί ένα επίπεδο πλαίσιο με το πρόγραμμα επίλυσης χωρικών πλαισίων.

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με τη φόρτιση και τις διαστάσεις του καθώς και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

Ανω πέλμα εμβαδόν διατομής $0,27 \text{ m}^2$, ροπή αδρανείας $0,018225 \text{ m}^4$.

Κάτω πέλμα εμβαδόν διατομής $0,21 \text{ m}^2$, ροπή αδρανείας $0,008575 \text{ m}^4$.

Ορθοστάτες πλην των ακραίων, εμβαδόν διατομής $0,12 \text{ m}^2$, ροπή αδρανείας $0,0016 \text{ m}^4$.

Στύλοι εμβαδόν διατομής $0,15 \text{ m}^2$, ροπή αδρανείας $0,003125 \text{ m}^4$.

Για όλα τα μέλη το υλικό είναι το σκυρόδεμα, με μέτρο ελαστικότητας $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN / m}^2$, και μέτρο διάτμησης $G = 0,8 \cdot 10^7 \text{ KN / m}^2$.

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Φόρτιση των κόμβων του άνω πέλματος με οκτώ κατακόρυφα συγκεντρωμένα φορτία και δύο ροπές όπως φαίνεται στο σχήμα.
- β) Δύο οριζόντια συγκεντρωμένα φορτία στους κόμβους 2 και 3 όπως, επίσης, φαίνεται στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX11 και EX11.OUT.

*** EXAMPLE 11 ***

18	24		.21000E+08	.80000E+07						
1			.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
2			.0000E+00	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
3			.0000E+00	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
4			.2000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
5			.2000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
6			.4000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
7			.4000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
8			.6000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
9			.6000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
10			.8000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
11			.8000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
12			.1000E+02	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
13			.1000E+02	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
14			.1200E+02	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
15			.1200E+02	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
16			.1400E+02	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
17			.1400E+02	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0
18			.1400E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0
1	3	5	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00			
2	5	7	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00			
3	7	9	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00			
4	9	11	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00			
5	11	13	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00			
6	13	15	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00			
7	15	17	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00			
8	2	4	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00			
9	4	6	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00			
10	6	8	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00			
11	8	10	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00			
12	10	12	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00			
13	12	14	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00			
14	14	16	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00			
15	2	3	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00			
16	4	5	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00			
17	6	7	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00			
18	8	9	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00			
19	10	11	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00			
20	12	13	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00			
21	14	15	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00			
22	16	17	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00			
23	1	2	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00			
24	16	18	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00			
2										
1	8									
3			.0000E+00	-.3500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1167E+02		
5			.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
7			.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
9			.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
11			.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
13			.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
15			.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
17			.0000E+00	-.3500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1167E+02		
2	2									
2			.1700E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		
3			.1700E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00		

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 11 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (18 JOINTS 24 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS		
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0
2	.0000E+00	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
3	.0000E+00	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
4	.2000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
5	.2000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
6	.4000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
7	.4000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
8	.6000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
9	.6000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
10	.8000E+01	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
11	.8000E+01	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
12	.1000E+02	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
13	.1000E+02	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
14	.1200E+02	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
15	.1200E+02	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
16	.1400E+02	.5500E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
17	.1400E+02	.7000E+01	.0000E+00	1	1	0	0	0	1
18	.1400E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	0	0	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	3 TO 5	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00
2	5 TO 7	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00
3	7 TO 9	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00
4	9 TO 11	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00
5	11 TO 13	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00
6	13 TO 15	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00
7	15 TO 17	.1823E-01	.2025E-02	.6390E-02	.2700E+00	.0000E+00
8	2 TO 4	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00
9	4 TO 6	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00
10	6 TO 8	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00
11	8 TO 10	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00
12	10 TO 12	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00
13	12 TO 14	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00
14	14 TO 16	.8575E-02	.1575E-02	.4328E-02	.2100E+00	.0000E+00
15	2 TO 3	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00
16	4 TO 5	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00
17	6 TO 7	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00
18	8 TO 9	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00
19	10 TO 11	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00
20	12 TO 13	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00
21	14 TO 15	.1600E-02	.9000E-03	.2116E-02	.1200E+00	.0000E+00
22	16 TO 17	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00
23	1 TO 2	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00
24	16 TO 18	.3125E-02	.1125E-02	.2646E-02	.1500E+00	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08
 SHEAR MODULUS = .8000E+07

 THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 8 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1 3	.0000E+00	-.3500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.117E+02
1 5	.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 7	.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 9	.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 11	.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 13	.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 15	.0000E+00	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 17	.0000E+00	-.3500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.117E+02

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
2 2	.1700E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 3	.1700E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

*** EXAMPLE 11 ***

FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 48
 WIDTH OF THE BAND = 18
 TERMS IN K-MATRIX = 864
 NO. OF LOAD CASES = 2

L/S ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1 1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 2	-.4480E-03	-.4278E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.848E-03
1 3	.3647E-03	-.4895E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.110E-02
1 4	-.3850E-03	-.2927E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.122E-02
1 5	.3110E-03	-.2964E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.120E-02
1 6	-.2609E-03	-.5191E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.839E-03
1 7	.2099E-03	-.5204E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.887E-03
1 8	-.9232E-04	-.6452E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.302E-03
1 9	.7415E-04	-.6471E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.315E-03
1 10	.9235E-04	-.6452E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.302E-03
1 11	-.7412E-04	-.6471E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.315E-03
1 12	.2610E-03	-.5191E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.839E-03
1 13	-.2099E-03	-.5204E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.887E-03
1 14	.3850E-03	-.2927E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.122E-02
1 15	-.3110E-03	-.2964E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.120E-02
1 16	.4480E-03	-.4278E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.848E-03
1 17	-.3647E-03	-.4895E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.110E-02
1 18	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
2 2	.4019E-02	.1440E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.150E-03
2 3	.4100E-02	.1054E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.375E-04
2 4	.4026E-02	-.7433E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.347E-06
2 5	.4089E-02	-.6532E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.242E-04
2 6	.4029E-02	-.6268E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.687E-05
2 7	.4080E-02	-.6434E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.129E-04
2 8	.4030E-02	-.2177E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.192E-04
2 9	.4074E-02	-.2167E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.223E-04
2 10	.4026E-02	.3045E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.188E-04
2 11	.4071E-02	.3034E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.219E-04
2 12	.4018E-02	.6977E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.570E-05
2 13	.4071E-02	.7143E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.117E-04
2 14	.4007E-02	.7833E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.165E-05
2 15	.4074E-02	.6939E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.260E-04
2 16	.3993E-02	-.1440E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.151E-03
2 17	.4078E-02	-.1059E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.400E-04
2 18	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

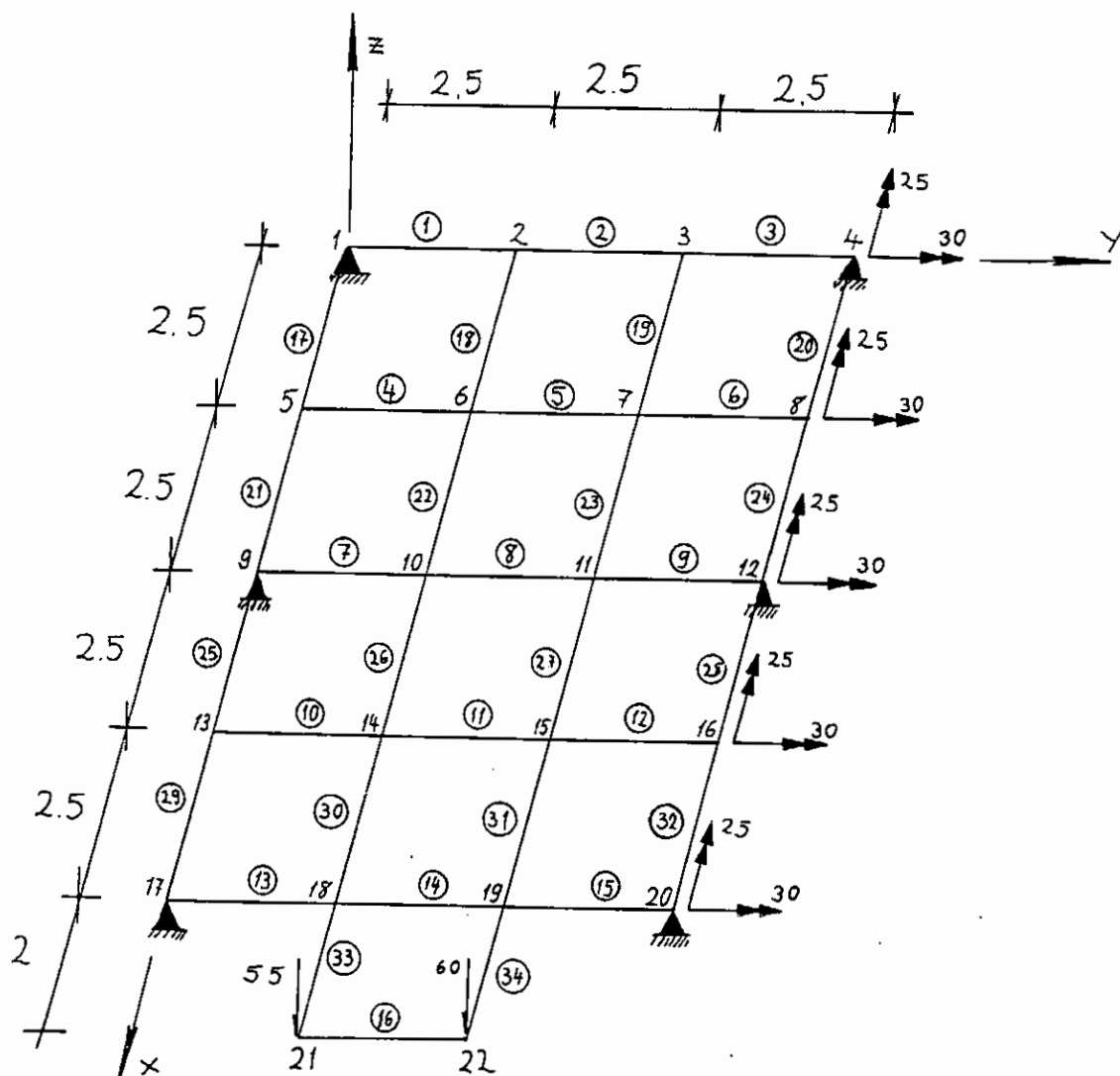
M.L/S.	AX.FORCE	MAB-Z-AXIS	MBA-Z-AXIS	MAB-Y-AXIS	MBA-Y-AXIS	TORQUE
1 1	-.1522E+03	.1137E+03	.7549E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
1 2	-.3093E+02	.5544E+01	.1064E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2 1	-.2866E+03	.2491E+02	.1466E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2 2	-.2549E+02	-.1416E+02	.6377E-01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3 1	-.3850E+03	-.7176E+02	.1472E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3 2	-.1769E+02	-.6054E+01	-.2447E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4 1	-.4204E+03	-.1204E+03	.1204E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4 2	-.8716E+01	-.4352E+01	-.4506E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5 1	-.3850E+03	-.1472E+03	.7176E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5 2	.2624E+00	-.2297E+01	-.6205E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6 1	-.2866E+03	-.1466E+03	-.2491E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6 2	.8090E+01	.1988E+00	-.1425E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7 1	-.1522E+03	-.7548E+02	-.1137E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7 2	.1357E+02	.1068E+02	.5316E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8 1	.1390E+03	.1492E+03	.8162E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8 2	.1400E+02	-.2983E+02	-.2840E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9 1	.2734E+03	.1963E+02	.8885E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9 2	.8570E+01	-.1784E+01	-.6098E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10 1	.3718E+03	-.1612E+02	.8064E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10 2	.7628E+00	-.5109E+01	-.2880E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11 1	.4072E+03	-.5439E+02	.5439E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11 2	-.8210E+01	-.3780E+01	-.3853E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12 1	.3718E+03	-.8064E+02	.1612E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12 2	-.1719E+02	-.2811E+01	-.5178E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13 1	.2734E+03	-.8885E+02	-.1963E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13 2	-.2502E+02	-.5576E+00	-.1881E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14 1	.1390E+03	-.8162E+02	-.1492E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14 2	-.3050E+02	-.2778E+01	-.2971E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15 1	-.1296E+03	-.1029E+03	-.1253E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15 2	-.8091E+01	-.1534E+02	-.5544E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16 1	-.6118E+02	-.1013E+03	-.1004E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16 2	.1514E+02	.4624E+01	.3523E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17 1	-.2198E+02	-.7273E+02	-.7485E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17 2	-.2798E+01	.5719E+01	.5991E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18 1	-.3226E+02	-.2624E+02	-.2680E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18 2	.1783E+00	.6660E+01	.6799E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19 1	-.3226E+02	.2624E+02	.2680E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19 2	-.1781E+00	.6664E+01	.6803E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20 1	-.2198E+02	.7274E+02	.7485E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20 2	.2776E+01	.5736E+01	.6006E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21 1	-.6118E+02	.1013E+03	.1004E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21 2	-.1503E+02	.4659E+01	.3568E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22 1	-.1296E+03	.1029E+03	.1253E+03	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22 2	.8000E+01	-.1504E+02	-.5316E+01	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23 1	-.2450E+03	-.2608E+02	-.4632E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23 2	.8246E+01	.4875E+02	.4518E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24 1	-.2450E+03	.4632E+02	.2608E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24 2	-.8246E+01	.4476E+02	.4837E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	.1316E+02	.2450E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.261E+02
1	2	-.6866E-04	-.3052E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.534E-04
1	3	-.3052E-04	-.3500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.117E+02
1	4	-.4578E-04	-.4539E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.534E-04
1	5	.1373E-03	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.160E-03
1	6	.2289E-04	-.1110E-02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.137E-03
1	7	-.5341E-04	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.168E-03
1	8	.5341E-04	-.4463E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.120E-03

1	9	.7629E-05	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.820E-04
1	10	.7629E-05	.1144E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.134E-03
1	11	-.7629E-05	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.216E-03
1	12	.8392E-04	-.3757E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.916E-04
1	13	-.5341E-04	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.839E-04
1	14	.7629E-04	-.3662E-03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.130E-03
1	15	-.7629E-04	-.7000E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.229E-03
1	16	.4959E-04	.3052E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	17	.0000E+00	-.3500E+02	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.117E+02
1	18	-.1316E+02	.2450E+03	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.261E+02
2	1	-.1708E+02	-.8246E+01	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.487E+02
2	2	.1700E+02	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.381E-05
2	3	.1700E+02	.4005E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.134E-04
2	4	.7458E-03	-.6771E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.434E-04
2	5	.5760E-03	-.5054E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.761E-04
2	6	.7353E-03	.2861E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.458E-04
2	7	.1223E-02	.2718E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.267E-04
2	8	-.4292E-03	.1982E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.210E-04
2	9	.4349E-03	.9939E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.143E-05
2	10	.2082E-02	-.2071E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.858E-05
2	11	-.1698E-03	.6363E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.377E-04
2	12	.9313E-03	.1097E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.157E-04
2	13	.1081E-02	.3028E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.257E-04
2	14	.8903E-03	.1335E-04	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.186E-04
2	15	.3419E-03	-.7629E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.496E-04
2	16	.5016E-03	.0000E+00	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.763E-05
2	17	-.2384E-04	.6676E-05	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	-.181E-04
2	18	-.1693E+02	.8246E+01	.0000E+00	.000E+00	.000E+00	.484E+02

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX11.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX11
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 12^ο



Στο παρόν παράδειγμα θα επιλυθεί μία επίπεδη εσχάρα με το πρόγραμμα επίλυσης χωρικών πλαισίων.

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται μία εσχάρα με τη φόρτιση και τις διαστάσεις της, καθώς και τις συνθήκες στηρίξεώς της.

Οι δεσμεύσεις (συνοριακές συνθήκες) για τους κόμβους 1, 4, 9, 12, 17, 20 είναι απλές εδράσεις.

Όλα τα μέλη κατά την διεύθυνση x έχουν ροπή αδράνειας $0,0054 \text{ m}^4$ και δείκτη αντίστασης σε στρέψη $0,00371 \text{ m}^4$.

Όλα τα μέλη κατά την διεύθυνση y έχουν ροπή αδράνειας $0,0128 \text{ m}^4$ και δείκτη αντίστασης σε στρέψη $0,005314 \text{ m}^4$.

Το υλικό είναι σκυρόδεμα, με μέτρο ελαστικότητας $E = 21 \cdot 10^6 \text{ KN / m}^2$ και μέτρο διάτμησης $G = 8 \cdot 10^6 \text{ KN / m}^2$.

Η εσχάρα θα επιλυθεί για δύο περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Φόρτιση των κόμβων 21 και 22 με κατακόρυφα συγκεντρωμένα φορτία όπως φαίνεται στο σχήμα.
- β) Φόρτιση των κόμβων 4, 8, 12, 16, 20 με επικόμβιες ροπές όπως φαίνεται στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX12 και EX12.OUT.

*** EXAMPLE 12 ***

22	34		.21000E+08	.80000E+07							
1			.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
2			.0000E+00	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
3			.0000E+00	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
4			.0000E+00	.7500E+01	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
5			.2500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
6			.2500E+01	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
7			.2500E+01	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
8			.2500E+01	.7500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
9			.5000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
10			.5000E+01	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
11			.5000E+01	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
12			.5000E+01	.7500E+01	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
13			.7500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
14			.7500E+01	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
15			.7500E+01	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
16			.7500E+01	.7500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
17			.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
18			.1000E+02	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
19			.1000E+02	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
20			.1000E+02	.7500E+01	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
21			.1200E+02	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
22			.1200E+02	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
1	1	2	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
2	2	3	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
3	3	4	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
4	5	6	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
5	6	7	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
6	7	8	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
7	9	10	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
8	10	11	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
9	11	12	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
10	13	14	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
11	14	15	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
12	15	16	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
13	17	18	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
14	18	19	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
15	19	20	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
16	21	22	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00				
17	1	5	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
18	2	6	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
19	3	7	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
20	4	8	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
21	5	9	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
22	6	10	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
23	7	11	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
24	8	12	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
25	9	13	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
26	10	14	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
27	11	15	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
28	12	16	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
29	13	17	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
30	14	18	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
31	15	19	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
32	16	20	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
33	18	21	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
34	19	22	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00				
2											
1	2										
21			.0000E+00	.0000E+00	-.5500E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			
22			.0000E+00	.0000E+00	-.6000E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			

2	5						
4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2500E+02	.3000E+02	.0000E+00	
8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2500E+02	.3000E+02	.0000E+00	
12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2500E+02	.3000E+02	.0000E+00	
16	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2500E+02	.3000E+02	.0000E+00	
20	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2500E+02	.3000E+02	.0000E+00	

 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

SPACE FRAME LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

*** EXAMPLE 12 ***

 JOINT AND MEMBER DATA (22 JOINTS 34 MEMBERS)

ND	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	Z-ORDINATE	DISP.	CONSTRAINTS	ROTL.	CONSTRAINTS		
1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
2	.0000E+00	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
3	.0000E+00	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
4	.0000E+00	.7500E+01	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
5	.2500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
6	.2500E+01	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
7	.2500E+01	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
8	.2500E+01	.7500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
9	.5000E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
10	.5000E+01	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
11	.5000E+01	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
12	.5000E+01	.7500E+01	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
13	.7500E+01	.0000E+00	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
14	.7500E+01	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
15	.7500E+01	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
16	.7500E+01	.7500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
17	.1000E+02	.0000E+00	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
18	.1000E+02	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
19	.1000E+02	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
20	.1000E+02	.7500E+01	.0000E+00	0	0	0	1	1	0
21	.1200E+02	.2500E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0
22	.1200E+02	.5000E+01	.0000E+00	0	0	1	1	1	0

MBR.	CONNECTION	IAB-Z-AXIS	IAB-Y-AXIS	IAB-X-AXIS	SECT.-AREA	ANG-GAMMA
1	1 TO 2	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
2	2 TO 3	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
3	3 TO 4	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
4	5 TO 6	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
5	6 TO 7	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
6	7 TO 8	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
7	9 TO 10	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
8	10 TO 11	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
9	11 TO 12	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
10	13 TO 14	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
11	14 TO 15	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
12	15 TO 16	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
13	17 TO 18	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
14	18 TO 19	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
15	19 TO 20	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
16	21 TO 22	.1800E-02	.1280E-01	.5314E-02	.2400E+00	.0000E+00
17	1 TO 5	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
18	2 TO 6	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
19	3 TO 7	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
20	4 TO 8	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
21	5 TO 9	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
22	6 TO 10	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
23	7 TO 11	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
24	8 TO 12	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
25	9 TO 13	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00

26	10	TO	14	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
27	11	TO	15	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
28	12	TO	16	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
29	13	TO	17	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
30	14	TO	18	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
31	15	TO	19	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
32	16	TO	20	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
33	18	TO	21	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00
34	19	TO	22	.1350E-02	.5400E-02	.3710E-02	.1800E+00	.0000E+00

ELASTIC MODULUS = .2100E+08
SHEAR MODULUS = .8000E+07

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1 21	.0000E+00	.0000E+00	-.5500E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1 22	.0000E+00	.0000E+00	-.6000E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 5 LOADED JOINTS

L/S ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
2 4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2 8	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2 12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2 16	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2 20	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.250E+02	.300E+02	.000E+00

*** EXAMPLE 12 ***

FIRST ORDER SPACE FRAME ANALYSIS

DEGREE OF FREEDOM = 60
WIDTH OF THE BAND = 30
TERMS IN K-MATRIX = 1800
NO. OF LOAD CASES = 2

L/S ND	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	Z-MOVEMENT	R.X-AXIS	R.Y-AXIS	R.Z-AXIS
1 1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.828E-05	.496E-05	.000E+00
1 2	.0000E+00	.0000E+00	.1247E-04	.301E-05	-.475E-04	.000E+00
1 3	.0000E+00	.0000E+00	.1242E-04	-.303E-05	-.468E-04	.000E+00
1 4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.827E-05	.685E-05	.000E+00
1 5	.0000E+00	.0000E+00	-.2798E-04	.917E-04	.138E-04	.000E+00
1 6	.0000E+00	.0000E+00	.1637E-03	.459E-04	-.766E-04	.000E+00
1 7	.0000E+00	.0000E+00	.1624E-03	-.469E-04	-.764E-04	.000E+00
1 8	.0000E+00	.0000E+00	-.3180E-04	-.926E-04	.144E-04	.000E+00
1 9	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.162E-03	-.772E-04	.000E+00
1 10	.0000E+00	.0000E+00	.3595E-03	.865E-04	-.456E-04	.000E+00
1 11	.0000E+00	.0000E+00	.3600E-03	-.863E-04	-.476E-04	.000E+00
1 12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.162E-03	-.815E-04	.000E+00
1 13	.0000E+00	.0000E+00	.2542E-03	-.162E-03	-.377E-04	.000E+00
1 14	.0000E+00	.0000E+00	-.2915E-04	-.666E-04	.484E-03	.000E+00
1 15	.0000E+00	.0000E+00	-.2153E-04	.709E-04	.481E-03	.000E+00
1 16	.0000E+00	.0000E+00	.2658E-03	.162E-03	-.393E-04	.000E+00
1 17	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.139E-02	.326E-03	.000E+00
1 18	.0000E+00	.0000E+00	-.2944E-02	-.695E-03	.198E-02	.000E+00
1 19	.0000E+00	.0000E+00	-.2963E-02	.687E-03	.201E-02	.000E+00
1 20	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.140E-02	.336E-03	.000E+00
1 21	.0000E+00	.0000E+00	-.8222E-02	-.100E-03	.298E-02	.000E+00
1 22	.0000E+00	.0000E+00	-.8364E-02	-.111E-04	.304E-02	.000E+00
2 1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.117E-03	-.201E-04	.000E+00
2 2	.0000E+00	.0000E+00	.2596E-03	.775E-04	.561E-05	.000E+00
2 3	.0000E+00	.0000E+00	.3238E-03	-.392E-04	.543E-04	.000E+00

2	4	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.234E-03	.236E-03	.000E+00
2	5	.0000E+00	.0000E+00	.3394E-04	.103E-03	.419E-05	.000E+00
2	6	.0000E+00	.0000E+00	.2535E-03	.595E-04	.372E-06	.000E+00
2	7	.0000E+00	.0000E+00	.2566E-03	-.717E-04	-.308E-05	.000E+00
2	8	.0000E+00	.0000E+00	-.1678E-03	-.275E-03	.265E-04	.000E+00
2	9	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.117E-03	.258E-05	.000E+00
2	10	.0000E+00	.0000E+00	.2602E-03	.765E-04	-.779E-05	.000E+00
2	11	.0000E+00	.0000E+00	.3203E-03	-.396E-04	-.315E-04	.000E+00
2	12	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.231E-03	-.167E-04	.000E+00
2	13	.0000E+00	.0000E+00	.2418E-04	.112E-03	-.473E-05	.000E+00
2	14	.0000E+00	.0000E+00	.2775E-03	.806E-04	-.516E-06	.000E+00
2	15	.0000E+00	.0000E+00	.3702E-03	-.195E-04	.196E-06	.000E+00
2	16	.0000E+00	.0000E+00	.1093E-03	-.206E-03	.355E-04	.000E+00
2	17	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.114E-03	.172E-04	.000E+00
2	18	.0000E+00	.0000E+00	.2512E-03	.742E-04	.201E-04	.000E+00
2	19	.0000E+00	.0000E+00	.3154E-03	-.357E-04	.431E-04	.000E+00
2	20	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.229E-03	.199E-03	.000E+00
2	21	.0000E+00	.0000E+00	.2053E-03	.156E-04	.253E-04	.000E+00
2	22	.0000E+00	.0000E+00	.2349E-03	.850E-05	.378E-04	.000E+00

M.L/S. AX.FORCE MAB-Z-AXIS MBA-Z-AXIS MAB-Y-AXIS MBA-Y-AXIS TORQUE

1	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.9904E+00	.1449E+00	.8916E+00
1	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1642E+00	.8561E+01	-.4364E+00
2	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.6538E+00	.6445E+00	-.1149E-01
2	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.8347E+01	.1677E+02	-.8275E+00
3	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1237E+00	.1002E+01	-.9122E+00
3	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1638E+02	.2548E+02	-.3086E+01
4	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1604E+00	.1002E+02	.1537E+01
4	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.3374E+00	.8958E+01	.6493E-01
5	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.9989E+01	.9961E+01	-.2776E-02
5	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.9372E+01	.1886E+02	.5862E-01
6	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1001E+02	-.1782E+00	-.1545E+01
6	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1963E+02	.2400E+02	-.5031E+00
7	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4667E+01	.2082E+02	-.5368E+00
7	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.2379E+00	.9029E+01	.1762E+00
8	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1852E+02	.1863E+02	.3315E-01
8	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.8877E+01	.1608E+02	.4040E+00
9	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2096E+02	-.4672E+01	.5764E+00
9	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1594E+02	.2522E+02	-.2528E+00
10	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1069E+02	-.9721E+01	-.8876E+01
10	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.8419E-01	.6649E+01	-.7174E-01
11	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1537E+02	-.1421E+02	.4787E-01
11	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.6525E+01	.1501E+02	-.1210E-01
12	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.8771E+01	-.1085E+02	.8855E+01
12	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1458E+02	.2556E+02	-.6010E+00
13	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1453E+02	-.1629E+03	-.2804E+02
13	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1945E-01	.8470E+01	-.4959E-01
14	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1466E+03	-.1505E+03	-.6294E+00
14	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.7675E+01	.1596E+02	-.3917E+00
15	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1682E+03	.1470E+02	.2850E+02
15	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1681E+02	.2473E+02	-.2644E+01
16	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.8828E+01	-.1035E+02	-.1102E+01
16	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.8702E+00	.6558E+00	-.2127E+00
17	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.8916E+00	-.8802E-01	-.9904E+00
17	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4364E+00	.2636E+01	.1642E+00
18	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9031E+00	-.1739E+01	-.5089E+00
18	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.3911E+00	-.8406E-01	.2138E+00
19	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9007E+00	-.1788E+01	.5208E+00
19	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.2259E+01	-.2944E+01	.3859E+00
20	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.9122E+00	-.2274E+00	.1002E+01
20	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.2691E+02	.7930E+01	.4832E+00

21	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1449E+01	-.9706E+01	-.8300E+00
21	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2701E+01	-.2847E+01	-.1731E+00
22	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.3279E+01	.6089E+01	-.4822E+00
22	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.9037E-01	-.6496E+00	-.2009E+00
23	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.3330E+01	.5947E+01	.4673E+00
23	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.3506E+01	.9229E+00	-.3816E+00
24	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1317E+01	-.1002E+02	.8235E+00
24	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.2157E+02	.1765E+02	-.5177E+00
25	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1024E+02	.1382E+02	.3837E+01
25	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.2671E+01	.2008E+01	.6473E-01
26	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.6659E+01	.4141E+02	.1818E+01
26	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.4218E+00	.1081E+01	-.4888E-01
27	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.6491E+01	.4150E+02	-.1866E+01
27	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2661E+00	.2613E+01	-.2380E+00
28	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1059E+02	.1442E+02	-.3849E+01
28	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1210E+02	.1684E+02	-.2943E+00
29	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.4948E+01	.2804E+02	.1453E+02
29	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1936E+01	.4958E-01	-.1945E-01
30	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.5034E+02	.8491E+02	.7463E+01
30	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1141E+01	.7264E+00	.7537E-01
31	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.5031E+02	.8855E+02	-.7309E+01
31	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.2024E+01	.1868E+01	.1917E+00
32	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.5565E+01	.2850E+02	-.1470E+02
32	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.1256E+02	.2736E+02	.2692E+00
33	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1123E+03	.1102E+01	-.8828E+01
33	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.3842E+00	.2127E+00	.8702E+00
34	1	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	-.1177E+03	-.1102E+01	.1035E+02
34	2	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.3842E+00	-.2127E+00	-.6558E+00

L/S	ND	X-FORCE	Y-FORCE	Z-FORCE	MT.X-AXIS	MT.Y-AXIS	MT.Z-AXIS
1	1	.0000E+00	.0000E+00	.7300E+00	-.238E-06	.000E+00	.000E+00
1	2	.0000E+00	.0000E+00	.1132E-05	.536E-06	.000E+00	.000E+00
1	3	.0000E+00	.0000E+00	.1192E-06	.596E-07	.155E-05	.000E+00
1	4	.0000E+00	.0000E+00	.8070E+00	.834E-06	-.358E-06	.000E+00
1	5	.0000E+00	.0000E+00	.9537E-06	-.310E-05	.000E+00	.000E+00
1	6	.0000E+00	.0000E+00	.1574E-04	-.149E-06	-.334E-05	.000E+00
1	7	.0000E+00	.0000E+00	.9537E-06	.590E-05	-.381E-05	.000E+00
1	8	.0000E+00	.0000E+00	.4768E-06	-.292E-05	.596E-06	.000E+00
1	9	.0000E+00	.0000E+00	-.2428E+02	-.215E-05	-.286E-05	.000E+00
1	10	.0000E+00	.0000E+00	.2289E-04	.322E-05	-.477E-06	.000E+00
1	11	.0000E+00	.0000E+00	-.4768E-05	-.525E-05	.381E-05	.000E+00
1	12	.0000E+00	.0000E+00	-.2479E+02	.138E-04	.381E-05	.000E+00
1	13	.0000E+00	.0000E+00	-.1526E-04	-.181E-04	-.143E-05	.000E+00
1	14	.0000E+00	.0000E+00	.1907E-05	.105E-04	-.229E-04	.000E+00
1	15	.0000E+00	.0000E+00	-.2003E-04	.286E-05	.191E-04	.000E+00
1	16	.0000E+00	.0000E+00	-.1049E-04	-.858E-05	.954E-06	.000E+00
1	17	.0000E+00	.0000E+00	.8022E+02	.467E-04	.763E-05	.000E+00
1	18	.0000E+00	.0000E+00	-.2289E-04	-.162E-04	.305E-04	.000E+00
1	19	.0000E+00	.0000E+00	.8011E-04	-.992E-04	.687E-04	.000E+00
1	20	.0000E+00	.0000E+00	.8232E+02	.668E-05	.954E-05	.000E+00
1	21	.0000E+00	.0000E+00	-.5500E+02	.620E-04	-.178E-04	.000E+00
1	22	.0000E+00	.0000E+00	-.6000E+02	.225E-03	.104E-04	.000E+00
2	1	.0000E+00	.0000E+00	-.4719E+01	-.605E-05	-.119E-06	.000E+00
2	2	.0000E+00	.0000E+00	.1013E-04	.300E-05	.298E-07	.000E+00
2	3	.0000E+00	.0000E+00	-.3189E-05	-.384E-05	.453E-05	.000E+00
2	4	.0000E+00	.0000E+00	-.1030E+02	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2	5	.0000E+00	.0000E+00	.2861E-05	-.401E-05	-.954E-06	.000E+00
2	6	.0000E+00	.0000E+00	.1299E-04	-.802E-05	.834E-06	.000E+00
2	7	.0000E+00	.0000E+00	.1669E-04	-.438E-05	-.954E-06	.000E+00
2	8	.0000E+00	.0000E+00	.1240E-04	-.250E+02	.300E+02	.000E+00

2 9	.0000E+00	.0000E+00	-.7797E+01	-.907E-05	-.167E-05	.000E+00
2 10	.0000E+00	.0000E+00	.3070E-04	.191E-05	-.182E-05	.000E+00
2 11	.0000E+00	.0000E+00	-.5126E-05	-.522E-05	-.572E-05	.000E+00
2 12	.0000E+00	.0000E+00	.7827E+01	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2 13	.0000E+00	.0000E+00	.1192E-05	.573E-05	.238E-06	.000E+00
2 14	.0000E+00	.0000E+00	-.1279E-04	-.431E-05	.226E-05	.000E+00
2 15	.0000E+00	.0000E+00	.1146E-04	.113E-05	-.143E-05	.000E+00
2 16	.0000E+00	.0000E+00	-.5722E-05	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2 17	.0000E+00	.0000E+00	-.4150E+01	-.391E-07	-.340E-05	.000E+00
2 18	.0000E+00	.0000E+00	-.1303E-04	.256E-05	-.277E-05	.000E+00
2 19	.0000E+00	.0000E+00	.6378E-05	.238E-05	-.629E-05	.000E+00
2 20	.0000E+00	.0000E+00	.1914E+02	-.250E+02	.300E+02	.000E+00
2 21	.0000E+00	.0000E+00	.4835E-05	-.191E-05	.186E-05	.000E+00
2 22	.0000E+00	.0000E+00	-.2280E-05	.137E-05	.265E-05	.000E+00

 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX12.OUT
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX12
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στον τομέα του Υπολογισμού των Κατασκευών ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y) έχει γίνει ένα σημαντικότερο εργαλείο για να βοηθάει το μηχανικό να εκτελεί την εργασία του.
2. Η φιλοσοφία για τον καταρτισμό του μητρώου δυσκαμψίας ενός μέλους οποιουδήποτε επιπέδου και χωρικού γραμμικού φορέα (δηλαδή, επίπεδου δικτυώματος, επίπεδου πλαισίου, επίπεδης εσχάρας, χωρικού δικτυώματος, χωρικού πλαισίου) είναι η ίδια σε κάθε περίπτωση. Φυσικά από περίπτωση σε περίπτωση υπάρχουν διαφορές ή στις διαστάσεις των μητρώων που υπεισέρχονται ή στην φύση των στοιχείων που περιέχουν ή και στα δύο.
Με γνωστά τα επιμέρους μητρώα δυσκαμψίας των μελών μπορούμε να κατασκευάσουμε μια μητρώϊκή σχέση της μορφής $\{W\} = [K] \cdot \{X\}$ που περιλαμβάνει όλον τον γραμμικό φορέα.
Με τη μέθοδο της δυσκαμψίας αντιμετωπίζονται κατά ενιαίο τρόπο όλοι οι γραμμικοί φορείς, επίπεδοι και χωρικοί.
3. Η ανάλυση χωρικών δικτυωμάτων και χωρικών πλαισίων με H/Y πραγματοποιείται εύκολα, ταχύτατα και δίνει αποτελέσματα μεγάλης ακριβείας.
4. Τα πλεονεκτήματα της επίλυσης φορέων με H/Y προβάλλονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χωρικών φορέων με πολλά μέλη όπου η επίλυση με "κλασικές μεθόδους με το χέρι" θα ήταν μακροχρόνια και κουραστική. Επίσης στις "κλασικές μεθόδους με το χέρι" συνήθως γίνονται περισσότερες απλοποιητικές παραδοχές για να επιτευχθεί η επίλυση των φορέων.
5. Τα επιλυθέντα με H/Y παραδείγματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας μπορούν να χρησιμεύσουν ως "δοκιμαστικά προβλήματα" για κάποιον μηχανικό που είναι νέος χρήστης σε οποιοδήποτε πρόγραμμα H/Y ανάλυσης χωρικών γραμμικών φορέων.

6. Ο μελετητής - μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα H/Y που χρησιμοποιεί, πράγμα που απαιτεί να γνωρίζει πολύ καλά την κλασική στατική. Ο έλεγχος επιβάλλεται για την ασφάλεια της κατασκευής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ. - Π.Ν. Κοντονή, “Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ” (Διδακτικές Σημειώσεις), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, 1995.
2. Δ. - Π.Ν. Κοντονή, “Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ” (Φύλλα Πρακτικής άσκησης μαθήματος), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, 1995 - 1996.
3. H.B Harrison, “Structural Analysis and Design”, Pergamon Press, Sydney, 1980.
4. K. Hirschfeld, “Εφαρμοσμένη Στατική”, Τόμος Α και Β, Μετάφραση 3ης Γερμανικής Έκδοσης 1969, Εκδότης Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1975.
5. Θ.Α. Γεωργόπουλος, “Μηχανική Ι - Στατική”, Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα, 1991.
6. Γ. Φουρναράκος, “Σιδηρές Κατασκευές”, Τόμος 3, Αθήνα, 1986.
7. S.J. Fenves, R.D. Logcher, S.P. Mauch and K.F. Reinschmidt, “STRESS”: A User’s Manual”, MIT Press, Cambridge, Mass, 1964.

