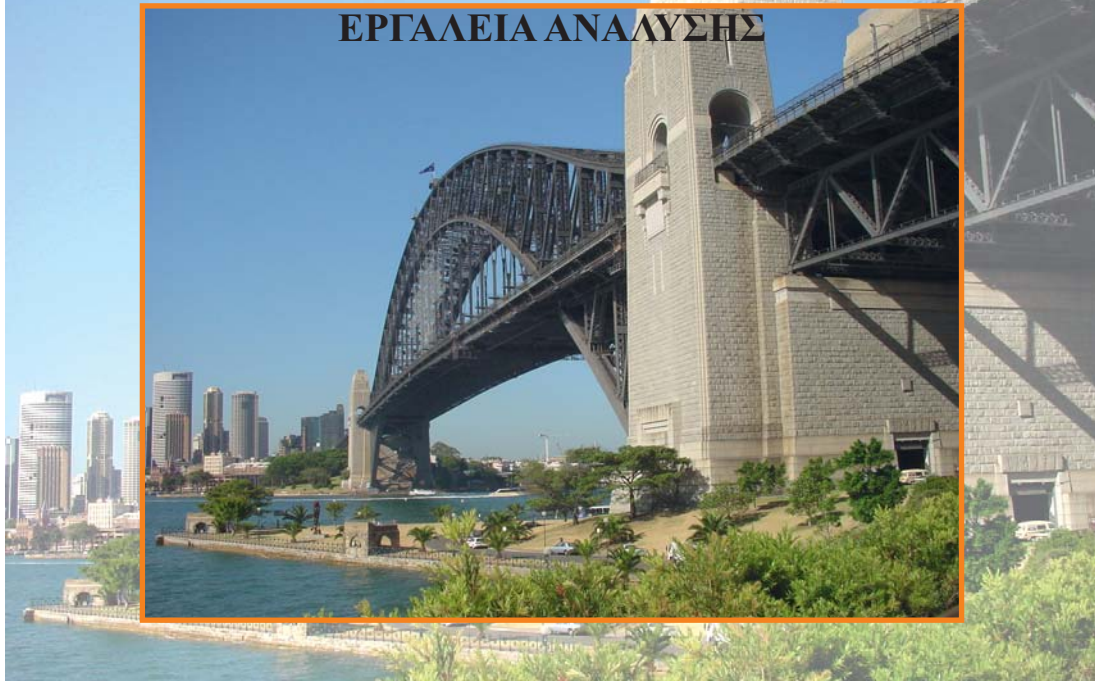


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΙΔΗΡΟΠΑΓΟΥΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΔΙΑΔΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΦΥΡΑ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΕΙΣΟΔΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



ΣΥΝΤΑΞΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ (ΑΕΜ 8902)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
Κ⁰⁵ Γ.Γ. ΠΕΝΕΛΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2002



Περιεχόμενα.



Εισαγωγή.



Ανάλυση καταστώματος σε επιφανειακά στοιχεία.

- * Έλεγχος των τιμών του προγράμματος
 - Υπολογισμός της ροπής στρέψης της διατομής «1».
- * Αντικατάσταση διατομών με αντίστ. ορθογωνικές.
 - Αριθμητική επαλήθευση.
 - Επαλήθευση μέσω SAP2000.
 - ♦ Καμπτική λειτουργία
 - Σημειώσεις για τα μοντέλα με shell elements
 - Σημειώσεις για τα μοντέλα με γραμμικά στοιχεία
 - Κάμψη «1» (Επιφανειακά στοιχεία).
 - Κάμψη «1b» (Γραμμικά στοιχεία).
 - Κάμψη «2» (Επιφανειακά στοιχεία).
 - Κάμψη «2b» (Γραμμικά στοιχεία).
 - ♦ Στρεπτική λειτουργία
 - Σημειώσεις για τα μοντέλα με shell elements
 - Σημειώσεις για τα μοντέλα με γραμμικά στοιχεία
 - Στρέψη «3» (Επιφανειακά στοιχεία).
 - Στρέψη «3b» (Γραμμικά στοιχεία).
 - Στρέψη «4» (Επιφανειακά στοιχεία).
 - Κάμψη «4b» (Γραμμικά στοιχεία).



Εισαγωγή καταστώματος γέφυρας στο SAP2000.

- * Παράδειγμα του αρχείου εισόδου input.txt.
 - OUTPUT FILES
 - ♦ Σημειώσεις
 - LOWER X/Y/Z
 - UPPER X/Y/Z
 - ♦ Έλεγχος για τυχόν τέλος του αρχείου input.txt
 - LOWER COEFF XY
 - LOWER COEFF XZ
 - UPPER COEFF XY
 - UPPER COEFF XZ
 - ♦ Σημείωση για τις τέσσερις ενότητες Upper/Lower xy/xz
 - MAXX MAXY
 - X STOPS
 - Y RATIO
- * Παράδειγμα εισαγωγής συντεταγμένων.
- * Παράδειγμα χρήσης του TableCurve 2D v5.0
 - 1^ο βήμα.
 - 2^ο βήμα (προαιρετικό).
 - 3^ο βήμα.
 - 4^ο βήμα.
- * Παραδείγματα του φορέα εισηγμένου στο SAP2000.
- * Μηνύματα λάθους και επεξήγησή τους.
 - ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΑΔΑ Ή ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ
 - ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΟ -999
 - Η ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ -999
 - ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ
 - ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΤΡΙΑΔΑ ΤΩΝ -999
 - ΛΕΙΠΕΙ Η ΤΡΙΑΔΑ ΤΕΛΟΥΣ (-999,-999,-999)
 - ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ

- ΕΧΕΤΕ -999 ΠΡΙΝ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ
- ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ 11 ΓΡΑΜΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟ -999
- ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΤΑ ΚΕΝΑ ΣΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ
- ΑΠΟΚΛΙΣΗ > 1% ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΚΑΝ
- Η ΤΡΙΤΗ ΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ -999
- ΕΧΕΤΕ ΑΡΝΗΤΙΚΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ (ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ)
- ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΧΕΤΕ ΑΥΞΟΥΣΕΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ Χ
- ΛΟΙΠΑ ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΛΑΘΟΥΣ.

* Πρόγραμμα sapinsrt.bas



Φορτίσεις - Επίλυση.

* Αλλαγές / προσθήκες στο αρχείο SAP.S2K.

- Υλικά και shell sections.
- Υλικά και frame sections.
- Λειτουργία εφεδράνων.
- Θεμελίωση με πασσάλους.

* Φορτία.

- Ίδιο βάρος (LC2).
- Πρόσθετα μόνιμα (LC12).
- Κινητά (LC 3-6,13-20, 23-30, 33-40).
- Αντικατάσταση εφεδράνων (LC 21,31).
- Συστολή ξήρανσης.
- Ερπυσμός.
- Αξονική μεταβολή της θερμοκρασίας.
- Εγκάρσια μεταβολή θερμοκρασίας (LC10).
- Πρόσκρουση.
- Τροχοπέδηση.
- Άνεμος.

* Πίνακας φορτίσεων.

* Συνδυασμοί.

- Κατάσταση H.
- Κατάσταση Hz.
- Κατάσταση σεισμού.



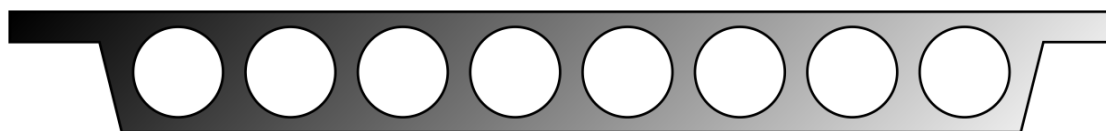
Βιβλιογραφία.

↪ Εισαγωγή.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η ανάπτυξη βοηθητικών εργαλείων και οδηγιών για τη μελέτη τυχαίας ολόσωμης γέφυρας. Τα εργαλεία αυτά ελέγχθηκαν σε μία πραγματική γέφυρα, αυτή που βρίσκεται στη δυτική είσοδο Θεσσαλονίκης.

Η διπλωματική αυτή εργασία έχει τρία μεγάλα κεφάλαια:

Το πρώτο από αυτά, ασχολείται με τη δημιουργία κατάλληλων επιφανειακών στοιχείων ώστε να μπορέσουμε με αυτά να εξομοιώσουμε μια πλάκα καταστρώματος γέφυρας με νευρώσεις:



Πιο συγκεκριμένα, αντικαταστήσαμε την ανωτέρω πλάκα με τουλάχιστον 3 ειδών επιφανειακά στοιχεία τα οποία έδωσαν την ίδια δυστρεψία, δυσκαμψία και δυστένεια με το κομμάτι του καταστρώματος που αντικαθιστούν.

Επιπρόσθετα, μετά την εφαρμογή των κατάλληλων επιφανειακών στοιχείων, έγινε μια σειρά ελέγχων ώστε να είμαστε σίγουροι ότι έχουμε περίπου την ίδια λειτουργία των επιφανειακών στοιχείων με τα τμήματα του καταστρώματος που αντικαθιστούν. Αυτό έγινε με τη δημιουργία κατάλληλων μοντέλων που κάνουν δυνατό τον έλεγχο σε στρέψη και κάμψη των διατομών. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων που δίνουν τα επιφανειακά στοιχεία για κάθε μοντέλο με τα στοιχεία που δίνουν τα αντίστοιχα γραμμικά και γνωστά μοντέλα. Αφού τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα, προχωρήσαμε στο επόμενο κεφάλαιο της διπλωματικής.

Το δεύτερο κεφάλαιο της διπλωματικής ασχολείται με την ανάπτυξη ενός προγράμματος Basic που με τη λειτουργία «*αρχεία εισόδου / αρχείο εξόδου*» αναλαμβάνει να μας δώσει τη γεωμετρία του καταστρώματος μιας γέφυρας έτοιμη σε αρχείο εισόδου *SAP2000*.

Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης δημιουργεί ένα αρχείο εισόδου που περιέχει διάφορες πληροφορίες, κάποιες από τις οποίες είναι πχ. οι συντεταγμένες x,y,z χαρακτηριστικών σημείων των άκρα του καταστρώματος, σημεία ελέγχου (πχ. θέσεις βάθρων), μέγιστη διάσταση στοιχείων shell κατά x-x και y-y, και το πρόγραμμα αναλαμβάνει να κάνει κατάλληλη διακριτοποίηση του καταστρώματος και να δημιουργήσει το αντίστοιχο αρχείο εισόδου *SAP2000*. Το πρόγραμμα κάνει χρήση εκτεταμένων

ελέγχων για την ορθότητα των δεδομένων που εισάγει ο χρήστης και δίνει σαφείς οδηγίες για τη διόρθωση τυχόν λαθών.

Έτσι, ο φορέας μας θα μπορούσε να έχει οποιοδήποτε προσανατολισμό στο χώρο (εκτός από την κατεύθυνση y-y), και οποιαδήποτε κλίση, επίκλιση κτλ. και το πρόγραμμα θα αναλάβει να τον οδηγήσει στο *SAP2000*.

Το τρίτο κομμάτι της διπλωματικής έχει να κάνει με την εφαρμογή φορτίσεων, όσο το δυνατόν πιο κοντά σε αυτές που εφαρμόστηκαν κατά την πραγματική μελέτη της γέφυρας, χωρίς όμως την παρουσία σεισμού και προέντασης, γι' αυτό τα αποτελέσματα δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα, εκτός αν γίνει εφαρμογή των συγκεκριμένων φορτίσεων. Το αρχείο *SAP2000* έχει την πρόβλεψη να δεχτεί τις φορτίσεις που λείπουν.

Όπως είναι φυσικό, το παράδειγμα του πρώτου κεφαλαίου είχε να κάνει με την γέφυρα μελέτης, όπως και το παράδειγμα του δεύτερου, οπότε τα χρησιμοποιήσαμε στο τρίτο κεφάλαιο.

Σημειώνουμε επίσης, ότι το *SAP2000 v7.42* μπόρεσε να λύσει το φορέα με τη μία και για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεως, σε αντίθεση με το *SAP2000 v7.12* που έβγαζε «Analysis Incomplete». Έχοντας ένα αρχείο .OUT αποτελεσμάτων, δημιουργήθηκε κατάλληλο πρόγραμμα που ανέλαβε να μεταφράσει τα αποτελέσματα σε χρήσιμα δεδομένα για εισαγωγή στο Excel. Εισήχθησαν τα αποτελέσματα όλων των φορτιστικών καταστάσεων όλων των επιφανειακών στοιχείων σε αυτό το πρόγραμμα και μπορέσαμε να κάνουμε την επαλληλία, την οποία αν κάναμε στο *SAP2000* ίσως είχαμε πρόβλημα λόγω των πάμπολλων συνδυασμών.

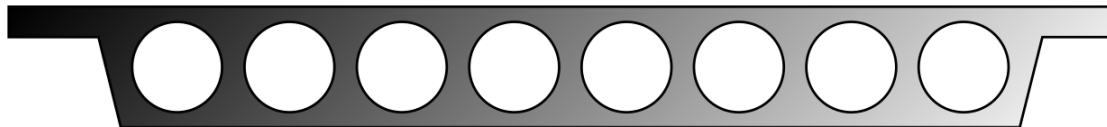
Αναφέρουμε, τέλος, τα αποτελέσματα minM11, maxM11, minM22, maxM22 για συγκεκριμένες θέσεις ελέγχου της κατασκευής, παρόλο που έχουν υπολογιστεί για όλα τα επιφανειακά στοιχεία.

Ο συντάξας αυτής της διπλωματικής θα ήθελε να ευχαριστήσει θερμά τον υπεύθυνο καθηγητή του, Κ^ο **Γ.Γ. Πενέλη**, Διευθυντή του *Εργαστηρίου Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης* για την πολυτιμότερη συμβολή του στο να πάρει αυτή η διπλωματική σάρκα και οστά.

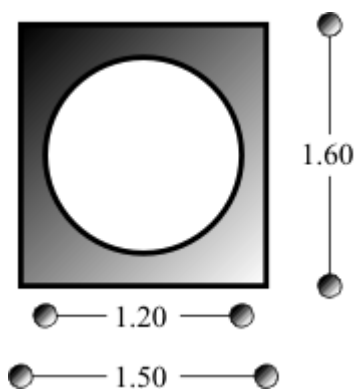
Επίσης, ευχαριστίες ανήκουν σε όλους ανεξαιρέτως τους καθηγητές και καθηγήτριες του Τμήματος για τη βοήθεια που του έδωσαν στο μακρύ μονοπάτι της Γνώσης.

↗ Ανάλυση καταστώματος σε επιφανειακά στοιχεία.

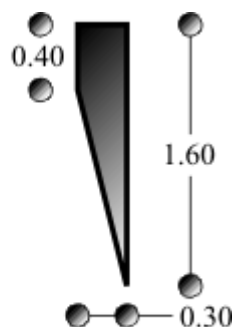
Το κατάστρωμα της γέφυρας είναι το κάτωθι:



Επειδή ο φορέας έχει διάκενα, πρέπει να βρούμε ένα τρόπο μετατροπής τους σε επιφανειακά στοιχεία που θα δίνουν συγκρίσιμα αποτελέσματα, καθότι το SAP2000 δέχεται μόνο τέτοια. Έτσι, έχουμε τα εξής δύο «κομμάτια» του φορέα:



Διατομή «1»



Διατομή «2»

τα οποία πρέπει να αντικατασταθούν με shell elements κατάλληλων ιδιοτήτων.

Με τη βοήθεια του προγράμματος “*Section Maker v7.51 Demo*” της “*Formation Design Systems*”, έχουμε τα εξής αποτελέσματα για τις ιδιότητες των ανωτέρω διατομών:

	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν [A] (m ²)	Ροπή Αδράνειας [I] (m ⁴)	Ροπή Στρέψης [J] (m ⁴)	Μέτρο Ελαστικότητας [E] (Pa)	Λόγος Poisson [ν]
Διατ. 1	1,50	1,60	1,269027	0,4102124	0,6017363	34000000	0,2
Διατ. 2	0,30	1,60	0,300000	0,0419200	0,0046737	34000000	0,2

* Έλεγχος των τιμών του προγράμματος

Τα ανωτέρω δεδομένα επιβεβαιώθηκαν και με τη βοήθεια της εντολής “massprop” του AutoCAD.

Για την ακρίβεια, δημιουργήθηκαν δυο region για τη διατομή «1» (ένα ορθογωνικό 1,50 x 1,60 m και ένα κυκλικό διαμέτρου 1,20 m) και ένα region για τη διατομή «2».

Στη συνέχεια, χρησιμοποιήσαμε την εντολή “subtract” για να δημιουργηθεί η οπή στο μέσο της διατομής «1». Τέλος μεταφέραμε τις δύο διατομές σε σημείο τέτοιο ώστε το κέντρο βάρους της καθεμίας να συμπίπτει με το σημείο (0,0). Οι εντολές “massprop” έδωσαν τα εξής αποτελέσματα:

Διατομή «1».

Area:	1.2705
Perimeter:	9.9687
Bounding box:	X: -0.7500 -- 0.7500
	Y: -0.8000 -- 0.8000
Centroid:	X: 0.0000
	Y: 0.0000
Moments of inertia:	X: 0.4105
	Y: 0.3485
Product of inertia:	XY: 0.0000
Radii of gyration:	X: 0.5684
	Y: 0.5237
Principal moments and X-Y directions about centroid:	
	I: 0.3485 along [0.0000 1.0000]
	J: 0.4105 along [-1.0000 0.0000]

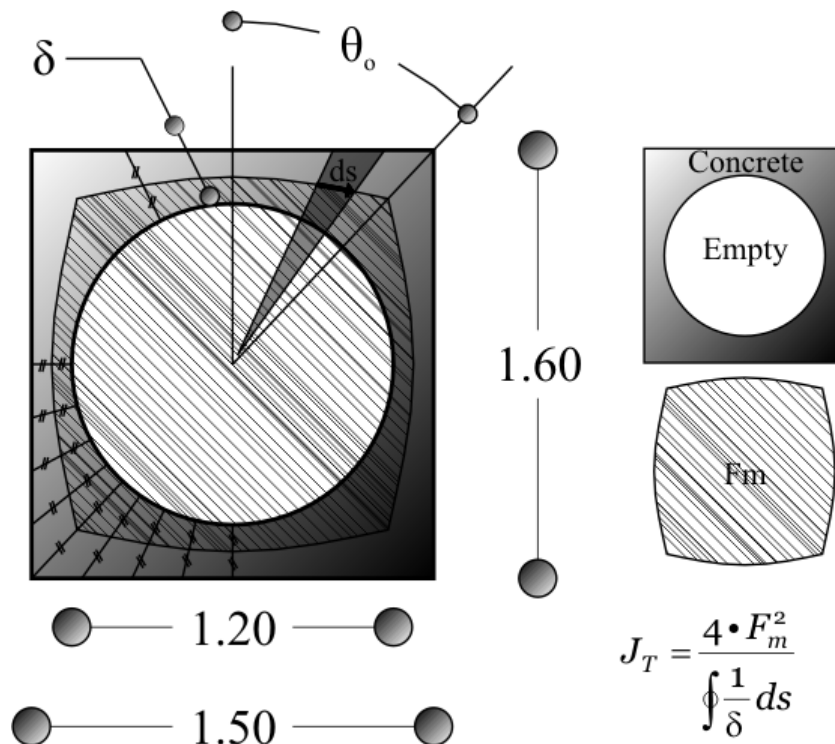
Διατομή «2».

Area:	0.3000
Perimeter:	3.5369
Bounding box:	X: -0.1800 -- 0.1200
	Y: -1.0400 -- 0.5600
Centroid:	X: 0.0000
	Y: 0.0000
Moments of inertia:	X: 0.0419
	Y: 0.0020
Product of inertia:	XY: -0.0040
Radii of gyration:	X: 0.3738
	Y: 0.0812
Principal moments and X-Y directions about centroid:	
	I: 0.0016 along [0.0977 -0.9952]
	J: 0.0423 along [0.9952 0.0977]

Το πρόγραμμα “Section Maker v7.51 Demo” δίνει τη ροπή στρέψης ως αλγεβρικό άθροισμα των στοιχειωδών μερών που αποτελούν μία διατομή.

Έτσι, για παράδειγμα, η ροπή στρέψης της διατομής «1» δίνεται από το πρόγραμμα ως η ροπή στρέψης της ορθογωνικής διατομής μείον τη ροπή στρέψης της κυκλικής διατομής. Αυτό είναι, φυσικά, λάθος, οπότε πρέπει να υπολογίσουμε με το χέρι τη ροπή στρέψης της διατομής. Αυτό θα το κάνουμε μόνο για τη διατομή «1», αφού όπως θα δούμε τα αποτελέσματα που δίνει το πρόγραμμα είναι πολύ κοντά στην αναλυτική λύση.

➤ Υπολογισμός της ροπής στρέψης της διατομής «1».



Όπως είδαμε παραπάνω, ισχύει $J_T = \frac{4 \cdot F_m^2}{\oint \frac{1}{\delta} ds}$.

Οι εξωτερικές διαστάσεις της διατομής είναι $1,60=2\alpha$ και $1,50=2\beta$.
 Επίσης, $\arctan(\theta_0)=\beta/\alpha$.

Στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, με αρχή αξόνων το κέντρο της διατομής, έχουμε:

$$\left. \begin{aligned} x^2 + y^2 = r_o^2 &= \left(\frac{1,2}{2}\right)^2 = 0,6^2 \\ &\text{και} \\ x = a = \frac{1,6}{2} &= 0,8, \quad 0 < \psi < \beta \\ y = \beta = \frac{1,5}{2} &= 0,75, \quad 0 < x < \alpha \end{aligned} \right\}$$

Λόγω συμμετρίας επιλέγουμε να δουλέψουμε μόνο σε ένα από τα τέσσερα τεταρτημόρια. Σε σύστημα πολικών συντεταγμένων, έχουμε αντίστοιχα:

$$\left. \begin{aligned} r = r_o &= \left(\frac{1,2}{2}\right) = 0,6 \\ &\text{και} \\ a = r \cos \theta &\Rightarrow q(\theta) = \frac{a}{\cos \theta}, \quad 0 < \theta < \theta_o \\ \beta = r \sin \theta &\Rightarrow q(\theta) = \frac{\beta}{\sin \theta}, \quad \theta_o < \theta < \frac{\pi}{2} \end{aligned} \right\}$$

Η εξίσωση της μέσης γραμμής $r(\theta)$ είναι:

$$\left. \begin{aligned} \text{Για } 0 < \theta < \theta_o &\text{ έχουμε } r(\theta) = \frac{\frac{a}{\cos \theta} - r_o}{2} \\ \text{Για } \theta_o < \theta < \frac{\pi}{2} &\text{ έχουμε } r(\theta) = \frac{\frac{\beta}{\sin \theta} - r_o}{2} \end{aligned} \right\}$$

Γενικά, το εμβαδό που περικλείεται σε μία συνάρτηση που δίνεται από πολικές συντεταγμένες $r(\theta)$ είναι $\frac{1}{2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} [r(\theta)]^2 d\theta$. Στην προκειμένη περίπτωση έχουμε:

$$\left. \begin{aligned} \text{Για } 0 < \theta < \theta_o &\text{ έχουμε } Fm_1 = \frac{1}{2} \int_0^{\theta_o} \left[\frac{\frac{a}{\cos \theta} - r_o}{2} \right]^2 d\theta \\ \text{Για } \theta_o < \theta < \frac{\pi}{2} &\text{ έχουμε } Fm_2 = \frac{1}{2} \int_{\theta_o}^{\pi/2} \left[\frac{\frac{\beta}{\sin \theta} - r_o}{2} \right]^2 d\theta \end{aligned} \right\}$$

Τα ανωτέρω ολοκληρώματα έχουν αναλυτική λύση.

Τελικά, $Fm = 4 \cdot (Fm_1 + Fm_2) = 4 \cdot (0,20927 + 0,216164) \rightarrow Fm = 1,70174$.

Η εξίσωση της «δ» δ(θ) είναι:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Για } 0 < \theta < \theta_0 \text{ έχουμε } \delta(\theta) = \frac{a}{\cos \theta} - r_0 \\ \text{Για } \theta_0 < \theta < \frac{\pi}{2} \text{ έχουμε } \delta(\theta) = \frac{\beta}{\sin \theta} - r_0 \end{array} \right\}$$

Από την ανάλυση, ξέρουμε ότι:

$$\oint f(\theta) ds = \int f(\theta) \sqrt{\left(\frac{dr(\theta)}{d\theta}\right)^2 + (r(\theta))^2} d\theta$$

Για $f(\theta) = \frac{1}{\delta(\theta)}$ και $r(\theta)$ όπως ανωτέρω, βρίσκουμε με αριθμητική ολοκλήρωση (δεν υπάρχει αναλυτική λύση) ότι:

$$\oint \frac{1}{\delta} ds = 4 \cdot (2,13971 + 2,74378) \Rightarrow \oint \frac{1}{\delta} ds = \mathbf{19,534}$$

$\text{Τελικά, } J_T = \frac{4 \cdot F_m^2}{\oint \frac{1}{\delta} ds} = \frac{4 \cdot 1,70174^2}{19,534} \Rightarrow \mathbf{J_T = 0,593}$

Παρατηρούμε, δηλαδή, ότι η τιμή ροπή στρέψης της διατομής «1» που μας έδωσε το πρόγραμμα είναι **μόλις 1,5%** διαφορετικό από την υπολογισθείσα «με το χέρι» τιμή. Για αυτό το λόγο, επιλέγουμε να δεχτούμε και την τιμή της ροπής στρέψης της διατομής «2» που μας έδωσε το πρόγραμμα. Αυτό, επειδή ξέρουμε ότι η διαφορά της τιμής ροπής στρέψης διατομής που αποτελείται από n στοιχειώδη τμήματα από το άθροισμα των ροπών στρέψης των τμημάτων αυτών είναι ακόμα μικρότερη στην περίπτωση των μη κοίλων διατομών.

* Αντικατάσταση διατομών με αντίστ. ορθογωνικές.

	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν [A] (m ²)	Ροπή Αδράνειας [I] (m ⁴)	Ροπή Στρέψης [J] (m ⁴)	Μέτρο Ελαστικότητας [E] (Pa)	Λόγος Poisson [ν]
Διατ. 1	1,50	1,60	1,269027	0,4102124	0,6017363	34000000	0,2
Διατ. 2	0,30	1,60	0,300000	0,0419200	0,0046737	34000000	0,2

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

Οι ορθογωνικές διατομές που θα επιλεγούν πρέπει να έχουν την ίδια δυστένεια, δυσκαμψία και δυστρεψία με τις ανωτέρω δύο. Δηλαδή:

$$\begin{array}{l}
 \text{Δυστένεια: } \frac{E \cdot A}{1-\nu} = \frac{E' \cdot A'}{1-\nu'} \\
 \text{Δυσκαμψία: } \frac{E \cdot I}{1-\nu^2} = \frac{E' \cdot I'}{1-\nu'^2} \\
 \text{Δυστρεψία: } \frac{E \cdot J}{2 \cdot (1+\nu)} = \frac{E' \cdot J'}{2 \cdot (1+\nu')}
 \end{array}$$

b

d

$$\begin{array}{l}
 A' = b \cdot d \\
 I' = \frac{b \cdot d^3}{12} \\
 J' = h \cdot t^3 \left[\frac{1}{3} - 0,21 \frac{t}{h} \left(1 - \frac{t^4}{12h^4} \right) \right] \\
 h = \max(b, d), \quad t = \min(b, d)
 \end{array}$$

Με τη βοήθεια του μαθηματικού πακέτου “Mathematica”, έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν [A'] (m ²)	Ροπή Αδράνειας [I'] (m ⁴)	Ροπή Στρέψης [J'] (m ⁴)	Μέτρο Ελαστικότητας [E'] (Pa)	Λόγος Poisson [ν']
Διατ. 1'	1,50	1,8861	2,829143	0,8386890	1,0941739	17147740	0,1005
Διατ. 2'	0,30	1,4130	0,423913	0,0705355	0,0110167	17175898	0,4289

➤ Αριθμητική επαλήθευση.

$$\text{Δυστένεια: } \frac{E \cdot A}{1-\nu} = \frac{E' \cdot A'}{1-\nu'} \Rightarrow$$

$$\text{Διατ. 1 \& 1'} \quad \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 1,269027}{1-0,2} = \frac{17147740 \cdot 2,829143}{1-0,1005} \Rightarrow \mathbf{53933648 = 53933648}$$

$$\text{Διατ. 2 \& 2'} \quad \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 0,30}{1-0,2} = \frac{17175898 \cdot 0,423913}{1-0,4289} \Rightarrow \mathbf{12750000 = 12750000}$$

$$\text{Δυσκαμψία: } \frac{E \cdot I}{1-\nu^2} = \frac{E' \cdot I'}{1-\nu'^2} \Rightarrow$$

$$\text{Διατ. 1 \& 1'} \quad \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 0,4102124}{1-0,2^2} = \frac{17147740 \cdot 0,8386890}{1-0,1005^2} \Rightarrow \mathbf{14528356 = 14528356}$$

$$\text{Διατ. 2 \& 2'} \quad \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 0,0419200}{1-0,2^2} = \frac{17175898 \cdot 0,0705355}{1-0,4289^2} \Rightarrow \mathbf{1484665,6 = 1484665,6}$$

$$\text{Δυστρεψία: } \frac{E \cdot J}{2 \cdot (1+\nu)} = \frac{E' \cdot J'}{2 \cdot (1+\nu')} \Rightarrow$$

$$\text{Διατ. 1 \& 1'} \quad \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 0,6017363}{2 \cdot (1+0,2)} = \frac{17147740 \cdot 1,0941739}{2 \cdot (1+0,1005)} \Rightarrow \mathbf{8524597,6 = 8524597,6}$$

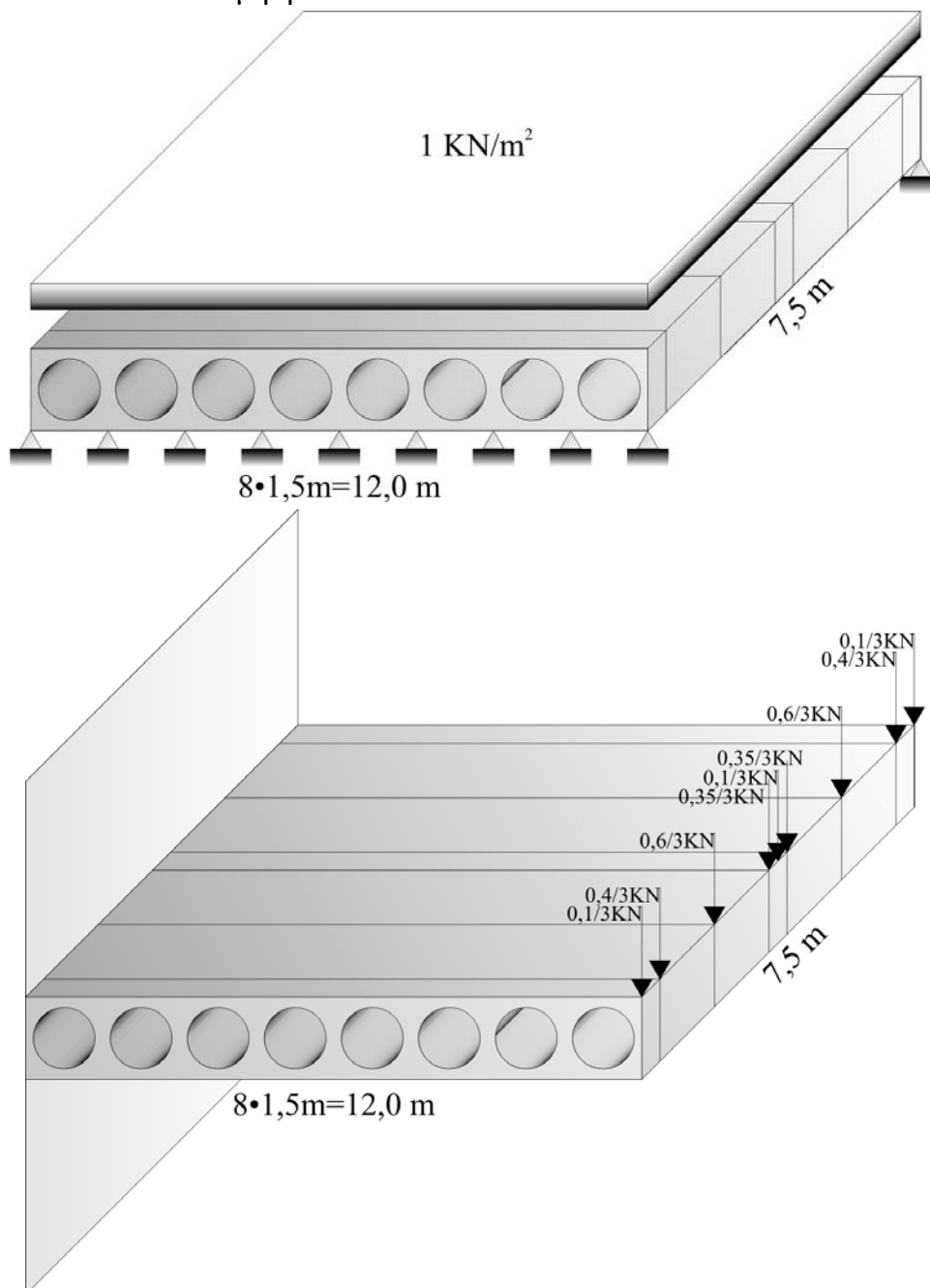
$$\text{Διατ. 2 \& 2'} \quad \frac{34 \cdot 10^6 \cdot 0,0046737}{2 \cdot (1+0,2)} = \frac{17175898 \cdot 0,0110167}{2 \cdot (1+0,4289)} \Rightarrow \mathbf{66210,75 = 66210,75}$$

➤ **Επαλήθευση μέσω SAP2000.**

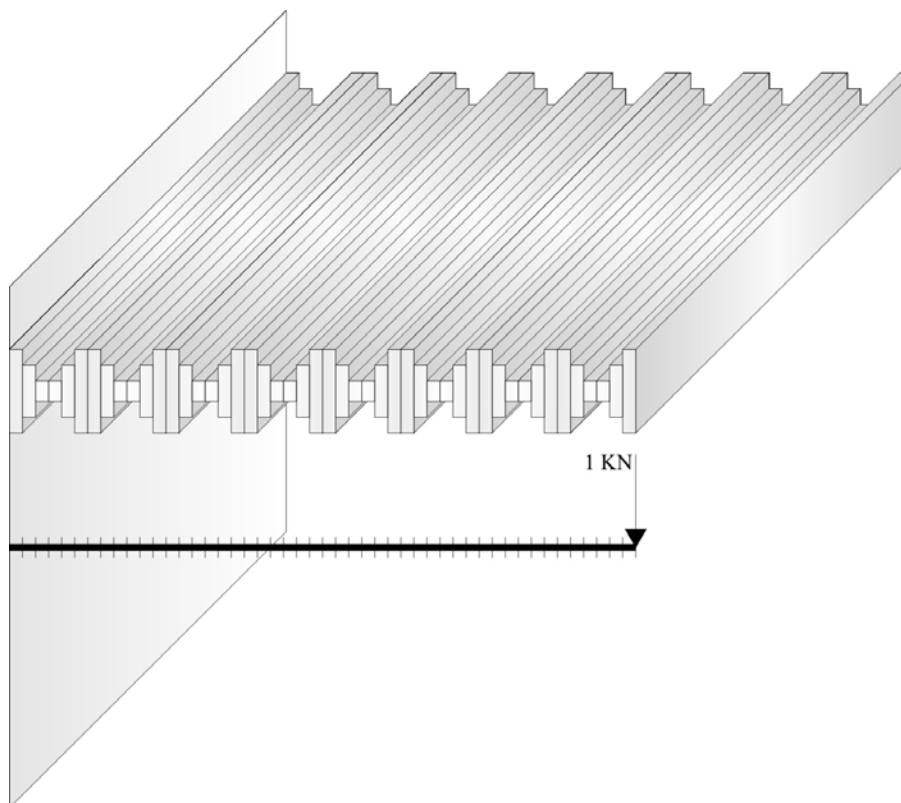
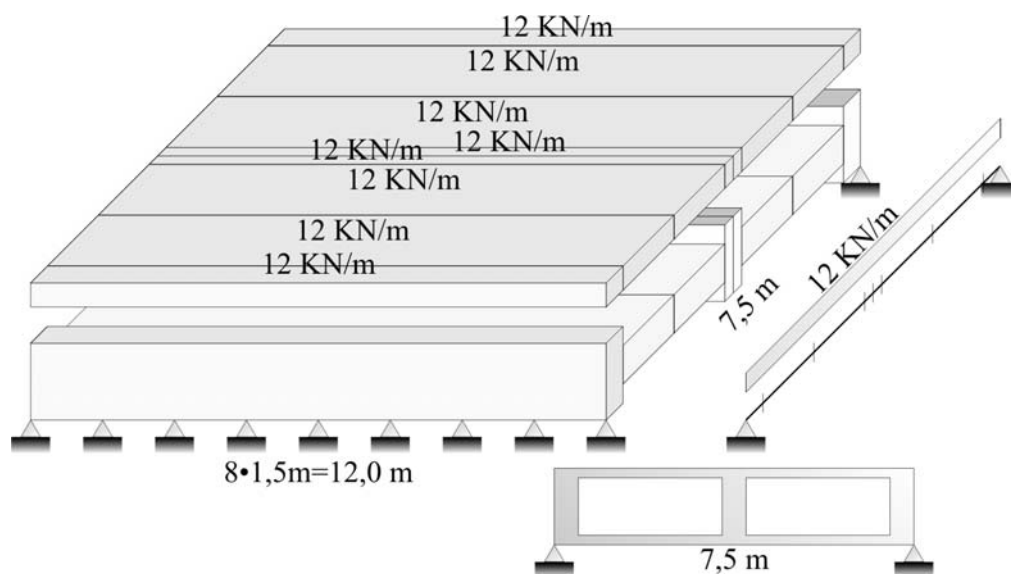
Για να επαληθεύσουμε την ομαλή λειτουργία των «πλασματικών» διατομών σε περιβάλλον SAP2000, είναι απαραίτητο να κάνουμε κάποιες δοκιμαστικές επιλύσεις σε αυτό το περιβάλλον. Έτσι, θα είμαστε σίγουροι ότι έχουμε κάνει τη σωστή επιλογή των ιδιοτήτων των shell elements, αλλά και ότι αυτά συνεργάζονται αρμονικά μεταξύ τους.

◆ **Καμπτική λειτουργία**

Φτιάχνουμε 2 μοντέλα για να ελέγξουμε την αξιοπιστία των shell elements σε κάμψη:



Τα αντίστοιχα με αυτά γραμμικά μοντέλα είναι τα εξής:



Σημείωση: Όπως παρατηρούμε, δεν έχουμε λάβει καθόλου υπόψη μας τη διατομή «2», διότι δεν παίζει μεγάλο ρόλο στις ανωτέρω επαληθεύσεις.

- **Σημειώσεις για τα μοντέλα με shell elements**

- 1) Υπάρχουν 2 τύποι shell elements. Ο πρώτος τύπος έχει διαστάσεις 1,5 x 1,5 m και δεν είναι άλλος από την υπολογισμένη διατομή «1'». Έτσι (και σε συνδυασμό με το κατάλληλο material στο SAP2000), έχει τις εξής ιδιότητες:

Ύψος: 1,8861 m .

Μέτρο Ελαστικότητας: 17147740 Pa.

Λόγος Poisson: 0,1005.

Ο δεύτερος τύπος εξομοιώνει τις νευρώσεις (πλήρες υλικό χωρίς κενά) και έτσι έχει τις τυπικές κάτωθι τιμές:

Ύψος: 1,60 m .

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa.

Λόγος Poisson: 0,20.

Υπάρχουν 3 νευρώσεις: Και οι τρεις έχουν πάχος 0,5 m και ευρίσκονται στις άκρες και στο κέντρο του μοντέλου.

- 2) Στο μοντέλο της πάκτωσης τα μοναχικά φορτία έχουν τιμές ανάλογα με το πλάτος επιρροής τους.

- **Σημειώσεις για τα μοντέλα με γραμμικά στοιχεία**

- 1) Στο αμφιαρθρωτό μοντέλο υπάρχουν 2 ειδών διατομές. Η πρώτη διατομή εξομοιώνει τις νευρώσεις (πλήρες υλικό χωρίς κενά) και έχει τις εξής ιδιότητες:

Εμβαδόν: $12 \cdot 1,6 = 19,2 \text{ m}^4$.

Ροπή αδράνειας 1: $\frac{12,0 \cdot 1,6^3}{12} = 4,096 \text{ m}^4$.

Ροπή αδράνειας 2: $\frac{12,0^3 \cdot 1,6}{12} = 230,4 \text{ m}^4$.

Ροπή στρέψης: 15,008 m⁴. (Μέσω του “Section Maker”)

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa.

Λόγος Poisson: 0,2.

Τα ανωτέρω τρία στοιχεία δίδονται στο SAP2000 μέσω της επιλογής για διατομή “General” (απ’ ευθείας ανάθεση μεγεθών όπως η ροπή αδράνειας στη διατομή χωρίς να επηρεάζονται από το σχήμα της) σε συνδυασμό και με το κατάλληλο υλικό.

Η δεύτερη διατομή συμπληρώνει το προφίλ κυψέλης που θέλουμε να επιτύχουμε στο αμφιαρθρωτό μοντέλο. Ουσιαστικά έχουμε μια διατομή με ροπή αδράνειας 8 φορές μεγαλύτερα από την αντίστοιχη της διατομής «1». Έχει λοιπόν τις κάτωθι τιμές:

Ροπή αδράνειας 1: $0,4102124 \cdot 8 = 3,2816992 \text{ m}^4$.

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa .

Λόγος Poisson: $0,20$.

Εμβαδόν: $19,2 \cdot 8 \cdot (\pi \cdot 0,6^2) = 10,152 \text{ m}^2$.

Μέσω του “Section Maker” υπολογίζουμε και τα:

Ροπή Αδράνειας 2: $122,709 \text{ m}^4$.

Ροπή Στρέψης: $13,379 \text{ m}^4$.

Εισάγουμε ομοιόμορφο φορτίο ίσο με 12 KN/m για να έχουμε όμοια φόρτιση με το αντίστοιχο μοντέλο με shell elements. Ελέγχουμε τη βύθιση της δοκού σε συγκεκριμένα σημεία με τα αντίστοιχα σημεία του μοντέλου με επιφανειακά στοιχεία.

Σημ.: Η δυστρεψία της δοκού δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα.

- 2) Στο μοντέλο με την πάκτωση υπάρχουν 3 ειδών διατομές. Οι ιδιότητές τους είναι γραμμική παρεμβολή 2 ακραίων καταστάσεων:

Η πρώτη ακραία διατομή είναι το αριστερό 1/6 της διατομής «1». Οπότε έχει διαστάσεις $1,6 \times 7,5 \text{ m}$. Έτσι, έχουμε:

Εμβαδόν: $12,0 \text{ m}^2$.

Ροπή αδράνειας 1: $\frac{7,5 \cdot 1,6^3}{12} = 2,56 \text{ m}^4$.

Ροπή αδράνειας 2: $\frac{7,5^3 \cdot 1,6}{12} = 56,25 \text{ m}^4$.

Ροπή στρέψης: $8,8640 \text{ m}^4$.

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa .

Λόγος Poisson: $0,20$.

Η δεύτερη διατομή είναι μια κυψελωτή διατομή με εξωτερικές διαστάσεις $7,5 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}$ ύψος και δύο συμμετρικές οπές διαστάσεων $3 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ ύψος. Έχει λοιπόν τις κάτωθι τιμές:

Εμβαδόν: $4,8 \text{ m}^2$.

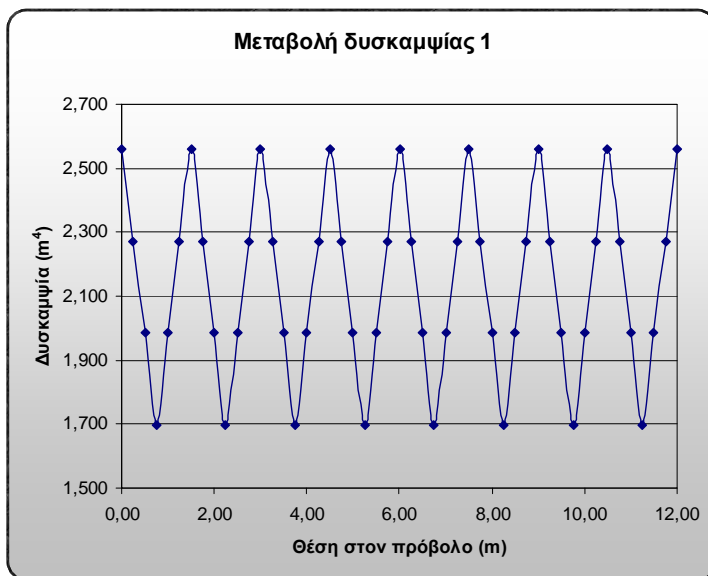
Ροπή αδράνειας 1: $1,696 \text{ m}^4$. (από “Section Maker”)

Ροπή αδράνειας 2: $28,80 \text{ m}^4$. (από “Section Maker”)

Δυστρεψία: $6,2770 \text{ m}^4$. (από “Section Maker”)

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa .

Λόγος Poisson: $0,20$.



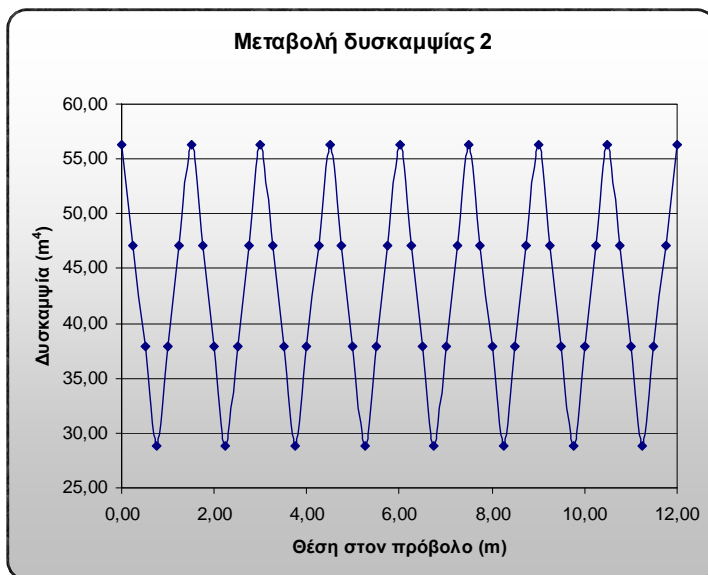
Οπότε, αφού κάθε διατομή «1» έχει χωριστεί σε 6 σημεία, εμείς επιλέγουμε για κάθε έκτο το μέσο όρο των δυσκαμψιών των εκατέρωθεν σημείων.

Έτσι, έχουμε:

$$\text{Δυσκαμψία 1 διατομής Α: } 1,696 + \frac{5}{6} \cdot (2,56 - 1,696) = 2,416m^4.$$

$$\text{Δυσκαμψία 1 διατομής Β: } 1,696 + \frac{3}{6} \cdot (2,56 - 1,696) = 2,128m^4.$$

$$\text{Δυσκαμψία 1 διατομής Γ: } 1,696 + \frac{1}{6} \cdot (2,56 - 1,696) = 1,840m^4.$$



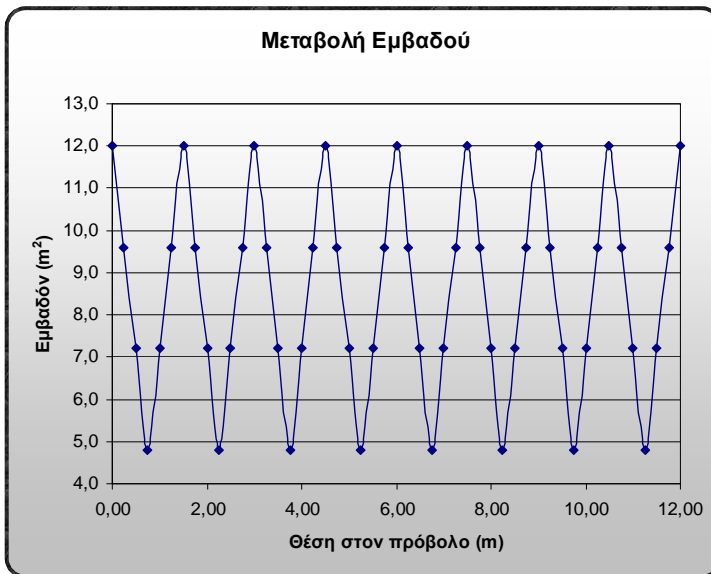
Οπότε, αφού κάθε διατομή «1» έχει χωριστεί σε 6 σημεία, εμείς επιλέγουμε για κάθε έκτο το μέσο όρο των δυσκαμψιών των εκατέρωθεν σημείων.

Έτσι, έχουμε:

$$\text{Δυσκαμψία 2 διατομής Α: } 28,80 + \frac{5}{6} \cdot (56,25 - 28,80) = 51,675m^4.$$

$$\text{Δυσκαμψία 2 διατομής Β: } 28,80 + \frac{3}{6} \cdot (56,25 - 28,80) = 42,525m^4.$$

$$\text{Δυσκαμψία 2 διατομής Γ: } 28,80 + \frac{1}{6} \cdot (56,25 - 28,80) = 33,375m^4.$$

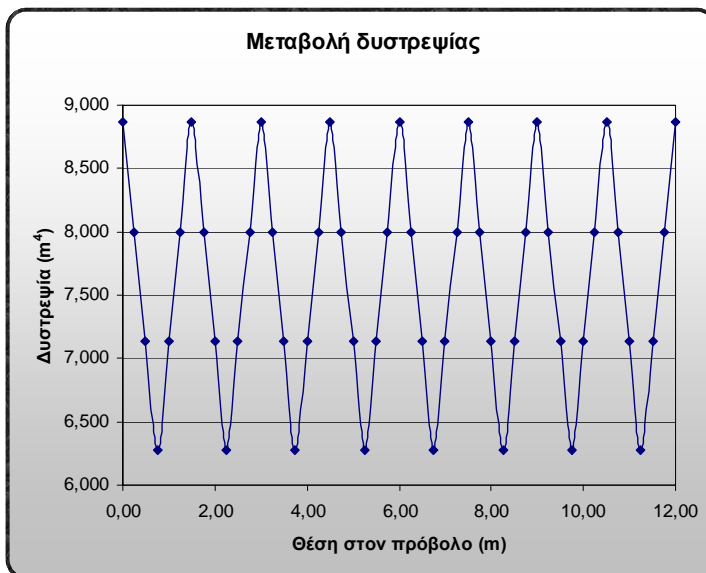


Οπότε, αφού κάθε διατομή «1» έχει χωριστεί σε 6 σημεία, εμείς επιλέγουμε για κάθε έκτο το μέσο όρο των εμβαδών των εκατέρωθεν σημείων. Έτσι, έχουμε:

$$\text{Εμβαδόν διατομής Α: } 4,8 + \frac{5}{6} \cdot (12,0 - 4,8) = 10,8m^2.$$

$$\text{Εμβαδόν διατομής Β: } 4,8 + \frac{3}{6} \cdot (12,0 - 4,8) = 8,4m^2.$$

$$\text{Εμβαδόν διατομής Γ: } 4,8 + \frac{1}{6} \cdot (12,0 - 4,8) = 6,0m^2.$$



Οπότε, αφού κάθε διατομή «1» έχει χωριστεί σε 6 σημεία, εμείς επιλέγουμε για κάθε έκτο το μέσο όρο των δυστρεψιών των εκατέρωθεν σημείων. Έτσι, έχουμε:

$$\text{Δυστρεψία διατομής Α: } 6,277 + \frac{5}{6} \cdot (8,864 - 6,277) = 8,4328m^4.$$

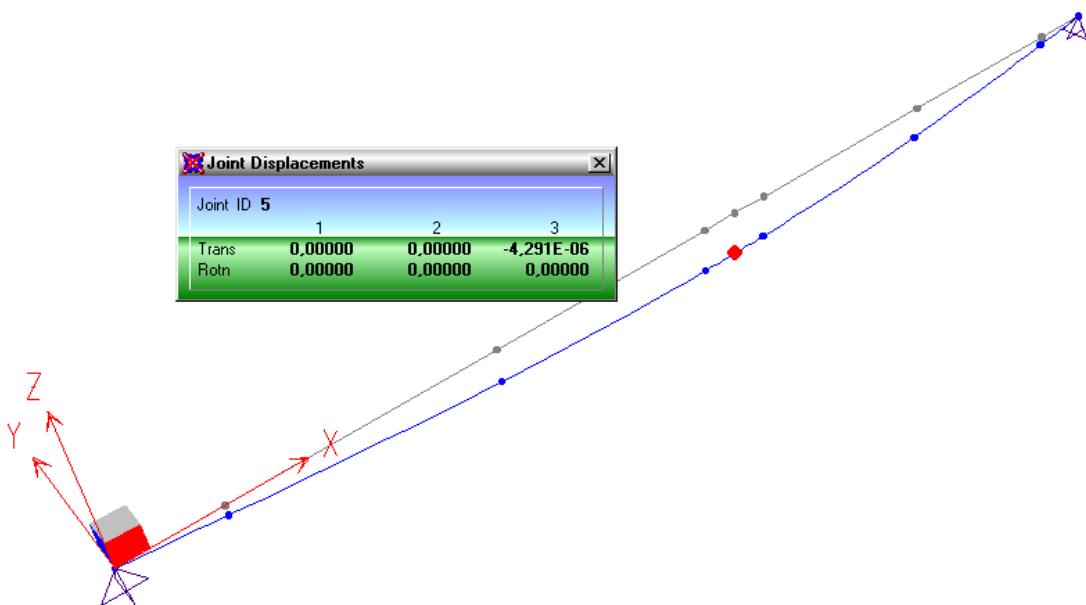
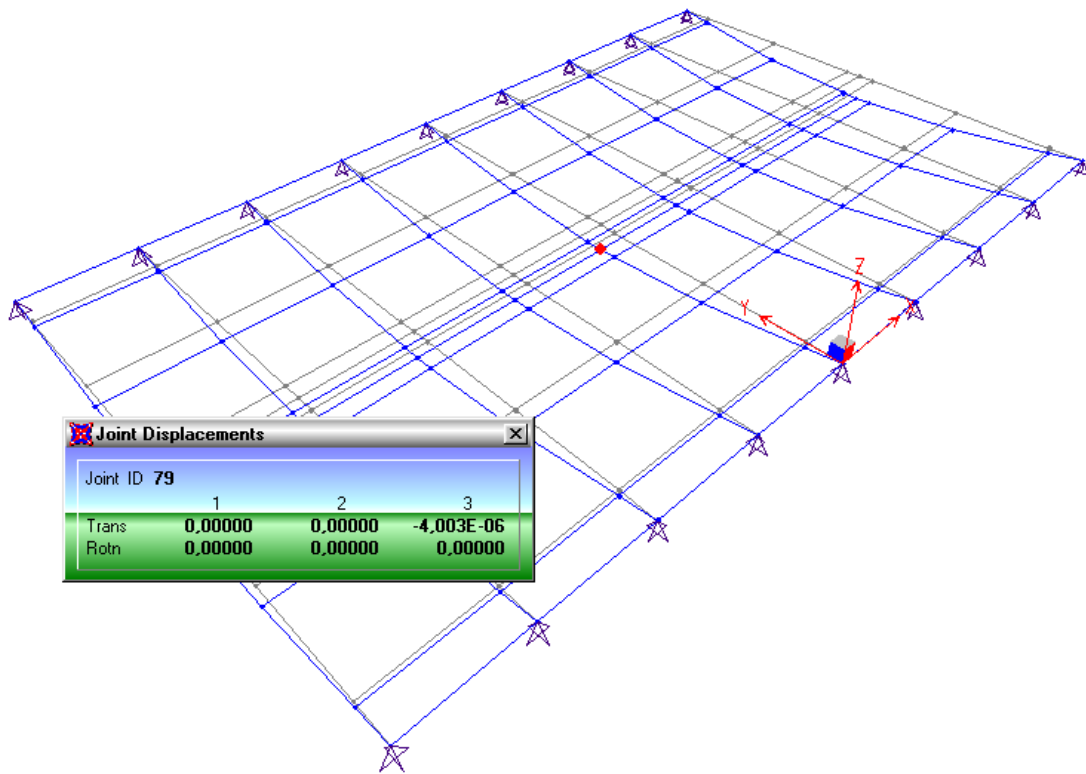
$$\text{Δυστρεψία διατομής Β: } 6,277 + \frac{3}{6} \cdot (8,864 - 6,277) = 7,5705m^4.$$

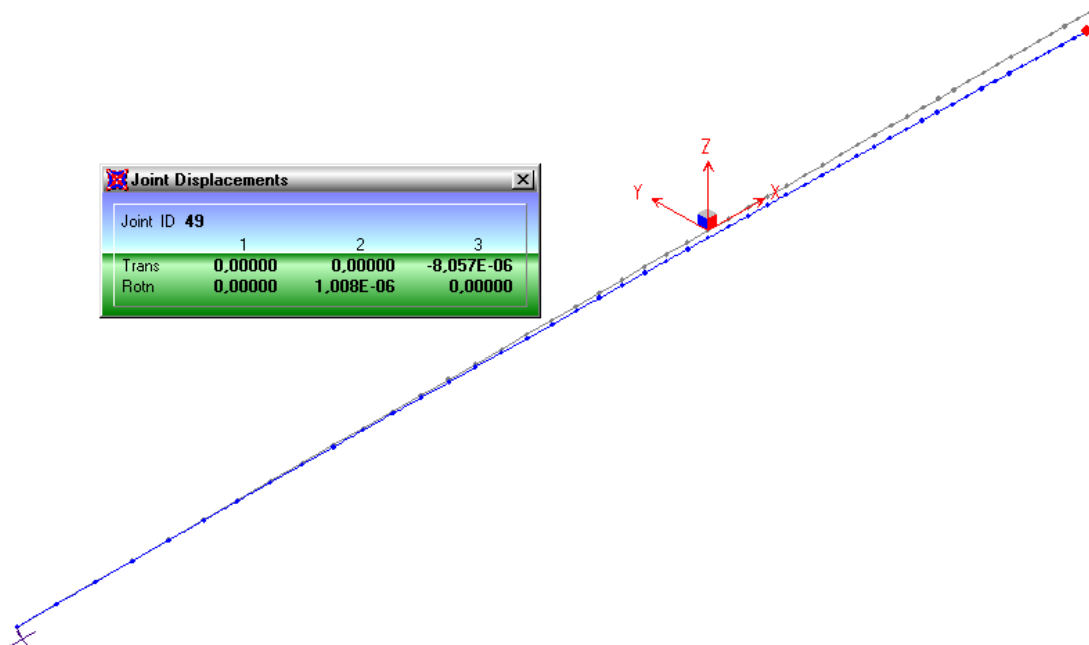
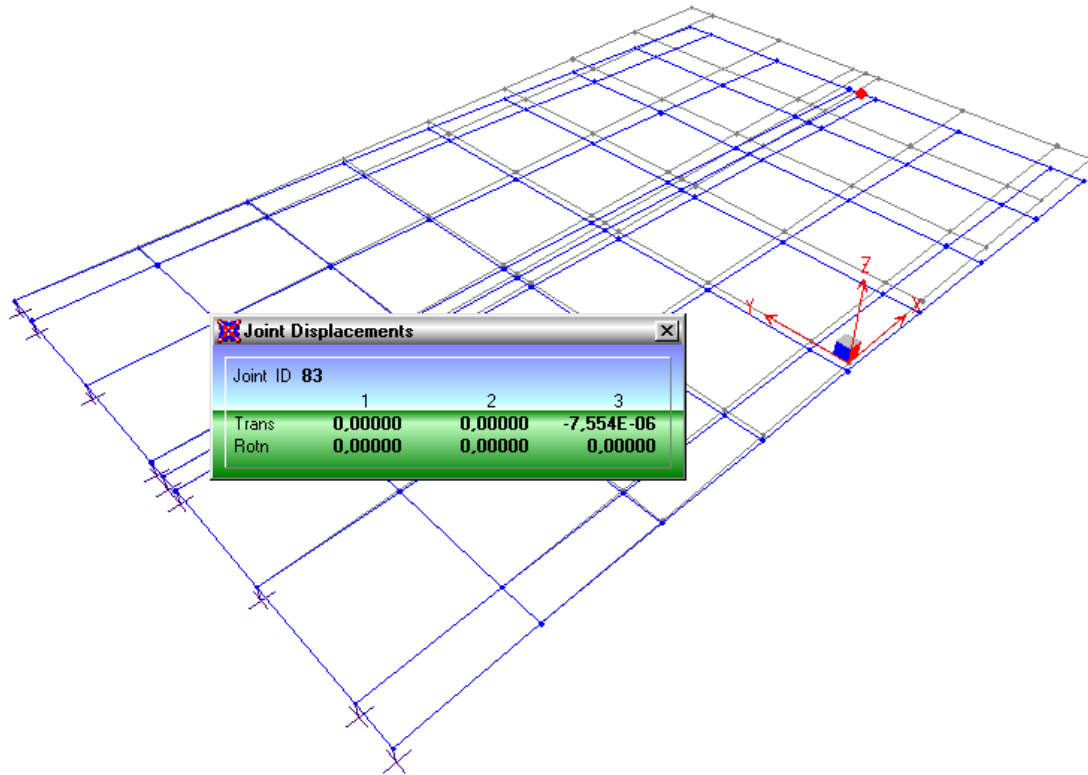
$$\text{Δυστρεψία διατομής Γ: } 6,277 + \frac{1}{6} \cdot (8,864 - 6,277) = 6,7082m^4.$$

Σημ.: Τα χαρακτηριστικά της δυστρεψίας δεν επηρεάζουν τη λύση του προβλήματος, παρ'όλα αυτά όμως τα έχουμε εισάγει.

Με το τρέξιμο των 4 αυτών προγραμμάτων στο SAP2000, παρατηρούμε ότι

Δεν έχουμε αποκλίσεις στις βυθίσεις χαρακτηριστικών σημείων πάνω από 7% και 6%.





Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

• Κάμψη «1» (Επιφανειακά στοιχεία).

SYSTEM	DOF=UY, UZ, RX	LENGTH=m	FORCE=KN
PAGE=SECTIONS			
JOINT			
1	X=-6 Y=0 Z=0		
2	X=-4.5 Y=0 Z=0		
3	X=-4.5 Y=.5 Z=0		
4	X=-6 Y=.5 Z=0		
5	X=-4.5 Y=2 Z=0		
6	X=-6 Y=2 Z=0		
7	X=-4.5 Y=3.5 Z=0		
8	X=-6 Y=3.5 Z=0		
9	X=-4.5 Y=4 Z=0		
10	X=-6 Y=4 Z=0		
11	X=-4.5 Y=5.5 Z=0		
12	X=-6 Y=5.5 Z=0		
13	X=-4.5 Y=7 Z=0		
14	X=-6 Y=7 Z=0		
15	X=-4.5 Y=7.5 Z=0		
16	X=-6 Y=7.5 Z=0		
17	X=-3 Y=0 Z=0		
18	X=-3 Y=.5 Z=0		
19	X=-3 Y=2 Z=0		
20	X=-3 Y=3.5 Z=0		
21	X=-3 Y=4 Z=0		
22	X=-3 Y=5.5 Z=0		
23	X=-3 Y=7 Z=0		
24	X=-3 Y=7.5 Z=0		
25	X=-1.5 Y=0 Z=0		
26	X=-1.5 Y=.5 Z=0		
27	X=-1.5 Y=2 Z=0		
28	X=-1.5 Y=3.5 Z=0		
29	X=-1.5 Y=4 Z=0		
30	X=-1.5 Y=5.5 Z=0		
31	X=-1.5 Y=7 Z=0		
32	X=-1.5 Y=7.5 Z=0		
33	X=0 Y=0 Z=0		
34	X=0 Y=.5 Z=0		
35	X=0 Y=2 Z=0		
36	X=0 Y=3.5 Z=0		
37	X=0 Y=4 Z=0		
38	X=0 Y=5.5 Z=0		
39	X=0 Y=7 Z=0		
40	X=0 Y=7.5 Z=0		
41	X=1.5 Y=0 Z=0		
42	X=1.5 Y=.5 Z=0		
43	X=1.5 Y=2 Z=0		
44	X=1.5 Y=3.5 Z=0		
45	X=1.5 Y=4 Z=0		
46	X=1.5 Y=5.5 Z=0		
47	X=1.5 Y=7 Z=0		
48	X=1.5 Y=7.5 Z=0		
49	X=3 Y=0 Z=0		
50	X=3 Y=.5 Z=0		
51	X=3 Y=2 Z=0		
52	X=3 Y=3.5 Z=0		
53	X=3 Y=4 Z=0		
54	X=3 Y=5.5 Z=0		
55	X=3 Y=7 Z=0		
56	X=3 Y=7.5 Z=0		
57	X=4.5 Y=0 Z=0		
58	X=4.5 Y=.5 Z=0		
59	X=4.5 Y=2 Z=0		
60	X=4.5 Y=3.5 Z=0		
61	X=4.5 Y=4 Z=0		
62	X=4.5 Y=5.5 Z=0		
63	X=4.5 Y=7 Z=0		
64	X=4.5 Y=7.5 Z=0		
65	X=6 Y=0 Z=0		
66	X=6 Y=.5 Z=0		
67	X=6 Y=2 Z=0		
68	X=6 Y=3.5 Z=0		
69	X=6 Y=4 Z=0		
70	X=6 Y=5.5 Z=0		
71	X=6 Y=7 Z=0		
72	X=6 Y=7.5 Z=0		
75	X=-4.5 Y=3.75 Z=0		
76	X=-6 Y=3.75 Z=0		
77	X=-3 Y=3.75 Z=0		
78	X=-1.5 Y=3.75 Z=0		
79	X=0 Y=3.75 Z=0		
80	X=1.5 Y=3.75 Z=0		
81	X=3 Y=3.75 Z=0		
82	X=4.5 Y=3.75 Z=0		
83	X=6 Y=3.75 Z=0		
RESTRAINT			
ADD=1	DOF=U1, U2, U3		
ADD=2	DOF=U1, U2, U3		
ADD=15	DOF=U1, U2, U3		
ADD=16	DOF=U1, U2, U3		
ADD=17	DOF=U1, U2, U3		
ADD=24	DOF=U1, U2, U3		
ADD=25	DOF=U1, U2, U3		
ADD=32	DOF=U1, U2, U3		
ADD=33	DOF=U1, U2, U3		
ADD=40	DOF=U1, U2, U3		
ADD=41	DOF=U1, U2, U3		
ADD=48	DOF=U1, U2, U3		
ADD=49	DOF=U1, U2, U3		
ADD=56	DOF=U1, U2, U3		
ADD=57	DOF=U1, U2, U3		
ADD=64	DOF=U1, U2, U3		
ADD=65	DOF=U1, U2, U3		
ADD=72	DOF=U1, U2, U3		
PATTERN			
NAME=DEFAULT			

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεοδοσίου (Α.Ε.Μ. 8902)

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955
T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117 FY=248211.3
NAME=CONC IDES=C M=2.4007 W=23.5616
T=0 E=2.482113E+07 U=.1 A=.0000099
NAME=MATFULL IDES=N
T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=0
NAME=MATEMPTY IDES=N
T=0 E=1.714774E+07 U=.1004983 A=0

SHELL SECTION

NAME=EMPTY MAT=MATEMPTY TYPE=Shell,Thin TH=1.886095
NAME=FULL MAT=MATFULL TYPE=Shell,Thin TH=1.6

SHELL

1 J=1,2,4,3 SEC=FULL
2 J=4,3,6,5 SEC=EMPTY
3 J=6,5,8,7 SEC=EMPTY
5 J=10,9,12,11 SEC=EMPTY
6 J=12,11,14,13 SEC=EMPTY
7 J=14,13,16,15 SEC=FULL
8 J=2,17,3,18 SEC=FULL
9 J=3,18,5,19 SEC=EMPTY
10 J=5,19,7,20 SEC=EMPTY
12 J=9,21,11,22 SEC=EMPTY
13 J=11,22,13,23 SEC=EMPTY
14 J=13,23,15,24 SEC=FULL
15 J=17,25,18,26 SEC=FULL
16 J=18,26,19,27 SEC=EMPTY
17 J=19,27,20,28 SEC=EMPTY
19 J=21,29,22,30 SEC=EMPTY
20 J=22,30,23,31 SEC=EMPTY
21 J=23,31,24,32 SEC=FULL
22 J=25,33,26,34 SEC=FULL
23 J=26,34,27,35 SEC=EMPTY
24 J=27,35,28,36 SEC=EMPTY
26 J=29,37,30,38 SEC=EMPTY
27 J=30,38,31,39 SEC=EMPTY
28 J=31,39,32,40 SEC=FULL
29 J=33,41,34,42 SEC=FULL
30 J=34,42,35,43 SEC=EMPTY
31 J=35,43,36,44 SEC=EMPTY
33 J=37,45,38,46 SEC=EMPTY
34 J=38,46,39,47 SEC=EMPTY
35 J=39,47,40,48 SEC=FULL
36 J=41,49,42,50 SEC=FULL
37 J=42,50,43,51 SEC=EMPTY
38 J=43,51,44,52 SEC=EMPTY
40 J=45,53,46,54 SEC=EMPTY
41 J=46,54,47,55 SEC=EMPTY
42 J=47,55,48,56 SEC=FULL
43 J=49,57,50,58 SEC=FULL
44 J=50,58,51,59 SEC=EMPTY
45 J=51,59,52,60 SEC=EMPTY

47 J=53,61,54,62 SEC=EMPTY
48 J=54,62,55,63 SEC=EMPTY
49 J=55,63,56,64 SEC=FULL
50 J=57,65,58,66 SEC=FULL
51 J=58,66,59,67 SEC=EMPTY
52 J=59,67,60,68 SEC=EMPTY
54 J=61,69,62,70 SEC=EMPTY
55 J=62,70,63,71 SEC=EMPTY
56 J=63,71,64,72 SEC=FULL
59 J=8,7,76,75 SEC=FULL
60 J=76,75,10,9 SEC=FULL
61 J=7,20,75,77 SEC=FULL
62 J=75,77,9,21 SEC=FULL
63 J=20,28,77,78 SEC=FULL
64 J=77,78,21,29 SEC=FULL
65 J=28,36,78,79 SEC=FULL
66 J=78,79,29,37 SEC=FULL
67 J=36,44,79,80 SEC=FULL
68 J=79,80,37,45 SEC=FULL
69 J=44,52,80,81 SEC=FULL
70 J=80,81,45,53 SEC=FULL
71 J=52,60,81,82 SEC=FULL
72 J=81,82,53,61 SEC=FULL
73 J=60,68,82,83 SEC=FULL
74 J=82,83,61,69 SEC=FULL

LOAD

NAME=LOAD1 SW=1 CSYS=0
TYPE=UNIFORM
ADD=1 UZ=-1
ADD=2 UZ=-1
ADD=3 UZ=-1
ADD=5 UZ=-1
ADD=6 UZ=-1
ADD=7 UZ=-1
ADD=8 UZ=-1
ADD=9 UZ=-1
ADD=10 UZ=-1
ADD=12 UZ=-1
ADD=13 UZ=-1
ADD=14 UZ=-1

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

ADD=15	UZ=-1
ADD=16	UZ=-1
ADD=17	UZ=-1
ADD=19	UZ=-1
ADD=20	UZ=-1
ADD=21	UZ=-1
ADD=22	UZ=-1
ADD=23	UZ=-1
ADD=24	UZ=-1
ADD=26	UZ=-1
ADD=27	UZ=-1
ADD=28	UZ=-1
ADD=29	UZ=-1
ADD=30	UZ=-1
ADD=31	UZ=-1
ADD=33	UZ=-1
ADD=34	UZ=-1
ADD=35	UZ=-1
ADD=36	UZ=-1
ADD=37	UZ=-1
ADD=38	UZ=-1
ADD=40	UZ=-1
ADD=41	UZ=-1
ADD=42	UZ=-1
ADD=43	UZ=-1
ADD=44	UZ=-1
ADD=45	UZ=-1
ADD=47	UZ=-1
ADD=48	UZ=-1
ADD=49	UZ=-1
ADD=50	UZ=-1
ADD=51	UZ=-1
ADD=52	UZ=-1
ADD=54	UZ=-1
ADD=55	UZ=-1
ADD=56	UZ=-1
ADD=59	UZ=-1
ADD=60	UZ=-1
ADD=61	UZ=-1
ADD=62	UZ=-1
ADD=63	UZ=-1
ADD=64	UZ=-1
ADD=65	UZ=-1
ADD=66	UZ=-1
ADD=67	UZ=-1
ADD=68	UZ=-1
ADD=69	UZ=-1
ADD=70	UZ=-1
ADD=71	UZ=-1
ADD=72	UZ=-1
ADD=73	UZ=-1
ADD=74	UZ=-1

• Κάμψη «1b» (Γραμμικά στοιχεία).

```
SYSTEM
DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=KN PAGE=SECTIONS

JOINT
1 X=0 Y=0 Z=0
2 X=.5 Y=0 Z=0
3 X=2 Y=0 Z=0
4 X=3.5 Y=0 Z=0
5 X=3.75 Y=0 Z=0
6 X=4 Y=0 Z=0
7 X=5.5 Y=0 Z=0
8 X=7 Y=0 Z=0
9 X=7.5 Y=0 Z=0

RESTRAINT
ADD=1 DOF=U1,U2,U3
ADD=9 DOF=U1,U2,U3

PATTERN
NAME=DEFAULT

MATERIAL
NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955
T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117 FY=248211.3
NAME=CONC IDES=C
T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=0

FRAME SECTION
NAME=FULL MAT=CONC A=19.2 J=15.008 I=4.096,230.4 T=1,1
NAME=EMPTY MAT=CONC A=10.152 J=13.379 I=3.282,122.709 T=1,1

FRAME
1 J=1,2 SEC=FULL NSEG=4 ANG=0
2 J=2,3 SEC=EMPTY NSEG=4 ANG=0
3 J=3,4 SEC=EMPTY NSEG=4 ANG=0
4 J=4,5 SEC=FULL NSEG=4 ANG=0
5 J=5,6 SEC=FULL NSEG=4 ANG=0
6 J=6,7 SEC=EMPTY NSEG=4 ANG=0
7 J=7,8 SEC=EMPTY NSEG=4 ANG=0
8 J=8,9 SEC=FULL NSEG=4 ANG=0

LOAD
NAME=LOAD1 SW=1 CSYS=0
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=1 RD=0,1 UZ=-12,-12
ADD=2 RD=0,1 UZ=-12,-12
ADD=3 RD=0,1 UZ=-12,-12
ADD=4 RD=0,1 UZ=-12,-12
ADD=5 RD=0,1 UZ=-12,-12
ADD=6 RD=0,1 UZ=-12,-12
ADD=7 RD=0,1 UZ=-12,-12
ADD=8 RD=0,1 UZ=-12,-12
```


• Κάμψη «2» (Επιφανειακά στοιχεία).

```
SYSTEM
  DOF=UX,UZ,RY   LENGTH=m   FORCE=KN
PAGE=SECTIONS

JOINT
  1 X=-6 Y=0 Z=0
  2 X=-4.5 Y=0 Z=0
  3 X=-4.5 Y=.5 Z=0
  4 X=-6 Y=.5 Z=0
  5 X=-4.5 Y=2 Z=0
  6 X=-6 Y=2 Z=0
  7 X=-4.5 Y=3.5 Z=0
  8 X=-6 Y=3.5 Z=0
  9 X=-4.5 Y=4 Z=0
  10 X=-6 Y=4 Z=0
  11 X=-4.5 Y=5.5 Z=0
  12 X=-6 Y=5.5 Z=0
  13 X=-4.5 Y=7 Z=0
  14 X=-6 Y=7 Z=0
  15 X=-4.5 Y=7.5 Z=0
  16 X=-6 Y=7.5 Z=0
  17 X=-3 Y=0 Z=0
  18 X=-3 Y=.5 Z=0
  19 X=-3 Y=2 Z=0
  20 X=-3 Y=3.5 Z=0
  21 X=-3 Y=4 Z=0
  22 X=-3 Y=5.5 Z=0
  23 X=-3 Y=7 Z=0
  24 X=-3 Y=7.5 Z=0
  25 X=-1.5 Y=0 Z=0
  26 X=-1.5 Y=.5 Z=0
  27 X=-1.5 Y=2 Z=0
  28 X=-1.5 Y=3.5 Z=0
  29 X=-1.5 Y=4 Z=0
  30 X=-1.5 Y=5.5 Z=0
  31 X=-1.5 Y=7 Z=0
  32 X=-1.5 Y=7.5 Z=0
  33 X=0 Y=0 Z=0
  34 X=0 Y=.5 Z=0
  35 X=0 Y=2 Z=0
  36 X=0 Y=3.5 Z=0
  37 X=0 Y=4 Z=0
  38 X=0 Y=5.5 Z=0
  39 X=0 Y=7 Z=0
  40 X=0 Y=7.5 Z=0
  41 X=1.5 Y=0 Z=0
  42 X=1.5 Y=.5 Z=0
  43 X=1.5 Y=2 Z=0
  44 X=1.5 Y=3.5 Z=0
  45 X=1.5 Y=4 Z=0
  46 X=1.5 Y=5.5 Z=0
  47 X=1.5 Y=7 Z=0
  48 X=1.5 Y=7.5 Z=0
  49 X=3 Y=0 Z=0
  50 X=3 Y=.5 Z=0
  51 X=3 Y=2 Z=0
```

```
52 X=3 Y=3.5 Z=0
53 X=3 Y=4 Z=0
54 X=3 Y=5.5 Z=0
55 X=3 Y=7 Z=0
56 X=3 Y=7.5 Z=0
57 X=4.5 Y=0 Z=0
58 X=4.5 Y=.5 Z=0
59 X=4.5 Y=2 Z=0
60 X=4.5 Y=3.5 Z=0
61 X=4.5 Y=4 Z=0
62 X=4.5 Y=5.5 Z=0
63 X=4.5 Y=7 Z=0
64 X=4.5 Y=7.5 Z=0
65 X=6 Y=0 Z=0
66 X=6 Y=.5 Z=0
67 X=6 Y=2 Z=0
68 X=6 Y=3.5 Z=0
69 X=6 Y=4 Z=0
70 X=6 Y=5.5 Z=0
71 X=6 Y=7 Z=0
72 X=6 Y=7.5 Z=0
75 X=-4.5 Y=3.75 Z=0
76 X=-6 Y=3.75 Z=0
77 X=-3 Y=3.75 Z=0
78 X=-1.5 Y=3.75 Z=0
79 X=0 Y=3.75 Z=0
80 X=1.5 Y=3.75 Z=0
81 X=3 Y=3.75 Z=0
82 X=4.5 Y=3.75 Z=0
83 X=6 Y=3.75 Z=0

RESTRAINT
  ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=4 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=6 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=8 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=10 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=12 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=14 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=16 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
  ADD=76 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3

PATTERN
  NAME=DEFAULT

MATERIAL
  NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955
    T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117
  FY=248211.3
  NAME=CONC IDES=C M=2.4007 W=23.5616
    T=0 E=2.482113E+07 U=.1 A=.0000099
  NAME=MATFULL IDES=N
    T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=0
  NAME=MATEMPTY IDES=N
    T=0 E=1.714774E+07 U=.1004983 A=0
```

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

SHELL SECTION

NAME=EMPTY MAT=MATEMPTY TYPE=Shell,Thin TH=1.886095

NAME=FULL MAT=MATFULL TYPE=Shell,Thin TH=1.6

SHELL

1 J=1,2,4,3 SEC=FULL
2 J=4,3,6,5 SEC=EMPTY
3 J=6,5,8,7 SEC=EMPTY
5 J=10,9,12,11 SEC=EMPTY
6 J=12,11,14,13 SEC=EMPTY
7 J=14,13,16,15 SEC=FULL
8 J=2,17,3,18 SEC=FULL
9 J=3,18,5,19 SEC=EMPTY
10 J=5,19,7,20 SEC=EMPTY
12 J=9,21,11,22 SEC=EMPTY
13 J=11,22,13,23 SEC=EMPTY

14 J=13,23,15,24 SEC=FULL
15 J=17,25,18,26 SEC=FULL
16 J=18,26,19,27 SEC=EMPTY
17 J=19,27,20,28 SEC=EMPTY
19 J=21,29,22,30 SEC=EMPTY
20 J=22,30,23,31 SEC=EMPTY
21 J=23,31,24,32 SEC=FULL
22 J=25,33,26,34 SEC=FULL
23 J=26,34,27,35 SEC=EMPTY
24 J=27,35,28,36 SEC=EMPTY
26 J=29,37,30,38 SEC=EMPTY
27 J=30,38,31,39 SEC=EMPTY
28 J=31,39,32,40 SEC=FULL
29 J=33,41,34,42 SEC=FULL
30 J=34,42,35,43 SEC=EMPTY
31 J=35,43,36,44 SEC=EMPTY
33 J=37,45,38,46 SEC=EMPTY
34 J=38,46,39,47 SEC=EMPTY
35 J=39,47,40,48 SEC=FULL
36 J=41,49,42,50 SEC=FULL
37 J=42,50,43,51 SEC=EMPTY
38 J=43,51,44,52 SEC=EMPTY
40 J=45,53,46,54 SEC=EMPTY
41 J=46,54,47,55 SEC=EMPTY
42 J=47,55,48,56 SEC=FULL
43 J=49,57,50,58 SEC=FULL
44 J=50,58,51,59 SEC=EMPTY
45 J=51,59,52,60 SEC=EMPTY
47 J=53,61,54,62 SEC=EMPTY
48 J=54,62,55,63 SEC=EMPTY
49 J=55,63,56,64 SEC=FULL
50 J=57,65,58,66 SEC=FULL
51 J=58,66,59,67 SEC=EMPTY

52 J=59,67,60,68 SEC=EMPTY
54 J=61,69,62,70 SEC=EMPTY
55 J=62,70,63,71 SEC=EMPTY
56 J=63,71,64,72 SEC=FULL
59 J=8,7,76,75 SEC=FULL
60 J=76,75,10,9 SEC=FULL
61 J=7,20,75,77 SEC=FULL
62 J=75,77,9,21 SEC=FULL
63 J=20,28,77,78 SEC=FULL
64 J=77,78,21,29 SEC=FULL
65 J=28,36,78,79 SEC=FULL
66 J=78,79,29,37 SEC=FULL
67 J=36,44,79,80 SEC=FULL
68 J=79,80,37,45 SEC=FULL
69 J=44,52,80,81 SEC=FULL
70 J=80,81,45,53 SEC=FULL
71 J=52,60,81,82 SEC=FULL
72 J=81,82,53,61 SEC=FULL
73 J=60,68,82,83 SEC=FULL
74 J=82,83,61,69 SEC=FULL

LOAD

NAME=LOAD1 SW=1 CSYS=0

TYPE=FORCE

ADD=65 UZ=-0.1/3
ADD=66 UZ=-0.4/3
ADD=67 UZ=-0.6/3
ADD=68 UZ=-0.35/3
ADD=69 UZ=-0.35/3
ADD=70 UZ=-0.6/3
ADD=71 UZ=-0.4/3
ADD=72 UZ=-0.1/3
ADD=83 UZ=-0.1/3

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

• Κάμψη «2b» (Γραμμικά στοιχεία).

<pre>SYSTEM DOF=UX, UZ, RY LENGTH=m FORCE=KN PAGE=SECTIONS JOINT 1 X=-6 Y=0 Z=0 2 X=-5.75 Y=0 Z=0 3 X=-5.5 Y=0 Z=0 4 X=-5.25 Y=0 Z=0 5 X=-5 Y=0 Z=0 6 X=-4.75 Y=0 Z=0 7 X=-4.5 Y=0 Z=0 8 X=-4.25 Y=0 Z=0 9 X=-4 Y=0 Z=0 10 X=-3.75 Y=0 Z=0 11 X=-3.5 Y=0 Z=0 12 X=-3.25 Y=0 Z=0 13 X=-3 Y=0 Z=0 14 X=-2.75 Y=0 Z=0 15 X=-2.5 Y=0 Z=0 16 X=-2.25 Y=0 Z=0 17 X=-2 Y=0 Z=0 18 X=-1.75 Y=0 Z=0 19 X=-1.5 Y=0 Z=0 20 X=-1.25 Y=0 Z=0 21 X=-1 Y=0 Z=0 22 X=-.75 Y=0 Z=0 23 X=-.5 Y=0 Z=0 24 X=-.25 Y=0 Z=0 25 X=0 Y=0 Z=0</pre>	<pre>26 X=.25 Y=0 Z=0 27 X=.5 Y=0 Z=0 28 X=.75 Y=0 Z=0 29 X=1 Y=0 Z=0 30 X=1.25 Y=0 Z=0 31 X=1.5 Y=0 Z=0 32 X=1.75 Y=0 Z=0 33 X=2 Y=0 Z=0 34 X=2.25 Y=0 Z=0 35 X=2.5 Y=0 Z=0 36 X=2.75 Y=0 Z=0 37 X=3 Y=0 Z=0 38 X=3.25 Y=0 Z=0 39 X=3.5 Y=0 Z=0 40 X=3.75 Y=0 Z=0 41 X=4 Y=0 Z=0 42 X=4.25 Y=0 Z=0 43 X=4.5 Y=0 Z=0 44 X=4.75 Y=0 Z=0 45 X=5 Y=0 Z=0 46 X=5.25 Y=0 Z=0 47 X=5.5 Y=0 Z=0 48 X=5.75 Y=0 Z=0 49 X=6 Y=0 Z=0 RESTRAINT ADD=1 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 PATTERN NAME=DEFAULT</pre>
--	---

<pre>MATERIAL NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955 T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117 FY=248211.3 NAME=CONC IDES=C T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=0 NAME=OTHER IDES=N M=2.40068 W=23.56161 T=0 E=2.482113E+07 U=.2 A=.0000099 FRAME SECTION NAME=1 MAT=CONC A=10.8 J=8.4328 I=2.416,51.675 ; To J den epireazei ta apotelesmata NAME=2 MAT=CONC A=8.40 J=7.5705 I=2.128,42.525 ; To J den epireazei ta apotelesmata NAME=3 MAT=CONC A=6.00 J=6.7082 I=1.840,33.375 ; To J den epireazei ta apotelesmata FRAME 1 J=1,2 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 2 J=2,3 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 3 J=3,4 SEC=3 NSEG=4 ANG=0 4 J=4,5 SEC=3 NSEG=4 ANG=0 5 J=5,6 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 6 J=6,7 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 7 J=7,8 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 8 J=8,9 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 9 J=9,10 SEC=3 NSEG=4 ANG=0 10 J=10,11 SEC=3 NSEG=4 ANG=0</pre>

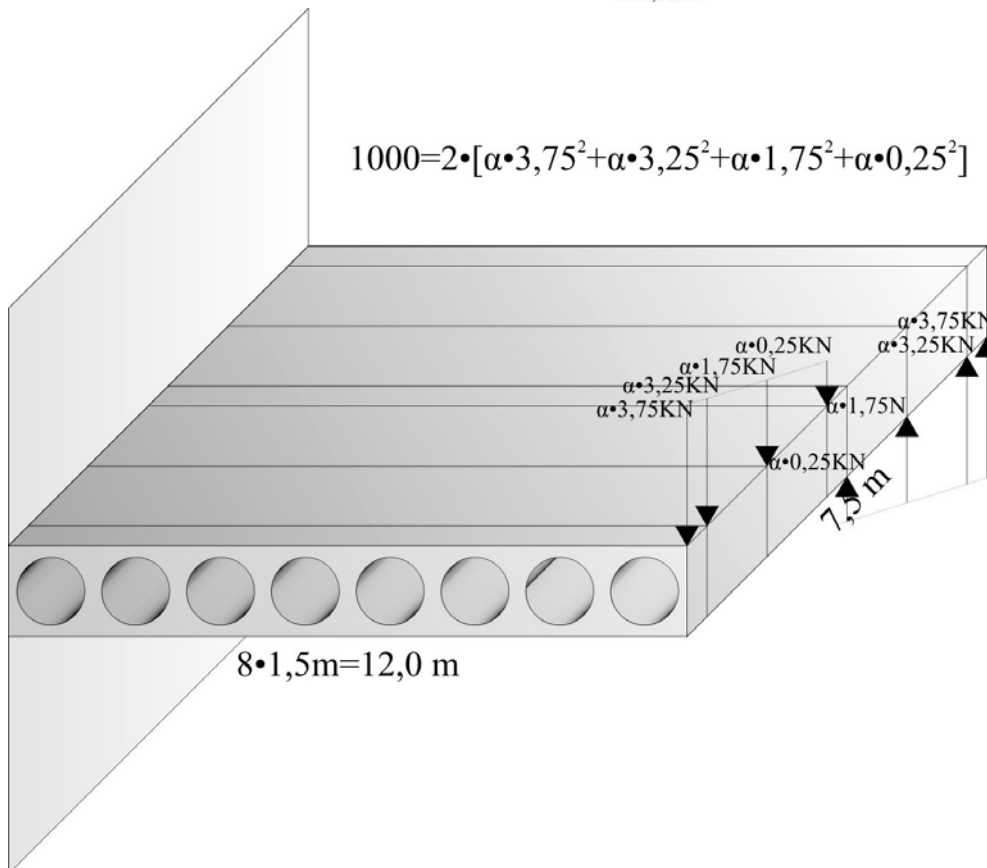
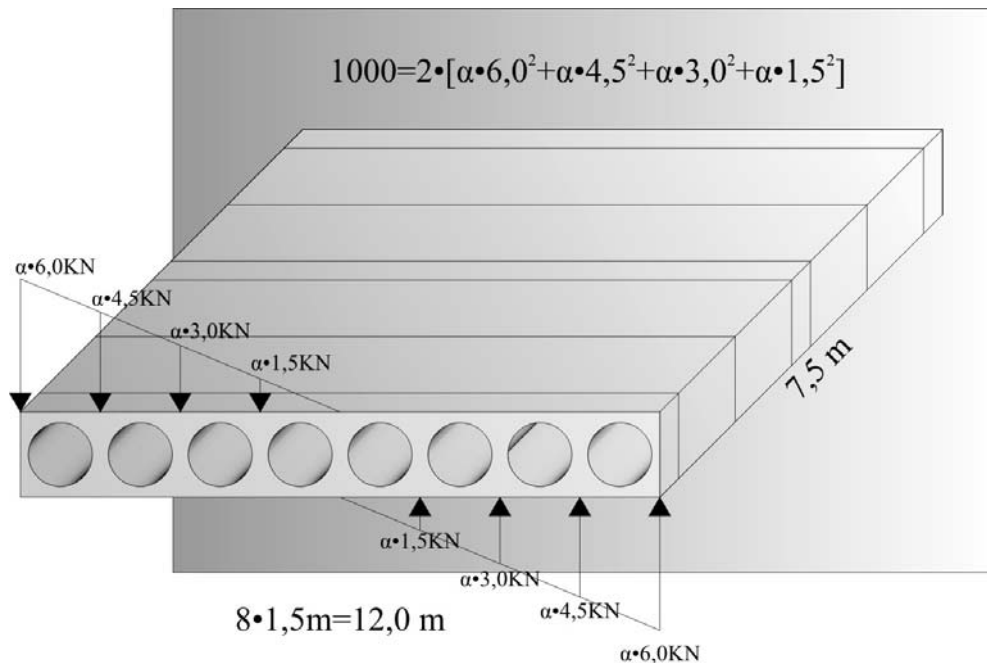
11 J=11,12 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
12 J=12,13 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
13 J=13,14 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
14 J=14,15 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
15 J=15,16 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
16 J=16,17 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
17 J=17,18 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
18 J=18,19 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
19 J=19,20 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
20 J=20,21 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
21 J=21,22 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
22 J=22,23 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
23 J=23,24 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
24 J=24,25 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
25 J=25,26 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
26 J=26,27 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
27 J=27,28 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
28 J=28,29 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
29 J=29,30 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
30 J=30,31 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
31 J=31,32 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
32 J=32,33 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
33 J=33,34 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
34 J=34,35 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
35 J=35,36 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
36 J=36,37 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
37 J=37,38 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
38 J=38,39 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
39 J=39,40 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
40 J=40,41 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
41 J=41,42 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
42 J=42,43 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
43 J=43,44 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
44 J=44,45 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
45 J=45,46 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
46 J=46,47 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
47 J=47,48 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
48 J=48,49 SEC=1 NSEG=4 ANG=0

LOAD

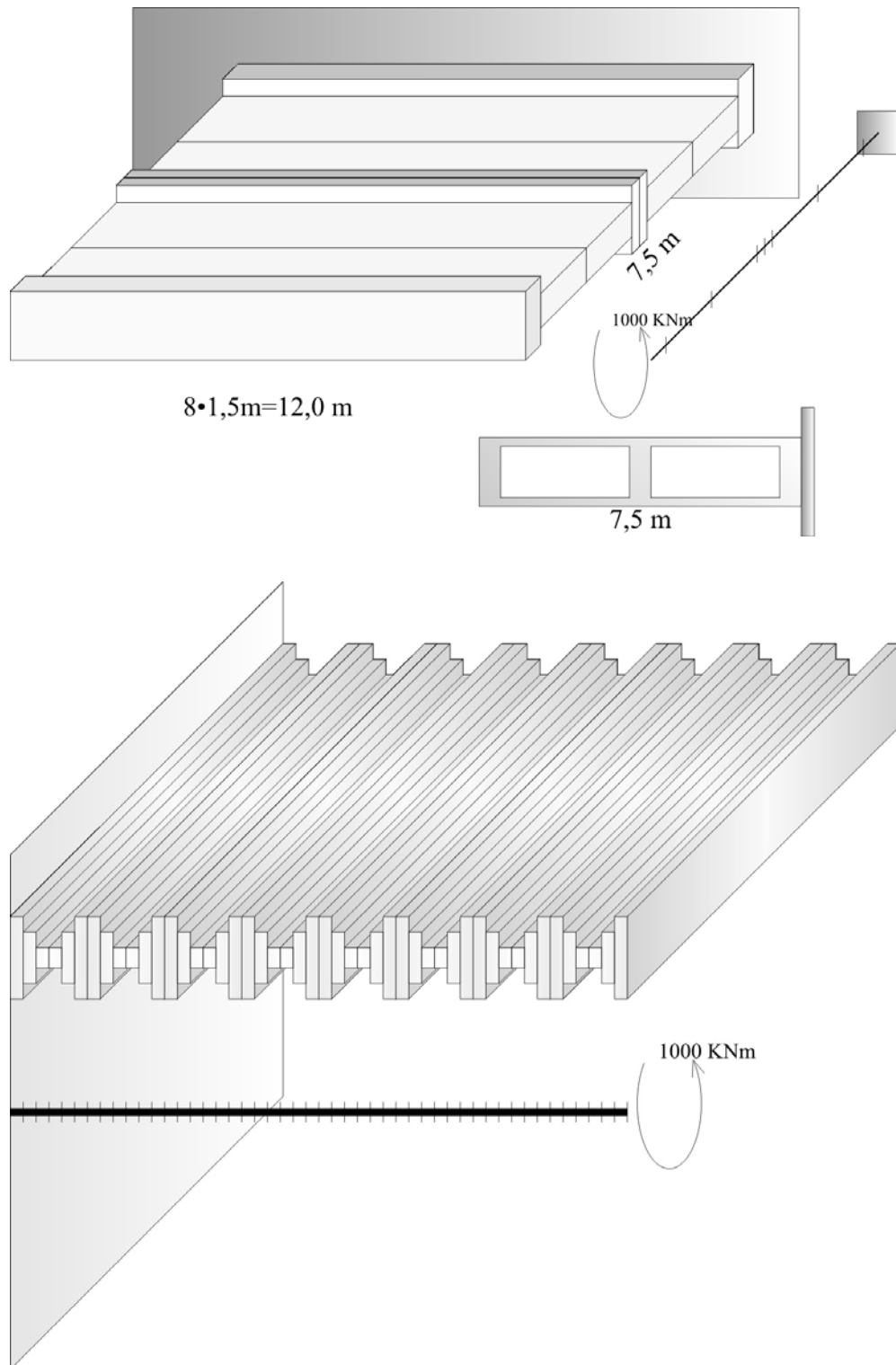
NAME=LOAD1 SW=1 CSYS=0
TYPE=FORCE
ADD=49 UZ=-1

♦ **Στρεπτική λειτουργία**

Φτιάχνουμε 2 μοντέλα για τον έλεγχο των shell elements σε στρέψη:



Τα αντίστοιχα με αυτά γραμμικά μοντέλα είναι τα εξής:



Σημείωση: Όπως παρατηρούμε, δεν έχουμε λάβει καθόλου υπόψη μας τη διατομή «2», διότι δεν παίζει μεγάλο ρόλο στις ανωτέρω επαληθεύσεις.

• **Σημειώσεις για τα μοντέλα με shell elements**

- 1) Υπάρχουν 2 τύποι shell elements. Ο πρώτος τύπος έχει διαστάσεις 1,5 x 1,5 m και δεν είναι άλλος από την υπολογισμένη διατομή «1'». Έτσι (και σε συνδυασμό με το κατάλληλο material στο SAP2000), έχει τις εξής ιδιότητες:

Ύψος: 1,8861 m .

Μέτρο Ελαστικότητας: 17147740 Pa.

Λόγος Poisson: 0,1005.

Ο δεύτερος τύπος εξομοιώνει τις νευρώσεις (πλήρες υλικό χωρίς κενά) και έτσι έχει τις τυπικές κάτωθι τιμές:

Ύψος: 1,60 m .

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa.

Λόγος Poisson: 0,20.

Υπάρχουν 3 νευρώσεις: Και οι τρεις έχουν πάχος 0,5 m και ευρίσκονται στις άκρες και στο κέντρο του μοντέλου.

- 2) Οι τιμές των μοναχικών φορτίων είναι τέτοιες (βλ. τον τύπο σε κάθε ένα από αυτά) ώστε να δίνουν ροπή 1000 KNm στο κέντρο της διατομής.

• **Σημειώσεις για τα μοντέλα με γραμμικά στοιχεία**

- 1) Στο μοντέλο με την νεύρωση εφαπτομενικά της πάκτωσης, υπάρχουν 2 ειδών διατομές. Η πρώτη διατομή εξομοιώνει τις νευρώσεις (πλήρες υλικό χωρίς κενά) και έχει τις εξής ιδιότητες:

Εμβαδόν: $12 \cdot 1,6 = 19,2 \text{ m}^4$.

Ροπή αδράνειας 1: $\frac{12,0 \cdot 1,6^3}{12} = 4,096 \text{ m}^4$.

Ροπή αδράνειας 2: $\frac{12,0^3 \cdot 1,6}{12} = 230,4 \text{ m}^4$.

Ροπή στρέψης: 15,008 m⁴. (Μέσω του “Section Maker”)

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa.

Λόγος Poisson: 0,2.

Τα ανωτέρω τρία στοιχεία δίδονται στο SAP2000 μέσω της επιλογής για διατομή “General” (απ’ ευθείας ανάθεση μεγεθών όπως η ροπή αδράνειας στη διατομή χωρίς να επηρεάζονται από

το σχήμα της) σε συνδυασμό και με το κατάλληλο υλικό. **Όμως, μόνο η τιμή της ροπής στρέψης επηρεάζει τα αποτελέσματα.**

Η δεύτερη διατομή συμπληρώνει το προφίλ κυψέλης που θέλουμε να επιτύχουμε στο μοντέλο. Ουσιαστικά έχουμε μια διατομή με ροπή αδράνειας 8 φορές μεγαλύτερα από την αντίστοιχη της διατομής «1». Έχει λοιπόν τις κάτωθι τιμές:

Ροπή αδράνειας 1: $0,4102124 \cdot 8 = 3,2816992 \text{ m}^4$.

Μέτρο Ελαστικότητας: 34000000 Pa .

Λόγος Poisson: $0,20$.

Επίσης, έχει:

Εμβαδόν: $19,2 \cdot 8 \cdot (\pi \cdot 0,6^2) = 10,152 \text{ m}^2$.

Μέσω του “Section Maker” υπολογίζουμε και τα:

Ροπή Αδράνειας 2: $122,709 \text{ m}^4$.

Ροπή Στρέψης: $13,379 \text{ m}^4$.

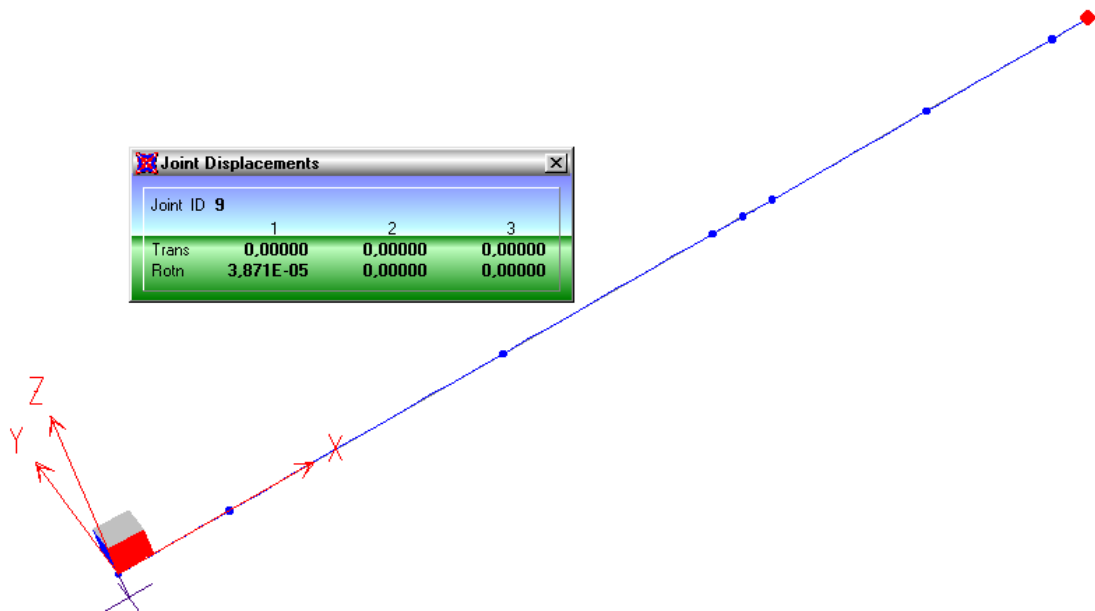
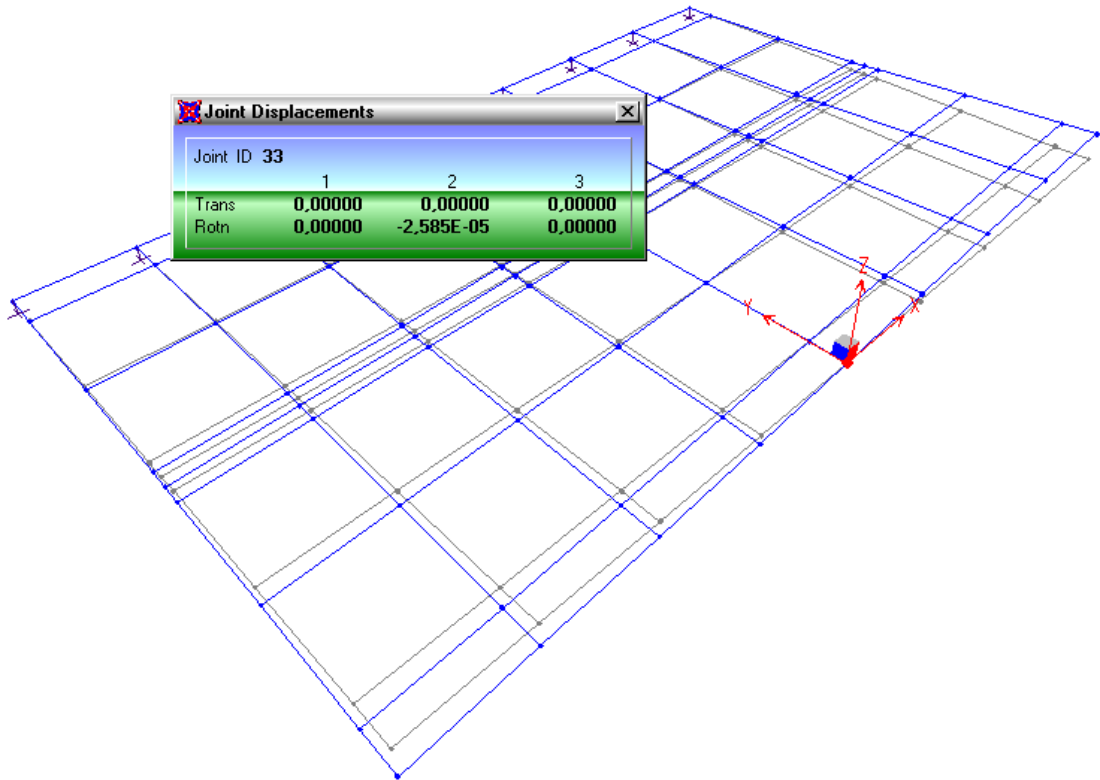
Όμως, μόνο η τιμή της ροπής στρέψης επηρεάζει τα αποτελέσματα.

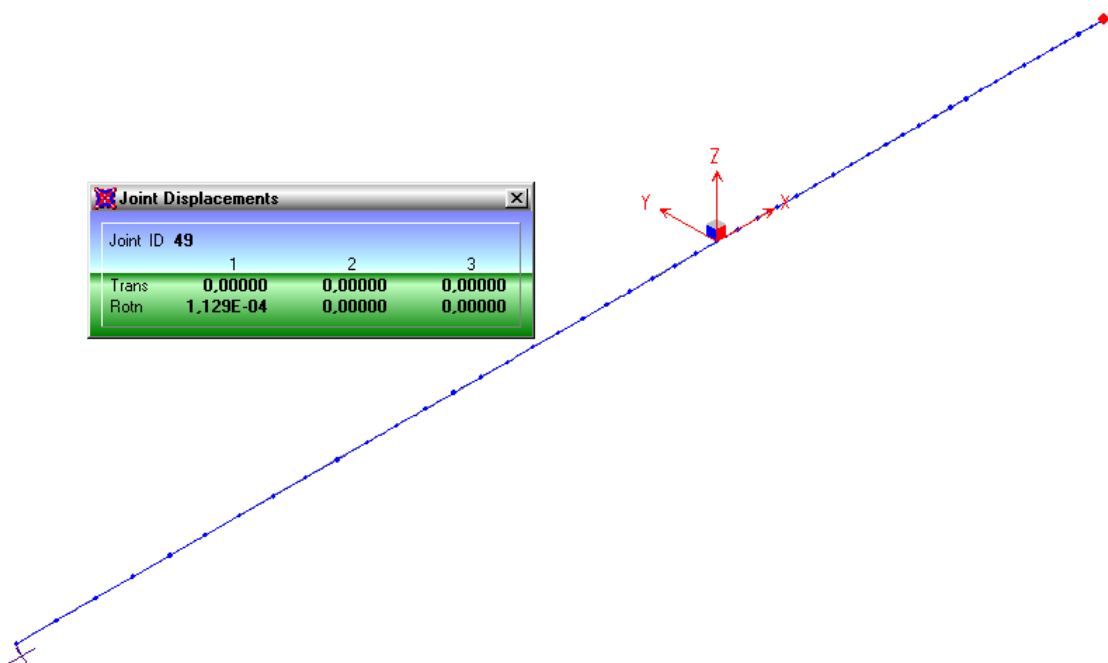
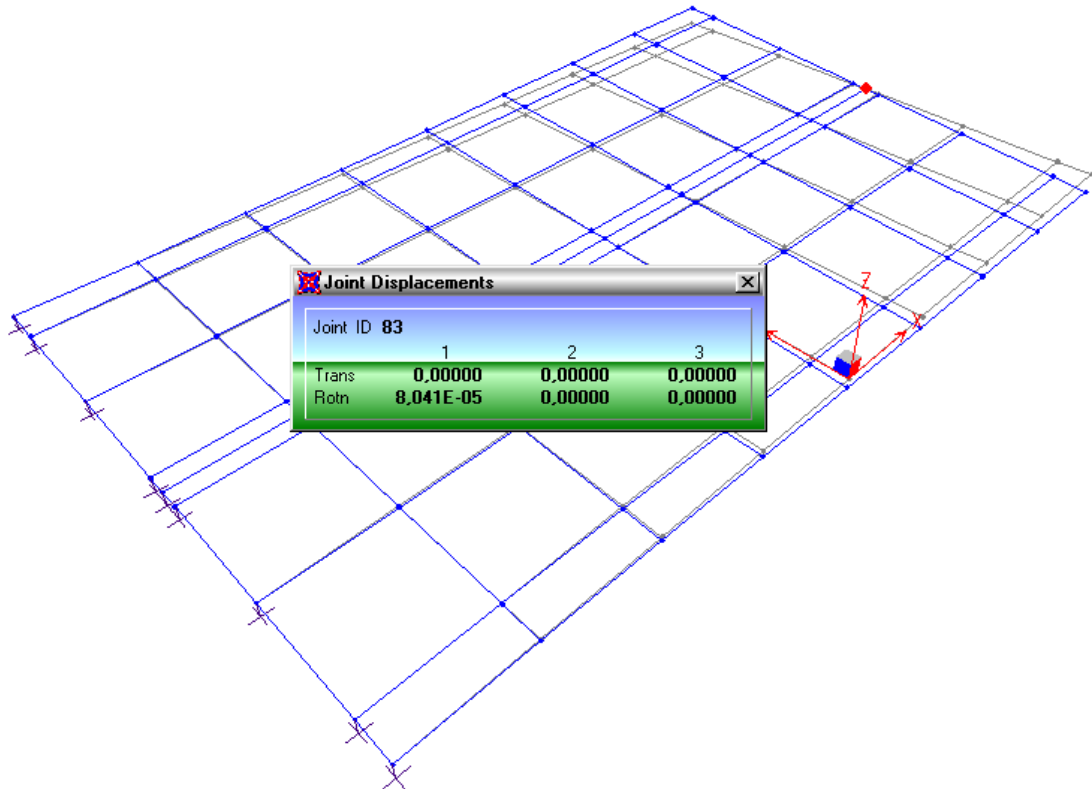
Στο άκρο του προβόλου εισάγουμε ροπή ίση με 1000 KNm για να έχουμε παρόμοια φόρτιση με το αντίστοιχο μοντέλο με shell elements. Ελέγχουμε τη στρέψη της δοκού στο άκρο του προβόλου και συγκρίνουμε με την αντίστοιχη στρέψη στο μοντέλο με τα επιφανειακά στοιχεία.

- 2) Στο μοντέλο με την περιοδική αλλαγή της δυστρεψίας, τα χαρακτηριστικά της δυσκαμψίας, του εμβαδού και της δυστρεψίας είναι ίδια με αυτά που έχουμε ήδη υπολογίσει προηγουμένως και έτσι, δε χρειάζεται να ξαναυπολογιστούν.

Με το τρέξιμο των 4 αυτών προγραμμάτων στο SAP2000, παρατηρούμε ότι

Έχουμε αποκλίσεις στις στροφές χαρακτηριστικών σημείων περίπου 33% και 29% αντίστοιχα.





Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

• Στρέψη «3» (Επιφανειακά στοιχεία).

<pre>SYSTEM DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN PAGE=SECTIONS JOINT 1 X=-6 Y=0 Z=0 2 X=-4.5 Y=0 Z=0 3 X=-4.5 Y=.5 Z=0 4 X=-6 Y=.5 Z=0 5 X=-4.5 Y=2 Z=0 6 X=-6 Y=2 Z=0 7 X=-4.5 Y=3.5 Z=0 8 X=-6 Y=3.5 Z=0 9 X=-4.5 Y=4 Z=0 10 X=-6 Y=4 Z=0 11 X=-4.5 Y=5.5 Z=0 12 X=-6 Y=5.5 Z=0 13 X=-4.5 Y=7 Z=0 14 X=-6 Y=7 Z=0 15 X=-4.5 Y=7.5 Z=0 16 X=-6 Y=7.5 Z=0 17 X=-3 Y=0 Z=0 18 X=-3 Y=.5 Z=0 19 X=-3 Y=2 Z=0 20 X=-3 Y=3.5 Z=0 21 X=-3 Y=4 Z=0 22 X=-3 Y=5.5 Z=0 23 X=-3 Y=7 Z=0 24 X=-3 Y=7.5 Z=0 25 X=-1.5 Y=0 Z=0 26 X=-1.5 Y=.5 Z=0 27 X=-1.5 Y=2 Z=0 28 X=-1.5 Y=3.5 Z=0 29 X=-1.5 Y=4 Z=0 30 X=-1.5 Y=5.5 Z=0 31 X=-1.5 Y=7 Z=0 32 X=-1.5 Y=7.5 Z=0 33 X=0 Y=0 Z=0 34 X=0 Y=.5 Z=0 35 X=0 Y=2 Z=0 36 X=0 Y=3.5 Z=0 37 X=0 Y=4 Z=0 38 X=0 Y=5.5 Z=0 39 X=0 Y=7 Z=0 40 X=0 Y=7.5 Z=0 41 X=1.5 Y=0 Z=0 42 X=1.5 Y=.5 Z=0 43 X=1.5 Y=2 Z=0 44 X=1.5 Y=3.5 Z=0 45 X=1.5 Y=4 Z=0</pre>	<pre>46 X=1.5 Y=5.5 Z=0 47 X=1.5 Y=7 Z=0 48 X=1.5 Y=7.5 Z=0 49 X=3 Y=0 Z=0 50 X=3 Y=.5 Z=0 51 X=3 Y=2 Z=0 52 X=3 Y=3.5 Z=0 53 X=3 Y=4 Z=0 54 X=3 Y=5.5 Z=0 55 X=3 Y=7 Z=0 56 X=3 Y=7.5 Z=0 57 X=4.5 Y=0 Z=0 58 X=4.5 Y=.5 Z=0 59 X=4.5 Y=2 Z=0 60 X=4.5 Y=3.5 Z=0 61 X=4.5 Y=4 Z=0 62 X=4.5 Y=5.5 Z=0 63 X=4.5 Y=7 Z=0 64 X=4.5 Y=7.5 Z=0 65 X=6 Y=0 Z=0 66 X=6 Y=.5 Z=0 67 X=6 Y=2 Z=0 68 X=6 Y=3.5 Z=0 69 X=6 Y=4 Z=0 70 X=6 Y=5.5 Z=0 71 X=6 Y=7 Z=0 72 X=6 Y=7.5 Z=0 75 X=-4.5 Y=3.75 Z=0 76 X=-6 Y=3.75 Z=0 77 X=-3 Y=3.75 Z=0 78 X=-1.5 Y=3.75 Z=0 79 X=0 Y=3.75 Z=0 80 X=1.5 Y=3.75 Z=0 81 X=3 Y=3.75 Z=0 82 X=4.5 Y=3.75 Z=0 83 X=6 Y=3.75 Z=0 RESTRAINT ADD=15 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=16 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=24 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=32 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=40 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=48 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=56 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=64 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 ADD=72 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 PATTERN NAME=DEFAULT</pre>
---	--

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955
T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117 FY=248211.3
NAME=CONC IDES=C M=2.4007 W=23.5616
T=0 E=2.482113E+07 U=.1 A=.0000099
NAME=MATFULL IDES=N
T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=0
NAME=MATEMPTY IDES=N
T=0 E=1.714774E+07 U=.1004983 A=0

SHELL SECTION

NAME=EMPTY MAT=MATEMPTY TYPE=Shell,Thin TH=1.886095
NAME=FULL MAT=MATFULL TYPE=Shell,Thin TH=1.6

SHELL

1 J=1,2,4,3 SEC=FULL
2 J=4,3,6,5 SEC=EMPTY
3 J=6,5,8,7 SEC=EMPTY
5 J=10,9,12,11 SEC=EMPTY
6 J=12,11,14,13 SEC=EMPTY
7 J=14,13,16,15 SEC=FULL
8 J=2,17,3,18 SEC=FULL
9 J=3,18,5,19 SEC=EMPTY
10 J=5,19,7,20 SEC=EMPTY
12 J=9,21,11,22 SEC=EMPTY
13 J=11,22,13,23 SEC=EMPTY
14 J=13,23,15,24 SEC=FULL
15 J=17,25,18,26 SEC=FULL
16 J=18,26,19,27 SEC=EMPTY
17 J=19,27,20,28 SEC=EMPTY
19 J=21,29,22,30 SEC=EMPTY
20 J=22,30,23,31 SEC=EMPTY
21 J=23,31,24,32 SEC=FULL
22 J=25,33,26,34 SEC=FULL
23 J=26,34,27,35 SEC=EMPTY
24 J=27,35,28,36 SEC=EMPTY
26 J=29,37,30,38 SEC=EMPTY
27 J=30,38,31,39 SEC=EMPTY
28 J=31,39,32,40 SEC=FULL
29 J=33,41,34,42 SEC=FULL
30 J=34,42,35,43 SEC=EMPTY
31 J=35,43,36,44 SEC=EMPTY
33 J=37,45,38,46 SEC=EMPTY
34 J=38,46,39,47 SEC=EMPTY
35 J=39,47,40,48 SEC=FULL
36 J=41,49,42,50 SEC=FULL
37 J=42,50,43,51 SEC=EMPTY
38 J=43,51,44,52 SEC=EMPTY
40 J=45,53,46,54 SEC=EMPTY
41 J=46,54,47,55 SEC=EMPTY
42 J=47,55,48,56 SEC=FULL
43 J=49,57,50,58 SEC=FULL
44 J=50,58,51,59 SEC=EMPTY
45 J=51,59,52,60 SEC=EMPTY
47 J=53,61,54,62 SEC=EMPTY

48 J=54,62,55,63 SEC=EMPTY
49 J=55,63,56,64 SEC=FULL
50 J=57,65,58,66 SEC=FULL
51 J=58,66,59,67 SEC=EMPTY
52 J=59,67,60,68 SEC=EMPTY
54 J=61,69,62,70 SEC=EMPTY
55 J=62,70,63,71 SEC=EMPTY
56 J=63,71,64,72 SEC=FULL
59 J=8,7,76,75 SEC=FULL
60 J=76,75,10,9 SEC=FULL
61 J=7,20,75,77 SEC=FULL
62 J=75,77,9,21 SEC=FULL
63 J=20,28,77,78 SEC=FULL
64 J=77,78,21,29 SEC=FULL
65 J=28,36,78,79 SEC=FULL
66 J=78,79,29,37 SEC=FULL
67 J=36,44,79,80 SEC=FULL
68 J=79,80,37,45 SEC=FULL
69 J=44,52,80,81 SEC=FULL
70 J=80,81,45,53 SEC=FULL
71 J=52,60,81,82 SEC=FULL
72 J=81,82,53,61 SEC=FULL
73 J=60,68,82,83 SEC=FULL
74 J=82,83,61,69 SEC=FULL

LOAD

NAME=LOAD1 SW=1 CSYS=0
TYPE=FORCE
ADD=1 UZ=-1000/135*6
ADD=2 UZ=-1000/135*4.5
ADD=17 UZ=-1000/135*3
ADD=25 UZ=-1000/135*1.5
ADD=33 UZ=+1000/135*0
ADD=41 UZ=+1000/135*1.5
ADD=49 UZ=+1000/135*3
ADD=57 UZ=+1000/135*4.5
ADD=65 UZ=+1000/135*6

• Στρέψη «3b» (Γραμμικά στοιχεία).

```
SYSTEM
  DOF=RX  LENGTH=m  FORCE=KN  PAGE=SECTIONS

JOINT
  1  X=0  Y=0  Z=0
  2  X=.5  Y=0  Z=0
  3  X=2  Y=0  Z=0
  4  X=3.5  Y=0  Z=0
  5  X=3.75  Y=0  Z=0
  6  X=4  Y=0  Z=0
  7  X=5.5  Y=0  Z=0
  8  X=7  Y=0  Z=0
  9  X=7.5  Y=0  Z=0

RESTRAINT
  ADD=1  DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3

PATTERN
  NAME=DEFAULT

MATERIAL
  NAME=STEEL  IDES=S  M=7.8271  W=76.81955
  T=0  E=1.99948E+08  U=.3  A=.0000117  FY=248211.3
  NAME=CONC  IDES=C
  T=0  E=3.4E+07  U=.2  A=0

FRAME SECTION
  NAME=FULL  MAT=CONC  A=19.2  J=15.008  I=4.096,230.4  T=1,1
  NAME=EMPTY  MAT=CONC  A=10.152  J=13.379  I=3.282,122.709  T=1,1

FRAME
  1  J=1,2  SEC=FULL  NSEG=4  ANG=0
  2  J=2,3  SEC=EMPTY  NSEG=4  ANG=0
  3  J=3,4  SEC=EMPTY  NSEG=4  ANG=0
  4  J=4,5  SEC=FULL  NSEG=4  ANG=0
  5  J=5,6  SEC=FULL  NSEG=4  ANG=0
  6  J=6,7  SEC=EMPTY  NSEG=4  ANG=0
  7  J=7,8  SEC=EMPTY  NSEG=4  ANG=0
  8  J=8,9  SEC=FULL  NSEG=4  ANG=0

LOAD
  NAME=LOAD1  SW=1  CSYS=0
  TYPE=FORCE
  ADD=9  RX=1000
```

• Στρέψη «4» (Επιφανειακά στοιχεία).

<pre>SYSTEM DOF=UX, UZ, RX, RY LENGTH=m FORCE=KN PAGE=SECTIONS JOINT 1 X=-6 Y=0 Z=0 2 X=-4.5 Y=0 Z=0 3 X=-4.5 Y=.5 Z=0 4 X=-6 Y=.5 Z=0 5 X=-4.5 Y=2 Z=0 6 X=-6 Y=2 Z=0 7 X=-4.5 Y=3.5 Z=0 8 X=-6 Y=3.5 Z=0 9 X=-4.5 Y=4 Z=0 10 X=-6 Y=4 Z=0 11 X=-4.5 Y=5.5 Z=0 12 X=-6 Y=5.5 Z=0 13 X=-4.5 Y=7 Z=0 14 X=-6 Y=7 Z=0 15 X=-4.5 Y=7.5 Z=0 16 X=-6 Y=7.5 Z=0 17 X=-3 Y=0 Z=0 18 X=-3 Y=.5 Z=0 19 X=-3 Y=2 Z=0 20 X=-3 Y=3.5 Z=0 21 X=-3 Y=4 Z=0 22 X=-3 Y=5.5 Z=0 23 X=-3 Y=7 Z=0 24 X=-3 Y=7.5 Z=0 25 X=-1.5 Y=0 Z=0 26 X=-1.5 Y=.5 Z=0 27 X=-1.5 Y=2 Z=0 28 X=-1.5 Y=3.5 Z=0 29 X=-1.5 Y=4 Z=0 30 X=-1.5 Y=5.5 Z=0 31 X=-1.5 Y=7 Z=0 32 X=-1.5 Y=7.5 Z=0 33 X=0 Y=0 Z=0 34 X=0 Y=.5 Z=0 35 X=0 Y=2 Z=0 36 X=0 Y=3.5 Z=0 37 X=0 Y=4 Z=0 38 X=0 Y=5.5 Z=0 39 X=0 Y=7 Z=0 40 X=0 Y=7.5 Z=0 41 X=1.5 Y=0 Z=0 42 X=1.5 Y=.5 Z=0 43 X=1.5 Y=2 Z=0 44 X=1.5 Y=3.5 Z=0 45 X=1.5 Y=4 Z=0</pre>	<pre>46 X=1.5 Y=5.5 Z=0 47 X=1.5 Y=7 Z=0 48 X=1.5 Y=7.5 Z=0 49 X=3 Y=0 Z=0 50 X=3 Y=.5 Z=0 51 X=3 Y=2 Z=0 52 X=3 Y=3.5 Z=0 53 X=3 Y=4 Z=0 54 X=3 Y=5.5 Z=0 55 X=3 Y=7 Z=0 56 X=3 Y=7.5 Z=0 57 X=4.5 Y=0 Z=0 58 X=4.5 Y=.5 Z=0 59 X=4.5 Y=2 Z=0 60 X=4.5 Y=3.5 Z=0 61 X=4.5 Y=4 Z=0 62 X=4.5 Y=5.5 Z=0 63 X=4.5 Y=7 Z=0 64 X=4.5 Y=7.5 Z=0 65 X=6 Y=0 Z=0 66 X=6 Y=.5 Z=0 67 X=6 Y=2 Z=0 68 X=6 Y=3.5 Z=0 69 X=6 Y=4 Z=0 70 X=6 Y=5.5 Z=0 71 X=6 Y=7 Z=0 72 X=6 Y=7.5 Z=0 75 X=-4.5 Y=3.75 Z=0 76 X=-6 Y=3.75 Z=0 77 X=-3 Y=3.75 Z=0 78 X=-1.5 Y=3.75 Z=0 79 X=0 Y=3.75 Z=0 80 X=1.5 Y=3.75 Z=0 81 X=3 Y=3.75 Z=0 82 X=4.5 Y=3.75 Z=0 83 X=6 Y=3.75 Z=0 RESTRAINT ADD=1 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=4 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=6 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=8 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=10 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=12 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=14 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=16 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 ADD=76 DOF=U1, U2, U3, R1, R2, R3 PATTERN NAME=DEFAULT</pre>
---	---

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955
T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117 FY=248211.3
NAME=CONC IDES=C M=2.4007 W=23.5616
T=0 E=2.482113E+07 U=.1 A=.0000099
NAME=MATFULL IDES=N
T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=0
NAME=MATEMPTY IDES=N
T=0 E=1.714774E+07 U=.1004983 A=0

SHELL SECTION

NAME=EMPTY MAT=MATEMPTY TYPE=Shell,Thin TH=1.886095
NAME=FULL MAT=MATFULL TYPE=Shell,Thin TH=1.6

SHELL

1 J=1,2,4,3 SEC=FULL
2 J=4,3,6,5 SEC=EMPTY
3 J=6,5,8,7 SEC=EMPTY
5 J=10,9,12,11 SEC=EMPTY
6 J=12,11,14,13 SEC=EMPTY
7 J=14,13,16,15 SEC=FULL
8 J=2,17,3,18 SEC=FULL
9 J=3,18,5,19 SEC=EMPTY
10 J=5,19,7,20 SEC=EMPTY
12 J=9,21,11,22 SEC=EMPTY
13 J=11,22,13,23 SEC=EMPTY
14 J=13,23,15,24 SEC=FULL
15 J=17,25,18,26 SEC=FULL
16 J=18,26,19,27 SEC=EMPTY
17 J=19,27,20,28 SEC=EMPTY
19 J=21,29,22,30 SEC=EMPTY
20 J=22,30,23,31 SEC=EMPTY
21 J=23,31,24,32 SEC=FULL
22 J=25,33,26,34 SEC=FULL
23 J=26,34,27,35 SEC=EMPTY
24 J=27,35,28,36 SEC=EMPTY
26 J=29,37,30,38 SEC=EMPTY
27 J=30,38,31,39 SEC=EMPTY
28 J=31,39,32,40 SEC=FULL
29 J=33,41,34,42 SEC=FULL
30 J=34,42,35,43 SEC=EMPTY
31 J=35,43,36,44 SEC=EMPTY
33 J=37,45,38,46 SEC=EMPTY
34 J=38,46,39,47 SEC=EMPTY
35 J=39,47,40,48 SEC=FULL
36 J=41,49,42,50 SEC=FULL
37 J=42,50,43,51 SEC=EMPTY
38 J=43,51,44,52 SEC=EMPTY
40 J=45,53,46,54 SEC=EMPTY
41 J=46,54,47,55 SEC=EMPTY
42 J=47,55,48,56 SEC=FULL
43 J=49,57,50,58 SEC=FULL
44 J=50,58,51,59 SEC=EMPTY
45 J=51,59,52,60 SEC=EMPTY
47 J=53,61,54,62 SEC=EMPTY
48 J=54,62,55,63 SEC=EMPTY

49 J=55,63,56,64 SEC=FULL
50 J=57,65,58,66 SEC=FULL
51 J=58,66,59,67 SEC=EMPTY
52 J=59,67,60,68 SEC=EMPTY
54 J=61,69,62,70 SEC=EMPTY
55 J=62,70,63,71 SEC=EMPTY
56 J=63,71,64,72 SEC=FULL
59 J=8,7,76,75 SEC=FULL
60 J=76,75,10,9 SEC=FULL
61 J=7,20,75,77 SEC=FULL
62 J=75,77,9,21 SEC=FULL
63 J=20,28,77,78 SEC=FULL
64 J=77,78,21,29 SEC=FULL
65 J=28,36,78,79 SEC=FULL
66 J=78,79,29,37 SEC=FULL
67 J=36,44,79,80 SEC=FULL
68 J=79,80,37,45 SEC=FULL
69 J=44,52,80,81 SEC=FULL
70 J=80,81,45,53 SEC=FULL
71 J=52,60,81,82 SEC=FULL
72 J=81,82,53,61 SEC=FULL
73 J=60,68,82,83 SEC=FULL
74 J=82,83,61,69 SEC=FULL

LOAD

NAME=LOAD1 SW=1 CSYS=0
TYPE=FORCE
ADD=65 UZ=-1000/55.5*3.75
ADD=66 UZ=-1000/55.5*3.25
ADD=67 UZ=-1000/55.5*1.75
ADD=68 UZ=-1000/55.5*0.25
ADD=83 UZ=+1000/55.5*0
ADD=69 UZ=+1000/55.5*0.25
ADD=70 UZ=+1000/55.5*1.75
ADD=71 UZ=+1000/55.5*3.25
ADD=72 UZ=+1000/55.5*3.75

• Κάμψη «4b» (Γραμμικά στοιχεία).

<pre>SYSTEM DOF=RX LENGTH=m FORCE=KN PAGE=SECTIONS JOINT 1 X=-6 Y=0 Z=0 2 X=-5.75 Y=0 Z=0 3 X=-5.5 Y=0 Z=0 4 X=-5.25 Y=0 Z=0 5 X=-5 Y=0 Z=0 6 X=-4.75 Y=0 Z=0 7 X=-4.5 Y=0 Z=0 8 X=-4.25 Y=0 Z=0 9 X=-4 Y=0 Z=0 10 X=-3.75 Y=0 Z=0 11 X=-3.5 Y=0 Z=0 12 X=-3.25 Y=0 Z=0 13 X=-3 Y=0 Z=0 14 X=-2.75 Y=0 Z=0 15 X=-2.5 Y=0 Z=0 16 X=-2.25 Y=0 Z=0 17 X=-2 Y=0 Z=0 18 X=-1.75 Y=0 Z=0 19 X=-1.5 Y=0 Z=0 20 X=-1.25 Y=0 Z=0 21 X=-1 Y=0 Z=0 22 X=-.75 Y=0 Z=0 23 X=-.5 Y=0 Z=0 24 X=-.25 Y=0 Z=0 25 X=0 Y=0 Z=0</pre>	<pre>26 X=.25 Y=0 Z=0 27 X=.5 Y=0 Z=0 28 X=.75 Y=0 Z=0 29 X=1 Y=0 Z=0 30 X=1.25 Y=0 Z=0 31 X=1.5 Y=0 Z=0 32 X=1.75 Y=0 Z=0 33 X=2 Y=0 Z=0 34 X=2.25 Y=0 Z=0 35 X=2.5 Y=0 Z=0 36 X=2.75 Y=0 Z=0 37 X=3 Y=0 Z=0 38 X=3.25 Y=0 Z=0 39 X=3.5 Y=0 Z=0 40 X=3.75 Y=0 Z=0 41 X=4 Y=0 Z=0 42 X=4.25 Y=0 Z=0 43 X=4.5 Y=0 Z=0 44 X=4.75 Y=0 Z=0 45 X=5 Y=0 Z=0 46 X=5.25 Y=0 Z=0 47 X=5.5 Y=0 Z=0 48 X=5.75 Y=0 Z=0 49 X=6 Y=0 Z=0 RESTRAINT ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3 PATTERN NAME=DEFAULT</pre>
--	--

<pre>MATERIAL NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955 T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117 FY=248211.3 NAME=CONC IDES=C T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=0 NAME=OTHER IDES=N M=2.40068 W=23.56161 T=0 E=2.482113E+07 U=.2 A=.0000099 FRAME SECTION NAME=1 MAT=CONC A=10.8 J=8.4328 I=2.416,51.675 ; Ta I,A den ephreazoyrn ta apotelesmata NAME=2 MAT=CONC A=8.40 J=7.5705 I=2.128,42.525 ; Ta I,A den ephreazoyrn ta apotelesmata NAME=3 MAT=CONC A=6.00 J=6.7082 I=1.840,33.375 ; Ta I,A den ephreazoyrn ta apotelesmata FRAME 1 J=1,2 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 2 J=2,3 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 3 J=3,4 SEC=3 NSEG=4 ANG=0 4 J=4,5 SEC=3 NSEG=4 ANG=0 5 J=5,6 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 6 J=6,7 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 7 J=7,8 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 8 J=8,9 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 9 J=9,10 SEC=3 NSEG=4 ANG=0</pre>

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

```
10 J=10,11 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
11 J=11,12 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
12 J=12,13 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
13 J=13,14 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
14 J=14,15 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
15 J=15,16 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
16 J=16,17 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
17 J=17,18 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
18 J=18,19 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
19 J=19,20 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
20 J=20,21 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
21 J=21,22 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
22 J=22,23 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
23 J=23,24 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
24 J=24,25 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
25 J=25,26 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
26 J=26,27 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
27 J=27,28 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
28 J=28,29 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
29 J=29,30 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
30 J=30,31 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
31 J=31,32 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
32 J=32,33 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
33 J=33,34 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
34 J=34,35 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
35 J=35,36 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
36 J=36,37 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
37 J=37,38 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
38 J=38,39 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
39 J=39,40 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
40 J=40,41 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
41 J=41,42 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
42 J=42,43 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
43 J=43,44 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
44 J=44,45 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
45 J=45,46 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
46 J=46,47 SEC=3 NSEG=4 ANG=0
47 J=47,48 SEC=2 NSEG=4 ANG=0
48 J=48,49 SEC=1 NSEG=4 ANG=0
```

LOAD

```
NAME=LOAD1 SW=1 CSYS=0
TYPE=FORCE
ADD=49 RX=1000
```

Εισαγωγή κατασρώματος γέφυρας στο SAP2000.

Για τις ανάγκες αυτού του κεφαλαίου δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα στη γλώσσα προγραμματισμού QBasic. Είναι ένα πρόγραμμα το οποίο δεν έχει front-end, αλλά αντ' αυτού διαβάζει ένα αρχείο εισόδου input.txt, ελέγχει για την πληρότητά του και αν είναι όλα εντάξει, δημιουργεί αρχείο εξόδου.

Το αρχείο εισόδου περιέχει διάφορες πληροφορίες, όπως τις συντεταγμένες του άνω και κάτω ορίου του κατασρώματος κάποιας γέφυρας. Το αρχείο εξόδου είναι ένα αρχείο κειμένου SAP2000 (*.s2k) το οποίο περιέχει το διακριτοποιημένο πλέον (με shell elements) κατάστρομα της γέφυρας.

Το πρόγραμμα, επειδή είναι γραμμένο να λειτουργεί σε περιβάλλον DOS, μπορεί να τρέξει σε οποιοδήποτε υπολογιστή με αυτό το λειτουργικό ή σε μεταγενέστερα λειτουργικά της Microsoft (π.χ. Windows 95, Windows 98, Windows Millennium, Windows NT, Windows 2000 και Windows XP). Το μειονέκτημα βεβαίως είναι ότι δεν έχει γραφικό περιβάλλον (το οποίο δεν χρειάζεται άλλωστε, αφού δουλεύει με αρχεία εισόδου/εξόδου) αλλά και το ότι πρέπει να προσέξει ο χρήστης να μην δίνει ονόματα αρχείων με ελληνικούς χαρακτήρες (παρά μόνο λατινικούς), ούτε αρχεία που παραβιάζουν τον κανόνα 8.3 του DOS.

Ο ανωτέρω κανόνας ορίζει ότι ένα αρχείο πρέπει να έχει ονομασία του τύπου abcdefgh.ijk (όπως hello.txt, file.out, 8character.ers, αλλά όχι outputfile.txt) ούτε να υπάρχουν κενά στο αρχείο (όπως π.χ. αρχείο 1.txt)

Προτείνουμε επίσης, όταν χρησιμοποιείται κάποια μορφή Windows, το πρόγραμμα να μην εκτελείται απ' ευθείας από τον Windows Explorer, αλλά αντ' αυτού να μπαίνουμε σε περιβάλλον MS-DOS, με την ακόλουθη διαδικασία, αλλιώς μπορεί να μη δούμε τυχόν μηνύματα λάθους:

Αν το πρόγραμμα sapinsrt.exe βρίσκεται στο drive c: στο φάκελο c:\sap\files\

Για Windows 95, Windows 98, Windows Millennium:

«Start» (ή αλλιώς «Έναρξη») → «Run» (ή αλλιώς «Εκτέλεση») → command
(αν έχουμε Windows NT, 2000, ή XP, αντί για command γράφουμε cmd)

c:

cd "\sap\files" (αν δεν δουλεύει, βγάζουμε τα "")

sapinsrt

*** Παράδειγμα του αρχείου εισόδου input.txt.**

Το αρχείο αυτό έχει δημιουργηθεί για τη γέφυρα με την οποία ασχολείται η συγκεκριμένη διπλωματική. Η επεξήγηση για κάθε κεφάλαιο ακολουθεί μετά το κάτωθι αρχείο:

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεοδοσίου (Α.Ε.Μ. 8902)

OUTPUT FILES

komvoilY.txt
komvoilZ.txt
komvoi2Y.txt
komvoi2Z.txt

SAP.S2K

-999

LOWER X/Y/Z

-1, -1, 13.1714
1.4386, -.6753, 13.2183
30.5602, 2.6086, 13.6353
33.1441, 2.8128, 13.6619
35.6941, 3.008, 13.6876
52.3658, 3.994, 13.814
54.9819, 4.0905, 13.8272
57.4659, 4.1679, 13.8398
96.0815, 4.138, 14.0597
98.6593, 4.0615, 14.0688
101.3311, 3.9861, 14.07
129.9379, 2.823, 14.0092
132.3992, 2.7028, 13.9565
-999, -999, -999

UPPER X/Y/Z

-6.9020, 12.1483, 13.8900
-4.6040, 12.4871, 13.9208
24.6708, 15.9831, 14.2912
27.0256, 16.2255, 14.3149
29.4263, 16.4290, 14.3387
46.2510, 17.5938, 14.4816
48.8600, 17.7191, 14.5000
51.3813, 17.8417, 14.5149
90.2345, 18.1354, 14.5777
92.7192, 18.0762, 14.5728
95.2778, 18.0075, 14.5683
124.3794, 16.9335, 14.4231
126.8389, 16.8175, 14.4005
-999, -999, -999

LOWER COEFF XY

-0.866995084485957007
0.133544861959014902
0.000116474703161106097
-5.28034313274594079e-05
1.42121679119007343e-06
-2.21795661642922426e-08
1.96452279243223377e-10
-9.03691275471162274e-13
1.67677768482318568e-15
0.000000000000000E+00
0.000000000000000E+00
-999

LOWER COEFF XZ

13.1916300688266571
0.0195724622557730512
-0.000713834558965054449
4.87902076536815374e-05
-1.72043405104530078e-06
3.10867569108325803e-08
-3.00038222134258455e-10
1.47670804180306051e-12

-2.91882892223119901e-15

0.000000000000000E+00

0.000000000000000E+00

-999

UPPER COEFF XY

13.1216132208885703
0.133275495346105187
-0.000853231461958472872
2.71208185421677658e-05
-1.35097137731878443e-06
2.74046909264966881e-08
-2.82704297753004752e-10
1.47164821466865442e-12
-3.05877437425964968e-15
0.000000000000000E+00
0.000000000000000E+00
-999

UPPER COEFF XZ

13.9864858473193036
0.0144103064910179819
-1.58360438141238966e-05
-8.26769592076315623e-06
3.80978479431664228e-07
-8.48833952264312027e-09
1.00603405252469943e-10
-6.45011526400977927e-13
2.08286738440353974e-15
-2.59018197684535888e-18
0.000000000000000E+00
-999

MAXX MAXY

3
2
-999

X STOPS

1.4386
30.5602
33.1441
35.6941
52.3658
54.9819
57.4659
96.0815
98.6593
101.3311
129.9379
-999

Y RATIO

.95
.3
1
5
5
1
.3
1.2
-999

➤ **OUTPUT FILES**

- 1^η σειρά: Το όνομα του αρχείου το οποίο θα περιέχει τις συντεταγμένες x,y του κάτω ορίου του καταστρώματος της γέφυρας.
- 2^η σειρά: Το όνομα του αρχείου το οποίο θα περιέχει τις συντεταγμένες x,z του κάτω ορίου του καταστρώματος της γέφυρας.
- 3^η σειρά: Το όνομα του αρχείου το οποίο θα περιέχει τις συντεταγμένες x,y του άνω ορίου του καταστρώματος της γέφυρας.
- 4^η σειρά: Το όνομα του αρχείου το οποίο θα περιέχει τις συντεταγμένες x,z του άνω ορίου του καταστρώματος της γέφυρας.
- 5^η σειρά: Το όνομα του τελικού αρχείου για την εισαγωγή στο SAP2000.
- 6^η σειρά: Ο αριθμός -999 που δηλώνει το τέλος της ενότητας “OUTPUT FILES”.
- 7^η σειρά: Κενή

◆ **Σημειώσεις**

Τα αρχεία πρέπει να είναι με λατινικούς χαρακτήρες και να υπακούουν στον κανόνα 8.3.

Τα τέσσερα πρώτα αρχεία είναι προσωρινά αρχεία τα οποία θα εισάγουμε στο πρόγραμμα «**TableCurve 2D v5.0**» για να βρούμε τους συντελεστές των 4 δεκαβάθμιων εξισώσεων που θα περιγράφουν τις γραμμές x,y και x,z κάθε ορίου του καταστρώματος της γέφυρας.

➤ **LOWER X/Y/Z**

Αυτή η ενότητα περιέχει τις συντεταγμένες **x,y,z** κάποιων σημείων του κάτω ορίου του καταστρώματος. Αυτά τα σημεία θα χρησιμοποιηθούν για να βρεθούν οι συντελεστές των δύο δεκαβαθμίων εξισώσεων που θα περιγράφουν το κάτω όριο. Τα σημεία αυτά μπορεί ο χρήστης να τα έχει εκ των προτέρων ή να χρησιμοποιήσει κάποιο πρόγραμμα CAD (όπως π.χ. το AutoCAD με το Raster Design) για να τα βρει. Περισσότερες πληροφορίες δίνονται σε μεταγενέστερη ενότητα.

Καλό είναι ο διαμήκης άξονας της γέφυρας να εκτείνεται κατά x-x, γιατί όπως είναι φυσικό, οι εξισώσεις $y=f(x)$ και $z=f(x)$ είναι προβληματικές αν ο άξονας εκτείνεται κατά y-y ή z-z.

Επίσης, καλό είναι κάθε σειρά συντεταγμένων να έχει αύξουσα τιμή X και να είναι του τύπου X,Y,Z π.χ.

1.4386,-.6753,13.2183

30.5602,2.6086,13.6353

κλπ κλπ.

Η ενότητα τελειώνει με μία σειρά με μια τριάδα -999 και μια σειρά κενή.

➤ **UPPER X/Y/Z**

Αυτή η ενότητα περιέχει τις συντεταγμένες x, y, z κάποιων σημείων του άνω ορίου του καταστρώματος. Αυτά τα σημεία θα χρησιμοποιηθούν για να βρεθούν οι συντελεστές των δύο δεκαβαθμίων εξισώσεων που θα περιγράψουν το άνω όριο. Τα σημεία αυτά μπορεί ο χρήστης να τα έχει εκ των προτέρων ή να χρησιμοποιήσει κάποιο πρόγραμμα CAD (όπως π.χ. το AutoCAD με το Raster Design) για να τα βρει. Περισσότερες πληροφορίες δίνονται σε μεταγενέστερη ενότητα.

Καλό είναι ο διαμήκης άξονας της γέφυρας να εκτείνεται κατά x-x, γιατί όπως είναι φυσικό, οι εξισώσεις $y=f(x)$ και $z=f(x)$ είναι προβληματικές αν ο άξονας εκτείνεται κατά y-y ή z-z.

Επίσης, καλό είναι κάθε σειρά συντεταγμένων να έχει αύξουσα τιμή X και να είναι του τύπου X,Y,Z π.χ.

-4.6040,12.4871,13.9208

24.6708,15.9831,14.2912

κλπ κλπ.

Η ενότητα τελειώνει με μία σειρά με μια τριάδα -999 και μια σειρά κενή.

◆ **Έλεγχος για τυχόν τέλος του αρχείου input.txt**

Αν το αρχείο input.txt μετά το πέρας των ενοτήτων *OUTPUT FILES*, *LOWER X/Y/Z* και *UPPER X/Y/Z* δεν περιέχει τίποτε άλλο, τότε το πρόγραμμα τελειώνει επιτυχώς και δημιουργεί τα 4 αρχεία τα οποία θα πρέπει εν συνεχεία να εισαχθούν στο TableCurve 2D. Το τελευταίο, θα μας δώσει τους αντίστοιχους συντελεστές για τις 4 δεκαβάθμιες εξισώσεις, οι οποίες θα προστεθούν στο input.txt για να συνεχίσει το πρόγραμμα τη λειτουργία του (δεύτερο και τελευταίο «πέρασμα»).

➤ **LOWER COEFF XY**

Εδώ εισάγονται οι συντελεστές για την πρώτη από τις 4 δεκαβάθμιες εξισώσεις, αυτή που θα δώσει το y κάθε σημείου με συγκεκριμένο x για το **κάτω όριο** του καταστρώματος της γέφυρας. Τους συν/τές αυτούς τους πήραμε από το πρόγραμμα TableCurve 2D κατά το πρώτο πέρασμα του προγράμματος. Η εξίσωση αυτή είναι του τύπου:

$$y = \alpha + \beta \cdot x + \gamma \cdot x^2 + \delta \cdot x^3 + \epsilon \cdot x^4 + \zeta \cdot x^5 + \eta \cdot x^6 + \theta \cdot x^7 + \iota \cdot x^8 + \kappa \cdot x^9 + \lambda \cdot x^{10}$$

Κάθε γραμμή της ενότητας δίνει τον αντίστοιχο συν/τή α, β, γ , κλπ.

Η δωδέκατη γραμμή είναι -999 και ακολουθεί μία κενή.

➤ **LOWER COEFF XZ**

Εδώ εισάγονται οι συντελεστές για τη δεύτερη από τις 4 δεκαβάθμιες εξισώσεις, αυτή που θα δώσει το z κάθε σημείου με συγκεκριμένο x

για το **κάτω όριο** του καταστώματος της γέφυρας. Τους συν/τές αυτούς τους πήραμε από το πρόγραμμα TableCurve 2D κατά το πρώτο πέρασμα του προγράμματος. Η εξίσωση αυτή είναι του τύπου:
$$z = \alpha + \beta \cdot x + \gamma \cdot x^2 + \delta \cdot x^3 + \epsilon \cdot x^4 + \zeta \cdot x^5 + \eta \cdot x^6 + \theta \cdot x^7 + \iota \cdot x^8 + \kappa \cdot x^9 + \lambda \cdot x^{10}$$
Κάθε γραμμή της ενότητας δίνει τον αντίστοιχο συν/τή α, β, γ , κλπ.
Η δωδέκατη γραμμή είναι -999 και ακολουθεί μία κενή.

➤ **UPPER COEFF XY**

Εδώ εισάγονται οι συντελεστές για την τρίτη από τις 4 δεκαβάθμιες εξισώσεις, αυτή που θα δώσει το **y** κάθε σημείου με συγκεκριμένο x για το **άνω όριο** του καταστώματος της γέφυρας. Τους συν/τές αυτούς τους πήραμε από το πρόγραμμα TableCurve 2D κατά το πρώτο πέρασμα του προγράμματος. Η εξίσωση αυτή είναι του τύπου:
$$y = \alpha + \beta \cdot x + \gamma \cdot x^2 + \delta \cdot x^3 + \epsilon \cdot x^4 + \zeta \cdot x^5 + \eta \cdot x^6 + \theta \cdot x^7 + \iota \cdot x^8 + \kappa \cdot x^9 + \lambda \cdot x^{10}$$
Κάθε γραμμή της ενότητας δίνει τον αντίστοιχο συν/τή α, β, γ , κλπ.
Η δωδέκατη γραμμή είναι -999 και ακολουθεί μία κενή.

➤ **UPPER COEFF XZ**

Εδώ εισάγονται οι συντελεστές για τη τέταρτη από τις 4 δεκαβάθμιες εξισώσεις, αυτή που θα δώσει το **z** κάθε σημείου με συγκεκριμένο x για το **άνω όριο** του καταστώματος της γέφυρας. Τους συν/τές αυτούς τους πήραμε από το πρόγραμμα TableCurve 2D κατά το πρώτο πέρασμα του προγράμματος. Η εξίσωση αυτή είναι του τύπου:
$$z = \alpha + \beta \cdot x + \gamma \cdot x^2 + \delta \cdot x^3 + \epsilon \cdot x^4 + \zeta \cdot x^5 + \eta \cdot x^6 + \theta \cdot x^7 + \iota \cdot x^8 + \kappa \cdot x^9 + \lambda \cdot x^{10}$$
Κάθε γραμμή της ενότητας δίνει τον αντίστοιχο συν/τή α, β, γ , κλπ.
Η δωδέκατη γραμμή είναι -999 και ακολουθεί μία κενή.

◆ **Σημείωση για τις τέσσερις ενότητες Upper/Lower xy/xz**

Αν δούμε ότι οι οριογραμμές του καταστώματος της γέφυρας περιγράφονται καλύτερα με π.χ. 8βάθμια εξίσωση παρά με 10βάθμια, τότε οι δύο αντίστοιχες τελευταίες σειρές είναι του τύπου:

0.0000000000000000E+00
(δηλαδή «0»)

➤ **MAXX MAXY**

- 1^η σειρά: Το μέγιστο μήκος κατά x-x κάθε στοιχείου shell.
- 2^η σειρά: Το μέγιστο πλάτος κατά y-y κάθε στοιχείου shell.
- 3^η σειρά: Ο αριθμός -999 που δηλώνει το τέλος της ενότητας.
- 4^η σειρά: Κενή.

➤ **X STOPS**

Επειδή κατά το μήκος της γέφυρας συναντούμε συγκεκριμένες «θέσεις ελέγχου» (π.χ. στερεές ζώνες, θέσεις βάθρων κλπ), σε αυτήν την ενότητα δίνουμε τις συντεταγμένες x κάθε σημείου του κάτω ορίου του καταστρώματος που έχουμε αλλαγή κατάστασης. Το αντίστοιχο σημείο του άνω ορίου του καταστρώματος υπολογίζεται αυτόματα.

Όπως είναι φυσικό, τα σημεία x αυτά πρέπει να βρίσκονται ανάμεσα στα άκρα x που δόθηκαν στην ενότητα *LOWER X/Y/Z*.

➤ **Y RATIO**

Η λειτουργία του «*Y RATIO*» γίνεται καλύτερα αντιληπτή με ένα παράδειγμα.

Αν έχουμε στην ενότητα αυτή 3 σειρές με τις τιμές 0.4, 1.1 και 0.5, αν τελικά η απόσταση κάποιου σημείου κάτω ορίου με το αντίστοιχο του άνω ορίου είναι 15 μέτρα, τότε η αρχική διακριτοποίηση κατά y-y θα είναι:

$$\frac{0,4}{0,4+1,1+0,5} * 15 = 3m, \quad \frac{1,1}{0,4+1,1+0,5} * 15 = 8,25m \quad \text{και}$$

$$\frac{0,5}{0,4+1,1+0,5} * 15 = 3,75m \text{ αντίστοιχα.}$$

Φυσικά, αν στην ενότητα «*MAXX MAXY*» είχαμε δώσει μέγιστο y-y τα 2 μέτρα, τότε το πρώτο μέρος θα δώσει 2*1,5 m, το δεύτερο κομμάτι 5*1,65 m και το τρίτο κομμάτι 2*1,875 m.

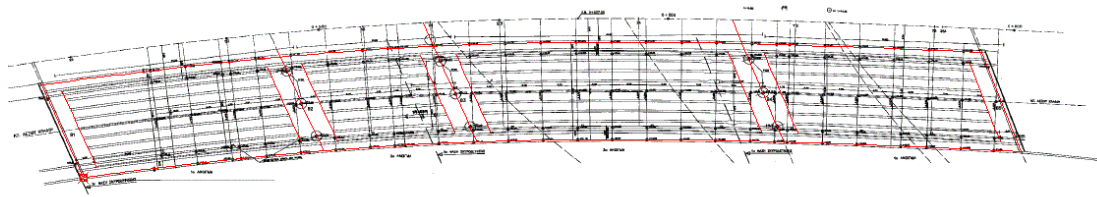
Η ενότητα τελειώνει με τη γραμμή με το νούμερο -999.

Η ενότητα αυτή είναι η τελευταία του αρχείου input.txt.

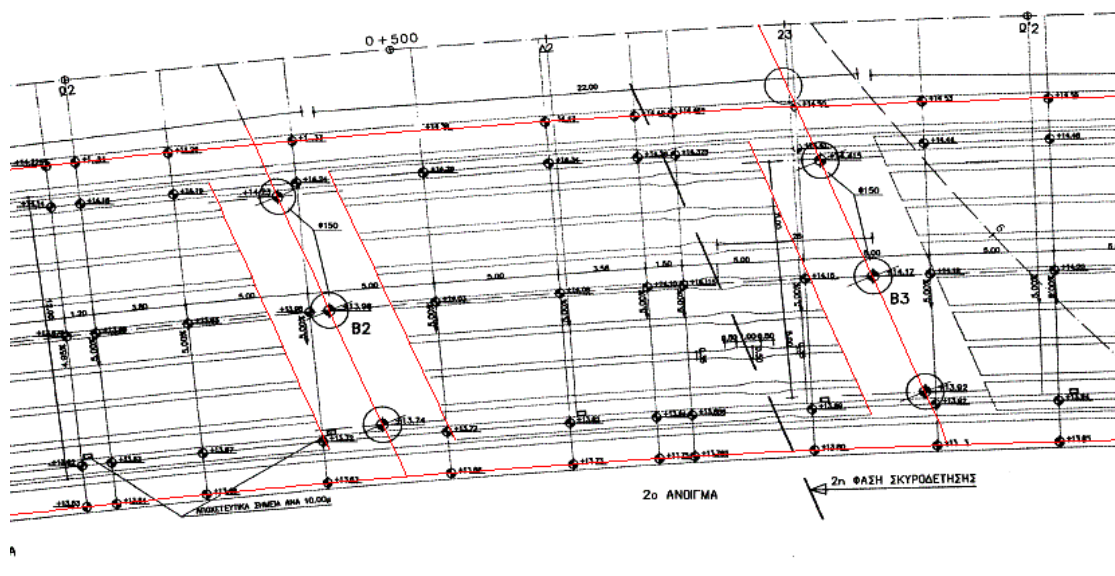
* Παράδειγμα εισαγωγής συντεταγμένων.

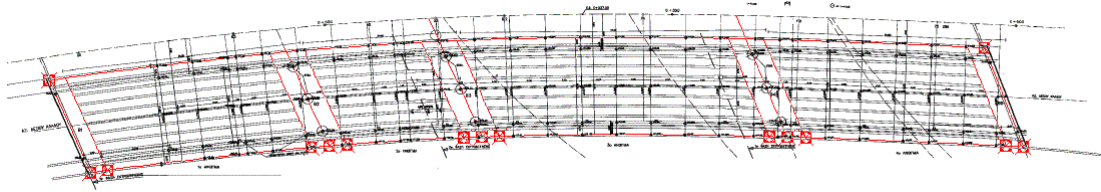
Το παράδειγμα αφορά στην εύρεση μερικών σημείων του κάτω και άνω ορίου του καταστρώματος της γέφυρας για να μπορέσουμε στη συνέχεια να βρούμε τις εξισώσεις που τα περιγράφουν.

Φορτώνουμε το AutoCAD με το Raster Design και ανοίγουμε το αρχείο που προήλθε από ψηφιοποίηση και που περιέχει την κάτοψη του καταστρώματος. Προσέχουμε, φυσικά, να έχουμε σωστή κλίμακα για να μην έχουμε λάθος τιμές στις αποστάσεις.



Οι γραμμές που ενώνουν τα διάφορα σημεία που θα χρησιμοποιήσουμε στις πρώτες ενότητες του αρχείου input.txt είναι έντονες με κόκκινο χρώμα. Ένα μικρό μέρος του αρχείου έχει ως εξής (παρατηρούμε και τα υψόμετρα):





Βλέπουμε δηλαδή στο κάτω μέρος της γέφυρας έντονα σημειωμένα 13 σημεία. Για λόγους ευκολίας, έχουμε φροντίσει τα συγκεκριμένα σημεία να είναι αυτά που θα οριοθετούν τις επιφάνειες ελέγχου για τις οποίες έχουμε ήδη μιλήσει (κεφάλαιο «X STOPS»). Φυσικά, τα σημεία στα «X STOPS» και στα «LOWER X/Y/Z» μπορεί κάλλιστα να είναι διαφορετικά, αρκεί στο «LOWER X/Y/Z» να έχουμε τα όρια της γέφυρας και τα σημεία του «X STOPS» να βρίσκονται ανάμεσα σε αυτά τα όρια.

Το μόνο «δύσκολο» σημείο είναι να βρούμε τις συντεταγμένες z των εν λόγω αρχείων. Αυτό, γιατί δεν είναι σίγουρο ότι θα έχουμε για τα συγκεκριμένα σημεία συντεταγμένες z. Αυτό που μπορούμε να κάνουμε είναι να κάνουμε γραμμική παρεμβολή μεταξύ σημείων με γνωστό z και των δικών μας σημείων.

Τη δουλειά αυτή μπορεί να αυτοματοποιηθεί με πολύ πρακτικό τρόπο ένα αρχείο excel, ή ένα πρόγραμμα. Η πρώτη λύση έχει επιλεγεί για τους σκοπούς αυτής της διπλωματικής και περιέχεται μαζί με τα υπόλοιπα αρχεία της.

Έχοντας, πλέον, καταφέρει να πάρουμε μερικά σημεία x,y,z για το κάτω και το άνω όριο του καταστρώματος, είμαστε έτοιμοι να τα εισάγουμε στο TableCurve για να πάρουμε τις παραμέτρους των αντίστοιχων εξισώσεων, διαδικασία που θα εξηγηθεί παρακάτω.

* Παράδειγμα χρήσης του TableCurve 2D v5.0

Έχει ήδη τελειώσει το πρώτο πέρασμα του αρχείου εισόδου input.txt (που περιέχει μόνο τις ενότητες «OUTPUT FILES», «LOWER X/Y/Z» και «UPPER X/Y/Z», οπότε έχουν ήδη δημιουργηθεί τα αντίστοιχα τέσσερα αρχεία που περιγράφονται στην ενότητα «OUTPUT FILES».

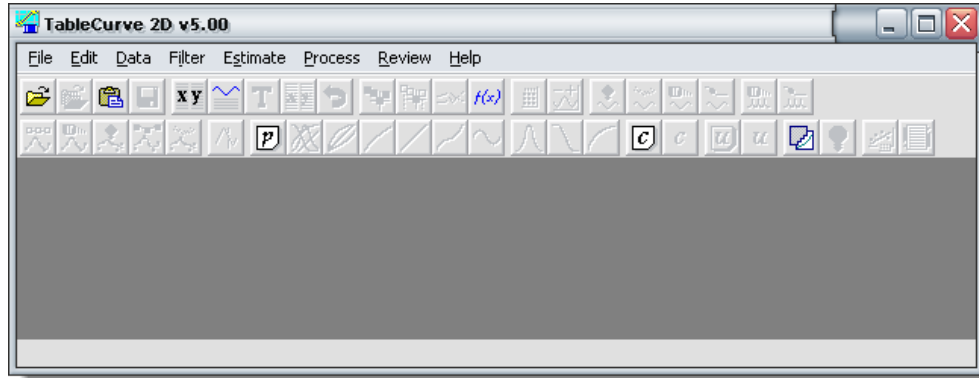
-1	-1
1.4386	-.6753
30.5602	2.6086
33.1441	2.8128
35.6941	3.008
52.3658	3.994
54.9819	4.0905
57.4659	4.1679
96.0815	4.138
98.6593	4.0615
101.3311	3.9861
129.9379	2.823
132.3992	2.7028

Έστω ότι ένα από αυτά τα αρχεία ονομάζεται KOMVOI1Y.TXT και περιέχει τις συντεταγμένες x-y μερικών σημείων του κάτω ορίου του καταστρώματος της γέφυρας.

Με τη βοήθεια του προγράμματος TableCurve, θα προσπαθήσουμε να βρούμε τις παραμέτρους της δεκαβάθμιας πολυωνυμικής εξίσωσης $y=f(x)$ που θα προσεγγίζει με τον καλύτερο τρόπο τις συντεταγμένες που έχουν δοθεί παραπλεύρως.

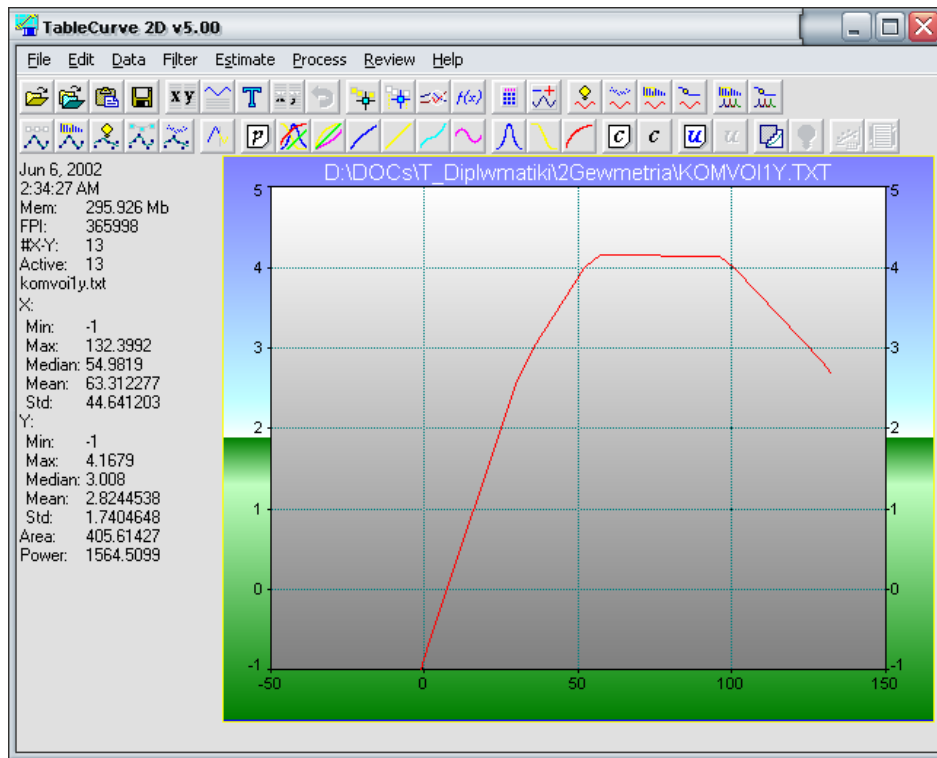
➤ 1^ο βήμα.

Εγκαθιστούμε και εκτελούμε το πρόγραμμα «TableCurve 2D v.50 Trial» από την εταιρία www.spssscience.com.



File / Import... και επιλέγουμε το αρχείο μας (KOMVOI1Y.TXT), το οποίο κάνουμε «**Open**».

Εμφανίζεται ο πίνακας διαλόγου «Data Description and Variable Names», τον οποίο αγνοούμε (δεν παίζει μεγάλο ρόλο στην διαδικασία) με «**OK**»
Στην οθόνη μας, εμφανίζεται ένα πρόχειρο διάγραμμα που απεικονίζει τα δεδομένα στοιχεία x-y.



➤ 2^ο βήμα (προαιρετικό).

File / Reset All Defaults... / Yes.

Αυτό θα φέρει στο προσκήνιο τις βέλτιστες ρυθμίσεις του προγράμματος. Αυτό το κάνουμε σε περίπτωση που έχουμε πειράξει τις (πολλές) ρυθμίσεις του προγράμματος, οι οποίες αν δεν ξέρουμε τι περίπου κάνουν ίσως μας οδηγήσουν σε λανθασμένα αποτελέσματα.

➤ 3^ο βήμα.

Process / Curve-Fit Linear Equations / List Start.

Αυτό το βήμα μας φέρνει στο προσκήνιο τις περίπου 200 εξισώσεις που άλλοτε πετυχημένα και άλλοτε όχι, περνούν από τα δοθέντα σημεία.

Σκοπός μας είναι να διαλέξουμε την καλύτερη από τις επτά πολυωνυμικές εξισώσεις με κωδικό αριθμό 6001 έως 6007 που «περνούν» από τα αρχικά μας σημεία.

Επειδή με το που κάνουμε click σε κάποια εξίσωση, η λίστα εξαφανίζεται, στο παράθυρο «Review Curve-Fit» επιλέγουμε **List / Keep List After Selection** και η λίστα μαζί με το παράθυρο του διαγράμματος κάθε εξίσωσης είναι πάντοτε σε πρώτο πλάνο.

Επίσης, επειδή η λίστα δίδεται «ανακατωμένη» (για την ακρίβεια είναι ταξινομημένη από την καλύτερη ως προς το δείκτη r^2 εξίσωση προς τη χειρότερη), επιλέγουμε **Sort / By Equation Number** για να μπορέσουμε να βρούμε τις εξισώσεις 6001 – 6007.

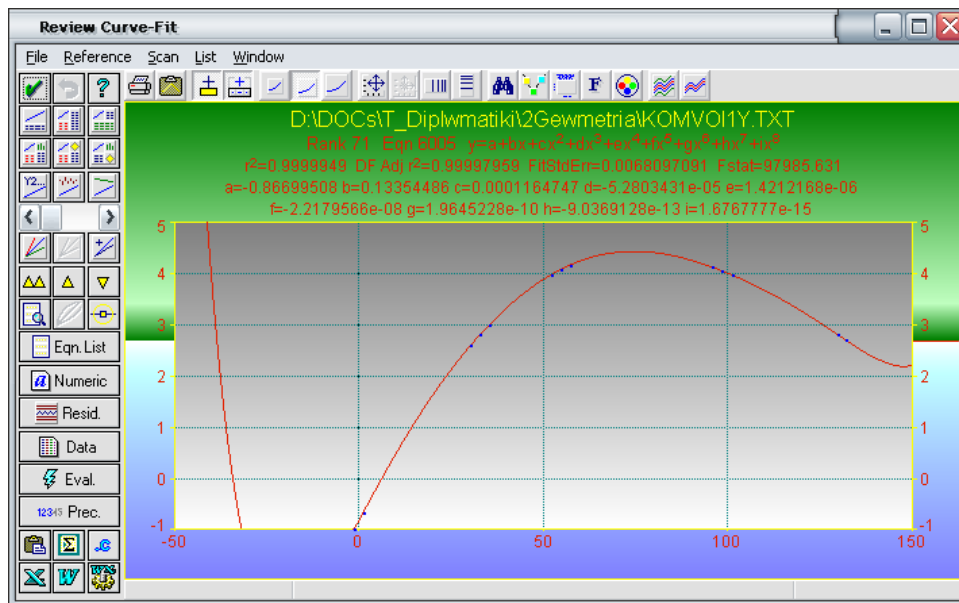
Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

158 Equations [Rank, r ² , FP, Eq#, Eqn]					
File	Edit	List	Filter	Sort	
58	0.9997552591			By r ²	e^{1/x^2}
59	0.9996418026			By D _{OF} Adjusted r ²	e^{-x}
60	0.9966585454			By Std Error	e^{1/x^2}
61	0.9967065001			By Maximum Error	e^{-x}
62	0.9966336133			By E-statistic	$+e^{-x}$
63	0.9905317150			By Floating Point Speed	e^{1/x^2}
64	0.9907578044			✓ By Equation Number	e^{-x}
65	0.9904169825			Arrange By Parameter Count	$+e^{-x}$
66	0.9934668308				e^{-x}
67	0.9999851226	8	6001		$y=a+bx+cx^2+dx^3+ex^4$
68	0.9999938725	10	6002		$y=a+bx+cx^2+dx^3+ex^4+fx^5$
69	0.9999938944	12	6003		$y=a+bx+cx^2+dx^3+ex^4+fx^5+gx^6$
70	0.9999939972	14	6004		$y=a+bx+cx^2+dx^3+ex^4+fx^5+gx^6+hx^7$
71	0.9999948972	16	6005		$y=a+bx+cx^2+dx^3+ex^4+fx^5+gx^6+hx^7+ix^8$
72	0.9999988061	19	6006		$y=a+bx+cx^2+dx^3+ex^4+fx^5+gx^6+hx^7+ix^8+jx^9$
73	0.9999999730	21	6007		$y=a+bx+cx^2+dx^3+ex^4+fx^5+gx^6+hx^7+ix^8+jx^9+kx^{10}$

➤ 4^ο βήμα.

Από εδώ και πέρα, κάθε φορά που θα επιλέγουμε μία από τις εξισώσεις 6001 – 6007, θα αλλάζει το διάγραμμα για να αντικατοπτρίζει τις εξισώσεις σε σχέση με τα αρχικά σημεία.

Αποφασίζουμε ότι η καλύτερη εξίσωση είναι η 6005 (8^ο βαθμού). Το διάγραμμά της είναι το εξής:

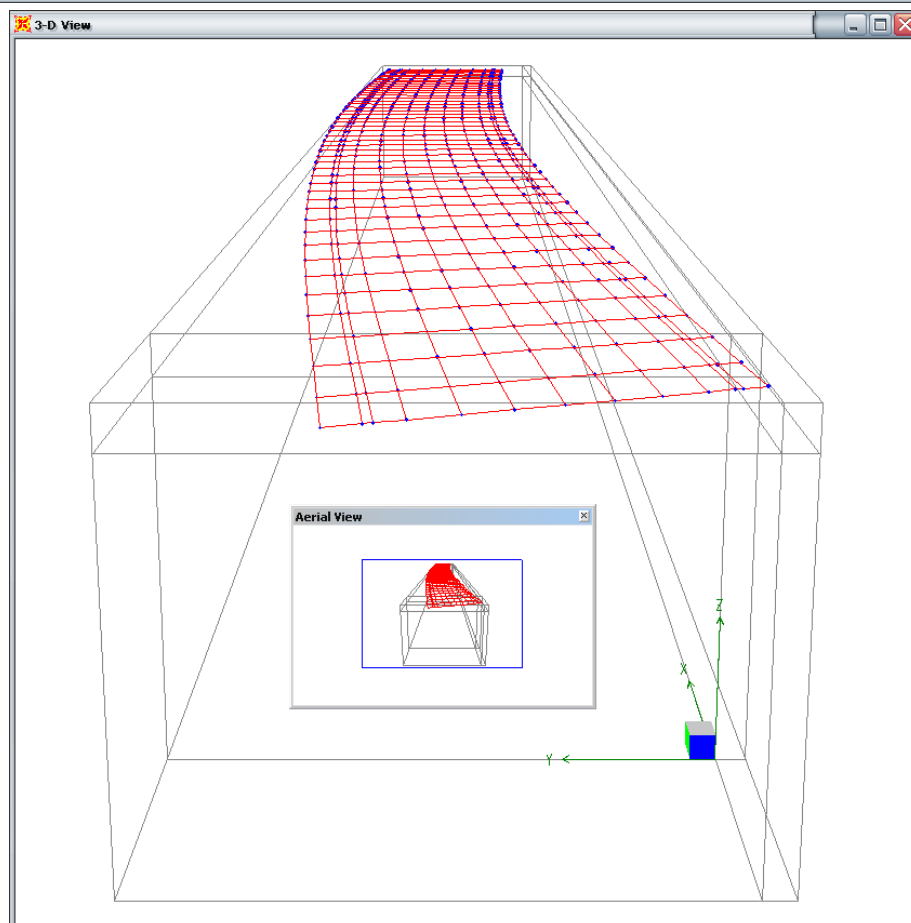
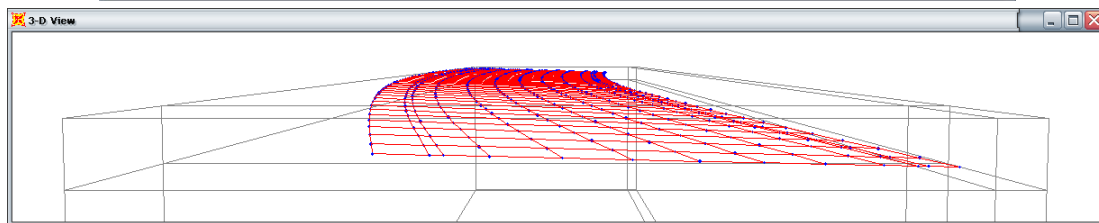
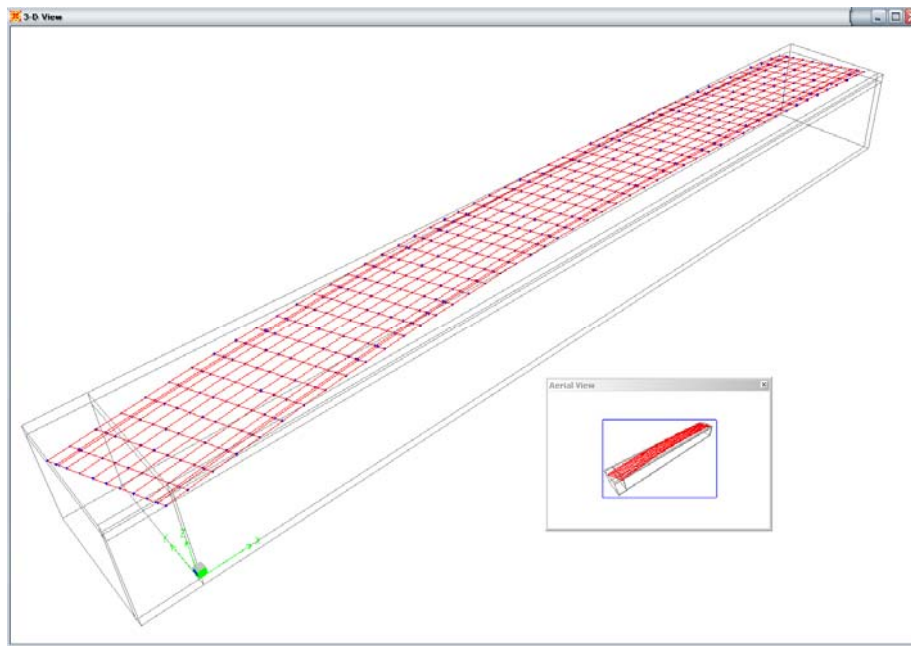


Από το ίδιο διάγραμμα παρατηρούμε ότι έχουμε έτοιμους τους συντελεστές που θα βάλουμε στο αρχείο input.txt. Περιγράφονται από τους όρους a=..., b=... κλπ.

Επειδή είναι 8βάθμια πολυωνυμική, οι δύο τελευταίοι όροι (της «ιδεατής δεκαβάθμιας») είναι «0».

Στο παράδειγμά μας η εξίσωση είναι για το x-y του κάτω ορίου, οπότε τα δεδομένα που βρήκαμε τα βάζουμε στην ενότητα «LOWER COEFF XY». Με παρόμοιο τρόπο συμπληρώνουμε και τις άλλες 3 ενότητες.

* Παραδείγματα του φορέα εισηγμένου στο SAP2000.



* **Μηνύματα λάθους και επεξήγησή τους.**

Το πρόγραμμα έχει μια πληθώρα ελέγχων για τη σωστή του λειτουργία. Ακολουθεί μία λίστα με τα πιθανά λάθη που μπορεί να υπάρχουν στο αρχείο **input.txt** και τα αντίστοιχα μηνύματα που βγάζει το πρόγραμμα.

➤ **ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ Ή ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ**

Στο αρχείο input.txt υπάρχει πάνω από μία κενή γραμμή. Εναλλακτικά, μπορεί να μην έχει δοθεί η σωστή επικεφαλίδα που χαρακτηρίζει κάθε ενότητα (πχ. «**OUTPUT FILEs**» αντί για «**OUTPUT FILES**»)

➤ **ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΟ -999**

Στο αρχείο input.txt υπάρχει τουλάχιστον μία κενή γραμμή πριν το -999, ενώ δεν πρέπει.

➤ **Η ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ -999**

Κάθε ενότητα πρέπει να τελειώνει απαραίτητα με το νούμερο -999.

➤ **ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**

Κάθε ενότητα πρέπει να χωρίζει από την επόμενη με κενό απαραίτητα.

➤ **ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΤΡΙΑΔΑ ΤΩΝ -999**

Στις ενότητες που κάθε σειρά αποτελείται από τριάδα στοιχείων (πχ. τα x,y,z της «**LOWER X/Y/Z**» υπάρχει τουλάχιστον μία κενή γραμμή πριν την τριάδα των -999.

➤ **ΛΕΙΠΕΙ Η ΤΡΙΑΔΑ ΤΕΛΟΥΣ (-999,-999,-999)**

Στις ανάλογες ενότητες (πχ. «**UPPER X/Y/Z**») η ενότητα δεν τελειώνει με την τριάδα -999,-999,-999.

➤ **ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**

Όταν η εισαγωγή στοιχείων περιμένει νούμερο (ή έστω αριθμό της μορφής -2.345e-2) αλλά αντ' αυτού υπάρχει κάποιος χαρακτήρας, εμφανίζεται αυτό το μήνυμα λάθους.

➤ **ΕΧΕΤΕ -999 ΠΡΙΝ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**

Εάν υπάρχει ο αριθμός -999 πριν το θεωρητικό τέλος κάποιας ενότητας, εμφανίζεται αυτό το μήνυμα λάθους.

➤ **ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ 11 ΓΡΑΜΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟ -999**

Το μήνυμα αυτό μπορεί να εμφανιστεί όταν σε κάποια από τις 4 ενότητες που ασχολούνται με τις παραμέτρους των πολυωνυμικών εξισώσεων (πχ. «UPPER COEFF XZ») δεν υπάρχουν οι αναμενόμενες 11 σειρές δεδομένων.

➤ **ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΤΑ ΚΕΝΑ ΣΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**

Το μήνυμα αυτό εμφανίζεται όταν στα δεδομένα κάποιας ενότητας υπάρχουν αδικαιολόγητα κενά (*spaces*).

➤ **ΑΠΟΚΛΙΣΗ > 1% ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΚΑΝ**

Όταν έχει επιλεγεί λάθος εξίσωση στο TableCurve ή όταν έχουν δοθεί λάθος δεδομένα στις παραμέτρους κάποιας από τις 4 πολυωνυμικές εξισώσεις, έχουμε μεγάλη απόκλιση από τις δοθείσες συν/νες στην αρχή του αρχείου εισόδου με τις υπολογισμένες βάσει των εξισώσεων από το πρόγραμμα.

➤ **Η ΤΡΙΤΗ ΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ -999**

Το μήνυμα αναφέρεται στην ενότητα «MAXX MAXY» η οποία εκτός του -999 πρέπει να έχει 2 σειρές δεδομένων το πολύ (δηλαδή μία για το maxX και μία για το maxY) και εμφανίζεται όταν αυτό δεν ισχύει.

➤ **ΕΧΕΤΕ ΑΡΝΗΤΙΚΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ (ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ)**

Το μήνυμα αυτό εμφανίζεται όταν δεν επιτρέπεται να εισαχθούν αρνητικοί αριθμοί στην συγκεκριμένη ενότητα.

➤ **ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΧΕΤΕ ΑΥΞΟΥΣΕΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ X**

Το μήνυμα εμφανίζεται όταν δεν υπάρχει αύξουσα σειρά συντεταγμένων X σε συγκεκριμένες ενότητες.

➤ **ΛΟΙΠΑ ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΛΑΘΟΥΣ.**

Τα υπόλοιπα μηνύματα λάθους προέρχονται από την ίδια την QBasic.

* Πρόγραμμα sapinsrt.bas

```
DEFDBL A-Z
TYPE MYPINAK
    synx AS SINGLE      'synx=do8eisa timh tou x
    syny AS SINGLE      'syny=do8eisa timh tou y
    synz AS SINGLE      'synz=do8eisa timh tou z
    ypoly AS DOUBLE     'ypoly=ypologis8eisa timh tou y
    ypolz AS DOUBLE     'ypolz=ypologis8eisa timh tou z
    ylentg1 AS DOUBLE   'ylengt1=epipedo x-y:xondroeides mhkos ey8eiwn
    ylentg2 AS DOUBLE   'ylengt2=epipedo x-y:ari8mhtikh oloklhrwsh mhkoys ey8eiwn
    zlentg1 AS DOUBLE   'zlentg1=epipedo x-z:xondroeides mhkos ey8eiwn
    zlentg2 AS DOUBLE   'zlentg2=epipedo x-z:ari8mhtikh oloklhrwsh mhkoys ey8eiwn
END TYPE
TYPE MYCOEFF
    ytimh AS DOUBLE     'parametroi ths e3iswshs gia to epipedo x-y
    ztimh AS DOUBLE     'parametroi ths e3iswshs gia to epipedo x-z
END TYPE
TYPE MYPLATOS
    apol AS SINGLE      'apol=apolyth timh tou platous ka8e tmhmatos epif. stoixeiou
    sxet AS DOUBLE      'sxet=sxetikh timh tou platous ka8e tmhmatos epif. stoixeiou
    komm AS INTEGER      'komm=ari8mos kommatiwn sta opoia spaei ka8e tmhma symfwna me to maxy!
    cumu AS DOUBLE      'to synolo tou sxet mexri stigmhs
END TYPE
TYPE MYMHKOS
    x AS SINGLE          'x=H syn/nh ka8e shmeiou
    apol AS DOUBLE      'apol=apolyth timh tou mhkous ka8e tmhmatos epif. stoixeiou
    sxet AS DOUBLE      'sxet=sxetikh timh tou mhkous ka8e tmhmatos epif. stoixeiou
    komm AS INTEGER      'komm=ari8mos kommatiwn sta opoia spaei ka8e tmhma symfwna me to maxx!
    cumu AS DOUBLE      'to synolo tou sxet mexri stigmhs
END TYPE

DIM PINAK1(1 TO 99) AS MYPINAK      'maximum 99 shmeia gia thn eisodo katw oriou
DIM COEFF1(1 TO 11) AS MYCOEFF      'pinakas pou periexei tis metavlhtes twn e3iswsewn gia katw
    orio
DIM PINAK2(1 TO 99) AS MYPINAK      'maximum 99 shmeia gia thn eisodo anw oriou
DIM COEFF2(1 TO 11) AS MYCOEFF      'pinakas pou periexei tis metavlhtes twn e3iswsewn gia anw
    orio
DIM PLATOS(1 TO 30) AS MYPLATOS     'pinakas me sxetikes kai apolytes times apo ta plath epif.
    stoixeiw
DIM MHKOS(1 TO 99) AS MYMHKOS       'pinakas me sxetikes kai apolytes times apo ta mhkh epif.
    stoixeiw

'GOTO 99999      'Auto Insert Data?

1          '          Arxh programmatos
ON ERROR GOTO ErrHandler
SpaceActivated = 1
iterations = 1000

'          Yporoutina eisagwghs dedomenwn apo arxeio
10
CLS
PRINT ".....: SAP 2000 Mesh Generator από τον Θεμιστοκλή Οικονόμου :....."
PRINT
PRINT "Δώστε το αρχείο εισόδου..."
infile$ = "input.txt"
'LOCATE 3, 27: INPUT infile$
OPEN infile$ FOR INPUT ACCESS READ SHARED AS #1
IF ErrorNumber = 53 THEN GOTO 10

CurTitle$ = "OUTPUT FILES          "
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "OUTPUT FILES" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ Η ΕΙΝΑΙ
    ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ***": END
INPUT #1, xy1$
INPUT #1, xz1$
INPUT #1, xy2$
INPUT #1, xz2$
INPUT #1, xx$
```

Διπλωματική εργασία

Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

```
INPUT #1, zz$
IF xx$ = "" OR xy1$ = "" OR xz1$ = "" OR xy2$ = "" OR xz2$ = "" OR zz$ = "" THEN PRINT
CurTitle$; "***EXETE KENO ΠΙΝ TO -999***": END
IF zz$ <> "-999" THEN PRINT CurTitle$; "***Η ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ -999***":
END
myfile1Y$ = xy1$: IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "Lower XY File...: ", myfile1Y$
myfile1Z$ = xz1$: IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "Lower XZ File...: ", myfile1Z$
myfile2Y$ = xy2$: IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "Upper XY File...: ", myfile2Y$
myfile2Z$ = xz2$: IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "Upper XZ File...: ", myfile2Z$
mySAPfile$ = xx$: IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "SAP File...: ", mySAPfile$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
PRINT CurTitle$, "*** OK ***"
GOSUB Space

CurTitle$ = "LOWER X/Y/Z"
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "LOWER X/Y/Z" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΑ Η ΕΙΝΑΙ
META ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ***": END
i% = 0
j% = 0
DO UNTIL j% = 1
i% = i% + 1
IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,
INPUT #1, xx$, yy$, zz$
IF xx$ = "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE KENO ΠΙΝ ΤΗΝ ΤΡΙΑΔΑ ΤΩΝ -999***": END
IF xx$ = "-999" THEN
IF yy$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΤΡΙΑΔΑ ΤΕΛΟΥΣ (-999,-999,-
999)***": END
IF zz$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΤΡΙΑΔΑ ΤΕΛΟΥΣ (-999,-999,-
999)***": END
PINAK1(i%).synx! = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK1(i%).synx!,
PINAK1(i%).syny! = VAL(yy$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK1(i%).syny!,
PINAK1(i%).synz! = VAL(zz$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK1(i%).synz!
iPINAK1% = i% - 1
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
j% = 1
ELSE
FOR k% = 1 TO 100
IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "" AND
MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND
LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" _
THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ***": END
IF MID$(yy$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(yy$, k%, 1)) = 0 AND MID$(yy$, k%, 1) <> "" AND
MID$(yy$, k%, 1) <> "." AND MID$(yy$, k%, 1) <> "+" AND MID$(yy$, k%, 1) <> "-" AND
LCASE$(MID$(yy$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(yy$, k%, 1)) <> "e" _
THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ***": END
IF MID$(zz$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(zz$, k%, 1)) = 0 AND MID$(zz$, k%, 1) <> "" AND
MID$(zz$, k%, 1) <> "." AND MID$(zz$, k%, 1) <> "+" AND MID$(zz$, k%, 1) <> "-" AND
LCASE$(MID$(zz$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(zz$, k%, 1)) <> "e" _
THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ***": END
NEXT k%
PINAK1(i%).synx! = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK1(i%).synx!,
IF yy$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE -999 ΠΙΝ TO ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***":
END
PINAK1(i%).syny! = VAL(yy$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK1(i%).syny!,
IF zz$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE -999 ΠΙΝ TO ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***":
END
PINAK1(i%).synz! = VAL(zz$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK1(i%).synz!
END IF
LOOP
PRINT CurTitle$, "*** OK ***"
GOSUB Space

CurTitle$ = "UPPER X/Y/Z"
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "UPPER X/Y/Z" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΑ Η ΕΙΝΑΙ
META ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ***": END
i% = 0
j% = 0
```

Διπλωματική εργασία

Οικονόμου Θεοδοσίου (Α.Ε.Μ. 8902)

```
DO UNTIL j% = 1
  i% = i% + 1
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,
  INPUT #1, xx$, yy$, zz$
  IF xx$ = "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE KENO ΠΙΝ THN ΤΡΙΑΔΑ ΤΩΝ -999**": END
  IF xx$ = "-999" THEN
    IF yy$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΤΡΙΑΔΑ ΤΕΛΟΥΣ (-999,-999,-999)**": END
    IF zz$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΤΡΙΑΔΑ ΤΕΛΟΥΣ (-999,-999,-999)**": END
    PINAK2(i%).synx! = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK2(i%).synx!,
    PINAK2(i%).syny! = VAL(yy$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK2(i%).syny!,
    PINAK2(i%).synz! = VAL(zz$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK2(i%).synz!
    iPINAK2% = i% - 1
    INPUT #1, zz$
    IF ErrorNumber <> 62 THEN IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END
    j% = 1
  ELSE
    FOR k% = 1 TO 100
      IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" _
    THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**": END
      IF MID$(yy$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(yy$, k%, 1)) = 0 AND MID$(yy$, k%, 1) <> "" AND MID$(yy$, k%, 1) <> "." AND MID$(yy$, k%, 1) <> "+" AND MID$(yy$, k%, 1) <> "-" AND LCASE$(MID$(yy$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(yy$, k%, 1)) <> "e" _
    THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**": END
      IF MID$(zz$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(zz$, k%, 1)) = 0 AND MID$(zz$, k%, 1) <> "" AND MID$(zz$, k%, 1) <> "." AND MID$(zz$, k%, 1) <> "+" AND MID$(zz$, k%, 1) <> "-" AND LCASE$(MID$(zz$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(zz$, k%, 1)) <> "e" _
    THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**": END
    NEXT k%
    PINAK2(i%).synx! = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK2(i%).synx!,
    IF yy$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE -999 ΠΙΝ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END
    PINAK2(i%).syny! = VAL(yy$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK2(i%).syny!,
    IF zz$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE -999 ΠΙΝ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END
    PINAK2(i%).synz! = VAL(zz$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PINAK2(i%).synz!
  END IF
END IF
LOOP
PRINT CurTitle$, "*** OK ***"
GOSUB Space

IF ErrorNumber = 62 THEN GOTO 100
CurTitle$ = "LOWER COEFF XY"
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "LOWER COEFF XY" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΑΔΑ Η ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ**": END
FOR i% = 1 TO 11
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,
  INPUT #1, xx$
  IF xx$ = "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE KENO ΠΙΝ ΤΟ -999**": END
  IF xx$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ 11 ΓΡΑΜΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΙΝ ΤΟ -999**": END
  FOR k% = 1 TO 100
    IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" _
  THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***EXETE ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ**": END
    IF MID$(xx$, k%, 1) = " " THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΤΑ ΚΕΝΑ ΣΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END
  NEXT k%
  COEFF1(i%).ytmh# = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT COEFF1(i%).ytmh#
NEXT i%
FOR j% = 1 TO iPINAK1%
  x# = PINAK1(j%).synx
  GOSUB Find1Y
  IF ABS((y# - PINAK1(j%).syny) / PINAK1(j%).syny * 100) > 1 THEN PRINT : PRINT CurTitle$;
  "***ΑΠΟΚΛΙΣΗ > 1% ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΚΑΝ**": END
NEXT j%
```

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

```
INPUT #1, xx$
IF xx$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ -999 ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ
ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT 11, : PRINT VAL(xx$)
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
PRINT CurTitle$, "*** OK ***"
GOSUB Space

CurTitle$ = "LOWER COEFF XZ      "
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "LOWER COEFF XZ" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΑ Η
ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ***": END
FOR i% = 1 TO 11
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,
  INPUT #1, xx$
  IF xx$ = "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΟ -999***": END
  IF xx$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ 11 ΓΡΑΜΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟ -
999***": END
  FOR k% = 1 TO 100
    IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "" AND
MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND
LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" _
THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ***": END
    IF MID$(xx$, k%, 1) = " " THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΤΑ ΚΕΝΑ ΣΤΑ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
  NEXT k%
  COEFF1(i%).ztimh# = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT COEFF1(i%).ztimh#
NEXT i%
FOR j% = 1 TO iPINAK1%
  x# = PINAK1(j%).synx
  GOSUB Find1Z
  IF ABS((z# - PINAK1(j%).synz) / PINAK1(j%).synz * 100) > 1 THEN PRINT : PRINT CurTitle$;
  "***ΑΠΟΚΛΙΣΗ > 1% ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΚΑΝ***": END
NEXT j%
INPUT #1, xx$
IF xx$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ -999 ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ
ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT 11, : PRINT VAL(xx$)
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
PRINT CurTitle$, "*** OK ***"
GOSUB Space

CurTitle$ = "UPPER COEFF XY      "
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "UPPER COEFF XY" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΑ Η
ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ***": END
FOR i% = 1 TO 11
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,
  INPUT #1, xx$
  IF xx$ = "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΟ -999***": END
  IF xx$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ 11 ΓΡΑΜΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟ -
999***": END
  FOR k% = 1 TO 100
    IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "" AND
MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND
LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" _
THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ***": END
    IF MID$(xx$, k%, 1) = " " THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΤΑ ΚΕΝΑ ΣΤΑ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ***": END
  NEXT k%
  COEFF2(i%).ytimh# = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT COEFF2(i%).ytimh#
NEXT i%
FOR j% = 1 TO iPINAK2%
  x# = PINAK2(j%).synx
  GOSUB Find2Y
  IF ABS((y# - PINAK2(j%).syny) / PINAK2(j%).syny * 100) > 1 THEN PRINT : PRINT CurTitle$;
  "***ΑΠΟΚΛΙΣΗ > 1% ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΚΑΝ***": END
NEXT j%
INPUT #1, xx$
```

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

```
IF xx$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ -999 ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ  
ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END  
IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT 11, : PRINT VAL(xx$)  
INPUT #1, zz$  
IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END  
PRINT CurTitle$, "OK ***"  
GOSUB Space  
  
CurTitle$ = "UPPER COEFF XZ      "  
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$  
INPUT #1, zz$  
IF zz$ <> "UPPER COEFF XZ" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ Η  
ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ**": END  
FOR i% = 1 TO 11  
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,  
  INPUT #1, xx$  
  IF xx$ = "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΟ -999**": END  
  IF xx$ = "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ 11 ΓΡΑΜΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟ -  
999**": END  
  FOR k% = 1 TO 100  
    IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND  
MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND  
LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" THEN  
  THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ**": END  
  IF MID$(xx$, k%, 1) = " " THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΤΑ ΚΕΝΑ ΣΤΑ  
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END  
  NEXT k%  
  COEFF2(i%).ztimh# = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT COEFF2(i%).ztimh#  
NEXT i%  
FOR j% = 1 TO iPINAK2%  
  x# = PINAK2(j%).synx  
  GOSUB Find2Z  
  IF ABS((z# - PINAK2(j%).synz) / PINAK2(j%).synz * 100) > 1 THEN PRINT : PRINT CurTitle$;  
  "***ΑΠΟΚΛΙΣΗ > 1% ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΚΑΝ**": END  
NEXT j%  
INPUT #1, xx$  
IF xx$ <> "-999" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΔΕΝ ΕΧΕΤΕ -999 ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ  
ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END  
IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT 11, : PRINT VAL(xx$)  
INPUT #1, zz$  
IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END  
PRINT CurTitle$, "OK ***"  
GOSUB Space  
  
CurTitle$ = "MAXX MAXY      "  
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$  
INPUT #1, zz$  
IF zz$ <> "MAXX MAXY" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ Η ΕΙΝΑΙ  
ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ**": END  
INPUT #1, xx$  
INPUT #1, yy$  
INPUT #1, zz$  
IF xx$ = "" OR yy$ = "" OR zz$ = "" THEN PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΟ -999**": END  
IF zz$ <> "-999" THEN PRINT CurTitle$; "***Η ΤΡΙΤΗ ΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ -999**": END  
IF VAL(xx$) < 0 OR VAL(yy$) < 0 THEN PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΡΗΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ (ΔΕΝ  
ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ)**": END  
FOR k% = 1 TO 100  
  IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND  
MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND  
LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" THEN  
  PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**": END  
  IF MID$(yy$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(yy$, k%, 1)) = 0 AND MID$(yy$, k%, 1) <> "." AND  
MID$(yy$, k%, 1) <> "+" AND MID$(yy$, k%, 1) <> "-" AND  
LCASE$(MID$(yy$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(yy$, k%, 1)) <> "e" THEN  
  PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**": END  
  IF MID$(zz$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(zz$, k%, 1)) = 0 AND MID$(zz$, k%, 1) <> "." AND  
MID$(zz$, k%, 1) <> "+" AND MID$(zz$, k%, 1) <> "-" AND  
LCASE$(MID$(zz$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(zz$, k%, 1)) <> "e" THEN  
  PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**": END  
  NEXT k%  
  maxx! = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "1", maxx!  
  maxy! = VAL(yy$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "2", maxy!  
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT "3", zz$
```

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

```
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END
PRINT CurTitle$, "**** OK ****"
GOSUB Space

CurTitle$ = "X STOPS"
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "X STOPS" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ Ή ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ
ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ**": END
i% = 0
j% = 0
DO UNTIL j% = 1
  i% = i% + 1
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,
  INPUT #1, xx$
  IF xx$ = "-999" THEN
    MHKOS(i%).x = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT MHKOS(i%).x
    iMHKOS% = i% - 1
    INPUT #1, zz$
    IF zz$ <> "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΚΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΤΕΛΟΥΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ**": END
    j% = 1
  ELSE
    FOR k% = 1 TO 100
      IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "" AND
      MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND
      LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" _
    THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ**": END
    NEXT k%
    MHKOS(i%).x = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT MHKOS(i%).x
    IF i% > 1 THEN IF MHKOS(i%).x < MHKOS(i% - 1).x THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΠΡΕΠΕΙ
    ΝΑ ΕΧΕΤΕ ΑΥΞΟΥΣΕΣ ΣΥΝ/ΝΕΣ Χ**": END
  END IF
LOOP
PRINT CurTitle$, "**** OK ****"
GOSUB Space

CurTitle$ = "Y RATIO"
IF SpaceActivated = 1 THEN CLS : PRINT CurTitle$
INPUT #1, zz$
IF zz$ <> "Y RATIO" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΛΕΙΠΕΙ Η ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ Ή ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑ
ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΟ**": END
i% = 0
j% = 0
DO UNTIL j% = 1
  i% = i% + 1
  IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT i%,
  INPUT #1, xx$
  IF xx$ = "" THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΚΕΝΟ ΠΡΙΝ ΤΟ -999**": END
  IF xx$ = "-999" THEN
    PLATOS(i%).apol = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PLATOS(i%).apol
    iPLATOS% = i% - 1
    j% = 1
  ELSE
    FOR k% = 1 TO 100
      IF MID$(xx$, k%, 1) <> "0" AND VAL(MID$(xx$, k%, 1)) = 0 AND MID$(xx$, k%, 1) <> "" AND
      MID$(xx$, k%, 1) <> "." AND MID$(xx$, k%, 1) <> "+" AND MID$(xx$, k%, 1) <> "-" AND
      LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "d" AND LCASE$(MID$(xx$, k%, 1)) <> "e" _
    THEN PRINT : PRINT CurTitle$; "***ΕΧΕΤΕ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ**": END
    NEXT k%
    PLATOS(i%).apol = VAL(xx$): IF SpaceActivated = 1 THEN PRINT PLATOS(i%).apol
  END IF
LOOP
PRINT CurTitle$, "**** OK ****"
CLOSE #1
GOSUB Space
GOTO 200

'      Yporoutina eisagwghs dedomenwn twv komvwv
100
CLOSE
IF SpaceActivated = 1 THEN END
```

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

```
KILL myfile1Y$: KILL myfile1Z$: KILL myfile2Y$: KILL myfile2Z$
OPEN myfile1Y$ FOR OUTPUT ACCESS WRITE SHARED AS #1
OPEN myfile1Z$ FOR OUTPUT ACCESS WRITE SHARED AS #2
OPEN myfile2Y$ FOR OUTPUT ACCESS WRITE SHARED AS #3
OPEN myfile2Z$ FOR OUTPUT ACCESS WRITE SHARED AS #4
FOR i% = 1 TO iPINAK1%
  PRINT #1, PINAK1(i%).synx; " "; PINAK1(i%).syny ' Topo8ethsh syntetagmenwn Lower x-y se
  arxeio gia eisagwgh sto TableCurve
  PRINT #2, PINAK1(i%).synx; " "; PINAK1(i%).synz ' Topo8ethsh syntetagmenwn Lower x-z se
  arxeio gia eisagwgh sto TableCurve
NEXT i%
FOR i% = 1 TO iPINAK2%
  PRINT #3, PINAK2(i%).synx; " "; PINAK2(i%).syny ' Topo8ethsh syntetagmenwn Upper x-z se
  arxeio gia eisagwgh sto TableCurve
  PRINT #4, PINAK2(i%).synx; " "; PINAK2(i%).synz ' Topo8ethsh syntetagmenwn Upper x-z se
  arxeio gia eisagwgh sto TableCurve
NEXT i%
PRINT "Τα αρχεία "; myfile1Y$; " και "; myfile1Z$; " κάτω οριογραμμής δημιουργήθηκαν!"
PRINT "Τα αρχεία "; myfile2Y$; " και "; myfile2Z$; " άνω οριογραμμής δημιουργήθηκαν!"
PRINT "Χρησιμοποιήστε τώρα το TableCurve."
END

' Yporoutina eisagwghs parametrwn 10ba8mias e3iswshs epipedou x-y
200
AI = 1
NumberOfKomvoi# = 13
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synx = PINAK2(1).synx
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).syny = PINAK2(1).syny
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synz = PINAK2(1).synz
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synx = PINAK2(13).synx
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).syny = PINAK2(13).syny
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synz = PINAK2(13).synz
'FOR temp1 = 1 TO NumberOfKomvoi# - 2
' MHKOS(temp1).x = PINAK1(temp1 + 1).synx
'NEXT temp1
'MHKOS(NumberOfKomvoi# - 1).x = -999
CLOSE
OPEN myfile1Y$ FOR INPUT ACCESS READ SHARED AS #1
temp1 = 1
apoklisi = 0 'Elegxos an egine apoklish sta ypologismena y me ta do8enta y
SynoloLy# = 0 'Synoliko (me oloklhrwsh) mhkos sto epipedo X-Y
DO
  INPUT #1, PINAK1(temp1).synx
  INPUT #1, PINAK1(temp1).syny
  x# = PINAK1(temp1).synx
  GOSUB Find1Y
  PINAK1(temp1).ypoly# = y#
  IF temp1 > 1 THEN
    PINAK1(temp1).ylengt1# = ((PINAK1(temp1).synx - PINAK1(temp1 - 1).synx) ^ 2 +
(PINAK1(temp1).ypoly# - PINAK1(temp1 - 1).ypoly#) ^ 2) ^ (.5)
    x1# = PINAK1(temp1 - 1).synx
    x2# = PINAK1(temp1).synx
    GOSUB Find1Ly
    PINAK1(temp1).ylengt2# = Ly#
  ELSE
    PINAK1(temp1).ylengt1# = 0
    PINAK1(temp1).ylengt2# = 0
  END IF
  SynoloLy# = SynoloLy# + PINAK1(temp1).ylengt2#
  PRINT "K."; temp1; "("; PINAK1(temp1).synx; ","; PINAK1(temp1).syny; ")" υπολY=";
  PINAK1(temp1).ypoly#; " υπολL="; PINAK1(temp1).ylengt2#
  IF ABS(PINAK1(temp1).syny - PINAK1(temp1).ypoly#) / ABS(PINAK1(temp1).syny) * 100 > 1 THEN
    apoklisi = 1
    IF temp1 / 18 = FIX(temp1 / 18) THEN
      GOSUB Space
      CLS
      PRINT "===== επίπεδο X-Y ====="
    ELSE
      END IF
    temp1 = temp1 + 1
  LOOP UNTIL (EOF(1))
temp1 = temp1 - 1
PRINT
```


Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

```
GOSUB Space
CLS
PRINT "===== επίπεδο X-Y ====="
IF apoklisi = 1 THEN PRINT "ΠΡΟΣΟΧΗ!! Κάποιος κόμβος έδωσε απόκλιση πάνω απο 1%": PRINT
PRINT "Σύνολο κόμβων ="; temp1, "Συνολικό μήκος ΣL ="; SynoloLz#
PRINT "Κόμβος 1 X="; PINAK1(1).synx; " Y="; PINAK1(1).syny; " υπολY="; PINAK1(1).ypoly#
PRINT "Κόμβος"; temp1; " X="; PINAK1(temp1).synx; " Y="; PINAK1(temp1).syny; " υπολY=";
  PINAK1(temp1).ypoly#
GOSUB Space
CLOSE #1
GOTO 300

'
      Υπορουτινα eisagwghs parametrwn 10ba8mias eiswshs epipedou x-z
300
CLS
PRINT "===== επίπεδο X-Z ====="
PRINT "Δώστε τις παραμέτρους της πολυωνυμικής εξίσωσης που δίνει το TableCurve:"
PRINT "z(x)=a + bx^1 + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6 + hx^7 + ix^8 + jx^9 + kx^10"
PRINT "Σημ.: Αν έχετε μικρότερη δύναμη, δώστε τον αντίστοιχο παράγωγα ίσο με 0."
IF AI <> 1 THEN INPUT "a = "; COEFF1(1).ztimh# ELSE PRINT "a = "; COEFF1(1).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "b = "; COEFF1(2).ztimh# ELSE PRINT "b = "; COEFF1(2).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "c = "; COEFF1(3).ztimh# ELSE PRINT "c = "; COEFF1(3).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "d = "; COEFF1(4).ztimh# ELSE PRINT "d = "; COEFF1(4).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "e = "; COEFF1(5).ztimh# ELSE PRINT "e = "; COEFF1(5).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "f = "; COEFF1(6).ztimh# ELSE PRINT "f = "; COEFF1(6).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "g = "; COEFF1(7).ztimh# ELSE PRINT "g = "; COEFF1(7).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "h = "; COEFF1(8).ztimh# ELSE PRINT "h = "; COEFF1(8).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "i = "; COEFF1(9).ztimh# ELSE PRINT "i = "; COEFF1(9).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "j = "; COEFF1(10).ztimh# ELSE PRINT "j = "; COEFF1(10).ztimh#
IF AI <> 1 THEN INPUT "k = "; COEFF1(11).ztimh# ELSE PRINT "k = "; COEFF1(11).ztimh#
GOSUB Space
310
CLS
PRINT "===== επίπεδο X-Z ====="
PRINT "Σε ποιό αρχείο αποθηκεύσατε τους κόμβους; (π.χ. komvoilZ.txt)"
PRINT "Το αρχείο δημιουργήθηκε στον ίδιο κατάλογο με το παρόν εκτελέσιμο αρχείο."
IF AI <> 1 THEN INPUT myfile1Z$ ELSE PRINT myfile1Z$
OPEN myfile1Z$ FOR INPUT ACCESS READ SHARED AS #1
temp1 = 1
apoklisi = 0
SynoloLz# = 0
DO
  INPUT #1, PINAK1(temp1).synx
  INPUT #1, PINAK1(temp1).synz
  x# = PINAK1(temp1).synx
  GOSUB Find1Z
  PINAK1(temp1).ypolz# = z#
  IF temp1 > 1 THEN
    PINAK1(temp1).zlength1# = ((PINAK1(temp1).synx - PINAK1(temp1 - 1).synx) ^ 2 +
(PINAK1(temp1).ypolz# - PINAK1(temp1 - 1).ypolz#) ^ 2) ^ (.5)
    x1# = PINAK1(temp1 - 1).synx
    x2# = PINAK1(temp1).synx
    GOSUB Find1Lz
    PINAK1(temp1).zlength2# = Lz#
  ELSE
    PINAK1(temp1).zlength1# = 0
    PINAK1(temp1).zlength2# = 0
  END IF
  SynoloLz# = SynoloLz# + PINAK1(temp1).zlength2#
  PRINT "K."; temp1; "(", PINAK1(temp1).synx; ", "; PINAK1(temp1).synz; ") υπολZ=";
  PINAK1(temp1).ypolz#; " υπολL="; PINAK1(temp1).zlength2#
  IF ABS(PINAK1(temp1).synz - PINAK1(temp1).ypolz#) / ABS(PINAK1(temp1).synz) * 100 > 1 THEN
    apoklisi = 1
  IF temp1 / 18 = FIX(temp1 / 18) THEN
    GOSUB Space
    CLS
    PRINT "===== επίπεδο X-Z ====="
  ELSE
    END IF
  temp1 = temp1 + 1
LOOP UNTIL (EOF(1))
```


Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

```
temp1 = temp1 - 1
PRINT
GOSUB Space
CLS
PRINT "===== επίπεδο X-Z ====="
IF apoklisi = 1 THEN PRINT "ΠΡΟΣΟΧΗ!!! Κάποιος κόμβος έδωσε απόκλιση πάνω απο 1%": PRINT
PRINT "Σύνολο κόμβων =" ; temp1, "Συνολικό μήκος ΣL =" ; SynoloLz#
PRINT "Κόμβος 1 X=" ; PINAK1(1).synx ; " Z=" ; PINAK1(1).synz ; " υπολZ=" ; PINAK1(1).ypolz#
PRINT "Κόμβος" ; temp1 ; " X=" ; PINAK1(temp1).synx ; " Z=" ; PINAK1(temp1).synz ; " υπολZ=" ;
  PINAK1(temp1).ypolz#
GOSUB Space
CLOSE #1
GOTO 400

'      Υπορουτίνα dhmiourgias gewmetrias gia to SAP2000
400
CLS
PRINT "Μέγιστη διάσταση x-x' επιφανειακού στοιχείου (μέτρα)" ; IF AI <> 1 THEN INPUT maxx!
  ELSE PRINT maxx!
PRINT "Μέγιστη διάσταση γ-γ' επιφανειακού στοιχείου (μέτρα)" ; IF AI <> 1 THEN INPUT maxy!
  ELSE PRINT maxy!
GOSUB Space
OPEN myfile1Y$ FOR INPUT ACCESS READ SHARED AS #1
OPEN myfile1Z$ FOR INPUT ACCESS READ SHARED AS #2
NumberOfKomvoi# = 0
DO UNTIL EOF(1)
  NumberOfKomvoi# = NumberOfKomvoi# + 1
  INPUT #1, PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx
  INPUT #1, PINAK1(NumberOfKomvoi#).syny
LOOP
NumberOfKomvoi# = 0
DO UNTIL EOF(2)
  NumberOfKomvoi# = NumberOfKomvoi# + 1
  INPUT #2, PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx
  INPUT #2, PINAK1(NumberOfKomvoi#).synz
LOOP
CLOSE #1
CLOSE #2
OPEN myfile1Y$ FOR INPUT ACCESS READ SHARED AS #1
OPEN myfile1Z$ FOR INPUT ACCESS READ SHARED AS #2
CLS
PRINT "===== Διακριτοποίηση ====="
PRINT "Πρώτος ( 1 ) κόμβος κάτω ίνας -> (" ; PINAK1(1).synx ; ", " ; PINAK1(1).syny ; ", " ;
  PINAK1(1).synz ; ")"
PRINT "Τελευταίος (" ; NumberOfKomvoi# ; ") κόμβος κάτω ίνας -> (" ;
  PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx ; ", " ; PINAK1(NumberOfKomvoi#).syny ; ", " ;
  PINAK1(NumberOfKomvoi#).synz ; ")"
PRINT
PRINT "Πρώτος ( 1 ) κόμβος άνω ίνας -> X = " ; IF AI <> 1 THEN INPUT PINAK1(NumberOfKomvoi#
  + 2).synx ELSE PRINT PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synx
PRINT "Πρώτος ( 1 ) κόμβος άνω ίνας -> Y = " ; IF AI <> 1 THEN INPUT PINAK1(NumberOfKomvoi#
  + 2).syny ELSE PRINT PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).syny
PRINT "Πρώτος ( 1 ) κόμβος άνω ίνας -> Z = " ; IF AI <> 1 THEN INPUT PINAK1(NumberOfKomvoi#
  + 2).synz ELSE PRINT PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synz
PRINT "Τελευταίος (" ; NumberOfKomvoi# ; ") κόμβος άνω ίνας -> X = " ; IF AI <> 1 THEN INPUT
  PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synx ELSE PRINT PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synx
PRINT "Τελευταίος (" ; NumberOfKomvoi# ; ") κόμβος άνω ίνας -> Y = " ; IF AI <> 1 THEN INPUT
  PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).syny ELSE PRINT PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).syny
PRINT "Τελευταίος (" ; NumberOfKomvoi# ; ") κόμβος άνω ίνας -> Z = " ; IF AI <> 1 THEN INPUT
  PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synz ELSE PRINT PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synz
x1! = PINAK1(1).synx : y1! = PINAK1(1).syny : z1! = PINAK1(1).synz
x2! = PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx : y2! = PINAK1(NumberOfKomvoi#).syny : z2! =
  PINAK1(NumberOfKomvoi#).synz
x3! = PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synx : y3! = PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).syny : z3! =
  PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synz
x4! = PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synx : y4! = PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).syny : z4! =
  PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synz
dx13! = x1! - x3! : dy13! = y1! - y3! : dz13! = z1! - z3!
dx24! = x2! - x4! : dy24! = y2! - y4! : dz24! = z2! - z4!
dx12! = x1! - x2! : dy12! = y1! - y2! : dz12! = z1! - z2!
dx34! = x3! - x4! : dy34! = y3! - y4! : dz34! = z3! - z4!
dl3# = SQR(dx13! ^ 2 + dy13! ^ 2 + dz13! ^ 2)
```

Διπλωματική εργασία

Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

```
d24# = SQR(dx24! ^ 2 + dy24! ^ 2 + dz24! ^ 2)
d12# = SQR(dx12! ^ 2 + dy12! ^ 2 + dz12! ^ 2)
d34# = SQR(dx34! ^ 2 + dy34! ^ 2 + dz34! ^ 2)
IF d13# >= d24# THEN ChosenDy = 1 ELSE ChosenDy = 2
IF d12# >= d34# THEN ChosenDx = 1: epay3hsh# = 1 ELSE ChosenDx = 2: epay3hsh# = d34# / d12#
PRINT
PRINT "Το κατάστρωμα στην πλευρά του πρώτου κόμβου έχει πλάτος"; d13#; "m"
PRINT "Στην πλευρά του τελευταίου κόμβου έχει πλάτος"; d24#; "m"
PRINT "Οι έλεγχοι μέγιστου πλάτους τμήματος θα γίνουν στο μεγαλύτερο τμήμα."
PRINT
GOSUB Space
CLS
PRINT "Δώστε τις αναλογίες αναγωγής των μέγιστων τμημάτων κάποιας πλευράς,"
PRINT "με κωδικό τέλους το -999"
PRINT "Για παράδειγμα, αν κάποια από τις δύο πλευρές έχει μήκος 20 μέτρα και δώσετε:"
PRINT "10 [ENTER], 15 [ENTER], 5 [ENTER], 7.5 [ENTER], 2.5 [ENTER], -999 [ENTER],"
PRINT "τότε τα τμήματα θα έχουν μήκος 5m, 7.5m, 2.5m, 3.75m και 1.25m αντίστοιχα."
PRINT "Τα τμήματα αυτά δύνανται να χωριστούν αυτόματα σε μικρότερα από το πρόγραμμα,"
PRINT "ανάλογα με την απάντηση στην ερώτηση μέγιστης διάστασης γ-γ επιφ. στοιχείου."
PRINT "Για έξοδο, δώστε -999"
tempplatos = 1 ' Trexwn ari8mos tmhmatos
apolplatos! = 0 ' Arxiki timi synolou platos
temp2 = 1 ' Elegxos an teleiwise h eisagwgh twn dedomenwn
  WHILE temp2 = 1
407 PRINT "Τμήμα "; tempplatos; " : Μήκος = "; : IF AI <> 1 THEN INPUT
PLATOS(tempplatos).apol! ELSE PRINT PLATOS(tempplatos).apol!
  IF PLATOS(tempplatos).apol! <= 0 AND PLATOS(tempplatos).apol! <> -999 THEN PRINT "Δώστε
θετικές τιμές!!!": GOTO 407
  IF PLATOS(tempplatos).apol! = -999 THEN
    FOR temp5 = tempplatos + 1 TO 2 * tempplatos
      PLATOS(temp5).apol! = PLATOS(temp5 - tempplatos).apol!
    NEXT temp5
    temp2 = 0
  ELSE
    apolplatos! = apolplatos! + PLATOS(tempplatos).apol!
    tempplatos = tempplatos + 1
  END IF
WEND
sxetplatos1# = 0
sxetplatos2# = 0
PRINT : PRINT "Απόλυτο πλάτος ="; apolplatos!; "m"
PRINT
GOSUB Space
CLS
PRINT "Απόλυτο πλάτος ="; apolplatos!; "m"
PRINT
PRINT "Πλευρά κόμβου αρχής"
FOR temp2 = 1 TO tempplatos - 1
  PLATOS(temp2).sxet# = PLATOS(temp2).apol! / apolplatos!
  IF temp2 = 1 THEN PLATOS(temp2).cumu# = PLATOS(temp2).sxet# ELSE PLATOS(temp2).cumu# =
  PLATOS(temp2 - 1).cumu# + PLATOS(temp2).sxet#
  PLATOS(temp2).komm% = INT(PLATOS(temp2).sxet# * d13# / maxy! + 1)
  PRINT PLATOS(temp2).apol!; "/"; apolplatos!; "*" ; d13#; "="; PLATOS(temp2).sxet# * d13#; "m"
  ="; PLATOS(temp2).komm%; "κομμάτια."
  sxetplatos1# = sxetplatos1# + PLATOS(temp2).sxet# * d13#
NEXT temp2
PRINT "Σχετικό πλάτος πλευράς κόμβου αρχής ="; sxetplatos1#; "m"
PRINT
GOSUB Space
CLS
PRINT "Απόλυτο πλάτος ="; apolplatos!; "m"
PRINT
PRINT "Πλευρά κόμβου τέλους"
FOR temp2 = tempplatos + 1 TO 2 * tempplatos - 1
  PLATOS(temp2).sxet# = PLATOS(temp2).apol! / apolplatos!
  IF temp2 = tempplatos + 1 THEN PLATOS(temp2).cumu# = PLATOS(temp2).sxet# ELSE
  PLATOS(temp2).cumu# = PLATOS(temp2 - 1).cumu# + PLATOS(temp2).sxet#
  PLATOS(temp2).komm% = INT(PLATOS(temp2).sxet# * d24# / maxy! + 1)
  PRINT PLATOS(temp2).apol!; "/"; apolplatos!; "*" ; d24#; "="; PLATOS(temp2).sxet# * d24#; "m"
  ="; PLATOS(temp2).komm%; "κομμάτια."
  sxetplatos2# = sxetplatos2# + PLATOS(temp2).sxet# * d24#
NEXT temp2
```

Διπλωματική εργασία

Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

```
PRINT "Σχετικό πλάτος πλευράς κόμβου τέλους =" ; sxetplatos2# ; "m"
PRINT
GOSUB Space
CLS
PRINT "==== Τελικά αποτελέσματα για τα επιφανειακά στοιχεία ως προς γ-γ ====="
PRINT
PlatosTotalKommattia = 0
FOR temp5 = 1 TO tempplatos - 1
  IF PLATOS(temp5).komm% < PLATOS(temp5 + tempplatos).komm% THEN PLATOS(temp5).komm% =
    PLATOS(temp5 + tempplatos).komm% ELSE PLATOS(temp5 + tempplatos).komm% = PLATOS(temp5).komm%
  IF PLATOS(temp5).cumu# < PLATOS(temp5 + tempplatos).cumu# THEN PLATOS(temp5).cumu# =
    PLATOS(temp5 + tempplatos).cumu# ELSE PLATOS(temp5 + tempplatos).cumu# = PLATOS(temp5).cumu#
  PRINT "Το τμήμα No"; temp5; "χωρίζεται σε"; PLATOS(temp5).komm%; "*" ; PLATOS(temp5).sxet# /
    PLATOS(temp5).komm% * 100; "% = "; PLATOS(temp5).sxet# * 100; "%"
  PlatosTotalKommattia = PlatosTotalKommattia + PLATOS(temp5).komm%
NEXT
PRINT "Σύνολο κομματιών:" ; PlatosTotalKommattia
PRINT
GOSUB Space
CLS
PRINT "==== Διακριτοποίηση ====="
PRINT "Πρώτος ( 1 ) κόμβος κάτω ίνας -> (" ; PINAK1(1).synx; ", " ; PINAK1(1).syny; ", " ;
  PINAK1(1).synz; ") "
PRINT "Τελευταίος (" ; NumberOfKomvoi# ; ") κόμβος κάτω ίνας -> (" ;
  PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx; ", " ; PINAK1(NumberOfKomvoi#).syny; ", " ;
  PINAK1(NumberOfKomvoi#).synz; ") "
IF epay3hsh# > 1 THEN PRINT "Επειδή η άνω ίνα έχει μεγαλύτερο μέγεθος, ο αριθμός των
  κομματιών που δίνεται"
IF epay3hsh# > 1 THEN PRINT "παρακάτω θα έχει αναπροσαρμοστεί λαμβάνοντας υπόψη αυτό το
  γεγονός."
PRINT
MhkosTotalKommattia = 0
tempmhkos = 1 ' Trexwn ari8mos tmhmatos
temp2 = 1 ' Elegxos an teleiwe h eisagwgh tw n dedomenwn
WHILE temp2 = 1
414 PRINT "Κόμβος"; tempmhkos; " : X = "; : IF AI <> 1 THEN INPUT MHKOS(tempmhkos).x ELSE PRINT
  MHKOS(tempmhkos).x
  IF MHKOS(tempmhkos).x = -999 THEN
    temp2 = 0
    IF tempmhkos = 1 THEN x1# = PINAK1(1).synx ELSE x1# = MHKOS(tempmhkos - 1).x
    x2# = PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx
    GOSUB FindLyz
    MHKOS(tempmhkos).apol# = Lyz#
    MHKOS(tempmhkos).komm% = INT(epay3hsh# * Lyz# / maxx! + 1)
    PRINT "Το τμήμα που δώσατε πρέπει να χωριστεί σε"; MHKOS(tempmhkos).komm%; "κομμάτια"
    PRINT "(" ; epay3hsh# ; "*" ; Lyz# ; "/" ; maxx! ; "=" ; (epay3hsh# * Lyz# / maxx!) ; ")"
    MhkosTotalKommattia = MhkosTotalKommattia + MHKOS(tempmhkos).komm%
  ELSE
    IF MHKOS(tempmhkos).x < PINAK1(1).synx OR MHKOS(tempmhkos).x >
      PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx THEN PRINT "Είστε εκτός των ορίων... δοκιμάστε ξανά...": GOTO
      414
    IF tempmhkos > 1 THEN
      IF MHKOS(tempmhkos).x < MHKOS(tempmhkos - 1).x THEN PRINT "Είστε εκτός των ορίων...
        δοκιμάστε ξανά...": GOTO 414
      END IF
      IF tempmhkos = 1 THEN x1# = PINAK1(1).synx ELSE x1# = MHKOS(tempmhkos - 1).x
      x2# = MHKOS(tempmhkos).x
      GOSUB FindLyz
      MHKOS(tempmhkos).apol# = Lyz#
      MHKOS(tempmhkos).komm% = INT(epay3hsh# * Lyz# / maxx! + 1)
      PRINT "Το τμήμα που δώσατε πρέπει να χωριστεί σε"; MHKOS(tempmhkos).komm%; "κομμάτια"
      PRINT "(" ; epay3hsh# ; "*" ; Lyz# ; "/" ; maxx! ; "=" ; (epay3hsh# * Lyz# / maxx!) ; ")"
      MhkosTotalKommattia = MhkosTotalKommattia + MHKOS(tempmhkos).komm%
      tempmhkos = tempmhkos + 1
      IF tempmhkos / 6 = FIX(tempmhkos / 6) THEN GOSUB Space
    END IF
  WEND
  PRINT "Σύνολο Κομματιών: " ; MhkosTotalKommattia
  GOSUB Space
  IF MhkosTotalKommattia + 1 > 1000 THEN PRINT "Έχετε πάνω από 1000 κομμάτια, δώστε μικρότερες
    τιμές maxx και maxy": END
  IF MhkosTotalKommattia + 1 <= 1000 THEN switch% = 1000
```

Διπλωματική εργασία

Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

```
IF MhkosTotalKommata + 1 <= 100 THEN switch% = 100
IF MhkosTotalKommata + 1 <= 10 THEN switch% = 10
CLS
PRINT "Σε ποιό αρχείο θέλετε να αποθηκεύσετε τη γεωμετρία των κόμβων; Προτείνουμε"
PRINT "το αρχείο SAP.S2K (θα δημιουργηθεί στον ίδιο κατάλογο με το παρόν αρχείο)."
IF AI <> 1 THEN INPUT "Αρχείο: "; mySAPfile$ ELSE PRINT "Αρχείο: "; mySAPfile$
killfile$ = "DEL " + mySAPfile$
SHELL killfile$
OPEN mySAPfile$ FOR OUTPUT ACCESS WRITE SHARED AS #5
PRINT #5, ""
PRINT #5, ""
PRINT #5, "; File "; mySAPfile$; " saved using Themistoklis Economou SAPINSRT in KN-m"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "SYSTEM"
PRINT #5, " DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN PAGE=SECTIONS"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "JOINT"
GOSUB Space
CLS
xx1! = PINAK1(1).synx
xx2! = PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx
xx12! = xx2! - xx1!
counter = 1
FOR timesy = 0 TO tempplatos - 1
  IF timesy = 0 THEN cumu1# = 0: cumu2# = 0
  IF timesy = 1 THEN cumu1# = 0: cumu2# = PLATOS(timesy).cumu#
  IF timesy > 1 THEN cumu1# = PLATOS(timesy - 1).cumu#: cumu2# = PLATOS(timesy).cumu#
  dcumu# = cumu2# - cumu1#
  IF timesy <> 0 THEN timesykomm2 = PLATOS(timesy).komm% ELSE timesykomm2 = 1
  FOR timesykomm = 1 TO timesykomm2
    FOR timesx = 0 TO tempmhkos
      IF timesx <> 0 THEN timesxkomm2 = MHKOS(timesx).komm% ELSE timesxkomm2 = 1
      FOR timesxkomm = 1 TO timesxkomm2
        IF timesx = 0 THEN
          x# = PINAK1(1).synx
          dx# = 0
        END IF
        IF timesx = 1 THEN
          dx# = MHKOS(timesx).x - PINAK1(1).synx
          x# = PINAK1(1).synx + dx# * (timesxkomm) / MHKOS(timesx).komm%
        END IF
        IF timesx = tempmhkos THEN
          dx# = PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx - MHKOS(timesx - 1).x
          x# = MHKOS(timesx - 1).x + dx# * (timesxkomm) / MHKOS(timesx).komm%
        END IF
        IF timesx <> 0 AND timesx <> 1 AND timesx <> tempmhkos THEN
          dx# = MHKOS(timesx).x - MHKOS(timesx - 1).x
          x# = MHKOS(timesx - 1).x + dx# * (timesxkomm) / MHKOS(timesx).komm%
        END IF
        GOSUB Find1Y
        GOSUB Find1Z
        IF timesy > 0 THEN PLATO% = PLATOS(timesy).komm% ELSE PLATO% = 1
        xxx# = x# - ((x# - PINAK1(1).synx) / (PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx - PINAK1(1).synx))
        * dx24! * ((cumu1# + dcumu# * (timesykomm) / PLATO%)
        xxx# = xxx# - (1 - (x# - PINAK1(1).synx) / (PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx - PINAK1(1).synx))
        * dx13! * ((cumu1# + dcumu# * (timesykomm) / PLATO%)
        yyy# = y# - ((x# - PINAK1(1).synx) / (PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx - PINAK1(1).synx))
        * dy24! * ((cumu1# + dcumu# * (timesykomm) / PLATO%)
        yyy# = yyy# - (1 - (x# - PINAK1(1).synx) / (PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx - PINAK1(1).synx))
        * dy13! * ((cumu1# + dcumu# * (timesykomm) / PLATO%)
        zzz# = z# - ((x# - PINAK1(1).synx) / (PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx - PINAK1(1).synx))
        * dz24! * ((cumu1# + dcumu# * (timesykomm) / PLATO%)
        zzz# = zzz# - (1 - (x# - PINAK1(1).synx) / (PINAK1(NumberOfKomvoi#).synx - PINAK1(1).synx))
        * dz13! * ((cumu1# + dcumu# * (timesykomm) / PLATO%)
        xxx1$ = "": yyy1$ = "": zzz1$ = ""
        xxx$ = LTRIM$(RTRIM$(STR$(xxx#))): yyy$ = LTRIM$(RTRIM$(STR$(yyy#))): zzz$ = LTRIM$(RTRIM$(STR$(zzz#)))
        FOR k% = 1 TO 100
          IF MID$(xxx$, k%, 1) = "D" THEN xxx2$ = "E" ELSE xxx2$ = MID$(xxx$, k%, 1)
          IF MID$(yyy$, k%, 1) = "D" THEN yyy2$ = "E" ELSE yyy2$ = MID$(yyy$, k%, 1)
          IF MID$(zzz$, k%, 1) = "D" THEN zzz2$ = "E" ELSE zzz2$ = MID$(zzz$, k%, 1)
          xxx1$ = xxx1$ + xxx2$
          yyy1$ = yyy1$ + yyy2$
        
```

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεοδοσίου (Α.Ε.Μ. 8902)

```
zzz1$ = zzz1$ + zzz2$
NEXT k%
PRINT #5, " "; LTRIM$(RTRIM$(STR$(counter))); " X="; xxx1$; " Y="; yyy1$; " Z=";
zzz1$
counter = counter + 1
NEXT timesxkomm
NEXT timesx
NEXT timesykomm
NEXT timesy
PRINT #5, ""
PRINT #5, "PATTERN"
PRINT #5, " NAME=DEFAULT"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "MATERIAL"
PRINT #5, " NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81955"
PRINT #5, " T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117 FY=248211.3"
PRINT #5, " NAME=CONC IDES=C M=2.40068 W=23.56161"
PRINT #5, " T=0 E=2.482113E+07 U=.2 A=.0000099"
PRINT #5, " NAME=OTHER IDES=N M=2.40068 W=23.56161"
PRINT #5, " T=0 E=2.482113E+07 U=.2 A=.0000099"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "SHELL SECTION"
PRINT #5, " NAME=SSEC1 MAT=CONC TYPE=Shell,Thin TH=1"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "SHELL"
counter2 = 1
PTK = PlatosTotalKommata
MTK = MhkosTotalKommata
FOR M% = 1 TO PTK
FOR N% = 1 TO MTK
PRINT #5, " "; LTRIM$(RTRIM$(STR$(counter2))); " J="; LTRIM$(RTRIM$(STR$( (M% - 1) * (MTK + 1) + N%))); " "; LTRIM$(RTRIM$(STR$( (M% - 1) * (MTK + 1) + N% + 1))); " "; LTRIM$(RTRIM$(STR$( (M% * (MTK + 1) + N%))); " "; LTRIM$(RTRIM$(STR$( (M% * (MTK + 1) + N% + 1))); " SEC=SSEC1"
counter2 = counter2 + 1
NEXT N%
NEXT M%
PRINT #5, ""
PRINT #5, "LOAD"
PRINT #5, " NAME=LOAD1 SW=1"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "OUTPUT"
PRINT #5, "; No Output Requested"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "END"
PRINT #5, ""
PRINT #5, "; The following data is used for graphics, design and pushover analysis."
PRINT #5, "; If changes are made to the analysis data above, then the following data"
PRINT #5, "; should be checked for consistency."
PRINT #5, "SAP2000 V7.12 SUPPLEMENTAL DATA"

PRINT #5, " MATERIAL STEEL FY 248211.3"
PRINT #5, " MATERIAL CONC FYREBAR 413685.5 FYSHEAR 275790.3 FC 27579.03 FCSHEAR 27579.03"
PRINT #5, " STATICLOAD LOAD1 TYPE DEAD"
PRINT #5, "END SUPPLEMENTAL DATA"

END
99999 CLS
' Auto Insert Data!
iterations = 1000
myfile1Y$ = "komvoilY.txt"
myfile1Z$ = "komvoilZ.txt"
PINAK1(1).synx = -1!: PINAK1(1).syny = -1!: PINAK1(1).synz = 13.1714
PINAK1(2).synx = 1.4386: PINAK1(2).syny = -.6753: PINAK1(2).synz = 13.2183
PINAK1(3).synx = 30.5602: PINAK1(3).syny = 2.6086: PINAK1(3).synz = 13.6353
PINAK1(4).synx = 33.1441: PINAK1(4).syny = 2.8128: PINAK1(4).synz = 13.6619
PINAK1(5).synx = 35.6941: PINAK1(5).syny = 3.008: PINAK1(5).synz = 13.6876
PINAK1(6).synx = 52.3658: PINAK1(6).syny = 3.994: PINAK1(6).synz = 13.814
PINAK1(7).synx = 54.9819: PINAK1(7).syny = 4.0905: PINAK1(7).synz = 13.8272
PINAK1(8).synx = 57.4659: PINAK1(8).syny = 4.1679: PINAK1(8).synz = 13.8398
PINAK1(9).synx = 96.0815: PINAK1(9).syny = 4.138: PINAK1(9).synz = 14.0597
PINAK1(10).synx = 98.6593: PINAK1(10).syny = 4.0615: PINAK1(10).synz = 14.0688
PINAK1(11).synx = 101.3311: PINAK1(11).syny = 3.9861: PINAK1(11).synz = 14.07
```

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεοδοσίου (Α.Ε.Μ. 8902)

```
PINAK1(12).synx = 129.9379: PINAK1(12).syny = 2.823: PINAK1(12).synz = 14.0092
PINAK1(13).synx = 132.3992: PINAK1(13).syny = 2.7028: PINAK1(13).synz = 13.9565
PINAK1(14).synx = -999: PINAK1(14).syny = -999: PINAK1(14).synz = -999
COEFF1(1).ytimh# = -.866370459053329#: COEFF1(1).ztimh# = 13.1916300688396#
COEFF1(2).ytimh# = .134286495452929#: COEFF1(2).ztimh# = .019572462275231#
COEFF1(3).ytimh# = -3.53998356053424D-04: COEFF1(3).ztimh# = -7.13834569024329D-04
COEFF1(4).ytimh# = -1.55140821652861D-05: COEFF1(4).ztimh# = 4.87902084296231D-05
COEFF1(5).ytimh# = 1.94700308295387D-07: COEFF1(5).ztimh# = -1.72043407617859D-06
COEFF1(6).ytimh# = -1.46821625132413D-09: COEFF1(6).ztimh# = 3.10867573301084D-08
COEFF1(7).ytimh# = 7.4201350414918D-12: COEFF1(7).ztimh# = -3.00038225920883D-10
COEFF1(8).ytimh# = -1.69142244364562D-14: COEFF1(8).ztimh# = 1.47670805940224D-12
COEFF1(9).ytimh# = 0#: COEFF1(9).ztimh# = -2.91882895523579D-15
COEFF1(10).ytimh# = 0#: COEFF1(10).ztimh# = 0#
COEFF1(11).ytimh# = 0#: COEFF1(11).ztimh# = 0#
maxx! = 3!
maxy! = 2!
NumberOfKomvoi# = 13
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synx = -6.902
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).syny = 12.1483
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 2).synz = 13.89
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synx = 126.8389
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).syny = 16.8175
PINAK1(NumberOfKomvoi# + 3).synz = 14.4434
PLATOS(1).apol = .95
PLATOS(2).apol = .3
PLATOS(3).apol = 1
PLATOS(4).apol = 5
PLATOS(5).apol = 5
PLATOS(6).apol = 1
PLATOS(7).apol = .3
PLATOS(8).apol = 1.2
PLATOS(9).apol = -999
FOR temp1 = 1 TO NumberOfKomvoi# - 2
  MHKOS(temp1).x = PINAK1(temp1 + 1).synx
NEXT temp1
MHKOS(NumberOfKomvoi# - 1).x = -999
mySAPfile$ = "SAP.S2K"
AI = 1
IF AI = 1 THEN PRINT "Auto Insert Data Activated!!! ";
GOSUB Space
GOTO 1

' =====Find1Y (x#, COEFF1().ytimh# => y#) =====
Find1Y:
  y# = 0
  FOR iFind1Y% = 1 TO 11
    y# = y# + COEFF1(iFind1Y%).ytimh# * x# ^ (iFind1Y% - 1)
  NEXT iFind1Y%
RETURN

' =====Find2Y (x#, COEFF2().ytimh# => y#) =====
Find2Y:
  y# = 0
  FOR iFind2Y% = 1 TO 11
    y# = y# + COEFF2(iFind2Y%).ytimh# * x# ^ (iFind2Y% - 1)
  NEXT iFind2Y%
RETURN

' =====Find1Z (x#, COEFF1().ztimh# => z#) =====
Find1Z:
  z# = 0
  FOR iFind1Z% = 1 TO 11
    z# = z# + COEFF1(iFind1Z%).ztimh# * x# ^ (iFind1Z% - 1)
  NEXT iFind1Z%
RETURN

' =====Find2Z (x#, COEFF2().ztimh# => z#) =====
Find2Z:
  z# = 0
  FOR iFind2Z% = 1 TO 11
    z# = z# + COEFF2(iFind2Z%).ztimh# * x# ^ (iFind2Z% - 1)
  NEXT iFind2Z%
```

Διπλωματική εργασία

Οικονόμου Θεοδοσίου (Α.Ε.Μ. 8902)

```
RETURN

' =====Find1Ly (iterations, x1#, x2#, COEFF1().ytimh# => Ly#)
Find1Ly:
  Ly# = 0
  FOR iFind1Ly% = 0 TO iterations
    xtemp1# = x1# + iFind1Ly% * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp1#
    GOSUB Find1Y
    ytemp1# = y#
    xtemp2# = x1# + (iFind1Ly% + 1) * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp2#
    GOSUB Find1Y
    ytemp2# = y#
    Ly# = Ly# + SQR((xtemp1# - xtemp2#) ^ 2 + (ytemp1# - ytemp2#) ^ 2)
  NEXT iFind1Ly%
RETURN

' =====Find2Ly (iterations, x1#, x2#, COEFF2().ytimh# => Ly#)
Find2Ly:
  Ly# = 0
  FOR iFind2Ly% = 0 TO iterations
    xtemp1# = x1# + iFind2Ly% * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp1#
    GOSUB Find2Y
    ytemp1# = y#
    xtemp2# = x1# + (iFind2Ly% + 1) * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp2#
    GOSUB Find2Y
    ytemp2# = y#
    Ly# = Ly# + SQR((xtemp1# - xtemp2#) ^ 2 + (ytemp1# - ytemp2#) ^ 2)
  NEXT iFind2Ly%
RETURN

' =====Find1Lz (iterations, x1#, x2#, COEFF1().ztimh# => Lz#)
Find1Lz:
  Lz# = 0
  FOR iFind1Lz% = 0 TO iterations
    xtemp1# = x1# + iFind1Lz% * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp1#
    GOSUB Find1Z
    ztemp1# = z#
    xtemp2# = x1# + (iFind1Lz% + 1) * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp2#
    GOSUB Find1Z
    ztemp2# = z#
    Lz# = Lz# + SQR((xtemp1# - xtemp2#) ^ 2 + (ztemp1# - ztemp2#) ^ 2)
  NEXT iFind1Lz%
RETURN

' =====Find2Lz (iterations, x1#, x2#, COEFF2().ztimh# => Lz#)
Find2Lz:
  Lz# = 0
  FOR iFind2Lz% = 0 TO iterations
    xtemp1# = x1# + iFind2Lz% * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp1#
    GOSUB Find2Z
    ztemp1# = z#
    xtemp2# = x1# + (iFind2Lz% + 1) * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp2#
    GOSUB Find2Z
    ztemp2# = z#
    Lz# = Lz# + SQR((xtemp1# - xtemp2#) ^ 2 + (ztemp1# - ztemp2#) ^ 2)
  NEXT iFind2Lz%
RETURN

' =====Find1Lyz (iterations, x1#, x2#, COEFF1().ytimh#, COEFF1().ztimh# => Lyz#)
Find1Lyz:
  Lyz# = 0
  FOR iFind1Lyz% = 0 TO iterations
    xtemp1# = x1# + iFind1Lyz% * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
    x# = xtemp1#
    GOSUB Find1Y
```

Διπλωματική εργασία Οικονόμου Θεμιστοκλής (Α.Ε.Μ. 8902)

```
ytemp1# = y#
GOSUB Find1Z
ztemp1# = z#
xtemp2# = x1# + (iFind1Lyz% + 1) * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
x# = xtemp2#
GOSUB Find1Y
ytemp2# = y#
GOSUB Find1Z
ztemp2# = z#
Lyz# = Lyz# + SQR((xtemp1# - xtemp2#) ^ 2 + (ytemp1# - ytemp2#) ^ 2 + (ztemp1# - ztemp2#) ^
2)
NEXT iFind1Lyz%
RETURN

' =====Find2Lyz (iterations, x1#, x2#, COEFF2().ytimh#, COEFF2().ztimh# => Lyz#)
Find2Lyz:
Lyz# = 0
FOR iFind2Lyz% = 0 TO iterations
  xtemp1# = x1# + iFind2Lyz% * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
  x# = xtemp1#
  GOSUB Find2Y
  ytemp1# = y#
  GOSUB Find2Z
  ztemp1# = z#
  xtemp2# = x1# + (iFind2Lyz% + 1) * (x2# - x1#) / (iterations + 1)
  x# = xtemp2#
  GOSUB Find2Y
  ytemp2# = y#
  GOSUB Find2Z
  ztemp2# = z#
  Lyz# = Lyz# + SQR((xtemp1# - xtemp2#) ^ 2 + (ytemp1# - ytemp2#) ^ 2 + (ztemp1# - ztemp2#) ^
2)
NEXT iFind2Lyz%
RETURN

Space:
IF SpaceActivated = 1 THEN
  PRINT "Πατήστε <SPACE> για να συνεχίσετε..."
  DO
  LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(32)
END IF
RETURN

ErrorHandler:
SELECT CASE ERR
CASE 52
  PRINT "Bad file name or number"
  END
CASE 53
  PRINT "File NOT found"
  ErrorNumber = 53
  RESUME NEXT
CASE 57
  PRINT "Device I/O error"
  END
CASE 62
  ErrorNumber = 62
  RESUME NEXT
CASE 64
  PRINT "Bad File Name"
  END
CASE 68
  PRINT "Device unavailable"
  END
CASE 71
  PRINT "Drive NOT ready:"
  END
CASE ELSE
  PRINT "An unexpected FATAL error ("; ERR; ") has occurred near "; ERL
  END
END SELECT
END
```


☞ Φορτίσεις - Επίλυση.

Πρέπει να γίνουν οι κάτωθι αναγκαίες αλλαγές στο αρχείο SAP.S2K που δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος SAPINSRT του προηγούμενου κεφαλαίου:

* Αλλαγές / προσθήκες στο αρχείο SAP.S2K.

➤ Υλικά και shell sections.

Τα shells 1-47 και 518-564 αντιστοιχούν σε ένα απλό shell (το οποίο είναι τα άκρα του καταστρώματος) με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

```
NAME=OTHER1 IDES=N
T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=.00001
NAME=SSEC01 MAT=OTHER1 TYPE=Shell,Thick TH=0.4000
```

Τα shells 48-94 και 471-517 αντιστοιχούν στο shell (το οποίο προσπαθεί να εξομοιώσει το κεκλιμένο κάτω μέρος της διατομής), τα χαρακτηριστικά του οποίου εξομοιώσαμε στο πρώτο κεφάλαιο (διατομή 2):

```
NAME=OTHER2 IDES=N
T=0 E=1.7175898E+07 U=.4289 A=.00001
NAME=SSEC02 MAT=OTHER2 TYPE=Shell,Thick TH=1.4130
```

Τα shells 95-470 αντιστοιχούν στο shell (το οποίο προσπαθεί να εξομοιώσει την κυψελωτή διατομή), τα χαρακτηριστικά του οποίου εξομοιώσαμε στο πρώτο κεφάλαιο (διατομή 1):

```
NAME=OTHER3 IDES=N
T=0 E=1.7147740E+07 U=.1005 A=.00001
NAME=SSEC03e MAT=OTHER3 TYPE=Shell,Thick TH=1.8861
```

Εντοπίζουμε τα shells, τα οποία ανήκουν σε στερεές ζώνες, και τους αντιστοιχίζουμε το εξής shell section:

```
NAME=SSEC03f MAT=OTHER1 TYPE=Shell,Thick TH=1.6000
```

➤ Υλικά και frame sections.

Οι τριάδες των μεσοβάθρων έχουν ως σημεία αρχής τα εξής JOINTS:
(157,301,445), (165,309,453), (180,324,468).

Με βάση αυτά τα σημεία δημιουργήσαμε την κατάλληλη συνδεσμολογία (JOINTS, MATERIAL, FRAMES) για τα μεσόβαθρα, μέσω EXCEL.

Πιο συγκεκριμένα, κάθε βάθρο αποτελείται από τρεις στύλους Φ150 που μπαίνουν στο έδαφος (+5,70m) και στο +4,70 ενώνονται με κεφαλόδεσμο πάχους 1,50m.

Στα ακραία βάθρα, μετά τον κεφαλόδεσμο έχουμε 6 ή 8 πασσάλους Φ120 και μήκους 38m, ενώ στο μεσαίο βάθρο έχουμε 10 πασσάλους Φ100 και μήκους 36m. Αυτά τα χαρακτηριστικά θα αλλάξουν (βλ. επόμενες παραγράφους)

Το υλικό STEREA εξομοιώνει τη στερεά ζώνη (λειτουργία κεφαλόδεσμου).

Τα αντίστοιχα υλικά είναι τα εξής:

```
NAME=OTHER4 IDES=N W=25
  T=0 E=3.4E+07 U=.2 A=.00001
NAME=BATH150 MAT=OTHER4 SH=P T=1.5 A=1.767146 J=.4970098
  I=.2485049,.2485049 AS=1.590431,1.590431
NAME=STEREA MAT=OTHER4 SH=R T=20,20
```

➤ Λειτουργία εφεδράνων.

Και στα δύο άκρα του φορέα υπάρχουν ελαστομεταλλικά εφεδράνα διαστάσεων $300 \times 400 \text{ mm}$. Η μεγάλη διάστασή τους είναι τοποθετημένη παράλληλα προς την εγκάρσια έννοια του φορέα.

Τα αποτελέσματα αναφέρονται στη στατική μελέτη του μελετητικού γραφείου «Δρ. Δ. Μπαϊρακτάρης & Συνεργάτες», ενώ πιο πολλές λεπτομέρειες για αυτά μπορούμε να αντλήσουμε στη διπλωματική εργασία του Γεώργιου Πετρόπουλου με υπεύθυνο καθηγητή τον Κ^ο Γ.Γ. Πενέλη.

Αναφέρουμε εν συντομία τα εξής:

Το καθένα από αυτά έχει:

8 στρώσεις με $h_B = 118 \text{ mm}$ και $h_N = 85 \text{ mm}$.

$A = 0,12 \text{ m}^2$.

$J_y = 0,0016 \text{ m}^4$.

$J_z = 0,0009 \text{ m}^4$.

$J_x = 0,0021 \text{ m}^4$.

$E = 630000 \text{ KN/m}^2$.

$G = 1000 \text{ KN/m}^2$.

Για να εισαχθούν στο μοντέλο προσομοίωσης του φορέα, πρέπει να υπολογιστούν οι ελατηριακές σταθερές που αντιστοιχούν σε αυτά τα εφεδράνα. Τελικά, στους κόμβους που αντιστοιχούν αυτά τα εφεδράνα, θα προσαρμόσουμε κατάλληλα στροφικά και γραμμικά ελατήρια.

Σημειώνουμε ότι τα εφεδράνα δεν επηρεάζουν την εντός επιπέδου στροφή του φορέα και για αυτό το λόγο έχουμε 3 γραμμικά ελατήρια και 2 μόνο στροφικά.

Τα πορίσματα της προαναφερθείσας διπλωματικής για αυτές τις τιμές (που υπολογίστηκαν με τη βοήθεια του *Beton Kalender 1977*, τόμος I, σελ. 1055) είναι τα εξής:

$k_{u1} = k_{u2} = 1411,7467 \text{ KN/m}^2$.

$k_{u3} = 75600 \text{ KN/m}^2$.

$k_{r1} = 4268,577 \text{ KNm/rad}^2$.

$k_{r2} = 1350,6045 \text{ KNm/rad}^2$.

Η κατακόρυφη μετακίνηση των άκρων της γέφυρας έχει δεσμευτεί.

➤ **Θεμελίωση με πασσάλους.**

Τα χαρακτηριστικά των πασσάλων έχουν αλλάξει σύμφωνα με την εδαφοτεχνική μελέτη της γέφυρας που έγινε στη διπλωματική εργασία του Γεώργιου Πετρόπουλου υπό την καθοδήγηση του Καθηγητή Κ^ο Γ.Γ. Πενέλη.

Πιο συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν οι ελατηριακές σταθερές που αντιστοιχούν σε αυτούς τους πασσάλους με δύο μεθόδους:

- Με σταθερό οριζόντιο δείκτη εδάφους κατά DIN 4014 §7.4.2.
- Με γραμμικά μεταβαλλόμενο δείκτη εδάφους σύμφωνα με την εδαφοτεχνική έρευνα της μελέτης της γέφυρας.

Τα αποτελέσματα ήταν παραπλήσια και έτσι οι πάσσαλοι Φ120 και Φ100 (38 και 36 μέτρων αντίστοιχα), αντικαταστάθηκαν από τον κάτωθι συνδυασμό MATERIALS και FRAMES (αντίστοιχα μήκη frames: **4,333m** και **5,50m**):

```
NAME=BATH120 IDES=C W=25
T=0 E=41380 U=.453 A=.00001
NAME=BATH100 IDES=C W=25
T=0 E=60000 U=.0207 A=.00001
```

```
NAME=BATH120 MAT=BATH120 SH=P T=5.164 A=20.94413 J=69.81438
I=34.90719,34.90719 AS=18.84972,18.84972
NAME=BATH100 MAT=BATH100 SH=P T=4.773 A=17.89257 J=50.95251
I=25.47625,25.47625 AS=16.10331,16.10331
```

* **Φορτία.**

➤ **Ίδιο βάρος (LC2).**

Έχουμε $\gamma=25 \text{ KN/m}^3$. Αυτό σημαίνει ότι κάθε shell θα φορτίζεται με τα εξής φορτία:

Τα άκρα της διατομής με $g=0,40 \cdot 25,00 \rightarrow g = 10 \text{ KN/m}^2$.

Το κεκλιμένο κομμάτι της διατομής με $\frac{0,30}{0,30} \cdot 25,00 \rightarrow g = 25 \text{ KN/m}^2$.

Η συμπαγής διατομή με $1,60 \cdot 25,00 \rightarrow g = 40 \text{ KN/m}^2$.

Η κυρλωτή διατομή $\frac{1,60 \cdot 1,50 - \frac{\pi \cdot 1,20^2}{4}}{1,50} \cdot 25,00 \rightarrow g = 21,15 \text{ KN/m}^2$.

➤ **Πρόσθετα μόνιμα (LC12).**

Οδόστρωμα: $g = 0,10 \cdot 23,00 \rightarrow g = 2,3 \text{ KN/m}^2$.

Πεζοδρόμιο: $g = 0,30 \cdot 25,00 \rightarrow g = 7,5 \text{ KN/m}^2$.

► **Κινητά (LC 3-6,13-20, 23-30, 33-40).**

Επειδή έχουμε γέφυρα, αυτό που καθορίζει την κατηγορία (κλάση) της είναι τα οχήματα που τη διασχίζουν και αποτελούν ουσιαστικά την κινητή φόρτισή της.

Η κλάση της εν λόγω γέφυρας είναι 60/30. Αυτό σημαίνει ότι θα χρησιμοποιήσουμε δύο πρότυπα οχήματα. Το πρώτο είναι ένα όχημα βαρύ 600 KN (το οποίο έχει τρεις άξονες από δύο τροχούς των 100 KN) και ένα όχημα ελαφρύ των 300 KN (50 KN ανά τροχό).

Τα συμβατικά αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης δεν επηρεάζουν την γέφυρα και δεν υπολογίζονται. Επίσης, τα δύο προαναφερθέντα οχήματα τοποθετούνται πάντα το ένα δίπλα στο άλλο. Οι τρεις άξονες κάθε οχήματος ισαπέχουν μεταξύ τους 1,5m, ενώ η απόσταση των τροχών τους είναι 2m. Η διάσταση κάθε οχήματος ορίζεται 6x4m.

Έχουμε επίσης μια ομοιόμορφη φόρτιση καταστρώματος των 3 KN/m², ενώ η κύρια τροχιά (η λωρίδα που κινείται το βαρύ όχημα) έχει επιπλέον 2 KN/m² (βλ. Δρ κύριας τροχιάς). Τα φορτία αυτά δεν ισχύουν κάτω από την επιφάνεια που καλύπτουν τα δύο οχήματα.

Τέλος, λόγω της δυναμικής καταπόνησης της γέφυρας από τα διερχόμενα οχήματα, τα φορτία των βαρέων οχημάτων και η επιφανειακή φόρτιση της κύριας τροχιάς επιβαρύνονται με το συντελεστή δυναμικής επαύξησης φ. Ο τελευταίος δίνεται από τη σχέση $\varphi = 1,4 - 0,008 \cdot L$, όπου L το στατικό άνοιγμα της γέφυρας. Στους συνεχούς φορείς, το L ισούται με το μέσο όρο όλων των ανοιγμάτων.

Με βάση τα ανωτέρω, έχουμε:

Καταστρώματος: $p = 3,00 \text{ KN/m}^2$.

Κύριας τροχιάς: $\varphi = 1,40 - 0,008 \cdot (34,5 + 22 + 44 + 34,5) / 4 \rightarrow$
 $\varphi = 1,13.$

$\Delta p = 1,13 \cdot 5,00 - 3,00 \rightarrow \Delta p = 2,65 \text{ KN/m}^2$.

Τροχός οχήματος 60t: $P_1 = 1,13 / 6 \cdot (600 - 3,0 \cdot 6,0 \cdot 5,0) \rightarrow$

$P_1 = 96,05 \text{ KN}.$

Τροχός οχήματος 30t: $P_2 = 1,000 / 6 \cdot (300 - 3,0 \cdot 6,0 \cdot 3,0) \rightarrow$

$P_2 = 41,00 \text{ KN}.$

Σημειώνουμε ότι τα μοναχικά φορτία των οχημάτων δεν είναι πάντα στην ακριβή τους θέση, αλλά γίνεται μια προσπάθεια να αποδοθούν όσο το δυνατόν καλύτερα στο μοντέλο.

Ακολουθούν δύο διαγράμματα με τους αντίστοιχους συνδυασμούς για τα κινητά φορτία:

➤ **Αντικατάσταση εφεδράνων (LC 21,31).**

Για την αντικατάσταση των εφεδράνων συνεχών φορέων, υπολογίζουμε περίπου 0,5cm υπερύψωση κάθε στήριξης, οπότε έχουμε:

$$\delta_z = 0,005/1,75 \rightarrow \underline{\delta_z = 0,003m.}$$

➤ **Συστολή ξήρασης.**

$$\varepsilon_{s\infty} = -22 \cdot 10^{-5}$$

Αντιστοιχεί σε αξονική μεταβολή θερμοκρασίας:

$$\text{Για τον υπολογισμό των μετατοπίσεων: } T_{s\delta} = -22^\circ\text{C.}$$

Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών ($\phi_\infty = 2,00$):

$$T_{ss}^- = \frac{T_{s\delta}}{1,75} \cdot \frac{E_\infty}{E_0} = \frac{-22}{1,75 \cdot (1+2,00)} = -\frac{22}{5,25} \Rightarrow T_{ss}^- = -4,20^\circ\text{C.}$$

➤ **Ερπυσμός.**

$$\sigma_{vm} \approx -5000 \text{ KN/m}^2.$$

$$\varepsilon_{k\infty} = \frac{\sigma_{vm}}{E} \cdot \phi_\infty = \frac{-5000}{34 \cdot 10^6} \cdot 2,00 \Rightarrow \varepsilon_{k\infty} = -29,40 \cdot 10^{-5}.$$

Η ισοδύναμη αξονική μεταβολή της θερμοκρασίας:

$$\text{Για τον υπολογισμό των μετατοπίσεων: } T_{k\delta} = -29,40^\circ\text{C.}$$

Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών ($\phi_\infty = 2,00$):

$$T_{ks}^- = \frac{T_{k\delta}}{1,75} \cdot \frac{E_\infty}{E_0} = \frac{-29,40}{1,75 \cdot (1+2,00)} = -\frac{29,40}{5,25} \Rightarrow T_{ks}^- = -5,60^\circ\text{C.}$$

➤ **Αξονική μεταβολή της θερμοκρασίας.**

$$\text{Για τον υπολογισμό των μετατοπίσεων: } T_{1\delta} = +20^\circ\text{C.}$$

$$T_{2\delta} = -30^\circ\text{C.}$$

Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών ($\phi_\infty = 2,00$):

$$T_{1s} = \frac{T_{1\delta}}{1,75} = \frac{20}{1,75} \Rightarrow T_{1s} = 11,43^\circ\text{C.}$$

$$T_{2s} = \frac{T_{2\delta}}{1,75} = \frac{-30}{1,75} \Rightarrow T_{2s} = -17,14^\circ\text{C.}$$

Με συστολή και ερπυσμό έχουμε:

$$\text{Για τον υπολογισμό των μετατοπίσεων: } T_{\delta}^- = -30-22-29,40 \rightarrow$$

$$\underline{T_{\delta}^- = -81,40^\circ\text{C.}}$$

$$\underline{T_{\delta}^+ = +20^\circ\text{C.}}$$

$$\text{Για τον υπολογισμό των εντατ. μεγεθών: } T_{s}^- = -17,14-4,20-5,60 \rightarrow$$

$$\underline{T_{s}^- = -26,94^\circ\text{C.}} \quad (\approx T_{\delta}^- / 3,00)$$

$$\underline{T_{s}^+ = +11,43^\circ\text{C.}} \quad (= T_{\delta}^+ / 1,75)$$

(Σημειώνουμε ότι πχ, $T_{\delta}^- = \{LC11\} \cdot 8,140$).

➤ **Εγκάρσια μεταβολή θερμοκρασίας (LC10).**

Για τον υπολογισμό των μετατοπίσεων: $\Delta T_{1\delta} = +7,0^{\circ}\text{C}$.
 $\Delta T_{2\delta} = -3,5^{\circ}\text{C}$.

Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών:

$$\Delta T_{1s} = \frac{\Delta T_{1\delta}}{1,75} = \frac{7,0}{1,75} \Rightarrow \Delta T_{1s} = 4,00^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta T_{2s} = \frac{\Delta T_{2\delta}}{1,75} = \frac{-3,5}{1,75} \Rightarrow \Delta T_{2s} = -2,00^{\circ}\text{C}.$$

(Σημειώνουμε ότι πχ, $\Delta T_{1\delta} = \{\text{LC10}\} \cdot 0,7$).

➤ **Πρόσκρουση.**

$P_{Ay} = 1000 \text{ KN}$ στο στύλο του μεγάλου ανοίγματος, σε ύψος 2,20 από τον κεφαλόδεσμο. Ο κοντινότερος κόμβος είναι ο 3183.

➤ **Τροχοπέδηση.**

Το φορτίο των δυνάμεων τροχοπέδησης λαμβάνεται ίσο με το 25% της φόρτισης της κύριας λωρίδας κυκλοφορίας, αποτελούμενο από το φορτίο του πρότυπου οχήματος και από το επιφανειακό φορτίο p_1 . Επίσης, πρέπει αφενός μεν, να είναι μεγαλύτερο από το 1/3 των φορτίων δύο προτύπων οχημάτων της κύριας και δευτερεύουσας κυκλοφορίας, αφετέρου δε να είναι μικρότερο των 900 KN. Δηλαδή πρέπει να ισχύει η κάτωθι σχέση:

$$\frac{1}{3} \cdot (600 + 300) < \frac{[(34,5 + 22 + 44 + 34,5 - 6,0) \cdot 3,0 \cdot 5,0 + 600]}{4} < 900 \Rightarrow$$

$$300 \text{ KN} < 633,75 \text{ KN} < 900 \text{ KN}.$$

Τελικά, δηλαδή, $F_{\text{τροχ}} = 633,75 \text{ KN}$.

Επειδή έχουμε $(336 - 289 + 1) = 48$ κεντρικούς κόμβους, το ανωτέρω φορτίο θα κατανεμηθεί ανάλογα με το μήκος επιρροής. Οι δύο ακραίοι

$$\text{κόμβοι θα έχουν φορτίο } P_{\text{ακρ}} = \frac{633,75}{47} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow P_{\text{ακρ}} = 6,742 \text{ KN}.$$

Οι υπόλοιποι 46 θα έχουν φορτίο $P_{\mu} = 13,484 \text{ KN}$.

➤ **Άνεμος.**

Ο άνεμος είναι ένα οριζόντιο φορτίο που δρα οριζόντια στην πλάκα. Σύμφωνα με τους κανονισμούς, τα μέτωπα δράσης του ανέμου είναι δύο:

- Το μέτωπο που δρα αποκλειστικά στο πάχος πλάκας και πεζοδρομίου και στο ύψος του στηθαίου ασφαλείας. Αν δεχτούμε 0,70m στηθαίο ασφαλείας μαζί με πιθανή κλίση του καταστρώματος, 0,30m πάχος πεζοδρομίου και 1,60 πάχος καταστρώματος έχουμε συνολικά μέτωπο 2,60m. Δεχόμαστε ανεμοπίεση $w_1 = 1,75 \text{ KN/m}^2$.

Το φορτίο του μετώπου, είναι τελικά $(34,5+22+44+34,5) \cdot 1,75 \cdot 2,60 \rightarrow F_1 = 614,25 \text{ KN}$.

- Το μέτωπο που δρα στο πάχος του καταστρώματος, του στηθαίου ασφαλείας και ενός οχήματος ύψους 3,5m, δηλαδή συνολικά $1,60+0,70+3,50=5,80\text{m}$. Η ανεμοπίεση είναι μικρότερη και ίση με $w_2=0,90\text{KN/m}^2$. Το φορτίο του μετώπου, είναι τελικά $(34,5+22+44+34,5) \cdot 0,90 \cdot 5,80 \rightarrow F_2 = 704,70 \text{ KN}$.

Επιλέγουμε τη δυσμενέστερη τιμή, οπότε $F_w = 704,70 \text{ KN}$.

Επειδή έχουμε $(336-289+1)=48$ κεντρικούς κόμβους, το ανωτέρω φορτίο θα κατανεμηθεί ανάλογα με το μήκος επιρροής. Οι δύο ακραίοι

κόμβοι θα έχουν φορτίο $P_{w,ακρ} = \frac{704,70}{47} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow P_{w,ακρ} = 7,497\text{KN}$.

Οι υπόλοιποι 46 θα έχουν φορτίο $P_{w,μ} = 14,994\text{KN}$.

*** Πίνακας φορτίσεων.**

- LC 2: Ίδιο βάρος.
- LC 3: Κινητό καταστρώματος, 1^ο άνοιγμα.
- LC 4: Κινητό καταστρώματος, 2^ο άνοιγμα.
- LC 5: Κινητό καταστρώματος, 3^ο άνοιγμα.
- LC 6: Κινητό καταστρώματος, 4^ο άνοιγμα.
- LC 10: Εγκάρσια μεταβολή θερμοκρασίας $\Delta T = +10$ °C.
- LC 11: Διαμήκης μεταβολή θερμοκρασίας $T = +10$ °C.
- LC 12: Πρόσθετα μόνιμα.
- LC 13: Κινητά κύριας τροχιάς 1^ο άνοιγμα, άκρο.
- LC 14: Κινητά κύριας τροχιάς 1^ο άνοιγμα, μέσο.
- LC 15: Κινητά κύριας τροχιάς 2^ο άνοιγμα, άκρο.
- LC 16: Κινητά κύριας τροχιάς 2^ο άνοιγμα, μέσο.
- LC 17: Κινητά κύριας τροχιάς 3^ο άνοιγμα, άκρο.
- LC 18: Κινητά κύριας τροχιάς 3^ο άνοιγμα, μέσο.
- LC 19: Κινητά κύριας τροχιάς 4^ο άνοιγμα, άκρο.
- LC 20: Κινητά κύριας τροχιάς 4^ο άνοιγμα, μέσο.
- LC 21: Ανύψωση 0,5cm στο αριστερό ακρόβαθρο.
- LC 23: Κινητό οχημάτων, 1^ο άνοιγμα, maxM άκρο.
- LC 24: Κινητό οχημάτων, 1^ο άνοιγμα, maxM μέσο.
- LC 25: Κινητό οχημάτων, 1^ο άνοιγμα, minM άκρο.
- LC 26: Κινητό οχημάτων, 1^ο άνοιγμα, minM μέσο.
- LC 27: Κινητό οχημάτων, 2^ο άνοιγμα, maxM άκρο.
- LC 28: Κινητό οχημάτων, 2^ο άνοιγμα, maxM μέσο.
- LC 29: Κινητό οχημάτων, 3^ο άνοιγμα, minM¹ άκρο.
- LC 30: Κινητό οχημάτων, 3^ο άνοιγμα, minM¹ μέσο.
- LC 31: Ανύψωση 0,5cm στο δεξιό ακρόβαθρο.
- LC 33: Κινητό οχημάτων, 3^ο άνοιγμα, maxM άκρο.
- LC 34: Κινητό οχημάτων, 3^ο άνοιγμα, maxM μέσο.
- LC 35: Κινητό οχημάτων, 3^ο άνοιγμα, minM^r άκρο.
- LC 36: Κινητό οχημάτων, 3^ο άνοιγμα, minM^r μέσο.
- LC 37: Κινητό οχημάτων, 4^ο άνοιγμα, minM άκρο.
- LC 38: Κινητό οχημάτων, 4^ο άνοιγμα, minM μέσο.
- LC 39: Κινητό οχημάτων, 4^ο άνοιγμα, maxM άκρο.
- LC 40: Κινητό οχημάτων, 4^ο άνοιγμα, maxM μέσο.
- LC 41: Τροχοπέδηση.
- LC 43: Άνεμος.
- LC 47: Πρόσκρουση.

* Συνδυασμοί.

Κατά DIN 1072, προκειμένου να γίνει η διαστασιολόγηση, οι συνδυασμοί είναι οι εξής:

➤ Κατάσταση Η.

- Ίδιο βάρος (συντελεστής 1,00).
- Πρόσθετα μόνιμα φορτία (συντελεστής 1,00).
- Κινητά φορτία (συντελεστής 1,00).
- Αντικατάσταση εφεδράνων (συντελεστής 1,00).

➤ Κατάσταση Ηz.

- Ίδιο βάρος (συντελεστής 0,90).
- Πρόσθετα μόνιμα φορτία (συντελεστής 0,90).
- $\max \left\{ \begin{array}{l} \text{κινητά φορτία (0,90) + θερμοκρασιακά φορτία (0,70/1,75)} \\ \text{κινητά φορτία (0,70} \cdot \text{0,90) + θερμοκρασιακά φορτία (1,00/1,75)} \end{array} \right\}$
- Αντικατάσταση εφεδράνων (συντελεστής 0,90).
- Άνεμος (συντελεστής 0,90).
- Δύναμη τροχοπέδησης (συντελεστής 0,90).
- Πρόσκρουση (συντελεστής 0,90).

➤ Κατάσταση σεισμού.

Δεν έχει αναλυθεί.

Για να μπορέσουμε να ομαδοποιήσουμε τα αποτελέσματα των μη σεισμικών φορτίσεων, δημιουργήσαμε τους εξής συνδυασμούς στο πρόγραμμα SAP2000:

• Combo MONIMA.

Άθροισμα αποτελεσμάτων των φορτίσεων LC2 και LC12 (Ίδιο βάρος και πρόσθετα μόνιμα, αντίστοιχα).

• Combo KINHHTA.

Περιβάλλουσα αποτελεσμάτων των φορτίσεων LC3+LC13+LC23, LC4+LC14+LC24, LC3+LC13+LC25, κλπ. (Συνδυασμός υπο-συνδυασμών)

• Combo COMBO1.

Άθροισμα συνδυασμών MONIMA και KINHHTA.

• Combo COMBO2.

Άθροισμα συνδυασμών MONIMA και LC21 (αντικατάσταση εφεδράνων αριστερά).

•Combo COMBO3.

Άθροισμα συνδυασμών MONIMA και LC31 (αντικατάσταση εφεδράνων δεξιά).

•Combo PERIBAL.

Περιβάλλουσα συνδυασμών MONIMA, COMB1, COMB2, COMB3, ουσιαστικά, δηλαδή, είναι η κατάσταση H.

Φυσικά, η κατάσταση Hz είναι δυνατόν να επιλυθεί μόνο με τη βοήθεια του Excel, αφού έχει υπερβολικά πολλούς συνδυασμούς. Έτσι, λύσαμε κάθε φορτιστική κατάσταση ξεχωριστά, εισαγάγαμε τα αποτελέσματα (αρχείο .OUT) στο Excel και η επαλληλία έγινε με τη βοήθειά του.

Δεν έχουμε κινητά, θερμοκρασιακές μεταβολές και άνεμο στην περίπτωση αντικατάστασης εφεδράνων γιατί όπως είναι φυσικό οι εργασίες γίνονται σε ευνοϊκές συνθήκες.

Η μέγιστη ή ελάχιστη ένταση (M11, M22, V13, V23) κάθε επιφανειακού στοιχείου είναι η μέγιστη ή ελάχιστη από τις εντάσεις των τεσσάρων κόμβων που το αποτελούν.

Διπλωματική εργασία
Οικονόμου Θεμιστοκλῆς (Α.Ε.Μ. 8902)

Αναφέρουμε ενδεικτικά τις τιμές ροπών σε μερικά στοιχεία shell:

Τυπικές Διατομές και Αντίστοιχες Τιμές Εντατικών Μεγεθών					
SHELL	Θέση στο φορέα	maxM11	maxM22	Κόμβοι	
		minM11	minM22		
330	Μεγαλύτερη ένταση maxM11, minM11, minM22 (Ανάμεσα στα δύο άνω εφέδρανα αριστερά)	9829,848	11519,037	385	337
		9829,848	9829,848		385
235	Μεγαλύτερη ένταση maxM22 (Ανάμεσα στα δύο κάτω εφέδρανα δεξιά)	7703,797	13528,485	288	240
		7703,797	7703,797		288
263	Μέσο κεντρικού ανοίγματος (Κέντρο)	3892,172	177,205	269	268
		3218,037	3892,172		269
122	Εξωτερικό άκρο περιοχής διάκενων 1 (Μέσο κεντρικού ανοίγματος)	4013,956	134,264	125	
		3259,149	4013,956		
451	Εξωτερικό άκρο περιοχής διάκενων 2 (Μέσο κεντρικού ανοίγματος)	3665,618	49,470	461	508
		3074,758	3665,618		461
303	Μεσαία στήριξη 1	-3593,581	-350,402	309	
		-4188,871	-3593,581		
317	Μεσαία στήριξη 2	-773,468	-142,395	324	
		-1272,255	-773,468		
162	Ακραία στήριξη 1	-3394,797	160,553	165	
		-3984,310	-3394,797		
176	Ακραία στήριξη 2	-2596,127	-621,404	180	
		-3025,689	-2596,127		
306	Τέταρτα κεντρικού ανοίγματος (Μέση)	1307,375	217,981	313	312
		1022,221	1307,375		313
400	Τέταρτα κεντρικού ανοίγματος (Ακρη εξωτερική)	950,401	32,176	409	456
		738,075	950,401		409
118	Τέταρτα κεντρικού ανοίγματος (Ακρη εσωτερική-πρόβολος)	2212,430	165,599	121	
		1734,697	2212,430		
241	Μέσο 1ου ανοίγματος (Κέντρο)	4405,519	864,689	295	
		3795,770	4405,519		
382	Μέσο 1ου ανοίγματος (Ακρη εσωτερική)	4393,818	719,123	439	
		3743,370	4393,818		
251	Μέσο 2ου ανοίγματος (Κέντρο)	669,907	257,592	305	
		337,058	669,907		
392	Μέσο 2ου ανοίγματος (Ακρη εσωτερική)	1072,600	176,982	449	
		770,795	1072,600		
276	Μέσο 4ου ανοίγματος (Κέντρο)	3585,815	44,382	330	
		2901,790	3585,815		
417	Μέσο 4ου ανοίγματος (Ακρη εσωτερική)	3494,501	-40,990	474	
		2860,113	3494,501		

Βιβλιογραφία.

- Πενέλης Γ., Στυλιανίδης Κ., Κάππος Α., Ιγνατάκης Χ., 1995, «Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα (Πανεπιστημιακές Σημειώσεις)», Θεσσαλονίκη.
- Βαλιάσης Θ., 1997, «Στατική των γραμμικών φορέων», Θεσσαλονίκη.
- Τέγος Ι., 1996, «Ολόσωμες Γέφυρες (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)», Θεσσαλονίκη.
- **Beton Kalender**, 1^{ος} και 2^{ος} τόμος.
- Μπαϊρακτάρης Δ. και Συνεργάτες, 1999, «Κατασκευή δυτικής εισόδου Θεσσαλονίκης (Μελέτη)», Αθήνα.
- Πετρόπουλος Γ., 2001, «Εκτίμηση φέρουσας ικανότητας σε σεισμό της γέφυρας της δυτικής εισόδου (τεχνικό <A1-A2>) της Θεσσαλονίκης (Διπλωματική εργασία)», Θεσσαλονίκη.
- Παρασκευά Θ., Ψαράς Αντ., 2002, «Ολόσωμες γέφυρες (θέμα 9^{ου} εξαμήνου)», Θεσσαλονίκη.