



Πανεπιστήμιο Κύπρου
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
και Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΠΠΜ 221: Ανάλυση Κατασκευών με Μητρώα

Ακαδημαϊκό Έτος 2020–21, Εαρινό Εξάμηνο

Τελική Εξέταση

1:00-3:00 μ.μ. (120 λεπτά), Κυριακή, 23 Μαΐου, 2021

Όνομα:	
Επίθετο:	
Αριθμός Ταυτότητας:	
Τηλεφ. Επικοινωνίας:	

Διαβάστε προσεκτικά τις πιο κάτω οδηγίες, χωρίς να γυρίσετε σελίδα προτού αρχίσει η εξέταση, και υπογράψτε:

1. **Δεν επιτρέπεται** η χρήση οποιουδήποτε άλλου χαρτιού πέρα ότι θα σας δοθεί.
2. Κατά την διάρκεια της εξέτασης **απαγορεύεται:**
 - οποιαδήποτε συνεργασία, συνομιλία ή με οποιοδήποτε άλλο τρόπο επικοινωνία με συμφοιτητές σας
 - η ανταλλαγή οποιωνδήποτε αντικειμένων με συμφοιτητές/ριες σας
 - η χρήση κινητών τηλεφώνων τα οποία θα πρέπει να απενεργοποιηθούν αμέσως
3. Ισχύουν όλοι οι Κανόνες Εξετάσεων του Πανεπιστημίου.

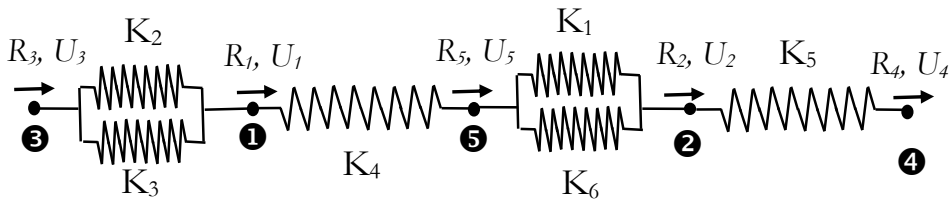
Έχω διαβάσει προσεκτικά και κατανοήσει πλήρως τις πιο πάνω οδηγίες.

Υπογραφή:

Πρόβλημα	Μονάδες	Βαθμός	
1	10		
2	8		
3	12		
4	10		
5	15		
6	15		
7	30		
7	+20 μονάδες επιπλέον, (καλοκαιριάτικο δώρο) για το ερώτημα (7.γ)		
			Τελικός Βαθμός:

Άσκηση 1: [10 μονάδες]

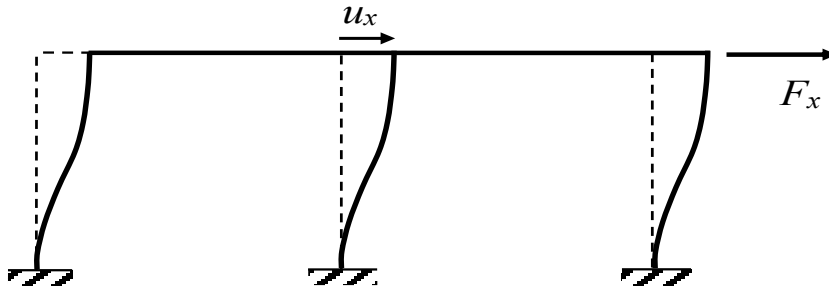
Σχηματίστε το μητρώο δυσκαμψίας του πιο κάτω συστήματος ελατηρίων, χρησιμοποιώντας τους βαθμούς ελευθερίας ακριβώς όπως έχουν ορισθεί πιο κάτω.



$$\begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} & K_{14} & K_{15} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} & K_{24} & K_{25} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} & K_{34} & K_{35} \\ K_{41} & K_{42} & K_{43} & K_{44} & K_{45} \\ K_{51} & K_{52} & K_{53} & K_{54} & K_{55} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \\ U_5 \end{bmatrix}$$

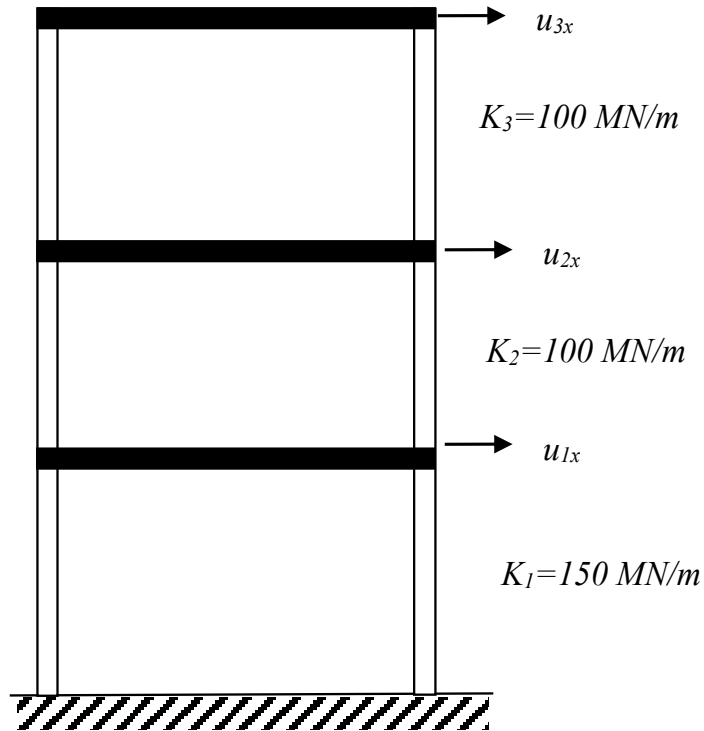
Άσκηση 2: [8 μονάδες]

Θεωρώντας ότι η ροπή αδράνειας του κάθε υποστυλώματος του πιο κάτω τρίστηλου πλαισίου ισούνται με I (σε m^4), το μέτρο ελαστικότητας ισούται με E (σε $Pa=N/m^2$) και το μήκος του κάθε υποστυλώματος ισούται με L (σε m), και ότι το οριζόντιο διάφραγμα (πλάκα ορόφου) είναι πλήρως άκαμπτο (μη παραμορφώσιμο) και οι διατμητικές και αξονικές παραμορφώσεις είναι αμελητέες, με τι θα ισούται η οριζόντια δύναμη, F_x , που απαιτείται για να προκύψει οριζόντια μετακίνηση ίση με $u_x = 2\text{ cm}$;



Άσκηση 3: [12 μονάδες]

Εάν το πιο κάτω επίπεδο τριώροφο πλαίσιο, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει συμπεριφορά διατμητικού προβόλου, σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, κατά τη διάρκεια μιας διέγερσης, έχει μετακινήσεις του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου σε σχέση με το έδαφος ίσες με 4, 7, και 7 εκατοστά, αντίστοιχα, με τι ισούνται οι τέμνουσες ορόφου (συνολικές τέμνουσες, V_1 , V_2 και V_3) στον 1^ο, 2^ο και 3^ο όροφο, αντίστοιχα.



Άσκηση 4: [10 μονάδες]

Κατά τη διάρκεια σχηματισμού του μητρώου δυσκαμψίας **KK** ενός επίπεδου δικτυώματος, με **100** κόμβους και **107** μέλη, ζητείται όπως παρέχετε τις απαραίτητες πέντε (5) εντολές (σε Matlab) που απαιτούνται για να προστεθούν (επιπροσθετικά) τα στοιχεία του μητρώου δυσκαμψίας της ράβδου **13** που έχει κόμβο αρχής τον **20** και κόμβο τέλους τον **27**, στα αντίστοιχα υπάρχοντα στοιχεία του μητρώου δυσκαμψίας του δικτυώματος **KK**.

Τα μόνα δεδομένα που έχετε (και είναι αποθηκευμένα στη μνήμη του Matlab) είναι το μητρώο δυσκαμψίας **k13** της προαναφερθείσας ράβδου, το οποίο έχει διαστάσεις 4x4 και είναι **εκφρασμένο στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων**, και το αντίστοιχο μητρώο μετασχηματισμού **T13**, όπως και το μητρώο δυσκαμψίας **KK** του δικτυώματος, στο οποίο έχουν ήδη προστεθεί τα στοιχεία δυσκαμψίας άλλων ράβδων.

Υπενθυμίζεται ότι το μητρώο δυσκαμψίας ενός μέλους **m**, **εκφρασμένο στο απόλυτο σύστημα συντεταγμένων**, δίνεται από τον πιο κάτω πολλαπλασιασμό:

$$\underline{k}_m = \underline{T}_m^T \cdot \underline{k}'_m \cdot \underline{T}_m$$

Άσκηση 5: [15 μονάδες]

Ζητείται όπως χρησιμοποιήσετε τις απαραίτητες εντολές Matlab για το σχεδιασμό στο μεσαίο υποσχήμα (subplot) του σχήματος 7 (figure), χωρίζοντας το σε 3 γραμμές και 1 στήλη υποσχημάτων, των κόμβων και των μελών ΟΠΟΙΟΥΔΗΠΟΤΕ δικτύωματος (όχι μόνο του πιο κάτω) του οποίου τα μητρώα *KOMBOI* και *MELH* έχουν ήδη φορτωθεί στη μνήμη του Η/Υ και έχουν την πιο κάτω μορφή, δηλαδή όπως αυτή την οποία χρησιμοποιείτε στην αντίστοιχη άσκηση που σας έχει δοθεί για τον προγραμματισμό της Μεθόδου Άμεσης Δυσκαμψίας για επίπεδα δίκτυα.

Συγκεκριμένα, οι κόμβοι του δικτύωματος (όσοι και να είναι) θα πρέπει να σχεδιαστούν χρησιμοποιώντας το σύμβολο 'ο' και με **κόκκινο** χρώμα και τα μέλη (όσα και να είναι) πρέπει να σχεδιαστούν με **μαύρη διακεκομμένη γραμμή**.

```
KOMBOI = [
% NODE      X-COORD  Y-COORD
% n          X(n)     Y(n)
  1           0.0      0.0
  2           0.0      3.0
  3           4.0      3.0
  4           4.0      0.0
  5           8.0      3.0
  6           8.0      0.0  ];
```

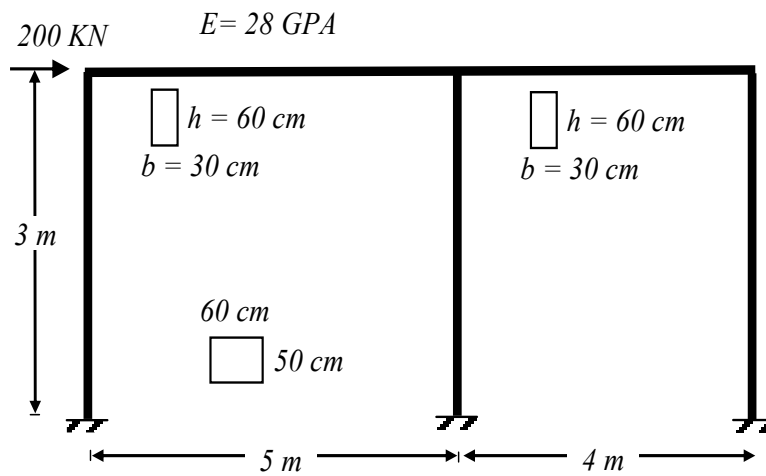
```
X = KOMBOI(:,2);
Y = KOMBOI(:,3)
```

```
MELH = [
% MEMBER  START-NODE  END-NODE
% m        [i] / m(-)  [j] / m(+)
  1         2           1
  2         1           4
  3         1           3
  4         2           4
  5         2           3
  6         4           3
  7         4           6
  8         4           5
  9         3           6
 10        3           5
 11        6           5  ];
```

Οτιδήποτε άλλο χρειασθεί να εκτελεστεί θα πρέπει να το γράψετε, ως εντολή, και ΔΕΝ μπορείτε να το θεωρήσετε ως δεδομένο.

Άσκηση 6: [15 μονάδες]

Σας δίνεται το πιο κάτω επίπεδο πλαίσιο για το οποίο σας ζητείται να γράψετε τις απαραίτητες εντολές στο GT-Strudl για να πραγματοποιήσετε ανάλυση κάτω από τη συγκεκριμένη φόρτιση.



Στο τυπολόγιο δίδονται συνοπτικά οι κύριες εντολές του GT-Strudl.

Η αρίθμηση των κόμβων και των μελών να γίνει ξεκινώντας από κάτω προς τα πάνω και από αριστερά προς δεξιά, με την αρχή των αξόνων του απόλυτου συστήματος συντεταγμένων στη βάση του αριστερού υποστυλώματος.

Άσκηση 7: [30+20 μονάδες]

(α) Θεωρώντας ότι θα χρησιμοποιήσετε τη μέθοδο δυσκαμψίας, προσδιορίστε το μητρώο K_{ff} του πιο κάτω δικτυώματος.

(β) Δώστε τις κατάλληλες εντολές σε Matlab για να υπολογιστούν με τη μέθοδο δυσκαμψίας, οι μετακινήσεις του ελεύθερου κόμβου και οι αξονικές δυνάμεις των ράβδων, θεωρώντας ότι τόσο οι παραμορφώσεις όσο και οι μετακινήσεις είναι μικρές.

Επιπλέον (καλοκαιριάτικο δώρο!) +20 μονάδες - Ερώτημα (γ): Υπολογίστε τις μετακινήσεις του ελεύθερου κόμβου και οι αξονικές δυνάμεις των ράβδων.

Το μέτρο ελαστικότητας του υλικού για όλες τις ράβδους ισούται με 200 GPA και το εμβαδόν της διατομής όλων των ράβδων ισούται 0.015 m².

