
Prijedlog izvedbenog programa iz predmeta Tehnička mehanika – Nauka o čvrstoći

Nastavni predmet:	TEHNIČKA MEHANIKA – NAUKA O ČVRSTOĆI
Br. sati (uk.):	2 (70)
Cilj:	Dobivanje potrebnih znanja o zakonitostima nauke o čvrstoći nužnih za razumijevanje i rješavanje lakših tehničkih problema koji su vezani za dimenzioniranje i provjeru čvrstoće strojnih elemenata.
Zadaci:	a) obrazovni — naučiti zakonitosti i metode proučavanja čvrstoće materijala — proširiti i produbiti sadržaje elemenata strojeva i strojarских konstrukcija b) funkcionalni — primijeniti znanje na dimenzioniranju i provjeri čvrstoće strojnih elemenata i jednostavnijih konstrukcija c) odgojni — spoznati važnost poznavanja čvrstoće materijala u strojarскоj struci glede sigurnosti, utroška materijala i cijene koštanja strojnih dijelova — stjecati naviku korištenja literature, tablica i računala pri rješavanju tehničkih problema

TEHNIČKA MEHANIKA — NAUKA O ČVRSTOĆI, II. RAZRED
(nastavni predmet — razred)

Nastavna cjelina	Zadaci za učenike		Korelacija s drugim predmetima
	Obvezne	Neobvezne	
1	2	3	4
1. Osnove nauke o čvrstoći	1.1 Osnovne zadaci nauke o čvrstoći		
	1.2 Opterećenje, vrste i oblik		
	1.3 Naprezanje, pojam i vrste		
	1.4 Dijagrami rastezanja		Tehnički materijali (ispitivanje)
	1.5 Hookeov zakon		
	1.6 Dopusšteno naprezanje i koeficijent sigurnosti		
	1.7 Utjecaj utora i zamor materijala		
2. Aksijalna naprezanja	2.1 Naprezanje i deformacija pri istezanju, jednadžbe naprezanja	2.7 Elementi jednake čvrstoće na vlak i tlak	Elementi strojeva
	2.2 Vlak bez utjecaja vlastite težine, dimenzioniranje	2.8 Utjecaj vlastite težine na naprezanje	Strojarske konstrukcije
	2.3 Naprezanje i deformacija pri sabijanju, jednadžbe naprezanja	2.9 Naprezanje uslijed centrifugalne sile	
	2.4 Tlak bez utjecaja vlastite težine, dimenzioniranje		
	2.5 Površinski pritisak, jednadžbe i dimenzioniranje	2.10 Naprezanje u kosom presjeku	
	2.6 Naprezanje uslijed promjene temperature		
	3.1 Naprezanje i deformacija, jednadžbe naprezanja na odrez ili smik		Elementi strojeva
3. Tangencijalna ili smična naprezanja	3.2 Dimenzioniranje elemenata izloženih naprezanju na odrez ili smik		Strojarske konstrukcije
	3.3 Naprezanje i površinski pritisak		
	3.4 Sila pri probijanju		
	4.1 Pojam i vrste momenata inercije i otpora		Elementi strojeva
4. Momenti inercija i otpori ploha	4.2 Momenti inercija i otpora jednostavnih ploha		Strojarske konstrukcije
	4.3 Steinerov poučak		
	4.4 Momenti inercije i otpora sastavljenih ploha		
	4.5 Momenti inercije i otpora sastavljenih standardnih profila	4.6 Momenti inercije i otpora oslabljenih ploha	
		4.7 Radijus inercije i elipsa inercije	

Nastavna cjelina	Zadaci za učenike		Korelacija s drugim predmetima
	Obvezne	Neobvezne	
1	2	3	4
5. Naprezanje pri savijanju ili fleksiji	5.1 Čisto savijanje, savijanje silama, jednađžbe savijanja	5.5 Elementi jednake čvrstoće na savijanje	Elementi strojeva
	5.2 Nosači, dijagrami opterećenja	5.6 Pojačavanje profilnih elemenata lamelama	Strojarske konstrukcije
	5.3 Određivanje momenata savijanja i poprečnih sila, te dimenzioniranje nosača opterećenih na savijanje		
	5.4 Deformacije nosača pri savijanju (polumjer zakrivljenosti elastične linije, kut nagiba i progib)		
	6.1 Naprezanje i deformacija, jednađžbe naprezanja		Elementi strojeva
6. Naprezanje pri uvijanju ili torziji	6.2 Momenti uvijanja		Strojarske konstrukcije
	6.3 Dimenzioniranje lakih vratila obzirom na čvrstoću i deformaciju		
7. Naprezanje pri izvijanju	7.1 Kriteriji za izvijanje i Eulerove jednađžbe	7.4 Dimenzioniranje omega postupkom	Elementi strojeva
	7.2 Vitkost štapa i granica primjena Eulerovih jednađžbi – Tetmayerove jednađžbe		Strojarske konstrukcije
	7.3 Dimenzioniranje štapova izloženih izvijanju		
8. Složena naprezanja	8.1 Ekscentrični vlak; ekscentrični tlak; jednađžbe naprezanja i dimenzioniranje	8.5 Jezgra presjeka	Elementi strojeva
	8.2 Naprezanje pri vlaku i savijanju; naprezanje pri tlaku i savijanju, jednađžbe naprezanja i dimenzioniranje		Strojarske konstrukcije
	8.3 Naprezanje pri savijanju i uvijanju, jednađžbe		
	8.4 Dimenzioniranje teških vratila		

PRIJEDLOG ELEMENATA I PODELEMENATA VREDNOVANJA POSTIGNUĆA
I UMIJEĆA I OCJENJIVANJA

Elementi	Podelementi	Bodovi	Kriterij za ocjene
1	2	3	4
1. poznavanje i razumijevanje nastavnih sadržaja	1.1 Poznavanje temeljnih pojmova nauke o čvrstoći (vrste opterećenja, vrste naprezanja, dijagram naprezanja, Hookeov zakon, čvrstoća, koeficijent sigurnosti, dopušteno naprezanje, utjecaj utora, zamor, jednadžbe naprezanja, deformacije)	0 do 40 ¹	ispod 20 – nedovoljan (1) 20 do 25 – dovoljan (2) 26 do 31 – dobar (3) 32 do 36 – vrlo dobar (4) 37 do 40 – odličan (5)
2. primjena znanja u rješavanju tehničkih problema	2.1 Školske zadaće 2.2 Programski zadaci 2.3 Vježbe	0 do 60 ² 0 do 60	ispod 30 – nedovoljan (1) 30 do 35 – dovoljan (2) 36 do 42 – dobar (3) 43 do 54 – vrlo dobar (4) 55 do 60 – odličan (5)

¹ 0 bodova – ne poznaje i ne razumije osnovne pojmove nauke o čvrstoći ni uz nastavnikovu pomoć,
10 bodova – djelomično prepoznaje i razumije osnovne pojmove nauke o čvrstoći uz nastavnikovu pomoć,
20 bodova – uz nastavnikovu pomoć dobro prepoznaje i razumije osnovne pojmove nauke o čvrstoći,
30 bodova – bez nastavnikove pomoći dobro prepoznaje i razumije osnovne pojmove nauke o čvrstoći,
40 bodova – bez nastavnikove pomoći u potpunosti prepoznaje i razumije osnovne pojmove nauke o čvrstoći.

² Zadatke za školske zadaće i programe bodovati po razinama rješenja. Ako je ukupan zbroj bodova 60, tada kriterij za ocjene može biti kao što je predloženo u tablici.

Prijednog operativnog programa iz predmeta Tehnička mehanika – Nauka o čvrstoći

ŠKOLA: _____ RAZRED: II. STROJARSKI TEHNIČAR
NASTAVNI PREDMET: NAUKA O ČVRSTOĆI
BROJ SATI: 2/70/ ŠKOLSKA GODINA: _____
NASTAVNIK: _____
CILJ (SVRHA)
UČENJA PREDMETA: DOBIVANJE POTREBNIH ZNANJA O ZAKONITOSTIMA NAUKE
O ČVRSTOĆI NUŽNIH ZA RAZUMIJEVANJE I
RJEŠAVANJE LAKŠIH TEHNIČKIH PROBLEMA KOJI SU
VEZANI ZA DIMENZIONIRANJE I PROVJERU ČVRSTOĆE
STROJNIH ELEMENATA

Red. br. sata	NAZIV NASTAVNE CJELINE I TEMA/ VJEŽBI (prema izvedbenom planu i programu)	CILJ ZA NASTAVNU CJELINU (zadaci za učenike)	NASTAVNE METODE I METODIČKI OBLICI RADA	KORELACIJA – veze s drugim nastavnim predmetima	NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA	MATERIJALNI UVJETI RADA (instrumenti, alat, uređaj, materijali)	MJESTO IZVOĐENJA NASTAVNOG RADA	BROJ SATI NASTAVE		BROJ RADNOG TJEDNA		NAPOMENA
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	1. UVOD U ZNANOST O ČVRSTOĆI	Upoznati učenike s predmetom, literaturom, elementima i kriterijima praćenja i ocjenjivanja te s njihovim obvezama iz ovog predmeta. Naučiti temeljne pojmove iz nauke o čvrstosti potrebne za razumijevanje daljnjeg gradiva.										
1.	1.1 Uvod u predmet; upoznavanje učenika s programom, literaturom, elementima i kriterijima praćenja i ocjenjivanja te obvezama učenika		Usmeno izlaganje Frontalni			Izvedbeni program	Učionica	1	1.			
				Udžbenik Radna bilježnica								
2.	1.2 Temeljni pojmovi znanosti o čvrstosti; pojam i vrste opterećenja i naprezanja		Usmeno izlaganje Frontalni	Elementi strojeva	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	1.			
3.	1.3 Ispitivanje čvrstoće materijala; dopušteno naprezanje i koeficijent sigurnosti		Demonstracijska Usmeno izlaganje Dijaloška	Tehnički materijali Elementi strojeva		Školska kidalica Čelična epruveta Krede u boji	Praktikum za ispitivanje čvrstoće materijala	1	2.			
4.	1.4 Utjecaj utora i zamor materijala		Demonstracijska Usm. izlaganje Dijaloška	Tehnički materijali	Grafoskop	Grafofolije Školska kidalica Č. epr. s utorima	Prakt. za ispit. čvrstoće materijala	1	2.			

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2. AKSIJALNA NAPREZANJA	a) MATERIALNI: Naučiti osnovne zakonitosti aksijalnog naprezanja. b) FUNKCIONALNI: Vježbati primjenu zakonitosti aksijalnih naprezanja u dimenzioniranju jednostavnijih strojnih elemenata. c) ODGOJNI: Navikavati učenike na primjenu literature i računalna pri rješavanju tehničkih problema.									
5.	2.1 Hookeov zakon		Demonstracijska Dijaloška Računska	Tehnički materijali	Grafoskop	Školska kidalica Čelična epruveta	Prakt. za ispit. čvrstoće mat. Učionica	1	3.		
6.	2.1 Hookeov zakon		Dijaloška		Udžbenik Radna bilježnica				1	4.	
7.	2.2 Naprezanje na vlak i tlak (jednadžbe i dimenzioniranje elemenata)		Dijaloška	Elementi stroj.	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	4.		
8.			Računska	Stroj. konstruk.	Udžbenik						
9.			Računska	Elementi stroj.	Radna bilježnica	CD	Informatički praktikum	2			
10.			Individualni	Stroj. konstruk.	Računalo		Učionica	1	5.		
11.	2.3 Utjecaj vlastite težine na naprezanje		Usm. izlaganje Računska Frontalni	Stroj. konstruk.	Grafoskop	Grafofolije					
12.	2.3 Utjecaj vlastite težine na naprezanje		Računska Grupni	Stroj. konstruk.	Udžbenik Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	5.		
13.	2.4 Površinski tlak		Usm. izlaganje Frontalni	Elementi stroj.	Udžbenik		Učionica	1	6.		
14.	2.4 Površinski tlak		Računska	Stroj. konstruk.	Grafoskop	Grafofolije	Informatički praktikum	1	6.		
15.	2.5 Napr. uslijed prom. temperature		Individualni Usm. izlaganje Frontalni	Stroj. konstruk. Strojarske konstrukcije	Računalo Udžbenik	Krede u boji CD	Učionica Inf. praktikum	1	7.		
	3. NAPREZANJE NA ODREZ ILI SMIK										
17.	3.1 Jednadžba naprezanja na odrez ili smik		Demonstracijska Dijaloška Frontalni	Elementi stroj. Stroj. konstruk.	Grafoskop	Grafofolije Rezalica Al. zakovica	Praktikum za ispitivanje čvrstoće mat. Informatički praktikum	1	8.		
18.	3.2 Dimenzioniranje elemenata izloženih naprezanju na odrez ili smik		Računska Rad s računalom Rad s udžbenikom Individualni	Elementi stroj. Stroj. konstruk.	Računalo Radna bilježnica Udžbenik	CD		1	8.		

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19.	3.3 Dimenzioniranje elemenata izloženih naprezanju na odrez ili smik	a) MATERIALNI: Naučiti osnovne zakonitosti tangencijalnog naprezanja. b) FUNKCIONALNI: Uvježbati primjenu tangencijalnog naprezanja na zadacima dimenzioniranja jednostavnih strojnih elemenata i probijanja limova. c) ODGOJNI: Navikavati učenike na primjenu literature i računa pri rješavanju tehničkih problema.	Dijaloška	Elementi stroj.	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	9.		
			Računska	Stroj. konstruk.	Udžbenik						
			Frontalni								
20.	3.4 Sile probijanja pri odrezu ili smiku		Dijaloška	Tehnologija obrade	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	9.		
			Računska		Udžbenik						
			Usm. izlaganje								
21.	3.5 Sile probijanja pri odrezu ili smiku	Računska	Tehnologija obrade	Računalo							
			Rad s računalom		Radna biljež.	CD	Informatički praktikum	1	10.		
			Rad s udžben.	Stroj. konstruk.	Udžbenik						
			Individualni								
22.	3.6 Ponavljanje gradiva iz 2. i 3. nastavne cjeline	Frontalni		Elementi stroj.	Udžbenik		Učionica	1	10.		
		Dijaloška	Stroj. konstruk.								
23.	3.7 1. škol. zadatak	Rad s udžben.		Teh. obrade							
24.	3.8 Ispravak 1. školske zadaće	Metoda pisanih radova			Škol. biljež.	Liste sa zadacima	Učionica	1	11.		
					Škol. biljež.	Liste sa riješenim zadacima	Učionica	1	11.		
	4. MOMENTI INERCIJE I OTPORI PLOHA	a) MATERIALNI: Naučiti osn. pojmove i vrste momenata inercija i otpora ploha. b) FUNKCIONALNI: Uvježbati određivanje momenata inercije i otpora jednostavnih i složenih ploha te sastavljenih standardnih profila. c) ODGOJNI: Navikavati učenike na rad s udžbenikom i tablicama te na primjenu računa u rješavanju tehničkih problema.									
25.	4.1 Pojam i vrste momenata inercije i otpora		Demonstracijska	Elementi stroj.	Grafoskop	Č. epruveta	Praktikum za ispitivanje pravokutnog i okruglog presjeka	Praktikum za ispitivanje čvrstoće mat.	1	12.	
			Dijaloška	Stroj. konstruk.	Udžbenik						
			Frontalni		Savijalica						
26.	4.2 Vlastiti moment inercije i otpora jednostavnih ploha		Usm. izlaganje	Elementi stroj.	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	12.		
			Računska	Stroj. konstruk.	Udžbenik						
		Rad s udžben.									
27.	4.3 Steinerov poučak	Računska	Elementi stroj.	Računalo			Informatički praktikum	1	13.		
		Rad s računalom	Stroj. konstruk.	Radna biljež.	CD		Učionica	1	13.		
28.	4.4 Zaključivanje ocjena za kraj I. p.	Vrednovanje									
		Frontalni									
29.	4.5 Momenti inercija složenih i oslabljenih ploha	Usm. izlaganje	Elementi stroj.	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	14.			
		Računska	Stroj. konstruk.	Udžbenik	Flomasteri						
		Frontalni									

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30.	4.6 Momenti inercija složenih i oslabljenih ploha	a) MATERIALNI: Naučiti osnovne pojmove i vrste savijanja, naprezanje pri savijanju i deformacije koje se pri tome javljaju. b) FUNKCIONALNI: Uvježbati primjenu jednažbe savijanja i deformacija na rješavanju jednostavnijih zadataka iz strojarke prakse. c) ODGOJNI: Navikavati učenike na primjenu literaturu i računalu pri rješavanju praktičnih zadataka	Računska	Elementi stroj.	Udžbenik	Džepno računalo	Učionica	2	14. i 15.		
31.			Rad s udžben.	Stroj. konstruk.							
32.	4.7 Momenti inercije		Računska	Elementi stroj.	Udžbenik	Džepno računalo	Učionica	2	15. i 16.		
33.	i otpora standardnih sastavljenih profila		Rad s udžben. i tablicama	Stroj. konstruk.							
34.	5. NAPREZANJE PRI SAVIJANJU ILI FLEKSIJI										
35.	5.1 Temeljni pojmovi i vrste savijanja		Demonstracijska	Elementi stroj.	Savijalica	Č. epruveta	Praktikum za ispitivanje čvrstoće mat.	1	16.		
36.	5.2 Jednažba savijanja		Usm. izlaganje	Stroj. konstruk.	Grafoskop	Grafofolije					
37.	5.3 Dimenzioniranje elemenata		Frontalni	Teh. obrade	Udžbenik						
38.	5.4 Izloženih savijanju		Usm. izlaganje	Elementi stroj.	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	17.		
39.	5.5 Elementi jednake čvrstoće na savijanje		Računska	Stroj. konstruk.	Udžbenik						
40.	5.6 Elementi jednake čvrstoće na savijanje		Računska	Elementi stroj.	Udžbenik		Učionica	1	17.		
41.	5.7 Elastična crta (radius zakrivljenosti, kut nagiba i progib)		Rad s udžb. i rač. Individualni	Stroj. konstruk.	Računalo		Informački praktikum	2	18.		
42.	5.8 Ponavljanje i utvrđivanje gradiva iz 4. i 5. nastavne cjeline		Usm. izlaganje	Stroj. konstruk.	Radna biljež. CD		praktikum	1	19.		
43.			Frontalni		Udžbenik	Grafofolije	Učionica	1			
			Računska	Strojarske konstrukcije	Grafoskop	Grafofolije, škol. trokuti, krede u boji	Učionica	1	19.		
			Met. graf. rad.		Udžbenik						
			Usm. izlaganje	Strojarske konstrukcije	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1	20.		
			Rad s udžben.		Udžbenik						
			Računska								
			Frontalni								
			Rad s udžben.	Strojarske konstrukcije	Udžbenik		Učionica	1	20.		
			Frontalni								
			Rad s udžben.	Elementi stroj.	Udžbenik		Učionica	1	21.		
			Frontalni	Stroj. konstruk.							
			Dijaloška	Teh. obrade							
			Rad s udžben.								
			Analička								

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
44.	5.9 2. Školska zad.		Metoda pisanih radova		Škol. bilježnice	Liste sa zadac.	Učionica	1	1	21.	
45.	5.10 Isp. 2. šk. zad.				Škol. bilježnice	Liste s riješ. zad.	Učionica	1	1	22.	
	6. NAPREZANJE PRI UVIJANJU ILI TORZIJI										
46.	6.1 Temeljni pojmovi i jednačbe naprezanja pri uvijanju	a) MATERIALNI: Naučiti osnovne naprezanja i deformacija pri torziji. b) FUNKCIONALNI: Uvježbati primjenu jednačbe naprezanja i deformacije pri uvijanju na rješavanju praktičnih zadataka. c) ODGOJNI: Navikavati učenike na rad s literaturom i računalom.	Demonstracijska Usm. izlaganje Dijaloška Frontalni	Elementi stroj. Stroj. konstruk.	Ispitivalica na uvijanje Grafoskop Udžbenik	Č. epruveta Grafolije	Praktikum za ispitivanje čvrstoće mat.	1		22.	
47.	6.2 Dimenzioniranje lakih vratila glede dop. naprezanja		Računska Rad s udžb. i rač. Individualni	Elementi stroj. Stroj. konstruk.	Udžbenik Računalo Radna biljež.		Učionica Informatički praktikum	1	1	23.	
49.	6.3 Dimenzioniranje lakih vratila		Računska Rad s udžben.	Elementi stroj. Stroj. konstruk.		CD					
50.	glede dopuštene deformacije		Frontalni Grupni		Udžbenik	Džepno računalo	Učionica	1	1	24.	
	7. NAPREZANJE PRI IZVIJANJU									2	25.
51.	7.1 Temeljni pojmovi i Eulerove jednačbe	a) MATERIALNI: Upoznati učenike s jednačbama naprezanja i deformaciji pri izvijanju. b) FUNKCIONALNI: Osposobiti učenike za primjenu jednačbe naprezanja za rješavanje jednodimenzionalnih problema. c) ODGOJNI: Uvidjeti važnost poznavanja naprezanja pri izvijanju.	Demonstracijska Dijaloška Usm. izlaganje Dijaloška Frontalni	Strojarske konstrukcije Strojarske konstrukcije	Ispitivalica na izvijanje Udžbenik	Čelična šipka	Prakt. za ispit. čvrstoće mat. Učionica	1		25.	
52.	7.2 Vrtkost štapa i granice primjene Eulerovih jednačbi		Računska Rad s udžbenikom	Strojarske konstrukcije	Udžbenik		Učionica	1		26.	
53.	7.3 Dimenzioniranje elemenata izloženih izvijanju		Računska Rad s udžbenikom	Strojarske konstrukcije	Udžbenik		Učionica	1		26.	
54.	(Eulerove jednačbe, Temayer postupak) i zadavanje 3. programskog zadatka		Rad s računalom Individualni		Radna bilježnica Računalo	CD	Informatički praktikum	1		27.	
55.	7.4 Ponavljanje i utvrđivanje gradiva iz 6. i 7. nastavne cjeline		Dijaloška Računska Rad s udžbenikom	Strojarske konstrukcije Elementi strojeva	Udžbenik		Učionica	1		27.	

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
56.	7.5 Treća školska zadaća	a) MATERIALNI: Upoznati učenike s mogućnošću istovremenog djelovanja više različitih naprezanja na strojne elemente. b) FUNKCIONALNI: Naučiti primjenu jednadžbi složenih naprezanja u dimenzioniranju strojnih elemenata. c) ODGOJNI: Navikavati učenike na primjenu literature i računalu u rješavanju tehničkih problema.	Metoda pisanih radova		Škol. bilježnice	Liste sa zadacima	Učionica	1	28.	Ostatak od 5 sati će se koristiti za eventualno ponavljanje školskih zadataka i za njih vježbavanje gradiva. Ako neće trebati ponavljati školske zadatke tada će se ta rezerva iskoristiti za proširivanje vježbi iz 8. nastavne cjeline – SLOŽENA NAPREZANJA.	
57.	7.6 Ispravak 3. školske zadaće		Metoda pisanih radova		Škol. bilježnice	Liste sa zadacima	Učionica	1	28.		
	8. SLOŽENA NAPREZANJA										
58.	8.1 Ekscentrični vlak i tlak		Usm. izlaganje		Stroj. konstruk.	Grafoskop	Grafofolije	Učionica	1		29.
59.	8.2 Savijanje i vlak; sav. i tlak		Dijaloška		Elementi stroj.	Udžbenik		Učionica	1		29.
60.	8.3 Savijanje i vlak; savijanje i tlak		Dijaloška	Elementi stroj.	Grafoskop	Grafofolije	Informatički praktikum	1	30.		
			Računska	Stroj. konstruk.	Radna biljež.						
			Rad s računalom	Elementi stroj.	Računalo	CD					
			Individualni		Udžbenik						
61.	8.4 Dimenzioniranje		Usmeno izlag.	Stroj. konstruk.	Grafoskop	Grafofolije			1		30.
62.	teških vratila	Rad s udžbenikom	Elementi stroj.	Udžbenik			Učionica	1	30.		
63.	8.5 Provjeravanje	Računska		Udžbenik			Učionica	2	31.		
64.	znanja	Dijaloška							32.		
									1		33.
65.	Zaključivanje ocjena za kraj školske godine										

REKAPITULACIJA:

BROJ NASTAVNIH CJELINA: 8

BROJ NASTAVNIH JEDINICA: 43

PLANIRANI TIP SATA:

– uvodni	1
– obrada novog gradiva	24
– vježbe	26
– ponavljanje i utvrđivanje gradiva	5
– provjeravanje postignuća	5
– vrednovanje uspjeha	4
Ukupno:	65
Rezerva:	5
Sveukupno:	70

NAČIN PRAĆENJA UČENIKOVA POSTIGNUĆA:

- usmeno ispitivanje,
- rješavanje zadataka na vježbama,
- pisanje domaćih zadaća,
- pisanje školskih zadaća,
- izrada programskih zadataka.

U tijeku školske godine učenici će izraditi tri programska zadatka i pisati tri školske zadaće. Programski zadaci prethode školskim zadaćama i učenici ih izrađuju kod kuće, a obuhvaćaju gradivo iz sljedećih nastavnih cjelina:

Programski zadatak	Nastavna cjelina	Vrijeme
1.	Aksijalna naprezanja; Naprezanja na odrez ili smik	XI.
2.	Moment inercije i otpora ploha, Naprezanje pri savijanju ili fleksiji	III.
3.	Naprezanje pri uvijanju ili torziji, Naprezanje pri izvijanju	V.

Školske zadaće obuhvaćaju sljedeće nastavne cjeline:

Školska zadaća	Nastavna cjelina	Vrijeme
1.	Aksijalna naprezanja; Naprezanja na odrez ili smik	XI.
2.	Moment inercije i otpora ploha, Naprezanje pri savijanju ili fleksiji	III.
3.	Naprezanje pri uvijanju ili torziji, Naprezanje pri izvijanju	V.

ELEMENTI PRAĆENJA UČENIKOVA POSTIGNUĆA:

1. Poznavanje i razumijevanje nastavnih sadržaja
2. Primjena znanja u rješavanju tehničkih problema

KRITERIJI OCJENJIVANJA (PRAĆENJA UČENIKOVA POSTIGNUĆA):

OCJENA	ELEMENT PRAĆENJA	MJERILO
nedovoljan (1)	1.	Učenik slabo poznaje nastavno gradivo. Ni uz nastavnikovu pomoć ne može prepoznati i primijeniti osnovne zakonitosti nauke o čvrstoći.
	2.	Ni uz nastavnikovu pomoć ne može riješiti jednostavne tehničke probleme. Na vježbama je neaktivan. Ne posjeduje potrebnu literaturu i u njoj se slabo snalazi. Programske zadatke izrađuje netočno i nepotpuno ili ih uopće ne radi. Školske zadaće su mu negativno ocijenjene.
nedovoljan (2)	1.	Učenik djelomično poznaje i razumije nastavno gradivo. Uz nastavnikovu pomoć može prepoznati i primijeniti osnovne zakonitosti nauke o čvrstoći.
	2.	Uz nastavnikovu pomoć u stanju je riješiti jednostavnije tehničke probleme. Na vježbama nije samostalan, već mu je potrebno nastavnikovo vođenje za snalaženje u literaturi i postavljanju zadataka. Programske zadatke radi neredovito i djelomično točno. Školske zadaće su mu ocijenjene s dovoljnim uspjehom.
dobar (3)	1.	Učenik poznaje i razumije osnovno (jednostavno) nastavno gradivo. Za razumijevanje složenijeg gradiva i njegovu primjenu, potrebna mu je nastavnikova pomoć.
	2.	Na vježbama učenik može riješiti jednostavnije zadatke, ali za složenije mu je potrebna nastavnikova uputa. Programske zadatke radi redovito s manjim pogreškama koje je u stanju samostalno otkloniti nakon nastavnikove upute. Školske zadaće su mu u prosjeku ocijenjene s dobrim uspjehom.
vrlo dobar (4)	1.	Učenik poznaje i razumije nastavno gradivo višeg stupnja složenosti. Samostalno je u stanju definirati zakonitosti nauke o čvrstoći.
	2.	Na vježbama se ističe u primjeni znanja i snalaženju u literaturi. Za rješavanje složenijih zadataka češće mu je potrebna nastavnikova pomoć. Programske zadatke radi redovito, ponekad s manjim pogreškama koje ne utječu bitno na praktičnu primjenu. Prosječna ocjena školskih zadaća mu je vrlo dobar.
odličan (5)	1.	Učenik poznaje i razumije gradivo višeg stupnja složenosti. Samostalan je u definiranju zakonitosti o čvrstoći.
	2.	Na vježbama se naročito ističe u primjeni znanja i snalaženju u tehničkoj literaturi. U stanju je rješavati složene zadatke bez nastavnikove pomoći. Programske zadatke radi točno i redovito. Iz školskih zadaća ima najmanju prosječnu ocjenu vrlo dobar.

Napomena. Za zaključnu pozitivnu ocjenu učenika, moraju sve školske zadaće i svi programski zadaci biti pozitivno ocijenjeni.

LITERATURA:

- a) za učenike: Kulišić, B., *Nauka o čvrstoći*, Element, Zagreb, 2003.,
Juhart, K. i Vabić, A., *Radna bilježnica iz znanosti o čvrstoći materijala za 2. razred tehničkih škola*, Element, Zagreb, 2001.
- b) za nastavnike: Alfrević, I., *Nauka o čvrstoći*, ITP Tehnička knjiga, Zagreb, 1995.

Razrada nastavnih jedinica

NASTAVNA CJELINA: 1. UVOD U NAUKU O ČVRSTOĆI

NASTAVNA JEDINICA: Uvod u predmet Nauka o čvrstoći, upoznavanje učenika s programom, literaturom, elementima praćenja i ocjenjivanja, kriterijima ocjenjivanja te obvezama učenika

VRJEME: 1 sat

MJESTO IZVOĐENJA: Učionica

OBLIK RADA: Frontalni

TIP SATA: Uvodni

NASTAVNE METODE: Razgovor, demonstracija

NASTAVNA SREDSTVA

I POMAGALA: Udžbenik Nauka o čvrstoći, Radna bilježnica iz znanosti o čvrstoći s CD-om, Operativni plan rada predmeta

ZADACI NASTAVE:

- a) materijalni: Upoznati učenike s predmetom, literaturom, načinom praćenja i ocjenjivanja, elementima ocjenjivanja, kriterijima ocjenjivanja te njihovim obvezama iz toga predmeta.
- b) odgojni: Pripremiti učenike za stjecanje novih znanja u okviru svoje struke.
- c) funkcionalni: —

UVODNI DIO: 10'

- pozdraviti učenike, pozvati ih na suradnju i zaželjeti im dobar uspjeh iz ovog predmeta
- razgovorom ponoviti definiciju i osnovna načela STATIKE

GLAVNI DIO: 30'

- definirati definiciju NAUKE O ČVRSTOĆI i naglasiti osnovnu razliku između STATIKE i NAUKE O ČVRSTOĆI
- upoznati učenike sa sadržajem operativnog programa predmeta i načinom realizacije
- pokazati učenicima literaturu, dati im udžbenik i radnu bilježnicu da ih malo prolistaju i dati informaciju o načinu nabavke potrebne literature
- informirati učenike o drugim potrebnim sredstvima (bilježnica – preporuka format A4 s kvadratićima, džepnom računalu, tablicama i sl.)
- iz operativnog plana objasniti učenicima:
 - a) elemente praćenja i ocjenjivanja
 - b) kriterije ocjenjivanja
 - c) obvezama učenika tijekom šk. god.

ZAVRŠNI DIO: 5'

- odgovoriti učenicima na postavljena pitanja

IZDVOJENO:

Učenicima trebaju biti do kraja jasni elementi praćenja i ocjenjivanja te kriteriji ocjenjivanja. Posebno im treba skrenuti pažnju da su tijekom šk. god. obvezni izvoditi 3 programska zadatka i pisati 3 školske zadaće, te da je za zaključnu pozitivnu ocjenu potrebno da su svi programski zadaci i sve školske zadaće pozitivno ocijenjene.

NASTAVNA JEDINICA:	Temeljni pojmovi nauke o čvrstoći; pojam i vrste opterećenja i naprezanja
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obrada novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje, razgovor
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Grafofolije, grafoskop, udžbenik, radna bilježnica
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Usvojiti osnovne pojmove nauke o čvrstoći, pojam i vrstu opterećenja i naprezanja te vrste opterećenja i naprezanja.
b) odgojni:	Ocijeniti loše strane nepoznavanja osnova predmeta nauke o čvrstoći na izučavanje svoje struke.
c) funkcionalni:	Promatranjem dijagrama opterećenja te vanjskih sila koje djeluju na strojni dio, prepoznati vrstu opterećenja i naprezanja.

NOVI POJMOVI:

Čvrsta tijela, idalna čvrsta tijela, elastičnost, plastičnost, visoka elastičnost, čvrstoća, krutost, elastična stabilnost, pojam opterećenja i naprezanja (p , σ , τ), statička, dinamički jednosmjerna i dvosmjerna opterećenja, naprezanje na vlak, tlak, odrez, savijanje, uvijanje i izvijanje.

UVODNI DIO: 3'

- ponoviti definiciju krutih tijela iz STATIKE

GLAVNI DIO: 35'

- pomoću grafoskopa i grafofolije na kojoj su ispisani *novi pojmovi* metodom razgovora i usmenog izlaganja objasniti navedene pojmove
- pomoću projekcije sl. 1.1 iz udžbenika, str. 3. prenijete na grafofoliju, objasniti pojam opterećenja i naprezanja (p , σ , τ)
- projekcijom sl. 1.7, 1.8 i 1.9 – dijagrami opterećenja iz udžbenika, str. 6. i 7., objasniti vrste opterećenja (statičko, dinamičko–pulziranje i osciliranje), pri tome povezivati vrstu opterećenja s primjerima iz strojarske prakse
- projekcijom sl. 1.2 do 1.6 objasniti vrste naprezanja (vlak, tlak, odrez, pri savijanju, uvijanju i izvijanju)

ZAVRŠNI DIO: 7'

- u radnoj bilježnici na str. 2. i 3. riješiti 1. i 2. teorijski zadatak koji je vezan za ponavljanje naučenih novih pojmova
- dati zadatke za domaću zadaću – preporuka 3. i 4. teorijski zadatak iz radne bilježnice

IZDVOJENO:

Budući da su učenici već na prvom satu upoznati s mnoštvom novih pojmova, moramo imati na umu da još nisu u mogućnosti povezivati te pojmove, te je stoga potrebno kroz nastavu koja slijedi permanentno ukazivati na te pojmove povezujući ih s konkretnim praktičnim primjerima.