

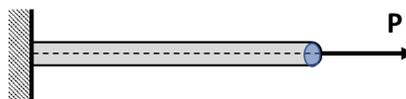
## “Ανάλυση κατασκευών με τη Μ.Π.Σ.”

### 1η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

#### A. ΡΑΒΔΟΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ:

Η ράβδος του διπλανού σχήματος κυκλικής διατομής, διαμέτρου  $d=10\text{ mm}$  και μήκους  $L=2\text{ m}$ , εφελκύεται με μια δύναμη  $P=12\text{ KN}$ . Το μέτρο ελαστικότητας του υλικού της ράβδου είναι  $E=200\text{ GPa}$ .

1. Να βρεθεί η μέγιστη επιμήκυνση της ράβδου, θεωρώντας ότι υπό την συγκεκριμένη φόρτιση το υλικό της ράβδου παραμένει στην ελαστική περιοχή.
2. Να γίνει επαλήθευση των αποτελεσμάτων με χρήση αναλυτικής μεθόδου.



---

## “Preprocessor”

### 1 Δημιουργία σημείων (Keypoints)

Στο ANSYS τα σημεία της γεωμετρίας, απαραίτητα για τον ορισμό των γραμμών ονομάζονται Keypoints. **Σημαντική Σημείωση:** Στο ANSYS δεν υπάρχουν μονάδες. Ο χρήστης εισάγει μόνο νούμερα και θα πρέπει να φροντίζει να αυτά να είναι συμβατά. Επιλέγουμε να εργαστούμε με mm και N. Οπότε το μέτρο ελαστικότητας θα πρέπει να δοθεί σε  $\text{N/mm}^2$  (=MPa).

(i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Modeling->Create->Keypoints** και επιλέγουμε **In active CS:**

“*Create Keypoints in Active Coordinate System*”,

συμπληρώνουμε  $x=0$  και πατώντας **Apply** δημιουργείται το 1ο keypoint και στη συνέχεια συμπληρώνουμε  $x=2000$  και πατώντας **OK** δημιουργείται το 2ο keypoint **και ταυτόχρονα κλείνει η καρτέλα**.

### 2 Δημιουργία γραμμής (Line)

Στο ANSYS οι γραμμές της γεωμετρίας ονομάζονται Lines.

(i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Modeling->Create->Lines** και επιλέγουμε **Straight Line**.

(ii) Εμφανίζεται η καρτέλα “**Create Straight Line**”. Στη καρτέλα αυτή πρέπει να εισαχθούν τα δύο id (αριθμοί ταυτότητας) των σημείων από τα οποία θα σχηματιστεί η γραμμή. Αυτό μπορεί να γίνει είτε από το πεδίο εισαγωγής δεδομένων της καρτέλας, είτε με το ποντίκι, χτυπώντας στον καμβά διαδοχικά το 1ο και το 2ο σημείο. Πλησιάζοντας στο 2ο σημείο προβάλλεται μια προεπισκόπηση

της γραμμής που δύνανται να σχηματιστεί, αλλά για να δημιουργηθεί αυτή πρέπει να κάνουμε click πάνω στο σημείο.

### **3 Ορισμός υλικού**

- (i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Material Props** και επιλέγουμε **Material Models**.
  - (ii) Στην καρτέλα **“Define material model Behavior”** που εμφανίζεται και στη δεξιά στήλη **“Material Models Available”** επιλέγουμε **Structural->Linear-Elastic->Isotropic**.
  - (iii) Στην καρτέλα **Linear “Isotropic properties for material 1”** που εμφανίζεται συμπληρώνουμε στο πεδίο **EX** το μέτρο ελαστικότητας, δηλαδή **200000** (σε MPa). Πατάμε **OK**.
- Στην αριστερή στήλη της καρτέλας “Define material model Behavior” να υπάρχει πλέον διαθέσιμο το “Material model Number 1”, δηλαδή υλικό με id = 1.*

### **4 Ορισμός στοιχείου (element)**

Το κατάλληλο στοιχείο για να μοντελοποιήσουμε ράβδο σε εφελκυσμό είναι το LINK180.

[https://ansyshelp.ansys.com/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v192/ans\\_elem/Help/E\\_LINK180.html](https://ansyshelp.ansys.com/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v192/ans_elem/Help/E_LINK180.html)

Για να το ορίσουμε στο μοντέλο μας το στοιχείο LINK180 κάνουμε τα εξής:

- (i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Element type** και επιλέγουμε **Add/Edit/Delete**.
- (ii) Στην καρτέλα **“Element type”** που εμφανίζεται επιλέγουμε **“Add”**.
- (iii) Από τα διαθέσιμα elements επιλέγουμε **Link** και **3D finit stn 180**.
- (iv) Πατώντας **OK** επιστέφουμε στην καρτέλα **“Element type”**, όπου το στοιχείο εμφανίζεται με **ID=1** (Type 1) και με ονομασία **LINK180**.

### **5 Δήλωση διατομής του στοιχείου LINK180**

- (i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Sections->Link** και επιλέγουμε **Add**.
- (ii) **«Add link section with ID»** πληκτρολογούμε **1**, στο πεδίο εισαγωγής τιμών **Section name** συμπληρώνουμε π.χ. **truss** και στο **Section Data - Link area** συμπληρώνουμε **78.5375** ( $\pi r^2$ ).

### **6 Διακριτοποίηση (Meshing)**

#### **6.1 Ορισμός των παραμέτρων της διακριτοποίησης**

- (i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Meshing->Mesh Attributes** και επιλέγουμε **All Lines**.
- (ii) Στην καρτέλα **“Line Attributes”** που εμφανίζεται, επιλέγουμε, από τα drop-down menus, τις ιδιότητες που επιθυμούμε (εδώ **MAT=1**, **TYPE Element=1 Link** και **SECT Element=1 truss**).

#### **6.2 Ορισμός της πυκνότητας της διακριτοποίησης**

- (i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Meshing** και επιλέγουμε **Mesh Tool**.
- (ii) Στην καρτέλα **“Mesh Tool”** που εμφανίζεται, και στο **Size Controls** επιλέγουμε το κουμπί **Set των Lines**.
- (iii) Στην καρτέλα **“Element Size on Picked Lines”** που εμφανίζεται επιλέγουμε σε ποιες γραμμές θέλουμε ρυθίσουμε την πυκνότητα του mesh. Εδώ, επιλέγουμε **Pick All**, μιας και έχουμε μόνο μια γραμμή.

(iv) Στην καρτέλα “**Element Size on Picked Lines**” που εμφανίζεται ρυθμίζουμε την πυκνότητα του mesh. Αυτό μπορεί να γίνει: είτε (α) συμπληρώνοντας στο πεδίο SIZE το μέγεθος των στοιχείων που επιθυμούμε ( $SIZE = L/10=2000/10=200$ ) είτε (β) συμπληρώνοντας στο πεδίο NDIV τον αριθμό των στοιχείων που επιθυμούμε ( $NDIV = 10$ )

### 6.3 Διακριτοποίηση γραμμής

- (i) Πηγαίνουμε στο **Preprocessor-> Meshing** και επιλέγουμε **Mesh Tool**.
- (ii) Στην καρτέλα “**Mesh Tool**” που εμφανίζεται, **πατάμε το κουμπί Mesh**, ελέγχοντας ότι στο drop-down μενού “**Mesh:**” η προεπιλογή είναι **Lines**
- (iii) Στην καρτέλα “**Element Size on Picked Lines**” που εμφανίζεται επιλέγουμε ποιες γραμμές θέλουμε να διακριτοποιήσουμε. Εδώ, επιλέγουμε **Pick All**, μιας και έχουμε μόνο μια γραμμή.

---

## “Save”

**File -> Save as....** ανοίγει η καρτέλα **Save DataBase**

1. **Save DataBase to Directories:** Επιλέγουμε τον φάκελο που θέλουμε να αποθηκεύσουμε το αρχείο **.db** (πρέπει να έχουμε δημιουργήσει τον φάκελο - δείτε σημειώσεις «*working directory*»)
2. Στο πεδίο **\*.db** πληκτρολογούμε **Erg1a.db**
3. **OK**

---

## “Solution”

### 7 Εφαρμογή Συνοριακών Συνθηκών

#### 7.1 Συνθήκες στήριξης - Πάκτωση

- (i) Πηγαίνουμε στο **Solution-> Define Loads->Apply->Structural->Displacement** και επιλέγουμε **On Keypoints**.
- (ii) Στην καρτέλα “**Pick: Apply U, ROT on KPS**” που εμφανίζεται επιλέγουμε σε ποια **KPs** θέλουμε να εφαρμόσουμε την συνθήκη. Για να γίνει αυτό είτε συμπληρώνουμε το id του keypoint (εδώ **id=1**) είτε κάνουμε click στον καμβά κοντά στην περιοχή που βρίσκεται το σημείο. Το σημείο που επιλέγεται περικλείεται από ένα κίτρινο τετράγωνο.
- (iii) **Πατώντας OK**, εμφανίζεται η καρτέλα “**Apply U, ROT on KPS**”. Για να εφαρμόσουμε τη συνθήκη της πάκτωσης, επιλέγουμε **All DOF**.

#### 7.2 Φόρτιση P

- (i) Πηγαίνουμε στο **Solution-> Define Loads->Apply->Structural->Force/Moments** και επιλέγουμε **On Keypoints**.
- (ii) Ενώ έχει εμφανιστεί η καρτέλα “**Pick: Apply F/M on KPS**” κάνουμε click στον καμβά κοντά στην περιοχή που βρίσκεται ο κόμβος 2 και το επιλέγουμε.
- (iii) **Πατώντας OK**, εμφανίζεται η καρτέλα “**Apply F/M, ROT on KPS**”. Για να εφαρμόσουμε τη δύναμη στο πεδίο **Force/moment value** συμπληρώνουμε την τιμή **12000 (N)**, σημειώνοντας ότι η προεπιλεγμένη τιμή **FX** στο πεδίο **Direction of force/mom**, είναι αυτή που θέλουμε ώστε η δύναμη να εφαρμοσθεί στο +X άξονα.

## **8 Επίλυση**

Για να επιλύσουμε το πρόβλημα πηγαίνουμε στο μενού **Solution-> Solve** και επιλέγουμε **Current LS**. Στην καρτέλα «**Solve Current Load Step**» πατάμε **OK** και ξεκινά η επίλυση.

---

## **“General Postproc”**

### **9 Προβολή αποτελεσμάτων**

#### Παραμορφωμένο σώμα

Στο **General Postproc-> Plot Results** και επιλέγουμε **Deformed Shape**. Στην καρτέλα “**Plot Deformed Shape**” επιλέγουμε το “**Def+undeformed**”.

#### Προβολή μετατοπίσεων

Στην καρτέλα “**List Nodal Solution**” επιλέγουμε **Nodal Solution->DOF Solution->Displacement vector sum**.

#### Προβολή αντιδράσεων στήριξης

**List->Results** επιλέγοντας **Reaction Solution**. Στην καρτέλα “**List Reaction Solution**” που εμφανίζεται επιλέγουμε **All items**.