

NAZIV PREDMETA		ELEMENTI STROJEVA II				
Kod	SKS019	Godina studija	Druga (red.)/Treća (izv.)			
Nositelj/i predmeta	dr.sc. Nenad Vulić, red.prof.	Bodovna vrijednost (ECTS)	7			
Suradnici	Marko Bilandžić, pred. Igor Šuljić, asist.	Način izvođenja nastave (broj sati u semestru)	P	S	V	T
			45	/	45	/
Status predmeta	Obvezan	Postotak primjene e- učenja	/			
OPIS PREDMETA						
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usvojiti temeljna znanja o elementima strojeva i konstrukcija namijenjenih prijenosu snage i gibanja, o njihovoj funkciji, konstrukcijskom oblikovanju, izboru materijala, određivanju pogonskih opterećenja, dimenzioniranju i proračunavanju, te osposobiti studente za primjenu stečenih znanja.</li> <li>- Usvojiti metodologiju rješavanja jednostavnijih konstrukcijskih zadataka proračunom, oblikovanjem te primjenom odgovarajućih elemenata strojeva.</li> <li>- Teorijska i praktična priprema studenata za usvajanje znanja i vještina iz stručnih i specijalističkih predmeta.</li> </ul>					
Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije potrebne za predmet	/					
Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (4-10 ishoda učenja)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Razumjeti temeljne pojmove i zakonitosti u procesu konstruiranja, načela oblikovanja i proračuna elemenata strojeva namijenjenih prijenosu snage, pogonskih opterećenja, kao i svojstva konstrukcijskih materijala.</li> <li>2. Poznavati norme za elemente prijenosa snage do razine potrebne za njihovu primjenu na konkretne slučajeve i izvedbe.</li> <li>3. Koristiti kataloške podatke proizvođača elemenata i sklopova.</li> <li>4. Temeljem znanja iz tehničke mehanike krutih tijela i mehanike elastičnih deformabilnih tijela, definirati temeljne pojmove, veličine i zakonitosti iz područja elemenata strojeva.</li> <li>5. Navesti i opisati zadatke pojedinih elemenata strojeva i njihovo područje primjene.</li> <li>6. Kvantificirati proračunom osnovna svojstva elemenata strojeva i konstrukcija,</li> <li>7. Objasniti i povezati međusobnu ovisnost različitih elemenata strojeva u konkretnom sklopu, uređaju ili stroju.</li> <li>8. Temeljem proračuna i izborom odgovarajućih materijala izraditi tehničku dokumentaciju potrebnu za izradu jednostavnijih elemenata strojeva namijenjenih prijenosu snage i gibanja.</li> <li>9. Izabrati inženjerski pristup u rješavanju konstrukcijskih problema, polazeći od usvojenih znanja iz tehničke mehanike, mehanike materijala, matematike, poznavanja materijala i tehnologije obrade materijala.</li> </ol>					

Sadržaj predmeta detaljno razrađen prema satnici nastave

IZVEDBENI PLAN RADA			
Tjedan	datum	Oblik nastave	Tema
1.		Predavanja	<p><b>Uvod. Sadržaj kolegija</b></p> <p>Sadržaj predavanja. Sadržaj vježbi. Literatura.</p> <p><b>Osovine i vratila</b></p> <p>Definicije: osovine, vratila, rukavci. Oblikovanje osovina i vratila. Materijali i tehnologija izrade. Opterećenje i naprezanja u osovinama i vratilima. Norme i propisi za proračun vratila. Proračun osovina i vratila. Projektni proračun - dimenzioniranje s gledišta nosivosti. Kontrolni proračun čvrstoće. Dimenzioniranje s gledišta deformacija. Kritične brzine vrtnje osovina ili vratila. Konstrukcijske izvedbe vratila.</p>
		Laboratorijske vježbe	Prikaz različitih elemenata strojeva i konstrukcija u laboratoriju.
		Konstrukcijske Vježbe	Zadavanje 1. programa: <b>Vratilo</b>
2.		Predavanja	<p><b>Ležajevi općenito</b></p> <p>Trenje, vrste trenja. Podmazivanje, vrste maziva, ulja, masti, plinovita maziva, samopodmazujući ležaji.</p> <p><b>Klizni ležajevi</b></p> <p>Hidrodinamička teorija podmazivanja. Viskozitet maziva. Ležajni materijali. Oblikovanje kliznih ležajeva. Proračun radijalnih kliznih ležajeva. Aksijalni klizni ležajevi. Hidrostatički ležajevi. Proračun aksijalnih kliznih ležajeva.</p>
		Laboratorijske vježbe	Primjena i izrada vratila.
		Konstrukcijske Vježbe	Proračun vratila. Objašnjenja proračuna.
3.		Predavanja	<p><b>Klizni ležajevi (-nastavak-)</b></p> <p>Ležajni materijali. Oblikovanje kliznih ležajeva. Proračun radijalnih kliznih ležajeva. Aksijalni klizni ležajevi. Hidrostatički ležajevi. Proračun aksijalnih kliznih ležajeva.</p>
		Laboratorijske vježbe	Statički i zamorni lomovi vratila
		Konstrukcijske Vježbe	Proračun vratila. Objašnjenja proračuna.
4.		Predavanja	<p><b>Valjni ležajevi</b></p> <p>Vrste valjnih ležajeva. Konstrukcija i svojstva. Primjeri primjene i ugradnje. Nosivost i vijek trajanja. Statička i dinamička nosivost. Ekvivalentno opterećenje. Proračun. Podmazivanje valjnih ležajeva.</p>
		Laboratorijske vježbe	Podmazivanje. Izvedbe kliznih ležajeva. Izrada blazinica.

			Konstruktivske Vježbe	Proračun vratila. Objašnjenja proračuna.
	5.		Predavanja	<b>Brtve i brtvljenje</b> Statičko brtvljenje. Dinamičko brtvljenje. Radijalni brtveni prsteni. Bezdodirne brtve. Membranske brtve.
			Laboratorijske vježbe	Valjni ležajevi. Montaža valjnih ležajeva.
			Konstruktivske Vježbe	Korekcije 1. konstrukcijskog programa.
	6.		Predavanja	<b>Spojke – krute i kompenzacijske</b> Spojke: Namjena i funkcija. Izbor spojki i konstrukcijski zahtjevi. Podjela spojki.  Krute spojke (neelastične): Kolutna i prirubna spojka. Školjkasta spojka. Ljuskasta spojka.  Kompenzacijske spojke (1): Kandžasta spojka. Oldham-ova spojka. Schmidt-ova spojka. Zupčasta spojka. Spojka s elastičnim čeličnim prstenima. Lančana spojka.  Kompenzacijske spojke (2): Kardanski zglobovi (Hooke-ov zglobovi). Kardanski zglobovi s kuglicama (homokinetički zglobovi). Kardansko vratilo. Zglobna spojka s dva kardanska zgloba (kardanski prijenos). Dvostruki kardanski zglobovi.
			Laboratorijske vježbe	Pregled različitih spojki i njihova primjena.
			Konstruktivske Vježbe	Predaja 1. konstrukcijskog programa Zadavanje 2. programa: <b>Zupčani par</b>
	7.		Predavanja	<b>Spojke – elastične, izvrstive, specijalne</b> Elastične spojke: Vrste i primjena. Zadaci, karakteristika i krutost spojki. Akumulacijske elastične spojke: Bibby spojka. Spojka sa zavojnim oprugama. Prigušne elastične spojke: Spojka s gumenim prstenima. Spojke s nemetalnim (gumenim) umetcima. Spojke s gumenim pojasom. Spojke s ulošcima. Proračun za izbor spojke.  Uključno-isključne (izvrstive) spojke: Zupčaste, tarne, lamelne spojke. Uključivanje.  Specijalne spojke: Hidrodinamičke, jednosmjerne, sigurnosne spojke.
			Laboratorijske vježbe	Primjena remenskog prijenosa
			Konstruktivske Vježbe	Proračun zupčanog para prema predlošku. Objašnjenja proračuna.
	8.		Predavanja	<b>Prijenosnici - Remenski prijenos</b> Prijenosnici: Zadaci i vrste prijenosnika. Remenski prijenos: Osnove. Prijenos plosnatim remenom: Naprezanje remena. Proračun. Klinasti remenski prijenos. Proračun. Zupčasti remenski prijenos

		Laboratorijske vježbe	Primjena lančanog prijenosa, lančanici
		Konstruktivske Vježbe	Proračun zupčanog para prema predlošku. Objašnjenja proračuna.
	9.		<b>1. kolokvij</b> (pisani)
	10.	Predavanja	<b>Lančani prijenos</b> <i>Lančani prijenos: Osnove. Vrste lanaca i lančanika. Primjena. Proračun.</i>
		Laboratorijske vježbe	Zupčani prijenosi. Primjena.
		Konstruktivske Vježbe	Proračun zupčanog para prema predlošku. Objašnjenja proračuna.
	11.	Predavanja	<b>Cilindrični zupčanici (1)</b> Zupčani prijenosnici: Prednosti i nedostaci. Primjena. Podjela, vrste i oblici.  Geometrija cilindričnih zupčanika (čelnika) s evolventnim ozubljenjem i ravnim zubima: Pojmovi, nazivlje i oznake. Kut zahvata. Zakon ozubljenja. Cikloidno i evolventno ozubljenje. Diobeni promjer i modul. Standardni profil. Granični broj zubi. Debljina zuba – granica zašiljenosti.  Geometrija zupčanog para: Put zahvata, duljina zahvata i stupanj prekrivanja. Pomak profila. Korekcija ozubljenja: nulti, V-nulti i V- čelnici s ravnim zubima.  Materijali zupčanika
		Laboratorijske vježbe	Izrada zupčanika. Izrada čelnika.
		Konstruktivske Vježbe	Proračun zupčanog para prema predlošku. Objašnjenja proračuna.
	12.	Predavanja	<b>Cilindrični zupčanici (2)</b> Cilindrični zupčanici (čelnici) s kosim zubima: Osnovna svojstva, prednosti i nedostaci. Geometrija zupčanika s kosim zubima. Fiktivni broj zubi. Stupanj prekrivanja.  Tolerancije zupčanika: Kvaliteta ozubljenja. Odstupanje debljina zuba. Zračnosti. Kontrolne mjere.  Oštećenja zupčanika: Analiza oštećenja zubi zupčanika.
		Laboratorijske vježbe	Montaža zupčanika. Zračnost i odstupanja.
		Konstruktivske Vježbe	Crtež vijčanog spoja.

	13.	Predavanja	<b>Čvrstoća cilindričnih zupčanika</b> Opteretivost cilindričnih zupčanika: Opterećenje zuba. Sile na cilindričnim zupčanicima s ravnim i s kosim zubima. Sile na vratilo i u ležajevima. Trenje i učinkovitost. Norme, pravila i propisi. Opteretivost korijena zuba. Opteretivost bokova zuba. Postupci izrade cilindričnih zupčanika. <b>Ostali tipovi zupčanika</b> Konični zupčanici (stožnici): geometrija, odnosi sila proračun. Pužni prijenos: geometrija pužnog prijenosa, oblici puža, odnosi sila, iskoristivost, oblikovanje. Vijčanci				
			Laboratorijske vježbe	Pregled oštećenja zupčanika.			
			Konstruktivske Vježbe	Izrada radioničkog crteža zupčanika.			
	14.	Predavanja	<b>Planetarni prijenosnici i prijenosnici sa smanjenom zračnošću</b> Planetarni prijenosnici s cilindričnim zupčanicima: Prednosti i nedostaci. Građa planetarnih prijenosnika, naziv elemenata i označavanje. Kinematika: prijenosni omjeri i Willis-ovo pravilo. Ugradbeni uvjeti. Sile i momenti. Snaga. Iskoristivost. Primjeri izvedbe i primjena. Planetarni prijenosnici s koničnim zupčanicima: Automobilski diferencijal. Prijenosnici sa smanjenom zračnošću: Konstruktivne izvedbe. Valni reduktori (Harmonic Drive).				
			Laboratorijske vježbe	Primjena i izrada pužnog prijenosa.			
			Konstruktivske Vježbe	Korekcije programa.			
	15.	Predavanja	<b>2. kolokvij (pisani)</b>				
			Laboratorijske vježbe	Primjena planetarnih prijenosnika.			
			Konstruktivske Vježbe	Ispravak – predaja programa: Zupčani par.			
			dopunski	<b>3. kolokvij (usmeni: prilikom upisa ocjene)</b>			
	Vrste izvođenja nastave:	<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> on line u cijelosti <input type="checkbox"/> mješovito e-učenje <input type="checkbox"/> terenska nastava		<input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija <input checked="" type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> (ostalo upisati)			
	Obveze studenata	/					
Praćenje rada studenata (upisati udio u ECTS bodovima za svaku	Pohađanje nastave	3	Istraživanje	/	Praktični rad	/	
	Eksperimentalni rad	/	Referat	/	Samostalno učenje	1	

aktivnost tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta):	Esej	/	Seminarski rad	/	(Ostalo upisati)	/
	Kolokviji	2,5	Usmeni ispit	0,5	(Ostalo upisati)	/
	Pismeni ispit	/	Projekt	/	(Ostalo upisati)	/

Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

KONTINUIRANA PROCJENA		
Pokazatelji kontinuirane provjere	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)
Pohađanje i aktivnost na nastavi (predavanja), $A_1$	80-100	2,5%
Pohađanje i aktivnost na nastavi (vježbe), $A_2$	80-100	2,5%
Prvi konstrukcijski program, $A_3$	50-100	7,5%
Drugi konstrukcijski program, $A_4$	50-100	7,5%
Prvi kolokvij (pisani), $A_5$	50-100	37,5%
Drugi kolokvij (pisani), teorija, $A_6$	50-100	37,5%
Treći kolokvij (usmeni), $A_7$	50-100	5%

ZAVRŠNA PROCJENA		
Pokazatelji provjere - završna ispit (prvi i drugi ispitni termin)	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)
Praktični ispit (pisani)	50 - 100	80
Konstrukcijski programi	50 - 100	15
Prethodne aktivnosti (uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)	50-100	5
Pokazatelji provjere - popravni ispit (treći i četvrti ispitni termin)	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)
Praktični ispit (pisani)	50 - 100	80
Konstrukcijski programi	50 - 100	15
Prethodne aktivnosti (uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)	50-100	5

#### OCJENJIVANJE

Općenito se ocjena na završnom i popravnom ispitu (u postotcima) formira temeljem svih pokazatelja koji opisuju razinu studentskih aktivnosti prema relaciji:

$$Ocjena (\%) = \sum_{i=1}^N k_i A_i$$

$k_i$  - težinski koeficijent za pojedinu aktivnost,  
 $A_i$  - postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost,  
 $N$  - ukupan broj aktivnosti.

**Elementi strojeva II** - konačna ocjena za studente koji su pohađali nastavu, izradili pozitivno ocijenjene programe te pozitivno riješili sva tri kolokvija izračunava se po izrazu:

$$Ocjena (\%) = k_1 A_1 + k_2 A_2 + k_3 A_3 + k_4 A_4 + k_5 A_5 + k_6 A_6 + k_7 A_7$$

- pohađanje i aktivnost na nastavi:  $k_1 = k_2 = 0,025$ ;  $A_{1,2} = 80-100\%$ ,
- konstrukcijski programi:  $k_3 = k_4 = 0,075$ ;  $A_{3,4} = 50-100\%$ ,
- kolokviji:  $k_5 = 0,375$ ;  $k_6 = 0,375$ ;  $k_7 = 0,05$ ;  $A_{5,6,7} = 50-100\%$ .

ODNOS POLUČENOG USPJEHA I PRIPADNE OCJENE		
Postotak	Kriterij	Ocjena
ispod 50%	ne zadovoljava	nedovoljan(1)
od 50% do 61%	zadovoljava minimalne kriterije	dovoljan (2)
od 62% do 74%	prosječan uspjeh s primjetnim nedostatcima	dobar (3)
od 75% do 87%	iznadprosječan uspjeh s ponekom greškom	vrlo dobar (4)
od 88% do 100%	izniman uspjeh	izvrstan (5)

	Naslov	Broj primjeraka u knjižnici	Dostupnost putem ostalih medija
Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i putem ostalih medija)	DECKER, K. H.: Elementi strojeva, Golden marketing - Tehnička knjiga, Zagreb, 2006.		
	OBERŠMIT, E.: <i>Ozubljenja i zupčanci</i> , Liber, Zagreb, 1982.		
	JELASKA, D.: <i>Elementi strojeva, I. dio</i> , Sveučilište u Splitu, 2007.		
	JELASKA, D.: <i>Zupčanci i zupčani prijenosi</i> , Sveučilište u Splitu, 2011.		
	KULENOVIĆ, Z.: <i>Elementi brodskih strojeva i konstrukcija</i> , Pomorski fakultet, Split, 2012.		
	JERČIĆ, I.: <i>Vratilo – Podloge za konstrukcijske vježbe, Interna skripta</i> , Odjel za stručne studije, Split, 2009.		
	JERČIĆ, I.: <i>Cilindrični zupčani par – Podloge za konstrukcijske vježbe</i> , Interna skripta, Odjel za stručne studije, Split, 2009.		
Dopunska literatura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. WITTEL, H.; MUHS, D.; JANNASCH, D.; VOßIEK, J.: <i>Roloff /Matek Maschinenelemente-Normung, Berechnung, Gestaltung-Lehrbuch (21. Auflage)</i>, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2013.</li> <li>2. BUDYNAS, R.; NISBETT, K.: <i>Shigley's Mechanical Engineering Design (8th edition)</i>, McGraw-Hill, New York, 2006.</li> <li>3. NIEMANN, G.; WINTER, H.; HÖHN, B.-R.: <i>Maschinenelemente - Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen (4. bearbeitete Auflage)</i>, Springer-Verlag, Berlin, 2005.</li> <li>4. NIEMANN, G.; WINTER, H.: <i>Maschinenelemente - Band 2: Getriebe allgemein, Zahnradgetriebe - Grundlagen, Stirnradgetriebe (2. Auflage)</i>, Springer-Verlag, Berlin, 2003.</li> <li>5. NIEMANN, G.; NEUMANN, B.; WINTER, H.; HÖHN, B.-R.: <i>Maschinenelemente - Band 3: Schraubrad-, Kegelarad-, Schnecken-, Ketten-, Riemen-, Reibradgetriebe, Kupplungen, Bremsen, Freiläufe (2. Auflage)</i>, Springer-Verlag, Berlin, 1983.</li> </ol>		
Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje utvrđenih ishoda učenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evidencija pohađanja nastave i uspješnosti izvršenja ostalih obveza studenata (nastavnik).</li> <li>- Ažuriranje detaljnih izvedbenih planova nastave - DIP (nastavnik).</li> <li>- Nadzor izvođenja nastave (zamjenik pročelnika Odjela za nastavu, pročelnici odsjeka).</li> <li>- Kontinuirana provjera kvalitete svih parametara nastavnog procesa u skladu s Akcijskim planovima (pomoćnik pročelnika Odjela za kvalitetu).</li> <li>- Semestralno provođenje studentske ankete sukladno „Pravilniku o postupku studentskog vrednovanja nastavnog rada na sveučilištu u Splitu“ (UNIST, Centar za unaprjeđenje kvalitete).</li> </ul>		
Ostalo (prema mišljenju predlagatelja)	DIP-ovi predmeta nalaze se unutar sustava za podršku nastavi (MOODLE) i dostupni su studentima i nastavnicima Odjela. Skraćeni izvedbeni programi - IP (hrvatska i engleska inačica) su u cilju javnosti informiranja izravno dostupni na web stranicama Odjela.		