Tárgytematika / Course Description

Finite-Elemente-Analyse

NGM_AM202_1

Tárgyfelelős neve / Teacher's name: dr. Pere Balázs

Félév / Semester: 2016/17/1

Beszámolási forma / Assesment: Folyamatos számonkérés

Tárgy heti óraszáma / Teaching hours(week): 2/2/0

Tárgy féléves óraszáma / Teaching hours(sem.): 0/0/0

OKTATÁS CÉLJA / AIM OF THE COURSE

Aufbauend auf den früher in anderen Kursen erworbenen mathematischen und physikalischen Kenntnissen lernen die Studenten nach der BSc-Ausbildung auf fortgeschrittenem Niveau die Grundprinzipien der Finiten Elementen Analyse (FEA) von Ingenieur-Konstruktionen. Vorgestellt werden die mechanischen Modellierungsmöglichkeiten von realen industriellen Konstruktionen nach Ingenieur-Aspekten, die mit Hilfe praktischer FE-Berechnungsbeispiele eingeübt werden. Der Kurs dient als Grundlage für spezielle Entwurfsverfahren von Maschinen- und Fahrzeugkonstruktionen.

TANTÁRGY TARTALMA / DESCRIPTION

Vorlesung

Berechnungsübung

1. Woche:
Der Verschiebungszustand und Verzerrungszustand fester Körper bei kleinen Verzerrungen. Kinematische Gleichungen.
Allgemeine Information über des Finiten Elementen (FE) Programmsystems ANSYS Multiphysics.

2. Woche:
Gleichgewichtsbedingungen, der Spannungstensor. Das Materialgesetz nach Hooke. Grundgleichungen und Randbedingungen der Elastizitätstheorie.
Lösung eines räumlichen Gittertragwerkes. Darstellung der Geometrie, Definition der Querschnitte, die Belastungen und Randbedingungen. Die Auswertung der Ergebnisse.

3. Woche:
Kinematisch mögliches Verschiebungsfeld, statisch mögliches Spannungsfeld. Energieprinzipien der Elastizitätstheorie: Prinzip der virtuellen Arbeit, Prinzip des Minimums der gesamten potentiellen Energie.
Lösung eines räumlichen Stabtragwerkes. Darstellung der Geometrie, Definition der Querschnitte, die Belastungen und Randbedingungen. Ausführung der Berechnung, die Auswertung der Ergebnisse.

4. Woche:
Die Ritzsche Methode. Das Variationsprinzip nach Lagrange. Das Prinzip der volständigen komplementären

Energie, das Castiglianosche Variationsprinzip.
Lösung einer ebenen Spannungszustand-Aufgabe. Erstellung der FE Netz. Untersuchung der Spannungsspitze. Bestimmung der maximalen Vergleichsspannung.

5. Woche:
Das Verschiebungsmodell der Methode der finiten Elemente. Die Näherung der Verschiebungszustand. Steifigkeitsmatrix und Knotenpunkt-Belastungsvektor des Elementes. Die Berücksichtigung der elastischen Lagerung und Wärmebelastung (Wärmespannungen).
Ebene Verzerrungszustand-Aufgabe mit unterschiedlichen Lastfällen. Veranschaulichung der Deformation und Spannungskomponenten.

6. Woche:
Di Steifigkeitsmatrix und der Knotenpunkt-Belastungsvektor der Konstruktion (Körper). Die Berücksichtigung der kinematischen Randbedingungen.
Selbständige Berechnungsübung.

7. Woche:
Räumliche (3D) Stabtragwerke. Die Biegestabtheorien nach Bernoulli und Timoshenko. **1. Semesterklausur**
1. Berechnungsklausur

8. Woche:
Die Ansatzfunktionen des 3D Stabelementes. Säulenmatrizen der Verzerrungen und Spannungen und die Matrix der Materialkennwerte.
Mechanische Modellierung eines axialsymmetrischen Problems. Definition des Meridianschnittes, Vernetzung, Randbedingungen. Veranschaulichung der Spannungszustandes um die Spannungsspitze.

9. Woche:
Ebene (2D) Stabtragwerke. Die Ansatzfunktionen des 3D Stabelementes.Die Steifigkeitsmatrix des Elementes und der Konstruktion. Erstellung der Belastungsvektor, Berücksichtigung der Randbedingungen.
Komplexe 3D Plattenstruktur (3D Stabtragwerk-Aufgabe mit dünnwandigem Querschnitt) mit Flächenbelastung. Vergleich der Lösung der Plattenaufgabe mit der Lösung aus der Theorie der Biegestäbe.

10. Woche:
FE Behandlung von Wärmeleitungsprobleme. Stationäre und instationäre Probleme, Zeitintegration. Berechnung von Wärmespannungen.
Berechnung von Wärmespannungen. Erstellung der FE Verteilung, Angabe der Randbedingungen der Wärmeleitungsaufgabe, Ausführung der Berechnung. Wärmespannungsberechnung aus dem berechneten Temperaturfeld.

11. Woche:
2D Aufgaben der Elastizitätslehre. Definition und Zusammenhänge des ebenen Verzerrungszustandes, des verallgemeinerten ebenen Spannungszustandes und der Rotationssymmetrischen Aufgaben
Festigkeitsuntersuchung eines Wasserbeckens mit Hilfe 3D Modellierung. Berücksichtigung unterschiedlicher Randbedingungen.

12. Woche:
Die isoparametrische Konzeption. Aufbau von 2D isparametrischen finiten Elementen. Aufgaben aus der Dynamik. Eigenfrequenz und Eigenform Berechnung.
Eigenfrequenzen und Eigenformen einer Plattenkonstruktion. Veranschaulichung der Eigenformen.

13. Woche:
Platten und Schalenkonstruktionen. Die Theorien nach Kirchhoff-Love und Reissner-Mindlin. Flächenkräfte

und Momente. Das isoparamet-rische Plattenelement. **2. Semesterklausur**
2. Berechnungsklausur

14. Woche:
Nachholung der Semesterklausur
Nachholung der Berechnungsklausur

SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE / ASSESMENT'S METHOD

Gemäß Studienplan wird der Kurs **mit einer Semesternote (Übungsnote)** abgeschlossen. **Voraussetzung einer Kursbescheinigung** (Unterschrift des Vorlesenden des Kurses) ist die vollständige, richtige **Lösung und Einreichung der Hausaufgaben.** Studierenden, die die Lösungen der Hausaufgaben fristgemäß und richtig nicht abgeben, wird **die Kursbescheinigung** seitens des Lehrstuhls **endgültig verweigert;** folglich wird das Semester nicht anerkannt, und dementsprechend auch keine Übungsnote vergeben. Nach Ablauf des angegebenen Termins können die Hausaufgaben und die Kursbescheinigung bis Ende der Studienzeit des Semesters gegen einen vorgeschriebenen Entgelt nachgeholt werden.

Voraussetzung des Erwerbs einer Semesternote ist das erfolgreiche Absolvieren von **zwei Semesterklausuren** (basierend auf den Vorlesungen), sowie von **zwei Berechnungsklausuren** am Computer (basierend auf den Übungsmaterialien). Dabei können jeweils maximal 20 Punkte können erreicht werden. **In den Semesterklausuren sowie in den Berechnungsklausuren müssen jeweils mindestens 8 Punkte erreicht werden.** Die Semesternote wird auf Grund der Punktzahlen der obigen Klausuren bzw. deren Wiederholungen kalkuliert. Nachdem die jeweiligen Minimum-Punktzahlen von 8 Punkten erreicht worden sind, werden folgende Übungsnoten vergeben:

ungenügend	**(1) :**	**0 -**	**31 Punkte**
ausreichend	**(2) :**	**32 -**	**42 Punkte**
mangelhaft	**(3) :**	**43 -**	**52 Punkte**
gut	**(4) :**	**53 -**	**62 Punkte**
ausgezeichnet	**(5) :**	**63 -**	**80 Punkte**

Im Falle von versäumten und/oder erfolglosen Semesterklausuren bzw. Berechnungsklausuren kann der Erwerb einer Semesternote während des Semesters **einmal, in der letzten Semesterwoche** nachgeholt werden. **Diejenigen Themenbereiche, in denen weniger als 8 Punkte nachgewiesen worden sind, müssen (dürfen) von den Studierenden nachgeholt werden.**

Die Bedingungen einer **nachgeholten Semesternote** während der Prüfungszeit stimmen in jeder Hinsicht mit den Bedingungen einer nachgeholten Übungsnote während der letzten Semesterwoche überein (ausgenommen Gebührenfreiheit).

Die Studenten müssen **sich sowohl bei den Semesterklausuren als auch bei den Berechnungsklausuren mit einem Ausweis mit Lichtbild** (Personalausweis, Studentenausweis, Führerschein, usw.) **ausweisen.** Während der Semesterklausuren und der Berechnungsklausuren kann der Saal nicht verlassen werden. **Studierende, die während der Klausuren den Saal unbegründet verlassen, erhalten null Punkte als Klausurergebnis. Bei einer Unkenntnis der griechischen Buchstaben werden für die jeweilige Aufgabe null Punkte verrechnet.**

KÖTELEZŐ IRODALOM / OBLIGATORY MATERIAL

Égert J.: Finite-Elemente-Analyse, Vorlesungsmanuskript, 2013. (http://www.amt.sze.hu/)

Empfohlene Literatur:
B. Klein: FEM Grundlagen und Anwendungen der Finite-Elemente-Methode im Maschinenbau und Fahrzeugbau, 8. Auflage, Viehweg + Teubner Verlag, 2010.
Betsch P.: Finite Elemente Analysis, Elektronischer Lehrstoff (http://www.amt.sze.hu/)
Égert J. - Pere B.: Végeselem analízis, MSc jegyzet, Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2011.
Pere B.: Végeselem gyakorló feladatok, Tanszéki honlap (http://www.amt.sze.hu/)