BST3 - Sommersemester 2019

 KLAUSUR - 15.10.2019 (Wiederholung)

Name: ………………………………………. Matrikelnr.: ....................

**Aufgabe 1:**

Für das zweifeldrige Stabtragwerk sollen die Schnittgrößen und zugehörigen Verformungen nach Theorie I. und II. Ordnung bestimmt werden

Die Auflagerkräfte sowie die Schnittgrößenverläufe (M und N) sind zunächst nach Theorie I. Ordnung ohne Berücksichtigung von Imperfektionen zu berechnen. Aufgrund der Horizontalbelastung wird das Tragwerk nach rechts verschoben.

Geben Sie nun nach Durchführung einer dreimaligen Iteration an, welche Schnittgrößen und Verformungen sich bei Berechnung nach Theorie II. Ordnung ergeben.

**Hinweis:** alle Stäbe sind dehnstarr!

*F2* = 1200 kN

*F1* = 600 kN

**(3)**

**(2)**

**(1)**

*FH* = 30 kN

4,0

*EI* = 20000 kNm²

**(4)**

**(6)**

**(5)**

6,0

6,0

**Aufgabe 2:**

Gegeben ist ein einhüftiger Rahmen, für den mit Hilfe des **Drehwinkelverfahrens** der Momentenverlauf (M), der Querkraftverlauf (V), die Auflagerkräfte (A) sowie der qualitative Verlauf der Biegelinie (w) zu bestimmen sind. Die Ermittlung dieser Größen soll getrennt für den Lastfall 1 (Streckenlast auf dem horizontalen Riegel) und den Lastfall 2 (Auflagerverschiebung am Knoten 2) erfolgen.

**Hinweis:** Am Knoten 1 sind die Stäbe biegesteif miteinander verbunden und werden hier in vertikaler Richtung unverschieblich gehalten.

*q* = 40,0 kN/m (LF1)

**(1)**

*Stab 3 - 1:*

*EIy =* 20000 kNm2*EA* = ∞

*Stab 1 - 2*:

*EIy =* 24000 kNm2*EA* = ∞

**(2)**

*Δw2* = +0,02 m (LF2)

(nach unten)

4,0

6,0

3,0

**(3)**

 Lastfall 1 Lastfall 2

**Aufgabe 3:**

Gegeben ist ein Rahmensystem, das nur in einem Riegelabschnitt durch eine Streckenlast beansprucht wird. Es ist ein (vollständiges) Feder-Ersatzmodell zu entwickeln, bei dem die „unbelasteten“ Stäbe durch Dreh- und Wegfedern ersetzt werden. Stellen Sie dieses System unter Angabe der Dreh- und Wegfedersteifigkeiten dar.

*EIy =* 20000 kNm2*EA* = 20000 kN

**(1)**

**(6)**

*EIy =* 18000 kNm2*EA* = 200000 kN

*q =* 30 kN/m

3,0

**(4)**

**(2)**

**(3)**

**(5)**

*EIy =* 18000 kNm2*EA* = ∞

*EIy = 2*4000 kNm2*EA* = ∝

4,0

*Cw4 =* 10000 kN/m

3,0

3,0

6,0

**Aufgabe 4:**

Das nachfolgende System soll mit dem WGV in Matrizendarstellung für die gleichzeitige Wirkung von *q* = 40,0 kN/m und *Fh* = 60,0 kN berechnet werden.

**Wichtiger Hinweis:** Die Stabsteifigkeitsmatrix für den Stab 1 (6·6-Matrizen mit Berücksichtigung der Normalkraft) wurde bereits berechnet und auf das globale Koordinatensystem transformiert. (siehe weiter unten).

**Weiterer Hinweis:** Achten Sie auf die Knotennummerierung und die H-Last am Knoten 2.

**2**

4,0

3,0

6,0

*q* = 40,0 kN/m

*Fh* = 60,0 kN

**x**

**(1)**

**(2)**

*Stab 1:*

*EIy =* 20000 kNm2*EA* = 120000 kN

*Stab 2*:

*EIy =* 24000 kNm2*EA* = 180000 kN

**z**

**1**

**(3)**

Es sind die nachfolgenden Aufgaben zu bearbeiten (Lösungsblätter benutzen):

* 1. Ergänzen Sie die Steifigkeits- und Lastwerte in der **Elementmatrix** *K2* bzw. *s20*. Geben Sie auch an, welche Verformungsgrößen hierzu gehören.
	2. Fügen Sie alle Elementmatrizen sowie Lastvektoren zu einem Gesamt-Gleichungssystem *KG* zusammen, das alle 9 Gleichgewichtsbedingungen enthält.
	3. Modifizieren Sie *KG* durch Einbau der Randbedingungen (Auflagerbedingungen) so, dass ein lösbares Gleichungssystem zur Bestimmung der verbleibenden, noch unbekannten Knotenweggrößen entsteht.
	4. Da der Lösungsvektor mit den gesuchten Knotenweggrößen bereits gegeben ist,
	prüfen Sie durch Einsetzen dieser Größen in das modifizierte Gesamt-Gleichungssystem, ob der Lösungsvektor richtig berechnet wurde.
	5. Führen Sie die Nachlaufrechnung für den **Stab 2** durch; d.h. bestimmen Sie die
	Stabendschnittgrößen dieses Stabes.
	6. Stellen Sie den Verlauf der Momenten- und der Querkraftlinie für das **gesamte System** dar (also auch für den Schrägstab; *s1* ist gegeben) und geben Sie alle Auflager­reaktionen an.

Zu Aufgabe 4.1 (**Bitte:** fehlende Zahlen und Größen mit Indices vollständig einsetzen):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 0 | 0 |  | 0 | 0 |  | *u* |  |  |
|  |  | 0 |  |  | 0 |  |  |  | *v* |  |  |
|  |  | 0 |  |  | 0 |  | **·** |  | *ϕ***+** |  |  |
|  |  |  | 0 | 0 |  | 0 | 0 |  | *u* |  |  |
| ***s2*=** |  | 0 |  |  | 0 |  |  |  | *v* |  |  |
|  |  | 0 |  |  | 0 |  |  |  | *ϕ* |  |  |

Zu Aufgabe 4.2 (Elementmatrix und Lastvektor für Stab 1 in transponierter Form):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 9868,8 | -10598,4 | -3840,0 | -9868,8 | 10598,4 | -3840,0 |  | *u* |  | 0,0 |
|  |  | -10598,4 | 16051,2 | -2880,0 | 10598,4 | -16051,2 | -2880,0 |  | *w* |  | 0,0 |
|  |  | -3840,0 | -2880,0 | 16000,0 | 3840,0 | 2880,0 | 8000,0 |  | *ϕ***+** |  | 0,0 |
|  |  | -9868,8 | 10598,4 | 3840,0 | 9868,8 | -10598,4 | 3840,0 |  | *u***·** |  | 0,0 |
| ***s1*=** |  | 10598,4 | -16051,2 | 2880,0 | -10598,4 | 16051,2 | 2880,0 |  | *w* |  | 0,0 |
|  |  | -3840,0 | -2880,0 | 8000,0 | 3840,0 | 2880,0 | 16000,0 |  | *ϕ* |  | 0,0 |

Zu Aufgabe 4.2 (**Tipp:** machen Sie sich Hilfslinien; **Bitte:** alle Zellen handschriftlich füllen, ggf. auch mit Nullen):

**!**

**= 0**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u2* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | **∙** | *w2* | **+** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ2* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ3* |  |  |

Zu Aufgabe 4.3 (**Tipp:** machen Sie sich Hilfslinien; alle Zellen handschriftlich füllen, ggf. auch mit Einsen und Nullen; rechte Seite beachten):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u2* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | **∙** | *w2* | **=** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ2* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ3* |  |  |

Zu Aufgabe 4.4 (**Bitte**: Platz zum Überprüfen, ob Gleichungssystem richtig gelöst wurde): gegebener Lösungsvektor:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u1* |  | 9,065E-03 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w1* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ1* |  | -7,672E-03 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u2* |  | 1,106E-02 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w2* |  | 0,000E+00 |
| \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ2* | **=** | 1,134E-02 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u3* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w3* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ3* |  | 0,000E+00 |

Zu Aufgabe 4.5 (Nachlaufrechnung für Stab 2):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | **·** |  | **+** |  | **=** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Zu Aufgabe 4.6 (Darstellung nach Umrechnung mit Vorzeichen nach Baustatik):



**Hinweis:** Nutzen Sie die Aufgabenblätter und die Anlagen zur Darstellung der Vorzeichendefinitionen, Auflagerreaktionen und Zustandsgrößen.

Buxtehude, den 02.09.2019

---------------------------------------
 (Prof. Dr.-Ing. Jens Göttsche)