

<b>PREDMET</b>		<b>TEORIJA KONSTRUKCIJA</b>		
<b>VODITELJ PREDMETA</b>		Prof.dr. Samir Dolarević		
<b>STUDIJ</b>	<b>STATUS</b>	<b>SEMESTAR</b>	<b>SATI NASTAVE P+V</b>	<b>ECTS</b>
M – K	obavezni	1	2+2	6
<b>CILJEVI</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Produbiti stečena znanja iz linearne teorije štapa. Upoznati studente sa varijacionom formulacijom ravnoteže i energetske principima.</li> <li>□ Upoznati studente sa Teorijom drugog reda i načinom njene primjene pri analizi konstrukcija. Objasniti problem stabilnosti i načine praktičnog rješavanja problema stabilnosti.</li> </ul>				
<b>ISHODI UČENJA</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ U potpunosti ovladati metodom deformacija i linearnom teorijom štapa.</li> <li>□ Samostalna analiza složenih konstrukcija i pravilna interpretacija dobivenih rezultata</li> <li>□ Razumjeti razlike pri proračunu po teoriji prvog i drugog reda. Razumjeti problem stabilnosti, mogućnost pojave problema i njegovo rješavanje.</li> </ul>				
<b>SADRŽAJ PREDMETA</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Tehnička metoda deformacija sa kosim štapovima. Matrice krutosti sistema sa popustljivim vezama. Matrica krutosti – uvjetovanost, sopstvene vrijednosti i sopstveni vektori, kondenzacija.</li> <li>□ Potencijalna energija sistema. Energetski princip ravnoteže. Totalna potencijalna energija. Varijaciona formulacija. Pojam stabilne i labilne ravnoteže.</li> <li>□ Pojam i uzroci nelinearnosti. Principi nelinearnog proračuna. Osnovne pretpostavke Teorije II reda. Jednačine ravnoteže i geometrijske jednačine pod pretpostavkom o velikim pomjeranjima. Veza između opterećenja i pomjeranja po Teoriji II reda. Geometrijska matrica krutosti štapa. Matrica krutosti sistema po Teoriji II reda.</li> <li>□ Problem stabilnosti. Osnove Teorije stabilnosti: kritična sila, dužina izvijanja, bifurkacija. Proračun kritične sile za štap sa raznim rubnim uslovima iz diferencijalne jednačine po Teoriji II reda. Metode Bubnov-Galjerjin i Ritz. Proračun kritičnog opterećenja za sistem. Stabilnost lukova i ljuski. Primjena komercijalnih softvera za analizu konstrukcija: SAP 2000 i Tower.</li> </ul>				
<b>PREPORUČENA LITERATURA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S.Dolarević, <i>Statika konstrukcija</i>, Građevinski fakultet Sarajevo, 2011.</li> <li>2. O.Jokanović, <i>Geometrijska nelinearnost i stabilnost linijskih konstrukcija</i></li> <li>3. Softver: SAP 2000 i CAL</li> </ol>				
<b>Način polaganja ispita:</b>				
Tokom nastave ispit se polaže iz dva dijela pismeno. Svaki dio se boduje sa 50 bodova.				
<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>b) Studenti koji polože samo jedan dio na završnom ispitu polažu pismeno onaj dio koji nisu položili. Ocjena se formira kao pod a).</li> <li>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.</li> </ol>				
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.				

## Teorija konstrukcija – plan izvođenja nastave

Sed.	Predavanja	Vježbe
1	Sadržaj predmeta, plan rada, literatura i način učenja. Ponavljanje pojmova i procedura metode deformacija.	Uvod u sadržaj vježbi i literatura. Formiranje globalne matrice krutosti prema tehničkoj metodi deformacija (lokacijske matrice; jednačine Takabeya). Tehnička metoda deformacija za okvir sa kosim štapovima. Uticaj smicanja na matricu krutosti štapa (Timošenkov model).
2	Tehnička metoda deformacija za sisteme sa kosim štapovima. Sistemi sa popustljivim vezama.	Formiranje globalne matrice krutosti prema tehničkoj metodi deformacija prema definiciji članova matrice krutosti. Uvod u MATLAB. Zadaća 1.
3	Sopstvene vrijednosti i vektori matrice krutosti. Uvjetovanost matrice krutosti. Kinematska ograničenja. Kondenzacija matrice krutosti.	Popustljiva veza (linearni link element). Elastično popustljivi oslonci. Štap sa ekcentričnim beskonačno krutim vezama (rigid offset). Zadaća 2.
4	Potencijalna energija elastičnog sistema. Osobine potencijalne energije. Castillian-ove teoreme.	Torzija štapa. Vlastite vrijednosti i vektori matrice krutosti. Uvjetovanost nosivog sistema (conditioning number). Zadaća 3.
5	Totalna potencijalna energija. Varijaciona formulacija ravnoteže. Energetska definicija nosivosti konstrukcije.	Kinematička ograničenja. Redukcija sistema jednačina. Apsolutno kruta kinematička ograničenja u modelima inženjerskih konstrukcija. Zadaća 4.
6	Stabilna i labilna ravnoteža. Ispitivanje kvaliteta ravnoteže energetskim kriterijem. Metoda podkonstrukcije.	Greda na elastičnoj podlozi (Winklerov model). Zadaća 5.
7	Nelinearna veza između opterećenja i pomjeranja: uzroci, principi proračuna. Pretpostavka o velikim pomjeranjima i konačnim deformacijama. Opterećenje na deformisanom nosaču.	Metoda podkonstrukcije (substructuring). Proračun po fazama građenja. Zadaća 6.
8	<b>1. PARCIJALNI ISPIT</b>	Diferencijalna jednačina štapa sa početnom imperfekcijom (sinusni polutalas). Kritična sila. Dišingerov faktor.
9	Geometrijske jednačine i jaka forma ravnoteže. Varijaciona formulacija ravnoteže na deformisanom nosaču.	Dokaz nosivosti štapa (prosta greda) izloženog savijanju i normalnoj sili pritiska. Metoda zamjenjujućeg štapa. Kriteriji početne imperfekcije. Dokaz napona po teoriji 2. reda (prema Dišingeru i P- $\Delta$ postupak).
10	Diferencijalna jednačina po teoriji 2. reda. Rješenje diferencijalne jednačine. Matrica krutosti štapa po teoriji 2. reda. Geometrijska matrica krutosti štapa.	Proračun presječnih sila po teoriji 2. reda (prema Dišingeru i P- $\Delta$ postupak) za: a) 3-zglobni okvir sa priključenim pendel stubovima b) pomjerljivi dvozglojni okvir

	Primjena metode deformacija. Proračun lančanica.	
11	Problem stabilnosti. Gubitak stabilnosti. Kritična sila – dužina izvijanja. Bifurkacija. Statički i energetski kriterij stabilnosti.	Proračun presječnih sila po teoriji 2. reda (prema Dišingeru i P- $\Delta$ postupak) za nepomjerljivi stub koji prolazi kroz dvije etaže. Poređenje sa rješenjima komercijalnih softvera (SAP2000, Tower 7). Normalna sila u gredi na dva nepomična oslonca (izduženje ose grede usljed savijanja).
12	Proračun kritične sile iz diferencijalne jednačine štapa za razne rubne uslove. Proračun kritičnog opterećenja metodom deformacija.	Tehnička metoda deformacija i primjena u geometrijski nelinearnoj analizi - matrica krutosti štapa po teoriji 2. reda (P- $\Delta$ , konzistentna, tačna). Determinatna matrice krutosti.
13	Proračun kritične sile metodama Bubnov-Galjerkin i Ritz - primjeri. Kriterij početne imperfekcije.	Određivanje kritične sile (vlastite vrijednosti) na štapovima sa različitim uslovima oslanjanja i diskretizacijom.
14	Problem stabilnosti u praktičnom projektovanju. Stabilnost lukova i ljuski.	Proračun kritične sile za prosti okvirni sistem. Simetrična i antimetrična linija izvijanja. Proračun vlastitog vektora.
15	Proračun presječnih sila na okvirnoj konstrukciji po teoriji 2. reda uzimanjem u obzir imperfekcija. Određivanje parametra kritičnog opterećenja. Poređenje sa rješenjima komercijalnih programa (SAP2000, Tower7). Zadaća 7.	