

<b>PREDMET</b>		<b>OTPORNOST MATERIJALA II</b>		
<b>VODITELJ PREDMETA</b>		Prof.dr. Mustafa Hrasnica		
<b>STUDIJ</b>	<b>STATUS</b>	<b>SEMESTAR</b>	<b>SATI NASTAVE P+V</b>	<b>ECTS</b>
B – GRAD.	obavezni	3	2+2	5
<b>CILJEVI</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Upoznati studente sa analizama napona i deformacija jednostavnih i složenih naprezanja konstruktivnih elemenata, kao i postupcima i uvjetima dimenzioniranja za pojedina naprezanja. Objasniti osnovne probleme gubitka stabilnosti. Uvođenje u područje nelinearne analize posebno razmatranje elasto-plastičnog štapa.</li> </ul>				
<b>ISHODI UČENJA</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Fizikalno razumijevanje pojedinih prostih naprezanja: savijanje, torzija, smicanje. Sposobnost samostalnog proračuna odgovarajućih komponenti napona i deformacija i provođenje postupka dimenzioniranja, metodom dopuštenih napona</li> <li>□ Iste kompetencije za složena naprezanja, kombinacije aksijalnog naprezanja i savijanja.</li> <li>□ Shvaćanje problema izvijanja pritisnutih vitkih elemenata, posebno štapova.</li> <li>□ Razumijevanje osnovnih principa nelinearne analize, graničnog opterećenja i nosivosti.</li> </ul>				
<b>SADRŽAJ PREDMETA</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Savijanje. Bernoulli-eva hipoteza. Zakrivljenost presjeka, raspodjela normalnih napona. Aksijalni, mješoviti i polarni momenti inercije. Glavne osovine i glavni momenti inercije. Elipsa i poluprečnici inercije. Proračun smičućih napona. Glavni naponi. Otporni moment, dimenzioniranje. Tankostjene grede. Centar smicanja. Veze složenih čeličnih presjeka.</li> <li>□ Deformacija greda – proračun ugiba. Diferencijalna jednačba ugibne linije. Rubni uvjeti. Metoda momentne površine – Mohrova analogija.</li> <li>□ Torzija. Štap cilindričnog poprečnog presjeka. Naponi smicanja, ugao zaokreta popr presjeka. Vrste loma usljed čiste torzije. Štapovi pravokutnog i tankostjenog presjeka, torzija cijevi. Dimenzioniranje.</li> <li>□ Složena naprezanja. Koso savijanje, neutralna linija, raspodjela napona, dimenzioniranje. Štap opterećen ekscentričnom podužnom silom i greda izložena poprečnom i aksijalnom opterećenju, neutralna linija, raspodjela napona, dimenzioniranje. Jezgro presjeka.</li> <li>□ Stabilnost pritisnutih štapova. Priroda problema. Eulerov štap, kritične sile i duljine izvijanja za osnovne slučajeve pričvršćenja štapa. Kritični napon, vitkost štapa, Eulerova hiperbola u linearnom i nelinearnom području ponašanja. Ekscentrični vitki pritisnuti štap i savijanje vitkih pritisnutih štapova. Dimenzioniranje, interakcioni pristup.</li> <li>□ Zakrivljeni štapovi. Normalni naponi od savijanja, usporedba sa pravim štapovima.</li> <li>□ Osnovi analize u nelinearnom području. Savijanje grede, općeniti odnos napon-dilatacija, elastoplastična greda, moment tečenja, granični moment, plastični otporni moment, deformacije, plastični zglobovi, zaostali naponi. Granično opterećenje grede, dimenzioniranje, savijanje i aksijalno opt, interakcija za tečenje i plastifikaciju.</li> </ul>				
<b>PREPORUČENA LITERATURA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Branislav Verbič, <i>Otpornost materijala</i>, Građevinski fakultet u Sarajevu.</li> <li>2. Drugi savremeni udžbenici iz <i>Otpornosti materijala</i>, odnosno <i>Mehanike čvrstog tijela</i>.</li> </ol>				
<b>Način polaganja ispita:</b>				
<p>Testovi u toku semestra (minimalno 2), ocjenjivanje zadataka koji se rade samostalno.  Formiranje ocjene: Rad u toku semestra minimalno 50 %, završni ispit maksimalno 50 %.</p>				

<i>Sedmica</i>	<i>Predavanja</i>	<i>Vježbe</i>
1	Sadržaj i organizacija predmeta. Savijanje. Uvod i analiza naprezanja i deformacija kod običnog savijanja. Bernoulli-eva hipoteza. Zakrivljenost popr. presjeka i određivanje raspodjele normalnih napona.	Ponavljjanje osnovnih pojmova iz Otpornosti materijala I. Normalni naponi kod običnog savijanja
2	Deformacije presjeka u vlastitoj ravni, ograničenja primjene teorije savijanja. Momenti površine drugog reda. Aksijalni, mješoviti (centrifugalni) i polarni momenti inercije. Glavne osovine i glavni momenti inercije. Elipsa inercije, poluprečnik inercije	Neutralna linija i raspodjela normalnih napona kod običnog savijanja. Proračun momenata inercije kod uobičajenih poprečnih presjeka. Proračun glavnih momenata inercije i njihovih pravaca.
3	Momenti inercije složenih poprečnih presjeka. Proračun smičućih napona. Određivanje statičkog momenta površine. Raspodjela smičućih napona u presjeku. Glavni naponi u karakt. tačkama popr. presjeka. Otporni momenti, dimenzioniranje	Složeni poprečni presjeci. Proračun momenata inercije, normalni naponi u mjerodavnim presjecima greda. Proračuni smičućih napona, dijagrami napona. Dimenzioniranje greda.
4	Smičući naponi u tankostjenim gredama, tok napona, smičuća sila. Centar smicanja i uvijanje popr. presjeka. Dimenzioniranje veza složenih čeličnih presjeka. Ugibi, diferencijalna jednadžba ugibne linije.	Nastavak proračuna normalnih i smičućih napona u karakterističnim presjecima grede. Dimenzioniranje na savijanje. Primjer za vijčane veze složenih čeličnih presjeka.
5	Rješavanje diferencijalne jednadžbe ugibne linije. Rubni uvjeti, statički i kinematički. Metoda momentne površine ili Mohrova analogija za proračun ugiba. Uvod o torziji	Primjeri proračuna ugiba greda primjenom Mohrove analogije. Ugibi kao mjera za dimenzioniranje.
6	Torzija. Naponi i deformacije cilindričnog štapa. Raspodjela napona smicanja. Lomovi usljed torzije. Deformacije, ugao uvijanja presjeka. Naponi i deformacije štapova pravokutnog i otvorenog tankostjenog presjeka, te zatvorenog tankostjenog presjeka-cijevi. Dimenzioniranje.	Proračun i raspodjela smičućih napona usljed torzije kod štapova kružnog popr. presjeka, te pravokutnog i tankostjenog presjeka. Dimenzioniranje na torziju.
7	Test 1.	Objašnjenje zadataka i korekcije Programa 1
8	Složena naprezanja. Uvjeti za superpoziciju. Koso savijanje, fizikalno objašnjenje. Položaj neutralne linije, proračun normalnih napona, dimenzioniranje, naponi i ugibi. Aksijalno ekscentrično opt. štap.	Primjeri uz proračun napona i ugiba za slučaj kosog savijanja. Elementi napregnuti na koso savijanje. Dimenzioniranje greda prema dopuštenim naponima i ugibima.
9	Nastavak - štap opterećen podužnom ekscentričnom silom. određivanje normalnih napona, položaj neutralne linije. Istovremeno djelovanje poprečnog i aksijalnog opterećenja na gredi, stubu. Dimenzioniranje. Jezgro presjeka, određivanje, praktična primjena.	Računski primjeri za štapove opterećene ekscentričnom aksijalnom silom, stubovi ne uzimajući u obzir izvijanje. Grede izložene poprečnom opterećenju i aksijalnoj sili. Naponi, dimenzioniranje.
10	Stabilnost pritisnutih elemenata, prije svega štapova, problem izvijanja. Fizikalni opis, priroda	Kompleksni slučajevi složenog naprezanja.

izvijanje	problema. Kritična sila. Eulerov štap. Kritične sile i duljine izvijanja za osnovne slučajeve prišvršćenja štapa. Kritični napon, vitkost. Eulerova hiperbola u linearnom i nelinearnom području ponašanja materijala.	Dužine izvijanja i kritične sile za jednostavne štapove, zglobovi, uklješteni konzolni. Proračun mjerodavne kritične sile i napona za vitke pritisnute elemente
11	Izvođenje kritične sile za ekscentrični vitki pritisnuti štap i savijanje vitkih pritisnutih štapova. Specifičnost dimenzioniranja, jednostavni postupak ovisno o materijalu, interakcioni pristup.	Nastavak proračuna kritičnih sila za vitke štapove-stubove. Dimenzioniranje pritisnutih elemenata, centrično pritisnut štap i slučajevi složenog naprežanja
12	Naprežanje zakrivljenih štapova. Uvod, specifičnosti. Normalni naponi od savijanja. Definiranje problema, položaj neutralne linije i raspodjela napona. Usporedba sa pravim štapovima. Uvod nosači u nelinearnom području.	U okviru predavanja: Primjer analize zakrivljenog štapa pravokutnog poprečnog presjeka, izložen prevashodno savijanju. Usporedba sa rješenjima za prav štap.
13	Osnovni pojmovi o nelinearnoj analizi. Kada su nosive konstrukcije u nelinearnom području ponašanja. Općeniti nelinearni dijagram napon-deformacija. Granični moment savijanja. Grede od elastoplastičnog materijala, Savijanje, moment tečenja, granični moment savijanja, plastični otporni moment. Deformacije, nastanak plastičnog zgloba, pojava zaostalih napona.	Računski primjeri za proračun graničnog momenta savijanja poprečnog presjeka. Plastični otporni momenti. Nosivost karakterističnih popr. presjeka elastoplastične grede. Primjeri proračuna zaostalih napona nakon rasterećenja. Diskusija o plastičnom zglobo.
14	Granično opterećenje elastoplastične grede, formiranje plastičnog mehanizma. Dimenzioniranje na osnovu graničnog opterećenja. Istovremeno savijanje i aksijalno naprežanje. Interakcioni dijagrami za pojavu tečenja i za potpunu plastifikaciju.	Proračuni graničnog opterećenja greda, jednostavni nosači i njihovi plastični mehanizmi. Određivanje dimenzija nosača na osnovu graničnog opterećenja za grede izložene prevashodno savijanju.
15	Test 2	Objašnjenje zadataka i korekcije programa 2.