

## Opis predmeta

Opće informacije		
Nositelj predmeta	Ivica Lacković, dipl. ing. stroj., v. pred.	
Naziv predmeta	<b>ČVRSTOĆA ENERGETSKE OPREME</b>	
Studijski program	<b>STRUČNI DIPLOMSKI STUDIJ ENERGETIKA</b>	
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 čvrstoće i krutosti osnovnih elemenata inženjerskih konstrukcija pri statičkom, udarnom i ciklički promjenljivom opterećenju. Analiza ravninskih i prostornih štapnih konstrukcija, debelostijenih cijevi i posude, rotirajućih diskova, savijanja tankih kružnih ploča, tankostijenih štapova 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. Definirati statički neodređene konstrukcije i postupke rješavanja te primjena na debelostijene posude i cijevi, rotirajuće diskove, savijanje tankih kružnih ploča
2. Definirati kvantitativne metode za određivanje trajnosti ciklički opterećenih dijelova strojeva i kod udarnih opterećenja
3. Riješiti tipične problemske zadatke čvrstoće iz prakse
4. Analizirati probleme čvrstoće i njihova rješenja

#### 1.4. Sadržaj predmeta

Tjedan	Sadržaj predavanja	Sadržaj vježbi
1.	Energijske 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 koeficijenata. 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 jednačbe metode sila.
5.	Osnove ravninske teorije elastičnosti. Jednačbe ravnoteže. Airyjeva funkcija naprezanja u pravokutnim i polarnim koordinatama.	Izrada zadataka iz primjene jednačbi ravninske teorije elastičnosti, u pravokutnim i polarnim koordinatama.
6.	Debelostijene posude i cijevi. Ograničenja oblika i pretpostavke o deformiranju, geometrijska analiza, primjena Hookeova zakona, diferencijalna jednačba ravnoteže elementa i raspodjele pomaka. Debelostijena posuda opterećena unutarnjim tlakom, odnosno vanjskim tlakom.	Rješavanje zadataka proračuna naprezanja i deformacija debelostijelih 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 ljuske. Deformacije i naprezanja u osnosimetričnim ljuskama pri membranskom naprezanju. Sferni spremnik za plin.	Rješavanje zadataka naprezanja u sfernim spremnicima za plin.
10.	Sferni spremnik za tekućinu. Rotirajuća sferna ljuska. Torusna ljuska.	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 jednačba 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.	Udarne 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 titrajnu čvrstoću. Haighov dijagram. Shematizacija Haighova dijagrama. Smithov dijagram.	Izrada zadataka određivanja parametara kod vremenski promjenljiva opterećenja elementa konstrukcije. Crtanje shematiziranog Haighovog dijagrama. Crtanje Smithovog dijagrama.
15.	Utjecaj ostalih čimbenika na titrajnu čvrstoću: koncentracija naprezanja, površinska obrada, utjecaj okoliša. Faktor sigurnosti i dopušteno naprezanje.	Rješavanje zadataka titrajne čvrstoće 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 <sup>1</sup> 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 ispitu							
Aktivnosti koje se vrednuju		Uspješnost A <sub>i</sub> (%) za pozitivnu ocjenu		Težinski udio u ocjeni k <sub>i</sub>			
Kontinuirano praćenje tijekom nastave	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							
Ispitni rokovi (završni ispit)	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 <sub>i</sub> – postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost N – ukupan broj vrednovanih aktivnosti					
$Postignuće (\%) = \sum_{i=1}^N k_i A_i$							
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"> <li>Pisani dio ispita do 120 min.</li> <li>Usmeni dio ispita po studentu do 15 min.</li> </ul>							
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.							
1.10. Obvezatna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
-							
1.11. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)							
<ol style="list-style-type: none"> <li>Alfirević, I.: Nauka o čvrstoći II., Golden marketing, Zagreb 1999.</li> <li>Inženjerski priručnik IP1, Temelji inženjerskih znanja, Školska knjiga, Zagreb, 1996.</li> <li>INŽENJERSKI PRIRUČNIK IP1, TEMELJI INŽENJERSKIH ZNANJA, Školska knjiga, Zagreb, 1996. (dio: Nauka o čvrstoći, str. 479-570)</li> <li>Alfirević, I.: Linearna analiza konstrukcija, FSB Zagreb, Zagreb 1999.</li> <li>Šimić, V.: Otpornost materijala II, Školska knjiga, Zagreb 1995.</li> </ol>							
1.12. Broj primjeraka obvezatne literature u odnosu na broj studenata koji trenutačno pohađaju nastavu na predmetu							
Naslov				Broj primjeraka		Broj studenata	

<sup>1</sup> **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.

<i>1.13. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija</i>		
Definirani su kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete na Veleučilištu.		