

PREDMET		MODELIRANJE KONSTRUKCIJA		
VODITELJ PREDMETA		Prof.dr. Samir Dolarević		
STUDIJ	STATUS	SEMESTAR	SATI NASTAVE P+V	ECTS
M – K	obavezni	2	2+2	6
CILJEVI				
<ul style="list-style-type: none"> □ Upoznati studente sa osnovnim principima, procedurama, ograničenjima i primjenom Metode konačnih elemenata. □ Objasniti pojam i osnovne principe modeliranja konstrukcija. Upoznati studente sa osnovne principima i mogućnostima pojedinih softvera pri modeliranju različitih tipova konstruktivnih elemenata u praksi. 				
ISHODI UČENJA				
<ul style="list-style-type: none"> □ Sposobnost analiziranja i implementacije rezultata dobivenih Metodom konačnih elemenata pri projektovanju konstrukcija. □ Sposobnost modeliranja tipičnih konstrukcija visokogradnje. Sposobnost identifikacije problema pri modeliranju složenih i netipičnih konstruktivnih sistema. 				
SADRŽAJ PREDMETA				
<ul style="list-style-type: none"> □ Pojam problema rubnih uslova u mehanici kontinuuma. Slaba i jaka forma jednačina ravnoteže. Diskretizacija. □ Implementacija MKE na rješavanju 1D problema: Postavne funkcije, matični element, numerička integracija, matrica krutosti i vektor opterećenja elementa. Asembliranje matrice krutosti i vektora čvornih sila. Proračun deformacija i napona. Elementi grede. Bernoulli-jeva greda. Hermite-ovi polinomi. Timošenko-ova greda. Shear-locking efekat. □ Implementacija MKE na rješavanju 2D i 3D problema. Element membrane. Element ploče. Implementacija modela Kirchoff-ovog i Reissner-Mindlin-ovog modela ploče. Elementi ljuske. 3D elementi sa translacijama i rotacijama u čvorovima. □ Proračunski modeli trodimenzionalnih konstrukcija. Usporedba klasičnih modela zasnovanih na rastavljanju konstrukcije na 2D modele i 3D modela. □ Modeliranje tla i temeljne konstrukcije. Modeliranje stubova, zidova, ploča i greda u armiranobetonskim konstrukcijama. Modeliranje krovnih konstrukcija. Specifičnosti modeliranja čeličnih i drvenih konstrukcija. Modeliranje veza. 				
PREPORUČENA LITERATURA				
<ol style="list-style-type: none"> 1. A.Ibrahimbegović, <i>Nelinearna mehanika deformabilnih tijela</i>, Građevinski fakultet Sarajevo, 2010. 2. K.J.Bathe, <i>Finite Element Procedures</i>, 1996.(1. izdanje) ili 2014.(2. izdanje) 3. Softver: SAP 2000 i Tower 7 				
Način polaganja ispita:				
<p>Tokom nastave ispit se polaže iz dva dijela pismeno. Svaki dio se boduje sa 50 bodova.</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Ako student ostvari 55% iz oba dijela formira mu se konačna ocjena prema skali propisanoj Zakonom o visokom obrazovanju, pri čemu se bodovima na parcijalnim ispitima može dodati do 10 bodova na osnovu samostalno urađenih zadataka. b) Studenti koji polože samo jedan dio na završnom ispitu polažu pismeno onaj dio koji nisu položili. Ocjena se formira kao pod a). c) Studenti koji ne polože nijedan dio tokom nastave polažu ispit pismeno integralno, a ocjena im se formira: 50% bodova ostvarenih tokom nastave + 50% bodova ostvarenih na završnom ispitu. <p>Poništavanje ispita: Studenti koji su položili oba dijela, a nisu zadovoljni rezultatom postignutim na jednom dijelu, mogu ga poništiti i na završnom ispitu polagati taj dio.</p>				

Modeliranje konstrukcija – plan izvođenja nastave

Sed.	Predavanja	Vježbe
1	Sadržaj predmeta, plan rada, literatura i način učenja. Problem rubnih uvjeta u mehanici kontinuuma – pojmovi.	vježbe
2	Integralna jednačina ravnoteže kontinuuma bazirana na pomjeranjima. Primjena na 1D problem. Diskretizacija pomoću MKE: linearne postavne funkcije u globalnom koordinatnom sistemu. Matrica krutosti 1D elementa.	Uvod u sadržaj predmeta i literatura. Osnovna pravila notacije. Matematske osnove metode konačnih elemenata (MKE) – integralna (slaba) forma, pojam reziduala, esencijalni i prirodni rubni sulovi. Egzaktno rješenje aksijalno opterećenog štapa. Galerkinova i Rayleigh-Ritz-ova metoda. Konvergencija rješenja.
3	Lokalni koordinatni sistem. Jakobijan. Matrica krutosti i vektor opterećenja. Gauss-ova integracija. Postavne funkcije višeg reda.	Pretpostavljeno rješenje u formi konačnih elemenata. Linearne interpolacione funkcije za probleme drugog reda. Lagrangeova interpolacija. Galerkinove težinske funkcije u MKE. Hermite-ova interpolacija za probleme četvrtog reda. Zadaća 1.
4	Uslovi konzistencije postavnih funkcija. Asembliranje matrice krutosti i vektora čvornih sila. Proračun deformacija i napona.	Problem aksijalno napregnutog štapa i metoda konačnih elemenata. Galerkinova i Rayleigh-Ritz-ova metoda. Zadaća 2.
5	Primjena MKE na proračun rešetkastih nosača. Bernoulli-jev model grede. Hermite-ovi polinomi. Matrica krutosti.	Savijanje greda. Galerkinova i Rayleigh-Ritz-ova metoda. Metoda konačnih elemenata i metoda deformacija. Tačan proračun pomjeranja i presječnih sila.
6	Postavne funkcije za model Timošenko-ove grede. Matrica krutosti. Shear-locking problem i načini rješavanja.	Elementi višeg reda. Lagrange-ovi polinomi. Hijerarhijski polinomi. Zadaća 3.
7	Izoparametarski element membrane. Postavne funkcije. Jakobijeva matrica. Matrica krutosti. Postavne funkcije višeg reda.	Gaussove kvadraturene formule u 1D.
8	1. Parcijalni ispit	Konačni elementi za Timošenkov model grede. Zadaća 4.
9	Element tanke ploče. Postavne funkcije. Matrica krutosti. Element debele ploče. Postavne funkcije. Matrica krutosti.	Osobine singularnih elemenata. Štap promjenjivog poprečnog presjeka.
10	Shear-locking problem i načini njegovog rješavanja. Elementi sa rotacijama. Shell elementi. 3D elementi bez i sa rotacijama.	Element membrane – pravokutni konačni element sa 4 čvora. Zadaća 5.
11	Patch test. Analiza ponašanja elemenata implementiranih u programe SAP 2000 i Tower 7. Principi modeliranja složenih konstruktivnih sistema.	Izoparametarski konačni element. Integracija sa 4 i 2 Gaussove tačke. Vlastite vrijednosti i vektori matrice krutosti elementa.

12	Modeliranje temeljnih konstrukcija i tla ispod temelja.	Osnosimetrični problem. Zadaća 6.
13	Modeliranje stubova, AB zidova i zidova od opeke. Modeliranje AB greda i veza. Sadjejestvo ploče i greda.	Interface element.
14	Modeliranje čeličnih konstrukcija.	Osnove nelinearnog proračuna. Nelinearnost u 1D (Newton-Raphson, modificirani Newton-Raphson, inkrementalna metoda).
15	Modeliranje krovnih konstrukcija.	2. PARCIJALNI ISPIT