

Boris Kulišić

PRIRUČNIK ZA NASTAVNIKE

uz udžbenik

Tehnička mehanika

Statika s vježbama

za strojarske tehničare

i ostale tehničke struke programa A

ISBN 953-197-740-2

Boris Kulišić

**PRIRUČNIK
ZA NASTAVNIKE**

uz udžbenik

**TEHNIČKA MEHANIKA
STATIKA S VJEŽBAMA
za strojarske tehničare
i ostale tehničke struke programa A**

1. izdanje

Zagreb, 2004.

© Boris Kulišić, prof. 2003.

Urednica

Sandra Gračan, dipl. inž.

Recenzenti udžbenika

Prof. dr. sc. Ivan Heidl

Viši savj. Branko Švara, dipl. inž.

Zvonimir Bubanj, dipl. inž.

Lektorica

Dubravka Lisičak, prof.

Crteži

Davor Švarc

Slog i prijelom

Nataša Jocić, dipl. inž.

Design ovitka

Julija Vojković

Nakladnik

ELEMENT, Zagreb, Menčetićeva 2

telefoni: 01/6008-700, 01/6008-701

faks: 01/6008-799

<http://www.element.hr/>

e-mail: element@element.hr

Tisak

ELEMENT, Zagreb

PREDGOVOR

Ovaj metodički priručnik pisan je s dvostrukim ciljem:

- *PRVO da predloži nastavniku način korištenja osnovnog udžbenika iz STATIKE S VJEŽBAMA, dopunjujući osnovni udžbenik s RADNOM BILJEŽNICOM IZ STATIKE ZA 1. RAZRED TEHNIČKIH ŠKOLA. Ona sadrži CD, tako da se dio nastave može osuvremeniti primjenom računala*
- *DRUGO da predloži nastavniku makro i mikro plan (izvedbeni i operativni program) iz predmeta TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA koji sadrže sve elemente potrebne za realizaciju toga predmeta.*

Namjera je da se nastavnicima inženjerima, koji nemaju dostatnog pedagoškog ob-razovanja i iskustva, pomogne u planiranju izvođenja nastave ovog ili bilo kojeg drugog stručnog predmeta.

Iz istog razloga, u prilogu PRIRUČNIKA dani su primjeri programskih zadataka i školskih zadaća.

Primjena udžbenika je objašnjena kroz organizaciju nastavnog sata. Tako, u svakoj fazi, bilo da se radi o uvodnom, glavnom ili završnom dijelu, nastavnik precizno zna na koju sliku, naslov, tekst, definiciju, izvod, formulu ili vježbu u udžbeniku se treba pozvati, odnosno, primijeniti.

To se isto odnosi na radnu bilježnicu kada se ona koristi za izvođenje vježbi.

Pored toga, svaki nastavnik može sam kreirati nastavni sat i u okviru njega osmisliti način primjene i korištenja udžbenika jer ovaj metodički priručnik daje samo jedan od mogućih načina organizacije nastave i primjene osnovnog udžbenika zajedno s radnom bilježnicom.

Čitajući priručnik uočava se da je organizacija nastave zamišljena tako da se dio vje-žbi izvodi u informatičkom praktikumu. Ukoliko nastavnik nema uvjete da tako organizira nastavu, tada će se još u većoj mjeri osloniti na udžbenik, koji pored teorije iz STATIKE nudi niz riješenih primjera i zadataka za rješavanje u okviru vježbi iza svakog poglavlja.

Nadam se da će ovaj priručnik pomoći kolegama kako u primjeni osnovnog udžbenika tako i u planiranju te osmišljavanju i organizaciji same nastave.

Na kraju zahvalio bih se nakladniku i svima koji su doprinijeli da se ovaj priručnik tiska.

Autor

U Virovitici, 2003. god.

SADRŽAJ

Prijedlog izvedbenog programa iz predmeta Tehnička mehanika – Statika	1
Prijedlog operativnog programa iz predmeta Tehnička mehanika – Statika	3
Metodička razrada nastavnih jedinica	12
1. Uvod u tehničku mehaniku	12
— Uvod u predmet Tehnička mehanika – Statika	12
— Temeljni pojmovi trigonometrije; funkcije sinusa, kosinusa i tangensa	13
— Sinusov i kosinusov poučak	14
— Temeljni pojmovi vektora; zbrajanje vektora	15
— Temeljni pojmovi i zadaci mehanike; SI-sustav jedinica	16
2. Temeljni pojmovi i načela statike	17
— Pojam, određenost i vrste sila; grafičko i analitičko prikazivanje sile	17
— Načela statike	19
— Načela statike – vježbe	20
3. Kolinearni sustav sila	21
— Dvije sile istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže	21
— Sustav kolinearnih sila istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže	22
— Kolinearne sile; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže	23
4. Konkurentni sustav sila	24
— Dvije sile istog i različitog hvatišta; grafičko i analitičko određivanje rezultante	24
— Dvije sile istog i različitog hvatišta; grafičko i analitičko određivanje rezultante – vježbe	25
— Ravnoteža triju sila	26
— Primjena ravnoteže triju sila na tehničkim problemima	27
— Rastavljanje sila na dvije komponente; grafički i analitički postupak	28
— Rastavljanje sila na dvije komponente; grafički i analitički postupak – vježbe	29
— Rastavljanje sile na tri komponente; Culmannova grafička metoda	30
— Rastavljanje sile na tri komponente; Culmannova grafička metoda – vježbe	31
— Sustav konkurentnih sila; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže	32
— Sustav konkurentnih sila; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže; zadavanje I. programskog zadatka	34
5. Statički moment sile	35
— Statički moment sile s obzirom na točku i os	35
— Momentno pravilo (Varignonov poučak)	37
— Momentno pravilo (Varignonov poučak) – vježbe	38
— Par ili spreg sila; transformacija na zadani krak i silu	39
— Sastavljanje parova sila u ravnini; grafički i analitički postupak; ravnoteža	40
6. Sustav paralelnih sila	41
— Dvije sile istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja	41
— Dvije sile istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja – vježbe	43
— Sustav paralelnih sila istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja lančanim poligonom	44

— Primjena poligona sila pri određivanju veličine rezultante i lančanog poligona za određivanje njenog položaja	46
— Grafičko i analitičko rastavljanje sila na dvije paralelne sile istog smjera	47
— Grafičko i analitičko rastavljanje sila na dvije paralelne sile suprotnog smjera	48
— Rastavljanje sile na dvije paralelne sile istog i suprotnog smjera	49
7. Uvjeti ravnoteže	50
— Grafički i analitički uvjeti ravnoteže	50
— Primjena uvjeta ravnoteže na tehničkim problemima	52
8. Težište	53
— Temeljni pojmovi; težišta jednostavnih štapova (dužina)	53
— Težište sastavljenih dužina (štapova); grafički i analitički postupak	54
— Težište jednostavnih, sastavljenih i oslabljenih ploha (ploča); grafički i analitički postupak	55
— Težište jednostavnih, sastavljenih i oslabljenih ploha (ploča); grafički i analitički postupak – vježbe	56
— Pappus-Guldinova pravila i zadavanje II. programskog zadatka	57
— Pappus-Guldinova pravila	58
— Vrste ravnoteže, statička stabilnost i koeficijent sigurnosti	59
— Statička stabilnost	60
9. Puni ravni nosači	61
— Temeljni pojmovi, vrste i metode rješavanja punih ravnih nosača	61
— Prosta greda koncentrirano opterećena	63
— Prosta greda kontinuirano opterećena	64
— Prosta greda kombinirano opterećena	65
— Nosač na dva oslonca i jednim prepustom	66
— Nosač na dva oslonca i dva prepusta	67
— Uklješteni nosači – konzola koncentrirano opterećena	68
— Konzola kombinirano opterećena i zadavanje III. programskog zadatka	69
10. Rešetkasti nosači	70
— Cremonin plan sila u štapovima (metoda čvorova)	70
— Ritterova metoda presjeka	71
— Rješavanje jednostavnih rešetkastih nosača	72
Prilozi	73
— Prva školska zadaća — Grupa A	73
— Prva školska zadaća — Grupa B	74
— Druga školska zadaća — Grupa A	75
— Druga školska zadaća — Grupa B	76
— Treća školska zadaća — Grupa A	77
— Treća školska zadaća — Grupa B	77
— Prvi programski zadatak	78
— Drugi programski zadatak	79
— Treći programski zadatak	80

Prijedlog izvedbenog programa iz predmeta Tehnička mehanika – Statika

Mjesec	Red. br.	NASTAVNA CJELINA NASTAVNA JEDINICA	Br. sati	Tip sata	Oblici nastave
1	2	3	4	5	6
IX.	1.	UVOD U TEHNIČKU MEHANIKU	5		
	1.1	Uvod u predmet Tehnička mehanika-Statika; upoznavanje učenika s programom, literaturom, elementima praćenja i ocjenjivanja te kriterijima ocjenjivanja		Uvod	Frontalni
	1.2	Temeljni pojmovi trigonometrije i vektora		Obradba	
	1.3	Temeljni pojmovi i zadaci mehanike			
	1.4	SI – sustav jedinica			
		2.	TEMELJNI POJMOVI I NAČELA STATIKE	3	
	2.1	Pojam, određenost i vrste sila		Obradba	Frontalni
	2.2	Načela statike			
X.	3.	KOLINEARNI SUSTAV SILA	3		
	3.1	Kolinearne sile; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže		Obradba Vježbe	Grupni
	4.	KONKURENTNI SUSTAV SILA	11		
	4.1	Dvije kose sile (paralelogram i trokut sila i analitičko određivanje rezultante)		Obradba Vježbe Ob., Vj. Vježbe Obradba Vježbe Ob., Vj. Vježbe	Grupni Individualni Grupni Individualni Individualni Individualni
4.2	Ravnoteže triju sila (grafička i analitička)				
4.3	Primjena ravnoteže triju sila na tehničkim problemima				
4.4	Rastavljanje sile na dvije komponente (grafički i analitički postupak)				
XI.	4.5	Rastavljanje sila na tri komponente			
	4.6	Sustav sila (grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže); zadavanje I. programskog zadatka			
XII.	5.	STATIČKI MOMENT SILE	9		
	5.1	Statički moment sile s obzirom na točku i os		Obradba Ob., Vj. Provjera	Grupni
	5.2	Momentno pravilo (Varignonov poučak)			
	5.3	Prva školska zadaća			
	5.4	Ispravak 1. školske zadaće Zaključivanje ocjena za kraj prvog polugodišta			
	5.5	Par ili spreg sila i operacije s njima		Ob., Vj.	Grupni
I.	6.	PARALELNI SUSTAV SILA	9		
	6.1	Dvije paralelne sile istog i suprotnog smjera (grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja)		Ob., Vj.	Grupni
II.	6.2	Sustav paralelnih sila (grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja – lančani poligon sila)		Ob., Vj.	
	6.3	Primjena lančanog poligona sila na određivanju veličine i položaja rezultante sustava paralelnih sila		Vježbe	
	6.4	Grafičko i analitičko rastavljanje sile na dvije paralelne sile istog i suprotnog smjera		Ob., Vj.	

Mjesec	Red. br.	NASTAVNA CJELINA NASTAVNA JEDINICA	Br. sati	Tip sata	Oblici nastave
1	2	3	4	5	6
III.	7.	UVJETI RAVNOTEŽE	3		
	7.1	Grafički i analitički uvjeti ravnoteže		Obradba	Frontalni
	7.2	Primjena uvjeta ravnoteže na tehničkim problemima		Vježbe	Grupni
	8.	TEŽIŠTA	10		
	8.1	Temeljni pojmovi; Težišta jednostavnih i sastavljenih dužina (štapova)		Ob., Vj.	Frontalni
	8.2	Težište jednostavnih, sastavljenih i oslabljenih ploha (ploča)		Ob., Vj.	Individualni
IV.	8.3	Pappus – Guldinova pravila i zadavanje II. programskog zadatka		Ob., Vj.	Frontalni Individualni
	8.4	Vrste ravnoteže, statička stabilnost i koeficijent stabilnosti		Ob., Vj.	
	8.5	Druga školska zadaća		Provjera	
	8.6	Ispravak II. školske zadaće			
V.	9.	PUNI RAVNI NOSAČI	10		
	9.1	Temeljni pojmovi, vrste i metode rješavanja punih ravnih nosača		Obradba	Frontalni
	9.2	Prosta greda koncentrirano i kontinuirano opterećena		Ob., Vj.	
	9.3	Nosači na dva oslonca i jednim prepustom		Ob., Vj.	
	9.4	Nosači na dva oslonca i dva prepusta i zadavanje III. programskog zadatka		Ob., Vj.	
	9.5	Uklješteni nosači – konzole		Ob., Vj.	
	9.6	Treća školska zadaća		Provjera	
	9.7	Ispravak III. školske zadaće			
VI.	10.	REŠETKASTI NOSAČI	7		
	10.1	Cremonin plan sila u štapovima (metoda čvorova)		Obradba	Frontalni
	10.2	Ritterova metoda presjeka		Vježbe	Individualni
	10.3	Provjeravanje znanja i zaključivanje ocjena za kraj školske godine		Provjera	

Prijednog operativnog programa iz predmeta Tehnička mehanika – Statika

ŠKOLA: _____

RAZRED: _____

NASTAVNI PREDMET: **TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA**

BROJ SATI: 2/70/

NASTAVNIK: _____

ŠKOLSKA GODINA: _____

CILJ (SVRHA)

UČENJA PREDMETA: DOBIVANJE POTREBNIH ZNANJA O ZAKONITOSTIMA
STATIKE NUŽNIH ZA RAZUMIJEVANJE I RJEŠAVANJE
LAKŠIH TEHNIČKIH PROBLEMA

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, uređaji, materijali)	MIJESTO IZVOĐENJA NASTAVNOG RADA	BROJ SATI NASTAVE		REDNI BROJ TJEDNA	NAPOMENA										
								T	V												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
	1. UVOD U TEHNIČKU MEHANIKU	<p>a) OBRAZOVNI: Upoznati učenike s predmetom, literaturom, elementima i kriterijima praćenja i ocjenj. b) ODGOJNI: Upoznati učenike s njihovim obvezama iz ovog predmeta. c) FUNKCIONALNI: Naučiti temeljne pojmove iz statike potrebne za razumijevanje daljnjeg gradiva.</p> <p>a) OBR.: Objasniti načela statike. b) FUNKC.: Steći sposobnost primjene načela statike na tehničkim problemima. c) ODG.: Sijecati naviku uređnosti i preciznosti.</p>																			
1.	1.1											Uvod u predmet; upoznavanje učenika s programom, literaturom, elementima praćenja i kriterijima ocjenjivanja.	Usmeno izlaganje Frontalni								
2.	1.2											Temeljni pojmovi trigonometrije; funkcije funkcije sinusa, kosinusa i tangensa	Usm. izlaganje Dijaloška Frontalni	Matematika	Školski trokuti Krede u boji Džepno rač.	Udžbenik Radna bilježnica Izvedbeni program Udžbenik	Učionica	1		1.	
3.	1.3											Sinusov i kosinsov poučak	Računska	Matematika		Udžbenik	Učionica		1	2.	
4.	1.4											Temeljni pojmovi vektora; zbrajanje vektora	Grafički radovi	Matematika	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		2.	
5.	1.5	Temeljni pojmovi i zadaci mehanike; SI-sustav jedinica	Usm. izlaganje Dijaloška Frontalni	Fizika		Udžbenik	Učionica	1		3.											
	2. TEMELJNI POJMOVI I NAČELA STATIKE	<p>a) OBR.: Objasniti načela statike. b) FUNKC.: Steći sposobnost primjene načela statike na tehničkim problemima. c) ODG.: Sijecati naviku uređnosti i preciznosti.</p>																			
6.	2.1											Pojam, određenost i vrste sila; grafičko i analitičko prikazivanje sila	Usm. izlaganje Dijaloška Frontalni	Fizika	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		3.	
7.												Načela statike	Dijaloška Graf. radovi	Fizika	Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		3.	
8.									1	4.											

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	3. KOLINEARNI SUSTAV SILA	<p>a) OBRAZOVNI: Objasniti kolinearni sustav sila, određivanje rezultante i ravnoteže.</p> <p>b) FUNKCIONALNI: Steći sposobnost određivanja rezultante i ravnoteže.</p> <p>c) ODGOJINI: Steći sposobnost određivanja rezultante i ravnoteže kolinearnog sustava sila.</p> <p>(c) ODG.: Stjecati naviku urednosti, preciznosti i uporabe udžbenika.</p>	Graf. radovi Računska Frontalni	Fizika	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	4.			
9.	Dvije sile istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže		Graf. radovi Računska Frontalni	Fizika	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	5.			
10.	Sustav kolinearnih sila; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže		Graf. radovi Računska	Fizika	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	5.			
11.	Sustav kolinearnih sila – vježbe	Graf. radovi Računska	Fizika	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	5.			
	4. KONKURENTNI SUSTAV SILA	<p>a) OBRAZOVNI: Objasniti konkurentni sustav sila, određivanje rezultante i ravnoteže.</p> <p>b) FUNKCIONALNI: Steći sposobnost određivanja rezultante i ravnoteže konkurentnog sustava sila na konkretnim primjerima.</p> <p>c) ODGOJINI: Stjecati naviku urednosti, preciznosti i uporabe udžbenika.</p>										
12.	Dvije sile istog i različitog hvatišta; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže		Graf. radovi Računska Frontalni	Fizika	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	6.		
13.			Računska Individualni		Računalo	Radna bilježnica s CD-om	Informatički praktikum	Učionica	1	6.		
14.	Ravnoteža triju sila		Graf. radovi Dijaloška		Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	7.		
15.	Primjena ravnoteže triju sila na tehničkim problemima		Graf. radovi Računska Grupni		Školski trokuti Krede u boji Džepno računalo	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	8.		
16.			Graf. radovi Računska Individualni		Školski trokuti	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	8.		
17.	Rastavljanje sile na dvije komponente; grafički i analitički postupak	Graf. radovi Računska Individualni		Računalo	Radna bilježnica s CD-om	Informatički praktikum	Učionica	1	9.			
18.		Graf. radovi Grupni		Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	10.			
19.	Rastavljanje sile na tri komponente	Graf. radovi Frontalni		Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	10.			
20.		Graf. radovi Računska Individualni		Školski trokuti	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	11.			
21.	Sustav konkurentnih sila; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže; zadavanje I. programskog zadatka	Graf. radovi Računska Individualni		Računalo	Radna bilježnica s CD-om Udžbenik	Informatički praktikum	Učionica	1	11.			
22.		Graf. radovi Računska Individualni		Školski trokuti	Udžbenik	Učionica	Učionica	1	11.			

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
37.	6.4 Rastavljanje sile na dvije paralelne komponente istog smjera grafičkom i analitičkom metodom	<p>a) OBJASNI: Objasni težiste štapova i složenih ploha grafičkom i analitičkom metodom te površine i analitičkom metodom tjela primjenom Pappus-Guldinova pravila.</p> <p>b) ODGOVORNI: Sjecati naviku primjene literature i računala u rješavanju tehničkih problema.</p>	Računska Grafički radovi Frontalan	Fizika, tehnička mehanika – čvrstoća, elementi strojeva, strojarske konstrukcije	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	19.			
38.	6.5 Rastavljanje sile na dvije paralelne komponente suprotnog smjera grafičkom i analitičkom metodom		Računska Grafički radovi Frontalan		Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	19.			
39.	6.6 Rastavljanje sile na dvije paralelne komponente – vježbe		Računska Grafička Individualni		Računalo	Radna bilježnica s CD-om	Informatički praktikum	1	20.			
	7. UVJETI RAVNOTEŽE											
40.	7.1 Grafički i analitički uvjeti ravnoteže	<p>a) OBJASNI: Objasni težiste štapova i složenih ploha grafičkom i analitičkom metodom te površine i analitičkom metodom tjela primjenom Pappus-Guldinova pravila.</p> <p>b) ODGOVORNI: Sjecati naviku primjene literature i računala u rješavanju tehničkih problema.</p>	Dijaloška Frontalan	Fizika, tehnička mehanika – čvrstoća, elementi strojeva, strojarske konstrukcije		Udžbenik	Učionica	1	20.			
41. 42.	7.2 Primjena uvjeta ravnoteže na tehničkim problemima		Računska Grafička Individualni		Računalo	Radna bilježnica s CD-om	Informatički praktikum	2	21.			
	8. TEŽISTE											
43.	8.1 Temeljni pojmovi; Težišta jednostavnih štapova (dužina)	<p>a) FUNKCIONALNI: Naučiti određivati težiste štapova i složenih ploha grafičkom i analitičkom metodom te površine i analitičkom metodom tjela primjenom Pappus-Guldinova pravila.</p> <p>b) ODGOVORNI: Sjecati naviku primjene literature i računala u rješavanju tehničkih problema.</p>	Dijaloška Računska Grafička	Fizika, tehnička mehanika – čvrstoća, elementi strojeva, strojarske konstrukcije	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	22.			
44.	8.2 Težište sastavljenih dužina (štapova); grafički i analitički postupak		Dijaloška Računska Grafička		Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	22.			
45.	8.3 Težište jednostavnih, sastavljenih i oslabljenih ploha – vježbe		Dijaloška Računska Grafička		Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1	23.			
46.	8.4 Težište jednostavnih sastavljenih i oslabljenih ploha – vježbe		Računska Individualni		Računalo	Radna bilježnica s CD-om	Informatički praktikum	1	23.			
47.	8.5 Pappus-Guldinova pravila		Dijaloška Računska			Udžbenik	Učionica	1	24.			

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
48.	8.6 Pappus-Guldinova pravila – vježbe i zadavanje 2. programskog zadatka		Računska Rad s računalom Individualni	Računalo	Radna bilježnica s CD-om Udžbenik Liste s 2. prog. zad.	Učionica	1		24.		
49.	8.6 Vrste ravnoteže, statička stabilnost i koeficijent sigurnosti		Usm. izlaganje Dijaloška Frontalan	Školsko ravnalo	Udžbenik	Učionica	1		25.		
50.	8.7 Statička stabilnost		Računska		Udžbenik	Učionica			25.		
51.	8.8 Druga školska zad.		Pismeni radovi		Zadaćnice	Učionica			26.		
52.	8.9 Ispravak 2. šk. zad.		Računska		Zadaćnice	Učionica			26.		
	9. PUNIRAVNI NOSAČI										
53.	9.1 Temejni pojmovi; vrste i metode rješavanja		Usm. izlaganje Frontalan	Grafoskop	Grafofolije Udžbenik	Učionica	1		27.		
54.	9.2 Prosta greda s koncentriranim opterećenjem		Grafička Računska	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		27.		
55.	9.3 Prosta greda s kontinuiranim opterećenjem		Grafička Računska	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		28.		
56.	9.4 Prosta greda s kombiniranim opterećenjem		Grafička Računska	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		28.		
57.	9.5 Nosač na dva oslonca i jednim prepustom	a) OBJASNITI: Objasniti pojam i vrste punih i vrste punih ravnih nosača i način njihova rješavanja. b) FUNKCIONALNI: Steći umijeće rješavanja punih ravnih nosača grafičkim i analitičkim postupkom. c) ODGOJNI: Stjecanje navike primjene literature i računalna u rješavanju tehničkih problema.	Grafička Računska Frontalan	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		29.		
58.	9.6 Uklješteni nosači – konzole koncentrirano opterećene		Usm. izlaganje Dijaloška	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik	Učionica	1		29.		
59.	9.7 Konzola kombinirano opterećena i zadavanje 3. programskog zadatka		Grafička Računska Frontalan	Školski trokuti Krede u boji	Udžbenik Liste s 3. prog. zad.	Učionica	1		30.		
60.	9.8 Treća školska zadaća		Pismeni radovi		Zadaćnice	Učionica			30.		
61.	9.9 Ispravak 3. šk. zad.		Računska		Zadaćnice	Učionica			31.		

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
	10. REŠETKASTI NOSAČI	a) OBRAZOVNI: Objasniti pojam rešetkastih nosača i način njihova rješavanja. b) FUNKCIONALNI: Steći umijeće rješavanja rešetkastih nosača grafičkim i analitičkim postupkom. c) ODGOJNI: Stjecanje navika primjene literature i računalna u rješavanju tehničkih problema.	Grafička Frontalan Računska Dijaloška Frontalan Grafička Računska Individualni Računska Vrednovanje	Fizika, tehnička mehanika – čvrstoća, elementi strojeva, strojarske konstrukcije	Skolski trokuti Krede u boji Džepno računalo Računalo Udžbenik	Udžbenik Udžbenik Radna bilježnica s CD-om Udžbenik Udžbenik	Učionica Učionica Informatički praktikum Učionica Učionica	1	31.												
62.	10.1 Određivanje sile u štapovima – grafička metoda (Cremonin plan sile)																				
63.	10.2 Određivanje sile u štapovima – analitička metoda (Ritterova metoda presjeka)																				
64.	10.3 Rješavanje jednostavnih rešetkastih nosača																				
65.																					
66.	10.4 Provjeravanje znanja																				
67.																					
68.	10.5 Zaključivanje ocjena za kraj školske godine																				
																		2	32.		
																			33.		
								2	34.												
								1	35.												

REKAPITULACIJA:

BROJ NASTAVNIH CJELINA: 10
 BROJ NASTAVNIH JEDINICA: 37
 PLANIRANI TIP SATA:

– uvodni	1
– obradba novog gradiva	31
– vježbe	28
– provjeravanje postignuća	6
– vrednovanje uspjeha	2
Ukupno:	68
Rezerva:	2
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.	Sustav konkurentnih sila	XI.
2.	Težište; Pappus-Guldinova pravila	III.
3.	Puni ravni nosači	V.

Školske zadaće obuhvaćaju sljedeće nastavne cjeline:

Školska zadaća	Nastavna cjelina	Vrijeme
1.	Kolinearni sustav sila; Konkurentni sustav sila; Statički moment sile	XI.
2.	Sustav paralelnih sila; Uvjeti ravnoteže; Težište	III.
3.	Puni ravni nosači	V.

ELEMENTI PRAĆENJA UČENIKOVA POSTIGNUĆA:

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

KRITERIJI PRAĆENJA UČENIKOVA POSTIGNUĆA:

Elementi	Podelementi	Bodovi	Kriterij za ocjene
1	2	3	4
1. poznavanje i razumijevanje nastavnih sadržaja	1.1 Poznavanje osnovnih načela statike 1.2 Poznavanje kolinearnih sila, određivanje rezultante i ravnoteže 1.3 Poznavanje konkurentnog sustava sila, određivanje rezultante i ravnoteže 1.4 Poznavanje statičkog momenta sila, momentnog pravila i ravnoteže 1.5 Poznavanje paralelnog sustava sila, određivanje rezultante i ravnoteže 1.6 Poznavanje grafičkih i analitičkih uvjeta ravnoteže 1.7 Poznavanje težišta štapova i ploha, Pappus-Guldinovih pravila i vrste ravnoteže 1.8 Poznavanje punih ravnih nosača i njihovo rješavanje 1.9 Poznavanje rešetkastih nosača i njihovo rješavanje	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	1.2 Školske zadaće 1.3 Programski zadaci 1.4 Vježbe	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.

Metodička razrada nastavnih jedinica

NASTAVNA CJELINA: 1. UVOD U TEHNIČKU MEHANIKU

NASTAVNA JEDINICA: Uvod u predmet Tehnička mehanika – Statika; upoznavanje učenika s programom, literaturom, elementima praćenja i ocjenjivanja te kriterijima ocjenjivanja

VRIJEME: 1 sat

MJESTO IZVOĐENJA: Učionica

OBLIK RADA: Frontalni

TIP SATA: Uvodni

NASTAVNE METODE: Usmeno izlaganje; dijaloška

NASTAVNA SREDSTVA

I POMAGALA: Izvedbeni program, udžbenik, radna bilježnica

ZADACI NASTAVE:

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

UVODNI DIO: 10'

— pozdraviti učenike, predstaviti se i upoznati se pojedinačno s učenicima

GLAVNI DIO: 30'

- upoznati učenike sa sadržajem izvedbenog programa predmeta i načinom realizacije
- pokazati literaturu (udžbenik i radnu bilježnicu) te dati informaciju o načinu nabavke
- informirati učenike o drugim potrebnim sredstvima za nastavu statike (bilježnica formata A4, džepno računalo, pribor za tehničko crtanje)
- iz izvedbenog programa učenicima objasniti:
 - a) elemente praćenja i ocjenjivanja
 - b) kriterije ocjenjivanja
 - c) obveze učenika tijekom šk. god. (školske zadaće, programski zadaci)

ZAVRŠNI DIO: 5'

— odgovoriti učenicima na postavljena pitanja

IZDVOJENO:

Učenicima u potpunosti moraju biti jasni elementi praćenja i kriteriji ocjenjivanja. Posebno im treba skrenuti pažnju da su tijekom šk. god. obvezni izraditi 3 programska zadatka i pisati 3 školske zadaće, te da je potrebno iz svih programskih zadataka i školskih zadaća imati pozitivnu ocjenu, da bi zaključna ocjena bila pozitivna.

NASTAVNA JEDINICA:	Temeljni pojmovi trigonometrije; funkcije sinusa, kosinusa i tangensa
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, džepno računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti osnovne pojmove trigonometrijskih funkcija.
b) odgojni:	Uočiti da su za izučavanje stručnih predmeta potrebna znanja iz matematike; promjena eventualno negativnog stava prema tome predmetu.
c) funkcionalni:	Usvojiti trigonometrijske funkcije čijom primjenom će učenik s uspjehom moći pratiti daljnju nastavu iz statike. Steći umijeće primjene trigonometrijskih funkcija.

NOVI POJMOVI: trigonometrijska kružnica, trigonometrijska funkcija, funkcija sinusa, kosinusa i tangensa kuta, prirodne vrijednosti trigonometrijskih funkcija

UVODNI DIO: 3'

- pomoću školskih trokuta ponoviti pravokutan trokut (katete, hipotenuza, kutove i zbroj kutova u trokutu)

GLAVNI DIO: 37'

- na ploči nacrtati trigonometrijsku kružnicu (sl. 1 u udžbeniku), označiti točku A i označiti njene koordinate $A(x_1; y_1)$
- prema izvodu u udžbeniku na str. 1 doći do koordinata točke $A(\cos \alpha; \sin \alpha)$
- na istom crtežu produžiti ordinatu (katetu y_1) i hipotenuzu r tako da se sijeku u točki $T(1; y_1)$, tako je dobivena sl. 2 u udžbeniku
- na dobivenoj slici prema izvodu na str. 2 udžbenika doći do koordinate točke $T(1; \operatorname{tg} \alpha)$
- upoznati učenike s prirodnim vrijednostima funkcija sinusa, kosinusa i tangensa za karakteristične kutove u pravokutnom trokutu 30° , 45° , 60° i 90° , udžbenik str. 3
- zatražiti da učenici pronađu te vrijednosti na svom džepnom računalu
- dijaloškom metodom riješiti primjer 1 i 2 u udžbeniku, str. 4, da učenici shvate svrhu poznavanja trigonometrijskih funkcija

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti definicije trigonometrijskih funkcija
- zadati domaću zadaću, udžbenik, str. 5 i 6 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 2. zadatak

IZDVOJENO:

Ovo gradivo će učenici obrađivati iz matematike u III. razredu. Stoga je potrebno svladati osnove iz ovog područja nužne za praćenje gradiva iz TM, posebno poglavlja 4. Konkurentni sustav sila. Učenicima treba posebno naglasiti da trigonometrijske funkcije vrijede samo za pravokutan trokut.

NASTAVNA JEDINICA:	Sinusov i kosinusov poučak
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti osnovne pojmove kosinusovog i sinusovog poučka.
b) odgojni:	Uočiti da su za izučavanje stručnih predmeta potrebna znanja iz matematike; promjena eventualno negativnog stava prema tom predmetu.
c) funkcionalni:	Uočiti razliku između primjene trigonometrijskih funkcija i steći umijeće primjene kosinusovog i sinusovog poučka.

NOVI POJMOVI: kosinusov poučak; sinusov poučak

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću
- dijaloškom metodom ponoviti trigonometrijske funkcije

GLAVNI DIO: 35'

- na ploči nacrtati trokut kao na sl. 5, str. 3 udžbenika i postaviti pitanje: *Je li to pravokutan trokut?*
- nakon dobivenog odgovora, postaviti pitanje: *Vrijede li za njega trigonometrijske funkcije?*
- naglasiti još jednom da trigonometrijske funkcije vrijede samo za **pravokutan trokut**, a kada to nije slučaj, vrijede **kosinusov i sinusov poučak** u ovisnosti što nam je u trokutu poznato
- napisati na ploči izraz za kosinusov poučak i uputiti učenike na str. 5 udžbenika, gdje se nalazi formula kosinusovog poučka te naglasiti uvjete pri kojemu se može primijeniti ovaj poučak (ispisati ih na ploči)
- napisati na ploči izraz za sinusov poučak te na temelju njega izreći definiciju poučka
- uputiti učenike na str. 3 udžbenika, gdje se nalazi formula i definicija sinusovog poučka te naglasiti uvjete pri kojima se ovaj poučak može primijeniti (ispisati ih na ploči)
- riješiti primjenom sinusovog i kosinusovog poučka primjer 3 i 4 na str. 4 i 5 udžbenika

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću, udžbenik str. 6 – **Zadaci za vježbu:** 4. i 5. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Temeljni pojmovi vektora; zbrajanje vektora
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; metoda grafičkih radova
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik; školski pribor za tehničko crtanje; krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti osnovne pojmove vektora i vektorskog računa.
b) odgojni:	Uočiti da su za izučavanje stručnih predmeta potrebna znanja iz matematike; promjena eventualno negativnog stava prema tom predmetu.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost razlikovanja skalarnih i vektorskih veličina, te razliku između skalarne i vektorske algebre koju će morati primjenjivati u grafostatici. Steći umijeće zbrajanja vektora.

NOVI POJMOVI: skalari, vektori, ort ili jedinični vektor, pravac, hvatište, veličina ili modul i smjer vektora, vektor vezan za točku, vektor vezan za pravac (klizni vektor), slobodan vektor, paralelogram, dijagonala paralelograma, rezultirajući vektor, komponentni vektori, poligon vektora

UVODNI DIO: 3'

- pregledati domaću zadaću
- ponoviti definicije trigonometrijskih funkcija te sinusovog i kosinusovog poučka

GLAVNI DIO: 37'

- metodom usmenog izlaganja objasniti definiciju skalara, navesti primjer, a od učenika zahtijevati da ga dopune s drugim primjerima
- objasniti da ima prirodnih veličina koje nisu potpuno definirane samo skalarnom veličinom; navesti primjer sile, važnost njenog pravca i smjera djelovanja, te to povezati s vektorom
- na ploči nacrtati sl. 14 iz udžbenika i objasniti određenost vektora; uputiti učenike na str. 6 u udžbeniku te zahtijevati da podcrtaju određenost vektora (na dnu stranice uz sl. 14)
- objasniti jedinični vektor ili ort
- uputiti učenike na str. 7 u udžbeniku na kojoj se nalaze vrste vektora u tehničkoj mehanici (vektor vezan za materijalnu točku, vektor vezan za pravac i slobodni vektor); za svaku vrstu vektora navesti primjer prema udžbeniku
- najaviti da ćemo obraditi zbrajanje vektora i napisati naslov na ploči ZBRAJANJE VEKTORA
- zbrajanje dvaju vektora objasniti metodom grafičkih radova na primjeru 1, str. 12 u udžbeniku (koristiti školske trokute i krede u boji)
- zbrajanje više vektora objasniti također metodom grafičkih radova prema primjeru 4, str. 13 u udžbeniku (koristiti školske trokute i krede u boji)
- uputiti učenike da su postupci zbrajanja opisani na str. 7 i 8 udžbenika

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo koristeći slike na ploči
- zadati domaću zadaću u udžbeniku, str. 16: **Zadaci za vježbu:** 1. a), 2. b), 3. c) i 5. zadatak

IZDVOJENO:
Ostale operacije s vektorima kao što je množenje, treba obraditi pri obradi statičkog momenta sile.

NASTAVNA JEDINICA:	Temeljni pojmovi i zadaci mehanike; SI-sustav jedinica
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti osnovne pojmove i zadatke mehanike; objasniti SI-sustav jedinica za silu, rad, snagu i površinski tlak.
b) odgojni:	—
c) funkcionalni:	Steći umijeće korištenja međunarodnog sustava jedinica s kojim će se susretati i u drugim predmetima struke.

NOVI POJMOVI: čvrsto tijelo, kruto tijelo, materijalna točka, statika, nauka o čvrstoći, kinematika, dinamika, grafostatika, statika u ravnini, statika u prostoru, osnovne jedinice, izvedene jedinice, Njutn, Vat, Džul

UVODNI DIO: 5'

— pregledati domaću zadaću; objasniti eventualne nejasnoće koje učenici nisu znali riješiti

GLAVNI DIO: 35'

- uputiti učenike da otvore str. 21 udžbenika i najaviti temu **Temeljni pojmovi i zadaci mehanike**
- metodom usmenog izlaganja ukratko izložiti **razvoj i podjelu mehanike** (str. 21 udžbenika) te **zadatke mehanike**
- istom metodom ukratko izložiti pojmove **čvrsto tijelo, kruto tijelo, materijalna točka** (str. 22 udžbenika)
- najaviti drugi dio nastavnog sata – **Međunarodni sustav jedinica** (SI-sustav jedinica) te uputiti učenike da otvore str. 20 udžbenika
- objasniti osnovne i izvedene jedinice; zahtijevati da ih učenici potraže na str. 20 udžbenika i da ih obilježe
- ispisati na ploči izraz za silu prema drugom Newtonovom zakonu i dijaloškom metodom izvesti jedinicu za silu 1 N, te na temelju izvoda zahtijevati da učenici sami definiraju definiciju jedinice sile od 1 N; uputiti učenike da usporede svoju definiciju s definicijom u udžbeniku, str. 20
- istom metodom izvesti jedinice za rad, snagu i površinski tlak; uputiti učenike da pronađu izvedene jedinice na str. 21 udžbenika (uokvirene na kraju stranice)
- dijaloškom metodom izvršiti pretvaranje većih izvedenih jedinica u manje i obrnuto, npr. MN u kN, Kn u N, MN u N itd.

ZAVRŠNI DIO: 5'

— dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo

NASTAVNA CJELINA: 2. TEMELJNI POJMOVI I NAČELA STATIKE

NASTAVNA JEDINICA:	Pojam, određenost i vrste sila; grafičko i analitičko prikazivanje sile
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška; metoda grafičkih radova
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti osnovne pojmove određenosti i vrsta sila; pokazati prikaz sile grafički (vektorom) i analitički (skalarom).
b) odgojni:	Navikavati učenike na urednost i preciznost pri grafičkom rješavanju zadataka.
c) funkcionalni:	Steći sposobnost poznavanja vrste sila, steći umijeće prikazivanja sila vektorom i skalarom, povezati određenost vektora s određenošću sile.

NOVI POJMOVI: vanjske i unutarnje sile, aktivne i pasivne sile, korisne i štetne sile, projekcija sile na koordinatne osi

UVODNI DIO: 5'

- ponoviti pojam i određenost vektora
- ponoviti trigonometrijske funkcije
- najaviti temu i ispisati naslov na ploči, a učenicima predložiti da otvore str. 22 udžbenika gdje se nalazi naslov **Pojam, vrste i predočavanje sila**

GLAVNI DIO: 35'

- usmenim izlaganjem i dijaloškom metodom objasniti **pojam sile i vrste sila**; zahtijevati da učenici pronađu i podcrtaju definiciju sile na str. 22 udžbenika
- najaviti novu podtemu: **Predočavanje i određenost sile – grafički prikaz sile**, naslov ispisati na ploči, a učenike uputiti na str. 23 udžbenika
- postaviti učenicima pitanje: *Je li sila skalarna ili vektorska veličina?*; nakon dobivenog odgovora najaviti da ćemo naučiti prikazati silu vektorski (grafički) i skalarno (analitički)
- zahtijevati da učenici povežu: **vektor – sila; određenost vektora – određenost sile**
- uputiti učenike na sl. 2.1 u udžbeniku, str. 23, te zahtijevati da pronađu definiranu određenost sile u tekstu pored slike
- grafički priborom nacrtati silu $F = 450\text{ N}$ čiji pravac s pozitivnom osi x zatvara kut $\alpha = 45^\circ$, prema udžbeniku na str. 23, sl. 2.2
- istu silu prikazati analitički crtanjem na ploči sl. 2.3 iz udžbenika, str. 24; dijaloškom metodom zahtijevati da učenici sami odrede veličine projekcija na osi x i y
- analizirati sl. 2.4 iz udžbenika, str. 24, da učenici uoče zakonitost projekcija sila u različitim kvadrantima koordinatnog sustava

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 25 – **Zadaci za vježbu**, 1. i 2. zadatak

IZDVOJENO:

Prilikom ponavljanja gradiva u uvodnom djelu, učenike koji su dali dobre odgovore može se ocijeniti, te na taj način potaknuti učenje.

Pri grafičkom predočavanju sile treba nastojati da učenici povežu znanje iz vektora s ovom nastavnom jedinicom te im treba naglašavati da je sila klizni vektor. Također treba obratiti pažnju na usvajanje mjerila za silu, te preračunavanje njutna u centimetre ili milimetre.

Kod analitičkog prikazivanja sile treba ponoviti koordinatni sustav, osi i kvadrante, te posebno naglašavati da se kutovi vektora u koordinatnom sustavu uvijek mjere od pozitivnog dijela osi x .

Prilikom projekcija sila na koordinatne osi treba nastojati da učenici uoče da su sve projekcije na os x jednake produktu veličine vektora sile i kosinusa kuta, a sve projekcije na os y produktu veličine sile i sinusa kuta koji zatvara vektor s pozitivnim dijelom osi x .

Učeniku mora biti jasan predznak projekcije sile u ovisnosti u kojem kvadrantu se projekcija sile nalazi, kao i to da predznak u analitičkom prikazu sile znači njezin smjer.

NASTAVNA JEDINICA:	Načela statike
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, grafoskop, grafofolije sa slikama od 2.8 do 2.21 iz udžbenika, str. 27 i 28
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti načela statike i opisati primjenu načela na konkretnim primjerima iz prakse.
b) odgojni:	—
c) funkcionalni:	Proširiti tehničku kulturu prepoznavanjem načela statike u svakodnevnom životu. Identificirati načela statike u praksi.

NOVI POJMOVI: teorem o premještanju hvatišta sila, načelo o nezavisnosti djelovanja sila, zakon akcije i reakcije, veze i reakcije veza, vezano tijelo i slobodno tijelo

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću nekoliko učenika; pregled ubilježiti u njihovu bilježnicu i imenik
- pokazati kako se rješava zadatak kojeg većina učenika nije znala riješiti
- najaviti današnju temu i uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 27 na kojoj se nalaze načela statike

GLAVNI DIO: 35'

- pomoću grafoskopa projicirati sliku 2.8 koja je iz udžbenika prenijeta na grafofoliju i dijaloškom metodom objasniti **Prvo načelo**
- projekcijom sl. 2.9 istom metodom objasniti **Drugo načelo**, te na isti način obraditi svih 6 načela statike

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom, pomoću projekcija slika, ponoviti izloženo gradivo

NASTAVNA JEDINICA:	Načela statike
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Grafoskop, grafofolija sa slikama od 2.22 do 2.25 iz udžbenika, str. 29, na kojima su rješenja zadataka za vježbu
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti načela statike na primjerima iz prakse.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s udžbenikom te priborom za tehničko crtanje.
c) funkcionalni:	Razviti umijeće primjene načela statike u strojarскоj praksi.

UVODNI DIO: 10'

- usmeno ispitati 1-2 učenika s tim da se zadnja pitanja odnose na načela statike te na taj način uvesti učenike u glavni dio sata

GLAVNI DIO: 30'

- zadati učenicima da rješavaju **Zadatke za vježbu** na str. 29 udžbenika prema slikama 2.22, 2.23, 2.24 i 2.25 koje učenici trebaju riješiti u svojoj knjizi
- nastavnik treba uputiti učenike da ukoliko nešto ne znaju riješiti, da prouče riješene zadatke u udžbeniku, prema sl. od 2.12 do 2.21, str. 28 i 29
- naglasiti učenicima da će oni koji budu prvi ispravno riješili zadatke biti ocijenjeni
- u tijeku sata nastavnik obilazi učenike i onima koji ne znaju riješiti pojedini zadatak, dijaloškom metodom pomaže da shvate način primjene određenog načela statike

ZAVRŠNI DIO: 5'

- grafoskopom projicirati rješenja zadataka, a učenici sami ispravljaju svoja netočna rješenja
- istovremeno nastavnik ocjenjuje učenike koji su točno riješili vježbu

IZDVOJENO:

Da bi se učenici zainteresirali za rad, treba nastojati organizirati nastavu tako da se aktivira njihov natjecateljski duh. Također treba nastojati da se svako dobro rješenje i zalaganje nagradi, a učenike s lošijim uspjehom ohrabri. Na taj način se u razredu razvija pozitivan pristup prema predmetu, a kod učenika se smanjuje strah od neuspjeha.

NASTAVNA CJELINA: 3. KOLINEARNI SUSTAV SILA**NASTAVNA JEDINICA: Dvije sile istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže**

VRIJEME: 1 sat
MJESTO IZVOĐENJA: Učionica
OBLIK RADA: Frontalni
TIP SATA: Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE: Grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA: Grafoskop, grafofolija sa slikom 2.7 iz udžbenika, str. 26, školski trokuti, krede u boji, udžbenik

ZADACI NASTAVE:

- a) materijalni: Objasniti određivanje rezultante i ravnoteže dviju kolinearnih sila istog i suprotnog smjera.
- b) odgojni: Navikavati učenika na rad s udžbenikom te priborom za tehničko crtanje, razvijati urednost i preciznost.
- c) funkcionalni: Razviti umijeće određivanja rezultante i ravnoteže dviju kolinearnih sila istog i suprotnog smjera.

NOVI POJMOVI: ravni ili komplanarni sustav sila, prostorni sustav sila, opći slučaj sila, specijalni sustav sila: konkurentni, paralelni i kolinearni sustav sila

UVODNI DIO: 5'

- grafoskopom projicirati sliku 2.7 iz udžbenika i objasniti statički sustav sila
- učenike uputiti da se sve to nalazi u udžbeniku na stranici 26

GLAVNI DIO: 35'

- najaviti da ćemo u sljedećih nekoliko sati proučavati **sustav kolinearnih sila**, jedan od statičkog sustava sila te ispisati naslov na ploči
- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 30, te da ćemo ovu nastavnu jedinicu obraditi rješavanjem zadataka na str. 30 i 31
- grafičkom metodom sa školskim trokutima zbrojiti **dvije kolinearne sile istog smjera** kao u udžbeniku na sl. 3.1; kredom u boji označiti rezultantu, izmjeriti njezinu dužinu i pomnožiti je s odabranim mjerilom
- isti zadatak dijaloškom metodom riješiti analitički te pozvati učenike da usporede grafičko i analitičko rješenje
- nakon toga upitati učenike: *Koja bi sila uravnotežila ove dvije kolinearne sile?*
- ako učenici nemaju odgovor, treba zahtijevati da u udžbeniku potraže prvo načelo statike, te da na temelju njega dođu do zaključka
- ucrtati na ploči kredom u boji silu koja će uravnotežiti sustav i ispisati njenu skalarnu vrijednost
- na isti način pokazati određivanje rezultante i ravnoteže **dviju kolinearnih sila suprotnog smjera** prema sl. 3.2 u udžbeniku

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću: udžbenik str. 34 – **Zadaci za vježbu:** 1. a) i b) te 2. a) i b) zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Sustav kolinearnih sila istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računaska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Školski trokuti, krede u boji, udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti određivanje rezultante i ravnoteže sustava kolinearnih sila istog i suprotnog smjera.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s udžbenikom te priborom za tehničko crtanje, razvijati urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Razviti umijeće određivanja rezultante i ravnoteže sustava kolinearnih sila istog i suprotnog smjera.

UVODNI DIO: 3'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled upisati u njihove bilježnice i imenik
- najaviti novu temu; ispisati naslov na ploči, a učenike uputiti da otvore udžbenik na str. 32

GLAVNI DIO: 37'

- metodom grafičkih radova riješiti zadatak **sustava kolinearnih sila istog smjera** iz udžbenika na str. 32, sl. 3.3; zadatak riješiti grafički na ploči pomoću školskih trokuta; rezultantu označiti kredom u boji, a silu koja će uravnotežiti sustav drugom bojom
- analitički zadatak riješiti dijaloškom metodom, rješavajući ga na ploči
- istim metodama riješiti zadatak **sustava kolinearnih sila suprotnog smjera** iz udžbenika na str. 33, sl. 3.4
- nakon rješenja pitati učenike: *Što znači pozitivan rezultat modula rezultante, odnosno negativan modul sile koja će uravnotežiti sustav?*

ZAVRŠNI DIO: 5'

- pomoću slika koje su ostale na ploči, dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću – udžbenik str. 34 – **Zadaci za vježbu:** 3. i 4. zadatak

IZDVOJENO:

Pitanjem što znači pozitivan, a što negativan rezultat modula sile, učenike želimo podsjetiti da su smjerovi sila analitički određeni predznakom.

NASTAVNA JEDINICA:	Kolinearne sile; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik; grafoskop, grafofolije s riješenim zadacima 5. a), b) i c), udžbenik, str. 34
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Uvježbati određivanje rezultante i ravnoteže sustava kolinearnih sila istog i suprotnog smjera.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s udžbenikom te priborom za tehničko crtanje, razvijati urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Razviti umijeće i sposobnost određivanja rezultante i ravnoteže kolinearnih sila.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled ubilježiti u njihove bilježnice i imenik

GLAVNI DIO: 35'

- uputiti učenike da otvore udžbenike na stranici 34 – **Zadaci za vježbu**
- zadati da rješavaju 5. a) zadatak; naglasiti da će prva trojica učenika koji ga prvi riješe dobiti ocjenu
- učenicima koji su riješili zadatak, pregledati ga i ocijeniti te zadati da rješavaju 5. b) zadatak
- učenicima koji se slabije snalaze, nastavnik treba pomoći, a ako uoči da je to većina učenika, treba dati upute za rješavanje na ploči
- nakon rješavanja zadatka 5 b) i ocjenjivanja druge trojice učenika, zadati sljedeći zadatak 5 c)
- pregledati i ocijeniti rad zadnje trojice učenika

ZAVRŠNI DIO: 5'

- grafoskopom projicirati rješenja zadataka riješenih na grafofoliji
- učenici trebaju usporediti svoja rješenja s rješenjima na grafofoliji
- pogreške koje su učenici činili prokomentirati i objasniti na projekciji ispravnih rješenja

NASTAVNA CJELINA: 4. KONKURENTNI SUSTAV SILA

NASTAVNA JEDINICA: Dvije sile istog i različitog hvatišta; grafičko i analitičko određivanje rezultante

VRIJEME: 1 sat

MJESTO IZVOĐENJA: Učionica

OBLIK RADA: Frontalni

TIP SATA: Obradba novog gradiva

NASTAVNE METODE: Grafički radovi; računska

NASTAVNA SREDSTVA

I POMAGALA: Udžbenik, školski trokuti, krede u boji

ZADACI NASTAVE:

- a) materijalni: Objasniti određivanje rezultante i ravnoteže dvije konkurentne sile grafičkim i analitičkim postupkom.
- b) odgojni: Navikavati učenika na rad s udžbenikom te priborom za tehničko crtanje, razvijati urednost i preciznost.
- c) funkcionalni: Steći umijeće crtanja paralelograma sila i trokuta sila; razviti sposobnost primjene Pitagorinog poučka, trigonometrijskih funkcija te kosinusovog poučka za izračunavanje modula rezultante.

NOVI POJMOVI: paralelogram sila, trokut sila, otvoreni trokut sila, komponente sila

UVODNI DIO: 3'

- ponoviti pojam konkurentnih sila; zahtijevati od učenika da u udžbeniku pronađu grafički prikazan Statički sustav sila i njemu sliku konkurentnog sustava (str. 26, sl. 2.7)
- najaviti da ćemo u idućih nekoliko sati obrađivati novu nastavnu cjelinu **4. Konkurentni sustav sila** te ispisati naslov na ploči

GLAVNI DIO: 40'

- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 35 na kojoj je naslov **4.1 Dvije sile** i podnaslov **Dvije sile istog hvatišta**, kojeg ćemo ispisati na ploči
- pomoću školskih trokuta nacrtati sl. 4.1 iz udžbenika, str. 35
- dijaloškom metodom učenici trebaju sami uočiti da se rezultanta dobije zbrajanjem dvaju vektora, koje su već radili, te da se rješenje odnosi na treće načelo statike
- zahtijevati da učenici otvore udžbenik na str. 27, te da se podsjetite na treće načelo statike
- grafičkom metodom riješiti zadatke na ploči, pomoću paralelograma sila
- nakon rješenja, dijaloškom metodom učenici trebaju zaključiti ovisnost modula rezultante o veličini kuta koji međusobno zatvaraju vektori sila
- iste zadatke riješiti pomoću trokuta sila, sl. 4.3, str. 36 u udžbeniku; objasniti što je to otvoreni trokut sila te objasniti određivanje smjera rezultante u otvorenom trokutu sila
- nakon toga pozvati se na sl. 4.4 u udžbeniku, str. 36, na kojoj učenici trebaju uočiti da je svejedno kojim redoslijedom nanositi sile pri crtanju trokuta sila
- zadatak riješiti analitički prema udžbeniku, str. 37
- na ploči ispisati novi naslov **Dvije sile različitog hvatišta**, pa prema udžbeniku, str. 38, i slici 4.6 a) crtanjem na ploči, primjenom drugog načela statike, objasniti način rješavanja takvih slučajeva konkurentnih sila
- riješiti primjer 1 iz udžbenika na str. 38

ZAVRŠNI DIO: 2'

- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 39 – **Zadaci za vježbu:** 1., 2. i 3. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Dvije sile istog i različitog hvatišta; grafičko i analitičko određivanje rezultante
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Radna bilježnica iz mehanike za 1. razred tehničkih škola s CD-om, računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti određivanje rezultante i ravnoteže dviju konkurentnih sila grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s priborom za tehničko crtanje i računalom pri rješavanju zadataka iz struke.
c) funkcionalni:	Razviti vještinu korištenja trokuta za grafičko i računala za analitičko rješavanje zadataka; steći umijeće pronalaženja rezultante dviju sila različitog hvatišta grafičkom i analitičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću i najaviti da ćemo slične zadatke rješavati pomoću računala
- dati osnovne upute o korištenju CD-a, staviti računala u pogon i na CD-u pronaći temu: **Konkurentni sustav sila**; nastavnu jedinicu: **Sastavljanje dvije sile** – 1. zadatak

GLAVNI DIO: 38'

- učenici rješavaju zadatak; grafički postupak u radnoj bilježnici, a analitički pomoću računala; nastavnik obilazi učenike i pomaže onima koji se teže snalaze na računalu
- učenicima koji su riješili 1. zadatak, nastavnik može dati ocjenu u skladu s osvojenim bodovima koje računalo samo izračuna, te prelaze na drugi zadatak
- svaki učenik rješava zadatke samostalno i napreduje u skladu sa svojim mogućnostima

ZAVRŠNI DIO: 2'

- izvaditi CD i ugasiti računala
- nastavnik daje komentar uspješnosti rada pojedinih učenika

IZDVOJENO:

Nastavnik treba bilježiti napredak svakog učenika u svoje interne bilješke za svaku izvedenu vježbu. Na taj način nastavnik će imati dokumentaciju na temelju koje može imati uvid u napredovanje i osposobljenost svakog učenika, što će mu poslužiti za konačno vrednovanje njegovog znanja.

NASTAVNA JEDINICA:	Ravnoteža triju sila
VRJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji, grafoskop, grafofolija sa sl. 4.12 iz udžbenika, str. 40

ZADACI NASTAVE:

- a) materijalni: Objasniti zakonitost ravnoteže triju sila i pokazati određivanja ravnoteže grafičkim i analitičkim postupkom.
- b) odgojni: Navikavati učenika na korištenje literature, pribora za tehničko crtanje i džepnog računala, te razvijati urednost i preciznost.
- c) funkcionalni: Prepoznati otvoreni i zatvoreni trokut sila, tj. sustav od tri sile koji nije i koji je uravnotežen; razviti sposobnost određivanja ravnoteže triju sila grafičkim i analitičkim postupkom.

NOVI POJMOVI: zatvoreni trokut sila, smisao obilaženja sila

UVODNI DIO: 3'

- ponoviti ravnotežu dviju sila
- najaviti današnju temu, ispisati naslov na ploči, a učenike uputiti da otvore udžbenik na str. 40

GLAVNI DIO: 37'

- grafoskopom projicirati sl. 4.12 iz udžbenika pripremljenu na grafofoliji i postaviti pitanje: *Gdje treba postaviti potporni stup dizalice da bi ona bila u ravnoteži?*
- dijaloškom metodom učenici trebaju doći do odgovora primjenjujući ranije stečeno znanje da se gibanje tijela vrši na pravcu i u smjeru rezultante
- školskim trokutima nastavnik nacrtat zbroj vektora težine G i sile u užetu F_u , odnosno pronađe rezultantu F_R pomoću trokuta sila, kao na sl. 4.13 a) u udžbeniku, te postavi pitanje: *Koja sila će uravnotežiti taj sustav?*
- nakon dobivenog odgovora, ucrtati na ploči silu u stupu F_s , kao na sl. 4.13 a) u udžbeniku
- na ploču nacrtati trokut sila G , F_u i F_s , te zatražiti da učenici uoče razliku između smisla obilaženja sila u nacrtanim trokutima sila
- dovesti u vezu pojmove: **isti smisao obilaženja sila – zatvoreni trokut sila – ravnoteža**, te uputiti učenike da u udžbeniku potraže kurzivom napisanu izrečenu definiciju, te da je podcrtaju
- riješiti primjer 1. na str. 41 i 42 udžbenika

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom na riješenom zadatku ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 46 – **Zadaci za vježbu:** 1. a), 2. a), 3. a) i 4. zadatak
- uputiti učenike da postupak rješavanja mogu pronaći analizom riješenih primjera u udžbeniku na str. 43. – 45.

IZDVOJENO:

Ovdje je bitno da učenici uoče razliku između otvorenog trokuta sila koji ne daje ravnotežu $F_R \neq 0$ i zatvorenog trokuta sila koji daje ravnotežu $F_R = 0$. Također je potrebno naglašavati i drugi uvjet ravnoteže triju sila, a to je da se njihovi pravci moraju sjeći u jednoj točki.

NASTAVNA JEDINICA:	Primjena ravnoteže triju sila na tehničkim problemima
VRIJEME:	2 sata
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Grupni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti određivanje ravnoteže triju sila grafičkim i analitičkim postupkom na konkretnim zadacima iz prakse.
b) odgojni:	Navikavati učenika na korištenje literature u rješavanju zadataka iz struke, razvijati osjećaj za preciznost i urednost.
c) funkcionalni:	Razviti umijeće primjene zakonitosti ravnoteže triju sila u rješavanju tehničkih problema.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled ubilježiti u njihove bilježnice i imenik
- u slučaju da učenici nisu znali izraditi neki od tipova zadataka, pokazati im na ploči kratko put rješavanja
- formirati grupe od po 4-5 učenika s tim da u svaku grupu uđe po jedan od boljih učenika

GLAVNI DIO: 80'

- zadati zadatak 1 b) iz udžbenika, str. 46, kojega učenici trebaju riješiti grafičkom i analitičkom metodom, te informirati grupe da će ona koja prva riješi zadatak biti ocijenjena
- nastavnik obilazi grupe i pomaže onoj grupi koja ne uspijeva postaviti zadatak, a napredovanje grupe i pojedinca u grupi vodi u svojim internim bilješkama
- nakon rješenja 1. zadatka i ocjenjivanja, nastavnik zadaje 7. zadatak na str. 48 udžbenika, a nakon njega 8. zadatak na istoj stranici

ZAVRŠNI DIO: 5'

- prokomentirati rad svake grupe
- zadati učenicima u grupi koji nisu uspjeli riješiti 7. zadatak da ga dovrše kod kuće

IZDVOJENO:

Svaku vježbu treba iskoristiti za ocjenjivanje učenika koji su je uspješno svladali, a one koji zaostaju u napredovanju ohrabrivati i podsjetiti da bez vježbanja neće moći uspješno svladati gradivo. Pogrešno bi bilo da ih nastavnik ocijeni negativno jer su to sati vježbe na kojima učenici trebaju uvježbavati obrađeno gradivo.

Pri ocjenjivanju rada pojedinog učenika u grupi postoji opasnost da učenik s manjim doprinosom u rješavanju zadatka dobije istu ocjenu kao i onaj koji je zapravo riješio zadatak. Za objektivno ocjenjivanje nastavnik mora imati kontrolu nad radom svakog učenika u grupi, stoga treba nadzirati rad svake grupe i voditi interne bilješke o radu pojedinca u grupi. Na taj način nastavnik će moći izbjeći neobjektivnost vrednovanja rada učenika.

NASTAVNA JEDINICA:	Rastavljanje sila na dvije komponente; grafički i analitički postupak
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računski
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski pribor za tehničko crtanje, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak rastavljanja sile na dvije komponente grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za preciznost i urednost.
c) funkcionalni:	Naučiti postupak rastavljanja sile na dvije komponente grafičkim i analitičkim postupkom.

UVODNI DIO: 5'

- ponoviti sastavljanje dviju sila metodom paralelograma i trokuta sila
- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 49, najaviti metodičku jedinicu koja će biti obrađivana; naslov ispisati na ploči

GLAVNI DIO: 35'

- pomoću školskih trokuta na ploči nacrtati sl. 4.31 iz udžbenika i postaviti pitanje: *Kako odrediti sile u štapovima konstrukcije?*
- dijaloškom metodom navesti učenike da zaključe da se one odrede suprotnim postupkom od sastavljanja sila koje smo ponovili u uvodnom dijelu sata
- također dijaloškom metodom navesti učenike na zaključak da pravci sila djeluju u geometrijskoj osi štapova, te da je silu moguće rastaviti u komponente ako su njihovi pravci poznati
- zahtijevati da učenici potraže pravilo u udžbeniku na str. 49 pisano kurzivom te da ga podcrtaju
- objasniti i druge uvjete kada je moguće silu rastaviti u komponente, udžbenik sl. 4.34
- pomoću školskih trokuta rastaviti silu G na dvije komponente čiji su pravci poznati, metodom trokuta i paralelograma sila, prema sl. 4.32 u udžbeniku, str. 49
- riješiti na ploči grafičkim i analitičkim postupkom primjer 1 iz udžbenika, str. 50 i 51

ZAVRŠNI DIO: 5'

- na riješenom primjeru dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 53 i 54 – **Zadaci za vježbu:** 1., 2. i 3. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Rastavljanje sila na dvije komponente; grafički i analitički postupak
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računaska; rad s računalom
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Radna bilježnica s CD-om, računalo, grafoskop, grafofolija s rješenjima teorijskih zadataka na str. 17 Radne bilježnice
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti rastavljanje sile na dvije komponente grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s računalom u rješavanju tehničkih problema.
c) funkcionalni:	Steći umijeće i sposobnost rastavljanja sile na dvije komponente grafičkim i analitičkim postupkom.

UVODNI DIO: 5'

- prema **Radnoj bilježnici** na str. 17 ponoviti rastavljanje sila na dvije komponente petminutnim rješavanjem postavljene vježbe
- nakon isteka 5 min. nastavnik pomoću grafoskopa projicira rješenja na grafofoliji, a učenici potvrđuju ispravna rješenja i ispravljaju eventualne pogreške

GLAVNI DIO: 38'

- upaliti računala i na CD-u pronaći temu **Konkurentni sustav sila**, nastavnu jedinicu **Rastavljanje sile na dvije komponente** i otvoriti 1. zadatak
- učenici rješavaju zadatak u svoju Radnu bilježnicu grafičkim postupkom, a nakon toga analitički pomoću računala
- nastavnik prati i pomaže učenicima te bilježi napredovanje svakog učenika u svoje interne bilješke
- učeniku koji je ispravno riješio 1. zadatak, nastavnik može dati ocjenu u skladu s osvojenim bodovima koje izračuna računalo, te prelazi na rješavanje 2. zadatka

ZAVRŠNI DIO: 2'

- izvaditi CD i isključiti računala
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 54 i 55 – **Zadaci za vježbu:** 4., 5. i 6. zadatak

IZDVOJENO:

Pri radu s računalom nastavnik mora posvetiti pažnju onim učenicima koji se na njemu teže snalaze kako bi ih osposobio da se osamostale u izradi vježbi koje prethode. Također je važno da nastavnik vodi, kako je već ranije rečeno, internu evidenciju o napredovanju svakog učenika. Naime, dogodit će se da će pojedini učenici riješiti i više zadataka od planiranih, a neki učenici neće riješiti nijedan. Radi toga je potrebno imati evidenciju o napredovanju kako bi znali poduzimati potrebne korake za one koji zaostaju u svladavanju gradiva jer ti učenici kasnije mogu biti problem kako za organizaciju nastave, tako i za održavanje radne atmosfere.

NASTAVNA JEDINICA:	Rastavljanje sile na tri komponente; Culmannova grafička metoda
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Dijaloška; grafički radovi; računska;
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak rastavljanja sile na tri komponente grafičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Naučiti rastavljati silu na tri komponente primjenom Culmannove grafičke metode.

NOVI POJMOVI: Culmannova crta

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću nekoliko učenika; pregled zabilježiti u njihove bilježnice i imenik
- ponoviti rastavljanje sile na dvije komponente
- najaviti današnju temu rastavljanja sile na tri komponente; naslov ispisati na ploči, a učenike uputiti da otvore str. 56 udžbenika

GLAVNI DIO: 35'

- pomoću školskih trokuta na ploči nacrtati sl. 4.52 iz udžbenika i pozvati učenike da dobro promotre sliku i odgovore: *Koji su potrebni uvjeti da bi mogli rastaviti silu na tri komponente?*
- ako učenici ne mogu dati cjelovit odgovor, uputiti ih da odgovor potraže u udžbeniku, str. 56, prva rečenica
- najaviti da ćemo nacrtanu silu rastaviti u tri komponente **Culmannovom grafičkom metodom**
- na slici nacrtanoj na ploči konstruirati **Culmannovu crtu** prema sl. 4.53 u udžbeniku, str. 56
- dijaloškom metodom definirati Culmannovu crtu te uputiti učenike da definiciju potraže u udžbeniku (iznad sl. 4.54, str. 56)
- crtajući na ploči novu sliku, pomoću školskih trokuta rastaviti silu F najprije na komponentu u pravcu III i Culmannovu crtu, a potom na komponente u pravcima II i I , kao na sl. 4.54 u udžbeniku, str. 56
- komentirati rješenje da učenici uoče da je Culmannova crta podijelila poligon sila na dva trokuta sila
- na ploči riješiti primjer 1 na str. 57 udžbenika

ZAVRŠNI DIO: 5'

- na riješenom primjeru dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 59 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 2. zadatak
- uputiti učenike da analiziraju riješene zadatke 2. i 3., str. 58 i 59

NASTAVNA JEDINICA:	Rastavljanje sile na tri komponente; Culmannova grafička metoda
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Grupni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi
NASTAVNA SREDSTVA:	
I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti rastavljanje sile na tri komponente grafičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Steći umijeće i sposobnost rastavljanja sile na tri komponente Culmannovom grafičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled zabilježiti u njihove bilježnice i imenik
- formirati grupe kao na prethodnoj vježbi (isti sastav)

GLAVNI DIO: 35'

- zadati grupama da rješavaju 4. zadatak iz udžbenika, str. 60
- nastavnik prati rad grupa, pomaže postaviti zadatak onima koji ga ne mogu postaviti
- napredovanje grupe i svakog pojedinca u njoj nastavnik vodi u svojim internim bilješkama
- učenicima koji su ispravno riješili zadatak, nastavnik ga može ocijeniti
- grupi koja je riješila 4. zadatak, zadati da rješavaju 5., str. 60

ZAVRŠNI DIO: 5'

- grupi koja nije uspjela riješiti zadatak do kraja, zadati da ga dovrše kod kuće
- komentirati rad grupa i istaknuti učenike koji su dobro radili
- učenicima koji nisu svladali gradivo ukazati na to, te savjetovati da još jednom analiziraju riješene zadatke u udžbeniku i da rade zajedno s boljim učenicima

NASTAVNA JEDINICA:	Sustav konkurentnih sila; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi, računaska, dijaloška
NASTAVNA SREDSTVA:	
I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak sastavljanja sustava konkurentnih sila grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Identificirati sustav kolinearnih sila i steći sposobnost pronalaženja veličine i pravca rezultante grafičkim postupkom primjenom otvorenog poligona sila i analitičkim postupkom primjenom analitičkih uvjeta ravnoteže.

NOVI POJMOVI: plan sila, poligon sila, otvoreni poligon sila, pravac rezultante, zatvoreni poligon sila, grafički uvjeti ravnoteže, analitički uvjeti ravnoteže

UVODNI DIO: 3'

- dijaloškom metodom ponoviti sastavljanje dviju konkurentnih sila
- najaviti da ćemo danas naučiti sastavljanje i ravnotežu sustava konkurentnih sila, ispisati naslov na ploču i uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 60

GLAVNI DIO: 37'

- na ploču školskim trokutima nacrtati **plan sila** kao na sl. 4.64, str. 60 u udžbeniku
- naglasiti da se sustav sila tako prikazan naziva plan sila i iznad crteža na ploči ispisati – plan sila
- objasniti način sastavljanja sila u rezultantu, te pomoću školskih trokuta na ploču nacrtati **poligon sila** kao na sl. 4.65, str. 61 u udžbeniku
- naglasiti da je to otvoreni poligon sila koji daje rezultantu, te iznad crteža poligona sila na ploči napisati: **otvoreni poligon sila = rezultanta** $F_R \neq 0$; kredom u boji u poligon sila ucrtati rezultantu
- naglasiti da je smjer rezultante suprotan smjeru zadnje sile u poligonu sila; odrediti smjer i veličinu rezultante
- upitati učenike: *Koja bi sila uravnotežila nacrtani sustav sila?*
- nakon dobivenog odgovora u poligon sila ucrtati drugom bojom silu F_5 , koja će uravnotežiti sustav konkurentnih sila
- uputiti učenike da obrate pažnju na smjer sile F_5 , te upitati: *Kakav je to sada poligon sila?*
- nakon dobivenog odgovora ispod poligona napisati: **zatvoreni poligon = ravnoteža** $F_R = 0$
- prijeći na **analitički postupak** sastavljanja sustava sila
- pomoću školskih trokuta ponovo nacrtati plan sila i smjestiti ga u koordinatni sustav, te projicirati sile na os x i y , kao na sl. 4.66 u udžbeniku, str. 61
- zahtijevati da učenici prepoznaju da projekcije sila na koordinatne osi predstavljaju sustav kolinearnih sila različitih smjerova čije smo rezultante analitički naučili određivati, te uputiti učenike na 1. korak – *projekciju sila na koordinatne osi*, str. 61 u udžbeniku
- dijaloškom metodom ispisati na ploči module projekcija sila na osi x i y
- uputiti učenike na **2. korak** – *određivanje rezultante kolinearnih sila u osima x i y* , udžbenik, str. 62
- dijaloškom metodom na ploči ispisati modul rezultante u osi x i y , te na ploču grafički prikazati rezultantu F_{R_x} i F_{R_y} u koordinatnom sustavu kao na sl. 4.67 u udžbeniku, str. 62
- upitati učenike: *Kako ćemo prema toj slici analitički odrediti ukupnu rezultantu F_R sustava sila?*
- nakon dobivenog odgovora uputiti učenike na **3. korak** – *izračunavanje veličine rezultante*, udžbenik, str. 62, te na ploču ispisati vrijednost rezultante dobivene po Pitagorinom poučku
- uputiti učenike na **4. korak** – *određivanje pravca rezultante*, udžbenik, str. 62, te iz pravokutnog trokuta iz kojega je određena veličina rezultante (slika na ploči), dijaloškom metodom odrediti $\text{tg } \alpha_R$

- uputiti učenike da je određivanje pravca rezultante ovisno o tome u kojem se kvadrantu koordinatnog sustava rezultanta nalazi, sl. 4.68 a), b) i c), udžbenik, str. 63
- na kraju pozvati učenike da promotre izraz na ploči za veličinu rezultante dobiven u 3. koraku, te da odgovore na pitanje: *Kada će sustav biti u ravnoteži?*
- očekivani odgovor učenika je da će sustav sila biti u ravnoteži kada rezultanta sila bude bile jednaka nuli
- tada treba slijediti novo pitanje: *Kada će rezultanta biti jednaka nuli?*
- nakon dobivenog odgovora kada su izrazi ispod drugog korijena jednaki nuli, tj. $F_{R_x} = 0$ i $F_{R_y} = 0$, nastavnik treba na ploču ispisati analitičke uvjete ravnoteže prema udžbeniku, str. 64, te na njih uputiti učenike

ZAVRŠNI DIO: 3'

- ponoviti pojmove plan sila, otvoreni i zatvoreni poligon sila, grafičke i analitičke uvjete ravnoteže
- zadati domaću zadaću: **Radna bilježnica iz mehanike za I. razred**, str. 14 i 16 – riješiti 2. i 4. zadatak grafičkim postupkom

IZDVOJENO:

Obrađujući ovu nastavnu jedinicu nastavnik je treba dobro pripremiti jer predstavlja sintezu do sada obrađivanog gradiva. Tu sintezu nastavnik treba isticati kako bi učenici mogli povezivati do sada stečena znanja u jednu cjelinu. Ako učenici nisu u stanju odmah prepoznati da se radi o već obrađenom gradivu, nastavnik ih potpitanjima treba na to navoditi.

Posebno je potrebno učenike upućivati na slike i tekst u udžbeniku, gdje je metodički obrađen postupak grafičkog i analitičkog određivanja rezultante i ravnoteže.

NASTAVNA JEDINICA:	Sustav konkurentnih sila; grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteže; zadavanje I. programskog zadatka
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Radna bilježnica s CD-om, računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti postupak sastavljanja sustava konkurentnih sila grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenika na rad s priborom za tehničko crtanje i primjenu računala u rješavanju zadataka.
c) funkcionalni:	Steći umijeće pronalaženja rezultante sustava konkurentnih sila grafičkim i analitičkim postupkom.

UVODNI DIO: 2'

- upaliti računala i na CD-u pronaći temu **Konkurentni sustav sila**, nastavnu jedinicu **Sastavljanje više sila – 2. zadatak**
- uputiti učenike da otvore grafičko rješenje zadatka i da ga usporede s rješenjem koje su rješavali kod kuće za domaću zadaću, te zadati da ga sada riješe analitički

GLAVNI DIO: 38'

- učenici rješavaju zadatak, a nastavnik obilazi učenike i pomaže onima koji se slabije snalaze u njegovom rješavanju
- nastavnik vodi interne bilješke o napredovanju svakog učenika
- po završetku 2. zadatka, nastavnik može ocijeniti učenika pregledavajući mu grafički dio koji je riješio kod kuće i analitički dio kojega je riješio na vježbi; ocjenu može dati na temelju osvojenih bodova koje računalo samo odredi na osnovi točnosti rješenja
- učenicima koji su riješili 2. zadatak, zadati da rješavaju 3., kojega su također grafički riješili kod kuće
- nastavnik i dalje prati rad svakog učenika i vodi interne bilješke o napredovanju svakog učenika

ZAVRŠNI DIO: 5'

- izvaditi CD i isključiti računala iz pogona
- učenici koji nisu završili do kraja 3. zadatak, trebaju ga dovršiti kod kuće
- podijeliti listiće za I. programski zadatak, dati rok njegova rješavanja
- uputiti učenike da programski zadatak treba riješiti kao što su riješeni zadaci na str. 66 i 67 udžbenika i kao što su to do sada rješavali

IZDVOJENO:

Zadatke za I. programski zadatak treba prirediti unaprijed na listićima koje će nastavnik podijeliti učenicima. Svaki učenik treba dobiti svoj listić kojega će vratiti zajedno s rješenjem.

Zadaci mogu biti slični kao što su **Zadaci za vježbu**: 1 do 6 u udžbeniku, str. 72 i 73. Primjer listića sa zadatkom nalazi se u prilogu priručnika.

NASTAVNA CJELINA: 5. STATIČKI MOMENT SILE

NASTAVNA JEDINICA:	Statički moment sile s obzirom na točku i os
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; računska; demonstracijska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, vijak s maticom, viljuškasti ključ, grafoskop, grafolija sa sl. 5.1, 5.3 i 5.4 iz udžbenika
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti pojam statičkog momenta sile s obzirom na točku i os.
b) odgojni:	Stjecati naviku primjene literature.
c) funkcionalni:	Identificirati djelovanje statičkog momenta s obzirom na točku i os, izračunati vrijednost statičkog momenta i odrediti njegovu mjernu jedinicu.

NOVI POJMOVI: poluga, statički moment sile, krak sile, vektor statičkog momenta sile, pravilo desnog vijka, pozitivan moment sile, negativan moment sile

UVODNI DIO: 5'

- uzeti olovku, ispod nje postaviti kreu i podignuti knjigu te upitati učenike: *Na kojem principu smo podigli knjigu?*
- nakon što učenici prepoznaju da smo knjigu podigli na principu poluge, uzeti viljuškasti ključ i zavrnuti maticu, pa ih upitati: *Što predstavlja ključ za stezanje ili otpuštanje matice?*
- učenici će prepoznati ključ kao posebno oblikovanu polugu – alat kojim se služimo za stezanje i otpuštanje vijaka i matice
- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 75, gdje se nalazi 5. poglavlje **Statički moment sile**, te naglasiti da ćemo analizirati stezanje i otpuštanje matice te na taj način se upoznati s novim pojmom **statički moment sile**

GLAVNI DIO: 35'

- pomoću grafoskopa projicirati sl. 5.1 iz udžbenika, str. 75 i na njoj analizirati statički **moment sile s obzirom na točku**, te objasniti **pojam kraka i veličine momenta**
- uputiti učenike da na str. 75 udžbenika pronađu kurzivom ispisane definicije kraka i momenta
- na ploču iz formule za moment izvesti jedinicu za moment, te pomoću sl. 5.2 iz udžbenika, str. 76, definirati kada je **moment pozitivan**, a kada **negativan**
- grafoskopom projicirati sl. 5.3 iz udžbenika, str. 76, prenijetu na grafoliju i objasniti određivanje **vektora momenta** pomoću **pravila desnog vijka**
- uputiti učenike na str. 11 udžbenika i sl. 23, te pomoću nje i vijka koji je poslužio za objašnjavanje momenta, objasniti pravilo desnog vijka
- grafoskopom projicirati sl. 5.4 iz udžbenika, str. 77 i objasniti **statički moment s obzirom na os**
- uputiti učenike da potraže na str. 77 udžbenika kurzivom ispisano pravilo statičkog momenta s obzirom na os

ZAVRŠNI DIO: 5'

- na ploču riješiti primjer 1, str. 78 udžbenika
- zadati domaću zadaću iz udžbenika, str. 81 – **Zadaci za vježbu: 5., 6. i 7. zadatak**
- uputiti učenike da prouče riješene primjere na str. 78, 79 i 80, te si na taj način olakšaju izradu domaće zadaće

IZDVOJENO:

Statički moment sile s obzirom na točku je vektorski ili vanjski produkt dvaju vektora čiji je vektor okomit na ravninu u kojoj djeluje vektorski produkt, a smjer vektora se određuje pravilom desnog vijka, str. 10 i 11 udžbenika.

Statički moment sile s obzirom na os je skalarni ili unutarnji produkt dvaju vektora koji je obrađen na str. 10 udžbenika.

Budući da učenici ovog uzrasta neće moći shvatiti unutarnji i vanjski produkt dvaju vektora (gradivo matematike koje obrađuju u trećem razredu), kao ni odrediti rezultirajući vektor, taj dio gradiva treba obraditi samo informativno. Njega će učenici svladati u trećem razredu u okviru matematike i tehničke mehanike – kinematike i dinamike.

Ovdje je bitno da učenici uoče razliku između djelovanja sile kao uzroka translacije i momenta kao uzroka rotacije tijela, te da nauče određivati smjer i veličinu momenta.

NASTAVNA JEDINICA:	Momentno pravilo (Varignonov poučak)
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti momentno pravilo ili Varignonov poučak i njegovu primjenu.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom i na računске metode rješavanja zadataka iz struke.
c) funkcionalni:	Steći sposobnost izračunavanja rezultirajućeg momenta kada u odnosu na točku ili os djeluje sustav (više) momenata.

NOVI POJMOVI: momentno pravilo ili Varignonov pučak

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled ubilježiti u njihove bilježnice i imenik
- zadatak koji učenici eventualno nisu znali riješiti kratko postaviti na ploču i pokazati način rješavanja
- uputiti učenike da otvore str. 80 – **Zadaci za vježbu**, te da u roku od 2 min. riješe 1., 2. i 3. zadatak; nakon isteka 2 min., uputiti ih da točne odgovore potraže na str. 329
- ukazati učenicima da su u domaćoj zadaći rješavali slučajeve kada je tijelo bilo opterećeno samo s **jednim momentom**, te najaviti da će danas naučiti kako se rješavaju slučajeve kada je tijelo opterećeno s **više momenata**; najaviti temu i ispisati naslov na ploči, a učenike uputiti da otvore udžbenik na str. 82

GLAVNI DIO: 35'

- pomoću školskih trokuta nacrtati silu F_1 i F_2 s hvatištem u ishodištu koordinatnog sustava kao na sl. 5.17 u udžbeniku, str. 82
- naći rezultantu F_R sila F_1 i F_2 , obilježiti je kredom u boji, obilježiti točku O (kao na sl. 5.17), te postaviti zadatak tako da treba dokazati da će moment rezultante s obzirom na točku O biti jednak zbroju momenata komponenti F_1 i F_2 što ga čine s obzirom na istu točku
- izvršiti dokaz kao u udžbeniku, str. 82, koji je izveden ispod sl. 5.17, a koji konačno glasi:
 $M_R = M_1 + M_2$
- na temelju dobivenog dokaza zahtijevati da učenici sami zaključe **momentno pravilo**
- uputiti ih da pronađu u udžbeniku na str. 82 momentno pravilo ili Varignonov poučak (pisan kurzivom)
- dijaloškom metodom riješiti na ploču primjenom momentnog pravila primjer 1 i 2 u udžbeniku, str. 83

ZAVRŠNI DIO: 5'

- na zadnjem riješenom zadatku ponoviti momentno pravilo
- zadati domaću zadaću, udžbenik, str. 84 – **Zadaci za vježbu**: 1., 2. i 3. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Momentno pravilo (Varignonov poučak)
VRIJEME:	2 sata
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Rad s računalom; računska
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Radna bilježnica s CD-om, računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti primjenu momentnog pravila ili Varignonovog poučaka na konkretnim praktičnim zadacima.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s računalom i na računske metode rješavanja zadataka iz struke.
c) funkcionalni:	Steći umijeće primjene momentnog pravila za izračunavanje rezultirajućeg momenta u strojarскоj praksi.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled ubilježiti u njihove bilježnice i imenik
- upaliti računala i na CD-u pronaći temu **Nekonkurentni sustav sila**; nastavnu jedinicu **Moment sile** – 1. zadatak

GLAVNI DIO: 80'

- nastavnik upoznaje učenike da mogu nakon rješavanja zadatka dobiti ocjenu u skladu s osvojenim bodovima koje će im računalo samo izračunati
- učenici rješavaju zadatak, a nastavnik prati njihov rad i pomaže onima koji se ne snalaze te vodi internu evidenciju o napredovanju svakog učenika
- nakon rješavanja 1. zadatka i dobivene ocjene, učenik prelazi na 2. zadatak, a nakon njegovog rješavanja na 3. u okviru iste teme

ZAVRŠNI DIO: 5'

- prokomentirati rad svakog učenika, pohvaliti one koji su napredovali i potaknuti one koji nisu pokazali adekvatno znanje
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 86 – **Zadaci za vježbu:** 6., 7. i 8. zadatak
- najaviti I. školsku zadaću i nastavne cjeline iz kojih će biti sastavljeni zadaci

NASTAVNA JEDINICA:	Par ili spreg sila; transformacija na zadani krak i silu
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti pojam para ili sprega sila i opisati njegovo djelovanje.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom i na računске metode rješavanja zadataka iz struke.
c) funkcionalni:	Identificirati par ili spreg sila i steći sposobnost izračunavanja njegove veličine te razviti predodžbu njegovog djelovanja.

NOVI POJMOVI: par sila, krak para sila, transformacija para sila, statički ekvivalentni parovi sila

UVODNI DIO: 3'

- uputiti učenike da otvore str. 87 udžbenika i najaviti novu nastavnu jedinicu te ispisati naslov na ploči

GLAVNI DIO: 37'

- dijaloškom metodom objasniti pojam **para sila** (sile i krak para sila) prema sl. 5.30 iz udžbenika, str. 87
- uputiti učenike na definiciju para sila u udžbeniku, str. 87, pisanu kurzivom
- zahtijevati od učenika da se prisjete primjera iz prakse gdje djeluje par sila
- izvesti izraz za veličinu momenta para sila prema udžbeniku, str. 87, te uputiti učenike na definicije pisane kurzivom na str. 87 udžbenika
- najaviti obradu **transformaciju para sila**, uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 89 i ispisati naslov na ploči
- objasniti pod kojim uvjetima se može izvršiti transformacija jednog para sila u drugi i objasniti **pojam ekvivalentnog para sila**
- uputiti učenike na definiciju ekvivalentnog para sila i uvjeta transformacije u udžbeniku, str. 89
- računskom metodom na ploči izvršiti transformaciju para sila na zadani krak i zadanu silu prema primjerima 1 i 2 u udžbeniku, str. 89 i 90

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću, udžbenik, str. 90 – **Zadaci za vježbu:** 1., 2. i 3. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Sastavljanje parova sila u ravnini; grafički i analitički postupak; ravnoteža
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak sastavljanja parova sila u ravnini grafičkim i analitičkim postupkom i određivanje ravnoteže.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom i na računске metode rješavanja zadataka iz struke.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost sastavljanja parova sila u ravnini grafičkom i analitičkom metodom te određivanje ravnoteže.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću nekoliko učenika; pregled upisati u njihove bilježnice i imenik
- ponoviti pojmove par sila, krak para sila, moment para sila, transformaciju para sila na zadani krak i zadanu silu, uvjete transformacije (pojam ekvivalentnog para sila)
- najaviti današnju temu, ispisati naslov na ploči i uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 91

GLAVNI DIO: 35'

- najaviti učenicima da ćemo najprije pokazati kako se sastavljaju parovi sila koji imaju **isti krak**, tj. $a_1 = a_2 = a_3 = a$, kao što su parovi sila na sl. 5.39 u udžbeniku, str. 91
- pomoću školskih trokuta na ploču nacrtati tri para sila kao na sl. 5.39 udžbenika, str. 91, te ih grafički zbrojiti kao što je to učinjeno na sl. 5.40, str. 91 (rezultirajući par sila nacrtati kredom u boji)
- ispisati na ploču konačno rješenje: $M_R = F_R \cdot a \text{ /Nm/}$
- najaviti da ćemo sada pokazati kako se sastavljaju parovi sila čiji su **krakovi različiti**, tj. kada je $a_1 \neq a_2 \neq a_3$, kao što je u udžbeniku na str. 92
- na ploču dijaloškom metodom transformirati zadane parove sila na zadani krak a , kao što je to učinjeno u udžbeniku, str. 92
- najaviti **analitičko** sastavljanje parova sila, ispisati naslov na ploči, te postaviti učenicima pitanje: *Po kojem poučku ili pravilu se sastavljaju statički momenti?*
- nakon odgovora da je to momentno pravilo ili Varignonov poučak, reći da se po istom pravilu analitički sastavljaju momenti parova sila koji djeluju u istoj ravnini
- također dijaloškom metodom analitički zbrojiti momente parova sila nacrtanih na ploči, kao što je to učinjeno u udžbeniku, str. 92, te ispisati opći izraz
- pozvati učenike da promotre opći izraz za rezultirajući moment parova sila te ih upitati: *Kada će sustav momenata parova sila biti u ravnoteži?*
- nakon dobivenog odgovora ($M_R = 0$), uputiti ih da na str. 94 udžbenika potraže naslov **Ravnoteža sustava momenata parova sila**, ispod kojeg trebaju potražiti opće pravilo pisano kurzivom

ZAVRŠNI DIO: 5'

- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 94 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 2. te str. 95 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 2. zadatak
- uputiti učenike da pri rješavanju domaće zadaće analiziraju riješene primjere u udžbeniku na str. 93 i 95

NASTAVNA CJELINA: 6. SUSTAV PARALELNIH SILA**NASTAVNA JEDINICA: Dvije sile istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja****VRIJEME:** 1 sat**MJESTO IZVOĐENJA:** Učionica**OBLIK RADA:** Frontalni**TIP SATA:** Obradba novog gradiva**NASTAVNE METODE:** Usmeno izlaganje; grafički radovi; računska**NASTAVNA SREDSTVA****I POMAGALA:****ZADACI NASTAVE:**

Udžbenik, školski trokuti, krede u boji

- a) materijalni: Objasniti sastavljanje dviju paralelnih sila (istog i suprotnog smjera) i određivanje položaja rezultante grafičkim i analitičkim postupkom.
- b) odgojni: Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje i na računске metode izradbe zadataka; razvijati osjećaj za točnost i urednost.
- c) funkcionalni: Identificirati dvije paralelne sile i steći sposobnost određivanja rezultante i njenog položaja grafičkim i analitičkim postupkom.

NOVI POJMOVI: sustav paralelnih sila, dvije paralelne sile istog smjera, dvije paralelne sile suprotnog smjera

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled upisati u njihove bilježnice i imenik
- zadatke koje učenici eventualno nisu znali riješiti kratko na ploču pokazati način rješavanja
- najaviti novu nastavnu cjelinu **6. Sustav paralelnih sila** i prvu nastavnu jedinicu iz nove cjeline **Dvije paralelne sile istog i suprotnog smjera**; naslov ispisati na ploči

GLAVNI DIO: 35'

- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 101
- upoznati učenike s metodama grafičkog određivanja rezultante i njenog položaja, te uputiti učenike da na str. 101 udžbenika potraže metode pisane kurzivom ispod naslova **Dvije sile**
- najaviti da ćemo pokazati treću metodu – **Metodu projekcija sila**, te ispisati naziv metode na ploču
- uputiti učenike da otvore Radnu bilježnicu na str. 33, te pomoću školskih trokuta na ploči prema danim koracima odrediti rezultantu i njen položaj za dvije paralelne sile istog smjera
- također prema Radnoj bilježnici na str. 33 grafičkom postupkom i metodom projekcija sila naći rezultantu i njen položaj dviju paralelnih sila suprotnog smjera
- uputiti učenike da otvore str. 102 udžbenika, te potraže naslov **b) analitički postupak**, te dijaloškom metodom naći module rezultanti koje smo riješili grafičkim postupkom; za sile istog smjera: $F_R = F_1 + F_2$; za sile suprotnog smjera: $F_R = F_1 - F_2$
- također dijaloškom metodom pomoću momentnog pravila, odrediti položaj rezultante a_R
- riješiti primjer 1 iz udžbenika, str. 102 i 103

ZAVRŠNI DIO: 5'

- ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 104 – **Zadaci za vježbu:** 3. zadatak, str. 108 – **Zadaci za vježbu:** 2. zadatak

IZDVOJENO:

Određivanje rezultante dviju paralelnih sila istog i suprotnog smjera u udžbeniku je vršeno pomoću metode paralelograma ili trokuta sila, tj. dodavanjem dviju horizontalnih sila suprotnoga smjera. Budući da ta metoda zahtijeva više vremena, te bi za određivanje rezultante i njenog položaja za sile istog i suprotnog smjera trebalo 2 školska sata, predlažem da se ova nastavna jedinica obradi pomoću znatno kraće metode – **metode projekcija sila**. Ta metoda je pokazana u **Radnoj bilježnici** na 33. stranici.

Učenike na to treba upozoriti. Analitička metoda određivanja modula i položaja rezultante obrađena je u udžbeniku.

NASTAVNA JEDINICA:	Dvije sile istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Grupni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti postupak sastavljanja dviju paralelnih sila istog i suprotnog smjera grafičkim i analitičkim postupkom te određivanje položaja rezultante.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje i na računске metode izrade zadataka; razvijati osjećaj za točnost i urednost.
c) funkcionalni:	Steći umijeće određivanja veličine i položaja rezultante paralelnih sila grafičkim i analitičkim postupkom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled upisati u njihove bilježnice i imenik
- ponoviti grafički i analitički postupak pronalaženja veličine i položaja rezultante paralelnih sila
- formirati grupe (sastav isti kao i na prošloj vježbi)

GLAVNI DIO: 38'

- zadati da grupe rješavaju 5. zadatak – **Zadaci za vježbu**, str. 104 udžbenika
- informirati da ona grupa koja prva riješi zadatak može dobiti ocjenu
- pratiti rad svake grupe i pojedinaca u njoj te o tome voditi interne bilješke
- nakon rješenja 5. zadatka, izvršiti pregled i ocijeniti učenike u grupi
- grupi koja je riješila 5. zadatak, zadati da rješavaju 4. zadatak – **Zadaci za vježbu**, str. 109 udžbenika
- i dalje pratiti rad grupa i pojedinaca u njoj i voditi interne bilješke o napredovanju svake grupe i pojedinca

ZAVRŠNI DIO: 2'

- učenici koji nisu dovršili 4. zadatak, trebaju ga dovršiti kod kuće
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 104 – **Zadaci za vježbu**: 6. zadatak, str. 109, 5. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Sustav paralelnih sila istog i suprotnog smjera; grafičko i analitičko određivanje rezultante i njenog položaja lančanim poligonom
VRIJEME:	2 sata
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računski
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak sastavljanja više paralelnih sila istog i suprotnog smjera grafičkim i analitičkim postupkom te određivanje položaja rezultante.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje i na računski metode izradbe zadataka; razvijati osjećaj za točnost i urednost.
c) funkcionalni:	Identificirati sustav paralelnih sila i steći sposobnost određivanja veličine rezultante pomoću poligona sila i njenog položaja pomoću lančanog poligona pri grafičkoj metodi te primjenom metode zbrajanja sila – određivanje veličine, a primjenom momentnog pravila položaja rezultante pri analitičkoj metodi.

NOVI POJMOVI: lančani poligon sila, pol sila, polne zrake

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću nekoliko učenika; pregled upisati u njihove bilježnice i imenik
- najaviti novu nastavnu jedinicu; naslov ispisati na ploču i uputiti učenike da otvore str. 112 udžbenika – **Sustav paralelnih sila istog smjera**
- uputiti učenike da se takvi zadaci rješavaju postupno po koracima pa ih uputiti da na str. 112 udžbenika pročitaju 1. korak

GLAVNI DIO: 35'

- školskim priborom nacrtati na ploču **1. korak: plan sila**, kao na sl. 6.18 na str. 113 udžbenika i postaviti učenicima pitanje: *Pomoću čega možemo odrediti rezultantu paralelnih sila nacrtanih u planu sila?*
- nakon dobivenog odgovora prijeći na **2. korak**: na ploču nacrtati **poligon sila** i odrediti rezultantu kao što je na sl. 6.18 u udžbeniku, str. 113 (rezultantu ucrtati bojom)
- skrenuti učenicima pažnju da ćemo u 3. koraku odrediti položaj rezultante pomoću lančanog poligona, a to je postupak koji sada trebaju naučiti
- uputiti učenike da na str. 112 pronađu 3. korak, te da pročitaju što treba najprije učiniti za crtanje lančanog poligona
- nakon što učenici pročitaju da je to označavanje pola P , označimo na ploču kredom u boji točku pola P na proizvoljnoj udaljenosti desno od poligona sila, te zahtijevati da učenici iz udžbenika pročitaju sljedeću radnju za crtanje lančanog poligona
- povući polne zrake od 1 do 5, te ponovo zahtijevati da učenici iz udžbenika pročitaju sljedeću radnju i na taj način komunicirajući s učenicima nacrtamo lančani poligon sila kao na sl. 6.18 u udžbeniku (kredom u boji ucrtati položaj rezultante i kotirati njen položaj a_R)
- zahtijevati da učenici otvore str. 111 udžbenika i na dnu stranice pisane kurzivom pronađu svojstva poligona sila i lančanog poligona
- ispisati na ploču: **poligon sila** → **veličina, pravac i smjer rezultante**
lančani poligon → **položaj rezultante**
- uputiti učenike na **4. korak** u udžbeniku, te na ploču ispisati određeni položaj rezultante: $a_R = \frac{1}{a_R} \cdot M_L$
- uputiti učenike na naslov u udžbeniku, str. 113 – **Sustav paralelnih sila suprotnog smjera**, te na isti način odrediti rezultantu i njen položaj kao na sl. 6.19 na str. 114 udžbenika

- uputiti učenike da otvore str. 121 udžbenika – **6.4 Analitičko određivanje veličine i položaja rezultante**, ispisati naslov na ploči
- dijaloškom metodom navesti učenike da prepoznaju da se analitički rezultanta određuje isto kao rezultanta kolinearnih sila
- ispisati na ploču: **rezultanta** $\rightarrow F_R = \sum F_i = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$
- na ploču nacrtati sl. 6.32 iz udžbenika, str. 121, te dijaloškom metodom navesti učenike da primjenom momentnog pravila odrede položaj rezultante a_R , a izvod kao na str. 121 napisati na ploču

ZAVRŠNI DIO: 5'

- ponoviti korake grafičkog određivanja rezultante sustava paralelnih sila
- ponoviti svojstva lančanog poligona sila
- ponoviti analitičko određivanje rezultante
- zadati domaću zadaću: udžbenik, str. 119–120 – **Zadaci za vježbu**: 5. i 7. zadatak
- uputiti učenike da pri rješavanju zadaće analiziraju riješene primjere na str. 116–118 udžbenika

IZDVOJENO:

Budući da je predviđeni opseg gradiva veći od onoga koje treba obraditi za dva školska sata, nastavnik može sam procijeniti može li odvojiti 5 minuta za uvodni i 5 minuta za završni dio sata. Ako je razred s većinom učenika koji teže svladavaju gradivo iz tehničke mehanike, nastavniku će vjerojatno nedostajati vremena da sve planirano obradi za dva školska sata. U tom slučaju se može ispustiti analitičko određivanje rezultante i njenog položaja, a to obraditi pod vježbama na konkretnom primjeru.

NASTAVNA JEDINICA:	Primjena poligona sila pri određivanju veličine rezultante i lančanog poligona za određivanje njenog položaja
VRIJEME:	2 sata
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Grupni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi; računski
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti postupak sastavljanja više paralelnih sila istog i suprotnog smjera grafičkim i analitičkim postupkom te određivanja položaja rezultante.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje i na računski metode izradbe zadataka; razvijati osjećaj za točnost i urednost.
c) funkcionalni:	Na praktičnim zadacima steći umijeće određivanja veličine rezultante sustava paralelnih sila primjenom poligona sila i njenog položaja primjenom lančanog poligona sila pri grafičkoj metodi rješavanja zadataka. Steći umijeće pronalaženja rezultante sustava paralelnih sila zbrajanjem sila te određivanje njenog položaja primjenom momentnog pravila pri primjeni analitičke metode rješavanja zadataka.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću
- zadatke koje učenici eventualno nisu znali riješiti, kratko na ploči postaviti i pokazati način rješavanja
- na već uobičajen način formirati grupe
- uputiti učenike da otvore str. 120 udžbenika i pronađu 6. zadatak

GLAVNI DIO: 80'

- zadati da grupe rješavaju 6. zadatak grafičkim i analitičkim postupkom
- informirati učenike da oni koji ga prvi riješe mogu biti ocijenjeni
- pratiti rad grupa, napredovanje grupe i pojedinaca u njoj voditi u internim bilješkama
- pomagati u rješavanju zadatka grupi koja nije u stanju samostalno riješiti zadatak
- grupi koja je prva riješila zadatak pregledati rješenje i dati ocjenu
- grupi koja je riješila 6. zadatak, zadati da rješava 8. zadatak na istoj stranici
- i dalje pratiti rad grupa i bilježiti napredovanje u svojim bilješkama, te ocijeniti učenike u grupi koja je prva riješila 8. zadatak

ZAVRŠNI DIO: 5'

- komentirati rad grupa i pojedinaca u njoj
- učenicima koji nisu uspjeli riješiti 8. zadatak, zadati da ga dovrše kod kuće

NASTAVNA JEDINICA:	Grafičko i analitičko rastavljanje sila na dvije paralelne sile istog smjera
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Dijaloška; grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak rastavljanja sile na dvije paralelne komponente istog smjera grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje i na računske metode izradbe zadataka; razvijati osjećaj za točnost i urednost.
c) funkcionalni:	Steći sposobnost rastavljanja sile na dvije paralelne komponente istog smjera primjenom lančanog poligona pri grafičkom i primjenom analitičkih uvjeta ravnoteže pri analitičkom rješavanju zadataka.

NOVI POJMOVI: **zaključnica** z

UVODNI DIO: 5'

- ponoviti sastavljanje dviju paralelnih sila istog smjera grafičkim i analitičkim postupkom
- najaviti da ćemo danas naučiti obrnuti postupak, tj. kako se jedna sila – rezultanta može rastaviti na dvije paralelne sile – komponente istog smjera
- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 124, gdje je naslov **6.5 Rastavljanje sile na dvije paralelne komponente istog i suprotnog smjera** i podnaslov **Rastavljanje sile na dvije paralelne komponente istog smjera**, te podnaslov ispisati na ploči

GLAVNI DIO: 35'

- školskim trokutima nacrtati gredu opterećenu silom F kao što je na sl. 6.37 u udžbeniku, str. 124, te definirati zadatak: *Treba odrediti kolikom silom će biti opterećen oslonac A, a kolikom oslonac B?*; na ploču ispisati: $F_1 = ?$, $F_2 = ?$
- postupkom opisanim u udžbeniku na str. 124 i 125, nacrtati lančani poligon i povući zaključnicu (kredom u boji), te podijeliti silu F na tražene komponente (komponente u planu sila obilježiti kredom u boji)
- postaviti učenicima pitanje: *Kako ćemo odrediti module komponenti F_1 i F_2 ?*
- nakon dobivenog odgovora ispisati na ploči rješenje: $F_1 = |F_1| \cdot M_F$, $F_2 = |F_2| \cdot M_F$
- primjenom momentnog pravila za oslonac A na slici nacrtanoj na ploči, dijaloškom metodom odrediti analitički module sila F_1 i F_2 , kao što je u udžbeniku na str. 125

ZAVRŠNI DIO: 5'

- uputiti učenike da na str. 125 pročitaju tekst 1. primjera, te da otvore sljedeću stranicu 126. na kojoj se nalazi grafičko i analitičko rješenje
- na tom riješenom primjeru dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo (učenike posebno upozoriti na postupak grafičkog rješavanja koji je naveden ispod sl. 6.38)
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 128 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 2. zadatak
- uputiti učenike da prouče riješene primjere u udžbeniku na str. 127 i 128, te da na toj osnovi riješe domaću zadaću

NASTAVNA JEDINICA:	Grafičko i analitičko rastavljanje sile na dvije paralelne sile suprotnog smjera
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Dijaloška; grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak rastavljanja sile na dvije paralelne komponente suprotnog smjera grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje i na računске metode izradbe zadataka; razvijati osjećaj za točnost i urednost.
c) funkcionalni:	Stići sposobnost rastavljanja sile na dvije komponente suprotnog smjera primjenom lančanog poligona pri grafičkoj i primjenom analitičkih uvjeta ravnoteže pri analitičkoj metodi rješavanja zadataka.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika; pregled ubilježiti u njihove bilježnice i imenik
- kratko ponoviti rastavljanje sile na dvije paralelne komponente istog smjera
- najaviti učenicima da ćemo danas obraditi kako se rastavlja sila na dvije paralelne komponente suprotnog smjera, najaviti temu i ispisati naslov na ploči

GLAVNI DIO: 30'

- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 130 gdje se nalazi naslov: **Rastavljanje sile na dvije paralelne komponente suprotnog smjera**
- pomoću školskih trokuta na ploči nacrtati plan položaja sile kao na sl. 6.47 u udžbeniku, str. 131
- dijaloškom metodom nacrtati plan sile, lančani poligon i zaključnicu, kao na sl. 4.67
- školskim trokutima prenijeti paralelno zaključnicu u plan sile i objasniti što je sila F_1 , a što predstavlja silu F_2 čime su određeni i njihovi smjerovi
- pomoću slike plana položaja nacrtane na ploči i momentnog pravila dijaloškom metodom analitički odrediti module sile F_1 i F_2 (udžbenik, str. 131)

ZAVRŠNI DIO: 10'

- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 132 i pročitaju tekst primjera 3
- na riješenom 3. primjeru dijaloškom metodom ponoviti izloženo (učenike posebno upozoriti na postupak grafičkog rješavanja koji je naveden na str. 132 ispod sl. 6.48)
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 134 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 2. zadatak, **Radna bilježnica,** str. 45 – 1. zadatak, str. 50 – 6. zadatak
- uputiti učenike da prouče riješene primjere na str. 133–134, te da osnovi njih riješe zadaću

NASTAVNA JEDINICA:	Rastavljanje sile na dvije paralelne sile istog i suprotnog smjera
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Radna bilježnica s CD-om, računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti postupak rastavljanja sile na dvije paralelne komponente istog i suprotnog smjera.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s računalom, stjecati naviku za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Steći umijeće primjene poligona sila pri grafičkoj i primjene analitičkih uvjeta ravnoteže pri analitičkoj metodi rješavanja zadataka.

UVODNI DIO: 3'

- pregledati domaću zadaću, posebnu pozornost obratiti na grafičko rješenje 4. i 6. zadatka iz Radne bilježnice; pokazati na ploči eventualne nejasnoće
- upaliti računala i na CD-u pronaći temu **Nekonkurentni sustav sila**, nastavnu jedinicu **Rastavljanje sile na dvije komponente** – 1. zadatak

GLAVNI DIO: 37'

- zadati da učenici analitički rješavaju 1. zadatak koji su kod kuće u radnoj bilježnici riješili grafičkim postupkom
- informirati učenike da troje od njih koji najbrže riješe zadatak mogu biti ocijenjeni
- pratiti rad učenika, pomagati učenicima koji se slabije snalaze, bilježiti u internim bilješkama napredovanja svakog pojedinca
- pregledati i u skladu s osvojenim bodovima ocijeniti rješenje učenika koji su prvi riješili zadatak
- učenicima koji su riješili zadatak, zadati da rješavaju 6. zadatak – rastavljanje sile na dvije paralelne komponente suprotnog smjera, kojeg su riješili grafički za domaću zadaću
- i dalje pratiti rad učenika, pomagati onima koji se teže snalaze, napredovanje bilježiti u internim bilješkama

ZAVRŠNI DIO: 5'

- prokomentirati uspješnost rada učenika
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 129 – **Zadaci za vježbu**, 3. zadatak, str. 134 – **Zadaci za vježbu**, 3. zadatak, Radna bilježnica, str. 46, 2. zadatak, str. 47, 3. zadatak

NASTAVNA CJELINA: 7. UVJETI RAVNOTEŽE**NASTAVNA JEDINICA: Grafički i analitički uvjeti ravnoteže****VRIJEME:** 1 sat**MJESTO IZVOĐENJA:** Učionica**OBLIK RADA:** Frontalni**TIP SATA:** Obradba novog gradiva**NASTAVNE METODE:** Dijaloška**NASTAVNA SREDSTVA****I POMAGALA:** Udžbenik, grafoskop, grafofolija sa sl. 7.1 iz udžbenika, str. 137**ZADACI NASTAVE:**

- a) materijalni: Izvršiti sintezu uvjeta ravnoteže sila s kojima su se učenici u tijeku dosadašnjeg proučavanja statike susreli.
- b) odgojni: Navikavati učenike na rad s udžbenikom.
- c) funkcionalni: Prepoznati odgovarajući sustav sila i steći umijeće primjene odgovarajućih uvjeta ravnoteže.

NOVI POJMOVI: otvoreni lančani poligon sila, zatvoreni poligon sila
UVODNI DIO: 3'

- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 136 – **7. Uvjeti ravnoteže**, najaviti novu nastavnu cjelinu i nastavnu jedinicu **Grafički i analitički uvjeti ravnoteže** i naslov ispisati na ploči

GLAVNI DIO: 37'

- dijaloškom metodom ponoviti grafičke uvjete ravnoteže za dvije sile, tri sile i opći sustav sila u ravnini
- uputiti učenike da definicije uvjeta ravnoteže potraže u udžbeniku na str. 138 ispod naslova **7.1 Grafički uvjeti ravnoteže**, pisane kurzivom
- učenici će definirati da je opći sustav sila u ravnini u ravnoteži kada je poligon sila zatvoren, tj. kada je $F_R = 0$
- grafoskopom projicirati sl. 7.1 iz udžbenika koju smo prenijeli na grafofoliju i najaviti učenicima da ćemo sada vidjeti je li to dovoljan uvjet ravnoteže općeg sustava sila u ravnini
- na projiciranoj slici pokazati učenicima da je poligon sila zatvoren, objasniti crtanje lančanog poligona
- ukazati da je prva i zadnja polna zraka koje su zapravo komponente S_1 i S'_1 , sile F_1 , međusobno razmaknute razmakom a , pa sile S_1 i S'_1 predstavljaju par sila čiji moment rotirati tijelo oko neke osi rotacije te time tijelo nije u ravnoteži
- nakon objašnjenja upitati učenike: *Koji je drugi uvjet da opći sustav sila u ravnini bude u ravnoteži?*
- nakon dobivenog odgovora da i lančani poligon treba biti zatvoren, uputiti učenike da u udžbeniku na str. 137, ispod sl. 7.1 potraže zaključak pisan kurzivom
- prokomentirati zaključak zajedno s učenicima
- prijeći na analitičke uvjete ravnoteže, uputiti učenike da otvore str. 138 udžbenika i ispisati naslov na ploči – **Analitički uvjeti ravnoteže**
- postaviti učenicima pitanje: *Koji su analitički uvjeti sustava sila u ravnoteži?*
- ako se učenici ne mogu prisjetiti, uputiti ih da otvore str. 63 udžbenika – **Ravnoteža sustava sila**, te da na str. 64 potraže analitičke uvjete ravnoteže
- postaviti im pitanje: *Jesu li to dovoljni analitički uvjeti ravnoteže?*
- ako ne dobijemo traženi odgovor, vratiti se na projiciranu sliku 7.1 iz udžbenika i dijaloškom metodom navesti učenike da zaključe da svi momenti koji djeluju na tijelo moraju biti jednaki nuli, odnosno moraju se poništavati
- ispisati na ploči jednadžbe analitičkih uvjeta ravnoteže

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti grafičke i analitičke uvjete ravnoteže za dvije, tri i sustav sila

IZDVOJENO:

Pri obradi ove nastavne jedinice treba poći od toga da su učenici upoznati s ravnotežom dvije sile, tri sile i sustava konkurentnih sila te je potrebno inzistirati da se učenici sami prisjete tih uvjeta. Ako su nešto zaboravili, treba im ukazati da to potraže u udžbeniku. Na taj način im ukazujemo da je udžbenik osnovni izvor znanja te ga treba koristiti kada nešto ne znamo ili u nešto nismo sigurni. Jedina novina u ovoj nastavnoj jedinici je da učenici shvate da kod općeg sustava sila u ravnini nije dovoljan uvjet ravnoteže da je $F_R = 0$, već mora biti i $M_R = 0$.

NASTAVNA JEDINICA:	Primjena uvjeta ravnoteže na tehničkim problemima
VRIJEME:	2 sata
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Računska; grafički radovi
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Grafoskop, grafofolija s odgovorima Zadataka za vježbu: 1. – 6. zadatak iz udžbenika, str. 150, Radna bilježnica s CD-om, računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Utvrđiti primjenu uvjeta ravnoteže na konkretnim tehničkim problemima.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s računalom i udžbenikom.
c) funkcionalni:	Steći umijeće primjene grafičkih i analitičkih uvjeta ravnoteže na konkretnim tehničkim problemima.

UVODNI DIO: 10'

- pregledati domaću zadaću, eventualne pogreške ili nejasnoće objasniti
- uputiti učenike da otvore str. 150. udžbenika – **Zadaci za vježbu** i da u roku od 5 minuta u udžbeniku riješe zadatke 1 do 6
- nakon isteka 5 minuta grafoskopom projicirati točne odgovore prenijete na grafofoliju, učenici će usporediti svoje odgovore s odgovorima na grafofoliji i ispraviti eventualne pogreške
- upaliti računala i na CD-u pronaći temu **Nekonkurentni sustav sila**, nastavnu jedinicu **Ravnoteža sila** – 3. zadatak

GLAVNI DIO: 75'

- učenici trebaju riješiti zadatak primjenom analitičkih uvjeta ravnoteže
- informirati učenike da oni koji ga prvi riješe mogu dobiti ocjenu u skladu s osvojenim bodovima koje će računalo samo odrediti
- pratiti rad učenika, pomagati učenicima koji imaju poteškoća postaviti jednadžbe ravnoteže
- napredovanje učenika bilježiti u interne bilješke
- ocijeniti učenike koji su riješili 3. zadatak
- zadati da rješavaju 4. zadatak iz iste nastavne jedinice (učenik koji riješi zadatak prelazi na rješavanje sljedećeg te napreduje u skladu sa svojim mogućnostima)

ZAVRŠNI DIO: 5'

- komentirati rad svakog pojedinca i njihovo napredovanje
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 150 – **Zadaci za vježbu**: 7., 8. i 10. zadatak
- uputiti učenike da prije rješavanja zadaće prouče riješene primjere u udžbeniku, str. 139–150

IZDVOJENO:

Za uvod u nastavni sat mogu se iskoristiti Zadaci za vježbu na str. 150 udžbenika. Rješavanjem zadataka od 1 do 6 učenici će ponoviti grafičke i analitičke uvjete ravnoteže, a povratnu informaciju o svladavanju toga gradiva dobiti će preko grafoskopom projiciranih odgovora. Na taj način će biti pripremljeni za glavni dio sata gdje će primjenjivati analitičke uvjete ravnoteže.

Budući da učenici nemaju još iskustva u postavljanju jednadžbi ravnoteže, nastavnik mora imati razumijevanja i strpljivosti s učenicima koji to neće odmah shvatiti. Njima treba predložiti da pri rješavanju zadataka potraže pomoć od računala i od nas, te im tijekom vježbe posvetiti veću pažnju.

NASTAVNA CJELINA: 8. TEŽIŠTE

NASTAVNA JEDINICA:	Temeljni pojmovi; težišta jednostavnih štapova (dužina)
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, grafoskop, grafofolija sa sl. 8.1 iz udžbenika, str. 155; sl. 8.2, str. 156 i tablica težišta krivulja, str. 157
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti temeljne pojmove težišta te pokazati određivanje težišta ravnih i zakrivljenih štapova.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom i povezivati već stečena iskustva u novim situacijama.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost određivanja težišta jednostavnih štapova (dužina).

NOVI POJMOVI: težište, težišnica, težište na tijelu, težište izvan tijela, homogeno tijelo, heterogeno tijelo

UVODNI DIO: 3'

- najaviti novu nastavnu cjelinu – **8. Težišta** i novu nastavnu jedinicu – **Temeljni pojmovi**
- ispisati naslove na ploči, a učenike uputiti da otvore str. 155 udžbenika

GLAVNI DIO: 35'

- grafoskopom projicirati sl. 8.1 iz udžbenika prenijetu na grafofoliju i dijaloškom metodom objasniti pojam težišta
- uputiti učenike da u udžbeniku na str. 155 potraže kurzivom ispisanu definiciju težišta
- grafoskopom projicirati sl. 8.2 iz udžbenika prenijetu na grafofoliju i objasniti da težište ne mora uvijek biti na tijelu, već može biti izvan njega kao što je prikazano na slici
- objasniti pojam težišnice
- uzeti ravnalo i pokusom naći težište ravnala te objasniti metode određivanja težišta
- uputiti učenike da na str. 156 ispod sl. 8.2 potraže metode određivanja težišta
- najaviti drugi dio nastavne jedinice – **Težište jednostavnih dužina (štapova)**, koja ćemo određivati grafičkom i analitičkom metodom; naslov ispisati na ploči, a učenike uputiti da pronađu naslov u udžbeniku na str. 156
- objasniti pojam homogenog i heterogenog tijela te naglasiti da ćemo proučavati određivanje težišta homogenih tijela
- vratiti se na ravnalo i njegovo težište te upoznati učenike da ono predstavlja ravnu homogenu dužinu odnosno ravni homogeni štap
- zatražiti da sami definiraju gdje se nalazi težište ravnog homogenog štapa
- prijeći na težišta zakrivljenih homogenih štapova; grafoskopom projicirati tablicu iz udžbenika na str. 157 prenijetu na grafofoliju i objasniti učenicima koordinate težišta x_0 i y_0 za kružni luk, polukružni luk i četvrtinu kružnog luka
- uputiti učenike na tablicu u udžbeniku na str. 157

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom pomoću projiciranih slika ponoviti izloženo gradivo

NASTAVNA JEDINICA:	Težište sastavljenih dužina (štapova); grafički i analitički postupak
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška; grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak određivanja težišta sastavljenih homogenih štapova grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom, priborom za tehničko crtanje i džepnim računalom te razvijati osjećaj za točnost, preciznost i urednost.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost određivanja težišta sastavljenih dužina (štapova), primjenom tablice iz udžbenika, grafičkom i analitičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- ponoviti osnovne pojmove težišta
- najaviti nastavnu jedinicu, ispisati naslov na ploči, a učenike uputiti da otvore udžbenik na str. 158 – **Težište sastavljenih dužina (homogenih štapova)**

GLAVNI DIO: 35'

- postaviti zadatak kao na sl. 8.5, str. 158 udžbenika
- grafičkom metodom pomoću školskih trokuta riješiti zadatak prema koracima od 1 do 5 u udžbeniku, str. 159; vertikalnu i horizontalnu težišnicu, težište kao i koordinate težišta nacrtati kredom u boji
- ponovo nacrtati složenu dužinu i kotirati koordinate težišta osnovnih dužina kao na sl. 8.7 na str. 159 udžbenika
- dijaloškom metodom i primjenom momentnog pravila na ploči izvesti formule za analitičko određivanje koordinata težišta
- uputiti učenike da otvore str. 160 udžbenika na kojima su uokvirene formule za koordinate težišta

ZAVRŠNI DIO: 5'

- na slikama koje su ostale na ploči ponoviti grafičko određivanje težišta po koracima od 1 do 5 te izvod formula koordinata za analitičko određivanje težišta
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 163 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 5. zadatak

IZDVOJENO:

Pri grafičkom određivanju težišta nastavnik treba učenike uputiti u postupnost rješavanja zadatka jer će na taj način najlakše ostvariti cilj sata. Stoga je potrebno učenike uputiti na korake rješavanja zadatka grafičkim postupkom koji su navedeni u udžbeniku na str. 159. Nakon svakog urađenog koraka, nastavnik treba zahtijevati da učenici iz udžbenika pročitaju sljedeći korak pa pokazati na ploči kako se on realizira.

Pri analitičkom rješavanju zadatka nastavnik treba zahtijevati da učenici sami iz nacrtane slike na ploči primjene momentno pravilo i dođu do izraza za koordinate težišta.

NASTAVNA JEDINICA:	Težište jednostavnih, sastavljenih i oslabljenih ploha (ploča); grafički i analitički postupak
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška; grafički radovi; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji, grafoskop, grafofolija sa sl. 8.17 iz udžbenika na str. 164 i tablicom na str. 165/166
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak određivanja težišta sastavljenih homogenih ploča grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom, priborom za tehničko crtanje i džepnim računalom te razvijati osjećaj za točnost, preciznost i urednost.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost određivanja težišta složenih homogenih ploča (ploha), primjenom tablice iz udžbenika, grafičkom i analitičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću nekoliko učenika, pregled upisati u njihove bilježnice i imenik
- najaviti nastavnu jedinicu, ispisati naslov na ploči, učenike uputiti da otvore udžbenik na str. 164. – **8.3 Težište jednostavnih i sastavljenih homogenih ploha (ploča)**

GLAVNI DIO: 35'

- grafoskopom projicirati sl. 8.17 iz udžbenika prenijetu na grafofoliju i objasniti težišta simetričnih ploha i profilnih nosača
- grafoskopom projicirati tablicu na str. 165 i 166 udžbenika koja je također prenijeta na grafofoliju i objasniti koordinate težišta trokuta, trapeza kružnog isječka, polukružne plohe i četvrtine kruga
- uputiti učenike da se projicirana tablica nalazi u udžbeniku na str. 165/166
- najaviti podtemu **Težište sastavljenih homogenih ploha**, naslov ispisati na ploči, a učenike uputiti na str. 166 udžbenika
- školskim trokutima nacrtati sastavljenu plohu prema sl. 8.18 u udžbeniku, str. 166
- grafičkom metodom prema koracima navedenim u udžbeniku, str. 166, postupno riješiti zadatak
- nacrtati novu sliku složene plohe kao sl. 8.20, str. 167 udžbenika i kotirati težišta
- dijaloškom metodom, primjenom momentnog pravila odrediti koordinate težišta analitički
- uputiti učenike na str. 167 i 168 gdje su također određene koordinate težišta analitičkim postupkom

ZAVRŠNI DIO: 5'

- na slikama složene plohe na ploči dijaloškom metodom ponoviti određivanje težišta (po koracima) grafičkim postupkom i određivanje težišta analitičkim postupkom
- zadati domaću zadaću; zadaci u Radnoj bilježnici na str. 75., 76. i 77 i samo grafički 1.a) zadatak
- uputiti učenike da pri rješavanju zadaće analiziraju riješene zadatke u udžbeniku na str. 168–170

NASTAVNA JEDINICA:	Težište jednostavnih, sastavljenih i oslabljenih ploha (ploča); grafički i analitički postupak
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Radna bilježnica s CD-om, računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Utvrditi postupke određivanja težišta sastavljenih homogenih ploča grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s računalom.
c) funkcionalni:	Razviti umijeće određivanja težišta sastavljenih homogenih ploča grafičkim i analitičkim postupkom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću
- upaliti računala i na CD-u pronaći temu **Težište**, nastavnu jedinicu **Težište sastavljenih ploha** i otvoriti 1.a) zadatak (učenici su odredili težište grafičkim postupkom za domaću zadaću)

GLAVNI DIO: 37'

- zadati da učenici izračunaju koordinate težišta analitičkim postupkom
- pratiti rad učenika, pomagati onima koji se slabije snalaze i voditi interne bilješke o napredovanju svakog učenika
- kada je učenik riješio 1.a) zadatak, prelazi na rješavanje sljedećeg zadatka 1.b)
- paziti da učenici koji su prešli na rješavanje 1.b) zadatka ispravno postavljaju zadatak jer se radi o složenoj oslabljenoj plohi

ZAVRŠNI DIO: 3'

- zadati učenicima koji nisu uspjeli riješiti 1.b) zadatak da ga do kraja riješe kod kuće
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 177 – **Zadaci za vježbu:** 3. i 4. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Pappus-Guldinova pravila i zadavanje II. programskog zadatka
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak određivanja površine, volumena i težine rotacijskih tijela primjenom Pappus-Guldinovih pravila.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost primjene Pappus-Guldinovih pravila za određivanje površine, volumena i težine rotacijskih tijela.

NOVI POJMOVI: rotacijsko tijelo, specifična težina, I. Pappus-Guldinovo pravilo, II. Pappus-Guldinovo pravilo

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću dva do tri učenika, pregled upisati u njihove bilježnice i imenik
- najaviti novu nastavnu jedinicu, ispisati naslov na ploči, učenike uputiti da otvore udžbenik na str. 183 – **9. Pappus-Guldinova pravila**

GLAVNI DIO: 35'

- objasniti pojam **rotacijskog tijela** pomoću sl. 9.2 i 9.3 u udžbeniku, str. 187
- uputiti učenike da na str. 185 potraže definiciju rotacijskog tijela pisanu kurzivom
- najaviti obradu I. P-G pravila; ispisati naslov na ploči i na ploči nacrtati sl. 9.1 iz udžbenika, str. 185
- objasniti da se I. P-G pravilo koristi za izračunavanje **površine** rotacijskih tijela te izvesti formulu za površinu prema izvodu iz udžbenika na str. 186
- uputiti učenike da na str. 180 potraže izvedenu formulu i definiciju I. P-G pravila pisanog kurzivom
- najaviti obradu II. P-G pravila; ispisati naslov na ploči i nacrtati sl. 9.4 iz udžbenika, str. 187
- izvesti formulu za volumen rotacijskog tijela prema udžbeniku, str. 187
- uputiti učenike da izvedenu formulu za volumen potraže na str. 187 i definiciju II. P-G pravila pisanu kurzivom na istoj stranici
- izvesti formulu za težinu rotacijskog tijela na temelju njegova volumena i poznate specifične težine i gustoće

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- podijeliti zadatke za II. programski zadatak – Težište i Pappus-Guldinova pravila
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 191 – **Zadaci za vježbu:** 1. i 2. zadatak

IZDVOJENO:

Cilj drugog programskog zadatka je da učenik riješi složeniji zadatak. Primjer takvih zadataka nalazi se u prilogu metodičkog priručnika – Drugi programski zadatak. Treba težiti da svaki učenik dobije različiti zadatak koji se mogu sastaviti iz primjera danih u udžbeniku i radnoj bilježnici.

NASTAVNA JEDINICA:	Pappus-Guldinova pravila
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Radna bilježnica s CD-om, računalo
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti određivanje površine, volumena i težine rotacijskih tijela primjenom Pappus-Guldinovih pravila.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s računalom i udžbenikom.
c) funkcionalni:	Steći umijeće primjene Pappus-Guldinovih pravila na konkretnim praktičnim primjerima.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću; eventualne nejasnoće ukratko objasniti
- staviti računala u pogon i na CD-u pronaći temu **Težište**, nastavnu jedinicu **Pappus-Guldinova pravila**, 3. zadatak

GLAVNI DIO: 35'

- uputiti učenike da najprije odrede težište složene plohe analitičkim postupkom, nakon toga volumen i težinu, a na kraju iz težine masu
- pratiti rad učenika, pomagati onima koji se teže snalaze, napredovanje svakog učenika bilježiti u internim bilješkama

ZAVRŠNI DIO: 5'

- komentirati rad učenika
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 192 – **Zadaci za vježbu:** 2.a) i b) zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Vrste ravnoteže, statička stabilnost i koeficijent sigurnosti
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; dijaloška
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, učilo – vrste ravnoteže, grafoskop, grafofolija sa sl. 10.4 i 10.5 iz udžbenika, str. 196
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti pojam i vrste ravnoteže, statičku stabilnost i koeficijent sigurnosti protiv prevrtanja tijela.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s udžbenikom.
c) funkcionalni:	Identificirati vrstu ravnoteže i steći sposobnost određivanja statičke stabilnosti te koeficijenta sigurnosti protiv prevrtanja.

NOVI POJMOVI: stabilna, labilna i indiferentna ravnoteža, statička stabilnost tijela, podnožna ploha, moment prevrtanja, moment stabilnosti, koeficijent sigurnosti

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću nekoliko učenika, pregled ubilježiti u njihove bilježnice i imenik
- najaviti novu nastavnu jedinicu – **Vrste ravnoteže**, naslov ispisati na ploči
- uputiti učenike da otvore str. 194 udžbenika – **10. Vrste ravnoteže i statička stabilnost**

GLAVNI DIO: 35'

- demonstracijskom metodom pomoću učila objasniti vrste ravnoteže: **stabilnu, labilnu i indiferentnu**
- uputiti učenike da u udžbeniku na str. 194 i 195 potraže kurzivom ispisane definicije spomenutih ravnoteža
- grafoskopom projicirati sl. 10.4 iz udžbenika prenijetu na grafofoliju i upitati učenike: *U koliko točki najmanje treba osloniti avion da bude u stabilnoj ravnoteži?*
- nakon dobivenog odgovora da su to najmanje tri točke koje ne leže na istom pravcu najaviti drugi dio nastavne jedinice – **Statička stabilnost**, naslov ispisati na ploču, a učenike uputiti da otvore str. 196 – **10.2 Statička stabilnost**
- grafoskopom projicirati sl. 10.5 iz udžbenika, str. 196, prenijetu na grafofoliju i najaviti da ćemo sada vidjeti je li dovoljan uvjet stabilne ravnoteže tijela da se oslanja najmanje na tri točke koje nisu na istom pravcu
- dijaloškom metodom analizirajući projicirane slike učenici moraju zaključiti da je drugi uvjet stabilnosti tijela da hvatište težine tijela (težište) bude unutar trokuta čiji vrhovi čine oslonce tijela na podnožnoj plohi
- uputiti učenike da uvjete stabilnosti tijela potraže na dnu str. 196 u udžbeniku pisane kurzivom
- na ploču nacrtati sl. 10.6 iz udžbenika, str. 197 i dijaloškom metodom odrediti **moment prevrtanja, moment stabilnosti i koeficijent statičke stabilnosti** prema izvodu u udžbeniku na str. 197

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 200 – **Zadaci za vježbu:** 4. i 5. zadatak
- uputiti učenike da 5. zadatak mogu riješiti ako prouče kako je riješen primjer 3 na str. 199

NASTAVNA JEDINICA:	Statička stabilnost
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Grupni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, grafoskop, grafofolija s rješenjima zadataka za vježbu iz udžbenika, str. 200, zadatak 1 do 4
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti uvjete statičke stabilnosti i određivanje koeficijenta sigurnosti protiv prevrtanja tijela.
b) odgojni:	Navikavati učenike na pridržavanje uvjeta statičke ravnoteže u budućoj praksi.
c) funkcionalni:	Steći umijeće primjene statičke stabilnosti na različitim tehničkim problemima i razviti sposobnost izračunavanja momenta prevrtanja, momenta stabilnosti i koeficijenta sigurnosti u konkretnim praktičnim slučajevima.

UVODNI DIO: 5'

- uputiti učenike da otvore str. 200 udžbenika – **Zadaci za vježbu**
- zadati da učenici u roku od 4 minute riješe 1., 2., 3. i 4. zadatak u svojem udžbeniku, uputiti ih da ako ne znaju odgovore, neka ih potraže u udžbeniku pod naslovom – **10. Vrste ravnoteže i statička stabilnost**
- po isteku 4 min. projicirati grafoskopom rješenja napisana na grafofoliju, učenici će potvrditi ispravne odgovore i ispraviti netočne

GLAVNI DIO: 35'

- formirati grupe u već poznatom sastavu
- zadati grupama da rješavaju 5. zadatak iz udžbenika na str. 201
- pratiti rad grupa, pomagati onima koji ne mogu postaviti zadatak
- voditi interne bilješke o napredovanju grupa i pojedinaca u njoj
- grupa koja je prva riješila zadatak prelazi na rješavanje 6. zadatka na istoj stranici udžbenika

ZAVRŠNI DIO: 5'

- komentirati rad grupa
- najuspješnijima dati ocjene
- učenici koji nisu do kraja riješili 6. zadatak, zadati da ga dovrše kod kuće
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 202 – **Zadaci za vježbu: 7. zadatak**

NASTAVNA CJELINA: 9. PUNI RAVNI NOSAČI

NASTAVNA JEDINICA:	Temeljni pojmovi, vrste i metode rješavanja punih ravnih nosača
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Grupni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, grafoskop, grafofolija sa slikama iz udžbenika: sl. 11.1, str. 203, sl. 11.2, str. 204, sl. 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, str. 204, sl. 11.7, 11.8, 11.9, 11.10, str. 205, sl. 11.11, 11.13, str. 206
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Upoznati temeljne pojmove punih ravnih nosača, vrste i metode rješavanja.
b) odgojni:	Navikavati učenike na udžbenik kao osnovni izvor znanja.
c) funkcionalni:	Prepoznati pune ravne nosače, razlikovati koncentrirana, kontinuirana i kombinirana opterećenja te vrste oslonaca.

NOVI POJMOVI: prostorni nosači, ravni nosači, puni ravni nosači, rešetkasti nosači, prosta greda ili nosač na dva oslonca, nosač na dva oslonca s jednim prepustom, nosač na dva oslonca s dva prepusta, uklješteni nosači ili konzole, koncentrirano, kontinuirano i kombinirano opterećenje, pokretan, nepokretan i uklješten (uzidan) oslonac

UVODNI DIO: 3'

- najaviti novu nastavnu cjelinu – **9. Puni ravni nosači**, naslov ispisati na ploči, a učenike uputiti da otvore str. 203 – **11. Puni ravni nosači**
- najaviti nastavnu jedinicu i ispisati naslov na ploči

GLAVNI DIO: 37'

- grafoskopom projicirati sl. 11.1 iz udžbenika, str. 203 prenijetu na grafofoliju i objasniti **pojam i definiciju nosača**
- uputiti učenike da definiciju nosača potraže u udžbeniku pored sl. 11.1, str. 203
- objasniti osnovne vrste nosača: **prostorne i ravne** (ispisati na ploči)
- na projiciranoj slici 11.1 i 11.2 objasniti vrste ravnih nosača: **puni i rešetkasti** (ispisati na ploči)
- projekcijom slika 11.3 do 11.6 grafoskopom, objasniti **vrste punih ravnih nosača prema obliku**:
 - a) nosač na dva oslonca ili prosta greda, sl. 11.3
 - b) nosač na dva oslonca s jednim prepustom, sl. 11.4
 - c) nosač na dva oslonca i dva prepusta, sl. 11.5
 - d) uklješteni nosači ili konzole, sl. 11.6
 (sve vrste nosača prema obliku ispisati na ploči)
- projekcijom pomoću grafoskopa slika od 11.7 do 11.9 objasniti **vrstu punih ravnih nosača prema opterećenju**:
 - a) nosači opterećeni pojedinačnim silama ili koncentriranim opterećenjem, sl. 11.7
 - b) nosači s jednolikim ili kontinuiranim opterećenjem, sl. 11.8
 - c) nosači s kombiniranim opterećenjem, sl. 11.9
 (sve vrste nosača prema opterećenju ispisati na ploči)
- grafoskopom projicirati slike od 11.10 do 11.13 i objasniti **vrste oslonaca i moguće pravce reakcija**:
 - a) pokretan ili klizni oslonac, sl. 11.10
 - b) nepokretan ili nepomični oslonac, sl. 11.11
 - c) uklješten ili uzidan oslonac, sl. 11.13
 (vrste oslonaca ispisati na ploči)
- uputiti učenike da na stranicama udžbenika od 203 do 207 potraže pune i rešetkaste nosače, vrste nosača prema obliku i opterećenju i vrste oslonaca s mogućim pravcima reakcija

- ispisati na ploču što znači **riješiti nosač** prema udžbeniku, str. 207, pisano kurzivom i navesti metode rješavanja (**grafička i analitička**)
- uputiti učenike da na str. 207 udžbenika pod naslovom – **Rješavanje nosača**, potraže metode rješavanja nosača i što sve treba odrediti pri njegovom rješavanju

ZAVRŠNI DIO: 5'

- pomoću projiciranih slika ponoviti izloženo gradivo
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 233 – **Zadaci za vježbu**: zadaci od 1. do 14.
- uputiti učenike da rješenja potraže u tekstu – **11. Puni ravni nosači**

NASTAVNA JEDINICA:	Prosta greda koncentrirano opterećena
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak rješavanja proste grede grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost određivanja reakcija, momenata savijanja i poprečnih sila proste grede opterećene koncentriranim opterećenjem grafičkim i analitičkim postupkom.

NOVI POJMOVI: dijagram momenata savijanja, dijagram poprečnih sila, dijagram uzdužnih sila, polja poprečnih sila, polna udaljenost H , opasan presjek nosača

UVODNI DIO: 3'

- dijaloškom metodom ponoviti vrste punih ravnih nosača prema obliku i opterećenju
- najaviti nastavnu jedinicu, ispisati naslov na ploči, a učenike uputiti da otvore str. 208 udžbenika – **Prosta greda**

GLAVNI DIO: 37'

- pomoću školskih trokuta nacrtati prostu gredu koncentrirano opterećenu prema sl. 11.15 iz udžbenika, str. 208
- riješiti nosač postupno grafičkim postupkom kao na sl. 8.16 u udžbeniku, objašnjavajući svaki korak; karakteristična rješenja kao reakcije, zaključnicu, ordinatu y_{\max} u dijagramu momenata savijanja te poprečne sile u dijagramu poprečnih sila, označiti kredom u boji
- uputiti učenike da potraže grafičko rješenje u udžbeniku, str. 209, sl. 8.16
- riješiti nosač analitičkim postupkom postupno kao u udžbeniku na str. 211–213
- u analizi rezultata dobivenih grafičkim i analitičkim postupkom učenicima skrenuti pažnju na opasni presjek nosača i na mijenjanje predznaka momenata savijanja pri lijevom uklještenju

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom pomoću slika na ploči ponoviti grafički i analitički postupak rješavanja nosača
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 236 – **Zadaci za vježbu:** 15. zadatak
- uputiti učenike da pri rješavanju zadatka za domaću zadaću prouče riješeni 1. primjer u udžbeniku na str. 213–216

IZDVOJENO:

Ova nastavna jedinica zahtijeva primjenu do sada stečenih znanja iz grafostatike. Ukoliko je razred sa slabijim uspjehom, ova nastavna jedinica se neće moći obraditi u jednom školskom satu. Tada treba odstupiti od planiranog broja sati te u jednom satu obraditi grafički postupak rješavanja nosača, a na drugom analitički. Nastavnik tada treba planirana 2 sata za provjeru znanja prije zaključivanja ocjena smanjiti na 1 sat.

NASTAVNA JEDINICA:	Prosta gređa kontinuirano opterećena
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti rješavanje proste gređe s kontinuiranim opterećenjem grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Steci umijeće određivanja (izračunavanja) reakcija, momenata savijanja i poprečnih sila proste gređe kontinuirano opterećene, grafičkim i analitičkim postupkom.

UVODNI DIO: 3'

- pregledati domaću zadaću; eventualne pogreške koje su učenici činili, pokazati na ploči ispravan postupak; zahtijevati da učenici kod kuće otklone greške
- najaviti novu nastavnu jedinicu; ispisati naslov na ploči, a učenike uputiti da otvore str. 223 udžbenika

GLAVNI DIO: 37'

- najaviti da ćemo pokazati način rješavanja proste gređe kontinuirano opterećene rješavajući primjer 2 u udžbeniku na str. 223
- pomoću školskih trokuta postupno riješiti zadatak grafičkim postupkom kao u udžbeniku na str. 224; karakteristična rješenja crtati kredom u boji
- tijekom rješavanja obilaziti razred i pratiti kako učenici rješavaju zadatak u svojoj bilježnici
- pri konstrukciji dijagrama momenata savijanja naglasiti razliku u odnosu na koncentrirano opterećenje (mijenjanje po paraboli)
- također naglasiti razliku između dijagrama poprečnih sila u odnosu na koncentrirano opterećenje (linearno mijenjanje)
- prijeći na analitički postupak rješavanja zadatka
- dijaloškom metodom postaviti jednadžbe ravnoteže i izračunati reakcije u osloncima
- na ploču nacrtati sliku uklještenja nosača po sredini, ucrtati sile koje na njega djeluju i dijaloškom metodom izvesti jednadžbu za maksimalni moment savijanja
- uputiti učenike na str. 223 udžbenika gdje se nalazi isti izvod; također ih uputiti na izraz za moment savijanja M_x na bilo kojoj udaljenosti x od oslonca A na str. 222 (uokvirena formula)
- izračunati maksimalni moment savijanja
- uputiti učenike da je u udžbeniku na str. 225 i 226 izračunat moment savijanja za svakih pola metra dužine nosača
- dijaloškom metodom izvesti izraz za poprečne sile kao na str. 223 udžbenika te izračunati poprečne sile za svakih pola metra dužine nosača kao što je to učinjeno u udžbeniku na str. 226
- usporediti rezultate dobivene grafičkim i analitičkim postupkom

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti rješavanje proste gređe grafičkim i analitičkim postupkom
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 238 – **Zadaci za vježbu:** 20. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Prosta greda kombinirano opterećena
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti rješavanje proste grede s kombiniranim opterećenjem grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Stjecanje umijeća određivanja reakcija, momenata savijanja i poprečnih sila proste grede opterećene kombiniranim opterećenjem, grafičkom i analitičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću; eventualne greške ili nejasnoće objasniti učenicima na ploči te zahtijevati da to kod kuće isprave
- najaviti novu nastavnu jedinicu; naslov ispisati na ploči; uputiti učenike da otvore str. 229 – **Prosta greda opterećena kombiniranim opterećenjem**

GLAVNI DIO: 37'

- najaviti učenicima da ćemo rješavati nosač na sl. 11.35, str. 230
- školskim trokutima postupno riješiti nosač grafičkim postupkom kao što je riješen u udžbeniku na sl. 11.35, str. 230
- povremeno obilaziti razred i pregledati kako učenici rješavaju zadatak u svoje bilježnice
- dijaloškom metodom komentirati svaki korak rješenja (karakteristična rješenja crtati kredom u boji)
- nakon grafičkog rješenja, zadatak riješiti analitički kao što je to u udžbeniku na str. 232 i 233
- komentirati rješenja dobivena grafičkim i analitičkim postupkom

ZAVRŠNI DIO: 3'

- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 239 – **Zadaci za vježbu: 25.** zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Nosač na dva oslonca i jednim prepustom
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak rješavanja nosača na dva oslonca i jednim prepustom grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Steći umijeće izračunavanja reakcija, momenata savijanja i poprečnih sila nosača na dva oslonca i jednim prepustom, grafičkom i analitičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću; za dijelove zadatka koje većina učenika nije dobro riješila ili nije znala riješiti objasniti na ploči postupak rješavanja
- uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 240 – **11.3 Nosači na dva oslonca i jednim prepustom**, najaviti nastavnu jedinicu i naslov napisati na ploči

GLAVNI DIO: 37'

- upoznati učenike da ćemo rješavati nosač na sl. 11.56 grafičkim i analitičkim postupkom, str. 241 udžbenika
- školskim trokutima riješiti zadatak grafičkim postupkom; kredom u boji nacrtati karakteristična rješenja
- posebnu pažnju skrenuti učenicima pri crtanju lančanog poligona jer se različito crta u odnosu na prostu gredu koju su do sada obrađivali
- povremeno obilaziti razred i kontrolirati kako učenici rješavaju zadatak u svoju bilježnicu
- prijeći na analitičko rješavanje zadatka
- dijaloškom metodom postaviti jednadžbe uvjeta ravnoteže i izračunati reakcije
- također dijaloškom metodom postaviti jednadžbe momenata savijanja i poprečnih sila i izračunati veličine
- usporediti veličine izračunate grafičkim i analitičkim postupkom

ZAVRŠNI DIO: 3'

- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 253 – **Zadaci za vježbu: 1. zadatak**

NASTAVNA JEDINICA:	Nosač na dva oslonca i dva prepusta
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Naučiti rješavati nosač na dva oslonca i dva prepusta grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Steći umijeće određivanja reakcija, momenata savijanja i poprečnih sila nosača na dva oslonca i dva prepusta, grafičkom i analitičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću; eventualne nejasnoće ili učestale pogreške koje su učenici činili razjasniti na ploči
- uputiti učenike da otvore str. 257 udžbenika – **11.4 Nosači na dva oslonca s dva prepusta**, najaviti nastavnu jedinicu i ispisati naslov na ploči

GLAVNI DIO: 37'

- uputiti učenike da ćemo rješavati zadatak na sl. 11.81 u udžbeniku, str. 258
- školskim trokutima grafičkom metodom riješiti zadatak kao u udžbeniku na sl. 11.81
- karakteristične razlike u rješavanju nosača s dva prepusta u odnosu na nosač s jednim prepustom posebno naglasiti
- pri rješavanju dijaloškom metodom navesti učenike na svaki sljedeći korak rješavanja
- karakteristična rješenja nacrtati kredom u boji
- pri rješavanju povremeno obići razred i vidjeti kako učenici rješavaju zadatak u svoju bilježnicu
- prijeći na analitičko rješavanje; dijaloškom metodom napisati na ploči jednadžbe ravnoteže i izračunati reakcije
- također dijaloškom metodom riješiti maksimalni moment savijanja i poprečne sile
- usporediti grafička i analitička rješenja

ZAVRŠNI DIO: 3'

- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 265 – **Zadaci za vježbu: 3.** zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Uklješteni nosači – konzola koncentrirano opterećena
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Usmeno izlaganje; grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA	
I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti postupak rješavanja uklještenih nosača – konzole opterećene silama grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Identificirati uklještene nosače konzole; razviti sposobnost određivanja reakcije, maksimalnog momenta savijanja i poprečnih sila konzole s koncentriranim opterećenjem, grafičkom i analitičkom metodom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću; eventualne nejasnoće razjasniti učenicima na ploči
- uputiti učenike da otvore stranicu 268 udžbenika – **11.5 Uklješteni nosači konzole**, najaviti novu nastavnu jedinicu i ispisati naslov na ploči

GLAVNI DIO: 35'

- školskim trokutima grafičkim postupkom riješiti konzolu koncentrirano opterećenu kao na sl. 11.97 u udžbeniku, str. 269
- karakteristične veličine ucrtati kredom u boji
- skrenuti učenicima pažnju na razlike u grafičkom rješavanju konzole u odnosu na nosač na dva oslonca i uputiti ih na sl. 11.96 u udžbeniku, str. 268 iz koje se vidi da reakcija i maksimalni moment savijanja djeluje u uklještenju A , a iz dijagrama poprečnih sila na sl. 11.97 se vidi da najveće poprečne sile također djeluju u uklještenju A
- prijeći na analitičko rješavanje konzole
- ukazati učenicima da je za određivanje reakcije u uklještenju dovoljno uzeti jedan uvjet ravnoteže: $F_y = 0$, a kada bi bila opterećena kosim silama kao konzola na sl. 11.99, str. 272, tada bi uzeli i $F_x = 0$
- dijaloškom metodom izračunati reakciju u uklještenju, maksimalni moment savijanja i poprečne sile kao što je riješeno u udžbeniku na str. 270
- usporediti grafička i analitička rješenja

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti način grafičkog i analitičkog rješavanja konzole
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 280 – **Zadaci za vježbu:** 3. i 4. zadatak

NASTAVNA JEDINICA:	Konzola kombinirano opterećena i zadavanje III. programskog zadatka
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Ponoviti postupak rješavanja konzole opterećene kombiniranim opterećenjem grafičkim i analitičkim postupkom.
b) odgojni:	Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
c) funkcionalni:	Steći umijeće rješavanja konzole opterećene kombiniranim opterećenjem grafičkim i analitičkim postupkom.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću, na ploči objasniti eventualne pogreške
- uputiti učenike da otvore str. 278 udžbenika – **Konzola opterećena kombiniranim opterećenjem**, najaviti nastavnu jedinicu i ispisati naslov na ploči

GLAVNI DIO: 35'

- školskim trokutima grafičkim postupkom na ploči riješiti konzolu na sl. 11.103, str. 279 udžbenika
- povremeno obići razred i prekontrolirati rad učenika
- prijeći na analitičko rješavanje; dijaloškom metodom izračunati reakciju, maksimalni moment savijanja i poprečne sile kao u udžbeniku na str. 280
- usporediti grafička i analitička rješenja

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom ponoviti postupak grafičkog i analitičkog rješavanja kombinirano opterećene konzole
- podijeliti učenicima III. programski zadatak
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 283 – **Zadaci za vježbu: 12. zadatak**

IZDVOJENO:

Cilj trećeg programskog zadatka je da učenici, koristeći riješene primjere iz udžbenika, riješe jedan složeniji puni ravni nosač opterećen kombiniranim opterećenjem. Primjeri takvih zadataka dani su u prilogu priručnika. Treba težiti da svaki učenik dobije svoje veličine opterećenja i dimenzija nosača, kako bi se izbjeglo prepisivanje.

NASTAVNA CJELINA: 10. REŠETKASTI NOSAČI**NASTAVNA JEDINICA: Cremonin plan sila u štapovima (metoda čvorova)****VRIJEME:** 1 sat**MJESTO IZVOĐENJA:** Učionica**OBLIK RADA:** Frontalni**TIP SATA:** Obradba novog gradiva**NASTAVNE METODE:** Grafički radovi, dijaloška; računska**NASTAVNA SREDSTVA****I POMAGALA:**

Udžbenik, školski trokuti, krede u boji, grafoskop, grafofolije sa slikama iz udžbenika: str. 284, sl. 12.1; str. 285, sl. 12.2–12.6; str. 286, sl. 12.7 i 12.8; str. 288, sl. 12.10

ZADACI NASTAVE:

- a) materijalni: Objasniti postupak određivanja sile u štapovima rešetkastog nosača grafičkom metodom.
- b) odgojni: Navikavati učenike na rad s priborom za tehničko crtanje, razvijati osjećaj za urednost i preciznost.
- c) funkcionalni: Razviti sposobnost određivanja sila u štapovima rešetkastog nosača primjenom Cremoninog plana sila.

NOVI POJMOVI: gornji i donji pojas, vertikale ili zatege, dijagonale ili upornice, zglobovi ili čvorovi, osnovni oblik rešetke, statički određeni nosači, Cremonin plan sila, vlačno opterećeni štapovi, tlačno opterećeni štapovi

UVODNI DIO: 2'

- najaviti nastavnu cjelinu i nastavnu jedinicu, naslov ispisati na ploču, uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 284 – **12. Rešetkasti nosači**

GLAVNI DIO: 38'

- grafoskopom projicirati sl. 12.1 iz udžbenika, str. 284, prenijetu na grafofoliju i objasniti nazive dijelova (štapova) nosača: **pojasni štapovi, vertikale ili zatege, dijagonale ili upornice**
- na projekcijama slika od 12.2 do 12.5 iz udžbenika prenijetih na grafofoliju pokazati primjenu rešetkastih nosača
- na projekciji sl. 12.6, 12.7 i 12.8 iz udžbenika objasniti krutost rešetke i osnovni oblik rešetke
- prema udžbeniku na str. 286 objasniti izraz za statički određene nosače koje ćemo proučavati
- uputiti učenike na udžbenik, str. 286 gdje je naveden primjer određivanja statičke određenosti nosača
- pomoću školskih trokuta nacrtati u mjerilu rešetkasti nosač na sl. 12.9 u udžbeniku, str. 287, obilježiti štapove arapskim, a čvorove rimskim brojevima, pokazati način određivanja statičke određenosti i krutosti nosača, odrediti reakcije u osloncima grafičkom metodom (reakcije ucrtati kredom u boji)
- grafoskopom projicirati sl. 12.10 iz udžbenika na str. 288 i objasniti određivanje sila u štapovima metodom čvorova
- najaviti učenicima da se sile u čvorovima mogu odrediti pomoću Cremoninog plana sila ako sve čvorove riješimo na jednom mjestu
- u poligonu sila na ploči (gdje smo grafički odredili reakcije) postupno konstruirati Cremonin plan sila (crtati kredom u boji sile u štapovima za svaki novi čvor)
- uputiti učenike na sl. 12.11 u udžbeniku – Cremonin plan sila
- nacrtati tablicu rezultata kao u udžbeniku str. 290 i izračunati veličine sila u štapovima

ZAVRŠNI DIO: 5'

- na nacrtanoj slici rešetkastog nosača i Cremoninog plana sila u štapovima na ploči ponoviti određivanje krutosti i određenosti rešetke i sila u štapovima
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 297 – **Zadaci za vježbu: 12. zadatak**

NASTAVNA JEDINICA:	Ritterova metoda presjeka
VRIJEME:	1 sat
MJESTO IZVOĐENJA:	Učionica
OBLIK RADA:	Frontalni
TIP SATA:	Obradba novog gradiva
NASTAVNE METODE:	Grafički radovi, dijaloška; računska
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Udžbenik, školski trokuti, krede u boji
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Objasniti analitičku metodu određivanja sila u štapovima rešetkastog nosača.
b) odgojni:	Navikavati učenike na računске metode rješavanja zadataka.
c) funkcionalni:	Razviti sposobnost analitičkog određivanja sila u štapovima primjenom Ritterove metode presjeka.

UVODNI DIO: 5'

- pregledati domaću zadaću; na ploči objasniti eventualne nejasnoće
- najaviti nastavnu jedinicu, naslov ispisati na ploču, uputiti učenike da otvore udžbenik na str. 293 – **12.4 Ritterova metoda presjeka**

GLAVNI DIO: 35'

- školskim trokutima na ploču nacrtati sl. 12.15 iz udžbenika, str. 294; kredama u boji ucrtati sile S_4 , S_5 i S_6 koje drže presječeni nosač u ravnoteži
- dijaloškom metodom postaviti jednadžbe ravnoteže i izračunati reakcije u osloncima kao u udžbeniku na str. 293
- dijaloškom metodom napisati na ploči jednadžbu ravnoteže momenata za čvor III. kao u udžbeniku na str. 294, te izračunati silu u štapu S_4
- istom metodom postaviti jednadžbu ravnoteže za čvor IV i izračunati silu u štapu S_6
- silu S_5 odrediti iz drugog uvjeta ravnoteže $F_y = 0$ kao u udžbeniku na str. 295
- uputiti učenike na isti račun u udžbeniku na str. 294 i 295 i na pravilo pretpostavljanja sila u presječenim štapovima čije vrijednosti izračunavamo, pisano kurzivom na str. 295

ZAVRŠNI DIO: 5'

- dijaloškom metodom na crtežu na ploči i izvedenom proračunu traženih sila u štapovima ponoviti određivanje sila u štapovima analitičkom (Ritterovom) metodom
- zadati domaću zadaću; udžbenik, str. 297 – **Zadaci za vježbu:** 12. zadatak (učenici su u prošloj zadaći Cremoninim planom sila odredili sile u štapovima, a sada će za zadani presjek izvršiti kontrolu Ritterovom metodom)

NASTAVNA JEDINICA:	Rješavanje jednostavnih rešetkastih nosača
VRIJEME:	2 sata
MJESTO IZVOĐENJA:	Informatički praktikum
OBLIK RADA:	Individualan, frontalni
TIP SATA:	Vježbe
NASTAVNE METODE:	Računska; grafički radovi
NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:	Radna bilježnica s CD-om, računalo, grafoskop, grafolije s rješenjima zadataka za vježbu: 1. – 11. zadatak u udžbeniku str. 295, grafolija s rješenjem 1. zadatka iz radne bilježnice str. 71, udžbenik
ZADACI NASTAVE:	
a) materijalni:	Uvježbati analitičko i grafičko određivanje sile u štapovima rešetkastog nosača.
b) odgojni:	Navikavati učenike na računске metode rješavanja zadataka.
c) funkcionalni:	Stjecanje umijeća analitičkog i grafičkog određivanja sila u štapovima jednostavnijih rešetkastih nosača.

UVODNI DIO: 15'

- pregledati domaću zadaću nekoliko učenika; pregled ubilježiti u njihove bilježnice i imenik
- uputiti učenike da otvore str. 295 udžbenika – **Zadaci za vježbu**
- zadati da učenici riješe zadatke 1 do 11 u roku od 10 minuta te se na taj način uvedu u glavni dio
- uputiti ih da odgovore mogu pronaći u udžbeniku, poglavlje **12. Rešetkasti nosači**
- po isteku 10 min. grafoskopom projicirati rješenja zadataka prenijetih na grafoliju da učenici dobiju povratnu informaciju o uspješnosti svladanog gradiva
- staviti računala u pogon i na CD-u pronaći temu **Ravni rešetkasti nosači**, nastavnu jedinicu **Analitička metoda presjeka** – 1. zadatak

GLAVNI DIO: 70'

- zadati da učenici u roku od 15 minuta riješe zadatak
- pratiti rad učenika, pomagati onima koji se slabije snalaze, voditi internu evidenciju o napredovanju
- po isteku 15 minuta pregledati učenicima rješenja, ako su dobra dati im ocjenu u skladu s osvojenim bodovima koje računalo samo odredi
- grafoskopom projicirati i objasniti rješenje
- uputiti da učenici otvore udžbenik na str. 298 i zadati da rješavaju 14. zadatak
- dati upute za rješavanje na ploči (konstrukcija Cremoninog plana sila)
- pratiti učenički rad i pomagati onima koji se ne snalaze, voditi interne bilješke
- nakon što su učenici odredili sile u štapovima dati im upute za Ritterovu metodu presjeka za analitičko izračunavanje sila u štapovima 4, 5 i 6
- i dalje pratiti rad učenika, voditi internu evidenciju o napredovanju, pomagati slabijim učenicima

ZAVRŠNI DIO: 5'

- ocijeniti učenike koji su uspješno riješili zadatak
- najaviti ispitivanje i zaključivanje ocjena na sljedeća dva sata

Prilozi

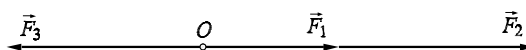
TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA

Prva školska zadaća

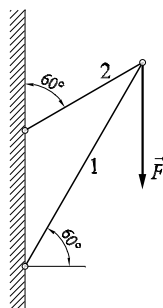
Grupa A

Ime i prezime: _____ Datum: _____ Br. bodova/ocjena: _____

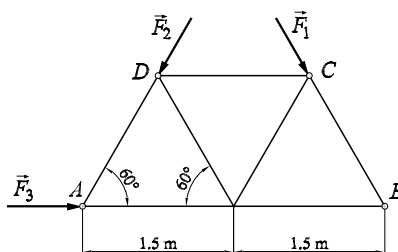
1. Na pravcu prema slici djeluju sile $F_1 = 2 \text{ kN}$, $F_2 = 3 \text{ kN}$ i $F_3 = -4 \text{ kN}$. Odredite grafičkim i analitičkim postupkom rezultantu kolinearnih sila i silu F_4 koja će uravnotežiti sustav od tri sile.



2. Za slučaj prema slici odredite sile u štapovima 1 i 2 ($F_1 = ?$, $F_2 = ?$), odnosno rastavite silu $F = 300 \text{ N}$ grafičkim i analitičkim postupkom na komponente čiji su pravci djelovanja poznati.



3. Na rešetkasti nosač $ABCD$ prema slici djeluju sile $F_1 = 20 \text{ N}$, $F_2 = 40 \text{ N}$ i $F_3 = 60 \text{ N}$. Izračunajte primjenom momentnog pravila rezultirajući moment za točku A i C .

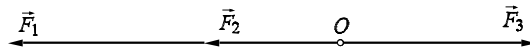


TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA
Prva školska zadaća

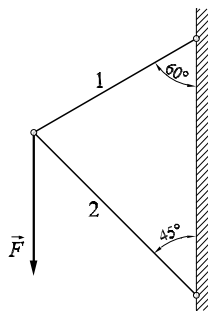
Grupa B

Ime i prezime: _____ Datum: _____ Br. bodova/ocjena: _____

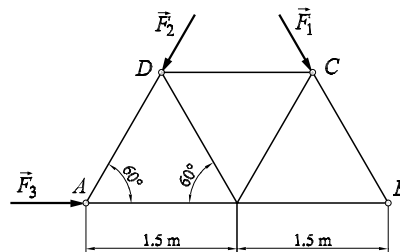
1. Na pravcu prema slici djeluju sile $F_1 = -4 \text{ kN}$, $F_2 = -3 \text{ kN}$ i $F_3 = 5 \text{ kN}$. Odredite grafičkim i analitičkim postupkom rezultantu kolinearnih sila i silu F_4 koja će uravnotežiti sustav od tri sile.



2. Za slučaj prema slici odredite sile u štapovima 1 i 2 ($F_1 = ?$, $F_2 = ?$), odnosno rastavite silu $F = 300 \text{ N}$ grafičkim i analitičkim postupkom na komponente čiji su pravci djelovanja poznati.



3. Na rešetkasti nosač ABCD prema slici djeluju sile $F_1 = 20 \text{ N}$, $F_2 = 40 \text{ N}$ i $F_3 = 60 \text{ N}$. Izračunajte primjenom momentnog pravila rezultirajući moment za točku B i D.

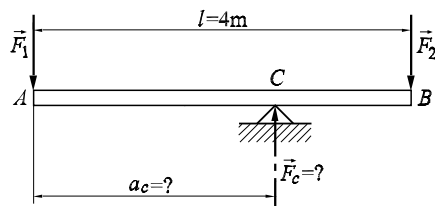


TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA
Druga školska zadaća

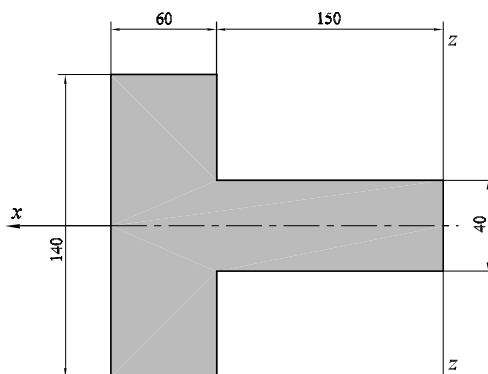
Grupa A

Ime i prezime: _____ Datum: _____ Br. bodova/ocjena: _____

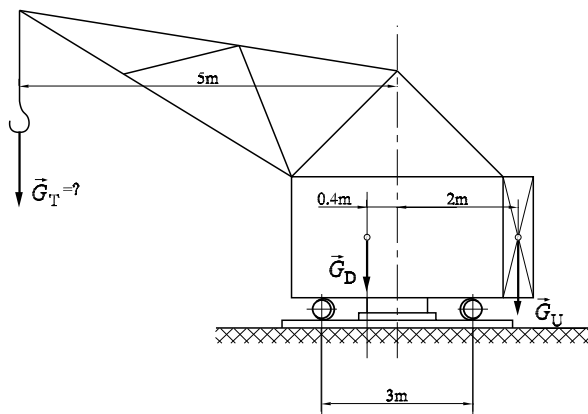
1. Poluga AB , prema slici oslonjena je u točki C i opterećena silama $F_1 = 4 \text{ kN}$ i $F_2 = 2.5 \text{ kN}$. Grafičkim i analitičkim postupkom odredite koliko treba oslonac C biti udaljen od točke A da bi poluga bila u ravnoteži i kolika je reakcija u točki C ?



2. Kolika je površina A , volumen V i težina G tijela koje nastane rotacijom plohe oko osi $z-z$? Dimenzije plohe na slici su u cm; $\gamma = 25 \text{ N/dm}$.



3. Rotacijska dizalica okreće se na kotačima po kružnoj ploči promjera 3 m. Koliki teret možemo podizati dizalicom i koliki je njen koeficijent sigurnosti u opterećenom i rasterećenom stanju ako je težina dizalice $G_D = 80 \text{ kN}$ a težina protuutega $G_U = 40 \text{ kN}$?

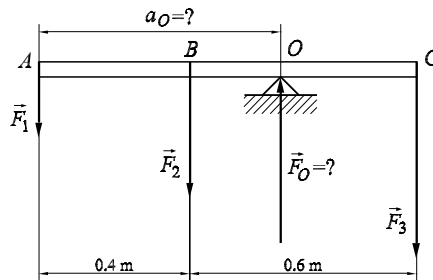


TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA
Druga školska zadaća

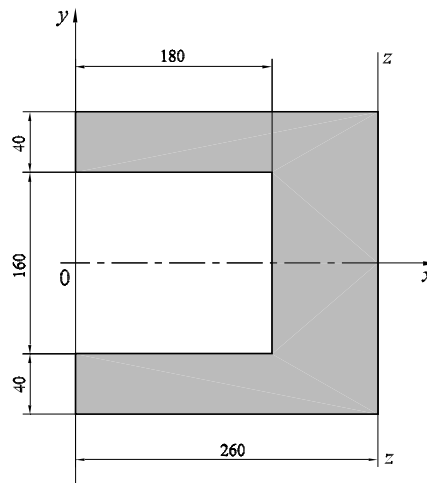
Grupa B

Ime i prezime: _____ Datum: _____ Br. bodova/ocjena: _____

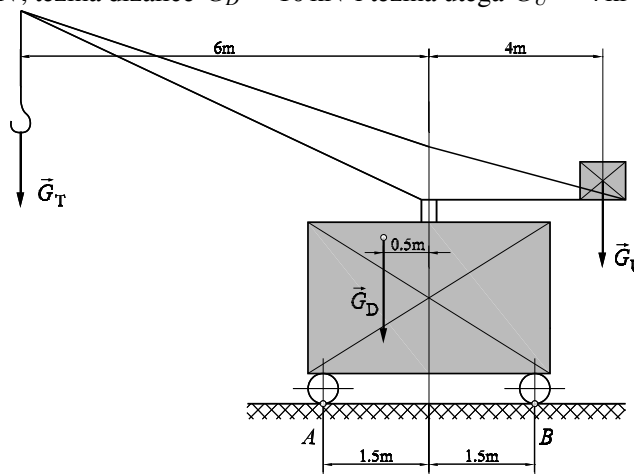
1. Poluga AC , prema slici oslonjena je u točki O i opterećena silama $F_1 = 400\text{ N}$, $F_2 = 250\text{ N}$ i $F_3 = 300\text{ N}$. Grafičkim i analitičkim postupkom odredite koliko treba oslonac O biti udaljen od točke A da bi poluga bila u ravnoteži i kolika je reakcija u točki O ?



2. Kolika je površina A , volumen V i težina G tijela koje nastane rotacijom plohe oko osi $z-z$? Dimenzije plohe na slici su u cm; $\gamma = 25\text{ N/dm}$.



3. Koliki je koeficijent sigurnosti dizalice prema slici za opterećeno i rasterećeno stanje, ako je poznata težina tereta $G_T = 8\text{ kN}$, težina dizalice $G_D = 10\text{ kN}$ i težina utega $G_U = 4\text{ kN}$?



TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA
Treća školska zadaća
Grupa A

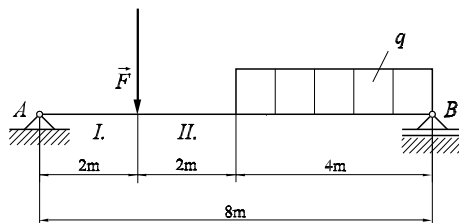
Ime i prezime: _____ Datum: _____ Br. bodova/ocjena: _____

Prosta greda prema slici opterećena je kombiniranim opterećenjem, silom $F = 3 \text{ kN}$ i kontinuiranim opterećenjem $q = 1 \text{ kN/m}$. Ostali podaci prema slici. Odredite grafičkim i analitičkim postupkom:

- reakcije u osloncima F_A i F_B ,
- maksimalni moment savijanja $M_{s\max}$,
- poprečne sile: I. polje: Q_1 ,
II. polje: Q_2 .

Poprečne sile u polju kontinuiranog opterećenja odrediti za svaki metar dužine polja:

- za $x = 5 \text{ m}$: Q_3 ,
 za $x = 6 \text{ m}$: Q_4 ,
 za $x = 7 \text{ m}$: Q_5 ,
 za $x = 8 \text{ m}$: Q_6 .


TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA
Treća školska zadaća
Grupa B

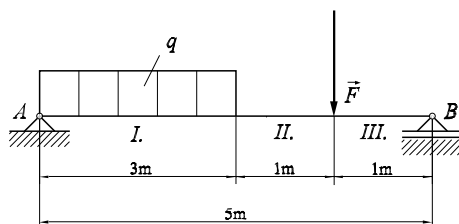
Ime i prezime: _____ Datum: _____ Br. bodova/ocjena: _____

Prosta greda prema slici opterećena je kombiniranim opterećenjem, silom $F = 4 \text{ kN}$ i kontinuiranim opterećenjem $q = 2 \text{ kN/m}$. Ostali podaci prema slici. Odredite grafičkim i analitičkim postupkom:

- reakcije u osloncima F_A i F_B ,
- maksimalni moment savijanja $M_{s\max}$,
- poprečne sile:

– u I. polju kontinuiranog opterećenja poprečne sile odrediti za svaki metar dužine polja:

- za $x = 1 \text{ m}$: Q_1 ,
 za $x = 2 \text{ m}$: Q_2 ,
 za $x = 3 \text{ m}$: Q_3 ,
 II. polje: Q_4 ,
 III. polje: Q_5 .

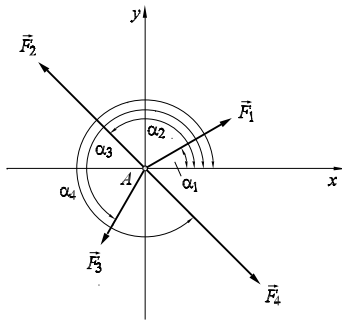


TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA

Prvi programski zadatak

Za zadani sustav konkurentnih sila treba grafičkim i analitičkim postupkom odrediti rezultantu F_R , pravac rezultante α_R u odnosu na pozitivni dio osi x , silu F_U koja će uravnotežiti sustav i njen pravac također u odnosu na pozitivni dio osi x .

1.



$$F_1 = \text{_____ kN}$$

$$F_2 = \text{_____ kN}$$

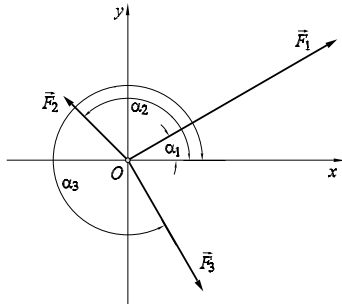
$$F_3 = \text{_____ kN}$$

$$F_4 = \text{_____ kN}$$

$$\alpha_1 = \text{_____}^\circ \quad \alpha_2 = \text{_____}^\circ$$

$$\alpha_3 = \text{_____}^\circ \quad \alpha_4 = \text{_____}^\circ$$

2.



$$F_1 = \text{_____ kN}$$

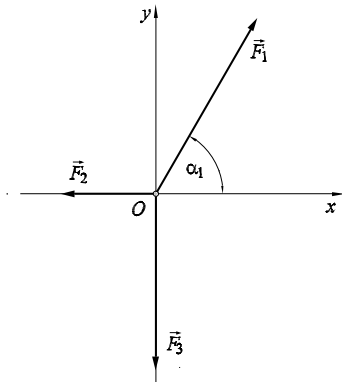
$$F_2 = \text{_____ kN}$$

$$F_3 = \text{_____ kN}$$

$$\alpha_1 = \text{_____}^\circ \quad \alpha_2 = \text{_____}^\circ$$

$$\alpha_3 = \text{_____}^\circ$$

3.



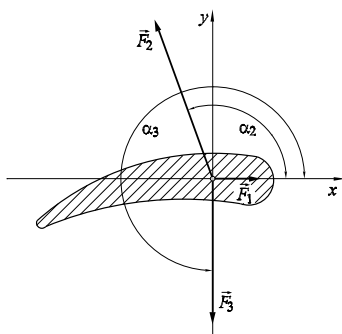
$$F_1 = \text{_____ kN}$$

$$F_2 = \text{_____ kN}$$

$$F_3 = \text{_____ kN}$$

$$\alpha_1 = \text{_____}^\circ$$

4.



$$F_1 = \text{_____ kN}$$

$$F_2 = \text{_____ kN}$$

$$F_3 = \text{_____ kN}$$

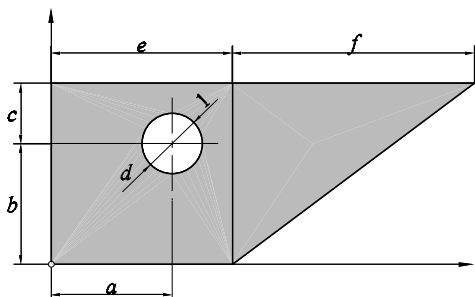
$$\alpha_2 = \text{_____}^\circ$$

$$\alpha_3 = \text{_____}^\circ$$

TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA
Drugi programski zadatak

Za zadanu složenu oslabljenu plohu treba grafičkim i analitičkim postupkom pronaći težište u odnosu na zadani koordinatni sustav.

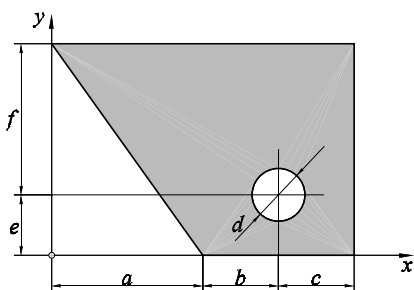
1.



Br. elementa	A_i cm ²	x_i cm	y_i cm	$A_i \cdot x_i$ cm ³	$A_i \cdot y_i$ cm ³
Σ					

$a =$ _____ cm, $b =$ _____ cm, $c =$ _____ cm, $d =$ _____ cm, $e =$ _____ cm, $f =$ _____ cm.

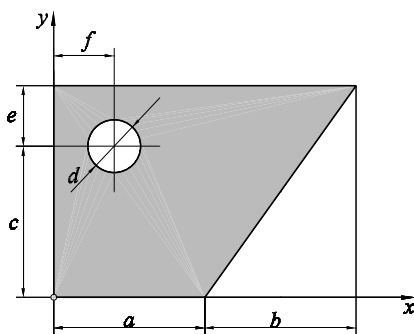
2.



Br. elementa	A_i cm ²	x_i cm	y_i cm	$A_i \cdot x_i$ cm ³	$A_i \cdot y_i$ cm ³
Σ					

$a =$ _____ cm, $b =$ _____ cm, $c =$ _____ cm, $d =$ _____ cm, $e =$ _____ cm, $f =$ _____ cm.

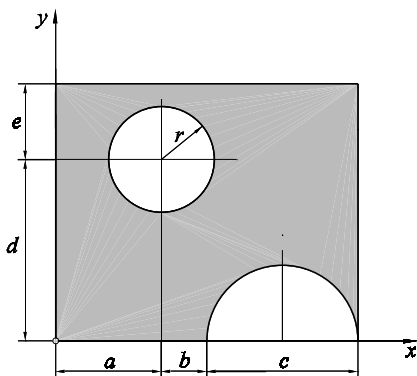
3.



Br. elementa	A_i cm ²	x_i cm	y_i cm	$A_i \cdot x_i$ cm ³	$A_i \cdot y_i$ cm ³
Σ					

$a =$ _____ cm, $b =$ _____ cm, $c =$ _____ cm, $d =$ _____ cm, $e =$ _____ cm, $f =$ _____ cm.

4.



T (,) cm | (,) cm

Br. elementa	A_i cm ²	x_i cm	y_i cm	$A_i \cdot x_i$ cm ³	$A_i \cdot y_i$ cm ³
Σ					

$a =$ _____ cm, $b =$ _____ cm, $c =$ _____ cm, $d =$ _____ cm, $e =$ _____ cm, $r =$ _____ cm.

TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA

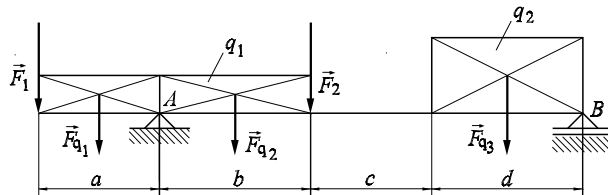
Treći programski zadatak

1. Za nosač s jednim prepustom i kombiniranim opterećenjem prema slici treba grafičkim i analitičkim postupkom prema zadanim veličinama odrediti:

- reakcije u osloncima A i B ,
- mjesto opasnog presjeka (duljina x od oslonca A) i maksimalni moment savijanja,
- poprečne sile za početak i kraj I. polja, početak i kraj II. polja, III. polje i početak i kraj IV. polja.

$$F_1 = \text{_____ kN}, \quad F_2 = \text{_____ kN}, \quad q_1 = \text{_____ kN/m}, \quad q_2 = \text{_____ kN/m},$$

$$a = \text{_____ m}, \quad b = \text{_____ m}, \quad c = \text{_____ m}, \quad d = \text{_____ m}.$$

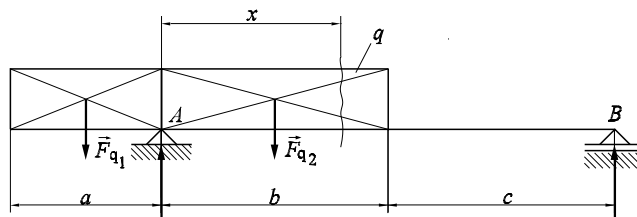


Uputa. Rješavati prema zadatku na str. 250 udžbenika.

2. Nosač na dva oslonca i jednim prepustom prema slici kontinuirano je opterećen jediničnim opterećenjem q . Izračunajte za zadane veličine:

- reakcije u osloncima A i B ,
- mjesto opasnog presjeka (duljina x) i maksimalni moment savijanja,
- poprečne sile na početku i kraju I. polja, početku i kraju II. polja i III. polju.

$$q = \text{_____ kN/m}, \quad a = \text{_____ m}, \quad b = \text{_____ m}, \quad c = \text{_____ m}.$$



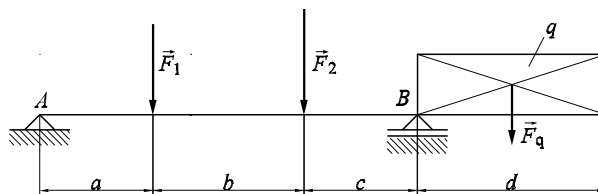
Uputa. Rješavati kao zadatak na str. 244 i 251 udžbenika.

3. Nosač na dva oslonca i jednim prepustom prema slici opterećen je kombiniranim opterećenjem. Prema zadanim podacima treba odrediti grafičkim i analitičkim postupkom:

- reakcije u osloncima A i B ,
- maksimalni moment savijanja,
- poprečne sile u I. i II. polju te poprečne sile na početku i kraju III. polja.

$$F_1 = \text{_____ kN}, \quad F_2 = \text{_____ kN}, \quad q = \text{_____ kN/m},$$

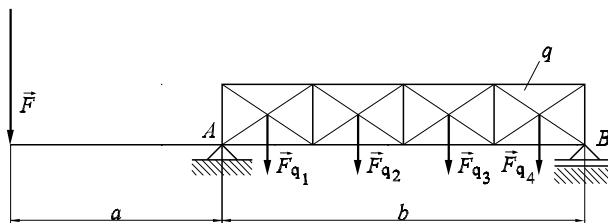
$$a = \text{_____ m}, \quad b = \text{_____ m}, \quad c = \text{_____ m}, \quad d = \text{_____ m}.$$



Uputa. Nosač AB rješavati kao prostu gredu koncentrirano opterećenu, prepust kao konzolu s kontinuiranim opterećenjem.

4. Nosač na dva oslonca i s jednim prepustom prema slici kombinirano je opterećen. Za zadane veličine odredite:

- reakcije u osloncima A i B ,
 - opasan presjek (dužinu x od oslonca A) i maksimalno moment savijanja,
 - poprečne sile u I. polju, na početku i kraju II. polja te unutar II. polja za svaki metar dužine.
- $F =$ _____ kN, $q =$ _____ kN/m, $a =$ _____ m, $b =$ _____ m.

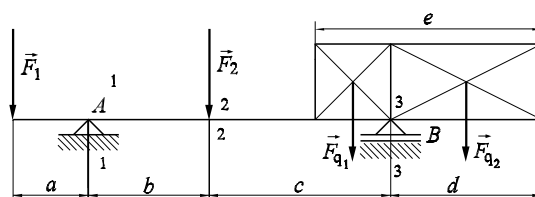


Uputa. Nosač na dijelu AB rješavati kao prostu gredu s kontinuiranim opterećenjem, a prepust kao konzolu opterećenu jednom silom.

5. Nosač na dva oslonca i dva prepusta prema slici kombinirano je opterećen. Prema zadanim veličinama odredite:

- reakcije u osloncima A i B ,
- maksimalni moment savijanja,
- poprečne sile u I., II. i III. polju, na početku i kraju IV. i V. polja.

$F_1 =$ _____ kN, $F_2 =$ _____ kN, $q =$ _____ kN/m, $a =$ _____ m,
 $b =$ _____ m, $c =$ _____ m, $d =$ _____ m, $e =$ _____ m.



Uputa. Zadatak rješavati prema riješenom primjeru na str. 363 udžbenika.

