

Opis predmeta

Opće informacije		
Nositelj predmeta	Ivica Lacković, dipl. ing. stroj., v. pred.	
Naziv predmeta	Čvrstočna energetska oprema	
Studijski program	Specijalistički diplomski stručni studij	
Status predmeta	obvezan	
Godina	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenja studenata	5
	Broj sati (P+V+S)	30P+30V

1. OPIS PREDMETA

1.1. Ciljevi predmeta

Upoznavanje studenata s metodama proračuna čvrstoče i krutosti osnovnih elemenata inženjerskih konstrukcija pri statičkom, udarnom i ciklički promjenljivom opterećenju. Analiza ravninskih i prostornih štapnih konstrukcija, debelostijene cijevi i posude, rotirajući diskovi, savijanje tankih kružnih ploča, tankostijeni štapovi zatvorenoga i otvorenoga poprečnog presjeka.

1.2. Uvjeti za upis predmeta

1.3. Očekivani ishodi učenja za predmet

Nakon odslušanog i položenog ispita iz ovog kolegija studenti će moći:

1. Proračunati uplivne koeficijente za proizvoljnu ravninsku štapnu konstrukciju.
2. Izračunavati progibe i nagibe u ravninskim štapnim konstrukcijama energijskim metodama, kao što su: drugi Castiglianov teorem, teorem o minimumu energije deformiranja, itd.
3. Analizirati naprezanja, deformacije i pomake u debelostijenim cijevima i cilindričnim posudama opterećenim unutarnjim i/ili vanjskim tlakom, primjenjujući teorije čvrstoče.
4. Analizirati naprezanja, deformacije i pomake u debelostijenim sastavljenim cijevima i cilindričnim posudama opterećenim unutarnjim i/ili vanjskim tlakom, primjenjujući teorije čvrstoče.
5. Riješiti problem čvrstoče rotirajućeg diska konstantne debljine, tj. proračunati naprezanja i pomake u disku od inercijskih opterećenja.
6. Izračunati unutarnje sile, naprezanja i deformacije kod savijanja tankih kružnih ploča različitih konfiguracija te procijeniti čvrstoču kružne ploče.
7. Procijeniti veličinu udarnih naprezanja koja se pojavljuju pri udarnim opterećenjima na štapne konstrukcije.
8. Analizirati ciklička naprezanja u elementima konstrukcija pri cikličkim opterećenjima te procijeniti zamor materijala i konstrukcije te odrediti preostali radni vijek konstrukcije.

1.4. Sadržaj predmeta

Tjedan	Sadržaj predavanja	Sadržaj vježbi
1.	Energijeske metode određivanja sila i deformacija. Rad sile i momenta. Energija deformiranosti štapa. Poopćene sile i pomaci. Linearno-elastične konstrukcije, metoda superpozicije.	Rješavanje zadataka iz rada sile i momenta, te energije deformiranosti štapa pri osnom opterećenju, pri uvijanju okruglog štapa, savijanju ravnog štapa, pri smicanju i proizvoljno opterećenog štapa.

2.	Uplivni koeficijenti. Matrica uplivnih koeficijenata. Maxwellov recipročni teorem. Matrica recipročnih uplivnih koeficijenta. Castiglianovi poučci: prvi i drugi teorem.	Rješavanje zadataka iz određivanja uplivnih koeficijenata na primjerima ravnih i okvirnih nosača. Rješavanje zadataka određivanja deformacija sila i deformacija primjenom Castiglianovih teorema.
3.	Teorem o minimumu energije deformiranosti. Ilustrativni primjeri kod ravninskih konstrukcija.	Rješavanje statički neodređenih zadataka primjenom teorema o minimumu energije deformiranosti te deformacija primjenom Castiglianovog poučka.
4.	Analiza štapnih konstrukcija: ravninske konstrukcije, prostorne konstrukcije, statička određenost konstrukcija, simetrične i antimetrične konstrukcije.	Rješavanje zadataka iz analize štapnih konstrukcija. Primjena teorema o minimumu energije deformiranosti. Kanonske jednadžbe metode sila.
5.	Osnove ravninske teorije elastičnosti. Jednadžbe ravnoteže. Airyjeva funkcija naprezanja u pravokutnim i polarnim koordinatama.	Izrada zadataka iz primjene jednadžbi ravninske teorije elastičnosti, u pravokutnim i polarnim koordinatama.
6.	Debelostjene posude i cijevi. Ograničenja oblika i pretpostavke o deformiranju, geometrijska analiza, primjena Hookeova zakona, diferencijalna jednadžba ravnoteže elementa i raspodjele pomaka. Debelostjena posuda opterećena unutarnjim tlakom, odnosno vanjskim tlakom.	Rješavanje zadataka proračuna naprezanja i deformacija debelostjениh posuda i cijevi kod opterećenja unutarnjim, odnosno vanjskim tlakom.
7.	Naprezanja u sastavljenim cijevima, određivanje dodirnog tlaka i optimalnog preklopa. Ilustrativni primjeri.	Izrada zadataka određivanja naprezanja u sastavljenim cijevima, određivanje dodirnog tlaka i optimalnog preklopa.
8.	Rotirajući diskovi. Naprezanja i deformacije. Puni rotirajući disk. Disk s otvorom u sredini.	Izrada zadataka određivanja naprezanja i deformacija u punom rotirajućem disku i u disku s otvorom u sredini.
9.	Osnosimetrične ljske. Deformacije i naprezanja u osnosimetričnim ljskama pri membranskom naprezanju. Sferni spremnik za plin.	Rješavanje zadataka naprezanja u sfernim spremnicima za plin.
10.	Sferni spremnik za tekućinu. Rotirajuća sferna ljska. Torusna ljska.	Rješavanje zadataka naprezanja u sfernim spremnicima za tekućinu.
11.	Savijanje tankih kružnih ploča. Ograničenja oblika, pomaka i opterećenja. Pretpostavke o deformiranju i raspodjeli naprezanja. Geometrijska analiza, primjena Hookeova zakona, primjena uvjeta ravnoteže. Diferencijalna jednadžba savijanja kružne ploče. Rubni uvjeti.	Rješavanje zadataka naprezanja i pomaka kod savijanja tankih kružnih ploča.
12.	Problemi s više područja integracije kod savijanja tankih kružnih ploča. Ilustrativni primjer.	Rješavanje zadataka naprezanja i pomaka kod savijanja tankih kružnih ploča.
13.	Udarna opterećenja. Teorijske osnove. Približan proračun udarnih naprezanja.	Rješavanje zadataka naprezanja i deformacija elemenata konstrukcija kod udarnog opterećenja.
14.	Vremenski promjenljiva opterećenja i zamor materijala. Zamor pri jednoosnom izmjeničnom opterećenju. Wöhlerova krivulja. Utjecaj prednaprezanja na titraju čvrstocu. Haighov dijagram. Shematizacija Haighova dijagrama. Smithov dijagram.	Izrada zadataka određivanja parametara kod vremenski promjenljiva opterećenja elementa konstrukcije. Crtanje shematisiranog Haighovog dijagrama. Crtanje Smithovog dijagrama.

15.	Utjecaj ostalih čimbenika na titraju čvrstoču: koncentracija naprezanja, površinska obrada, utjecaj okoliša. Faktor sigurnosti i dopušteno naprezanje.	Rješavanja zadataka titraju čvrstoče elemenata strojeva i određivanje faktora sigurnosti.																																							
1.5. Vrste izvođenja nastave	<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> obrazovanje na daljinu <input type="checkbox"/> terenska nastava	<input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo																																							
1.6. Komentari																																									
1.7. Obveze studenata																																									
Student je obavezan pohađati predavanja i auditorne vježbe.																																									
1.8. Praćenje ¹ rada studenata																																									
Pohađanje nastave	2,00	Aktivnost u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad																																			
Pismeni ispit		Usmeni ispit	0,50	Esej		Istraživanje																																			
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	2,5	Referat		Praktični rad																																			
Portfolio																																									
1.9. Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispu																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aktivnosti koje se vrednuju</th> <th>Uspješnost A_i (%) za pozitivnu ocjenu</th> <th>Težinski udio u ocjeni k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. kolokvij</td> <td>50 - 100</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>2. kolokvij</td> <td>50 - 100</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>3. kolokvij</td> <td>50 - 100</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>4. kolokvij</td> <td>50 - 100</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Usmeni dio ispita</td> <td>50 - 100</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>ili</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pisani dio ispita</td> <td>50 - 100</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>Seminarski rad</td> <td>50 - 100</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>Usmeni dio ispita</td> <td>50 - 100</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Σ</td> <td>-</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Aktivnosti koje se vrednuju	Uspješnost A_i (%) za pozitivnu ocjenu	Težinski udio u ocjeni k_i	1. kolokvij	50 - 100	0,20	2. kolokvij	50 - 100	0,20	3. kolokvij	50 - 100	0,20	4. kolokvij	50 - 100	0,20	Usmeni dio ispita	50 - 100	0,20	ili			Pisani dio ispita	50 - 100	0,80	Seminarski rad	50 - 100	0,0	Usmeni dio ispita	50 - 100	0,20	Σ	-	1						
Aktivnosti koje se vrednuju	Uspješnost A_i (%) za pozitivnu ocjenu	Težinski udio u ocjeni k_i																																							
1. kolokvij	50 - 100	0,20																																							
2. kolokvij	50 - 100	0,20																																							
3. kolokvij	50 - 100	0,20																																							
4. kolokvij	50 - 100	0,20																																							
Usmeni dio ispita	50 - 100	0,20																																							
ili																																									
Pisani dio ispita	50 - 100	0,80																																							
Seminarski rad	50 - 100	0,0																																							
Usmeni dio ispita	50 - 100	0,20																																							
Σ	-	1																																							
Ukupno postignuće računa se prema izrazu:			A_i – postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost N – ukupan broj vrednovanih aktivnosti																																						
$\text{Postignuće} (\%) = \sum_{i=1}^N k_i A_i$																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kriterij vrednovanja ukupnog postignuća</th> <th>Postignuće (%)</th> <th>Ocjena</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>50,00 – 63,00</td> <td>2 (dovoljan)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>63,01 – 76,00</td> <td>3 (dobar)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>76,01 – 89,00</td> <td>4 (vrlo dobar)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>89,01 - 100</td> <td>5 (izvrstan)</td> </tr> </tbody> </table>			Kriterij vrednovanja ukupnog postignuća	Postignuće (%)	Ocjena		50,00 – 63,00	2 (dovoljan)		63,01 – 76,00	3 (dobar)		76,01 – 89,00	4 (vrlo dobar)		89,01 - 100	5 (izvrstan)																								
Kriterij vrednovanja ukupnog postignuća	Postignuće (%)	Ocjena																																							
	50,00 – 63,00	2 (dovoljan)																																							
	63,01 – 76,00	3 (dobar)																																							
	76,01 – 89,00	4 (vrlo dobar)																																							
	89,01 - 100	5 (izvrstan)																																							
Najduže trajanje ispita:																																									
<ul style="list-style-type: none"> • Pisani dio ispita do 120 min. • Usmeni dio ispita po studentu do 15 min. 																																									
Napomena:																																									
Pisani dio ispita studenti polažu preko kolokvija. Ako studenti pisani dio ispita ne polože preko kolokvija pristupaju ispitu na ispitnim rokovima.																																									
Usmeni dio ispita polaže se nakon pozitivno ocjenjenog pisanog dijela ispita.																																									
Studenti koji nemaju pozitivno ocjenjen seminarski rad ne mogu pristupiti usmenom dijelu ispita.																																									

¹ VAŽNO: Uz svaki od načina praćenja rada studenata treba unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta. Prazna polja možete upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

1.10. Obvezatna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

-

1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. Alfirević, I.: Nauka o čvrstoći II., Golden marketing, Zagreb 1999.
2. Inženjerski priručnik IP1, Temelji inženjerskih znanja, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
3. INŽENJERSKI PRIRUČNIK IP1, TEMELJI INŽENJERSKIH ZNANJA, Školska knjiga, Zagreb, 1996. (dio: Nauka o čvrstoći, str. 479-570)
4. Alfirević, I.: Linearna analiza konstrukcija, FSB Zagreb, Zagreb 1999.
5. Šimić, V.: Otpornost materijala II, Školska knjiga, Zagreb 1995.

1.12. Broj primjeraka obvezatne literature u odnosu na broj studenata koji trenutačno pohađaju nastavu na predmetu

Naslov	Broj primjeraka	Broj studenata

1.13. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija

Definirani su kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete na Veleučilištu.